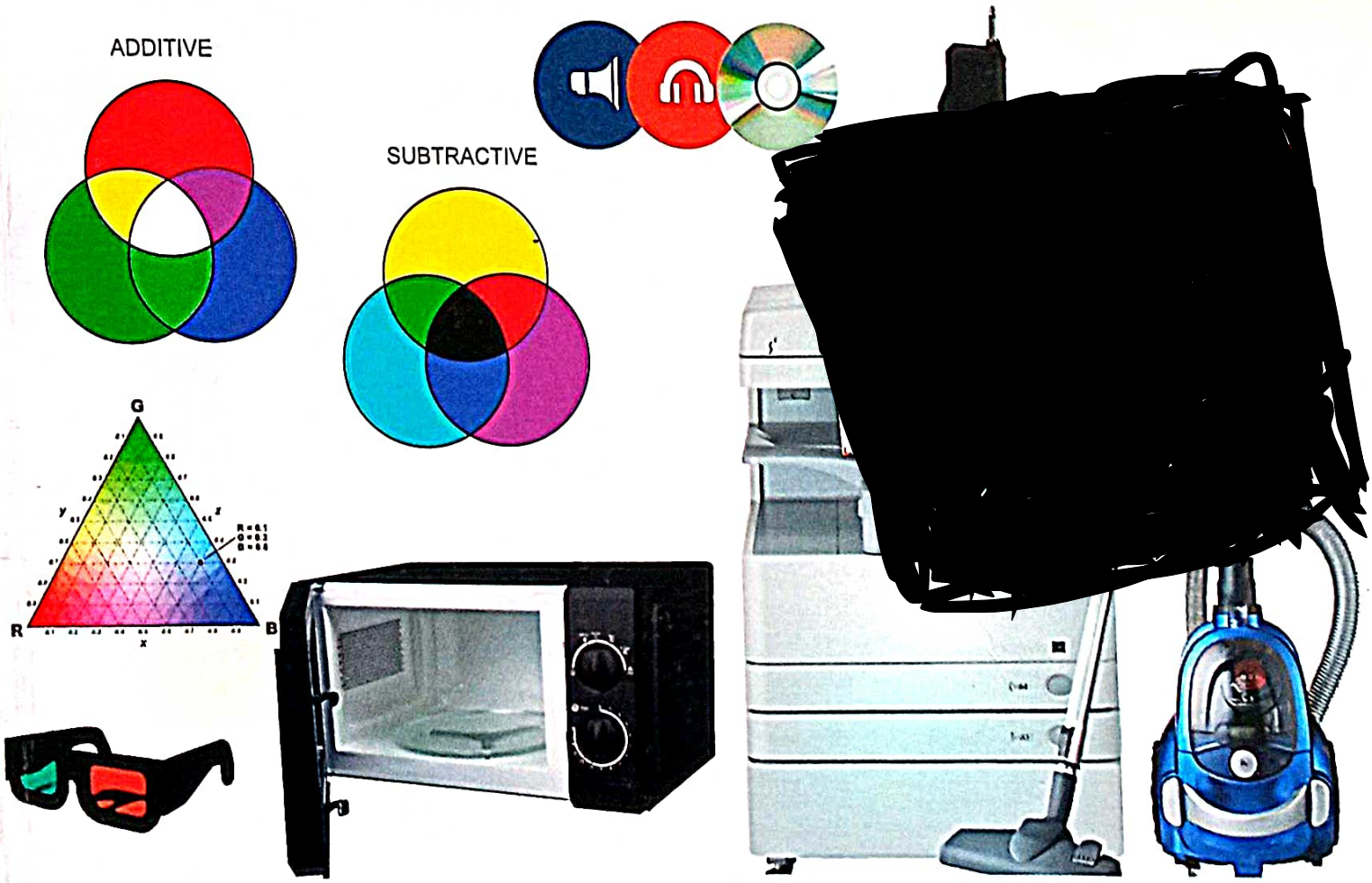
राहुल वाधवा

कन्ज़ूमर इलैक्ट्रॉनिक्स

CONSUMER ELECTRONICS



एशियन पब्लिशर्स, मुज़फ़्फ़रनगर®

प्राविधिक शिक्षा परिषद्, उत्तर प्रदेश द्वारा स्वीकृत, नवीन संशोधित पाठ्यक्रमानुसार

कन्स्यूमर इलैक्ट्रॉनिक्स

[Consumer Electronics]

लेखक:

राहुल वाधवा

बी०ई० (इलैक्ट्रॉनिक्स), ज्योतिषविद्

अध्यक्ष इलैक्ट्रॉनिक्स

राजकीय पॉलीटेक्निक

शाहजहांपुर

2022-2023

प्रकाशक:

एशियन पब्लिशर्स, मुज़फ़्फ़रनगर®

46/20, कम्बल वाला बाग, नई मण्डी, मुज़फ़्फ़रनगर-251 001 (उ०प्र०)

SYLLABUS

CONSUMER ELECTRONICS

L	T	P
4	–	4

Rationale: The objective of teaching this subject is to give students an in depth knowledge of various electronic audio and video devices and systems. Further this subject will introduce the students with working principles, block diagram, main features of consumer electronics gadgets/goods/devices. This in-turn will develop in them capabilities of assembling, fault diagnosis and rectification in a systematic way.

Learning Outcomes

After completion of the subject, the students will be able to:

- understand the various type of microphones and loud speakers.
- to identify the various digital and analog signal.
- describe the basis of television and composite video signal.
- describe the various kind of colour TV standards and system.
- compare the various types of digital TV system.
- understand the various type of consumer goods.

SUGGESTED DISTRIBUTION OF MARKS

S. No.	Topics	Time Allotted (Periods)	Marks Allotted (%)
1	Audio Systems	12	21
2	Digital Audio Fundamentals	08	15
3	Television	14	25
4	Digital Transmission and Reception	12	21
5	Introduction to different type of domestic/commercial appliances	10	18
	Total	56	100

DETAILED CONTENTS

1. **Audio Systems** (12 Periods)

1.1. Microphones and Loudspeakers

(a) Carbon, moving coil, cordless microphone

(b) Direct radiating and horn loudspeaker

(c) Multi-speaker system

(d) Hi-Fi stereo and dolby system.

1.2. Concept to fidelity, Noise and different types of distortion in audio system.

2. Digital Audio Fundamentals (08 Periods)

Audio as Data and Signal, Digital Audio Processes Outlined, Time Compression and Expansion.

3. Television (14 Periods)

3.1. Basics of Television
- Elements of TV communication system
- Scanning and its need
- Need of synchronizing and blanking pulses, VSB
- Composite Video Signal

3.2. Colour Television
- Primary, secondary colours
- Concept of Mixing, Colour Triangle
- Camera tube
- PAL TV Receiver
- NTSC, PAL, SECAM (brief comparison)

4. Digital Transmission and Reception (12 Periods)

- Digital satellite television, Direct-To-Home(DTH) satellite television, Introduction to :Video on demand, CCTV, High Definition(HD)-TV.

Introduction to Liquid Crystal and LED Screen Televisions Basic block diagram of LCD and LED Television and their comparison.

5. Introduction to Different Type of Domestic/Commercial Appliances (10 Periods)

- Operation of Micro-wave oven
- Food Processors
- Digital Electronic Lock
- Vacuum cleaner
- Xerox Machine
- Scanner

LIST OF PRACTICALS

1. To plot the directional response of a Microphone
2. To plot the directional response of a Loud Speaker
3. To study public address system and its components.
4. To perform fault identification in TV.

विषय-सूची

क्र०सं०	अध्याय	पृष्ठ
1.	ऑडियो सिस्टम्स (Audio Systems)	1–52
2.	हाई-फाई स्टीरियो पद्धति (Hi-Fi Stereo and its System)	53–82
3.	डिजिटल ऑडियो के मूल तत्व (Digital Audio Fundamentals)	83–117
4.	टेलीविज़न संचार का परिचय (Introduction to Television Communication)	118–140
5.	स्कैनिंग के सिद्धान्त तथा कम्पोज़िट वीडियो सिगनल की उत्पत्ति (Principles of Scanning and Formation of Composite Video Signal)	141–177
6.	कलर टेलीविज़न (Colour Television)	178–262
7.	डिजिटल ट्रांसमिशन एन्ड रिसैप्शन (Digital Transmission and Reception)	263–289
8.	विभिन्न प्रकार के घरेलू/व्यवसायिक उपकरणों का परिचय (Introduction to Different Types of Domestic Commercial Appliances)	290–305
9.	प्रयोगात्मक (Practicals)	306–340
10.	प्रोजैक्ट्स (Projects)	341–353
11.	बहुविकल्पीय प्रश्न बैंक (Multiple Choice Questions)	353–363
12.	तैरते को नाव का सहारा (Tairte Koh Naav Ka Sahara)	364–409
•	परीक्षा में पूछे जाने वाले महत्वपूर्ण प्रश्न (Important Questions frequently asked in examination)	410–411
•	प्रश्नपत्र	

1 ऑडियो सिस्टम्स (AUDIO SYSTEMS)

THINK ABOUT IT

A man can be as great as he wants to be. If you believe in yourself and have the courage, the determination, the dedication, the competitive drive and if you are willing to sacrifice the little things in life and pay the price for the things that are worthwhile, it can be done.

—Vince Lombardi

§ 1.1 परिचय (Introduction):

एक स्कूल के मंच पर एक भाषण प्रतियोगिता चल रही थी। कक्षा 6 की एक छोटी सी लड़की माइक के सामने खड़े होकर अपनी speech बोल रही थी। मंच के सामने बच्चों के parents बैठे हुए थे। जैसे ही उस लड़की का भाषण समाप्त हुआ, वह अपने पिता के पास आकर बैठ गई। कौतूहलवश, उसके मन में एक प्रश्न उठा। वह अपने पापा से पूछने लगी कि पापा, यह बताइये कि इस माइक में बोलने पर आवाज तेज क्यों सुनाई पड़ती है। आप हम बिना माइक के बोलते हैं, तो आवाज अधिक दूर तक सुनाई नहीं दे सकती। किन्तु माइक पर बोलने से आवाज बहुत दूर तक जा सकती है, ऐसा क्यों? उसके पिता उसे समझाने लगे कि माइक्रोफोन से आवाज को वैद्युत सिगनल में बदला जाता है, तथा फिर उसे प्रवर्धित करके लाउडस्पीकर को दिया जाता है तथा लाउडस्पीकर से तेज ध्वनि सुनाई देती है। उस लड़की की जिज्ञासा पूरी तरह शान्त नहीं हुई। उसने पूछा कि अच्छा यह बताइये कि DVD और MP3 में आवाज कैसे स्टोर हो जाती है? इसी प्रकार की कई जिज्ञासायें अक्सर प्रश्न बनकर कहीं न कहीं किसी न किसी रूप में उठती रहती है क्योंकि इलेक्ट्रॉनिक्स के कई उपकरण हमारे आस-पास मौजूद रहते हैं। इन सब उपकरणों को इलेक्ट्रॉनिक्स की जिस शाखा में अध्ययन किया जाता है, उसको consumer electronics कहा जाता है।

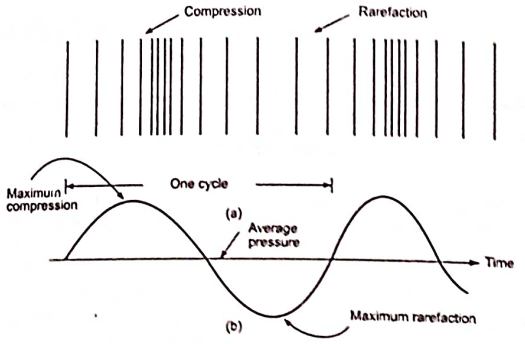
"Consumer Electronics refers to the devices containing electronic circuit boards for everyday use by individuals, like television, digital cameras, calculators, VCRs, DVDs, Audio devices, headphones etc."

§ 1.2 ध्वनि के अभिलक्षण (Characteristics of Sound):

ध्वनि वास्तव में एक आश्चर्यजनक चीज है। वातावरण में जितनी ध्वनियाँ हम सुनते हैं, वह वायु में बहुत छोटे-छोटे दाब परिवर्तनों से उत्पन्न होती हैं। आश्चर्यजनक बात यह है कि वायु इन pressure differences (दाब परिवर्तनों) को इतनी कुशलता से संचरित (transmit) करती है, जिससे यह pressure charges लम्बी दूरी तक बहुत accurately (बिना किसी त्रुटि के) transmit हो जाते हैं। इस accurate transmission के कारण ही बोलने वाला जो भी बोलता है, दूर खड़ा श्रोता (सुनने वाला) उसको सुन सकता है।

ध्वनि एक longitudinal wave होती है जिसमें compressions तथा rarefactions (सम्पीडन तथा विरलन) होते हैं (चित्र 1.1 देखें) जब ध्वनि तरंगें ear drum (कान के पर्दे) पर strike (चोट) करती हैं, तो यह वैद्युत तरंगें बन जाती हैं तथा nerves (नसों) की सहायता से दिमाग तक पहुँचती हैं जिससे ध्वनि का interpretation (अर्थ निकालना) होता है।

Wave motion होने के कारण sound wave में तरंग की सभी खूबियां मौजूद होती हैं (amplitude, frequency, velocity, wavelength, phase इत्यादि)। Audible sound waves (श्रव्य ध्वनि तरंगों) की आवृत्ति 16 Hz से 20 kHz तक होती है। ध्वनि तरंगें वायु में 0°C पर 332 m/s तथा 20°C पर 344 m/s प्रति सैकैण्ड के वेग (velocity) से चलती हैं। ताप तथा वेग में संबंध निम्नवत् होता है—



चित्र 1.1

$$v_2 = v_1\sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \qquad \text{...(1.1)}$$

जहाँ v_1 = velocity at temperature T_1

v_2 = velocity at temperature T_2 (T_1 and T_2 are expressed in Kelvins)

ध्वनि की गति medium (माध्यम) पर भी निर्भर करती है। सामान्य ताप पर, ध्वनि की गति वायु में 344 m/s, जल में 1480 m/s लकड़ी (wood) में 3500 m/s, ग्लास में 5200 m/s तथा स्टील में 5500 m/s होती है।

ध्वनि तरंगे वायु में दाब परिवर्तन (pressure variations) उत्पन्न करती है। यह variations compression तथा rarefactions के रूप में होते हैं। साउन्ड की तीव्रता (intensity) जितनी अधिक होगी, compression व rarefaction उतना ही अधिक होगा। अतः, ध्वनि का आयाम (amplitude of sound) दाब के मात्रक के रूप में व्यक्त किया जाता है (N/m^2 या Pascal (Pa))। यह micro-bar या dynes प्रति वर्ग सेमी के रूप में भी व्यक्त किया जाता है (1 Pa = 10 micro-bar)।

ऊर्जा के terms में, साउन्ड तरंगों की तीव्रता तरंगों की गति की दिशा के लम्बवत् (perpendicular) एक वर्ग मीटर क्षेत्रफल में प्रवाहित होने वाली ऊर्जा के औसत प्रवाह की दर को कहा जाता है। ध्वनि ऊर्जा की तीव्रता watt/m^2 में व्यक्त की जाती है तथा यह आयाम के वर्ग के समानुपाती होती है। साउन्ड की तीव्रता को सामान्यतः decibels (या dB) में व्यक्त किया जाता है (threshold of hearing के सापेक्ष)। डेसीबल का उपयोग लघुगणक आधार (logarithmic basis) पर दो powers की तुलना करने हेतु किया जाता है। यदि दो पॉवर का मान क्रमशः P_1 तथा P_2 है तो decibel में इन्हें निम्नवत् व्यक्त किया जाता है—

$$\text{Decibels for powers } P_1 \text{ and } P_2 = 10\log\frac{P_2}{P_1}$$

उदाहरणतः यदि पॉवर P_2 पॉवर P_1 की एक हजार गुना है $\left(\frac{P_2}{P_1} = 1000\right)$ तो decibels में $10\log\frac{P_2}{P_1} = 10\log 1000$ = 30 dB अर्थात् decibel scale पर पॉवर P_2 पॉवर P_1 से 30 dB अधिक (या ऊपर) है। इसी प्रकार voltages या currents ratio को decibel में कनवर्ट करने हेतु $20\log\frac{V_2}{V_1}$ तथा $20\log\frac{I_2}{I_1}$ सूत्र प्रयुक्त किये जाते हैं।

कुछ सामान्य ध्वनियों की तीव्रतायें (Intensity of Some Typical Sounds)—जब ध्वनि का दाब 20×10^{-6} N/m^2 (तथा तीव्रता = 10^{-12} W/m^2) होता है, तो मनुष्य इसको just सुन सकता है अर्थात् यह न्यूनतम ध्वनि का दाब (तथा तीव्रता)

है जो मनुष्य के कानों द्वारा महसूस की जा सकती है। इससे कम दाब तथा तीव्रता होने पर मनुष्य उसको सुन न सकेगा। अतः इस ध्वनि को just audible sound तथा ध्वनि के इस स्तर को threshold of hearing कहते हैं। इसी प्रकार 63 N/m^2 दाब (तथा 10 W/m^2 तीव्रता) वाली ध्वनि मनुष्य के कानों में वेदना उत्पन्न करती है तथा यह स्तर threshold of pain (या threshold of feeling) कहलाता है। अन्य ध्वनियाँ इन दोनों स्तरों के बीच होती है तथा इनका विवरण तालिका 1.1 में प्रदर्शित है।

तालिका 1.1—Intensities of different types of sounds

	Name of sound	Pressure (N/m^2 or Pascal)	Pressure micro-bar	Intensity in (W/m^2)	Intensity in dB Over threshold of hearing
1.	Threshold of hearing	20×10^{-6}	200×10^{-6}	1×10^{-12}	0
2.	Rustling of leaves	63×10^{-6}	630×10^{-6}	1×10^{-11}	10
3.	Whisper	20×10^{-5}	200×10^{-5}	1×10^{-10}	20
4.	Average residential house	20×10^{-4}	200×10^{-4}	1×10^{-8}	40
5.	Soft note of violin at 3 metres	31×10^{-4}	310×10^{-4}	2.5×10^{-8}	44
6.	Ordinary conversation	63×10^{-4}	630×10^{-4}	1×10^{-7}	50
7.	Sound of automobile	20×10^{-3}	200×10^{-3}	1×10^{-6}	60
8.	Normal speech	0.1	1.0	0.25×10^{-4}	74
9.	Heavy traffic	0.2	2.0	1×10^{-4}	80
10.	Thunder	2.0	20	1×10^{-12}	100
11.	Loud rock-'n'-roll band	20	200	1×1.0	120
12.	Threshold of pain	63	630	1×10	130

विचार प्रश्न

(i) सामान्य बातचीत की तीव्रता threshold of hearing की तीव्रता से कितनी अधिक होती है?

(ii) बादलों की गड़गड़ाहट की तीव्रता सामान्य बातचीत की ध्वनि तीव्रता से कितनी अधिक होती है?

(iii) उच्च ट्रैफिक की ध्वनि तीव्रता कितनी होती है?

(iv) फुसफुसाहट की ध्वनि तीव्रता कितनी होती है?

(v) यदि तीव्रता 10^{-9} W/m^2 है, तो dB में यह threshold of hearing से कितनी अधिक है?

मनुष्य के कर्णों की ध्वनि के प्रति संवेदनशीलता (Sensitivity of Human Ear for Sound)—मनुष्य के कान ध्वनि तीव्रता के प्रति अत्यंत संवेदनशील हैं। यह threshold of hearing से 10 dB नीचे (0.1 pW/m^2) तक की ध्वनि तीव्रता को महसूस कर सकते हैं। ध्वनि की यह तीव्रता (0.1 pW/m^2) ear drum के diaphragm (कान के पर्दे) में 10^{-12} m (1 picometer) का movement ला देती है।

लेकिन मनुष्य के कान ध्वनि की तीव्रता के absolute value के बजाय आनुपातिक तीव्रता (ratio or dB) के प्रति संवेदनशील हैं। फुसफुसाहट (whisper) के दौरान तीव्रता picowatts में तथा शोरगुल के समय milliwatts में होती है। अतः, किसी ध्वनि पुनरोत्पादन सिस्टम के लिये यह आवश्यक नहीं है कि वह मूल साउन्ड के समान तीव्रता उत्पन्न करे, बल्कि जरूरी यह है कि वह अधिकतम तथा न्यूनतम में मध्य आनुपातिक तीव्रता maintain रखे, अर्थात् सभी ध्वनियों को same ratio में amplify करे। अर्थात् यदि मूल स्रोत की दो ध्वनियों की तीव्रता का अनुपात 1 : 5 है तो आउटपुट में भी इन ध्वनियों की तीव्रता 1 : 5 ही मिलनी चाहिये।

हालांकि कान ध्वनि के प्रति संवेदनशील होते है किन्तु 1 dB से कम की तीव्रता वाले दो sounds के बीच भेद नहीं कर सकते। कान masking की विशेषता भी रखते है अर्थात् louder sound weaker sound को दबा देता है। इसी प्रकार एक अन्य

विशेषता यह है कि ध्वनि की दिशा पहले पहुँचने वाले sound से judge होती है, भले ही वह weaker (कमजोर) sound क्यों न हो।

लाउडनैस तथा फोन (Loudness and Phon)—कानों द्वारा judge की गई ध्वनि की तीव्रता loudness कहलाती है। चूँकि कान निम्न आवृत्तियों के प्रति उच्च आवृत्तियों की तुलना में कम sensitive होते हैं, अत: same loudness उत्पन्न करने हेतु low frequency sound की तीव्रता (उच्च आवृत्तियों के सापेक्ष) अधिक होनी चाहिये! अत: loudness साउन्ड की intensity के साथ-साथ frequency पर भी निर्भर करती है।

1000 Hz पर किसी sound की intensity की loudness (dB में) phon कहलाती है। अत: यदि 40 Hz पर 60 dB वही loudness प्रदान करता है जो कि 1000 Hz पर 0 dB प्रदान करता है, तो loudness दोनों स्थितियों में zero phon ही होगी।

सोन (Sone)—1000 Hz पर 40 dB (अर्थात् 40 phon) द्वारा उत्पन्न loudness को sone कहा जाता है। Sone के मान में 3 dB की increase 10 phon के तुल्य होती है।

Sone (L) तथा phon (P) के मध्य सम्बन्ध निम्नवत् है—

$$10 \log L = (P - 40) \log 2$$

अभ्यास प्रश्न

निम्न तालिका को पूरा करें—

Sone	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
Phon	40					90			120		

ओवरटोन तथा टिम्बर (Overtone and Timbre) :

स्पीच एवं वाद्ययंत्रों द्वारा उत्पन्न ध्वनि तरंगों शुद्ध ज्या तरंगें (sine waves) नहीं होतीं वल्कि कम्पलैक्स तरंगें (मिश्रित) होती हैं जिनमें मूल आवृत्तियों (fundamental frequencies) के अतिरिक्त उनके हारमोनिक्स (fundamental के गुणक) तथा अन्य आवृत्तियों की तरंगें भी होती हैं। मूल आवृत्ति के अतिरिक्त उपस्थित तरंगें अधिस्वर (overtones) कहलाती हैं। किसी भी ध्वनि की विशेषता एवं अभिलक्षण उसमें उपलब्ध टोन एवं ओवरटोन के द्वारा निर्धारित होते हैं। जव हम अपने किसी परिचित की वाणी सुनते हैं तब उसे तुरन्त पहचान लेते हैं। ध्वनि का यह गुण टिम्वर (timbre) कहलाता है तथा यह ध्वनि में विद्यमान ओवरटोन अनुपात से सम्बन्धित है।

पुरूषों की बोलने की ध्वनियों की मूल आवृत्ति 110 Hz तथा 1500 Hz के मध्य होती है जवकि महिलाओं की 220 Hz से 1500 Hz होती है (यदि overtones को भी शामिल किया जाये तो 110 Hz से 8000 Hz तक पुरुषों की तथा 220 Hz से 10000 Hz तक महिलाओं की)।

कुछ अन्य ध्वनियों की आवृत्ति सीमाएँ (ओवरटोन सहित) निम्नवत् हैं—

Normal Room Noise	:	30 Hz–16 kHz
Normal Machine Noise	:	16 Hz–20 kHz
Normal Hand Clapping	:	100 Hz–15 kHz
Normal Foot Steps	:	80 Hz–15 kHz
Normal Whistle	:	1 kHz–20 kHz

ऑक्टेव तथा डिकेड (Octave and Decade) :

दो आवृत्तियों का अनुपात interval कहलाता है। यदि यह अनुपात 1 : 2 का है तो octave कहलाता है, तथा यदि 1 : 10 का है तो decade कहलाता है।

यदि दो आवृत्तियों f_1 तथा f_2 हैं तो f_1 तथा f_2 के मध्य octaves तथा decades की संख्या

$$\text{No. of octaves} = \log_2\left(\frac{f_2}{f_1}\right)$$

$$\text{No. of decades} = \log_{10}\left(\frac{f_2}{f_1}\right)$$

अभ्यास प्रश्न :

(i) How many octaves are between 4 Hz and 1024 Hz?
(ii) How many decades are between 10 Hz and 10 kHz?
(iii) how many octaves and decades are between18 Hz and 15 kHz?

अनुरणन (Reverberation)—

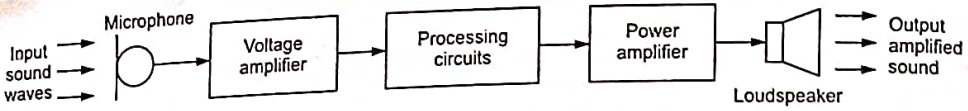
किसी भवन में उत्पन्न की गयी कोई ध्वनि भवन की दीवारों से वार-वार परावर्तित (reflect) होकर तव तक सुनाई देती रहेगी जव तक उसकी तीव्रता इतनी कम नहीं हो जाती कि ध्वनि सुनी न जा सके। यदि भवन की दीवारें ध्वनि तरंगों की अच्छी अवशोषक नहीं हैं जैसे hard plaster marble, तव ध्वनि, भवन में प्रारम्भिक ध्वनि वन्द होने के पश्चात् भी काफी समय तक सुनी जा सकती है। भवन में लगातार reflections के कारण ध्वनि का कुछ समय तक विद्यमान रहना अनुरणन (reverberation) कहलाता है।

ऑडिटोरियम या lecture rooms इत्यादि में अत्यधिक अनुरणन अवांछनीय है क्योंकि कोई भी वाक्य या संगीत स्वर अनुरणन के कारण लगातार सुनायी देता रहेगा जवकि दूसरा वाक्य या संगीत स्वर भी उत्पन्न हो चुका होगा। अनुरणन के प्रभाव को कम करने के लिए दीवारों के कुछ भाग को ध्वनि अवशोषक (sound absorbent) पदार्थों से ढक दिया जाता है। रंध्रयुक्त (porous) पदार्थ जैसे फेल्ट (ऊन व फर से वना कम्वल जैसा पदार्थ), फाइवर वोर्ड, कच्चा प्लास्टर इत्यादि ध्वनि के अच्छे अवशोषक हैं। इनके रंध्रों (pores) में वायु के अणुओं की नियमित गति, जिससे ध्वनि तरंगें निर्मित होती हैं, अनियमित गति या ऊष्मा में परावर्तित हो जाती हैं जिससे ध्वनि ऊर्जा का वहुत कम भाग परिवर्तित होता है।

परन्तु, यदि समस्त प्रतिध्वनियों को विलुप्त (eliminate) कर दिया जाये (अर्थात reverberation के प्रभाव को पूर्णत: समाप्त कर दिया जाये) तव ध्वनि पूर्णतया नीरस, निर्जीव तथा अप्राकृतिक हो जायेगी। रेवरवरेशन तथा प्रतिध्वनि (echo) में अन्तर है। जव हम स्पष्ट प्रतिध्वनियाँ सुनते हैं तव मूल ध्वनि के समाप्त होने तथा प्रतिध्वनि प्राप्त होने के मध्य कुछ अन्तराल (gap) होता है। परन्तु रेवरवरेशन में ध्वनि निरन्तर आती रहती है। स्पष्ट प्रतिध्वनियाँ (echoes) वांछित नहीं हैं अत: इन्हें समाप्त किया जाना आवश्यक है जवकि रेवरवरेशन प्रसन्नतादायक (pleasing) है तथा भवन के डिजाइन में कुछ हद तक इसका समावेश आवश्यक है।

एक पब्लिक एड्रैस सिस्टम किस प्रकार कार्य करता है (How does a Public Address System Works) :

पब्लिक एड्रैस सिस्टम का अर्थ है एक ऐसा सिस्टम जिससे Public (अर्थात् बहुत सारे लोगों को address (सम्बोधित) किया जा सके। स्टेज कार्यक्रमों में, Railway stations पर, जलसों इत्यादि में आपने पब्लिक एड्रैस सिस्टम्स अवश्य देखे होंगे। एक पब्लिक एड्रैस सिस्टम का सिद्धान्त चित्र 1.1 (c) में प्रदर्शित है। ध्वनि के मूल स्रोत को माइक्रोफोन द्वारा वैद्युत सिगनल में परिवर्तित किया जाता है। एक माइक्रोफोन एक प्रकार से ध्वनि सिगनल की वैद्युत image तैयार करता है जिसकी आवृत्ति, harmonic contents (हारमोनिक अंश) मूल साउन्ड के समान होती हैं तथा size वास्तविक साउन्ड के समान तीव्रता change करता है (आनुपातिक)। अव यह तैद्युत सिगनल एक प्रवर्धक को दिया जाता है जो कि इसको प्रवर्धित करता है तथा वैद्युत सिगनल की पॉवर इतनी कर देता है जिससे वह लाउडस्पीकर को ड्राइव कर सके। इसके वाद इस वैद्युत सिगनल को लाउडस्पीकर की voice coil को apply किया जाता है तथा इसमें मूल सिगनल के समान variations (परिवर्तन) उत्पन्न होते हैं। यह voice coil लाउडस्पीकर के cone को drive करती है जिससे वायु में उत्पन्न कम्पन्न मूल साउन्ड को पुनरोत्पादित कर देते हैं।

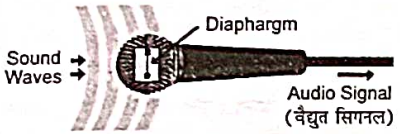


चित्र 1.1 (c)—Basic idea of a simple public address system (PAS)

An audio signal source such as a microphone or recording produces an electrical image of the sound. It produces an electrical signal that has the same frequency and harmonic content, and a size that reflects the relative intensity of the sound as it changes. The function of the amplifier is to take this electrical image and make it large enough in power to drive the coils of a loudspeaker. Having a high fidelity (Hi-Fi) amplifier means that you make it larger without changing any of its properties. Any changes would be perceived as distortions of the sound since the human ear is very sensitive to such a change. Once the amplifier has made the electrical image large enough, it applies it to the voice coils of the loudspeaker, making them vibrate with a pattern that follows the variations of the original signal. The voice coil is attached to and drives the cone of the loudspeaker, which in turn drives the adjoining air to produce sound that reproduces the sound pressure variations of the original signal.

§ 1.3 माइक्रोफोन (Microphone) :

"माइक्रोफोन एक ट्रांसड्यूसर होता है जो कि ध्वनि दाव परिवर्तनों को समान आवृत्ति व कला की वैद्युत तरंगों में कनवर्ट कर देता है। इन वैद्युत तरंगों का आयाम ध्वनि दाव परिवर्तनों के समानुपाती होता है (चित्र 1.2 देखे)।"



चित्र 1.2—माइक्रोफोन

"माइक्रोफोन एक वैद्युत-ध्वनि ट्रांसड्यूसर (electro–acoustic transducer) है जो कि ध्वनि ऊर्जा को समानुपाती वैद्युत ऊर्जा में कनवर्ट करता है।"

"ध्वनि सूचना वायु दाव के पैटर्न में exist करती है, इस सूचना को वैद्युत धारा (या वोल्टेज) के पैटर्न मे कनवर्ट करने वाली युक्ति माइक्रोफोन कहलाती है।"

"A microphone is a transducer which converts variations of sound pressure into electrical signals of same frequency. The amplitudes of electrical signals are proportional to the intensity of sound waves."

माइक्रोफोन की मुख्य स्पेसीफिकेशन्स (Main Specifications of a Microphone) :

किसी माइक्रोफोन को use करते समय उसकी मुख्य विशिष्टताओं का ज्ञान होना आवश्यक हैं। सामान्यत:, माइक्रोफोन का प्रयोग जगह-जगह पर भाँति-भाँति के कार्यों हेतु किया जाता है, अत:, किस अनुप्रयोग के लिये, कौन सा माइक्रोफोन वेहतर रहेगा, इसका निर्णय आप तभी ले सकते है जव आपको प्रत्येक प्रकार के माइक्रोफोन की मुख्य विशिष्टताओं की जानकारी होगी। किसी माइक्रोफोन की क्वालिटी निम्न अभिलक्षणों द्वारा वर्णित की जा सकती हैं—

- संवेदनशीलता या सुग्राह्यता (Sensitivity)
- सिगनल तथा न्वाइस का अनुपात (Signal to Noise Ratio or SNR)
- आवृत्ति अनुक्रिया (Frequency Response)
- विरूपण (Distortion)
- दैशिकता (Directivity)
- आउटपुट प्रतिवाधा (Output Impedance)

सैन्सिटिविटी (Sensitivity)—माइक्रोफोन की सैन्सिटिविटी (sensitivity या सुग्राह्यता) एक विशेष ध्वनि दाव (acoustic pressure) पर उसकी आउटपुट द्वारा ज्ञात की जाती है।

"माइक्रोफोन की सुग्राह्यता उसकी millivolts में (या dB below 1 V में) प्राप्त आउटपुट होती है जबकि साउन्ड प्रैशर 1 माइक्रोबार (या 0.1 Pascal) हो तथा आवृत्ति 1 kHz हो।"

"The sensitivity of a microphone is defined as output in millivolts (or in dB below 1 volt) for the sound pressure of 1 μ bar (10^{-6} bar or 0.1 pascal) at 1 kHz.

उदाहरण: माना कि किसी माइक्रोफोन की आउटपुट 1 microvolt है (1 μ bar प्रैशर व 1 kHz आवृत्ति पर)। इस माइक्रोफोन की sensitivity dB में बतायें।

उत्तर: चूँकि 1 माइक्रोवार पर तथा 1 kHz आवृत्ति पर माइक्रोफोन की आउटपुट = 1 μV.

अत: Sensitivity = 1 μV.

Decibel में कनवर्ट करने हेतु, calculate करें कि आउटपुट वोल्टेज एक वोल्ट से कितना कम है,

$$\text{Sensitivity} = 20 \log \frac{1}{10^{-6}} = 20 \log 10^6$$

$$= 20 \times 6 = 120 \text{ dB}$$

विचार प्रश्न

(i) If the sensitivity of a microphone is 60 dB below 1 V, calculate its output.
(ii) If the sensitivity of a microphone is 80 dB below 1 V, calculate its output.
(iii) It the sensitivity of a microphone is 120 dB below 1 V, calculate its output.

सिगनल तथा न्वाइस का अनुपात (Signal to Noise Ratio or SNR)—

माइक्रोफोन के अंदर परिपथ के प्रतिरोध, ट्रांसफॉरमर इत्यादि के कारण कुछ Noise अपने आप उत्पन्न होती है जिसे self noise कहते हैं। इस noise को ध्वनि दाव स्तर (sound pressure level or SPL) के पदों में व्यक्त किया जाता है, जो कि noise output के समान output उत्पन्न करेगा।

अधिकतर निर्माता noise स्तर के वजाय SNR specify करते हैं जोकि 1 μ bar SPL पर उत्पन्न आउटपुट तथा विना sound के उत्पन्न आउटपुट का अनुपात होता है जो कि dB में व्यक्त किया जाता है, अर्थात्

$$\text{SNR} = 20 \log \frac{\text{Output with SPL of 1 microbar}}{\text{Output in the absence of sound}}$$

उदाहरण: माना कि 1 μ bar sound pressure level पर किसी microphone की output 80 mV है तथा sound हटा लेने पर आउटपुट 10 mV है। अत:

$$\text{SNR} = 20 \log \frac{80 \text{ mV}}{10 \text{ mV}} = 20 \log 8 = 20 \log 2^3 = 60 \times \log 2 = 60 \times 0.301$$

अत: **SNR = 18.06 dB**

अभ्यास प्रश्न—

(i) If the output at SPL of 1 μ bar is 200 mV and in the absence of sound is 2 mV, find the SNR of the microphone.
(ii) Which of the following microphone has a better SNR.

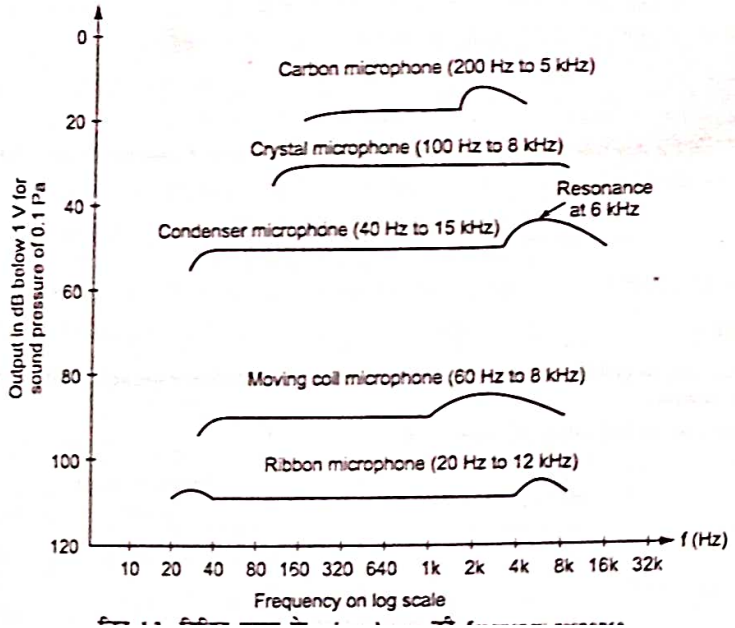
Microphone	Output at SPL of 1 μ bar	Output without sound
A	50 mV	5 mV
B	200 mV	18 mV
C	100 mV	15 mV

(iii) If the SNR of a microphone is 40 dB and output is 200 mV at a SPL of 1 μ bar, calculate its output in the absence of sound.

Frequency Response—माइक्रोफोन की output same input (SPL) की स्थिति में भी विभिन्न आवृत्तियों पर समान नहीं रहती। Vibrating system का mass (द्रव्यमान) तथा compliance (अनुकार्यता) क्रमशः वैद्युत प्रेकत्व तथा धारिता के तुल्य होते हैं। Mass (द्रव्यमान) के कारण उच्च आवृत्तियों पर क्षीणन होता है ($X_L = 2\pi fL$) तथा compliance (अनुकार्यता) के कारण निम्न आवृत्तियों पर क्षीणन होता है $\left(X_C = \frac{1}{2\pi fC}\right)$। इसके साथ-साथ moveable parts (चल-भाग) के कारण माइक्रोफोन की एक natural अनुनाद आवृत्ति होती है तथा इस आवृत्ति पर सिगनल boost (बढ़ना) हो जाता है अर्थात् आउटपुट असामान्य रूप से बहुत अधिक हो जाती है जो कि अवांछित है। High boost के कारण public address systems (PA systems) में loudspeaker से माइक्रोफोन को फीडबैक की समस्या भी उत्पन्न हो जाती है। अतः, माइक्रोफोन की यह natural resonant frequency यदि audio frequency range के भीतर होगी, तो उस आवृत्ति (व उसके आसपास की आवृत्तियों) पर response flat नहीं होगा, अतः माइक्रोफोन डिज़ाइन करते समय कोशिश यही की जाती है कि natural resonant आवृत्ति audio range से बाहर हो।

अतः, संक्षेप में, माइक्रोफोन का आउटपुट एक निर्धारित आवृत्ति रेंज में ही flat (समतल) रहता है तथा उस रेंज के बाहर असमतल (irregular) हो जाता है।

Microphone की आवृत्ति अनुक्रिया का तात्पर्य उस bandwidth से है, जिसके अंदर microphone का output 1 kHz वाले आउटपुट के ± 1 dB range में सीमित रहता है। हालांकि ध्वनि तरंगों की पूर्ण ऑडियो रेंज 16 Hz से 20 kHz होती है, किन्तु यदि कोई माइक्रोफोन 40 Hz से 15 kHz की आवृत्ति रेंज में ± 1 dB का flat response (समतल अर्थात् एकसार अनुक्रिया) प्रदान कर पाने में सक्षम होता है, तो भी उसे high fidelity audio systems के लिये एक अच्छे माइक्रोफोन के रूप में स्वीकार किया जा सकता है। सामान्य प्रोग्राम्स के लिये 80 Hz से 8 kHz की bandwidth भी उपयुक्त मानी जा सकती है। विभिन्न प्रकार के microphones की आवृत्ति अनुक्रिया चित्र 1.3 में प्रदर्शित है।



An ideal flat frequency response means that the microphone is equally sensitive to all frequencies. In this case, no frequencies would be exaggerated or reduced, resulting in a more accurate representation of the original sound. We therefore say that a flat frequency response produces the purest audio.

In the real world a perfectly flat response is impossible and even the best flat response microphones have some deviation.

Surprisingly enough, it should be noted that a flat frequency response is not always the most desirable option. In many cases a tailored frequency response (as per the user's need) becomes more useful. For instance, a response pattern designed to emphasize the frequencies in a human voice would be well suited to picking up speech in an environment with lots of low-frequency background noise.

The main thing is to avoid response patterns which boosts the wrong frequencies. For example, a vocal microphone is a poor choice for picking up the low frequencies of a bass drum.

We often see frequency response quoted as a range between two figures. A range of frequencies in between which the response will tend to be flat. This is a simple way to see which frequencies a microphone is capable of capturing effectively. For example, a microphone which is said to have a frequency response of 20 Hz to 20 kHz can reproduce all frequencies within this range (however all microphones have a lesser range than this). Frequencies outside this range will be reproduced to a much lesser extent or probably not at all.

माइक स्तर तथा लाइन स्तर Microphone level and Line level—

The electrical current generated by a microphone is very little and is called microphone level or mic level (this signal is typically measured in millivolts). Before it can be used for anything serious the signal needs to be amplified by using amplifiers, usually to line level (typically to one or two volts). Being a stronger and more louder signal, line level is the standard signal strength used by audio processing equipments and common domestic equipment such as CD players, VCDs, DVDs etc.

This amplification is achieved as follow:

Some microphones have tiny built-in amplifiers which boost the signal to a high mic level or line level.

The mic can be fed through a small boosting amplifier, called a line amplifier.

Sound mixers have small amplifiers in each channel. Attenuators can accommodate mics of varying levels and adjust them all to an even line level.

The audio signal is fed to a power amplifier which boosts the signal enough to be fed to loudspeakers, and finally a matching step down transformer is used before it is fed to the loudspeaker.

The term frequency response is generally used in describing a certain microphones ability to transform complex acoustic (sound) signals into electric signals. The frequency response will indicate if the microphone will handle the sound source faithfully or if it will introduce a distortion. Hence information about the microphone's frequency response is the most important indication of a microphone's electro-acoustic quality as it gives an indication about the treatment the various frequencies entering the microphone will get. It should always be submitted by the manufacturer either as an individual measurement or as a frequency response curve also stating the tolerance field. But the microphone will normally change frequency response according to the direction of the sound source and even according to the acoustic environment it is placed in. Therefore often, microphone manufacturers state more than one frequency response for a microphone to give a more clarified picture of the microphone, so that it can be used in the desired applications.

विरूपण (Distortion)—विरूपण का अर्थ है कि आउटपुट इनपुट के समानुपाती प्राप्त नहीं हो रही है। माइक्रोफोन की आउटपुट में विभिन्न कारणों से विरूपण हो सकते हैं जैसे—

(i) आवृत्ति विरूपण (Frequency Distortion)—जैसा कि अभी बताया गया था कि विभिन्न आवृत्तियों पर माइक्रोफोन की अनुक्रिया (response या output) एकसार (flat) नहीं होती है। System के mass के कारण उच्च आवृत्तियों पर तथा compliance के कारण निचली आवृत्तियों पर आउटपुट में गिरावट आ जाती है। इस प्रकार की असमान आवृत्ति अनुक्रिया (uneven frequency response) के कारण होने वाला विरूपण frequency distortion कहलाता है।

(ii) अरेखीय विरूपण (Non-Linear Distortion)—अरेखीय डिस्टॉरशन के कारण ऑडियो सिगनल का आयाम विरूपित हो जाता है जिससे आउटपुट में वह harmonics उत्पन्न हो जाते हैं, जोकि इनपुट ध्वनि सिगनल नहीं होते। Harmonics का तात्पर्य मूल आवृत्ति के गुणक आवृत्ति घटकों से है, अर्थात् यदि मूल आवृत्ति 600 Hz है तो 1200 Hz, 1800 Hz, 2400 Hz इत्यादि इसके हारमोनिक्स कहलाते हैं। आउटपुट पर नये हारमोनिक्स का असामान्य रूप से उत्पन्न हो जाना ऑडियो सिगनल के amplitude को distort कर देता है, तथा इसी को non-linear distortion कहा जाता है। अच्छे microphone में ऐसे distortion 5% से कम होने चाहिये जबकि Hi-Fi system में यह 1% से अधिक नहीं होने चाहिये।

(iii) कला विरूपण (Phase Distortion)—किसी compex sound wave (अर्थात् ऐसी sound wave जिसमें कई आवृत्ति घटक हैं) के विभिन्न घटकों के मध्य कला संबंध (phase relation) का (एक दूसरे के सापेक्ष) असामान्य रूप से change हो जाना phase distortion कहलाता है। अत:, यदि किसी complex wave के विभिन्न घटकों में कला परिवर्तन समान न होकर भिन्न-भिन्न हो तो उसके मध्य कला-संबंध change हो जाता है। यह स्थिति तब उत्पन होती है जब अनेक माइक्रोफोन किसी ध्वनि स्रोत से सिगनल को रिसीव करते हैं, जिससे ध्वनि स्रोत से सापेक्ष पथ-अंतर (relative path difference) उत्पन्न हो जाता है।

दैशिकता (Directivity)—यह जरूरी नहीं कि microphone की response (या sensitivity) सभी दिशाओं से आने वाले sound के लिये एक समान हो। यह प्रभाव directivity कहलाता है जिसके कारण microphone की response भिन्न दिशाओं से आने वाले sounds के लिये भिन्न होती है। एक uni-directional microphone एक ही direction से sound को pick up कर सकता है (अर्थात् शेष दिशाओं से आने वाले sounds को अस्वीकार कर देता है। एक bi-directional microphone दो विपरीत दिशाओं से आने वाले sound को पिक-अप कर सकता है।)

एक omnidirectional microphone वह होता है जो सभी दिशाओं से आने वाली ध्वनि तंरगों के प्रति समान रूप से sensitive हो, अर्थात् sound किसी भी दिशा से आये, microphone की आउटपुट Same रहे, उस पर कोई फर्क न पड़े। सभी pressure microphones (इनके विषय में अभी आप आगे पढ़ेंगे) omnidirectional होते हैं। किन्तु दूसरे माइक्रोफोन सभी दिशाओं से आने वाली ध्वनि तरंगों के प्रति समान रूप से सुग्राही (sensitive) नहीं होते हैं अर्थात् यदि आप माइक्रोफोन के सामने से बोलेंगे या फिर एक साइड से बोलेंगे तो दोनों स्थितियों में आउटपुट समान नहीं होगी। अत:, माइक्रोफोन की directivity से यह पता चलता है कि वह अलग-अलग दिशाओं से आने वाली ध्वनि के प्रति कितना-कितना sensitive है।

"माइक्रोफोन की डायरैक्टिविटी को पोलर डायग्राम के रूप में व्यक्त किया जाता है। दिशा के अनुसार माइक्रोफोन की सुग्राह्यता का पैटर्न, सामान्यत: जिसको पोलर डायग्राम के रूप में व्यक्त किया जाता है, जहाँ किसी भी दिशा में त्रिज्या (radius) की लम्बाई उस दिशा में माइक्रोफोन की response को डैसीबल्स में व्यक्त करती है।

गणितीय रूप में, डायरैक्टिविटी को निम्नत: व्यक्त किया जाता है—

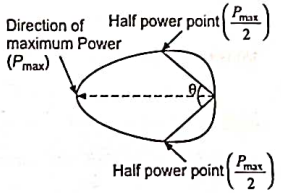
$$D = \frac{\text{Actual output when microphone is placed in the direction of maximum output}}{\text{Output in that direction obtained by keeping an omnidirectional microphone}}$$

अर्थात् microphone को उसकी अधिकतम आउटपुट वाली दिशा में रखने पर प्राप्त आउटपुट तथा एक omnidirectional microphone को उसी दिशा में रखने पर प्राप्त आउटपुट (जबकि दोनों conditions में sound intensity समान हो) के अनुपात को directivity कहा जाता है।"

"Directivity is the pattern of sensitivity of a microphone according to direction, usually demonstrated as polar diagram where the length of the radius in any direction gives the response of the microphone in decibels. Usually, this response is measured for various frequencies, the results of which may be combined in a single diagram, since in many cases, a uniformity of response in large frequency range is desirable.

Mathematically, directivity is defined as the ratio of actual output when placed in the direction of maximum response to the output which an omnidirectional microphone in the same direction would have given, provided that the input sound intensity is same in both cases."

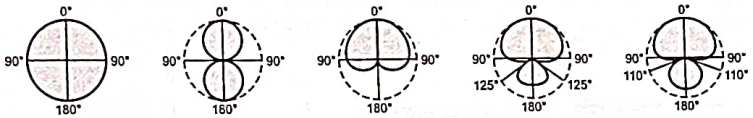
Polar diagram में half power points के मध्य कोण के रूप में भी directivity को व्यक्त किया जाता है (चित्र 1.3 (b) देखें)।



चित्र 1.3 (b)—हाफ पॉवर बिन्दुओं के मध्य कोण के रूप में directivity को व्यक्त करना

सामान्यत: Use किये जाने वाले माइक्रोफोन्स के Directivity Patterns निम्न में से किसी शेप के हो सकते हैं—

(i) Omnidirectional (चित्र 1.4 (a)।
(ii) Figure of eight (चित्र 1.4 (b)।
(iii) Cardioid or heart shaped (चित्र 1.4 (c)।
(iv) Super cardioid (चित्र 1.4 (d)।
(v) Hyper cardioid (चित्र 1.4 (e)।



चित्र 1.4

Directivity is also called field pattern, polar pattern, or directional characteristic, and the major types for microphones are:

Cardioid or Uni-Directional (fig. 1.4 (c))—having greatest sensitivity at the front, only partially at the sides, and little at the back.

Bi-Directional or Figure-of-Eight (fig. 1.4 (b))—having greatest sensitivity at front and back, but little at the sides, usually used for interviews.

Omni-Directional shown in (fig. 1.4 (a))—sensitivity about equal in all directions.

आउटपुट प्रतिबाधा (Output Impedance)—

माइक्रोफोन के आउटपुट इम्पीडैंस को ohms में व्यक्त किया जाता है। यह एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है जिससे कि यह पता लगाया जाता है कि किस प्रकार का मैचिंग ट्रांसफारमर कनैक्ट किया जाना है जिससे कि माइक्रोफोन से ट्रांसमिशन लाइन (तथा amplifier) को अधिकतम पॉवर ट्रांसमिट की जा सके।

कुछ microphones जैसे कि dynamic microphones की आउटपुट प्रतिबाधा काफी कम होती है (4 या 8 Ω), अत: line impedance से matching हेतु इनमें in-built step up transformer होता है।

एक अच्छे माइक्रोफोन के गुण (Characteristics of a Good Microphone)—एक अच्छे माइक्रोफोन में निम्न गुण होने चाहिये—

(i) उच्च सुग्राह्यता (High Sensitivity)
(ii) उच्च SNR (High Signal to Noise Ratio)

(iii) अधिकांश ऑडियो आवृत्ति रेंज में एकसार आवृत्ति अनुक्रिया (Flat frequency response for most of the audible frequency range)

(iv) न्यूनतम विरूपण (Minimum distortion)

(v) सही आउटपुट प्रतिबाधा जो कि लाइन इम्पीडैंस से मैच हो सके (Correct output impedance (with or without transformer) to match with the line impedance)

(vi) अनुप्रयोग के अनुसार डायरैक्टिविटी पैटर्न (Proper directivity pattern so as to meet the requirement of the application)

माइक्रोफोन्स का वर्गीकरण (Classification of Microphones) :

माइक्रोफोन्स दो प्रकार के होते हैं—दाब या आयाम माइक्रोफोन्स (pressure or amplitude microphones) तथा प्रैशर ग्रैडियैन्ट या नियत गति माइक्रोफोन (pressure gradient or constant velocity microphones)।

(i) प्रैशर माइक्रोफोन (Pressure microphones)—इस प्रकार के माइक्रोफोन्स ध्वनि तरंगों से दाब में होने वाले परिवर्तन के सिद्धान्त पर कार्य करते हैं। अत: उत्पन्न वैद्युत सिगनल moving element (diaphragm) के amplitude (अत: displacement) के समानुपाती होता है। Dynamic or moving coil microphone, carbon microphone, crystal microphone तथा capacitor microphone इस श्रेणी में आते हैं।

(ii) नियत वैलोसिटी माइक्रोफोन (Constant velocity or Pressure gradient microphones)—इस प्रकार के माइक्रोफोन्स में आउटपुट moving element की velocity के समानुपाती होता है। Ribbon microphone, lavaliere microphone इस श्रेणी में आते हैं।

§ 1.4 कार्बन माइक्रोफोन (Carbon Microphone) :

सिद्धान्त (Principle)—यदि कार्बन के सूक्ष्म कणों (fine carbon granules) को एक केस में बंद कर दिया जाये तथा इन पर दाब परिवर्तन किया जाये तो कणों को प्रतिरोध परिवर्तित होता है। जब granules युक्त इस device को dc supply तथा load की श्रेणी में संयोजित किया जाता है, तो load में बहने वाली धारा ध्वनि तरंगों के कारण होने वाले दाब परिवर्तनों के अनुसार परिवर्तित होती है और इस प्रकार ध्वनि तरंगों के संगत वैद्युत धारा प्राप्त की जा सकती है।

When fine carbon granules enclosed in a case are subjected to variations of sound pressure, the resistance of granules changes. When such device of carbon granules is connected in series with a load through a d.c. supply, the current through the load will vary in accordance with pressure variations on the carbon granules.

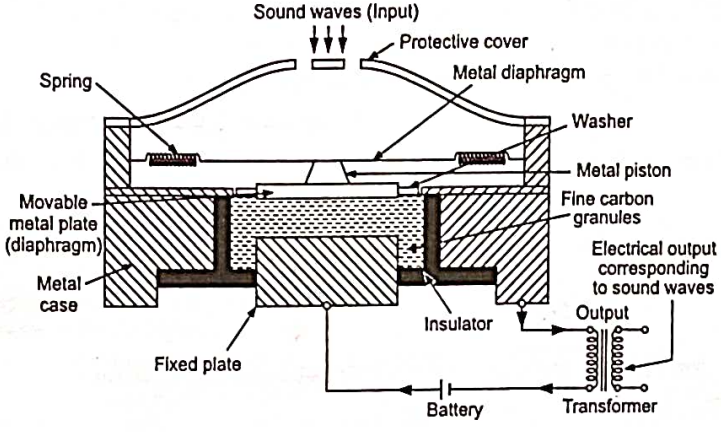
The carbon dust has a thin metal or plastic diaphragm on one side. As sound waves hit the diaphragm, they compress the carbon dust, which changes its resistance. By flowing a current through the carbon, the changing resistance changes the amount of current that flows.

संरचना (Construction)—कार्बन माइक्रोफोन की संरचना चित्र 1.5 में प्रदर्शित है। कार्बन के granules (कणों) को दो धातु की प्लेटों के मध्य बंद किया जाता है। ऊपरी प्लेट को एक चल धातु डायफ्राम (moveable metal diaphragm) से attach किया जाता है (metal piston या plunger द्वारा) जबकि निचली धातु प्लेट fixed रहती है तथा diaphragm से insulated रहती है। छिद्रों वाले सुरक्षात्मक कवर का प्रयोग करके इसके यूनिट को सुरक्षा प्रदान की जाती है।

धातु की प्लेटों के मध्य बैटरी कनैक्ट कर दी जाती है। जब लोड कनैक्ट किया जाता है, तो वैद्युत धारा कार्बन granules तथा लोड में प्रवाहित होती है (चित्र देखें)। माइक्रोफोन की d.c. contents को समाप्त करने हेतु final output transformer की सहायता से प्राप्त की जाती है।

कार्यप्रणाली (Working)—जब ध्वनि तरंगें डायफ्राम (diaphragm अर्थात् पर्दे या झिल्ली) पर चोट (strike) करती हैं तो वह आगे पीछे (to and fro) move करता है। सम्पीड़न (compressions) से carbon granules press होतें हैं तथा उनका resistance decrease होता है ($R \propto I$) जिससे परिपथ धारा में वृद्धि होती है $\left(I = \frac{V}{R}\right)$। विरलन (rarefaction) से carbon

granules loose होते हैं तथा उनका resistance increase होता है जिससे परिपथ धारा कम हो जाती है। साउन्ड के absence में नियत धारा (steady current) प्रभावित होती है। अत: sound waves नियत dc धारा के ऊपर एक परिवर्ती धारा (varying current or audio current) को अध्यारोपित कर देती हैं। ट्रांसफारमर की आउटपुट पर यह परिवर्ती धारा प्राप्त की जाती है।



चित्र 1.5—Carbon microphone की संरचना

कार्बन Granules का कुल प्रतिरोध—

$$r = R_o + \delta r$$

जहाँ r = Net resistance

R_o = Steady resistance when there is no sound (साउन्ड न होने पर प्रतिरोध)

δr = Variation in resistance due to pressure of sound waves (ध्वनि तरंगों के दाब के कारण प्रतिरोध में परिवर्तन इसकी value compression में negative व rarefaction में positive होगी)

अत: यदि परिपथ में V वोल्ट की वैटरी कनैक्ट है (चित्र देखें) तो कुल धारा

$$I = \frac{V}{R_o + \delta r + R_L}$$

यदि $R_o + R_L = R,$

तो $$I = \frac{V}{R + \delta r} = \frac{V}{R\left(1 + \frac{\delta r}{R}\right)} = \frac{V}{R}\left(1 + \frac{\delta r}{R}\right)^{-1}$$

Binomial theorem apply करने पर

$$I = \frac{V}{R}\left(1 - \frac{\delta r}{R} - 2\left(\frac{\delta r}{R}\right)^2 \ldots\right)$$

चूँकि $\frac{\delta r}{R} << 1$, अत: higher powers पर $\frac{\delta r}{R}$ के मान को नगण्य मानने पर—

$$I = \frac{V}{R}\left(1 - \frac{\delta r}{R}\right)$$

$\frac{V}{R}$ परिपथ की steady state धारा है, जो उस समय flow करेगी, जब कोई sound wave न हो।

यदि $$\frac{V}{R} = I_{dc}$$

तो $$I = I_{dc}\left(1 - \frac{\delta r}{R}\right)$$

या $$I = I_{dc} - I_{dc}\frac{\delta r}{R}$$

या $$I_{dc} - I = I_{dc}\frac{\delta r}{R}$$

या $$\boxed{\delta I = I_{dc}\frac{\delta r}{R}}$$

अत: धारा में परिवर्तन तथा लोड प्रतिरोध की वोल्टेज में परिवर्तन carbon granules के resistance में होने वाले change के समानुपाती होगा।

कार्बन माइक्रोफोन के अभिलक्षण (Characteristics of Carbon Microphone)—

(i) **Sensitivity**—कार्बन माइक्रोफोन की सैन्सिटिविटी काफी उच्च होती है (लगभग 20 dB below 1 V, अर्थात् 100 mV के लगभग होती है)।

(ii) **SNR**—कार्बन चूर्ण (carbon granules) के प्रतिरोध में होने वाले random variations से hiss उत्पन्न होता है, जिससे कार्बन माइक्रोफोन का SNR poor (खराब) होता है।

(iii) **आवृत्ति अनुक्रिया** (Frequency Response)—कार्बन माइक्रोफोन की आवृत्ति अनुक्रिया 200 Hz से 5 kHz के मध्य ही ±1% होती है। अत: यह hi-fidelity कार्यों हेतु उपयुक्त नहीं होते। अनुनाद आवृत्ति 2 kHz होती है।

(iv) **विरूपण** (Distortion)—कार्बन माइक्रोफोन में distortion अधिक होता है (लगभग 10%)। कार्बन चूर्ण के एक दूसरे से चिपकने (stick करने) की प्रवृत्ति से distortion और अधिक हो जाता है। यदि $\frac{\delta R}{R_o}$ का मान कम नहीं रखा जाये तो harmonics में वृद्धि होती है।

(v) **दैशिकता** (Directivity)—सामान्यत: कार्बन microphone का directivity pattern omnidirectional होता है।

(vi) **आउटपुट प्रतिबाधा** (Output Impedance)—इसकी output impedance 100 से 150 Ω के मध्य होती है।

अन्य विशेषतायें (Other Features)—

- यह यांत्रिक रूप से अधिक सुदृढ़ (mechanically rigid) होता है।,
- यह ताप व नमी से आसानी से प्रभावित हो जाता है।
- यह छोटा होता है।
- इसकी कीमत अन्य माइक्रोफोन्स की तुलना में कम होती है।

अनुप्रयोग (Applications)—

- टेलीफोन्स में
- छोटे रेडियो सैट्स में।

कार्बन माइक्रोफोन—जब कार्बन के चूर्ण (carbon granules) को एक case में बंद कर दिया जाता है तथा इसमें ध्वनि तरंगों का pressure पड़ता है, तो ग्रैन्यूल्स का प्रतिरोध परिवर्तित होता है। यदि इन ग्रैन्यूल्स के श्रेणी में एक बैटरी तथा लोड प्रतिरोध संयोजित कर दिया जाये, तो लोड में परिवर्ती धारा (एवं वोल्टेज) उत्पन्न होते हैं, जो कि ध्वनि तरंगों के समानुपाती होते हैं। कार्बन माइक्रोफोन में दो प्लेट्स का प्रयोग किया जाता है जिसमें से एक fixed होती है, जबकि दूसरी प्लेट moveable डायफ्राम से अटैच्ड होती है तथा डायफ्राम पर ध्वनि तरंगों के strike करने पर आगे-पीछे move करती है जिससे carbon granules का प्रतिरोध परिवर्तित होता रहता है।

इसकी sensitivity अन्य माइक्रोफोन्स से अधिक होती है (20 dB below 1 V)

SNR खराब होती है, आवृत्ति अनुक्रिया लगभग 200 Hz से 5 kHz तक होती है, डिस्टॉर्शन अधिक होता है (10%) आउटपुट इम्पीडैंस 100 Ω से 150 Ω के बीच होता है, directivity pattern omnidirectional होता है। इसको टैलीफोन्स तथा छोटे रेडियो सैट्स में प्रयोग किया जाता है।

***Carbon microphone**—When fine carbon granules are enclosed in a case and subjected to variations of sound pressure, the resistance of the carbon granules changes. When a small battery is connected in series with the microphone and load, the varying current through the load gives signal output.*

When sound waves strike the diaphragm, it moves to and fro. During compression condition, it presses the carbon granules and during rarefaction, it loosens them. When carbon granules are pressed, their resistance decreases and hence the current through the circuit rises. When carbon granules loosen, their resistance increases, hence the current through the circuit falls. In the absence of sound, a steady current flows. Thus sound waves superimpose a varying current, or audio current on the steady d.c. current, which can be obtained on the secondary of a transformer.

§ 1.5 कैपेसिटर माइक्रोफोन (Capacitor or Condenser Microphone):

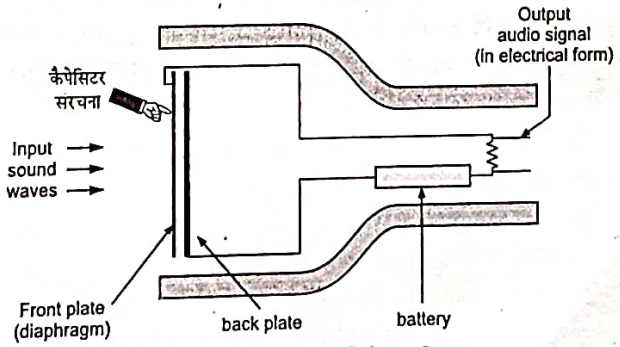
सिद्धान्त (Principle)—यदि संधारित्र की धारिता में परिवर्तन होता है तो उसका आवेश अपरिवर्तित रहता है जिससे उसकी वोल्टेज में समीकरण के अनुसार परिवर्तन होना है–

$$V = \frac{Q}{C}$$

जहाँ V = Voltage across capacitor (in volts)

Q = Charge (in Coulombs)

C = Capacitance (in Farads)

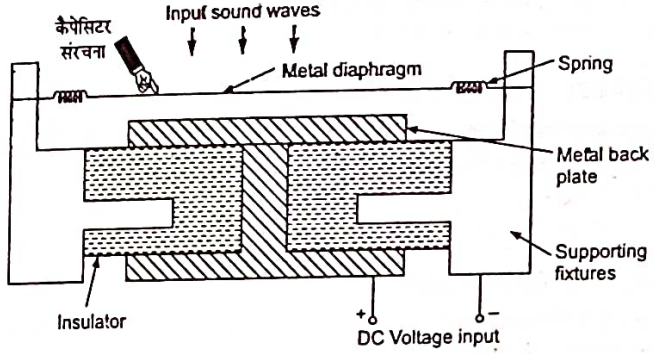


चित्र 1.6 (a)—कैपेसिटर माइक्रोफोन का सिद्धान्त

कैपेसिटर माइक्रोफोन में दो प्लेट्स होती हैं (चित्र 1.6 (a) देखें)। एक प्लेट जिसे कि फ्रंट प्लेट (front plate) कहा जाता है स्थिर (fixed) होती है। दूसरी प्लेट डायफ्राम (diaphragm) के रूप में भी होती है। जब ध्वनि दाब (sound pressure) डायफ्राम को अंदर की ओर movement कराता है तो प्लेटों के मध्य दूरी कम हो जाती है जिससे संधारित्र की धारिता बढ़ जाती है $\left(\therefore C \propto \frac{1}{d}\right)$। डायफ्राम के बाहर की ओर movement करने पर प्लेटों के मध्य दूरी बढ़ जाती है जिससे धारिता कम हो जाती है। धारिता के change होने से संधारित्र के across वोल्टेज भी change हो जाती है $\left(\therefore V \propto \frac{1}{d}\right)$। कैपेसिटर माइक्रोफोन एक प्रैशर माइक्रोफोन है, क्योंकि सभी ओर से आने वाली ध्वनि तरंगें डायफ्राम को सामने की ओर से (from front side) ही strike करती हैं।

Its working is based on the principle that V = Q/C. When C changes due to sound pressure variations on the movable plate of a capacitor, V also changes (keeping the charge on the capacitance constant). Hence, it gives output voltage corresponding to change of capacitance and hence, change in pressure variations. Hence, sound waves are converted to electrical signals.

संरचना (Construction)—चित्र 1.6 (b) में कैपेसिटर माइक्रोफोन की संरचना प्रदर्शित है। इसमें एक हल्का धातु डायफ्राम (सामान्यत: एल्यूमिनियम) होता है जो कि fixed metal back plate के ऊपर लगा होता है। यह डायफ्राम कैपेसिटर की दूसरी प्लेट के रूप में कार्य करता है। दोनों प्लेट्स एक दूसरे के करीब होती है तथा कुछ picofarads (लगभग 30 या 40 पीकोफ्रैराड) के संधारित्र के रूप में व्यवहार करती हैं। स्थिर बैकप्लेट व चल फ्रंटप्लेट (अर्थात् movable diaphragm) के मध्य लगभग 50 वोल्ट की डी० सी० वोल्टेज apply की जाती है।



चित्र 1.6 (b)—Capacitor microphone की संरचना

कार्यप्रणाली (Working)—जब ध्वनि तरंगें डायफ्राम को strike करती हैं तो यह move करता है। संपीडन (compression) धारिता को बढ़ाता है जबकि विरलन (rarefaction) धारिता को घटाता है। धारिता के मान में परिवर्तन होने से संधारित्र के across वोल्टेज में परिवर्तन आते हैं।

हम जानते हैं कि $C = \frac{\varepsilon_o \varepsilon_r A}{d}$

तथा $V = \frac{Q}{C}$

अत: $V = \frac{Q}{\frac{\varepsilon_o \varepsilon_r A}{d}}$

या $$V = \frac{Qd}{\varepsilon_o \varepsilon_r A}$$

जहाँ Q = Charge on the capacitor (in coulombs)

C = Capacitance of the capacitor (in farads)

V = Applied voltage (in volts)

ε_o = Permittivity of free space (8.85×10^{-12} F/m)

ε_r = Relative permittivity of the dielectric

d = Distance between fixed and movable plates (in metres)

चूँकि $Q, \varepsilon_o, \varepsilon_r$ व A नियत हैं, अत:

$$V = kd$$

जहाँ k नियतांक है।

V को d के सापेक्ष अवकलित (differentiate) करने पर

$$\delta V = k \delta d$$

अत: आउटपुट वोल्टेज में परिवर्तन δV संधारित्र की प्लेटों के मध्य दूरी परिवर्तन δd पर निर्भर करता है तथा δd ध्वनि तरंगों के कारण हुये दाब परिवर्तनों (pressure variations) पर निर्भर करता है, अत: ध्वनि तरंगों के अनुरूप वोल्टेज माइक्रोफोन की आउटपुट पर प्राप्त होती है।

सैन्सिटिविटी (Sensitivity)—इसकी आउटपुट बहुत कम होती है, अत: उसके प्रवर्धन हेतु माइक्रोफोन के अंदर प्रवर्धक लगा होता है। प्रवर्धक की आउटपुट लगभग 3 mV होती है (लगभग 5 dB below 1V at sound pressure of 1 μ bar or 0.1 Pa).

सिगनल-टू-न्वाइस अनुपात (Signal to Noise Ratio or SNR)—कैपेसिटर माइक्रोफोन की SNR का मान उच्च होता है (लगभग 40 dB)।

आवृत्ति अनुक्रिया (Frequency Response)—कैपेसिटर माइक्रोफोन की आवृत्ति अनुक्रिया बेहतरीन (excellent) होती है। यह इतनी अधिक बढ़िया होती है जिसके कारण इसको अन्य माइक्रोफोन्स के कैलीबरेशन व लाउडस्पीकर्स की testing हेतु मानक (standard) के रूप में use किया जाता है। इसी कारण इसे sound meters में भी use किया जाता है। इसकी natural resonant frequency लगभग 6 kHz होती है।

विरूपण (Distortion)—कैपेसिटर माइक्रोफोन में distortion कम होता है (लगभग 1%)

दैशिकता (Directivity)—कैपेसिटर माइक्रोफोन omnidirectional होता है।

आउटपुट प्रतिबाधा (Output Impedance)—कैपेसिटर माइक्रोफोन की आउटपुट प्रतिबाधा उच्च होती है (high, about 100 MΩ)

- कैपेसिटर माइक्रोफोन हेतु बाहरी d.c. बायस सप्लाई आवश्यक होती है।
- यह एक नाजुक माइक्रोफोन हैं क्योंकि moving plate (diaphragm) व स्थिर बैक प्लेट के मध्य बहुत कम दूरी (narrow separation) होती है।
- यह अधिक गर्मी बर्दाश्त नहीं कर सकता। अधिक नमी (moisture) भी इसको नुकसान पहुँचाती है जिससे condensation के कारण इसमें crackling sound उत्पन्न होने लगता है।
- d.c. बायस की आवश्यकता के कारण इसकी cost अधिक होती है।

अनुप्रयोग (Applications)—

- कैपेसिटर माइक्रोफोन अपनी वेहतरीन आवृत्ति अनुक्रिया के कारण दूसरे माइक्रोफोन्स के calibration हेतु मानक (standard) के रूप में प्रयुक्त किया जाता है।
- इसको ध्वनि स्तर मापक (sound level meters) में Use किया जाता है।
- इसको व्यवसायिक हाई-फाईडैलिटी रिकॉर्डिंग (commercial high fidelity (Hi–Fi) recording) में use किया जाता है।

कैपेसिटर माइक्रोफोन—कैपेसिटर माइक्रोफोन में डायफ्राम कैपेसिटर की फ्रंट प्लेट का कार्य करता है जबकि वैक प्लेट fixed होती है। जब ध्वनि प्रैशर के कारण डायफ्राम अंदर की ओर (move) करता है तो प्लेटों में मध्य दूरी कम हो जाती है तथा capacitance वढ़ जाता है $\left(C \propto \frac{1}{d}\right)$। यदि डायफ्राम वाहर की ओर move करता है तो capacitance कम हो जाता है। अत: capacitance में परिवर्तन होने से आउटपुट वोल्टेज में भी परिवर्तन होते हैं।

कैपेसिटर माइक्रोफोन की आउटपुट वहुत कम होती है (low sensitivity), अत: इसको amplify करने हेतु इसके अंदर प्रवर्धक लगा होता है। इसकी SNR उच्च होती है (लगभग 40 dB)। इसकी आवृत्ति अनुक्रिया वेहतरीन होती है, इतनी वढ़िया कि इसको अन्य microphone के calibration हेतु मानक के रूप में use किया जाता है (40 Hz से 15 kHz (± 1 dB हेतु))। इसमें distortion कम होता है (लगभग 1%)। यह omnidirectional होता है। इसकी output impedance उच्च होती है (लगभग 100 MΩ) इसे calibration हेतु, sound level meters हेतु तथा professional Hi–Fi recording हेतु use किया जाता है।

In response to sound waves, the movement of movable plate of the capacitor changes its capacitance and these changes are amplified to create a measurable electrical signal (voltage). Capacitor microphones usually need a small battery to provide a voltage across the capacitor.

In a condenser or capacitor microphone, the diaphragm is mounted close to, but not touching, a rigid backplate resulting in a capacitor of about 30 pF. (The plate may or may not have holes in it.) A battery of about 50 V is connected to both pieces of metal, which produces an electrical voltage, or charge, between them. The amount of charge is determined by the voltage of the battery, the area of the diaphragm and backplate, and the distance between the two $\left(Q \propto \frac{VA}{d}\right)$. *This distance changes as the diaphragm moves in response to sound. When the distance changes, current flows in the wire as the battery maintains the correct charge. Hence, the amount of current is proportional to the displacement of the diaphragm (and hence to the sound pressure), and is so small that it must be electrically amplified before it leaves the microphone.*

Diaphragm of the microphone acts as one plate of the capacitor. The other plate, called back plate, is fixed. When sound pressure moves the diaphragm in, the capacitance increases (because d decreases), and when it moves out, the capacitance decreases. The change in capacitance results in change in voltage. The capacitor microphone is a pressure microphone, as sound waves coming from all sides strike the diaphragm on the front side only.

A capacitor microphone consists of a light weight metal diaphragm (generally aluminium) which is suspended above a fixed metal back plate.

It has the best frequency response (40 Hz to 15 kHz), 40 dB signal to noise ratio, low distortion, 100 M Ω impedance. Its sensitivity is very low and hence, an amplifier is in-built which gives an output of 50 db below 1 volt. Directivity pattern is omnidirectional. It is used as standard for calibrations and also in professional high quality recording. Its main disadvantage is that it needs d.c. voltage of about 50 volts to charge the capacitor.

§ 1.6 मूविंग क्वायल माइक्रोफोन (Moving Coil Microphone) :

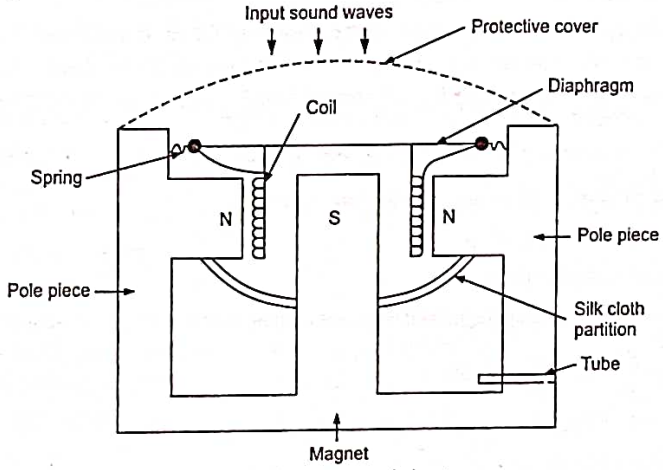
मूविंग क्वायल माइक्रोफोन (जिसको कि dynamic microphone भी कहा जाता है) वैद्युत चुम्वकीय प्रेरण के सिद्धान्त पर आधारित होता है। जब ध्वनि दाव परिवर्तन चुम्वकीय क्षेत्र में रखी कुण्डली को move करते हैं तो कुण्डली से pass करने वाली magnetic flux में परिवर्तन होता है। अत:, कुण्डली में एक e.m.f. प्रेरित होता है, जो कि microphone की आउटपुट पर प्राप्त होता है।

The moving coil microphone (also called dynamic microphone) is based on the principle of electromagnetic induction. When sound pressure variations move a coil placed in a magnetic field, there is a change of magnetic flux passing through the coil. An e.m.f. is, therefore, induced in the coil and this e.m.f. forms output of the microphone. (The students may note that due to similarity in construction, a moving coil loudspeaker can also work as moving coil microphone. The same unit is often used both as microphone and loudspeaker in office intercom systems.)

संरचना (Construction)—

एक मूविंग क्वायल माइक्रोफोन के मुख्य parts हैं—Magnet, diaphragm तथा coil (चित्र 1.7 (a) देखें)।

चुम्बक (Magnet)—इसमें प्रयुक्त मैगनेट pot type की स्थायी चुम्वक होती है जिसमें एक central pole piece (south pole) व peripheral pole piece (north pole) होता है। इस प्रकार की magnet pole piece के मध्य गैप में uniform magnetic field प्रदान करती है।



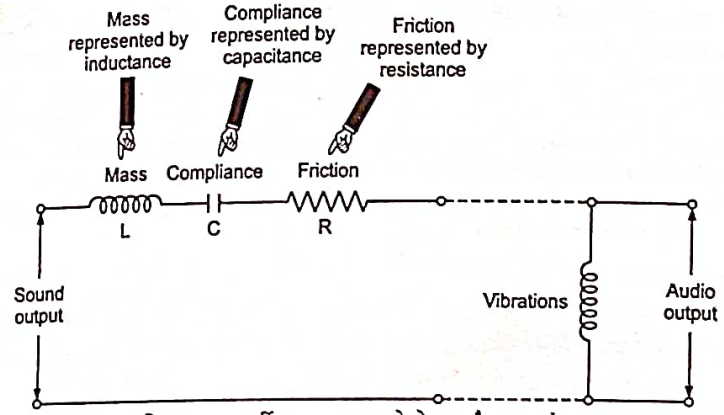
चित्र 1.7 (a)—मूविंग क्वायल माइक्रोफोन की संरचना

डायफ्राम (Diaphragm)—डायफ्राम non-magnetic material (अचुम्वकीय पदार्थ) की एक पतली, गोल व हल्की शीट (thin, circular, light weighted sheet) होती है इसको springs की सहायता से magnet की body से कनैक्ट किया जाता है। Springs द्वारा डायफ्राम के movement को compliance प्रदान किया जाता है (जो कि वैद्युत धारिता के तुल्य होता है) डायफ्राम coil assembly का mass प्रेरकीय प्रभाव प्रदान करते हैं।

कुण्डली (Coil)—कुण्डली को एक cardboard cylinder पर लपेटा जाता है जोकि डायफ्राम से attached होता है। Coil एकल परत वाली (single layered) पतली enamelled तार होती है।

चूँकि डायफ्राम तथा coil assembly अत्यंत नाज़ुक (delicate) होते हैं, अत: एक धातु की ग्रिल कवर (protective metal grill cover) द्वारा इसको सुरक्षित किया जाता है। एक silk cloth के partition (विभाजक) द्वारा upper chamber तथा lower chamber को अलग-अलग किया जाता है। निचले chamber में एक छोटी ट्यूब का प्रयोग करके उसे वातावरण से access (पहुँच) दी जाती है।

डायफ्राम का mass (द्रव्यमान) उच्च ऑडियो आवृत्ति आउटपुट को सीमित करता है जबकि spring द्वारा उत्पन्न stiffness (capacitive reactance) low audio frequency output को restrict (सीमित) करता है। इस माइक्रोफोन का तुल्य परिपथ चित्र 1.7 (b) में प्रदर्शित है।



चित्र 1.7 (b)—मूविंग क्वायल माइक्रोफोन का वैद्युत तुल्यांक

कार्यप्रणाली (Working)—जब ध्वनि तरंगें डायफ्राम पर चोट (strike) करती हैं तो वह movement (गति) करता है जिससे coil भी चुम्बकीय क्षेत्र में अंदर-बाहर (in-and-out) move करती है। यह motion कुण्डली से linked flux में परिवर्तन करता है, जिससे वैद्युतचुम्बकीय प्रेरण के कारण coil में e.m.f. उत्पन्न हो जाता है। e.m.f. का मान फ्लक्स परिवर्तन की दर पर निर्भर करता है $\left(e \propto \frac{d\phi}{dt}\right)$, अत: यह coil के movement पर निर्भर करता है। Coil का displacement डायफ्राम पर पड़ने वाले ध्वनि तरंगों के दाब पर निर्भर करता है। अत: यह एक प्रैशर माइक्रोफोन है।

यदि B = Flux density in Wb/m^2,

l = Length of coil in meter,

v = Velocity of Diaphragm (and hence the coil) in m/s,

तब $$e = \frac{d\phi}{dt} = B \times \frac{dA}{dt}$$

$= B \times$ Change in area per second.

$= B \times$ Length of conductor $\times$ distance moved per second.

अत: $$\boxed{e = B \times l \times v}$$

अत:, उत्पन्न emf ध्वनि के कारण डायफ्राम में होने वाली गति पर निर्भर करता है, जिससे sound waves के समानुपाती emf (वैद्युत सिगनल) उत्पन्न हो जाता है।

In a dynamic microphone, the magnet used is a permanent magnet of POT type with a central pole piece (South pole) and the peripheral pole piece (North pole). This type of magnet gives a uniform magnetic field in the gap between the pole pieces.

Diaphragm is a thin circular sheet of non magnetic material of light weight slightly domed for extra rigidity and fixed to the body to the magnet with the help of springs. The springs provide compliance (equivalent to electrical capacitance) to the motion of diaphragm. Mass of the diaphragm and coil assembly provide inductive effect.

The coil is wound on a cardboard cylinder attached to the diaphragm and is of single layered thin enamelled wire.

A Protective metal grill is used to save the delicate diaphragm and coil assembly from being mishandled during use. A silk cloth partition is used to separate the upper chamber from the lower chamber. A small tube is used in the lower chamber to give access to the free atmosphere.

The mass of the diaphragm restricts the high audio frequency output and the stiffness (capacitive reactance) caused by the springs compliance, restricts the low audio frequency output.

When sound waves strike the diaphragm, it moves and so, coil moves in and out in the magnetic field, This motion results in changes of flux through the coil which results in e.m.f. being induced in the coil due to electromagnetic induction. The value of e.m.f. depends on the rate of change of flux $\left(e \propto \frac{d\phi}{dt}\right)$ *and hence on the motion of the coil. The displacement of the coil depends on the pressure of sound waves on the diaphragm. Hence it is a pressure microphone.*

§ 1.7 क्रिस्टल माइक्रोफोन (Crystal Microphone) :

क्रिस्टल माइक्रोफोन piezoelectric effect के सिद्धान्त पर आधारित है। पीज़ोइलैक्ट्रिक प्रभाव के अनुसार,

"A potential difference between the opposite faces of some crystals is produced when these are subjected to mechanical pressure. These crystals are called piezoelectric crystals and this effect is called piezoelectric effect."

अर्थात्

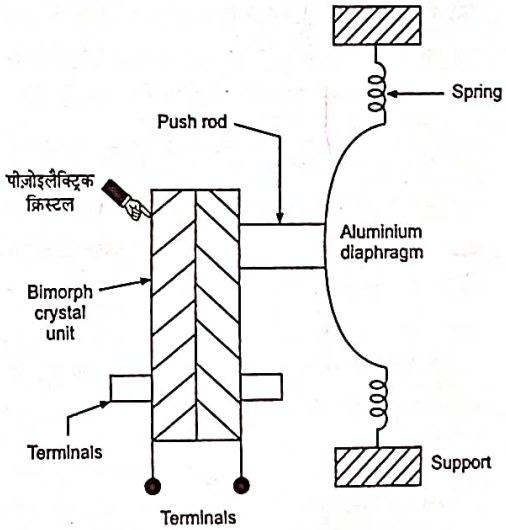
"पीजोइलैक्ट्रिक क्रिस्टल्स के विपरीत faces के मध्य यांत्रिक दाब लगने पर उनके विपरीत सतहों के मध्य विभवान्तर उत्पन्न हो जाता है। यह गुण दाब वैद्युत प्रभाव या piezoelectric effect कहलाता है।

जब crystal पर pressure apply किया जाता है तो यह deform (विरुपित करना, space को change करना) होता है तथा क्रिस्टल संरचना के अंदर charge का क्षणिक displacement (विस्थापन) होता है जिससे क्रिस्टल के विपरीत सतहों के मध्य विभवान्तर उत्पन्न हो जाता है।

पीजोइलैक्ट्रिक प्रभाव कई क्रिस्टल्स जैसे quartz, tourmaline, rochelle salt तथा ceramic में पाया जाता है। Rochelle salt में अधिक piezoelectric effect होता है किन्तु यह नमी का अवशोषण करता है। यह 50°C से अधिक का ताप भी सहन नहीं कर सकता। quartz तथा tourmaline में piezoelectric प्रभाव कम होता है। अत: माइक्रोफोन्स हेतु ceramic ही सबसे अधिक उपयुक्त होता है क्योंकि यह नमी को भी नहीं सोखता तथा 100°C तक ताप को भी सहन कर सकता है।

संरचना (Construction)—चित्र 1.8 में क्रिस्टल माइक्रोफोन की संरचना प्रदर्शित है। क्रिस्टल को दो सतहों में मध्य काटकर स्लाइस (slice) बनाये जाते हैं। इसमें धातु की पर्तों (metallic foils) के इलैक्ट्रोड लगाकर potential difference को output terminals तक ले जाया जाता है।

क्रिस्टल के दो पतले स्लाइस काटकर एक insulating holder में रखे जाते हैं तथा इनके मध्य air space भी रहती



चित्र 1.8—क्रिस्टल माइक्रोफोन की संरचना

है। वैद्युत वाहक बल को बढ़ाने हेतु ऐसे कई elements को संयुक्त किया जाता है। एक एल्यूमिनियम डायफ्राम को पुश रॉड के जरिये (द्वारा) क्रिस्टल की सतह से attach किया जाता है। मजबूती प्रदान करने हेतु, यह पूरा यूनिट एक सुरक्षात्मक case में बन्द किया जाता है। डायफ्राम के ऊपर भी सुरक्षात्मक कवर (mesh) लगाया जाता है।

कार्यप्रणाली (Working)—जब ध्वनि तरंगों द्वारा compression तथा rarefaction (सम्पीड़न तथा विरलन) उत्पन्न होती है तो इससे क्रिस्टल में क्रमश: दाब तथा फैलाव (pressure and extension) उत्पन्न होते हैं। इस compression तथा extension के कारण एक परिवर्ती विभवान्तर उत्पन्न होते हैं जो कि ध्वनि तरंगों द्वारा आरोपित किये गये यांत्रिक बल के समानुपाती होता है। अत: क्रिस्टल माइक्रोफोन को pressure microphone कहा जाता है।

क्रिस्टल एलीमैंट्स को इस प्रकार connect किया जाता है जिससे इन elements में उत्पन्न विभव add हो जाता है तथा अधिक वोल्टेज आउटपुट (लगभग 40 या 50 mV) उत्पन्न होती है जिसे प्रवर्धक में फीड किया जाता है।

क्रिस्टल माइक्रोफोन के अभिलक्षण (Characteristics of Crystal Microphone)—

Sensitivity—इसकी सैन्सिटिविटी अच्छी होती है (50 mV or 26 dB below 1 V for 0.1 Pa pressure).

SNR—यह बैकग्राउन्ड noise को पिक-अप नहीं करता तथा माइक्रोफोन के अंदर व्हाइट न्वाइस (white noise) भी बहुत ही कम उत्पन्न होती है। अत: इसका SNR उच्च (लगभग 40 से 50 dB) होता है।

आवृत्ति अनुक्रिया (Frequency Response)—100 Hz से 8 kHz (± 1 dB)

विरूपण—काफी कम (लगभग 1%)

डायरैक्टिविटी—ओमनीडायरेक्शनल

आउटपुट प्रतिबाधा—उच्च (लगभग 1 या 2 MΩ)

अन्य विशेषतायें (Other Features)—

(i) रिबन टाइप से अधिक मजबूत (rugged) हालांकि moving coil type जितना नहीं।

(ii) इसके उच्च इम्पीडैंस के कारण प्रवर्धक के इनपुट पर छोटी लीड्स (short leads) (shield leads of length less than 5 m can be used) से काम चल जाता है, अत: उच्च ऑडियो आवृत्तियों में कम loss होता है तथा hum की pick up से भी बचाव हो जाता है।

(iii) Mixer circuit इसको load कर देते हैं, अत: multi-microphone system में प्रयोग हेतु उपयुक्त नहीं है।

(iv) सभी दिशाओं के signals समान रूप से पकड़ने की क्षमता रखता है (omnidirectional)

(v) Bias supply की आवश्यकता नहीं है। इसकी cost कम होती है।

(vi) इसे ज्यादा समय तक सूर्य की रोशनी में नहीं रखा जाना चाहिये।

(vii) इसको home recording system, amateur communication तथा mobile communication हेतु use किया जाता है, किन्तु broadcasting व recording studios हेतु यह उपयुक्त नहीं है।

(viii) यह एक प्रैशर माइक्रोफोन है।

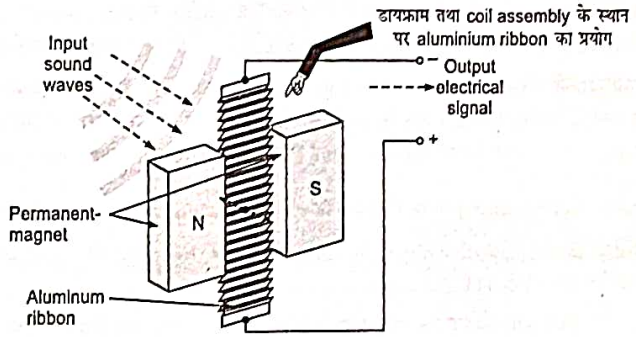
क्रिस्टल माइक्रोफोन—

यह पीज़ो-वैद्युत प्रभाव पर कार्य करता है। यदि सैरेमिक क्रिस्टल पर यांत्रिक दाब पड़ता है तो उसकी विपरीत सतहों पर विद्युत वाहक बल (c.m.f. or electro motive force) उत्पन्न होता है। क्रिस्टल को slice के रूप में cut किया जाता है तथा धातु की पर्तें (foils) दो विपरीत सतहों पर लगाकर potential difference को आउटपुट टर्मिनलों तक लाया जाता है। एक एल्यूमिनियम डायफ्राम को पुश रॉड की सहायता से क्रिस्टल से अटैच किया जाता है। ध्वनि तरंगों के कारण उत्पन्न compression व rarefaction क्रिस्टल को क्रमश: compress व extend करते हैं जिससे इस mechanical pressure के समानुपाती varying potential difference उत्पन्न होता है तथा इस आउटपुट को amplifier द्वारा amplify किया जाता है।

इसकी sensitivity 26 dB (below 1V) होती है, 40 dB से 50 dB तक SNR होता है, 100 Hz से 8 kHz तक की आवृत्ति response, low distortion (1%), omnidirectional directivity तथा उच्च output impedance (1 MΩ से 2 MΩ) होता है। इसको home recording systems, mobile communication तथा amateur communication में Use किया जाता है। यह एक प्रैशर microphone है।

§ 1.8 रिबन माइक्रोफोन (Ribbon Microphone) :

मूविंग क्वायल माइक्रोफोन की आवृत्ति अनुक्रिया (frequency response) उच्च आवृत्तियों पर खराब (poor) होने लगती है, क्योंकि इनके डायफ्राम का द्रव्यमान (mass) अधिक होता है (due to mass of the diaphragm (including coil assembly)). माइक्रोफोन का यांत्रिक द्रव्यमान (mechanical mass) वैद्युत प्रेरकत्व (electrical inductance) के तुल्य (equivalent) होता है, तथा इसलिये उच्च आवृत्तियों पर इसका प्रतिघात (reactance) उच्च हो जाता है ($\therefore X_L = 2\pi f L$) जिसके कारण यह उच्च आवृत्तियों का अधिक क्षीणन (attenuation) करने लगता है। अत: उच्च आवृत्तियों पर माइक्रोफोन की आवृत्ति अनुक्रिया को बेहतर बनाने के लिये डायफ्राम तथा coil assembly के स्थान पर एक बहुत ही हल्का एल्यूमिनियम का रिबन (very light aluminum ribbon) इस्तेमाल में लाया जाता है (चित्र 1.9 (a) देखें)। यह रिबन चुम्बकीय क्षेत्र में रखे गये चालक तथा डायफ्राम की तरह व्यवहार करता है (Acts an a conductor placed in a magnetic field as well as a diaphragm)। इस प्रकार का माइक्रोफोन जिसमें उच्च आवृत्ति अनुक्रिया को increase करने हेतु डायफ्राम तथा coil assembly के स्थान पर light aluminum ribbon का प्रयोग किया जाता है, रिबन माइक्रोफोन कहलाता है।



चित्र 1.9 (a)—Ribbon Microphone का सिद्धान्त

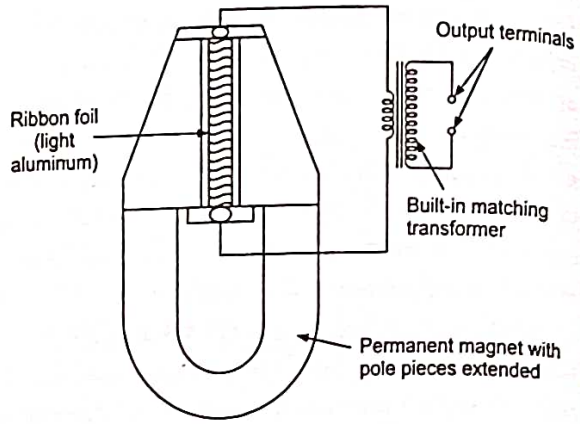
***A ribbon microphone**, also known as a ribbon velocity microphone, is a type of microphone that uses a thin aluminum, duraluminum or nanofilm of electrically conductive ribbon placed between the poles of a magnet to produce a voltage by electromagnetic induction. Ribbon microphones are typically bidirectional, meaning they pick up sounds equally well from both side of the microphone.*

So, we see that it uses a light ribbon of aluminium in place of heavy coil. Driving force is equal to difference of pressure on two sides. Hence, it is called pressure gradient microphone. The induced emf is proportional to the rate of change of velocity and hence it is also called as velocity microphone.

संरचना (Construction)—रिबन माइक्रोफोन की संरचना चित्र 1.9 (b) में प्रदर्शित है। इसके मुख्य भाग हैं—

(i) Permanent Magnet

(ii) Ribbon Conductor



चित्र 1.9 (b)—रिबन माइक्रोफोन का संरचनात्मक विवरण

Permanent Magnet—एक विशेष रूप से डिजाइन की गयी स्थायी हॉर्स-शू मैगनेट permanent horse-shoe magnet) (अर्थात् घोड़े की नाल के आकार की) होती है। चुम्बक के दोनों ध्रुव आगे की ओर बढ़े होते हैं (extended pole pieces), जो एक मजबूत चुम्बकीय क्षेत्र (strong magnet field) प्रदान करते हैं। रिबन एक हल्का एल्यूमिनियम पत्ती (light aluminum foil) होती है जो कि अपनी लम्बाई के right angles पर corrugated (अर्थात् सिलवटों वाली) होती है (surface area बढ़ाने के लिये)। रिबन की मुख्य विशेषता इसका हल्कापन होता है (0.2 mg weight, few microns thick and 3 mm wide)। इसको स्थायी चुम्बक के चुम्बकीय क्षेत्र में लटकाया (suspended) जाता है। इस पूरी यूनिट को एक circular या rectangular baffle में enclose (बन्द) कर दिया जाता है। Baffle का आकार purely circular या rectangular न होकर चुम्बक के आकार पर निर्भर करता है।

कार्यप्रणाली (Working)—जब रिबन (जो कि वैद्युत चालक होता है) को चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है तथा यह ध्वनि के दाब के कारण चुम्बकीय क्षेत्र के right angles (90°) पर गति करता है तो रिबन (conductor) के magnetic flux में change उत्पन्न होता है। इस magnetic flux के change होने के कारण ribbon के across विद्युत वाहक बल (electro motive force or e.m.f.) उत्पन्न होता है। यह e.m.f magnetic flux में परिवर्तन के समानुपाती होता है ($e \propto \frac{d\phi}{dt}$) तथा चूँकि change in magmatic flux ribbon को strike करने वाली ध्वनि तरंगों की दाब के समानुपाती है, अत: उत्पन्न e.m.f भी ध्वनि तरंगों के समानुपाती होती है।

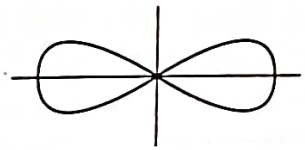
इस प्रकार हम देखते हैं कि रिबन माइक्रोफोन में ड्राइविंग यांत्रिक बल रिबन के दोनों ओर उत्पन्न दाब के अंतर के समानुपाती होता है अर्थात् ध्वनि तरंगों के वेग (particle velocity of sound waves) के समानुपाती होता है, अत: इसको pressure gradient या velocity microphone भी कहा जाता है।

रिबन माइक्रोफोन की आवृत्ति अनुक्रिया (Frequency Response of Ribbon Microphone)—

सामान्यत: किसी माइक्रोफोन में उच्च आवृत्ति वाले सिगनलों का माइक्रोवेव के मूविंग सिस्टम के द्रव्यमान (mass) के कारण होने वाले प्रेरकीय प्रभाव (inductive effect) की वजह से क्षीणन (attenuation) हो जाता है। इसके साथ-साथ निम्न आवृत्ति वाले सिगनलों को low compliance (यांत्रिक धारिता) तथा high stiffness (धारितीय प्रतिघात) के कारण क्षीणन (attenuation) होता है।

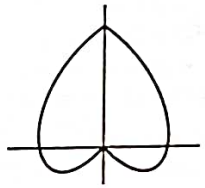
किन्तु रिबन माइक्रोफोन का द्रव्यमान बहुत कम होता है (लगभग 0.3 mg) जिससे यांत्रिक प्रेरकत्व कम होता है, अत: उच्च ऑडियो आवृत्तियों (12 kHz तक) पर अच्छी अनुक्रिया प्राप्त होती है। रिबन के suspension की stiffness (कठोरता) भी कम होती है जिसके कारण निम्न ऑडियो आवृत्तियों पर भी अच्छी अनुक्रिया प्राप्त होती है। उपरोक्त तथ्यों के कारण रिबन माइक्रोफोन की आवृत्ति अनुक्रिया बेहतरीन होती है तथा 20 से 12000 Hz तक ± 1dB response प्राप्त होती है। इसकी natural frequency 20 Hz से कम होती है तथा ऑडियो रेंज की बाहर होती है।

रिबन माइक्रोफोन की दैशिकता (Directivity of Ribbon Microphone)—चूँकि रिबन माइक्रोफोन में ध्वनि बल को रिबन के सामने से या पीछे से (front as well as rear end) अर्थात् दोनों ओर से लगाया जा सकता है, अत: यह माइक्रोफोन bi-directional होता है और इसका polar pattern संख्या आठ (figure of eight) की भाँति होता है (चित्र 1.9 (c) देखें)



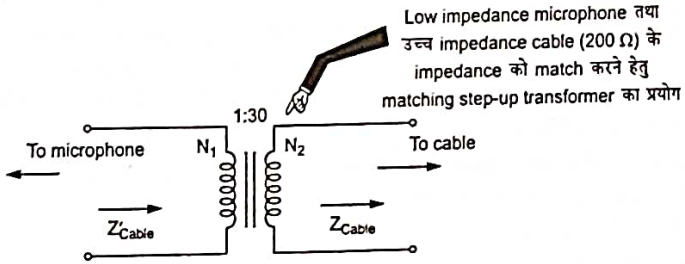
चित्र 1.9 (c)—रिबन माइक्रोफोन का bi-directional polar pattern

कुछ निर्माता रिबन माइक्रोफोन को इस प्रकार डिज़ाइन करते हैं जिससे ऊपर का भाग velocity operated तथा नीचे का भाग pressure operated हो जाता है। चूँकि यह दोनों sections एक continuous ribbon के होते हैं, अत: यह series में रहते हैं तथा cardioid (heart shaped) pattern प्रदान करते हैं 1.9 (d)।



चित्र 1.9 (d)—रिबन के दो sections के कारण उत्पन्न Cardioid (heart shaped) polar pattern

प्रतिबाधा (Impedance)—रिबन माइक्रोफोन की प्रतिबाधा एक ओह्म से भी कम (अर्थात् 1 ओह्म का कुछ अंश) (fraction of an ohm) होती है (लगभग 0.2 Ω)। चूँकि cable impedance लगभग 200 Ω होता है, अत: रिबन माइक्रोफोन के impedance को cable impedance से मैच कराने हेतु 30 : 1 turn ratio का step-up transformer (अप-चापी परिणामित्र) लगा होता है (चित्र 1.9 (e) देखें)।



चित्र 1.9 (e)—Use of matching transformer to match the impedance of high impedance cable and low impedance microphone.

चूँकि $$Z'_{Cable} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_{Cable}$$

अत: $$Z'_{Cable} = \left(\frac{1}{30}\right)^2 \times Z_{Cable}$$

If $Z_{Cable} = 200$, the looking from primary side, $Z'_{Cable} = \frac{200}{900} \simeq 0.22\ \Omega$ resulting in impedance matching.

अत:, matching transformer लगाने से primary की ओर से देखने पर cable का impedance 0.22 Ω दिखाई देता है (जबकि वास्तव में यह 200 Ω के लगभग होता है)। अत: इम्पीडैन्स मैचिंग प्राप्त होती है। (स्मरण करें कि Matching transform में turn ratio का मान ज्ञात करने हेतु निम्न सूत्र का भी प्रयोग किया जा सकता है—

$$\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\left(\frac{Z_{microphone}}{Z_{cable}}\right)} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{0.2}{200}} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \sqrt{0.001} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{31})$$

सैन्सिटिविटी (Sensitivity)—रिबन माइक्रोफोन की सैन्सिटिविटी moving coil type से कम होती है। रिबन की लम्बाई moving coil type microphone की coil की लम्बाई से काफी कम होती है। रिबन माइक्रोफोन की सैन्सिटिविटी 0.1 Pa ध्वनि दाब के लिये लगभग 3 μV (या 110 dB below 1V) होती है। चूँकि यह आउटपुट 1 : 30 Turns के प्राइमरी पर प्राप्त होती है,

अत: ट्रांसफारमर की सैकेन्ड्री कुण्डली पर 3 μV × 30 = 90 μV आउटपुट प्राप्त होती है, जो कि moving coil microphone की आउटपुट के comparable होती है।

सिगनल-टू-न्वाइस अनुपात (Signal to Noise Ratio or SNR)—दैशिक गुण (directional properties) होने के कारण ribbon microphone की background noise moving coil type से काफी कम होती है। अत: रिबन माइक्रोफोन का SNR moving coil type से अधिक होता है तथा इसका मान लगभग 50 dB होता है अत: high fidelity systems (Hi-Fi systems) हेतु ribbon microphone moving coil microphone से कहीं ज्यादा बेहतर साबित होता है।

अनुप्रयोग (Applications)—यह माइक्रोफोन स्टेज नाटकों के लिये उपयुक्त होता है (suitable for dramas) (इसका figure eight का polar pattern (∞) होने के कारण) actors microphone के दोनों ओर खड़े होकर face to face (आमने-सामने) बात कर सकते हैं तथा यह सीन (नाटक के दृश्य) को side-by-side (साथ-साथ) खड़े होकर बात करने की अपेक्षा अधिक नैसर्गिक (natural) बनाता है। इसके साथ-साथ figure eight के दो cables के मध्य dead side large space (figure of eight pattern के बीच की मृत जगह) का impression (अनुभूति) प्रदान करती है क्योंकि dead area में खड़े व्यक्ति की आवाज़ माइक्रोफोन के नज़दीक होने के बावजूद directly pick-up नहीं की जा सकेगी तथा side walls से reflect होकर microphone तक पहुँचेगी जिससे वह आवाज़ दूर से आती हुई प्रतीत होगी।

रिबन माइक्रोफोन के संबंध में कुछ महत्त्वपूर्ण बिन्दु (Some Important Points Regarding Ribbon Microphone)—

- चूँकि रिबन अत्यन्त नाजुक (delicate) होता है तथा गिरने पर आसानी से damage (नष्ट) हो सकता है, अत: इसकी handling (रख-रखाव) सावधानीपूर्वक करनी चाहिये। कोई भी यांत्रिक झटका ribbon को displace (विस्थापित, अपनी जगह से हटाना) कर सकता है तथा यदि ribbon चुम्बक के pole pieces से रगड़ (rub) खाने लगेगा तो उसमें से पतली सी आवाज़ (खनक) आने लगेगी।
- रिबन में बैटरी से डी० सी० धारा का प्रवाह होने से रिबन पर ज़ोर पड़ सकता है (can strain the ribbon)। अत: रिबन का प्रतिरोध या continuity (निरंतरता) को मीटर से नहीं मापना चाहिये (should be checked by visual inspection)।
- रिबन माइक्रोफोन में फूँकना नहीं चाहिये (should not be blown into)। इससे रिबन पर जोर पड़ेगा (cause strain in the ribbon)। रिबन अपने आसपास की हवा, shock vibrations तथा सांस लेने (breathing) के प्रति संवेदनशील (sensitive) होता है। अत: इसे ध्वनि के स्रोत से 50 cm या अधिक की दूरी पर रखना चाहिये (should be kept 50 cm or more away from the source of sound)।

रिबन माइक्रोफोन—रिबन माइक्रोफोन में डायफ्राम के स्थान पर एक हल्का एल्यूमिनियम रिबन प्रयोग किया जाता है। यह रिबन चुम्बकीय क्षेत्र में रखे चालक एवं डायफ्राम (दोनों) का कार्य करता है। रिबन को horse shoe magnet की magnetic field में रखा जाता है। रिबन के अत्यंत light weight होने से इस माइक्रोफोन से निम्न व उच्च ऑडियो आवृत्तियों पर भी बढ़िया आवृत्ति अनुक्रिया प्राप्त होती है।

जब चुम्बकीय क्षेत्र में रखे इस रिबन पर ध्वनि तरंगें strike करती हैं तो यह गति करता है तथा इसमें ध्वनि तरंगों के समानुपाती e.m.f. उत्पन्न होता है। रिबन माइक्रोफोन एक प्रैशर गैडियन्ट या velocity माइक्रोफोन होता है।

इसकी frequency response 20 से 12000 Hz तक ± 1 dB के अंदर होती है व इसकी natural frequency भी 20 Hz से कम (outside audio range) होती है। इसका impedance 0.2 Ω के लगभग होता है तथा लगभग 1 : 30 टर्न अनुपात वाले स्टैप-अप transformer का प्रयोग करके इसको cable impedance से मैच कराया जाता है। इसकी sensitivity लगभग 3 μV तथा SNR लगभग 50 dB होती है। इसमें distortion काफी कम (लगभग 1%) होता है। इसकी directivity figure of eight pattern (या कुछ स्थितियों में cardioid pattern) की है तथा इसको dramas आदि में Use किया जाता है। Hi-Fi systems हेतु माइक्रोफोन अत्यन्त उपयुक्त होता है।

In a ribbon microphone, a thin ribbon–usually aluminum, duraluminum or nanofilm–is suspended in a magnetic field. The striking sound waves move the ribbon, which changes the current flowing through it. Ribbon microphones are bidirectional (figure-of-eight pattern with dead area in between) meaning they pick up sounds from both sides of the microphone making them suitable for drama applications (Especially when their is a dialogue between two persons, standing face to face.). A ribbon microphone is also known as a ribbon velocity microphone.

In the moving coil microphone, the diaphragm is attached to a light moveable coil that generates a voltage as it moves back and forth between the poles of a permanent magnet. But in ribbon microphones, a light weighted metallic ribbon is suspended between the poles of a magnet. As the ribbon vibrates (due to striking sound waves), a voltage is induced at right angles to both the ribbon velocity and magnetic field direction, and is picked off by contacts at the ends of the ribbon. Ribbon microphones are also known as velocity microphones because the induced voltage is proportional to the velocity of the ribbon and thus of the air particles in the sound wave, unlike in some other microphones where the voltage is proportional to the displacement of the diaphragm and the air.

Due to extremely light weight of ribbon, high frequency response is excellent and is up to 12000 Hz. Its directivity is bi-directional or figure of eight (8). Its impedance is about 0.2 Ω without transformer and hence a step up matching transformer is essentially required to match the impedance with a cable (of about 200 Ω). It has a sensitivity of 110 dB below 1 V, signal to noise ratio of 50 dB. In combination with omni-directional microphone, it gives cardioid pattern of directivity. Its main application is in dramas and studios.

***Ques:** Why is the frequency response of ribbon microphone better than moving coil microphone?*

In moving coil microphone, high frequency response is poor because of the mass of the diaphragm (including coil assembly). Mechanical mass is equivalent to electrical inductance, and this attenuates the higher frequencies. Hence, to improve the frequency response for high audio frequencies ($X_L = 2\pi fL$), a very light aluminum ribbon is used in place of diaphragm and coil assembly. The ribbon acts as a conductor (placed in a magnetic field) as well as a diaphragm. Such a microphone is called ribbon microphone.

***Ques:** What happens when sound pressure is applied on a ribbon microphone?*

When the aluminium ribbon (an electric conductor), placed in a magnetic field, is made to move at right angles to the magnetic field by the force of sound pressure, there is a change of magnetic flux through the ribbon conductor. Due to this change of magnetic flux, an e.m.f. is induced across the ribbon (as per Faraday's law of electromagnetic induction). This e.m.f. is proportional to the rate of change of magnetic flux which is proportional to the force of sound waves striking the ribbon.

***Ques:** Why is ribbon microphone called pressure gradient or velocity microphone?*

In the ribbon microphone, the driving mechanical force is proportional to the difference of the pressures acting on two sides of the ribbon, or the particle velocity of the sound waves. Therefore, it is called Pressure Gradient microphone or Velocity microphone.

The main advantage of the ribbon microphone is that the light ribbon had a much higher natural resonant frequency than diaphragms, so it has flatter response at high frequencies.

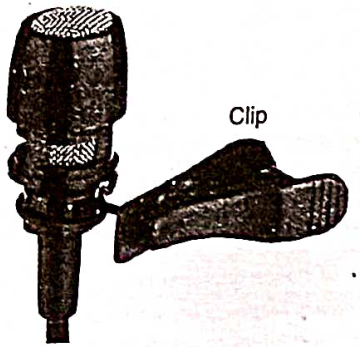
***Ques:** Comment on the current developments in ribbon microphone.*

Ribbon microphones were once delicate (in the beginning) and expensive, but modern materials make present-day ribbon microphones very durable and they may now even be used for loud rock music and stage work. They are prized for their ability to capture high-frequency detail, while its competitor the condenser microphones, which can often sound subjectively aggressive or brittle in the high frequency range. Due to their bidirectional directivity pattern, ribbon microphones are often used in pairs to produce the Blumlein Pair recording array. In addition to the standard bidirectional pick-up pattern, ribbon microphones can

also be designed to have cardioid, hypercardioid, omnidirectional, and variable polar patterns, although these configurations are much less common. Hence, we can say that modern ribbon microphones are being well designed to meet the demands and requirements of today 's market.

§ 1.9 लैवेलियर माइक्रोफोन (Lavaliere Microphone) :

यह एक छोटा moving coil microphone होता है। इसको वक्ता अपनी गर्दन पर लटका सकता है (चित्र 1.10)। स्टेज शो के समय artists इस प्रकार का माइक्रोफोन use करते हैं तथा इसे वह गर्दन पर लटका लेते हैं या कपड़ों से किसी उपयुक्त स्थान पर क्लिप भी कर सकते हैं। इसी प्रकार अन्य अनुप्रयोग जहाँ mobility आवश्यक होती है (lecture देते समय, presentation करते समय, स्टेज शो करते समय इत्यादि), वहाँ Lavaliere microphone का प्रयोग किया जाता है।



चित्र 1.10—लैवेलियर माइक्रोफोन

§ 1.10 कुछ अन्य माइक्रोफोन्स (Some Other Microphones) :

(i) **Electret Microphone**—यह capacitor microphone के सिद्धान्त पर कार्य करता है। लेकिन इसमें dc supply की आवश्यकता नहीं होती क्योंकि इसकी एक प्लेट पर in-built charge होता है। Sound pressure से चल-प्लेट में movement होता है जिससे variable voltage उत्पन्न होती है। इसकी fixed plate पर teflon की coating होती है जो कि आवेश को लम्बे समय तक retain (संग्रह) कर सकती है। अत:, manufacture (निर्माण) के समय ही teflon layer पर निगेटिव चार्ज store कर दिया जाता है, जो कि काफी समय तक stored रहता है (तथा supply का कार्य करता रहता है)। यह सस्ता, हल्का, किन्तु नाज़ुक माइक्रोफोन है। इसे छोटी gathering के public address systems में (सामान्यत: tie clip microphone के रूप में) use किया जाता है।

(ii) **Tie-Clip Microphone**—यह एक electret microphone होता है जिसे tie या collar पर clip किया जा सकता है। इसके अंदर एक silicon chip पर बना छोटा सा amplifier होता है। यह बहुत हल्का, छोटा एवं सस्ता माइक्रोफोन होता है।

(iii) **Cordless (or Radio or Wireless) Microphone**—इसमें एक छोटा सा FM modulated VHF transmitter होता है, जिसके कारण इसमें wire (cable) की आवश्यकता नहीं होती। इसको sports meet (खेलकूद आयोजन) में use किया जाता है।

(iv) **Noise Cancelling Microphone**—इसमें दो एक ही प्रकार के microphones का use होता है। यह दोनों microphones opposite phase में संयोजित होते हैं। कोई भी noise यदि एक साथ दोनों microphones को प्रभावित करती है तो opposite phase में होने के कारण दोनों माइक्रोफोन में उत्पन्न noise एक दूसरे को cancel कर देती है। अधिक शोर वाले माहौल (sports meets, factories, stadia) में ऐसे microphones useful होते हैं।

§ 1.11 विभिन्न प्रकार के माइक्रोफोन्स की तुलना (Comparison of Different Types of Microphones) :

Properties	Carbon microphone	Capacitor or condensor microphone	Moving coil microphone	Crystal microphone	Ribbon microphone
(i) Type	Pressure microphone	Pressure microphone	Pressure microphone	Pressure microphone	Constant velocity or pressure gradient micro-phone
(ii) Sensitivity in μV for sound pressure of 1 μ bar.	100×10^3	3×10^3	30 without transformer, 90 with transformer	50×10^3	3 without transformer, 90 with transformer
(iii) Self noise	Most (सर्वाधिक)	Least (सबसे कम)	Lower than carbon	Lower than ribbon	Lower than moving coil
(iv) Noise pick-up	Least (सबसे कम)	Low	High	Higher than ribbon	Low
(v) Frequency response for ± 1 dB	200 Hz to 5 kHz	40 Hz to 15 kHz	60 Hz to 8 kHz	100 Hz to 8 kHz	20 Hz to 12 kHz
(vi) Natural resonance frequency	2000 Hz	6000 Hz	Between 3 to 4 kHz	6000 Hz	20 Hz
(vii) Distortion	10%	1%	5%	1%	1%
(viii) Basic directivity	Omni-directional (or cardioid)	Omni-directional	Omni-directional	Omni-directional (or cardioid)	Figure of eight
(ix) Output impedance	Medium, 100 Ω	Highest, 100 MΩ	Low, 25 Ω	High 1 MΩ	Lowest 0.25 Ω
(x) Ruggedness	Most rugged	Delicate	Rugged than moving coil	Less rugged delicate	Very
(xi) Effect of tempera-ture	Yes	No	No	Yes	No
(xii) Effect of moisture	Yes	No	No	Yes	No
(xiii) Bias supply required	Yes	Yes	No	No	No
(xiv) Distance 50 cm of speaker	Close	Close	25 cm	Close	
(xv) Size	Small	Big	Big	Small	Big

Properties	Carbon microphone	Capacitor or condensor microphone	Moving coil microphone	Crystal microphone	Ribbon microphone
(xvi) Cost	Least	High	Medium	Low	High
(xvii) Applications	Telephones, cheap portable communication sets	Professional recording, calibration, sound-level meters	Public address system, broadcast and music	Home recording system, mobile communication, Amateur communication	Drama, music and broadcast

विचार प्रश्न

(i) किस माइक्रोफोन में self noise सर्वाधिक होती है तथा क्यों?

(ii) किस माइक्रोफोन की आवृत्ति अनुक्रिया बेहतरीन होती है तथा क्यों?

(iii) किस माइक्रोफोन में विरुपण सर्वाधिक है तथा क्यों?

(iv) सबसे कम input impedance किस माइक्रोफोन का होता है? सबसे अधिक input impedance किस माइक्रोफोन का होता है? मैचिंग ट्रांसफॉर्मर की आवश्यकता किस माइक्रोफोन को होती है?

(v) सबसे नाज़ुक माइक्रोफोन कौन-सा है? सबसे मजबूत कौन-सा है? कारण सहित बताइये।

(vi) प्रोफेशनल रिकार्डिंग हेतु कौन-सा माइक use किया जाता है?

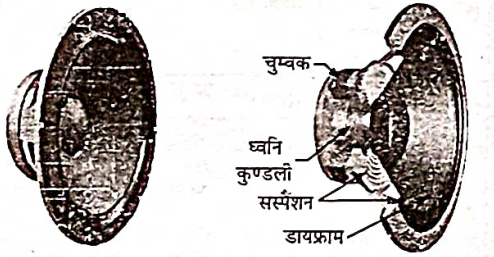
§ 1.12 लाउडस्पीकर (Loudspeaker) :

"लाउडस्पीकर एक ऐसा ट्रांसड्यूसर है जो वैद्युत ऊर्जा को ध्वनि ऊर्जा में कनवर्ट कर देता है। अत:, यह एक वैद्युत-ध्वनि (electro-acoustic) ट्रांसड्यूसर है (चित्र 1.11 देखें)।"

"A loudspeaker is a transducer which converts electrical input into sound waves we can hear."

लाउडस्पीकर्स के अभिलक्षण (Characteristics of Loudspeakers)—

लाउडस्पीकर की performance को उसके निम्न अभिलक्षणों के अनुसार judge किया जा सकता है—



(a) Loudspeaker (b) Parts of the loudspeaker

चित्र 1.11

(i) **Sensitivity**—इनपुट सिगनल का वह मान जो कि लाउडस्पीकर को 1 m की दूरी से 0.1 Pascal का ध्वनि दाव प्रदान कर सके, sensitivity कहलाता है।

"Sensitivity of a loudspeaker is the input signal required to give a sound pressure of 0.1 Pascal at a distance of one meter from the loudspeakers."

(ii) **Efficiency**—आउटपुट ध्वनि शक्ति तथा इनपुट ऑडियो (वैद्युत पॉवर) का अनुपात लाउडस्पीकर की efficiency या दक्षता कहलाती है। इसका मान यांत्रिक प्रतिबाधा (लाउडस्पीकर की) तथा ध्वनि प्रतिवाधा (वायु जो कि डिस्टर्व हो रही है) के मध्य परस्पर मैचिंग पर निर्भर करता है।

The Efficiency of a loudspeaker is given by the ratio of output sound power to the input audio (electric) power. Its value depends on proper matching of loudspeakers mechanical impedance and the acoustical impedance of air volume being disturbed by vibrators in the loudspeaker.

(iii) **Noise**—कोई भी अवांछित सिगनल जो कि सिस्टम की performance को खराव करता है, न्वाइस (या रव) कहलाता है। लाउडस्पीकर के आउटपुट में उपस्थित अवांछित ध्वनि (जो कि इनपुट वैद्युत सिगनल में न हो) noise कहलाती है। लाउडस्पीकर के यांत्रिक घटकों से किसी अनुनाद आवृत्ति पर कम्पन्न करने से लाउडस्पीकर में noise उत्पन्न होती है जिसके कारण लाउडस्पीकर का SNR प्रभावित होता है (अर्थात् कम हो जाता है)।

"Any unwanted signal, not present in electrical input but appears in its output is termed as noise. The noise deteriorates the SNR of the loudspeaker."

(iv) **Frequency response**—यह समस्त ऑडियो रेंज में लाउडस्पीकर की अनुक्रिया (response) को प्रदर्शित करती है। आदर्शत:, सम्पूर्ण ऑडियो रेंज (16 Hz से 20000 Hz) में लाउडस्पीकर की अनुक्रिया एकसार (flat or within ±1 dB) होनी चाहिये। किन्तु डायफ्राम (assembly) का द्रव्यमान उच्च आवृत्तियों को क्षीण करता है, जबकि श्रेणी कम्प्लायंस (series compliance) निम्न आवृत्तियों को प्रभावित करता है। इसी प्रकार movable system की अपनी natural resonance आवृत्ति होती है तथा इस आवृत्ति के ऑडियो रेंज में होने के कारण इस frequency पर अनावश्यक रूप से अधिक gain प्राप्त होती है।

"The frequency response indicates the response of the loudspeaker for audio range and is required to be flat (preferably ±1 dB flat) for the whole range. However, mass of diaphragm assembly distorts high frequency response, series compliance disturbs the low frequency response and the natural resonance of the moving system produces an undesirable high gain at resonating frequency."

(v) **Distortion**—इनपुट के सापेक्ष आउटपुट की आवृत्ति, फेज़ या आयाम में प्रकट होने वाली अवांछित विकृति डिस्टॉर्शन या विरूपण कहलाती है। Mass तथा compliance प्रभाव से आवृत्ति तथा phase डिस्टॉर्शन उत्पन्न होता है जबकि चुम्बकीय क्षेत्र में non-uniformity के कारण coil के move होने पर non-linear distortion उत्पन्न होता है।

"Any change in output's frequency, phase or amplitude complexion (with respect to its input) is called distortion. Mass and compliance effect result in frequency and phase distortion while non-uniformity in the magnetic field causes non-linear distortion."

(vi) **Directivity**—अधिकतम ध्वनि की दिशा में किसी विन्दु पर वास्तविक ध्वनि तीव्रता तथा ध्वनि की वह तीव्रता जो कि omnidirectional loudspeaker द्वारा प्राप्त होती, का अनुपात directivity कहलाता है।

$$D = \frac{\text{Actual sound intensity at a point in the direction of maximum intensity for the loudspeaker in question}}{\text{Sound intensity that would have been available is the loudspeaker in question is replaced by an omnidirectional loudspeaker}}$$

(vii) **Input impedance**—लाउडस्पीकर का इनपुट इम्पीडैंस ओह्म में व्यक्त किया जाता है। लाउडस्पीकर को कनैक्ट करते समय इसके input impedance को ध्यान में रखते हुये proper impedance matching प्रदान करनी चाहिये (मैचिंग ट्रांसफॉर्मर या इमीटर फॉलोअर का प्रयोग करके)।

"The input impedance of the loudspeaker is expressed in ohms, and should be taken cone of which connecting , for proper impedance matching."

लाउडस्पीकर्स का वर्गीकरण (Classification of Loudspeakers)—लाउडस्पीकर दो प्रकार के होते हैं—Direct radiating type तथा Indirect radiating type.

(i) **Direct radiating type loudspeaker**—इस प्रकार के loudspeaker द्वारा cone का प्रयोग किया जाता है तथा यह सीधे open space को sound deliver करते हैं। इसमें लगी coil के vibrations cone को transmit होते हैं तथा कोन इन vibrations को सीधे वायु में transmit कर देता है जिससे ध्वनि उत्पन्न होती है। Moving coil cone type loudspeaker तथा electrodynamic loudspeaker इस श्रेणी में आते हैं।

"In direct radiating type loudspeakers, the vibrations of coil are transmitted to the attached cone which creates the sound waves in the air for the listener. Hence, the radiate sound energy directly to the air."

(ii) **Indirect radiating or horn type loudspeakers**—इन लाउडस्पीकर्स में ध्वनि ऊर्जा को सीधे वायु में विकिरित कर देने के बजाय power को पहले एक horn को दिया जाता है तथा horn द्वारा यह power वायु को देकर ध्वनि उत्पन्न की जाती है। Horn type loudspeaker इस श्रेणी में आते हैं।

"In indirect radiating type loudspeakers, instead of radiating acoustic power directly to the open space, it is first delivered to the air trapped in a fixed non-vibrating tapered or flared horn, and then it is transferred to the air in the listeners area via this horn."

§ 1.13 मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर (Moving Coil (Cone Type) Loudspeaker) :

"मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर चुम्बकीय क्षेत्र व धारा के मध्य परस्पर सम्बन्ध के सिद्धान्त पर कार्य करता है। एक voice coil को uniform चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है। जब इस voice coil से ऑडियो धारा प्रवाहित होती है तो चुम्बकीय क्षेत्र व प्रवाहित ऑडियो धारा के मध्य परस्पर सम्बन्ध के कारण movable voice coil (चल ध्वनि कुण्डली) पर बल उत्पन्न होता है। यह बल ऑडियो धारा के समानुपाती होता है तथा coil में कम्पन्न उत्पन्न होते हैं। इससे एक conical paper diaphragm में कम्पन्न उत्पन्न होते हैं तथा वायु में परिवर्ती दाब उत्पन्न होते हैं, जो कि मूल ध्वनि को उत्पन्न करते हैं। अत:, moving coil cone type loudspeaker ac motor के समान सिद्धान्त पर कार्य करता है। कुण्डली पर लगने वाला बल (F) (Newton में)

$$F = Bil \sin \alpha$$

जहाँ B = Flux density (Tesla में)

i = Current (Ampere में)

l = Length of coil wire (मीटर्स में)

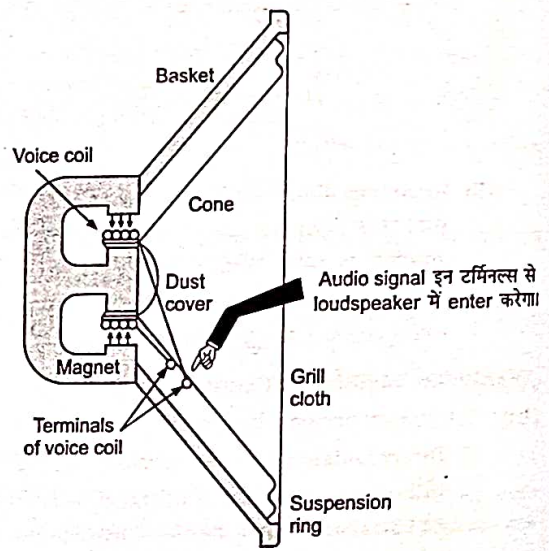
α = angle between coil and field.

सामान्यत:, $\alpha = 90°$, अत: $F = Bil$

मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर की संरचना चित्र 1.12 में प्रदर्शित है। इसमें एक voice coil होती है जो कि fibre cylinder या cardboard पर लिपटी होती है। इन दो टर्मिनलों के मध्य ऑडियों धारा फीड की जाती है। यह coil चुम्बकीय क्षेत्र में रखी जाती है।

मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर में प्रयोग की जाने वाली चुम्बक pot type permanent magnet होती है जिसका एक मध्य ध्रुव (central pole or south pole) तथा एक पैरीफैरल ध्रुव (peripheral pole or north pole) होता है। यह चुम्बक उच्च ग्रेड के पदार्थ जैसे Alnico (Iron = 54%, Nickel = 18%, Cobalt = 12%, Aluminum = 10%, Copper = 6%) की बनी होती है जो कि चुम्बकत्व को अच्छी तरह से retain कर सकती है।

जब चुम्बकीय क्षेत्र में रखी voice coil में ऑडियो धारा प्रवाहित होती है जो इस coil पर बल ($F = Bil$ Newton) लगता है जिससे यह आगे-पीछे (to-and-fro)



चित्र 1.12 (a)—मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर की संरचना

की ओर गति करती है। अत: इस coil से लगा paper cone भी गति करता है तथा वायु में सम्पीड़न व विरलन चक्र (compression and rarefaction cycles) उत्पन्न करता है। अत: ऑडियो धारा ध्वनि तरंगों में परिवर्तित (convert) हो जाती है।

क्वायल conical डायफ्राम से attached होती है, जो कि paper या parchment का बना होता है। इसको paper cone भी कहा जाता है तथा इसमें circular corrugations (गोलाकार सिलवटें) होते हैं। इसकी periphery को support करने करने हेतु इसके चारों ओर rubber की पत्तियों का इस्तेमाल किया जाता है। डायफ्राम को support करने हेतु spider springs का use किया जाता है तथा यह motion को restrain (सीमित) करने हेतु आवश्यक stiffness (कठोरता) भी प्रदान करते हैं। स्पाइडर्स coil को center में रखते हैं जिससे की cone केवल आगे या पीछे की ओर ही गति कर सकता है।

Voice coils से leads को cone surface से जोड़ा जाता है। यहाँ से इन्हें metal frame या baskets पर लगे टर्मिनलों तक लाया जाता है।

अभिलक्षण (Characteristics)—

(i) सैन्सिटिविटी : 90 dB below 1 V

(ii) SNR : 30 dB

(iii) विरूपण : 5% से कम

(iv) डायरैक्टिविटी : ओमनीडायरैक्शनल

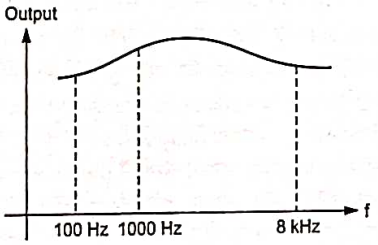
(v) इम्पीडैंस : 30 Ω

(vi) अनुप्रयोग : पब्लिक एड्रैस सिस्टम, ब्रॉडकास्ट, रिकार्ड प्लेयर्स

(vii) दक्षता : बहुत कम (5 से 10%)

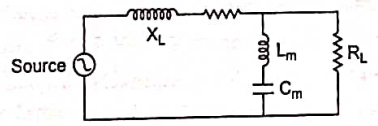
(viii) आवृत्ति अनुक्रिया : 6 Hz से 8 kHz (चित्र 1.12 (b) देखें)

चूँकि लाउडस्पीकर का इनपुट इम्पीडैंस उसकी वॉयस क्वायल का इम्पीडैंस होता है। अत: इसका इम्पीडैंस आवृत्ति का फलन (function of frequency) होता है (voice coil के inductance के कारण)। अत: अधिकतम शक्ति स्थानांतरण हेतु perfect मैचिंग केवल एक ही आवृत्ति पर प्राप्त की जा सकती है (specified at 1000 Hz)। आवृत्ति बदलने से लाउडस्पीकर का इनपुट इम्पीडैंस का मान बदल जायेगा तथा मैचिंग ट्रांसफॉरमर लाउडस्पीकर को अधिकतम शक्ति प्रदान नहीं कर पायेगा।



चित्र 1.12 (b)—मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर की आवृत्ति अनुक्रिया

(ix) चित्र 1.12 (c) में प्रदर्शित मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर के तुल्य परिपथ में L_L व r_C voice coil का क्रमश: self inductance तथा resistance प्रदर्शित करते हैं, C_m mechanical compliance (stiffness, यांत्रिक कठोरता) show करता है, L_m moving system का mass (द्रव्यमान) प्रदर्शित करता है। (Mass गति परिवर्तन का विरोध करता है तथा inductance धारा में परिवर्तन का विरोध करता है), अत: यांत्रिक द्रव्यमान को वैद्युत प्रेरकत्व द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। R_L लोड को प्रदर्शित करता है। निम्न ऑडियो आवृत्तियों पर X_L कम होने से shunting प्रभाव उत्पन्न होता है जो निम्न आवृत्ति अनुक्रिया को खराब करता है जबकि उच्च ऑडियो आवृत्तियों पर series inductance L_C का उच्च reactance आवृत्ति अनुक्रिया को poor करता है।



चित्र 1.12 (c)—Moving coil loudspeaker का तुल्य परिपथ

(x) लाभ : छोटा आकार, कम कीमत, संतोषजनक आवृत्ति अनुक्रिया।

(xi) सीमायें : खराब दक्षता, उच्च व कम ऑडियो आवृत्तियों पर खराब आवृत्ति अनुक्रिया

(xii) उपलब्धता : Moving coil loudspeaker 30 Watt तक अनेक sizes में उपलब्ध हैं।

Its principle is the same as that of an a.c. motor. It is also known as direct radiating loudspeaker. A coil, known as voice coil, is placed in the magnetic field of permanent magnet. When electric current passes through this coil, a force acts on the coil making the coil to move (vibrate). A paper diaphragm of conical shape is attached to the coil. Thus the diaphragm vibrates, produces pressure variations in air and resulting in sound waves.

The force acting on the voice coil causes vibrations of the diaphragm resulting in compressions and rarefactions in the air. Thus electrical signals are converted into sound waves of the same frequencies.

When electric current flows through the voice coil, interaction between the field of permanent magnet and the magnetic field of current occurs. Due to the interaction a force acts on the voice coil causing its to and fro motion. As the conical diaphragm is attached to the voice coil, the diaphragm also vibrates causing compressions and rarefactions in air. Thus the electrical audio signals are converted into sound waves of the same frequency. The cone helps in spreading the sound over a large area and thus sound can be heard a large distance.

Its sensitivity is 90 dB below 1 V, signal to noise ratio 30 dB, frequency response 60 Hz to 8000 Hz, distortion less than 5%, directivity omni-directional but dependent on frequency and impedance 30 Ω. It is most widely used in Public address systems (P.A. systems) system and broadcast

चल-कुण्डली लाउडस्पीकर (moving coil loudspeaker) चुम्बकीय क्षेत्र तथा धारा के मध्य परस्पर सम्बन्ध (interaction) के सिद्धान्त पर कार्य करता है (same as the principle of working of a.c. motor)।

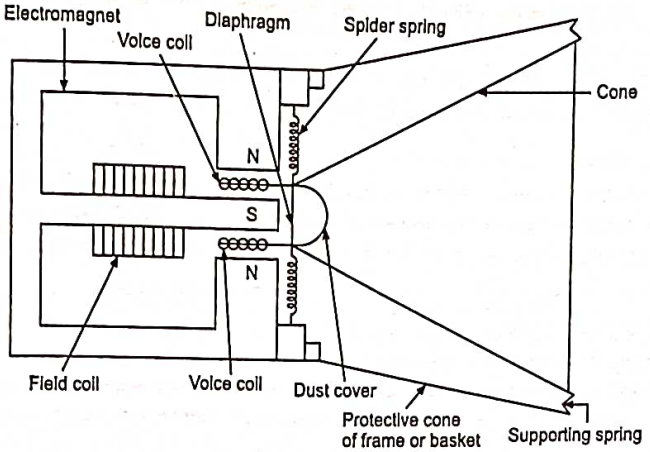
एक कुण्डली जिसको कि ध्वनि कुण्डली या voice coil कहा जाता है, शक्तिशाली (तथा uniform) चुम्बकीय क्षेत्र में रखी जाती है। जब voice coil से audio धारा pass करती है तो चुम्बकीय क्षेत्र तथा धारा के मध्य interaction होता है जिससे कि चल कुण्डली (moveable coil) पर बल लगता है। यह बल ऑडियो धारा के समानुपाती होता है जिससे कुण्डली अपने अक्ष के अनुदिश कम्पन करती है (causes vibratory motion of the coil), जिससे conical paper diaphragm में कम्पन होती है, अत: वायु में दाब परिवर्तन होते हैं तथा ध्वनि तरंगें उत्पन्न होती हैं।

§ 1.14 Electrodynamic Loudspeakers :

उच्च wattage वाले speakers हेतु permanent magnet के स्थान पर electromagnet का प्रयोग किया जाता है। जो लाउडस्पीकर electromagnet का प्रयोग करते है, electrodynamic loudspeakers कहलाते हैं।

"Electrodynamic Loudspeakers वह Loudspeakers होते हैं जो चुम्बकीय क्षेत्र व धारा के मध्य परस्पर सम्बन्ध के सिद्धान्त पर कार्य करते हैं किन्तु इसमें स्थायी चुम्बक की जगह वैद्युत चुम्बक का प्रयोग किया जाता है"

चित्र 1.13 में electrodynamic loudspeaker की संरचना प्रदर्शित है। एक core में लिपटी हुई large field coil द्वारा एक मजबूत व steady (निरंतरता वाला) चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न किया जाता है। चुम्बक pot आकार की होती है जिसका south pole center (केन्द में) पर तथा north pole periphery (परिधि में) पर होता है। core के इस विशेष आकार के कारण ही magnetic flux pole pieces के मध्य annular gap (अंगूठी से समान गोल आकार का गैप) में concentrated सीमित रहता है।



चित्र 1.13—Electrodynamic loudspeaker की संरचना

Voice coil को fiber या aluminum पर लपेटा जाता है (इसका वज़न हल्का रखने के लिये)। इसको annular gap के अन्दर रखा जाता है। ऑडियो सिगनल को amplifier की आउटपुट से प्राप्त करके voice coil पर apply किया जाता है। यह signal परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। दो चुम्बकीय क्षेत्रों के मध्य परस्पर interaction (सम्बन्ध) होने के कारण coil assembly में यांत्रिक कम्पन्न उत्पन्न होते हैं जो कि audio signals के अनुरूप होते हैं।

Coil में उत्पन्न कम्पन उससे जुड़े cone (शंकु) में transmit (संचरित) हो जाते हैं तथा इस प्रकार ध्वनि तरंगें उत्पन्न होती हैं।

इस माइक्रोफोन में field coil बहुत शक्तिशाली चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है तथा यह permanent magnet (स्थायी चुम्बक) द्वारा उत्पन्न किये गये चुम्बकीय क्षेत्र (जैसा कि moving coil type loudspeaker में होता है) से काफी ज़्यादा होता है।

अत:, इस प्रकार के loudspeakers moving coil type loudspeaker की तुलना में अधिक शक्ति handle कर सकते हैं। Electrodynamic type loudspeakers 20 W से 100 W तक की रेटिंग में उपलब्ध हैं। इनकी आवृत्ति अनुक्रिया भी मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर की तुलना में बेहतर होती है। किन्तु इन loudspeakers को electromagnet हेतु power supply की आवश्यकता होती है, अत: इनका cost moving coil type loudspeakers से अधिक होता है।

अभिलक्षण (Characteristics)—

(i) बेहतर दक्षता (40% से अधिक)

(ii) SNR : 40 dB

(iii) 25 Hz से 10 kHz तक लगभग flat आवृत्ति अनुक्रिया तथा tweeter का प्रयोग करके उच्च आवृत्ति अनुक्रिया में भी सुधार लाया जा सकता है।

(iv) 5% से कम non-linear distortion।

(v) निम्न आवृत्ति पर डायरैक्टिविटी omnidirectional किन्तु उच्च आवृत्तियों पर radiation horn के अक्ष के चारों ओर सीमित हो जाता है (conical (शंकु) shape में)।

(vi) Input impedance लगभग 15 Ω.

(vii) लाभ : उच्च क्षमता, अच्छी power handling क्षमता, छोटा डायफ्राम।

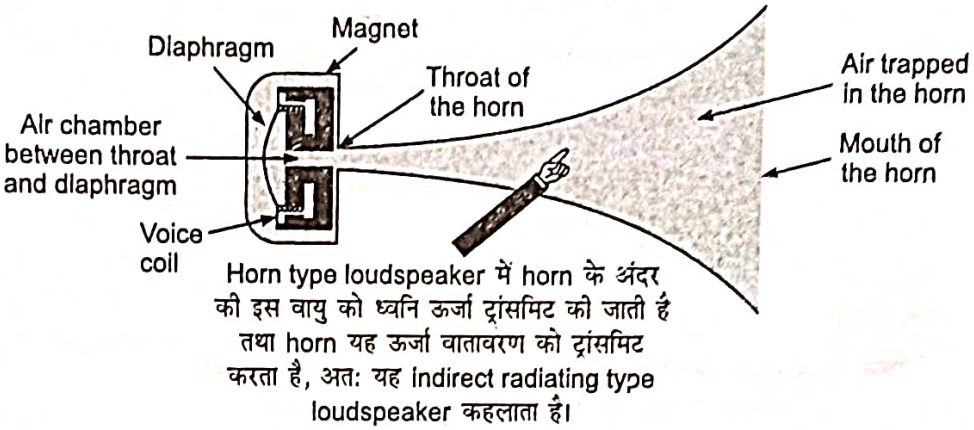
(viii) सीमायें : अधिक कीमत, बड़ा आकार।

the gap; it moves back and forth within a small circular volume in the magnetic structure. The gap establishes a concentrated magnetic field between the two poles of a permanent magnet; the outside of the gap being one pole, and the center post (called the pole piece) being the other. The pole piece and back plate are often a single piece, called the pole plate or yoke. Modern driver magnets are almost always permanent and made of ceramic, ferrite, alnico, neodymium or samarium cobalt.

§ 1.15 हार्न टाइप लाउडस्पीकर :

हार्न टाइप लाउडस्पीकर भी चुम्बकीय क्षेत्र में रखी moving coil का use करता है किन्तु ध्वनि को सीधे Space में विकरित (radiate) करने के बजाय यह ध्वनि पॉवर को horn के अन्दर की वायु (air trapped in fixed non-vibrating tapered or flared हार्न) को deliver करता है (प्रदान करता है) तथा हार्न के माध्यम से यह ध्वनि ऊर्जा (acoustic power) listener area की वायु को मिलती है। अत: horn type loudspeaker में sound power diaphragm से सीधे space में विकरित न होकर horn के माध्यम से space में विकरित होती है। इसी कारणवश horn type loudspeaker को indirect radiating लाउडस्पीकर कहा जाता है। अत: horn एक ध्वनि ट्रांसफार्मर का कार्य करता है जिससे free air की low impedance (निम्न प्रतिबाधा) व voice coil assembly की high impedance के मध्य बेहतर impedance matching प्राप्त होती है। परिणामत:, दक्षता में सुधार आता है। Horn type loudspeaker की दक्षता 40% से अधिक होती है जबकि cone type loudspeaker में यह मात्र 5% होती है।

संरचना (Construction)—हार्न एक tapered enclosure (शुण्डाकार बंद वस्तु) होता है (चित्र 1.14 (a) पुन: देखें) जिसका diameter (व्यास) एक सिरे पर बहुत कम होता है, जिसको कि throat (throat अर्थात् कण्ठ या गला) कहा जाता है तथा लगातार बढ़ते हुये दूसरे सिरे पर काफी अधिक हो जाता है जिसको mouth कहा जाता है। Throat व diaphragm के मध्य एक air chamber (वायु कक्ष) (trapped) होता है। यह chamber ध्वनि अवशोषक पदार्थों (sound absorbing materials) जैसे कि loose felt (ढीला कम्बन, ऊन तथा फर से बना कपड़ा) द्वारा line (अस्तर लगाना) किया जाता है। ड्राइवर यूनिट direct radiating type की भाँति होता है किन्तु इसमें paper cone नहीं होता है।



चित्र 1.14 (a)—हॉर्न टाइप लाउडस्पीकर

हार्न एक high pass filter की भाँति कार्य करता है, तथा इसकी कट-ऑफ आवृत्ति—

$$f_c = \frac{v_s A}{2\pi V}$$

where v_s = Velocity of sound (ध्वनि का वेग)

A = Area of cross section of Throat (थ्रोट का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल)

V = Volume of air chamber trapped between throat and diaphragm (थ्रोट तथा डायफ्राम के मध्य फंसी वायु का आयतन)

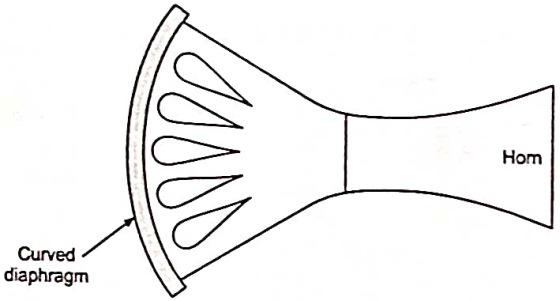
माउथ के diameter (व्यास) के terms (पदों) में, हार्न टाइप लाउडस्पीकर द्वारा पुनोंत्पादित की जा सकने वाली न्यूनतम आवृत्ति—

$$f = \frac{170}{d}$$

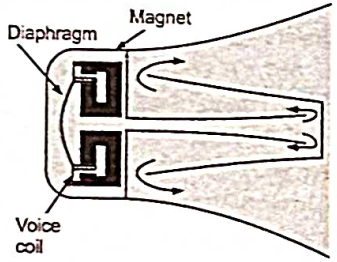
where d is the diameter of mouth in meters.

कार्यप्रणाली (Working)—जब voice coil में धारा प्रवाहित होती है तो यह चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। इस चुम्बकीय क्षेत्र का चुम्बक के चुम्बकीय क्षेत्र से परस्पर सम्बन्ध होता है, जिससे voice coil में गति होती है (to and fro)। अत: diaphragm भी vibrate (कम्पन्न) करता है। अत: diaphragm तथा throat के मध्य की वायु में उत्पन्न कम्पन throat पर horn की वायु को प्राप्त हो जाते हैं। Throat पर प्राप्त ध्वनि ऊर्जा horn से mouth की ओर बढ़ती है। चूँकि horn का diameter throat पर कम और mouth पर काफी अधिक होता है, अत: sound pressure throat पर अधिकतम होता है तथा mouth की ओर बढ़ने पर कम होता जाता है। अत: loudspeaker पॉवर air space को indirectly (अप्रत्यक्ष रूप से) प्राप्त होती है, अर्थात् horn एक ध्वनि परिणामित्र (acoustic transformer) का कार्य करता है। इसका लाभ यह होता है कि voice coil की प्रतिबाधा तथा acoustic impedance (ध्वनि प्रतिबाधा) के मध्य बेहतर impedance matching होती है, जिससे loudspeaker की दक्षता (efficiency) बढ़ जाती है। इससे एक छोटा डायफ्राम उच्च volume की ध्वनि उत्पन्न कर सकता है। इसकी frequency response भी अच्छी होती है।

उच्च आवृत्तियों पर diaphragm के विभिन्न बिन्दुओं से horn की दूरी असमान हो जाती है, जिससे phase difference (कलान्तर) तथा cancellation (निरस्तीकरण) उत्पन्न होने लगते हैं। इसके लिये विशेष चैम्बर्स का प्रयोग किया जाता है (चित्र 1.14 (b) देखें)।

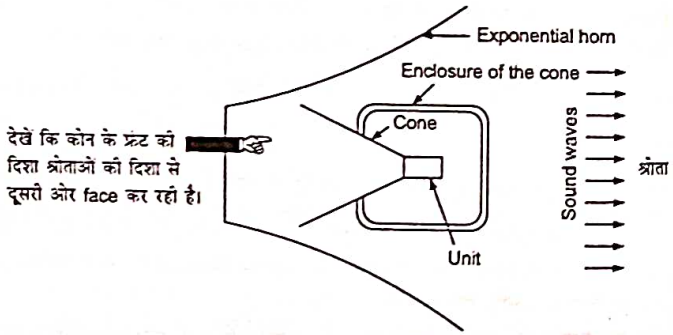


चित्र 1.14 (b)—Special chamber to compensate for unequal distances of the points on diaphragm for horn
(डायफ्राम के विभिन्न बिन्दुओं से असमान दूरी की समस्या के निदान हेतु विशेषतया अभिकल्पित कक्ष)



चित्र 1.14 (c)—Horn को fold करके उसकी लम्बाई बढ़ाना

निम्न आवृत्ति अनुक्रिया को सुधारने हेतु large size horn की आवश्यकता होती है (लगभग 2 m लम्बाई तथा 1 m diameter का mouth size)। चूँकि इतना बड़ा horn बनाना प्रैक्टिकल नहीं है अत:, horn structure (हॉर्न संरचना) को fold back (वापस मोड़कर) करके physical space (भौतिक स्थान) कम की जाती है (छोटा throat high frequency response better करता है, बड़ा mouth low frequency response better करता है) (चित्र 1.14 (c))।



चित्र 1.14 (d)—Horn for high fidelity (Hi-Fi) systems

Hi-Fi system हेतु low frequency horn चित्र 1.14 (d) में प्रदर्शित है। Cone का front श्रोताओं की दिशा से उल्टा लगा है, किन्तु cone का enclosure तथा exponential horn इस प्रकार स्थापित है जिससे output श्रोताओं की दिशा में होती है। इस प्रकार का horn कमरे के कोने (corner) में रखा जाता है जिससे दोनों दीवारों को horn के विस्तार के रूप में use किया जा सके।

A horn loudspeaker is a loudspeaker which uses an acoustic horn to increase the overall efficiency of the driving element. It consists of a compression driver which produces sound waves with a small metal diaphragm vibrated by an electromagnet, attached to a horn, a flaring duct (खुलती हुई नली) to conduct the sound waves to the open air. The horn serves to improve the coupling efficiency between the speaker driver and the air. The horn is an acoustic transformer (ध्वनि परिणामित्र) that provides impedance matching between the relatively dense diaphragm material and the less-dense air. The result is greater acoustic output power from a given driver. The angular coverage (कोणीय विस्तार) (radiation pattern) of the horn is determined by the shape and flare of the mouth. A major problem of horn speakers is that the radiation pattern varies with frequency; high frequency sound tends to be emitted in narrow beams with poor off-axis performance.

Its principle is the same as that of moving coil direct radiating cone loudspeaker. The interaction of the magnetic field due to current in the voice coil with the magnetic field of the magnet causes a force to act on the coil. The coil moves to and fro and causes vibrations of the diaphragm. However it does not use a cone and hence does not deliver sound to open space directly. Instead it delivers sound to air trapped in a horn which, in turn, radiates sound to the open space.

So, it is clear from the above discussion that the horn does acoustically what the cone does mechanically. The horn acts as an acoustic transformer. This allows better impedance matching between low impedance of the free air and the high impedance of the vibrating voice coil assembly. Eventually, the system efficiency increases. The efficiency of a horn type speaker is more than 40% as compared to only 5% efficiency of cone type speaker.

The horn is a tappered enclosure whose diameter increases from a small value throat at one end to a large value mouth at the other end. There is an air chamber trapped between throat and diaphragm. The chamber is lined with sound absorbing material like loose felt. The driver mmf is similar to direct radiating type except that the paper cone is not present.

The exponential horn is a straight circular tube whose cross sectional area flares logarithmically along its length from the throat onwards.

The horn acts as a high pass filter.

At high frequencies, distances of different points on the diaphragm from the horn will not be equal, causing phase difference and hence resultant cancellation. To combat this difficulty, special chambers have been designed.

To improve low frequency response, we need horn of large size. The length of the horn may be as big as 2 m and diameter of the mouth 1 metre. Such large dimensions for a horn are almost impractical, and hence horn structure is folded back in itself to save physical space (low frequency response is improved by wide mouth and high frequency response by small throat).

- *Efficiency is good, more than 40%.*
- *Signal to noise ratio (SNR) is more than 40 dB.*
- *Almost flat frequency response from about 25 to 10 kHz. The high frequency response can be further improved by using a tweeter.*
- *Non-linear distortion is less than 5%.*
- *Directivity is different at different frequencies. At low frequencies it nearly omnidirectional. However, at high frequencies, the radiation concentrated in a narrow cone around the axis of the horn.*
- *Input impedance is about 15 Ohms.*

विचार प्रश्न

प्रश्न : एक music system के साउन्ड पुनरोत्पादन में अच्छी fidelity (faithfulness) प्राप्त करने के प्रयास में loudspeaker सबसे कमजोर कड़ी हैं। क्यों?

Hint: *The loudspeakers are almost always the limiting element one the fidelity of a reproduced sound in either home or threatre. The other stages in sound reproduction are mostly electronic and due to modern advancements in electronic technologies, the electronic components are highly developed. The loudspeaker involves electromechanical processes where the amplified audio signal must move a cone or other mechanical device to produce sound like the original sound wave. This process involves many difficulties resulting in various complications and usually is the most imperfect of the steps in sound reproduction.*

§ 1.16 कोन टाइप तथा हॉर्न टाइप लाउडस्पीकर्स की तुलना (Comparison of Cone type and Horn type Loudspeaker) :

Table : Comparison of direct radiating type and indirect radiating type loudspeakers

Characteristics	Direct radiating type (Cone type)	Indirect radiating type (Horn type)
(i) Principle of producing driving force (same in both types)	Interaction between two magnetic fields (motor-action)	Interaction between two magnetic fields (motor-action)
(ii) Diaphragm	Light diaphragm of aluminium which is extended in the form of paper cone.	Light diaphragm of aluminium. No paper cone.
(iii) Transfer of mechanical energy to the air in the listeners area in the form of acoustic energy (or sound)	The paper cone directly transfers acoustic energy to the listener's air.	Mechanical energy of diaphragm is transferred to the throat through air chamber and then to the horn, and finally to the air.
(iv) Matching of mechanical impedance of diaphragm to the acoustic impedance	No matching (hence, low efficiency)	Matching is achieved as the horn works as an acoustic transformer. Low impedance of free air is matched with high impedance of diaphragm. (Leading to higher efficiency)
(v) Efficiency	About 5%	More than 40%
(vi) Frequency response	Poor, 500-5000 Hz. Needs woofer for lower frequencies and tweeter for higher frequencies.	Much better as it acts as a high pass filter. The cut of frequency may be as low as 30 Hz. Frequency response is 30-10000 Hz.
(vii) Signal to noise ratio	30 dB	40 dB
(viii) Distortion	About 5-10%	Less than 5%
(ix) Directivity	Broad cone about the axis of the radiator. It is more directive for high audio frequencies.	Almost same as that of direct radiating counterpart.
(x) Power handling capacity	Moving coil type works up to 20 watts. Electro-dynamic type can work 20 to hundred watts.	20 watts and above up to a few hundred watts. (Much more power handling capacity than direct radiating counterparts.)

Characteristics	Direct radiating type (Cone type)	Indirect radiating type (Horn type)
(xi) Impedance	2 to 32 Ω for moving coil type and up to 200 Ω for electro-dynamic type.	16 Ω
(xii) Size	Compact	Larger
(xiii) Cost	Low	Higher
(xiv) Applications	Radio receivers, TV receivers, record players, video cassette players, small audience.	Public address system for large audience, music shows big auditorium, stadium.

विचार प्रश्न

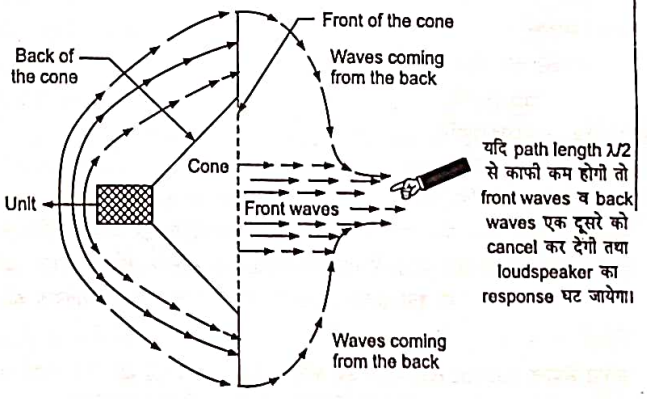
(i) किस लाउडस्पीकर में paper cone नहीं होता?
(ii) कौन सा लाउडस्पीकर indirect radiator होता है?
(iii) किस लाउडस्पीकर में impedance matching की व्यवस्था नहीं होती?
(iv) Power handling capacity किस लाउडस्पीकर की बेहतर होती है?
(v) कौन सा लाउडस्पीकर महंगा होता है?
(vi) एक बहुत विशाल जनसभा को सम्बोधित करने हेतु कौन-सा स्पीकर उपयुक्त रहेगा?

§1.17 Baffle and Enclosures :

वह दृढ़ तथा फ्लैट पदार्थ जो कि लाउडस्पीकर शंकु के किनारों को बढ़ाकर उसकी प्रभावी लम्बाई बढ़ाने हेतु प्रयुक्त किया जाता है बैफल कहलाता है। बैफल का प्रयोग करके निम्न आवृत्तियों को क्षीणन से बचाया जा सकता है।

Rigid flat material used to extend the edges of a loudspeaker cone to increase the effective length of the acoustic transmission path between the front and back of the cone and to save the low frequencies from attenuation, is called baffle.

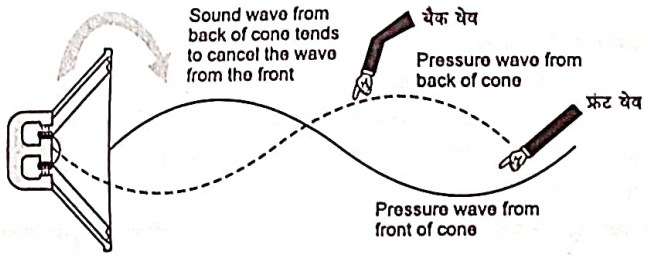
बैफल की आवश्यकता (Need of Baffle)—चूँकि कोन (cone) के दोनों ओर (अर्थात् front तथा back में) वायु होती है, अत: कोन दोनों ओर से ध्वनि radiate करता है। जब कोन आगे की ओर (forward) move करता है तो कोन के आगे वाली वायु में सम्पीड़न (compression) तथा कोन के पीछे वाली वायु विरलन (rarefaction) उत्पन्न होते हैं। जब कोन पीछे की ओर (backward) move करता है तो कोन के पीछे वाली वायु में सम्पीडन (compression) तथा कोन के आगे वाली वायु में विरलन (rarefaction) उत्पन्न होते हैं। अत: कोन के आगे तथा पीछे वाली वायु में उत्पन्न होने वाली ध्वनि तरंगें विपरीत कला (opposite phase is 180° out of phase) में होती हैं। पीछे की sound waves leak या diffract होकर आगे



चित्र 1.15 (a)

के sound waves से मिलती है (चित्र 1.15 (a) देखें)। यदि यह path length $\lambda/2$ की अपेक्षा कम होता है तो यह दोनों waves (अर्थात् कोन के आगे की ओर उत्पन्न होने वाली sound waves तथा कोन के पीछे से leak या diffract होकर आगे की ओर पहुँचने वाली sound waves) एक दूसरे को लगभग cancel कर देती है जिससे loudspeaker की response तेजी से घट जाती है। अत: यदि radiate की गयी ध्वनि तरंगों की आवृत्ति कम होती है (तथा वेवलैंथ अर्थात् तरंगदैर्ध्य λ अधिक होता है) तो आगे की तरंगों तथा पीछे से आगे आने वाली तरंगों के मध्य path difference radiated wavelength λ की तुलना में काफी कम होता है इन दोनों तरंगों के मध्य 180° कलान्तर होने के कारण radiated energy बहुत कम हो जाती है। अत: कम आवृत्ति वाली तरंगों को क्षीणन से बचाव के लिये एक भौतिक अवरोधक (physical barrier) का use करके front तथा back के मध्य की प्रभावी लम्बाई को बढ़ा दिया जाता है तथा इससे path difference बढ़ जाता है। यही physical barrier baffle कहलाता है।

Back-to-Front Cancelation—



चित्र 1.15 (b)—Back to front cancellation

While the front surface of the cone of a loudspeaker is pushing forward to create a sound wave by increasing air pressure, the back surface of the cone is lowering the air pressure. Since the wavelengths of low frequency sound are large compared to the size of the speaker, and since those low frequencies readily diffract around the speaker cone, the sound wave from the back of the cone will tend to cancel that from the front of the cone (see Fig. 1.15 (b)). For most bass frequencies (lower audio frequencies), the wavelength is so much longer than the speaker diameter that the phase difference almost approaches 180°, and hence opposite phase back waves lead to a severe loss of bass from this back-to-front cancelation. The physical barrier to prevent the above cancellation is called a baffle.

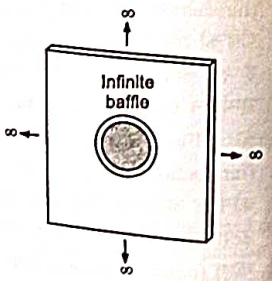
This is one of the reasons why even the best cone-type loudspeaker must have an enclosure to produce good sound.

बैफल्स चार प्रकार के होते हैं—

(i) Finite Baffle
(ii) Infinite Baffle
(iii) Enclosure
(iv) Bass-Reflex Baffle

Finite Baffle—टी० वी० रिसीवर या रेडियो रिसीवर की लकड़ी वाली कैबीनेट finite baffle की तरह व्यवहार करती है। यह बैफल्स finite size के होने के कारण अधिक उपयोगी नहीं होते हैं तथा इनमें diffraction के कारण निम्न आवृत्ति सिगनल का क्षय होता है।

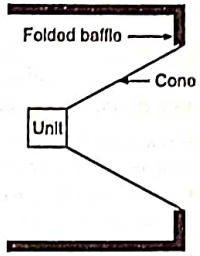
अनन्त बैफल (Infinite Baffle)—एक आदर्श अनन्त बैफल वह होता है जिसकी अनन्त lateral dimensions (पार्श्व विमायें) हों (चित्र 1.15 (c) देखें)। हालांकि इस प्रकार का



चित्र 1.15 (c)—Infinite baffle (अनंत बैफल)

बैफल feasible (सम्भव) नहीं है, लेकिन, यदि baffle की dimensions इतनी अधिक है जिससे यह आवृत्ति जिस पर path length $\lambda/2$ है, न्यूनतम प्रयुक्त की जाने वाली आवृत्ति से काफी कम है, तो ऐसे baffle को अनन्त बैफल (infinite baffle) कहा जा सकता है। उदाहरणत: यदि किसी घर की दीवार में एक पतला सा छेद है तो दीवार पीछे के sound को speaker के front में आने से रोक देगी तथा इस प्रकार दीवार infinite baffle की तरह व्यवहार करेगी।

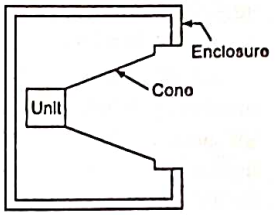
चूँकि व्यवहारिक infinite baffle के dimensions बहुत अधिक होने चाहिये, अत: इसके size को कम करने के लिये कई designs का use किया गया है। एक ऐसा ही design चित्र 1.15 (d) में प्रदर्शित है जहाँ baffle को कोने पर मोड़ दिया गया है।



चित्र 1.15 (d)—Folded baffle

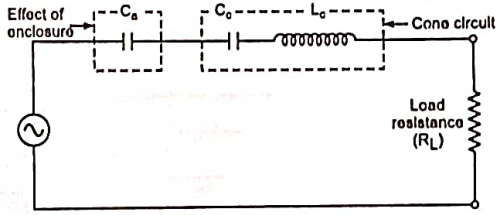
The term infinite baffle visualizes (imagines) a loudspeaker mounted in an infinite plane with unlimited volume (infinite walls) behind it so that there is no chance left for back waves to cone to the front side, but in practical the term may refer to a loudspeaker mounted in the surface of a flat wall with considerable volume of air behind it. Because of the elastic properties of the loudspeaker suspension, it may exhibit its natural free-cone resonance, but will almost be free of the diffraction or leakage effects observed with a small speaker, and essentially free of the compression of the air behind the loudspeaker cone.

एनक्लोज़र्स (Enclosures)—यदि किसी लाउडस्पीकर को आगे से खुले एक डिब्बे में बंद कर दिया जाता है तो यह डिब्बा एक अनन्त बैफल का कार्य करता है क्योंकि यह कोन के पीछे की तरंगों को आगे आने से रोक देता है (चित्र 1.15 (e) देखें)। इस प्रकार का बंद डिब्बा (closed box) एनक्लोज़र कहलाता है।



चित्र 1.15 (e)—Basic enclosure

अत: enclosure के आगे की opening से cone अपने front वाली air को vibrations transmit कर देता है, जबकि डिब्बा बन्द होने के कारण पीछे वाली waves आगे नहीं आ सकतीं। Enclosure के लिये 18 mm मोटाई वाली plywood का इस्तेमाल किया जा सकता है। Solid timber (ठोस लकड़ी) को प्रयुक्त नहीं करना चाहिये क्योंकि timber grain (लकड़ी के सूक्ष्म कण) ऑडियो आवृत्ति रेंज के अंदर की कई आवृत्तियों पर अनुनाद उत्पन्न कर सकती है। डिब्बा air tight (हवा बंद) होना चाहिये तथा सारे जोड़ अच्छे से चिपके होने चाहिये (properly glued) तथा back bond के सारे तार व टर्मिनल properly sealed होने चाहिये। लाउडस्पीकर कोन हेतु छिद्र (hole or opening) का accurately काटा जाना चाहिये तथा इसके कोनों में adhesive की सहायता से proper sealing कर देनी चाहिये ताकि यहाँ से वायु लीक न कर सके।



चित्र 1.15 (f)—Effect of enclosure compliance on the resonant frequency

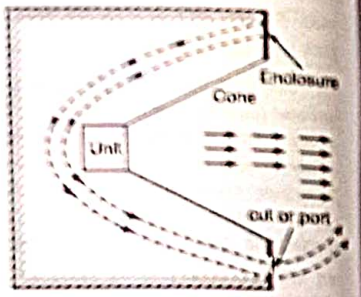
एक enclosure का तुल्य परिपथ चित्र 1.15 (f) में प्रदर्शित है चूँकि बॉक्स के अंदर की air का कोई motion (गति) नहीं होता, अत: इसमें inertness (या inductive effect) नहीं होता। किन्तु vibrating cone का pressure cabinet (कक्ष) के अंदर की वायु में pressure changes (दाब परिवर्तन) उत्पन्न करता है जिसके कारण compliance (या capacitive effect) उत्पन्न होता है। यह capacitive effect सिस्टम के resonance frequency को बढ़ा देता है।

C_a cabinet में बंद वायु का compliance है, तथा cone compliance C_c व cone mass (inductance) L_c के श्रेणी में हैं। चूँकि C_a व C_c श्रेणीक्रम में हैं, अत: तुल्य धारिता कम हो जाती है $\left(C_{eq} = \frac{C_a C_c}{C_a + C_c}\right)$ तथा resonance आवृत्ति बढ़

जाती है $\left(\therefore f_r \propto \frac{1}{\sqrt{C_{ac}}}\right)$। बॉक्स को ज्यादा छोटा नहीं किया जा सकता नहीं तो C_{ac} बहुत कम हो जायेगा। लेकिन, एक बहुत ही कम self resonant frequency वाला loudspeaker को एक छोटे से box में बंद किया जा सकता है।

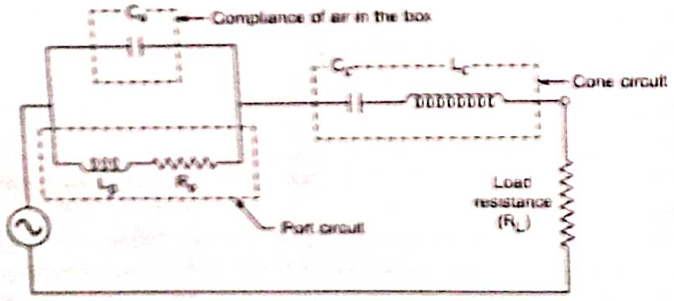
When a loudspeaker is mounted in a closed box with an opening in the front (to enable the cone to transmit its vibrations to the air in front), the box serves the purpose of infinite baffle because the waves from the back of the cone will not be able to come to the front side. Such a closed box is called an enclosure.

बास-रिफलैक्स बैफल (Bass Reflex Baffle)—इस सिस्टम में ऐसी व्यवस्था कर दी जाती है जिससे कोन के पीछे के radiation कोन के आगे के radiations को कमजोर करने के बजाय इसे और अधिक मजबूत कर देते हैं (चित्र 1.15 (g) देखें) इसमें enclosure के अंदर एक port या cut बना दिया जाता है जो कि अंदर की वायु को एक अतिरिक्त $\frac{\lambda}{2}$ का path difference प्रदान कर देता है। अतः front wave तथा cone के पीछे से आने वाली वायु के मध्य कुल phase difference 180° + 180° = 360° हो जाता है तथा दोनों तरंगें एक दूसरे को cancel करने के बजाय reinforce (अर्थात् add-up) करती हैं।



चित्र 1.15 (g)—Bass reflex enclosure

इस प्रकार का port air में inertness उत्पन्न करता है तथा friction (resistance) भी उत्पन्न करता है। इसका तुल्य परिपथ चित्र 1.15 (h) में प्रदर्शित है। इस सर्किट से पता चलता है कि port युक्त enclosure सर्किट सामान्यतया अनुनादीय परिपथ की तरह व्यवहार करता है जिसके compliance C_{ac}, inertia L_p तथा friction R_p होते हैं। कोन एक श्रेणी अनुनादीय परिपथ की तरह व्यवहार करता है, जिसमें compliance C_c व inertia L_c होते हैं। सिस्टम इस प्रकार डिजाइन किया जाता है जिससे यह दोनों resonant circuit एक दूसरे को offset (cancel) कर देते हैं। दोनों circuit का quality factor Q भी कायम रखा जाता है, तथा इसके लिये दीवारों के अंदर की ओर ध्वनि अवशोषण पदार्थ (sound absorbent material) का use किया जाता है, या फिर port के ऊपर grill cloth रख दिया जाता है, जो कि friction को (तथा, इस प्रकार resistance को) बढ़ा देता है।



चित्र 1.15 (h)—Equivalent acoustic circuit for bass reflex enclosure

इस enclosure के अनुनादीय आवृत्ति

$$f_r = 0.025\left(\frac{A}{V^2}\right)^{0.25}$$

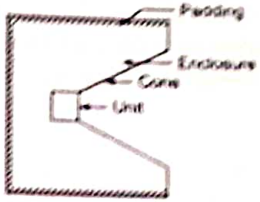
जहाँ A = पोर्ट का area (m^2 में)

V = Enclosure का volume (m^3 में)

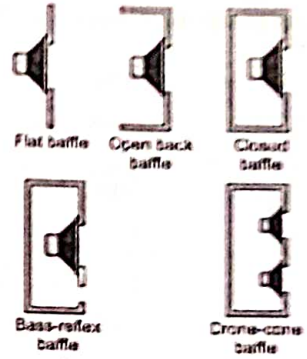
Bass Reflex Enclosures—In this system, radiation from the back of the cone is used to strengthen the front radiation rather than weaken it. Here, the port or cut is so designed that it permits flow of air from the rear to the front with additional path difference of $\lambda/2$ (or phase difference of 180°). Thus the phase difference between the back wave coming out from the port and the front wave caused directly by the cone is 180° + 180° = 360° (equivalent to zero), and therefore the two waves reinforce each other.

Types of Enclosures—

The production of a good Hi-Fi loudspeakers requires that the speakers be enclosed because of a number of fundamental properties of loudspeakers. On putting a single dynamic loudspeaker in a closed box improves its sound quality dramatically. Modern loudspeaker enclosures typically have multiple loudspeakers with a crossover network to provide a more nearly uniform frequency response across the complete audio frequency range. Other modern techniques such as those used in bass reflex enclosures may be used to extend the useful bass range of the loudspeakers.



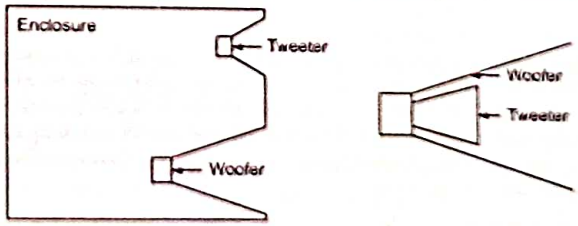
चित्र 1.15 (i)—Enclosure with padding on the inner walls



चित्र 1.15 (j)—Different types of Enclosures

§ 1.18 मल्टी-वे स्पीकर सिस्टम—यूफर्स तथा ट्वीटर्स (Multi-Way Speaker System-Woofers and Tweeters):

एक सिंगल लाउडस्पीकर सम्पूर्ण ऑडियो रेंज (20 Hz से 20 kHz) के लिये flat response (एकसार अनुक्रिया) प्रदान नहीं कर सकता। यहाँ तक कि व्यवहारिक Hi-Fi range (40 Hz से 15 kHz) में भी flat response प्रदान कर पाना एक लाउडस्पीकर के बस की बात नहीं है। खुले लाउडस्पीकर में reverse phase (विपरीत कला) की back waves (पृष्ठ तरंगें) निम्न आवृत्तियों को कमजोर करती हैं जबकि बंद लाउडस्पीकर (enclosure) में बक्से के अंदर की वायु का compliance (capacitive effect) cone system में compliance के श्रेणी में आकर loudspeaker की अनुनाद आवृत्ति को बढ़ा देता है। उच्च आवृत्ति में होने वाला क्षय (loss) diaphragm के (तथा cone system) mass (inductive effect) के कारण होता है। अतः एक single loudspeaker दोनों चीजें, अच्छी bass (low frequency response) तथा smooth treble (high frequency response) उत्पन्न नहीं कर सकता।



चित्र 1.16—(a) Woofer and Tweeter in common enclosure (b) Dual cone loudspeaker

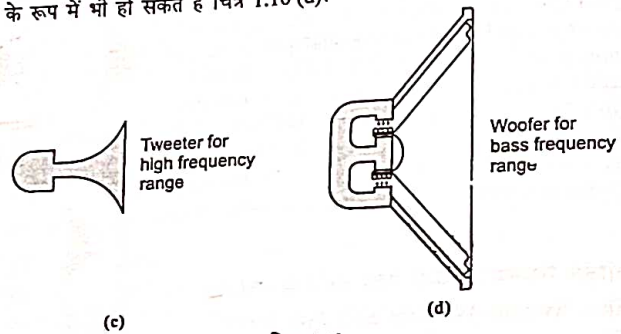
उपरोक्त समस्या के समाधान हेतु ऑडियो आवृत्ति स्पैक्ट्रम को दो या तीन भागों में बाँट दिया जाता है तथा प्रत्येक भाग के लिये अलग-अलग लाउडस्पीकर डिजाइन किये जाते हैं, ताकि प्रत्येक लाउडस्पीकर को आवृत्ति की छोटी रेंज ही कवर करनी

पड़े। जो स्पीकर्स low audio frequencies (16 Hz से 1 kHz) को कवर करते हैं, woofers कहलाते हैं। जो speakers उच्च ऑडियो आवृत्तियों (1 kHz से उच्च) को कवर करते हैं, tweeters कहलाते हैं। कभी-कभी एक स्पीकर, जिसको कि squawker (स्कवैकर) कहा जाता है, use किया जाता है, जो कि mid frequency range (500 Hz से 5 kHz) को कवर करता है।

तालिका 1.3

Woofers	16 Hz से 1 kHz
Squawker	Above 1 kHz
Tweeters	500 Hz से 5 kHz

वूफर्स तथा ट्वीटर्स एक ही enclosure में रखे गये अलग-अलग स्पीकर हो सकते हैं (चित्र 1.16 (c) या फिर dual cone loudspeaker के रूप में भी हो सकते हैं चित्र 1.16 (d)।



चित्र 1.16

A single loudspeaker cannot provide flat response for the whole audio frequency range from 16 Hz to 20000 Hz, and not even for the Hi-Fi range of 40 Hz to 15000 Hz. Lower frequencies are weakened by the back sound waves of reverse phase in an open speaker. In closed box, the compliance of the trapped air comes in series with the compliance of the cone system and hence increases the resonance frequency of the loudspeaker (by decreasing the overall effective capacitance effect). The loss effect at high frequencies is due to mass (or inductive effect) of the diaphragm (including cone). Hence, a single speaker is not able to produce both, the good solid bass response and the smooth crisp treble response. Even the best of them can only produce just acceptable bass and treble which will not satisfy the Hi-Fi requirements.

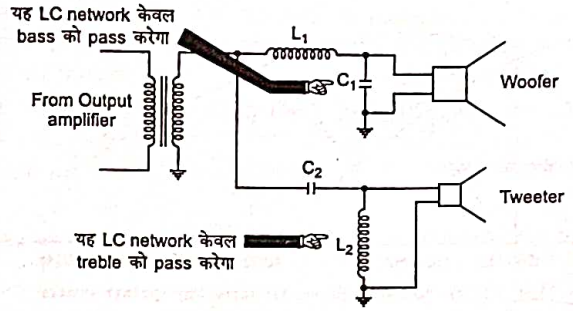
In order to solve the problem, the audio frequency range is divided into at least two and preferably three parts. Separate speakers are designed exclusively for each part, so that each speaker has to cover only its own small range of frequency. The speakers which cover low frequencies from 16 Hz to 1000 Hz are called Woofers. The speakers which cover higher audio frequencies (greater than 1 kHz) are called Tweeters. Often a third speaker, called Squawker is used for mid frequency range from 500-5000 Hz and in that case woofer works only upto 500 Hz and tweeter from 5000 Hz onwards.

Woofer and tweeters can either be separate speakers mounted in common enclosure, or alternately there can be a dual cone loudspeaker arrangement.

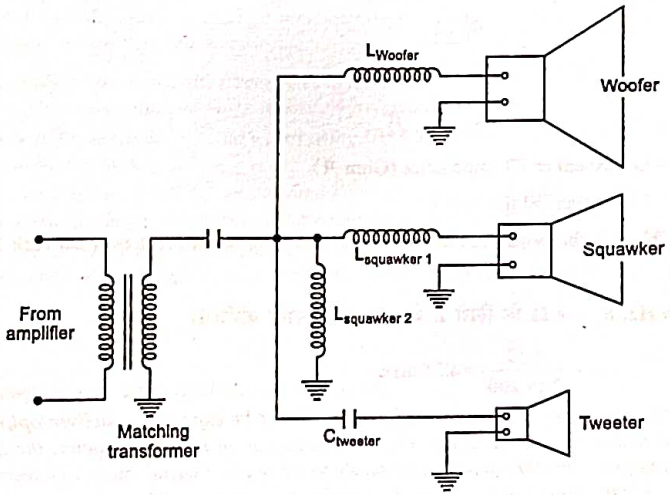
§ 1.19 क्रॉस-ओवर नैटवर्क (Cross Over Networks) :

पिछले खण्ड में हमनें देखा कि audio frequency range को cover करने हेतु तीन प्रकार के speakers, (woofers, tweeters तथा squawkers) का use किया जाता है। यदि किसी सिस्टम में flat response प्राप्त करने हेतु multiway speaker system (बहुपथ स्पीकर सिस्टम) का प्रयोग किया जाता है, तो यह आवश्यक हो जाता है कि incoming signal

को भी अलग-अलग आवृत्ति range में बाँट दिया जाये। ऐसे netwo.k जो कि आने वाले audio सिगनल को दो या तीन भागों में विभाजित कर देते हैं (woofer-tweeter system के लिए दो भागों में तथा woofer-squawker-tweeter system के लिये तीन भागों में), cross over networks कहलाते हैं।



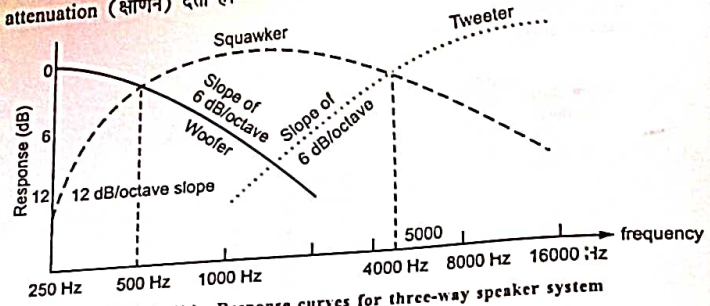
चित्र 1.17 (a)—Basic cross-over network



चित्र 1.17 (b)—Three way speaker system (separating the frequency range into three parts)

Cross over networks की अनुपस्थिति में speakers (i.e., woofers, tweeters तथा squawkers) को उनकी आवृत्ति रेंज के बाहर के सिगनल भी अनावश्यक रूप से प्राप्त होते हैं जिससे speakers में overheating (अधिक गर्म होना) हो जाती है तथा output में विरूपण उत्पन्न हो जाता है। इससे system की दक्षता (efficiency) बहुत कम हो जाती है। एक cross over system चित्र 1.17 में प्रदर्शित है। Woofer की इनपुट पर एक low pass filter (जिसमें L_1 series में तथा C_1 shunt में हैं जिससे low frequencies (bass) pass होती है तथा उच्च आवृत्तियाँ block हो जाती है) दिया गया है जबकि tweeter की input पर एक high pass filter दिया गया है (इसमें C_2 series में तथा L_2 shunt में हैं जिससे उच्च आवृत्तियाँ (treble) pass होती हैं तथा निम्न आवृत्तियाँ block हो जाती हैं) इन फिल्टर्स में L व C की values को इस प्रकार चयनित किया जाता है ताकि यह filters अपने-अपने स्पीकर्स के लिये आवश्यक range को ही पास करते हैं तथा शेष आवृत्तियों को रोक देते हैं।

इस प्रकार speakers को अपनी range के बाहर की अनावश्यक आवृत्तियाँ नहीं मिलती जिससे system की efficiency बेहतर प्राप्त होती है। चित्र 1.17 (c) में एक cross over network का frequency response curve प्रदर्शित है। यह प्रत्येक octave में 12 dB का attenuation (क्षीणन) देता है।



चित्र 1.17(c)—Response curves for three-way speaker system

चित्र 1.17 में L व C की गणना निम्न सूत्रों द्वारा की जा सकती है—

$$L = \frac{R_L\sqrt{2}}{2\pi f_c}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_c R_L\sqrt{2}}$$

जहाँ R_L = Loudspeaker का impedance (Ohm में)

f_c = Cross over आवृत्ति (Hz में)

यदि two-way की जगह three-way speaker use किया जाना है तो उसका cross over network चित्र 1.17 (b) में प्रदर्शित है।

उदाहरण—$f_c = 200$ Hz, $R_L = 4\ \Omega$ के लिये L के मान की गणना कीजिये।

हल— $$L = \frac{4\sqrt{2}}{2\pi \times 200} = 4.31 \text{ mH}.$$

Even with a good enclosure, a single loudspeaker cannot be expected to delivcr optimally balanced sound over the full audible sound spectrum. For the production of high frequencies, the driving element should be small and light to be able to respond rapidly to the applied signal. Such high frequency speakers are called tweeters. On the other hand, a bass speaker should be large to efficiently impedance match to the air. Such speakers, called woofers, must also be supplied with more power since the signal must drive a larger mass. Another factor is that the ear's response curves discriminate against bass, so that more acoustic power must be supplied in the bass range. It is usually desirable to have a third, mid-range, speaker to achieve a smooth frequency response. The appropriate frequency signals are routed to the speakers by a crossover network.

When a multiway loudspeaker system is used to get flat frequency response for the entire range of audio frequencies, it is essential to have a cross-over network to divide the incoming signal into separate frequency ranges for each speaker. In the absence of crossover networks, the speakers will suffer overheating and the output will be distorted when full power at frequencies outside their range is fed to them. Overall efficiency will be much reduced in the absence of crossover networks.

§1.20 वायरलैस माइक्रोफोन (Wireless Microphone) :

Wireless microphone का तात्पर्य है बिना cable का microphone. इस प्रकार के microphone में एक छोटा सा radio transmitter होता है, जो कि audio signal को microphone से radiowaves द्वारा किसी निकटवर्ती स्थित receiver को ट्रांसमिट करता है। वायरलैस microphones को मनोरंजन उद्योग, टेलीविज़न ब्रॉडकास्टिंग, public speaking में use किया जाता है। इस प्रकार के माइक्रोफोन का use करके स्टेज पर कोई प्रोग्राम प्रस्तुत करने वाला व्यक्ति या कोई वक्ता या लैक्चर देने वाला व्यक्ति freely move कर सकता है। वायरलैस microphone system के मुख्य घटक हैं—

- Microphone जो कि वक्ता अपनी पॉकेट के ऊपर लगा लेता है (उदाहरण Lavalier microphone)।
- Transmitter जो कि microphone में ही होता है, तथा radio signal transmit करता है।
- Receiver जो कि transmitter द्वारा भेजे गये radio signals को receiver करता है व audio signals में convert करता है।

A wireless microphone is a microphone without a physical cable connecting it directly to the sound recording or amplifying equipment with which it is associated. It has a small, battery-powered radio transmitter in the microphone body, which transmits the audio signal from the microphone by radio waves to a nearby receiver unit, which recovers the audio. The other audio equipment is connected to the receiver unit by cable. Wireless microphones are widely used in the entertainment industry, television broadcasting, and public speaking to allow public speakers, interviewers, performers, and entertainers to move about freely while using c microphone to amplify their voices.

- *There are many different standards, frequencies and transmission technologies used to replace the microphones cable connection and make it into a wireless microphone.*
- *They can transmit, for example, in radio waves using UHF or VHF frequencies, FM, AM, or various digital modulation schemes.*
- *Some low cost models use infrared light. Infrared microphones require a direct line of sight between the microphone and the receiver, while costlier radio frequency models do not.*
- *Some models operate on a single fixed frequency, but the more advanced models operate on a user selectable frequency to avoid interference, and allow the use of several microphones at the same time.*
- *Also known as a radio microphone,*

Difference Between Wired and Wireless Microphones

- *Traditional wired microphones convert sound into an electrical audio signal that is sent to a sound system through a cable.*
- *Wireless microphones convert sound into radio signals which are then sent from a transmitter to a receiver which sends it to the sound system.*
- *The process is somewhat similar with the key difference being that wireless mic systems are actually using radio frequencies to transmit the sound.*
- *Easier mobility and increased freedom*

Key Components

- *The Microphone*
- *Transmitter*
- *Receiver*

***Wireless Microphones** come in many different styles, each with a specific purpose.*

2 हाई-फाई स्टीरियो पद्धति
(HI-FI STEREO AND ITS SYSTEM)

THINK ABOUT IT

Most of the important things in the world have been accomplished by people who have kept on trying when there seemed to be no help at all

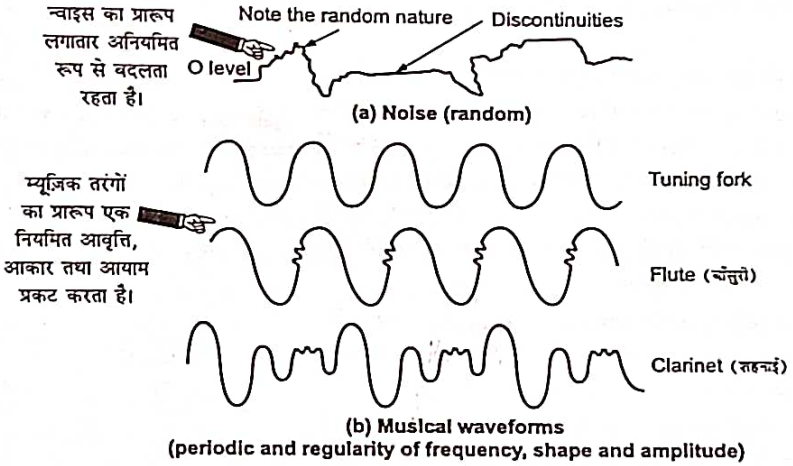
—Dale Carnegie

§ 2.1 परिचय (Introduction) :

वातावरण में उपस्थित अवांछित सिगनल noise कहलाते हैं। वांछित signal में उत्पन्न विकृति distortion कहलाती है। इस अध्याय में noise distortion के विषय में अध्ययन किया जायेगा।

§ 2.2 Noise :

वातावरण में उपस्थित कोई भी अवांछनीय सिगनल न्वाइस कहलाता है। किसी ऑडियो सिस्टम के लाउडस्पीकर से आने वाला unwanted sound भी noise कहलाता है।



चित्र 2.1

Noise तथा music में मुख्य अंतर यह होता है कि music sound में periodicity होती है (अर्थात् एक समय के बाद वह स्वयं को repeat करता है), आवृत्ति की नियमितता होती है, उसका आकार नियमित होता है, उसका आयाम भी नियमित होता है तथा उसमें निरंतरता होती है। Noise में व्यक्त सभी बातें नहीं होती। Noise एक random nature (अनियमित प्रकृति) का सिगनल होता है जिसमें आवृत्ति, आकार तथा आयाम की नियमितता नहीं होती तथा निरंतरता नहीं होती, discontinuities होती है। चित्र 2.1 में noise व musical waveforms प्रदर्शित हैं।

सामान्य शोर (Ambient Noise)—किसी वातावरण में उपस्थित शोर का सामान्य स्तर ambient noise कहलाता है। विभिन्न स्थितियों व वातावरणों में इसका मान भिन्न होता है (तालिका 2.1 देखें)। इस तालिका से स्पष्ट है कि TV या रिकार्डिंग स्टूडियो में वातावरण शांत होता है तथा ambient noise स्तर 30 dB से कम होता है जबकि स्टेडियम के शोरगुल वाले वातावरण में ambient न्वाइस का स्तर 60 dB से अधिक पहुँच जाता है।

Table 2.1—Levels of ambient noise

Place	Ambient noise level
Recording	Less than 20 dB
TV studio	25 to 30 dB
Concrete hall	30 to 35 dB
Quiet home	35 to 40 dB
Lecture room	40 to 45 dB
Sports stadium	60 to 80 dB

Audible (सुनी जा सकने वाली) noise दो प्रकार की होती हैं—

(i) Environmental noise

(ii) Electrical noise, जो कि loudspeaker द्वारा sound waves में कनवर्ट कर दी जाती है।

Environmental Noise—यह वातावरण मे उपस्थित अवांछनीय शोर होता है। इसके साथ-साथ अकस्मात् उत्पन्न होने वाले शोर जैसे कि बादलों का गरजना (thunder), विस्फोट, shrieks इत्यादि जो कि transients या क्षणिक शोर कहलाते है, environmental noise की श्रेणी में आते हैं। Transients को छोड़ कर, जो सामान्य noise वातावरण में उपस्थित रहती है, ambient noise कहलाती है।

वातावरण में अधिक noise के कई नकारात्मक प्रभाव होते हैं जैसे कि nervous system में तनाव (strain) उत्पन्न होना, मानसिक थकावट (mental fatigue), workers की दक्षता (efficiency) का कम होना, अकस्मात् उत्पन्न तेज़ शोर से सुनने की क्षमता पर प्रभाव पड़ना, तथा छोटें बच्चों की normal growth (सामान्य विकास) का प्रभावित होना इत्यादि।

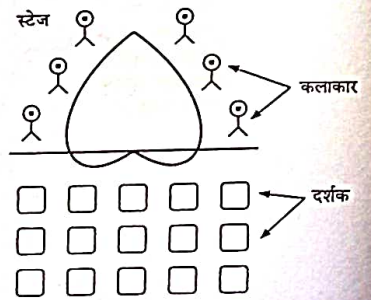
अत:, noise pollution को कम करके अवांछित शोर को न्यूनतम किया जाना चाहिये। वांछित ध्वनि की तीव्रता तथा अवांछित ध्वनि (शोर) की तीव्रता का अनुपात signal to noise ratio (सिगनल-टू-न्वाइस रेशियो या SNR) कहलाता है तथा अच्छी क्वालिटी के प्रोग्राम्स हेतु SNR का मान 50 dB से अधिक होना चाहिये तथा hi-fi programmes में 90 dB से अधिक होना चाहिये।

किसी हॉल में होने वाले प्रोग्राम में वातावरणीय न्वाइस कम करने हेतु उपयुक्त insulation की व्यवस्था होनी चाहिये जिससे कि हॉल के बाहर उत्पन्न शोर हॉल के अन्दर पूर्ण तीव्रता से प्रवेश न कर सके। बाहरी दीवारों को massive (ज्यादा चौड़ी) बनाकर, insulation sections का प्रयोग करके double wall technique (जिसमें दो दीवारें बनाकर बीच में air के लिये जगह छोड़ी जाती है) द्वारा हॉल को बाहरी शोर के प्रभाव से मुक्त किया जा सकता है।

Audio systems में बाहरी शोर microphone के जरिये प्रवेश करती है। अत:, उपयुक्त माइक्रोफोन का प्रयोग करके तथा directive microphones का use करके वातावरणीय शोर तथा अन्य अवांछनीय शोर को audio systems में प्रवेश करने से रोका जा सकता है (चित्र 2.2 देखें)।



(a) Figure of 8 pattern (दो व्यक्तियों के मध्य संवाद या dramas हेतु उपयुक्त पैटर्न)



(b) Cardioid पैटर्न (इस प्रकार के पैटर्न से दर्शकों का शोरगुल suppress हो जायेगा क्योंकि श्रोताओं की दिशा में gain बहुत कम है, तथा स्टेज पर कलाकारों की आवाज़ बेहतर सुनाई देगी क्योंकि स्टेज की ओर गेन अधिक है।

चित्र 2.2—उपयुक्त directivity पैटर्न वाले माइक्रोफोन का चयन

वैद्युतीय शोर (Electrical Noise)—विभिन्न इलैक्ट्रॉनिक घटकों में electrons के random motion तथा आवंछित सिगनलों के reception के कारण होने वाली न्वाइस इलैक्ट्रिकल न्वाइस कहलाती है। टेप में रैन्डम magnetism (अनियमित चुम्बकत्वीकरण) तथा grooves की irregularities से भी वैद्युत न्वाइस उत्पन्न होती है। वैद्युत न्वाइस कई प्रकार की होती है—

(i) डायोड्स, ट्रांजिस्टर्स तथा परिपथ के अन्य सक्रिय/निष्क्रिय घटकों में उत्पन्न होने वाली noise (noise produced due to diodes, transistors and other active and passive devices in a circuit)—किसी प्रतिरोध में electrons के random movement के कारण noise उत्पन्न होती है। इस न्वाइस को निम्नवत् व्यक्त किया जाता है—

$$= kT\Delta f$$

जहाँ k = Boltzman's constant (1.38×10^{-23} Joules per degree kelvin)

T = Absolute temperate (temperature expressed in kelvin)

Δf = Bandwidth of interest.

यह न्वाइस व्हाइट न्वाइस या जॉनसन न्वाइस (White Noise or Johnson Noise) भी कहलाती है तथा सभी आवृत्तियों के लिये इसकी flat response (एकसार अनुक्रिया) होती है।

डायोड्स, ट्रांजिस्टर्स तथा अन्य सैमीकन्डक्टर युक्तियों में electrons तथा होल्स की random velocity के कारण, transit effect के कारण तथा जंक्शन ताप प्रभाव के कारण self noise भी उत्पन्न होती है। यह सभी न्वाइस संयुक्त होकर लाउडस्पीकर की आउटपुट पर hissing noise (hiss अर्थात् सिसकारना) उत्पन्न करती हैं। पिक्चर ट्यूब में यह noise snow उत्पन्न करती हैं।

(ii) स्पार्क तथा RF ट्रांसमिशन के कारण उत्पन्न न्वाइस (Noise Created by Sparks and Radio Frequency Transmissions)—वैद्युत स्पार्क से RF सिगनल उत्पन्न होते हैं तथा जब यह डिटैक्ट किये जाते हैं, तो noise के रूप में प्रकट होते हैं। स्पार्क प्राकृतिक (natural) हो सकते हैं (आकाशीय बिजली चमकने से, stars से उत्पन्न RF radiations से इत्यादि) या फिर man made अर्थात् मानव जनित्र हो सकते हैं (ignition units से, उच्च वोल्टेज लाइन्स से होने वाली leakage के कारण, fluorescent tubes के कारण, RF ट्रांसमिशन द्वारा) यह सभी RF न्वाइस receiver द्वारा detect होकर व amplify होकर लाउडस्पीकर तक पहुँच जाती हैं तथा लाउडस्पीकर इन्हें साउन्ड में कनवर्ट कर देता है।

(iii) Hum न्वाइस (Hum Noise)—पॉवर सप्लाई की उर्मिकाओं (ripples) के कारण hum noise (hum अर्थात् buzzing sound) उत्पन्न होती है। यदि AC पॉवर सप्लाई तथा इनपुट लीड्स ज्यादा नज़दीक तथा parallel हों, तो भी यह उत्पन्न हो सकती है।

(iv) साउन्ड रिकार्ड तथा पुर्नोत्पादित करने वाली ट्रांसपोर्ट मैकेनिज़्म द्वारा उत्पन्न न्वाइस (noise generated by sound recording and reproducing transport systems) टेप रिकार्डर तथा डिस्क की स्पीड में होने वाले सूक्ष्म परिवर्तन से wow तथा Flutter नामक न्वाइस उत्पन्न होती हैं। मोटर्स की बॉडी (body) में होने वाले कम्पन (body vibrations of motors) rumble नामक न्वाइस को जन्म देते हैं।

(v) दो परिपथों के मध्य अवांछनीय युग्मन के कारण उत्पन्न न्वाइस (Noise Generated Due to Undesired Coupling Between Circuits)—कभी-कभी दो परिपथों के मध्य या किसी परिपथ की आउटपुट से इनपुट को होने वाली अवांछित पॉज़िटिव फीडबैक से प्रवर्धक में स्वत: दोलन (self oscillations) उत्पन्न होने लगते है। यह unwanted oscillations (अवांछित दोलन) लाउडस्पीकर द्वारा प्रवर्धित होकर न्वाइस उत्पन्न करते हैं। स्टीरियो सिस्टम के दो चैनल्स के मध्य unwanted coupling (अवांछनीय युग्मन) से cross talk नामक न्वाइस उत्पन्न होती है।

(vi) डिस्क ग्रूव में अनियमितता से उत्पन्न न्वाइस (Noise caused by Irregularities in Disc Grooves)—यदि grooves की सतह पूर्णत: smooth (चिकनी) न हो, उसमें irregularities (ऊबड़ खाबड़) हों, friction तथा rougnness के कारण stylus द्वारा playback के समय न्वाइस उत्पन्न हो जाती है।

(vii) चुम्बकत्व में होने वाली रैन्डम variations से उत्पन्न न्वाइस (Noise caused by Random Variations in the Magnetism of Magnetic Materials used During Recording)—यदि head gap में चुम्बकीय dust है, iron oxide coating में अनियमितता है, तो टेप magnetism में unwanted variations होंगे, जिससे hissing noise उत्पन्न हो जाती है।

अत:, उक्त सभी प्रकार की noise यदि microphone द्वारा वैद्युत में convert होती है, या receiver द्वारा डिटैक्ट होकर तथा प्रवर्धित होकर अंतत: यदि loudspeaker तक पहुँचने में सफल हो जाती हैं तो loudspeaker इनको साउन्ड में कनवर्ट कर देता है तथा यह मूल साउन्ड के साथ unwanted sound के रूप में प्रकट होकर संकट उत्पन्न करती हैं। अत:, इन न्वाइस को दूर करने हेतु यथासम्भव उपाय किये जाने चहिये।

न्वाइस को कम करने के उपाय (Various techniques to overcome noise)—

(i) वातावरणीय न्वाइस को कम करने हेतु हॉल का उपयुक्त डिज़ाइन करके, उपयुक्त Insulation व साउन्ड अवशोषक पदार्थों का प्रयोग करके तथा उपयुक्त डायरैक्टिविटी के माइक्रोफोन व लाउडस्पीकर्स का प्रयोग करना चाहिये।

(ii) वैद्युत न्वाइस को कम करने हेतु कम noise figure $\left(\text{noise figure} = \frac{(SNR)_{output}}{(SNR)_{input}}\right)$ वाले pre-amplifiers का प्रयोग, अवांछित कप्लिंग तथा self oscillation से बचाव हेतु grounding, shielding उपकरणों का प्रयोग तथा परिपथों की decoupling हेतु व्यवस्था (जैसे कि power supply live, AGC लाइन तथा अन्य common signal lines) को किया जाना चाहिये।

(iii) RF व्यतिकरण (RF interference) हेतु trap परिपथ का प्रयोग, रिकार्डिंग में प्रयुक्त motors की वॉडी कम्पत्रों को यांत्रिक फिल्टरिंग (mechanical filtering), मोटर की स्पीड को regular करने हेतु synchronous तथा servo controlled motors का प्रयोग, friction की समस्या हेतु proper oiling, heads की उपयुक्त maintenance, SNR improvement हेतु dolby methods तथा विशेष परिपथों का प्रयोग, recording grooves की विशेष देखरेख, या सब उपाय करके वैद्युत न्वाइस काफी कम हो जाती है, तथा SNR में सुधार आ जाता है।

उच्च स्तर का सिगनल (high level signal) तथा निम्न स्तर की न्वाइस (low level noise) होने से सिगनल की SNR बेहतर हो जाती है। उच्च क्वालिटी के ऑडियो सिस्टम में SNR 50 dB से अधिक होनी चाहिये जबकि Hi-Fi systems में SNR 90 dB से अधिक होनी चाहिये।

§ 2.3 डिस्टॉर्शन या विरूपण (Distortion) :

वांछनीय सिगनल में deformation (विकार अर्थात् undesired change in the shape of wanted signal) को distortion कहा जाता है। Noise व distortion में मुख्य अन्तर तालिका 2.2 में प्रदर्शित है।

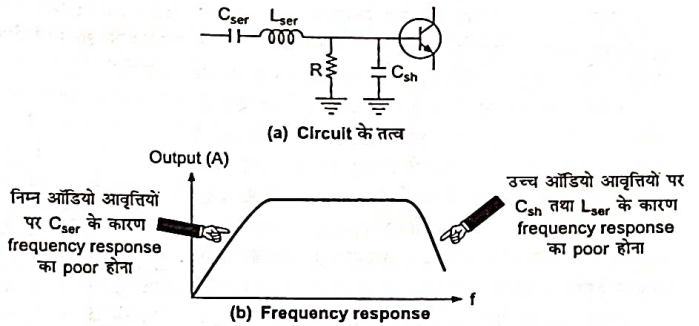
Table 2.2—न्वाइस तथा डिस्टॉर्शन में अंतर (Difference Between Noise and Distortion)

Noise	Distortion
(i) Noise consists of signal outside the wanted signal अर्थात् noise का तात्पर्य उन बाहरी सिगनलों से है जो wanted signal को प्रभावित करते हैं।	(i) Wanted सिगनल में ही deformation (विकार) उत्पन्न हो जाना अर्थात् उसका shape change हो जाना distortion कहलाता है।
(ii) Noise एक external affair (बाहरी मामला) है, अर्थात् wanted signal के अलावा अन्य आसपास के अवांछित सिगनलों के प्रभाव को noise कहा जाता है।	(ii) Distortion signal का internal अर्थात् अंदरुनी affair है।
(iii) Audible noise दो प्रकार की होती है—environmental तथा electrical.	(iii) डिस्टॉर्शन पाँच प्रकार का हो सकता है—frequency, phase, amplitude, spatial तथा transient.
(iv) Shielding, grounding, trap परिपथ, decoupling परिपथ, servo systems, mechanical filters, stablized power supply, SNR improving methods like dolby method इत्यादि का प्रयोग करके noise को कम किया जा सकता है।	(iv) अच्छी dynamic range वाले प्रवर्धक, परिपथों का उचित डिज़ाइन, negative feedback system, stereophonic system द्वारा distortion को 1% से भी कम किया जा सकता है।
(v) इसको dB में व्यक्त किया जाता है, noise को SNR के रूप में अधिकतर व्यक्त किया जाता है। अच्छी क्वालिटी सिस्टम का SNR 50 dB से कम नहीं होना चाहिये।	(v) इसको percentage के रूप में व्यक्त किया जाता है। 1% से कम distortion को tolerable माना जा सकता है।

सिगनल में कई प्रकार के डिस्टॉर्शन उत्पन्न हो सकते हैं जैसे कि आवृत्ति डिस्टॉर्शन, फेंज डिस्टॉर्शन, आयाम डिस्टॉर्शन, स्पैशियल डिस्टॉर्शन, ट्राज़ियंट डिस्टॉर्शन इत्यादि।

(i) आवृत्ति विरूपण (Frequency Distortion)—यदि आवृत्ति अनुक्रिया एकसार नहीं होती (frequency response not being flat) तो आवृत्ति विरूपण (या attenuation विरूपण) होता है। आदर्श रूप में, पूरी ऑडियो रेंज में आवृत्ति अनुक्रिया flat (एकसार अर्थात् straight line) होनी चाहिये। यदि audio range में आवृत्ति अनुक्रिया पूर्णत: flat नहीं है, तो ± 1 dB के fluctuations tolcrate (वर्दाश्त या सहन) किये जा सकते हैं। किन्तु ± 1 dB से अधिक variations होने पर tonal balance प्रभावित होता है तथा frequency distortion उत्पन्न हो जाता है। Frequency distortion का अभिप्राय यह है कि सभी ऑडियो आवृत्तियों पर frequency response same नहीं है, अर्थात् किसी आवृत्ति पर कम है तथा किसी आवृत्ति पर अधिक।

निम्न ऑडियो आवृत्ति पर आवृत्ति अनुक्रिया capacitive reactance (श्रेणी धारितीय प्रतिघात) पर निर्भर करती है (चित्र 2.3(a) देखें) (चूँकि $X_{ser} = \frac{1}{2\pi f C_{ser}}$) अत:, निम्न आवृत्ति पर capacitive reactance बढ़ने से सिगनल को pass होने में परेशानी आने लगती है, जिससे आउटपुट कम हो जाता है (चित्र 2.3 (b))। Capacitance का मान जितना अधिक होगा, reactance उतना ही कम होगा, तथा signal loss (सिगनल क्षय) भी कम होगा, जिससे आवृत्ति अनुक्रिया बेहतर होगी। अत: good low frequency response प्राप्त करने हेतु उच्च capacity (धारिता) का series capacitance use किया जाता है। ऑडियो आवृत्ति रेंज में कार्य करने वाली सभी युक्तियों में series capacitance होता है (ध्यान रखें कि microphones को handle करने वाली सभी युक्तियों को loudspeakers, recording units तथा pick up cartridge में यह compliance के रूप में होता है)। इसको उच्च रखने हेतु loudspeakers के cones (शंकु) का आकार बड़ा रखा जाता है (20 से 30 cm) तथा woofers का प्रयोग किया जाता है जो कि निम्न ऑडियो आवृत्तियों पर वांछित आउटपुट देते हैं।



चित्र 2.3—आवृत्ति response पर series capacitor series inductance तथा shunt capacitance का प्रभाव

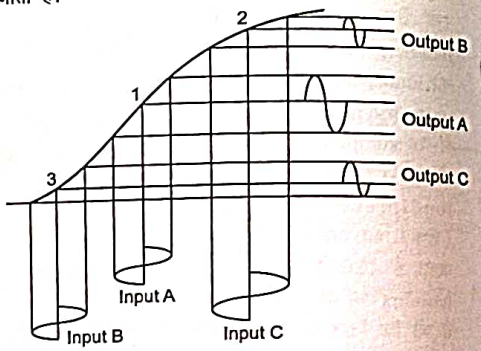
उच्च ऑडियो आवृत्तियाँ series inductance तथा shunt capacitance द्वारा क्षीणित (attenuated) होती हैं (चित्र 2.2 (a) तथा (b) पुन: देखें)। Series inductance का प्रतिघात उच्च ऑडियो आवृत्तियों पर उच्च हो जाता है ($X_L = 2\pi f L_{ser}$) अत: यह इन आवृत्तियों को pass करने में मुश्किलें उत्पन्न करता है। Shunt capacitance का प्रतिघात उच्च ऑडियो आवृत्तियों पर कम हो जाता है $\left(X_C = \frac{1}{2\pi f C_{sh}}\right)$। अत: यह signals को bypass करता है। (low reactance in parallel with the load) उच्च दोनों elements उच्च आवृत्तियों पर अनुक्रिया को हानि पहुँचते हैं, अत: series inductance का मान कम होना चाहिये (low X_L के लिये) तथा series capacitance का मान भी कम होना चाहिये (उच्च X_C के लिये)।

लाउडस्पीकर्स में यांत्रिक सिस्टम का mass (द्रव्यमान) inductance के रूप में behave करता है तथा इसको एक छोटे आकार का cone (20 से 75 mm) का प्रयोग करके कम किया जा सकता है (जो कि tweeters में किया जाता है)। Shunt compliance (अर्थात् शंट धारित्रीय प्रभाव) भी tweeter में कम किया जाता है।

कला विरूपण (Phase Distortion)—यदि किसी नैटवर्क जिसमें प्रतिघातीय घटक (reactive components) लगे हो, या फिर किसी एम्प्लीफायर से pass होते समय विभिन्न आवृत्तियों में अलग-अलग फेज़ शिफ्ट होने लगे, तो यह स्थिति फेज़ डिस्टॉर्शन कहलाती है (विभिन्न frequencies को अलग-अलग फेज़ शिफ्ट मिलने पर उनका एक-दूसरे के सापेक्ष फेज़ सम्बन्ध (phase relationship) गड़बड़ा जाता है)। वास्तव में, सभी आवृत्तियों को यदि कोई नैटवर्क समान फेज़ शिफ्ट न देकर अलग-अलग फेज़ शिफ्ट देने लगे (जैसे कि 300 Hz के सिगनल को 50° का फेज़ शिफ्ट, 400 Hz के सिगनल को 80° का, 800 Hz के सिगनल को 90° का इत्यादि) तो समझिये कि परिपथ फेज़ शिफ्ट की समस्या से ग्रस्त है। चूँकि कान फेज़ विरूपण के प्रति insensitive (असंवेदनशील) होती हैं, अत: sound में फेज़ डिस्टॉर्शन का प्रभाव नहीं पड़ता जबकि TV पिक्चर रिसैप्शन तथा पल्स handle करने वाले परिपथ phase distortion से प्रभावित हो जाते हैं। Sound reception में भी यदि एक ही sound दो अलग-अलग paths (पथों) से receiver पर पहुँचता है, तो इससे उत्पन्न phase delay sound reception को प्रभावित करता है। यदि इन दो अलग-अलग पथों से आने वाले sounds के मध्य 180° का path difference हो जाता है तो यह sound एक दूसरे को cancel कर देते हैं। इसी प्रकार यदि sound दो लाउडस्पीकर्स से आ रहा है तथा यह लाउडस्पीकर्स इस प्रकार से connected (संयोजित) है जिससे इन दोनों के signals में 180° का phase difference है तो इन दोनों sounds को सुनने वाले श्रोता को कुछ भी सुनाई नहीं देगा (या अत्यंत कम तीव्रता का sound सुनाई देगा)। अत: लाउडस्पीकर्स को same phase (समान कला) में कनैक्ट किया जाना चाहिये अर्थात् सभी स्पीकर्स की coils का एक सिरा line wire से कनैक्ट किया जाना चाहिये।

आयाम विरूपण या अरेखीय विरूपण (Amplitude Distortion or Non-linear Distortion)—जब प्रवर्धक की nonlinear characteristics (अरेखीय अभिलक्षणों) के कारण तरंगाकार के आयाम में विरूपण उत्पन्न हो जाता है तो इसे आयाम विरूपण कहा जाता है। इसको nonlinear distortion भी कहा जाता है।

आयाम विरूपण को चित्र 2.4 में प्रदर्शित किया गया है। आप देखें कि output A के लिये operating point linear region (रेखीय क्षेत्र) में स्थित है (विन्दु 1) अत: इस स्थिति में सिगनल विरुपित नहीं होता है (remains undistorted)। Output B व output C की स्थिति में operation non-linear region (अरेखीय क्षेत्र) (विन्दु 2 तथा 3) में होने के कारण आयाम विरूपण उत्पन्न होता है।



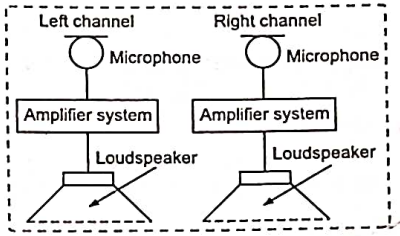
चित्र 2.4

संचार पद्धतियों में भी diodes तथा transistors की non-linearity के कारण दो signals का inter modulation sum तथा difference आवृत्तियाँ (अर्थात् f_1+f_2 तथा f_1-f_2) उत्पन्न करता है। Non-linearities की वजह से संचार पद्धतियों में cross talk की समस्या भी उत्पन्न होती है।

टेप के चुम्बकत्व की संतृप्तता (saturation of tape magnetism) से भी non-linear distortion उत्पन्न होता है। इसी प्रकार disc recording में उच्च आयाम वाले रिकार्डिंग सिगनल से आस-पास के tracks grooves की overlapping की संभावना उत्पन्न हो जाती है।

Non-linear distortion को कम करने हेतु diodes तथा transistors के अभिलक्षणों के रेखीय क्षेत्र (linear region of characteristics of active devices) में ही सिगनल को सीमित रखना चाहिये तथा निगेटिव फीडबैक का इस्तेमाल करना चाहिये। उपयुक्त डिकप्लिंग परिपथों का प्रयोग करके, उपयुक्त वायसिंग तथा मैचिंग परिपथ लगाकर भी अरेखीय विरूपणों से काफी हद तक निजात पायी जा सकती है। ट्रांसफारमर के core (क्रोड) के saturation के कारण होने वाली distortion को push pull परिपथों का प्रयोग करके काफी कम किया जा सकता है। बहुत अधिक तीव्रता वाले सिगनलों को reduce (कम) करके magnetic tapes के saturation व overlapping of grooves की समस्या को समाप्त किया जा सकता है।

स्पैशियल डिस्टार्शन (Spatial Distortion)—स्टेज पर होने वाले किसी प्रोग्राम में ध्वनि के विभिन्न स्रोत अलग-अलग स्थान पर positioned (स्थित) होते हैं। अत:, प्रोग्राम के विभिन्न musical instruments (वाद्य यंत्रों) तथा गायकों की श्रोता के कर्णों (ears या कानों) के सापेक्ष एक निश्चित दिशा होती है। मानव के कान इस दिशा के प्रति संवेदनशील होते हैं तथा instruments तथा singers की दिशा का भली प्रकार से interpretation (अनुमान लगाना या पहचान करना) कर सकते हैं। यह phenomenon (प्रक्रिया) स्टीरियोफोनिक प्रभाव (stereophonic effect) कहलाता है तथा hi-fi सिस्टम्स में यह प्रभाव अवश्य होना चाहिये। स्टीरियोफोनिक प्रभाव का न होना (absence of stereophonic effect) स्पैशियल विरूपण कहलाता है अर्थात् यदि श्रोता प्रोग्राम को सुनने के पश्चात् विभिन्न musical instruments तथा गायकों की स्टेज पर position का interpretation (अंदाज़ा) न कर पाये, तो यह स्थिति spatial distortion कहलाती है।



चित्र 2.5—स्टीरियोफोनिक सिस्टम

स्पैशियल डिस्टार्शन को कम करने हेतु स्टेज के right तथा left sides के लिये दो (या अधिक) अलग स्वतंत्र चैनल्स (independent channels) का use किया जा सकता है। अत:, यह दोनों चैनल्स independently recording, amplifications व reproduction करते हैं तथा यह process stereophony कहलाता है। (चित्र 2.5 देखें) स्टीरियोफोनी का विस्तृत विवरण इसी अध्याय के आगे के खण्डों में किया जायेगा।

ट्रांज़ियैन्ट डिस्टॉर्शन (Transient Distortion)—यदि कोई सिस्टम ध्वनि स्तर में अकस्मात् (बहुत तेजी से) होने वाले तीव्र परिवर्तनों का अनुसरण (follow) कर पाने में असफल हो जाता है, तो इसे transient distortion कहा जाता है। Transient distortion से loudspeaker में उसकी natural frequency के दोलन (oscillations) उत्पन्न होने की संभावना हो जाती है, तथा यदि यह दोलन उत्पन्न हो जाते हैं तो transients के समाप्त हो जाने के पश्चात् भी यह दोलन continue रहते हैं। यह प्रभाव हैंगओवर (hangover) कहलाता है।

विरूपण को कम करने के उपाय (Methods of Overcoming Distortion)—

(i) आयाम डिस्टॉर्शन तथा फेज़ डिस्टॉर्शन को negative feedback का use करके कम किया जा सकता है।

(ii) Series capacitance को high रखकर तथा series inductance व shunt capacitance को low रखकर क्रमश: low audio frequency response व high audio frequency response को improve किया जा सकता है तथा frequency distortion कम किया जा सकता है।

(iii) सभी speakers को same phase में connect करके phase distortion को कम किया जा सकता है।

(iv) Operating point को active devices के linear region में सीमित करके, negative feedback, proper decoupling, biasing, matching युक्तियों का प्रयोग करके, push-pull circuits का प्रयोग करके, अधिक तीव्र सिगनलों का क्षीणन करके आयाम विरूपण को कम किया जा सकता है।

(v) Stereophony का use करके spatial distortion को कम किया जा सकता है।

(vi) विभिन्न प्रोसेसिंग व इक्वेलाइजिंग परिपथों (processing and equalising circuits) का प्रयोग करके रिकार्डस की dynamic range को बढ़ाया (extended) जा सकता है। Processing circuits द्वारा रिकार्डिंग से पूर्व निम्न आवृत्तियों के high intensity signals की de-emphasis (उनके मान को कुछ कम कर देना) तथा उच्च आवृत्ति के कम तीव्रता वाले परिपथों की emphasis (उनके मान को थोड़ा बढ़ा देना) कर दी जाती है। Playback के समय equalising परिपथ reverse process (processing के समय किये गये कार्य का विपरीत) करते हैं (अर्थात् de-emphasis किये गये सिगनल को उसी ratio में emphasis करते हैं तथा emphasized किये गये सिगनल का उसी अनुपात में de-emphasis कर देते हैं)। इस प्रकार equalization से original signal (मूल सिगनल) recover (पुन: प्राप्त) हो जाता है तथा यह प्रक्रिया over modulation तथा under modulation प्रभावों को कम कर देती है। Compact disc में pre-emphasis व equalizing परिपथों के बिना ही बढ़िया dynamic range प्राप्त हो जाती है।

(vii) स्पीकर्स के moving parts के compliance तथा mass के कारण उत्पन्न आवृत्ति डिस्टॉर्शन को multispeaker columns (woofers, tweeters तथा squakers) का प्रयोग करके कम किया जा सकता है। इसी प्रकार उचित डिज़ाइन के microphone का use करके सम्पूर्ण ऑडियो रेंज में flat response प्राप्त की जा सकती है।

(viii) माइक्रोफोन्स तथा loudspeakers के आवृत्ति के सापेक्ष directional अभिलक्षणों के कारण होने वाले आवृत्ति विरूपणों को tone control को set करके कम किया जा सकता है, क्योंकि tone control द्वारा high notes को कम किया जा सकता है।

(ix) उक्त सभी उपायों का प्रयोग करके विरूपण को 1% से भी कम किया जा सकता है।

§ 2.4 फाइडैलिटी (Fidelity):

Fidelity शब्द का अर्थ है (faithfulness) अर्थात् वफादारी। ऑडियो सिस्टम्स में इसको sound को faithfully reproduce (अर्थात् आउटपुट पर साउन्ड को इनपुट के ठीक समान (ज्यो का त्यो) पुनरोत्पादित कर देना) करने के तात्पर्य में use किया जाता है। अत: **किसी audio system की output signal में उन सभी अभिलक्षणों को reproduce (पुर्नोत्पादित) कर देने की क्षमता, जो इनपुट सिगनल में मौजूद हैं, उसकी fidelity कहलाती है।**

"Faithful reproduction of sound is called fidelity"

"The property of a sound system to reproduce the sound with all characteristics which are present in the original sound, is called fidelity"

किसी सिस्टम की fidelity को ideal (आदर्श) तभी कहा जा सकता है, जब उसमें निम्नलिखित गुण हों—

(i) Sound से noise को पूरी तरह से समाप्त कर दिया जाये अर्थात् SNR का मान अनन्त (infinite) हो।

(ii) आयाम विरूपण (amplitude distortion) शून्य हो।

(iii) सम्पूर्ण ऑडियो रेंज (16 Hz से 20000 Hz तक) में Flat आवृत्ति अनुक्रिया (0 dB) प्राप्त हो, अर्थात् आवृत्ति विरूपण शून्य हो।

(iv) मूल प्रोग्राम में उत्पन्न विभिन्न ध्वनियों की सापेक्ष स्थिति तथा दिशा की पूर्ण जानकारी देने में सक्षम हो अर्थात् स्पैशियल डिस्टॉर्शन भी शून्य हो।

(v) 0 dB से 130 dB सिगनल पॉवर तक उच्च डायनैमिक रेंज हो।

(vi) साउन्ड के पुनोंत्पादन के समय मूल साउन्ड की वातावरणीय स्थितियों (original environmental condition) का भी simulation (मूल वातावरण के समान स्थितियाँ उत्पन्न करना) किया जा सकता हो।

अत:, उपरोक्त शर्तें पूर्ण होने पर किसी साउन्ड सिस्टम की fidelity को ideal (आदर्श) कहा जा सकता है। लेकिन यह तो आप जानते ही होंगे कि कोई भी सिस्टम पूर्णत: आदर्श नहीं हो सकता। किन्तु यदि कोई सिस्टम काफी हद तक ideal fidelity की conditions को पूर्ण करता है, तो इसको high fidelity system या संक्षेप में hi-fi system कहा जाता है। किसी system को hi-fi तभी कहा जा सकता है जब वह निम्नलिखित शर्तों (conditions) को पूरा करता है—

(i) SNR का मान 50 dB से अधिक हो।

(ii) Non linear distortion 1% से अधिक न हो।

(iii) 40 Hz से 15 kHz की आवृत्ति रेंज में आवृत्ति अनुक्रिया ± 1 dB की limit में हो अर्थात् लगभग flat हो।

(iv) स्टीरियोफोनी प्रभाव की व्यवस्था हो।

(v) सिस्टम की डायनैमिक रेंज कम से कम 80 dB हो (अर्थात् 20 dB whisper से 100 dB pop music above the range of hearing)।

(vi) environmental conditions (वातावरणीय स्थितियाँ) ऐसी हों जिससे कि कमरे के अन्दर बाहरी शोर का प्रभाव न हो, तथा ध्वनिक अनुरणन (acoustic reverberation) हेतु पर्याप्त समय मिले। (acoustic reverberation पर चर्चा आगे की जायेगी)।

किसी ऑडियो सिस्टम की fidelity उसके माइक्रोफोन्स, रिकार्डिंग प्रवर्धक, पिक-अप्स (pick-ups), प्लेबैक प्रर्वधक तथा लाउडस्पीकर्स द्वारा प्रभावित होती है। Reflections, reverberation, ambient noise इत्यादि भी fidelity पर प्रभाव डालते हैं। अत: high fidelity प्राप्त करने हेतु कम न्वाइस वाले घटक (low noise components) तथा परिपथों तथा युक्तियों का उचित डिज़ाइन अत्यन्त आवश्यक है।

Fidelity को प्रभावित करने वाले विभिन्न कारक तथा उपाय निम्नवत् हैं—

(i) उच्च SNR (High signal to noise ratio or high SNR)—किसी ऑडियो सिस्टम के final पॉवर प्रवर्धक के आउटपुट पर overall noise (अर्थात् कुल noise) सभी noises (अर्थात् hiss, cross talk, sparks, magnetism irregularities, motor vibrations, irregularities in speed of tape (or dics as the case may be), picking of ambient noise by the microphone, self suy oscillations etc.) का संयुक्त रूप (combined noise) होती है। high fidelity systems में यह noise signal से कम से कम 50 dB below (नीचे) तो होनी ही चाहिये (अथवा signal level noise level से कम से कम 50 dB ऊपर होना चाहिये।)।

SNR को improve करने हेतु noise को कम करने के उपाय किये जाने चाहियें अर्थात् low noise figure वाले pre-amplifiers का प्रयोग, shielding, grounding, decoupling, filtering हेतु उचित परिपथ, motor vibrations को कम करने हेतु mechanical filters, stabilized power supply का प्रयोग, servo-controlled synchronous motors का प्रयोग, directive microphones, pre-emphasis तथा equalizing परिपथ, dolby विधियों का प्रयोग, अच्छी प्रकार से की गई soldering (क्योंकि कभी-कभी dry solder joints filter परिपथों (या trap परिपथों) को disconnect कर देते हैं, जिससे अवांछित सिगनल इलैक्ट्रॉनिक सिस्टम में प्रवेश कर जाते हैं), grooves को roughness को कम करने हेतु diamond stylus तथा vinyl disc का प्रयोग, इत्यादि। उक्त सभी उपायों को करने से noise कम हो जाती है तथा 50 dB से अधिक का SNR प्राप्त किया जा सकता है।

(ii) फ्लैट आवृत्ति अनुक्रिया (Flat Frequency Response)—उच्च फाइडैलिटी हेतु सिस्टम की आवृत्ति अनुक्रिया 40 Hz से 15 kHz तक flat (± 1 dB रेंज में) होनी चाहिये। चूँकि आवृत्ति अनुक्रिया series तथा shunt reactances द्वारा प्रभावित होती है, अत: series reactances को low तथा shunt reactances को high रखने हेतु परिपथ डिज़ाइन करके frequency reactance को flat बनाया जा सकता है। Coupling capacitor का मान इतना होना चाहिये जिससे 40 Hz पर इसका reactance load resistance का लगभग दसवाँ भाग (one tenth of load resistance) (या इसमें कम) हो। अत: प्रयुक्त ट्रांजिस्टर की जंक्शन धारिता (junction capacitance) कम होनी चाहिये तथा wires का lay-out भी ठीक प्रकार से डिज़ाइन होना चाहिये। लाउडस्पीकर्स तथा माइक्रोफोन में द्रव्यमान तथा compliance वैद्युत प्रेरकत्व तथा धारिताओं की भाँति व्यवहार करते हैं, अत: woofers, squawkers व tweeters का use करके flat response प्राप्त की जाती है। उच्च फाइडैलिटी हेतु कैपेसिटर माइक्रोफोन का प्रयोग किया जा सकता है क्योंकि इनकी आवृत्ति अनुक्रिया वेहतरीन (excellent) होती है। ट्रांसड्यूसर्स के यांत्रिक parts की natural resonant frequency के कारण कुछ विशेष आवृत्तियों पर अधिक gain हो जाने से आवृत्ति अनुक्रिया तथा fidelity पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है (अत: डिज़ाइन करते समय यह प्रयास किया जाता है कि natural resonant frequencies audio range के अन्दर न हो)।

कभी-कभी अकस्मात् वहुत अधिक sound changes को लाउडस्पीकर्स follow नहीं कर पाते, तथा ट्रांजियैंट डिस्टॉर्शन उत्पन्न होता है, जिससे natural frequencies पर स्वत: दोलन उत्पन्न होने लगते हैं। अत:, डिज़ाइन इस प्रकार का होना चाहिये जिससे सिस्टम की natural resonance frequencies audio range से वाहर हों (40 Hz से कम या 15 kHz से ज़्यादा)। आवृत्ति अनुक्रिया को श्रोताओं के पसंद के अनुसार adjust करने हेतु सिस्टम्स में bass तथा treble परिपथ भी प्रदान किये जा सकते हैं।

(iii) कम अरेखीय विरूपण (Less Non-Linear Distortion)—हाई-फाइडैलिटी सिस्टम्स में non-linear डिस्टॉर्शन को 1% से भी कम करने हेतु negative feedback का प्रयोग, proper bias circuits का डिज़ाइन (जिससे कि Operating विन्दु आउटपुट अभिलक्षणों में स्थित हो), वायस stabilization (वायस विन्दु का स्थायीकरण), मैगनैटिक रिकार्डिंग हेतु a.c. वायस

का प्रयोग (छोटे सिगनल्स को चुम्बकीय अभिलक्षणों के non-linear हिस्से से बचाने हेतु), पुश-पु ल परिपथ का प्रयोग (core saturation प्रभाव से बचाव हेतु) आदि उपाय किये जा सकते हैं।

(iv) उच्च डायनैमिक रेंज (Large Dynamic Range)—किसी साउन्ड सिस्टम द्वारा respond (अर्थात् handle) की जा सकने वाली सबसे तेज ध्वनि (loudest) व सबसे हल्की ध्वनि (quietest) का अनुपात, जिसको की decibel में व्यक्त किया जाये, साउन्ड सिस्टम की डायनैमिक रेंज कहलाता है।

"The ratio (expressed in decibels of loudest to quietest sound, which has to be handled by a sound system is called its dynamic range"

एक high fidelity सिस्टम्स को कम तीव्रता की ध्वनियो (जैसे कि whispering (20 dB) (अर्थात् फुसफुसाहट अर्थात् low tone to speak very softly) या orchestra की कोई soft passage से लेकर उच्च तीव्रता की ध्वनियो जैसे कि loud pop music (100 dB) तक की range को handle करने हेतु तैयार होना चाहिये। अत:, लगभग 80 dB (अर्थात् 20 dB से 100 dB तक) की डायनैमिक रेज प्राप्त करने हेतु compact discs का प्रयोग किया जा सकता है, जिसमे कि audio को digitized (डिजिटल प्रारूप मे कनवर्ट करना) किया जाता है, laser beam की सहायता से record किया जाता है तथा इनसे बहुत अच्छी dynamic range (90 dB) तथा उच्च fidelity प्राप्त होती है।

(v) दिशा का एहसास उत्पन्न करना (Creating Sense of Direction)—एक hi-fi system में spatial distortion नहीं होना चाहिये, अर्थात् श्रोता को वास्तविक प्रोग्राम मे विभिन्न musical instruments व गायकों की सापेक्ष स्थिति की अनुभूति पुनोंत्पादित साउन्ड से हो जानी चाहिये। इसके लिये स्टीरियोफोनिक सिस्टम का प्रयोग किया जाता है, जिसमें microphones amplifiers तथा loudspeaker तक की सम्पूर्ण प्रक्रिया दो (कम से कम दो) independent channels (स्वतंत्र चैनल अर्थात् एक दूसरे से अलग-अलग) द्वारा की जाती है। Magnetic recording मे दोनो चैनल्स के लिये दो अलग-अलग ट्रैक्स रिकार्ड किये जाते है जबकि disc recording में 45-45 degree angle recording नामक तकनीक का प्रयोग किया जाता है।

(vi) आनन्ददायक अर्थात् खुशनुमा माहौल उत्पन्न करना (Creating Pleasing Environment)—जिस जगह पर साउन्ड को रिकार्ड तथा पुनोंत्पादित किया जाता है, वहाँ की अपनी-अपनी वातावरणीय स्थितियाँ (environmental conditions) हो सकती है। यह environmental conditions भिन्न-भिन्न कारको जैसे कि room की ambient noise, room के बाहर से लीक होकर अन्दर की और आने वाली noise, विभिन्न surfaces (सतहो) जैसे की दीवारों, छत, जमीन से reflect (परावर्तित) होकर आने वाली noise इत्यादि का मिला जुला स्वरूप होती है। यदि वह स्थान, जहाँ साउन्ड का reproduction (पुनोंत्पादन) किया जा रहा है, कि environmental conditions उस स्थान से खराब हो, जहाँ साउन्ड की recording की गई है, तो एक विशेष प्रकार का distortion, जिसको कि environmental distortion कहा जाता है, उत्पन्न हो जाता है। अत:, sound reproduction हेतु pleasing (खुशनुमा) effect तैयार करने वाला माहौल उत्पन्न करने के लिये external noise (बाहरी न्वाइस) को साउन्ड इनसुलेशन तकनीको द्वारा अच्छी प्रकार से सील कर दिया जाना चाहिये तथा reverberation time (अनुरणन काल) को ध्वनि अवशोषको (sound absorbents) द्वारा कन्ट्रोल करना चाहिये ताकि संगीत (तथा ध्वनियों) को richness तथा liveliness (सुन्दरता तथा जीवंतता) प्राप्त हो सके।

अत:, उक्त सभी उपायों का प्रयोग करके high fidelity (hi-fi or उच्च फाइडैलिटी) का साउन्ड पुनोंत्पादन किया जा सकता है।

§ 2.5 स्टीरियोफोनी (Stereophony):

स्टीरियोफोनी शब्द दो ग्रीक शब्दों stereo (meaning solid अर्थात् ठोस) तथा phone (meaning sound or ध्वनि) से derive किया गया है। अत: stereophony का शाब्दिक अर्थ solid sound (ठोस ध्वनि) या three dimensional sound (त्रि-विमीय ध्वनि) होता है। किसी प्रोग्राम मे ध्वनि के विभिन्न स्रोत (musical instruments and signals) स्टेज पर अलग-अलग स्थान पर स्थित होते हैं। यदि इस प्रकार का प्रोग्राम record तथा amplify करने के बाद reproduce किया जाता है तो sound की originality (वास्तविकता अर्थात् असल) तभी restore (पुन: प्राप्त) होगी यदि reproduced sound भी original sound

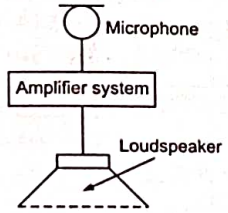
की तरह ही भिन्न-भिन्न दिशाओं से वैसे ही आता प्रतीत हो जैसा कि मूल स्थिति (original condition) में था (means the original sound should be simulated so as the reproduce sound is exact replica of the original sound with respect to directions)। इस प्रकार का three dimensional reproduction stereophony कहलाता है।

मानव की hearing system (श्रवण प्रणाली) stereophony है क्योंकि दोनों कानों में पहुँचने वाली ध्वनि के phase तथा intensity (कला तथा तीव्रता में) minute difference (मामूली या सूक्ष्म) अन्तर होता है तथा मस्तिष्क द्वारा इस अन्तर के interpretation (व्याख्या, अर्थ निकालना, अंदाजा) से ही व्यक्ति को साउन्ड की दिशा का अन्दाज़ा लग जाता है। मानव का यह कर्ण-मस्तिष्क combination (ear-brain combination) दिशा के प्रति अधिक sensitive (संवेदनशील) है, कि यदि दोनों कानों में पहुँचने वाली ध्वनि में 10 μs का भी अंतर हो तो भी मस्तिष्क दिशा का पता ठीक-से लगा लेता है।

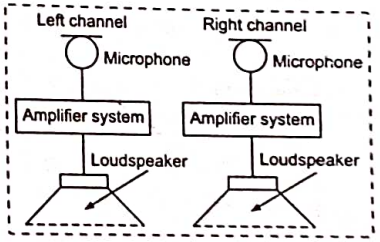
मोनोफोनी तथा स्टीरियोफोनी में अंतर (Difference Between Monophony and Stereophony)—मोनोफोनी तथा स्टीरियोफोनी साउन्ड के अंतर तालिका 2.3 में प्रदर्शित हैं—

Table 2.3—Difference between monophonic and stereophonic sound

मोनोफोनिक साउन्ड (Monophonic Sound)	स्टीरियोफोनिक साउन्ड (Stereophonic Sound)
(i) मोनोफोनीक का शब्दिक अर्थ "one sound" या "one source sound" या "one direction sound" होता है।	(i) स्टीरियोफोनीक का शब्दिक अर्थ "ठोस ध्वनि" अर्थात् solid sound या three dimensional sound होता है।
(ii) मोनोफोनिक साउन्ड में केवल एक प्रवर्धक होता है। यह प्रवर्धक सभी signals को combine करके एक resultant (परिणामी) सिगनल उत्पन्न करता है (चित्र 2.6 (a) देखें) प्रवंधक की आउटपुट एक या अधिक लाउडस्पीकर्स को दी जाती है। सभी लाउडस्पीकर्स समान परिणामी आउटपुट प्रदान करते हैं।	(ii) स्टीरियोफोनिक साउन्ड में दो (या दो से अधिक चैनल्स होती है। प्रत्येक channel एक दूसरे से independent होता है। प्रत्येक चैनल को प्रवंधक के अलग-अलग माइक्रोफोन्स (इनपुट के लिये) तथा लाउडस्पीकर्स होते हैं (आउटपुट के लिये) (चित्र 2.6 (b) देखें)। स्टीरियो साउन्ड की रिकार्डिंग हेतु स्पैशल रिकार्डिंग यूनिट्स की आवश्यकता होती है, ताकि चैनल्स को independently record तथा reproduce किया जा सके।
(iii) मोनोफोनिक सिस्टम में केवल एक चैनल होता है।	(iii) स्टीरियोफोनिक सिस्टम में कम से कम दो चैनल्स होते है (left channel तथा right channel) अत:, स्टीरियो प्रवर्धको मे हर चैनल साउन्ड को अपने-अपने लाउडस्पीकर मे ट्रांसफर करता है।
(iv) मोनोफोनिक सिस्टम का cost कम होता है किन्तु naturalness का अभाव होता है।	(iv) स्टीरियोफोनिक सिस्टम मोनोफोनिक से अधिक costly होता है किन्तु इसमें naturalness होती है।



चित्र 2.6 (a)—मोनोफोनिक सिस्टम

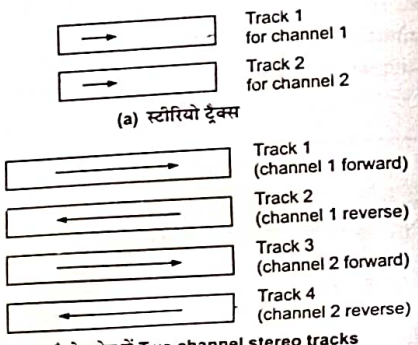


चित्र 2.6 (b)—स्टीरियोफोनिक सिस्टम

क्वाराफोनिक साउन्ड सिस्टम (Quadraphonic Sound System)—यदि किसी बहुचैनल स्टीरियो सिस्टम में back wall से आने वाले reflections को भी शामिल कर लिया जाये, तो पुर्नोत्पादन और अधिक natural हो जायेगा। किन्तु इसके लिये recording व reproduction हेतु दो अतिरिक्त चैनल की आवश्यकता होगी, अत:, चार चैनल वाला यह system quadraphonic system (quad अर्थात् चार) (या संक्षेप में quad system) कहलाता है तथा यह तकनीक quadraphony कहलाती है। किन्तु यह system two channel system से compatible न होने के कारण अधिक प्रचलित नहीं हो पाया।

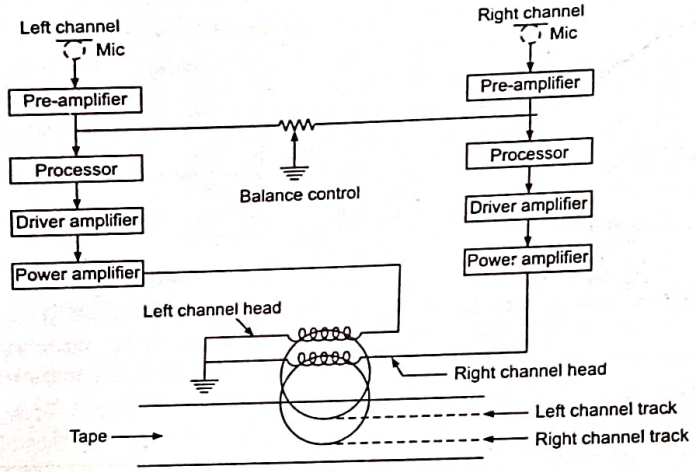
§ 2.6 टेप पर स्टीरियोफोनिक रिकार्डिंग (Stereophonic Recording on Magnetic Tape) :

टेप पर स्टीरियोफोनिक रिकार्डिंग हेतु प्रत्येक चैनल की आउटपुट अलग-अलग head पर दी जाती है तथा टेप की coating पर दोनों चैनल्स के लिये अलग-अलग ट्रैक (track) record किया जाता है। (चित्र 2.7 देखें)। Recording दोनों दिशाओ में की जा सकती है (दो चैनल एक दिशा मे तथा फिर दो चैनल विपरीत दिशा मे), और इस प्रकार टेप पहले एक दिशा मे play करके तथा फिर reverse दिशा में play किया जा सकता है। इस प्रकार टेप पर रिकार्ड किये जाने वाले चैनल्स की संख्या double की जा सकती है।



चित्र 2.7

एक स्टीरियो टेप रिकार्डर का ब्लॉक डायग्राम चित्र 2.7 में प्रदर्शित है। Left channel तथा right channel माइक्रोफोन अलग-अलग प्रवर्धन परिपथों का प्रयोग करते हैं (अर्थात् pre-amplifier, processor, driver amplifier तथा power amplifier तथा magnetic heads परिपथ दोनों चैनल्स के लिये अलग-अलग use होते हैं)। दोनों head gaps द्वारा टेप पर अलग-अलग ट्रैक रिकार्ड किये जाते हैं। टेप को रिवर्स करने पर दो और ट्रैक्स रिकार्ड किये जा सकते हैं। pre-amplifier के बाद प्रयुक्त balance control potentiometer (चित्र 2.8 देखें) दोनों चैनल्स पर दिये जाने वाले signals को adjust करता है जिससे कि इनपुट्स समान होने पर आउटपुट भी समान रहे।



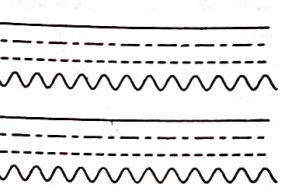
चित्र 2.8—स्टीरियो टेप रिकार्डर का ब्लॉक डायग्राम

टेप कार्टरिड्ज तथा कैसेट टेप (Tape Cartridge and Cassette Tape)—ओपन रील टेप सिस्टम को handle करना अत्यंत असुविधाजनक होता है क्योंकि इसमें लोडिंग तथा थ्रैडिंग की आवश्यकता होती है। इसकी टूटने की संभावना भी रहती है। अत:, टेप कार्टरिड्ज तथा कैसेट टेप (चित्र 2.9 देखें) का use किया जाता है जिसमें tape को hold करने हेतु spools होते हैं जिससे tape को कभी भी play किया जा सकता है। टेप सुरक्षित रहता है तथा loading व threading की आवश्यकता नहीं रहती।



चित्र 2.9—Tape cartridge तथा cassette tape

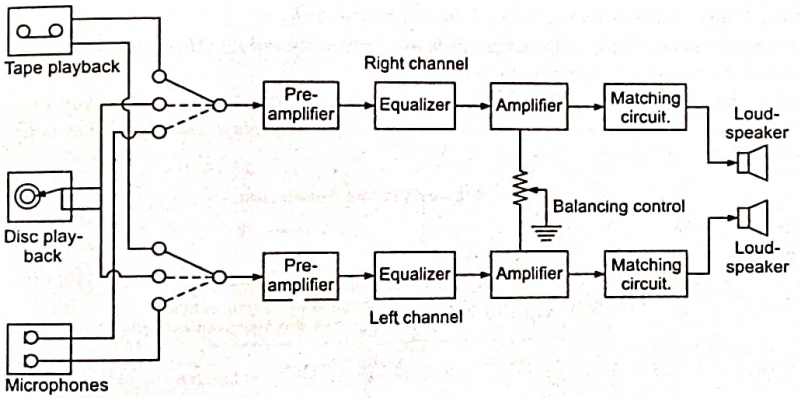
Tape Cartridge—Cartridge लगातार run करता है तथा इसमें reverse winding की सुविधा नहीं होती। सभी tracks एक ही दिशा में होते हैं तथा इनकी संख्या आठ होती हैं (चित्र 2.10 देखें)। पहले चार ट्रैक left channel हेतु तथा अगले चार ट्रैक right channel हेतु होते हैं। cartridge में tape की स्पीड 9.5 cm/s होती है। पहले ट्रैक 1 तथा 5 play किये जाते हैं। फिर tape head 2 तथा 6 वाले ट्रैक्स को पिक-अप करता है। तत्पश्चात् 3 व 7 तथा फिर 4 तथा 8 play किये जाते हैं। इसके बाद पुन: 1 तथा 5 नम्बर प्ले किये जाते हैं। Playing तब तक लगातार चलती रहती है जब तक मशीन को off नहीं कर दिया जाता।



चित्र 2.10—Tape cartridge में stereo tracks

Cassette Tape—कैसेट टेप मे reverse recording तथा playback की सुविधा भी होती है। यह घरेलू रिकार्डिंग्स तथा प्लेबैक के लिये अधिक उपयुक्त होता है (चित्र देखें)(स्टीरियो ट्रैक्स 1 तथा 3 forward direction हेतु तथा 2 व 4 रिवर्स direction हेतु हैं)। कैसेट टेप की स्पीड 4.75 cm/s होती है। यह दो घण्टे का program hold कर सकता है (one hour in both directions)। इनको C–30, C–60, C–90 तथा C–120 के रूप में specify किया जाता है (उदाहरण C–90 Means 45 मिनट का forward play तथा 45 मिनट का reverse play, अत: कुल 90 मिनट का प्ले)।

हाई-फाई स्टीरियो पुर्नोत्पादन (Reproduction of Hi-Fi Stereo)—Hi-fi stereo system के पुर्नोत्पादन हेतु ब्लाक डायग्राम चित्र 2.11 में प्रदर्शित है। स्टीरियो सिगनल को tape-mic स्विच के माध्यम से दो अलग-अलग प्रवर्धन channels फीड किया जाता है। इस प्रवर्धक सिस्टम में low noise high gain preamplifiers, equaliser, एकसार आवृत्ति अनुक्रिया प्राप्त करने हेतु डिज़ाइन किये गये प्रवर्धक (उचित negative feedback युक्त), मैचिंग ट्रांसफार्मर, बैलैंसिंग परिपथ इत्यादि होते हैं। मैचिंग ट्रांसफार्मर के सैकेंड्री को उस चैनल के लाउडस्पीकर से कनैक्ट किया जाता है। Hi-fi system के लाउडस्पीकर में woofer, squawker व tweeter का प्रयोग किया जाता है।



चित्र 2.11—Block diagram of Hi-Fi reproducing system

इस सिस्टम को इस प्रकार डिज़ाइन किया जाता है जिससे flat frequency response (40 Hz से 15 kHz तक) ± 1 dB, low distortion (less then 1%), high SNR (50 dB से अधिक) उच्च dynamic range (80 dB से अधिक) प्राप्त होती है, अर्थात् hi-fi system के सभी अभिलक्षण प्राप्त होते हैं।

§ 2.7 डॉल्बी सिस्टम (Dolby System):

डॉल्बी न्वायस रिडक्शन सिस्टम (Dolby noise reduction system) किसी सिस्टम की SNR (Signal to noise ratio) को बेहतर बनाने की तकनीक है जिसमें रिकार्डिंग के समय preemphasis व playback के समय deemphasis का use किया जाता है। Dolby noise reduction system (या Dolby NR) Dolby laboratories द्वारा विकसित Noise reduction system (अर्थात् noise को कम करने हेतु प्रयुक्त तकनीकों) की श्रेणी में से एक है, जिसको analog audio tape recording हेतु use के लिये develope किया गया था। इसके अंतर्गत Dolby A को 1965 में introduce किया गया (Dolby A को सामान्यत: recording audios में professional use के लिए विकसित किया गया)। उसके पश्चात् 1968 में Dolby B को introduce किया गया तथा यह cassette tape में प्रयुक्त की जाती थी तथा बाद में इसका उपयोग hi-fi stereo tape recorders में भी किया गया। Dolby A तथा Dolby SR professional use (व्यवसायिक उपयोग) हेतु विकसित किये गये जबकि Dolby B, C तथा S consumer market (उपभोक्ताओं) हेतु विकसित किये गये। Dolby HX के अतिरिक्त अन्य सभी Dolby systems में recording के समय sound की dynamic range को compress (अर्थात् companding) करने तथा playback के समय उसी अनुपात में decompress (अर्थात् expanding) पर आधारित थे।

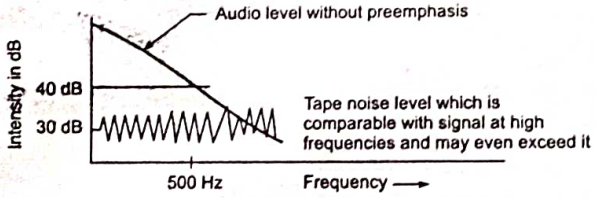
डॉल्बी डिजिटल (Dolby Digital): Dolby Digital (या Dolby AC-3) एक digital audio coding तकनीक है जिसमें उच्च क्वालिटी साउन्ड उत्पन्न करने हेतु आवश्यक डेटा की मात्रा को कम किया जाता है। Dolby Digital इस बात का लाभ उठाती है कि मानव के कान साउन्ड को किस प्रकार process करते हैं। जब coding noise audio signal की आवृत्ति के आस-पास होती है तो audio signal noise को mask कर देता है तथा मानव के कान को केवल audio signal सुनाई देता है। लेकिन जब coding noise audio signal के आवृत्ति से भिन्न होती है तो इसको reduce या eliminate करना आवश्यक हो जाता है। Noise को reduce, eliminate या mask करके CD (अर्थात् compact disk) पर data को $1/10^{th}$ तक reduce किया जा सकता है। Digital dolby को DVDs (Digital Versatile Disks), HDTV (High Definition Television), digital cable तथा satellite transmission में use किया जाता है।

The Name Dolby is synonymous with Noise-Reduction Systems. (Here Nr represents for Noise-reduction).

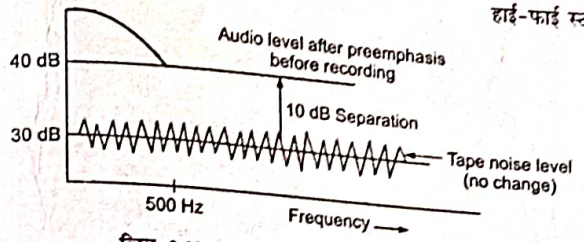
In practice, Dolby system is used for pre-emphasis of high notes and de-emphasis of low notes by equalization. Dolby system provides 10-15 dB improvement in SNR

Weak signals below 40 dB, above noise are boosted before recording. All signals which are 40 dB or higher, pass through Dolby system direct without change.

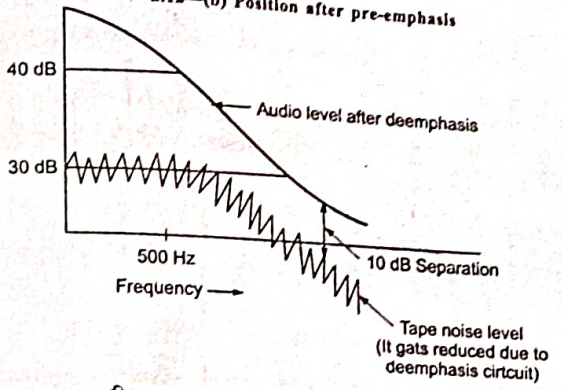
Signal in the absence of boosting is shown in Fig. 2.12(a). After boosting, recording noise remains unchanged but signals is boosted as shown in Fig. 2.12(b). During playback, signal and noise both are reduced a shown in Fig. 2.12(c).



चित्र 2.12—(a) Position without pre-emphasis

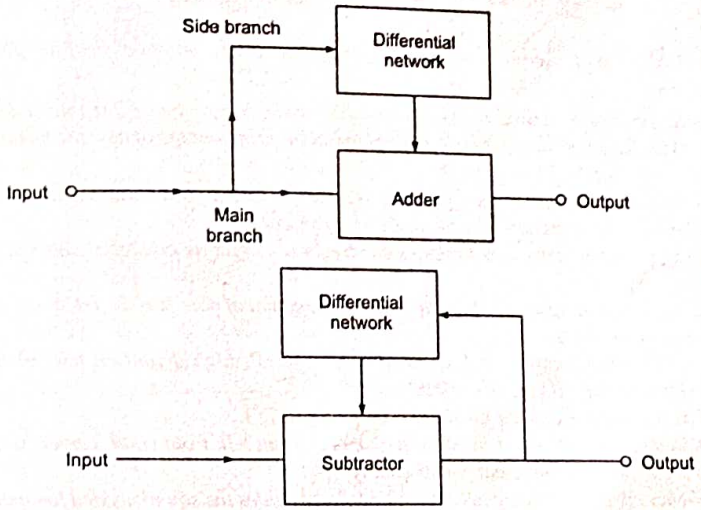


चित्र 2.12—(b) Position after pre-emphasis



चित्र 2.12—(c) Position after de-emphasis

Dolby A System



चित्र 2.12—(d) Reduction of Noise by 10 dB in Dolby System Boosting is done in 4 bands

Below 80 Hz

80 Hz to 2999.

3 kHz and above.

9 kHz and above.

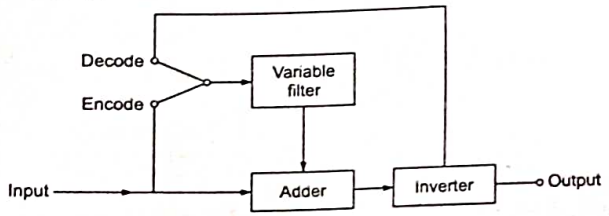
Bands 3 and 4 overlap above 9 kHz, so that the high frequency noise, in the form of hissing sound is considerably reduced. Each frequency band is processed separately by using low pass, band pass and high pass filters and limiters.

Dolby B System

More simplified system than Dolby A system has been developed for home use and is known as Dolby B System.

The encoded signal covers a signal frequency band from 500 Hz upwards.

Signal below a specified threshold value in level are pass through a variable filter which increases the level by about 1 dB at 500 Hz.



चित्र 2.12—(c)

The processed signal from the variable filter and the direct input signal are added. The adder gives the Dolby output.

For playback, the signal inverted and fed to the variable filter. The output of the filter gives to the adder to give decoded output.

Dolby Digital, previously known as AC-3, is a digital audio coding technique that reduces the amount of data needed to produce high quality sound. Dolby Digital takes advantage of how the human ear processes sound.

- *When coding noise is close to the frequency of an audio signal, that audio signal masks the noise so that the human ear hears only the intended audio signal.*
- *Sometimes the coding noise is not in the same frequency of an audio signal and must be reduced or eliminated.*
- *By reducing, eliminating, or masking the noise, the amount of data is reduced to one tenth of the data on a compact disk (CD).*
- *Dolby Digital is used with digital versatile discs (DVDs), high definition television (HDTV), and digital cable and satellite transmissions.*
- *Selected as the audio standard for digital television (DTV).*
- *Dolby Digital provides five full-bandwidth channels, front left, front right, center, surround left, and surround right, for true surround sound quality.*
- *Low frequency effect (LFE) channel is included that provides the sound needed for special effects and action sequences in movies.*
- *LFE channel is one-tenth of the bandwidth of the other channels and is sometimes erroneously called the subwoofer channel. This multichannel scheme is known as 5.1 channel.*

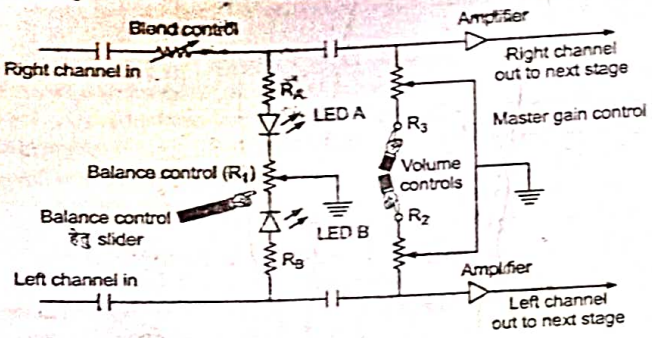
- *Because not everyone has the equipment needed to take advantage of Dolby Digital's 5.1 channel sound, developers included a downmixing feature that ensures compatibility with any playback device. The decoder in the playback device delivers the audio signal specific to that particular device's ability.*
- *Advanced Television Systems Committee (ATSC) selected Dolby Digital as a standard for DTV because of its popularity with film producers and consumers, its ability to use a single audio streaming video because of the downmixing feature, and its high quality sound.*
- *U.S. cable television industry has also adopted Dolby Digital for DTV applications.*
- *Most television facilities are not equipped to produce 5.1 channel sound. For this reason, many DTV programs use two-channel sound. The 5.1 channel sound is used primarily for theatrical films on pay-per-view channels and at theaters.*
- *To take advantage of Dolby Digital 5.1 channel sound for satellite broadcasts, a satellite receiver that provides a Dolby Digital output is necessary. For cable users, all digital set-top boxes are equipped with a Dolby Digital two-channel decoder. To use 5.1 channel sound, a 5.1 channel-compliant set-top box is needed or an external 5.1 channel decoder unit. The proper sound equipment is also necessary.*
- *Dolby noise-reduction system, or Dolby NR, is one of a series of noise reduction systems developed by Dolby Laboratories for use in analog audio tape recording.*
- *The first was Dolby A, a professional broadband noise reduction for recording studios in 1965, but the best-known is Dolby B (introduced 1968), a sliding band system for the consumer market, which helped make high fidelity practical on cassette tapes which used a relatively noisy tape size and speed.*
- *Dolby B, C, and S were designed for the consumer market.*
- *Aside from Dolby HX, all the Dolby variants work by companding, or the expanding dynamic range of the sound during recording and compressing it during playback.*
- *Dolby noise reduction is a form of dynamic preemphasis employed during recording, plus a form of dynamic deemphasis used during playback, that work in tandem to improve the signal-to-noise ratio.*
- *While Dolby A operates across the whole spectrum, the other systems specifically emphasize the audible frequency range where background tape hiss, an artifact of the recording process that is similar to white noise, is most noticeable (usually above 1 kHz, or two octaves above Middle C).*

§ 2.8 स्टीरियो कन्ट्रोल्स (Stereo Controls) :

Balance Control—Balance Control Hi-Fi System का वह control होता है जो दोनों प्रवर्धकों के मध्य उत्पन्न असमानताओं को दूर करता है, ताकि दोनों चैनल्स में equal inputs देने पर equal outputs प्राप्त हों। हालांकि दोनों चैनल्स independent होते हैं, किन्तु इनके amplifiers को matched pair के रूप में बनाया जाता है ताकि समान इनपुट होने पर समान आउटपुट प्राप्त की जा सके। दोनों amplifiers के एक समान होने पर भी उनमें थोड़े बहुत variations (असमानता) की सम्भावना रहती है (ट्रांजिस्टर अभिलक्षणों में असमानताओं, ICs में असमानताओं व लाउडस्पीकर्स की positioning इत्यादि में असमानताओं के कारण)। अत: इन असमानताओं को दूर करने हेतु स्टीरियो system में balancing control (potentiometer) होता है जो कि इन असमानताओं को दूर करता है।

एक सरलीकृत बैलैंस परिपथ चित्र 2.13 में प्रदर्शित है। इसमें एक potentiometer का प्रयोग किया गया है। जब इसको मध्य (center) में Set किया जाता है, LED A तथा LED B में धारा समान होनी चाहिये (यदि left व right channel में signals समान हैं)। यदि कोई असमानता है, तो LEDs की brightness भी असमान होगी। Balance कन्ट्रोल को ऊपर की ओर move करने पर (चित्र पुन: देखें) LED A के Series परिपथ का resistance कम होगा जिससे वह ज्यादा current draw करेगा जिससे

right channel की output अधिक हो जायेगी (तथा left चैनल की कम हो जायेगी)। (इसी प्रकार pot को नीचे की ओर लाने पर right channel की आउटपुट कम हो जायेगी तथा left channel की बढ़ जायेगी)।



चित्र 2.13—Balance control, master gain control and blend control

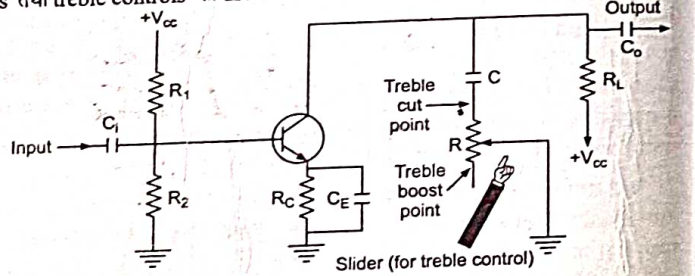
बैलेंस कन्ट्रोल को एडजस्ट करने हेतु दोनों चैनल्स को मोनोफोनिक सिगनल दिया जाता है जिससे दोनों चैनल्स को इनपुट एक समान प्राप्त हो। जब दोनों LEDs की brightness समान हो जाती है, तो system stereo के लिये balance हो जाता है।

Bass and Treble Control—श्रोता की व्यक्तिगत पसंद के अनुसार bass तथा treble को adjust करने हेतु bass and treble control use किये जाते हैं।

सामान्यत: आधुनिक ऑडियो आवृत्ति प्रवर्धक 16 Hz से 20 kHz तक flat frequency response प्रदान करने हेतु design किये जाते हैं। लेकिन साउन्ड के सम्बंध में हर व्यक्ति की अपनी अलग-अलग पसंद व नापसंद होती है। कुछ लोग sound में अधिक depth (गहराई) पसंद करते हैं जिसके लिये low notes अर्थात् bass को treble (high notes) की तुलना में ज्यादा amplify करने की आवश्यकता होती है। इसके साथ-साथ white noise भी उच्च आवृत्तियों पर निम्न आवृत्तियों की तुलना में ज्यादा होती है (8 kHz से 16 kHz octave में white noise 400 Hz से 800 Hz octave से लगभग 20 गुना ज्यादा होती है)। अत:, SNR को उच्च रखने हेतु treble को cut करना आवश्यक हो जाता है। hum तथा external noises निम्न आवृत्तियों में अधिक प्रभावी होती हैं तथा इस प्रकार की noises उत्पन्न होने पर bass को cut करना पड़ता है। यदि किसी व्यक्ति को sharp sound (तीखी ध्वनि) अधिक पसंद है तो treble को bass से ज्यादा रखना पड़ता है।

अत:, स्थिति के अनुसार (वातावरण में किस प्रकार की noise प्रभावी है, इत्यादि) तथा श्रोता के व्यक्तिगत स्वाद के अनुसार bass तथा treble adjust करने हेतु bass तथा treble controls का use किया जाता है, जिसको संयुक्त रूप से tone control कहा जाता है।

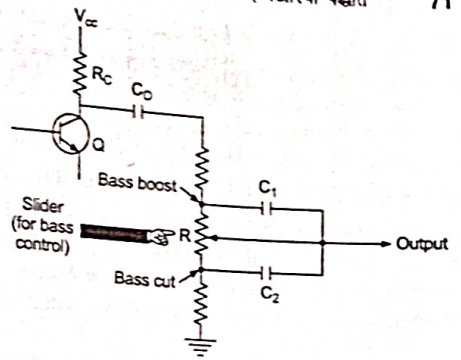
Treble Control—एक सरलीकृत treble cut control चित्र 2.14 (a) में प्रदर्शित है। Potentiometer R तथा C का श्रेणी परिपथ treble control करता है। जब slider निचले सिरे पर होगा तो load R_L पर अधिकतम वोल्टेज develop होगी, इस position पर treble अधिकतम होगा, अत: यह position



चित्र 2.14 (a)—सरलीकृत treble control परिपथ

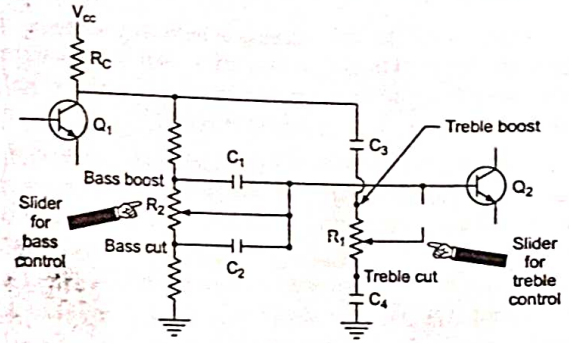
treble boost कहलाती है। Slider के ऊपर की ओर move करने पर pot का resistance कम होता जायेगा जिससे higher frequency signals (treble) में अधिक कटौती होने लगेगी। जब slider top पर पहुँचता है तो treble में अधिकतम कटौती हो जाती है (क्योंकि अब $R = 0$ हो जाता है, तथा capacitor उच्च आवृत्तियों (treble) को by-pass कर देता है) अत: यह position treble cut कहलाती है।

Bass Control—Lower notes अर्थात bass को control करने हेतु bass control का use किया जाता है। यदि capacitive reactance ($1/2\pi fC$) को बढ़ा दिया जाये, तो bass को cut किया जा सकता है। चित्र 2.14 (b) में bass control परिपथ प्रदर्शित है। Pot का slider upper end पर होने पर capacitor C_1 short हो जाता है, अत: signal capacitor C_1 को bypass करके अगले स्टेज पर पहुँच जाता है, bass का क्षीणन इस स्थिति में न्यूनतम होता है (अर्थात् यह maximum bass position या bass boost position कही जाती है)। Slider जब निचले सिरे पर पहुँचता है तो capacitor C_1 pot resistance (full) के parallel में आ जाता है, अत: bass को अधिकतम attenuation यहीं पर मिलता है (अत: यह position minimum bass position या bass cut position कहलाती है)।



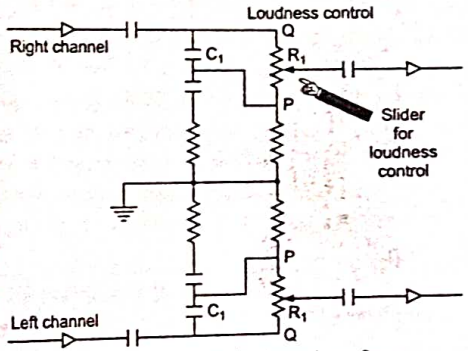
चित्र 2.14 (b)—Bass control हेतु सरलीकृत परिपथ

Bass तथा treble का संयुक्त control परिपथ चित्र 2.14 (c) में प्रदर्शित है। Potentiometer R_1 treble control हेतु व potentiometer R_2 bass control हेतु प्रयुक्त किया गया है।



चित्र 2.14 (c)—Bass तथा treble control का सरल संयुक्त परिपथ

Loudness Control—कभी-कभी music का volume बहुत कम होता है, तथा निम्न स्तरों पर bass के reproduction में काफी क्षीणन उत्पन्न हो जाता है। अत: bass को निम्न स्तरों से उठाने हेतु (तथा treble को nominal (अपेक्षाकृत कम) boost देने हेतु) loudness control का use किया जाता है। अत: यह control bass को अधिक boost प्रदान करता है (50 Hz पर + 12 dB) तथा treble को कम (10 kHz पर लगभग + 3 dB)। यदि sound का स्तर काफी कम है, तभी loudness control का use किया जाना चाहिये। Loudness control हेतु सरलीकृत परिपथ चित्र 2.15 में प्रदर्शित है। उच्च स्तरों पर (loudness को कम करने हेतु) slider को P की



चित्र 2.15—लाउडनैस कन्ट्रोल हेतु सरलीकृत परिपथ

ओर move कराया जाता है जिससे R_1C_1 combination series में आ जाते है। निम्न स्तरों पर slider को Q की ओर move कराया जाता है, जिससे signal बिना attenuation के pass करता है तथा loudness बढ़ जाती है।

Master Gain Control—Balance को disturb किये बिना volume को adjust करने master gain control का प्रयोग किया जाता है। दो concentric (समान centre वाले) shafts का प्रयोग करके inner shaft से balance control तथा बाहरी (outer) shaft से volume (या overall gain) control किया जा सकता है। (चित्र 2.11 पुनः देखें) R_1 द्वारा balance control प्रदान किया जा रहा है जबकि R_2 तथा R_3 (ganged) द्वारा channels का volume control किया जा रहा है।

Blend Control—स्टीरियो प्रभाव को dilute (समाप्त) करने हेतु blend control का प्रयोग किया जाता है (चित्र 2.11 पुनः देखें)। Channels को disbalance करके diluting प्राप्त की जा सकती है। balanced output के लिये blend control potentiometer को zero resistance पर रखा जाता है जबकि balance को disturb करने हेतु एक ओर बढ़ा दिया जाता है जिससे left channel (या right channel) की Gain कम हो जाती है।

§ 2.9 प्रवर्धक के आउटपुट तथा लाउडस्पीकर के इम्पीडैंस के मध्य मिसमैच (असमानता) होने के परिणाम (Consequences of Mismatch between Amplifier Output and Speaker Impedance) :

इम्पीडैंस मैचिंग का अर्थ (Meaning of Impedance Matching)—कई इलैक्ट्रॉनिक उपकरणों में (जैसे रेडियो, टेपरिकार्डर, टी० वी०, पब्लिक एड्रैस सिस्टम आदि) अन्तिम आउटपुट ध्वनि के रूप में होती है। अतः एक लाउडस्पीकर को पॉवर प्रवर्धक के लोड के रूप में प्रयोग किया जाता है। शक्ति प्रवर्धक का कार्य इसके लोड के रूप में लगे लाउडस्पीकर को अधिक से अधिक शक्ति (power) प्रदान करना होता है।

"अधिकतम शक्ति स्थानान्तरण प्रमेय (maximum power transfer theorem) के अनुसार किसी नैटवर्क के आउटपुट terminals पर लगे लोड प्रतिरोध R_L को अधिकतम शक्ति आउटपुट तब प्राप्त होती है, जब लोड प्रतिरोध R_L का मान नैटवर्क के आन्तरिक प्रतिरोध (लोड टर्मिनल से देखने पर) अर्थात् स्रोत प्रतिरोध R_S के तुल्य हो अर्थात् $R_L = R_S$।"

"The output power obtained from a network is maximum when the load resistance R_L is equal to the internal resistance of the network R_S as seen from the terminals of the load."

अधिकतम शक्ति स्थानान्तरण प्रमेय को एक example की सहायता से और स्पष्ट करना चाहता हूँ। मान लीजिये आपके पास एक गिलास में दूध है। आपके सामने तीन व्यक्ति खड़े है, एक के हाथ में चम्मच है, दूसरे के हाथ में आपके गिलास के समान size का गिलास है तथा तीसरे के हाथ में एक बड़ी बाल्टी है। तो आप अपने गिलास का दूध इन तीन व्यक्तियों में से किसको बेहतर तरीके से दे सकते हैं। चम्मच वाले व्यक्ति को देंगे तो उसे कुछ नहीं मिलेगा, बाल्टी वाले व्यक्ति की बाल्टी बहुत बड़ी है अतः गिलास वाले व्यक्ति को दूध सही तरीके से ट्रांसफर होगा। इसी प्रकार यदि load impedance, source impedance से मैच करता है, तभी source द्वारा load को अधिकतम शक्ति ट्रांसफर की जा सकती है।

अधिकतम शक्ति स्थानान्तरण प्रमेय (maximum power transfer theorem) के आधार पर हम कह सकते हैं कि शक्ति प्रवर्धक से लाउडस्पीकर को अधिकतम शक्ति तभी प्रदान की जा सकती है जब शक्ति प्रवर्धक की आउटपुट प्रतिबाधा लाउडस्पीकर की अनपुट प्रतिबाधा के समान हो। दूसरे शब्दों में हम इसी बात को ऐसे भी कह सकते हैं कि शक्ति प्रवर्धक की आउटपुट प्रतिबाधा लाउडस्पीकर की प्रतिबाधा से मैच करे (मैच करना मतलब समान होना)। यदि ये दोनों प्रतिबाधायें समान नहीं होंगी (अर्थात् मैच नहीं करेंगी) तो लाउडस्पीकर को अधिकतम पॉवर प्राप्त नहीं होगी अर्थात् लाउडस्पीकर को कम शक्ति प्राप्त होगी।

हम जानते है कि ट्रांजिस्टर की आउटपुट प्रतिबाधा किलोओम में होती है जबकि लाउडस्पीकर की प्रतिबाधा लगभग 4 से 24 ओह्म के बीच होती है। यदि पॉवर प्रवर्धक को सीधा लाउडस्पीकर से जोड़ दिया जाये तो लाउडस्पीकर को बहुत कम शक्ति प्राप्त हो पायेगी।

प्रतिबाधा मैचिंग प्राप्त करने के लिये ट्रांसफार्मर का प्रयोग किया जाता है।

ट्रांसफॉर्मर द्वारा प्रतिबाधा मैचिंग प्राप्त करना (To get impedance matching by transformer)—चित्र 2.16 को देखें, ट्रांसफॉर्मर के सैकेन्ड्री टर्मिनल पर प्रतिरोध R_2 लगा है, अर्थात्

$$V_2 = I_2 R_L \text{ या } \frac{V_2}{I_2} = R_L$$

अब हम यह देखेंगे कि यदि ट्रांसफॉर्मर के प्राइमरी साइड से देखें, तो इस लोड का impedance कितना प्रतीत होगा अर्थात् यदि ट्रांसफॉर्मर के प्राइमरी साइड पर V_1 तथा I_1 का ratio लिया जाये, तो इसका मान क्या होगा अर्थात् R_L को ट्रांसफॉर्मर के प्राइमरी साइड से देखने पर इसका मान कितना होगा। माना यह मान R_L' होगा।

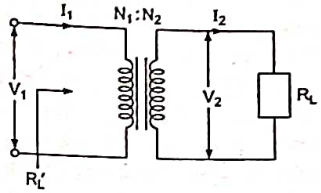
$$\frac{V_1}{I_1} = R_L'$$

किन्तु $$\frac{V_2}{I_2} = R_L$$

अतः $$\frac{R_L'}{R_L} = \frac{V_1/I_1}{V_2/I_2} = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{I_2}{I_1}$$

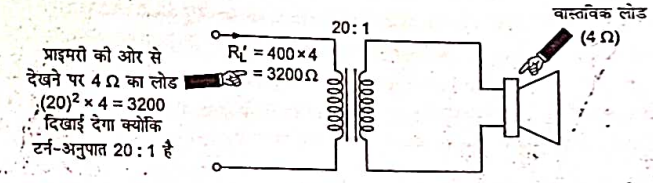
$$= \frac{N_1}{N_2} \times \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2}$$

या $$R_L' = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R_L$$



चित्र 2.16 (a)—ट्रांसफॉर्मर द्वारा प्रतिबाधा मैचिंग

उक्त समीकरण से स्पष्ट है कि किसी ट्रांसफॉर्मर के सैकेन्ड्री टर्मिनल पर लगे लोड R_L का मान ट्रांसफॉर्मर के प्राईमरी साइड से देखने पर $\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R_L$ होता है। स्पष्ट है कि यह मान ट्रांसफार्मर की टर्न रेशियो (turn ratio) पर निर्भर करता है। मान लीजिये कि ट्रांसफॉर्मर की सैकेन्ड्री पर 5 Ω का लाउडस्पीकर लगा है। यदि हम 20 : 1 टर्न रेशियों का स्टैप, स्टैप डाउन ट्रांसफॉर्मर प्रयोग कर रहे हैं, तो ट्रांसफॉर्मर की प्राइमरी साइड से देखने पर प्रतिरोध का मान $\left(\frac{20}{1}\right) \times 5$ अर्थात् 2 kΩ होगा, यदि टर्न रेशियो बढ़ाकर 40 : 1 कर दिया जाये तो प्राइमरी साइड से देखने पर प्रतिरोध का मान $\left(\frac{40}{1}\right)^2 \times 4 = 8$ kΩ होगा। इस प्रकार उचित टर्न अनुपात (turn ratio) का स्टैप डाउन ट्रांसफॉर्मर प्रयोग करके निम्न मान के R_L को उच्च आउटपुट प्रतिबाधा वाले ट्रांजिस्टर से मैच किया जा सकता है तथा load को अधिक पॉवर ट्रांसफर की जा सकती है।



चित्र 2.16 (b)

उदाहरण : एक 16 Ω के लाउडस्पीकर को 10 Ω आउटपुट प्रतिरोध वाले ट्रांजिस्टर के साथ मैच करना है। ट्रांसफॉर्मर का वर्त्त अनुपात (turn ratio) क्या होना चाहिये?

हल : प्रश्न के अनुसार, $R_L = 16\,\Omega$

$R_L' = 10\,\text{k}\Omega$

समीकरण के अनुसार $$R_L' = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R_L$$

$$\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 = \frac{R_L'}{R_L} = \frac{10{,}000}{16} = 625$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{625} = 25:1$$

अत: उक्त उदाहरण में 25 : 1 turn ratio का ट्रांसफॉर्मर एक magnifying glass या lens की तरह काम करता है (जिस प्रकार किसी छोटी वस्तु को magnifying glass से देखने पर उसका size बड़ा दिखाई देता है, ऐसे ही step down transformer load के virtual मान को बढ़ा देता है) अत:, एक 16 Ω का load प्राइमरी की तरफ से देखने पर 10 kΩ का दिखाई देता है तथा प्रतिबाधा मैचिंग हो जाती है।

जब भी load तथा source के मध्य प्रतिबाधा का मिसमैच (mismatch) होगा, load को प्राप्त शक्ति कम हो जायेगी। Mismatch की स्थिति में आवृत्ति विरूपण भी हो जाता है। यदि load inductive है उसका reactance frequency बढ़ने पर बढ़ेगा ($\therefore X_L = 2\pi fL$)। **अत: load के reactive होने की स्थिति में maximum power transfer theorem कहती है कि अधिकतम शक्ति के लिये लोड प्रतिबाधा को source प्रतिबाधा का complex conjugate होना चाहिये। अत: यदि source impedance inductive है तो load impedance capacitive होना चाहिये तथा यदि source impedance capacitive है तो load inductive होना चाहिये।**

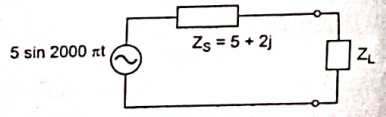
$$Z_L = Z_S^*$$

if $$Z_S = R + jX, \text{ then load}$$

should be $R - jX$ for maximum power transfer.

उदाहरण : चित्र 2.16(c) में maximum power transfer हेतु load ज्ञात करें।

हल : चूँकि reactive component positive है $(+2j)$ अत: source inductive है। अत:, maximum power transfer हेतु load capacitive होना चाहिये। Load प्रतिबाधा $5 + 2j$ का complex conjugate अर्थात् $5 - 2j$ होनी चाहिये। Capacitance के मान की गणना हेतु—



चित्र 2.16 (c)

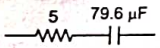
$$\frac{1}{j2\pi fC} = -2j$$

or $$2\pi fC = \frac{1}{2}$$

चूँकि $$f = 1000\,\text{Hz} \qquad (\therefore 2\pi f = 2000\pi)$$

$$C = \frac{1}{2 \times 2 \times 3.14 \times 1000}\ \text{Farad} = 79.6\,\mu\text{F}$$

अत: maximum power transfer हेतु load को निम्नवत् व्यक्त किया जा सकता है—(2.15 (d))



चित्र 2.15 (d)

"The last stage of a multistage amplifier is the power stage. Here, an effort is made to transfer maximum power to the output device, e.g., a loudspeaker. For maximum power transfer, the impedance of power source should be equal to that of load. Usually, the impedance of an output device is a few ohms whereas the output impedance of transistor is several kilo-ohms. In order to match the impedance, a step-down transformer of proper turn ratio is used. The impedance of secondary of the transformer is made equal to the load impedance and primary impedance equal to the output impedance of transistor. The output device (e.g., loudspeaker) connected to the secondary has a small resistance R_L. The load R_L' appearing on the primary side will be:

$$R_L' = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R_L$$

For instance, suppose the transformer has turn ratio $N_1 : N_2 :: 10 : 1$. If $R_L = 100\,\Omega$, then load appearing on the primary is:

$$R_L' = \left(\frac{10}{1}\right)^2 \times 100\,\Omega = 10\,k\Omega$$

Thus, the load on the primary side is comparable to the output impedance of the transistor. This results in maximum power transfer from transistor to the primary of transformer. This shows that low value of load resistance (e.g., speaker) can be stepped-up to a more favourable value at the collector of transistor by using appropriate turn ratio of the transformer."

§ 2.10 ध्वनि अनुरणन (Acoustic Reverberation) :

ध्वनि तरंगों के किसी बंद कमरे में दीवारों, छत व दरवाज़ों से बार-बार टकराने (तथा reflect होने) के बाद ही धीरे-धीरे fade (क्षीण) होता है। अत:, sound का source समाप्त होने के बाद sound का धीरे-धीरे fade करना (तथा echo का सुनाई देना) reverberation कहलाता है।

साउन्ड के प्रारम्भिक मान से उसके 10^{-6} गुना कम हो जाने (अर्थात् उसका स्तर 60 dB कम हो जाने) में लगने वाला समय reverberation time या अनुरणन काल कहलाता है। reverberation से ध्वनि की जीवंतता (liveliness or richness) मिलती है। लेकिन अधिक reverberation से ध्वनि की गुणवत्ता में कमी आ जाती है। किसी concert Hall में reverberation समय 2 सैकेन्ड तथा लैक्चर हॉल में 0.5 second के आसपास होता है।

प्रॉफेसर सैबाइन (Professor Sabine) द्वारा reverberation time का निम्नवत् सूत्र दिया गया—

$$T = 0.161\,\frac{V}{a}$$

जहाँ V = Volume of the room (m^3 में)

a = Total absorption of sound by materials

(अर्थात् ध्वनि का पदार्थों द्वारा कुल अवशोषण)

यहाँ a प्रत्येक surface के surface area पर निर्भर करता है, तथा इसका absorption coefficient निम्नवत् परिभाषित किया जाता है—

$$a = \Sigma\,\alpha S$$

$$= \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \alpha_3 S_3 + _____$$

जहाँ

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, surface area S_1, S_2, S_3 के absorption हैं।

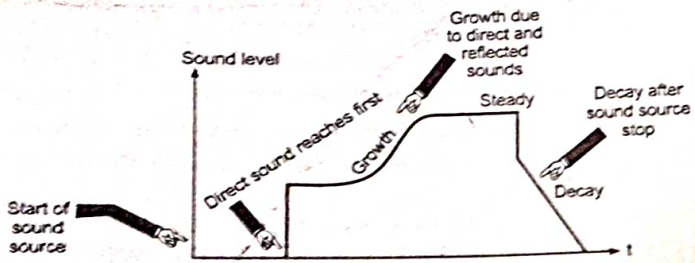
αS का unit sabine होता है, S को square meter में व्यक्त किया जाता है।

$$\alpha = \frac{\text{Energy absorbed by unit surface area}}{\text{Total energy received by unit surface area}}$$

कुछ पदार्थों के absorption coefficients का मान निम्न तालिका 2.4 में दिया गया है—

Table 2.4—Absorption coefficient of same materials

Materials	Absorption coefficients
Open window	1
1 mm thick carpet	0.26
Curtain	0.15
Wooden chair	0.17
Cushion	0.20
Unpainted brick (or plastered) wall	0.03
Painted wall	0.02
Wooden floor	0.09
Audience	0.84



चित्र 2.17—किसी enclosure में साउन्ड का grow करना तथा decay होना

किसी room में श्रोता के पास सबसे पहिले direct sound पहुँचता है तथा फिर reflected sounds पहुँचते हैं। अत: sound की तीव्रता समय के साथ बढ़ती है तथा फिर नियत हो जाती है। Sound source के stop होने पर sound energy तेजी से कम होती है। (चित्र 2.17 देखें)

किसी auditorium की acoustic आवश्यकतायें—

- प्रत्येक स्थान पर आरामदायक श्रवण (Comfortable listening at every point of the auditorium)।
- समान वितरण (Uniform distortion at all points)।
- बाहरी शोर से Insulation (Insulation from outer noise)।
- Reverberation काल का 0.5 Seconds तक सीमित होना (Reverberation time should be limited to 0.5 seconds)।
- मोटी बाहरी दीवारें, अनुनाद आवृत्तियों का उपयुक्त क्षीणन, concave या convex सतहों का न होना, बड़ी दीवारों तथा ceiling इत्यादि (Thick outer walls to insulate external noise, attenuation of resonance frequencies, elimination of concave and convex surfaces to eliminate concentration of energy in specific areas, discontinuities in large walls and ceilings by pillars and beams, paraboloid shape stage etc.)।

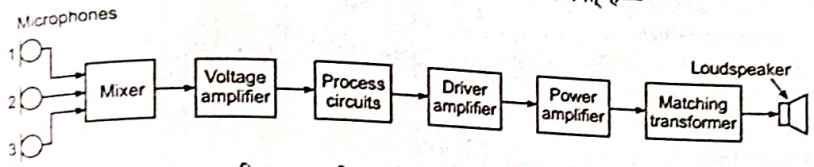
§ 2.11 पब्लिक एड्रैस सिस्टम (Public Address System):

यह तो आप जानते होंगे कि दूरी बढ़ने पर ध्वनि की तीव्रता घटती जाती है। अत:, यदि किसी बड़े जनसमूह को संबोधित किया जाना है (address large gatherings), तो स्टेज से दूर बैठे लोगों तक ध्वनि को पहुँचाने हेतु उसका उपयुक्त प्रवर्धन

आवश्यक है ताकि दूर बैठे लोग भी आराम से ध्वनि को सुन सकें। अत:, बड़ी gathering public (विशाल जल समूह) को address (संबोधित) करने हेतु use किया जाने वाला सिस्टम public address system कहलाता है।

पब्लिक एड्रैस सिस्टम या PA system एक वैद्युत-ध्वनि सिस्टम होता है जहाँ ध्वनि को माइक्रोफोन द्वारा वैद्युत सिगनल में कनवर्ट किया जाता है, तथा फिर इस वैद्युत (ऑडियो) सिगनल को प्रवर्धकों द्वारा प्रवर्धित व प्रौसेस किया जाता है, तथा यह प्रौसेस्ड सिगनल लाउडस्पीकर को feed करके पुन: ध्वनि का पुर्नोत्पादन किया जाता है। इस प्रवर्धित ध्वनि को large gatherings (public meetings, sports, functions, airports, railway stations इत्यादि) में श्रोता आराम से सुन सकते हैं।

पब्लिक एड्रैस सिस्टम का ब्लॉक डायग्राम (Block Diagram of Public Address System)—पब्लिक एड्रैस सिस्टम का ब्लॉक डायग्राम चित्र 2.18 में प्रदर्शित है। इसके प्रमुख ब्लाक्स का वर्णन निम्नवत् है—

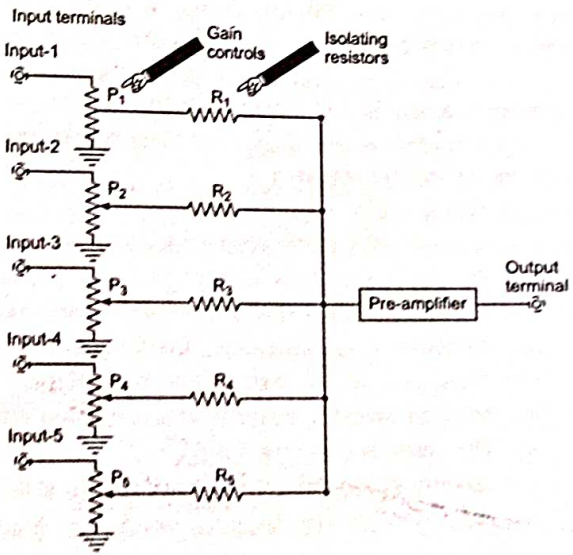


चित्र 2.18—पब्लिक एड्रैस सिस्टम का ब्लॉक डायग्राम

(i) माइक्रोफोन (Microphone)—माइक्रोफोन ध्वनि सिगनल को पिक-अप करके उन्हें वैद्युत परिवर्तनों में कनवर्ट करता है, जिसे ऑडियो सिगनल कहा जाता है। सामान्यत:, दो या तीन माइक्रोफोन्स की provision (व्यवस्था) रखी जाती है, तथा tape/record player हेतु अतिरिक्त input भी होती है।

(ii) मिक्सर (Mixer)—माइक्रोफोन्स का आउटपुट मिक्सर स्टेज को दिया जाता है। मिक्सर स्टेज का कार्य विभिन्न चैनल्स को main amplifier को feed करने से पूर्व उन्हें isolate (पृथक) करना होता है, मिक्सर built-in unit या separate pluggable unit के रूप में हो सकता है।

मिक्सर तीन प्रकार के होते हैं। सबसे simple mixer में pre-amplifiers व amplifiers नहीं होते किन्तु केवल gain controls होते हैं (जिन्हें faders भी कहा जाता है)। दूसरे प्रकार के मिक्सर के isolating resistors (पृथक्करण प्रतिरोध) व preamplifiers होते हैं (चित्र 2.19 देखें)। P_1 से P_5 तक गेन कन्ट्रोल व R_1 से R_5 तक isolating प्रतिरोध use किये गये हैं। तीसरे प्रकार के मिक्सर में इनके अलावा हेतु अलग-अलग pre-amplifiers होते हैं तथा gain control potentiometers व isolation resistances होते हैं। फिर एक common amplifier तथा emitter follower (impedance मैचिंग हेतु) use किया जाता है।



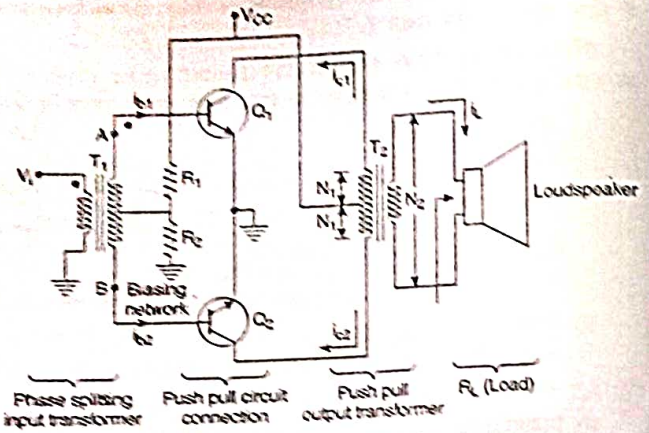
चित्र 2.19—Mixer circuit for P.A. system

Voltage Amplifiers—यह mixer के आउटपुट को और अधिक प्रवर्धित करते है।

Processing Circuits—इन circuits में tone controls (bass-treble controls), master gain controls (loudness control, balance control, blend control) आदि circuits होते है।

Driver Amplifiers—यह signal का पर्याप्त voltage amplification करते है, जिससे कि signal को power amplifier में फीड किया जा सके।

Power Amplifiers—यह तो आप जानते ही होंगे कि power amplifier किसी भी प्रवर्धन सिस्टम के last stage के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। voltage amplifiers की आउटपुट से प्राप्त सिग्नल को पर्याप्त शक्ति प्रदान करने हेतु power amplifiers का use किया जाता है, ताकि यह loudspeaker को drive कर सके। पब्लिक एड्रैस सिस्टम में push pull power amplifier circuit का use किया जाता है। (चित्र 2.20 देखें) ताकि even harmonics (सम हारमोनिक्स) को remove किया जा सके तथा ट्रांसफार्मर के core में saturation की स्थिति उत्पन्न न हो। पॉवर amplifier को आउटपुट को मैचिंग ट्रांसफार्मर की सहायता से loudspeaker को connect किया जाता है ताकि लाउडस्पीकर को अधिकतम शक्ति स्थानान्तरित की जा सके।



चित्र 2.20—Power Amplifier

Loudspeaker—यह Electrical audio signals को pressure variations में convert करता है जिससे ध्वनि को पुनरुत्पादित किया जाता है।

न्यूनतम डिस्टोर्शन तथा ध्वनि को uniform तथा पर्याप्त लेवल हेतु किसी भी पब्लिक एड्रैस सिस्टम को install करने हेतु निम्न बातों का ध्यान रखा जाना चाहिये—

(i) ध्वनि का फीडबैक न हो।

(ii) प्रवर्धक को ऑडियो आउटपुट शक्ति पर्याप्त हो तथा सभी लाउडस्पीकर्स में uniformly (समान रूप से) distributed हो।

(iii) अत्यंत reverberation (अनुगूंज) को कम करने हेतु लाउडस्पीकर्स को placement ठीक प्रकार से हो।

(iv) लाउडस्पीकर का orientation (दिशा) श्रोताओं के अनुरूप हो।

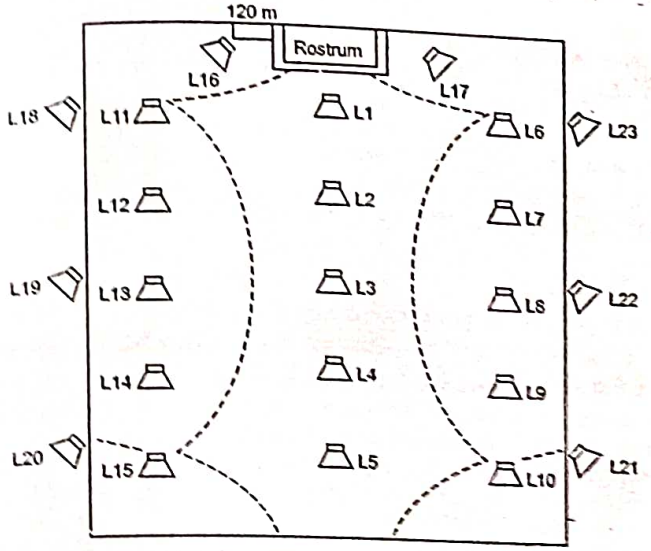
(v) Microphones का चयन प्रोग्राम की प्रकृति के अनुरूप हो।

(vi) प्रवर्धक की आउटपुट व लाउडस्पीकर की प्रतिबाधा के मध्य उचित मैचिंग हो।

(vii) रेडियो आवृत्ति पिक-अप उत्पन्न न हो।

(viii) माइक्रोफोन को लीड्स तथा a.c. leads के मध्य isolation हो जिससे a.c. hum की पिक-अप की संभावना न रहे।

एक पब्लिक मीटिंग हॉल का PA Installation प्लान चित्र 2.21 में प्रदर्शित है।



चित्र 2.21—पब्लिक मीटिंग का पब्लिक एड्रैस इंस्टॉलेशन प्लान

विचार प्रश्न:

चित्र 2.21 के अनुसार निम्न प्रश्नों के उत्तर दीजिये—

(i) Central line पर कौन-कौन से स्पीकर्स स्थापित हैं? इनका क्या लाभ है?

(ii) पूर्ण कवरेज हेतु कौन-कौन से side-speakers लगाये गये हैं?

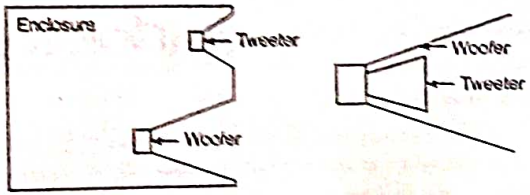
(iii) Corners को cover करने हेतु कौन से speakers स्थापित किये गये हैं?

(iv) स्टेज के बायें व दायें भाग (rostrum) को कौन से स्पीकर्स कवर कर रहे हैं?

(v) किस टाइप के माइक्रोफोन व लाउडस्पीकर्स का प्रयोग उचित रहेगा?

§ 2.12 मल्टीस्पीकर कॉलम की आवश्यकता (Need of Multispeaker Column) :

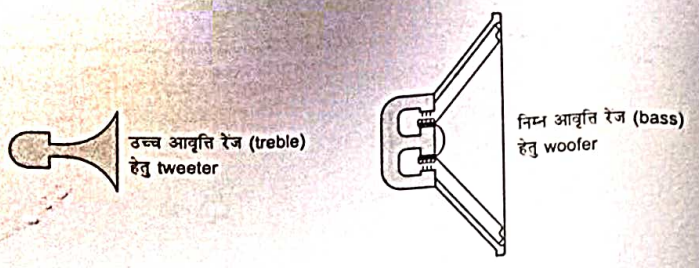
एक सिंगल लाउडस्पीकर सम्पूर्ण ऑडियो रेंज (20 Hz से 20 kHz) के लिये flat response प्रदान नहीं कर सकता। यहाँ तक कि व्यावहारिक Hi-Fi range (40 Hz से 15 kHz) में भी flat response प्रदान कर पाना एक लाउडस्पीकर के बस की बात नहीं है। खुले लाउडस्पीकर में reverse phase की back waves निम्न आवृत्तियों को कमजोर करती है जबकि बंद लाउडस्पीकर (enclosure) में बक्से के अंदर की वायु का compliance (capacitive effect) cone system में compliance के क्षेणी में अधर loudspeaker की अनुनाद आवृत्ति को बढ़ा देते हैं। उच्च आवृत्ति में होने वाला क्षय (loss) diaphragm के (तथा cone system) mass (inductive effect) के कारण होता है। अतः एक single loudspeaker दोनों चीजें, अच्छी bass तथा smooth treble उत्पन्न नहीं कर सकता।



चित्र 2.22—(a) Woofer and Tweeter in common enclosure (b) Dual cone loudspeaker

उपरोक्त समस्या के समाधान हेतु ऑडियो आवृत्ति स्पैक्ट्रम को दो या तीन भागों में बाँट दिया जाता है तथा प्रत्येक भाग के लिये अलग-अलग लाउडस्पीकर

डिज़ाइन किये जाते हैं, ताकि प्रत्येक लाउडस्पीकर को आवृत्ति की छोटी रेंज ही कवर करनी पड़े। जो स्पीकर्स low audio frequencies (20 Hz से 1 kHz) को कवर करते हैं, woofers कहलाते हैं। जो speakers उच्च ऑडियो आवृत्तियों (1 kHz से उच्च) को कवर करते हैं, tweeters कहलाते हैं। कभी-कभी एक स्पीकर, जिसको कि squawker (स्कवैकर) कहा जाता है, use किया जाता है, जो कि mid frequency range (500 Hz से 5 kHz) को कवर करता है। वूफर्स तथा टवीटर्स एक ही enclosure में रखे गये अलग-अलग स्पीकर हो सकते हैं (चित्र 2.22 (a) या फिर dual cone loudspeaker के रूप में भी हो सकते हैं चित्र 2.22 (b)।



चित्र 2.22 (c)

A single loudspeaker cannot provide flat response for the full audio frequency range from 16 Hz to 20000 Hz, and not even for the Hi-Fi range of 40 Hz to 15000 Hz. Lower frequencies are weakened by the back sound waves of reverse phase in open speaker. In closed box, the compliance of the entrapped air comes in series with the compliance of the cone system and hence increases the resonance frequency of the loudspeaker (by decreasing the overall effective capacitance effect). Actually, the loss effect at high frequencies is due to mass (or inductive effect) of the diaphragm (including cone). Hence, a single speaker finds itself difficult to produce both, the good solid bass response and the smooth crisp treble response. The best of them can only produce just acceptable bass and treble which will not satisfy the Hi-Fi requirements (In the same wave as a good batsman could not bowl well and a good bowler cannot bat well (no doubt, there are alrounders, but here I am only giving an analog).

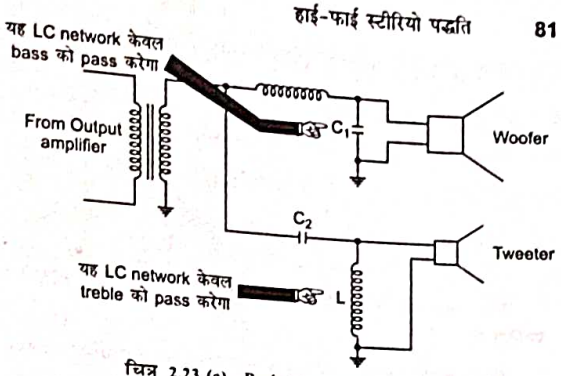
In order to solve the problem, the audio frequency range is divided into atleast two and preferably three parts. Separate speakers are designed exclusively for each part, so that each speaker has to cover only its own small range of frequency. The speakers which cover low frequencies from 16 Hz to 1000 Hz are called 'Woofers'. The speakers which cover higher audio frequencies are called 'Tweeters'. Often a two, a third speaker, called 'Squawker' is used for mid frequency range from 500-5000 Hz and in that case woofer works only upto 500 Hz and tweeter from 5000 Hz onwards.

Woofer and tweeters can either be separate speakers mounted in common enclosure, or there can be a dual cone be a dual cone loudspeaker arrangement.

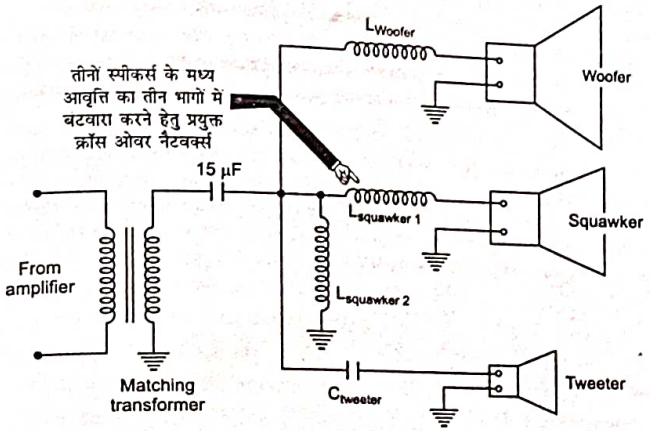
§ 2.13 स्पीकर कॉलम में क्रॉस ओवर नैटवर्क (Cross over networks in Speaker Columns) :

पिछले खण्ड में हमनें देखा कि audio frequency range को cover करने हेतु तीन प्रकार के speakers, (woofers, tweeters तथा squawkers) का use किया जाता है। यदि किसी सिस्टम में flat response प्राप्त करने हेतु multiway speaker system का प्रयोग किया जाता है, तो यह आवश्यक हो जाता है कि incoming signal को भी अलग-अलग आवृत्ति range में बाँट दिया जाये। ऐसे network जो कि आने वाले audio सिगनल को दो या तीन भागों में विभाजित कर देते हैं (woofer–tweeter system के लिए दो भागों में तथा woofer squawker–tweeter system के लिये तीन भागों में), cross over networks कहलाते हैं।

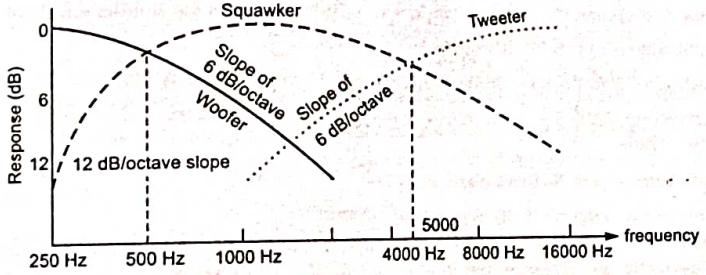
Cross over networks की अनुपस्थिति में speakers (i.e., woofers, tweeters तथा squawkers) को उनकी आवृत्ति रेंज के सिगनल भी अनावश्यक रूप से प्राप्त होते हैं जिससे speakers में overheating हो जाती है तथा output में विरूपण उत्पन्न हो जाता है। इससे system की दक्षता (efficiency) बहुत कम हो जाती है। एक cross over system चित्र 2.23 में प्रदर्शित है। Woofer की इनपुट पर एक low pass filter (जिसमें L_1 series में तथा C_1 shunt में हैं जिससे low frequencies pass होती है तथा उच्च आवृत्तियाँ block हो जाती है) दिया गया है जबकि tweeter की input पर एक high pass filter दिया गया है (इसमें C_1 series में तथा L_2 shunt में है जिससे उच्च आवृत्तियाँ pass होती है तथा निम्न आवृत्तियाँ block हो जाती है) इन फिल्टर्स में L व C की values को इस प्रकार चयनित किया जाता है ताकि यह filters अपने-अपने स्पीकर्स के लिये आवश्यक range को ही पास करते हैं तथा शेष आवृत्तियों को रोक देते हैं। इस प्रकार speakers को अपनी range के बाहर की अनावश्यक आवृत्तियाँ नहीं मिलती जिससे system की efficiency बेहतर प्राप्त होती है। चित्र 2.23 (c) में एक cross over network का frequency response curve प्रदर्शित है। यह प्रत्येक octave में 12 dB का attenuation देता है।



चित्र 2.23 (a)—Basic cross-over network



चित्र 2.23 (b)—Three way speaker system (separating the frequency range into three parts)



चित्र 2.23 (c)—Response curves for three-way speaker system

चित्र 2.23 में L व C की गणना निम्न सूत्रों द्वारा की जा सकती है—

$$L = \frac{R_L\sqrt{2}}{2\pi f_c}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_c R_L\sqrt{2}}$$

जहाँ R_L = Loudspeaker का impedance (Ohm में)

f_c = Cross over आवृत्ति (Hz में)

यदि two-way की जगह three-way speaker use किया जाना है तो उसका cross over network चित्र 2.23 (b) में प्रदर्शित है।

Even with a good enclosure, a single loudspeaker cannot be expected to deliver optimally balanced sound over the full audible sound spectrum. For the production of high frequencies, the driving element should be small and light to be able to respond rapidly to the applied signal. Such high frequency speakers are called "tweeters". On the other hand, a bass speaker should be large to efficiently impedance match to the air. Such speakers, called "woofers", must also be supplied with more power since the signal must drive a larger mass. Another factor is that the ear's response curves discriminate against bass, so that more acoustic power must be supplied in the bass range. It is usually desirable to have a third, mid-range, speaker to achieve a smooth frequency response. The appropriate frequency signals are routed to the speakers by a crossover network.

When a multiway loudspeaker system is used to get flat frequency response for the entire range of audio frequencies, it is essential to have a cross-over network to divide the incoming signal into separate frequency ranges for each speaker. In the absence of crossover networks, the speakers will suffer overheating and the output will be distorted when full power at frequencies outside their range is fed to them. Overall efficiency will be much reduced in the absence of crossover networks.

प्रश्नावली

1. (a) Hi-Fi stereo क्या होते हैं?
   (b) Dolby system क्या होता है?
   (c) Fidelity क्या होती है?
   (d) Noise व distortion क्या होते हैं? Audio system में विभिन्न प्रकार के noise व distortion बताइये।
2. (a) Public address system को Block diagram सहित समझाइये।
   (b) Fidelity क्या होती है? Noise व Distortion क्या होते हैं? ऑडियो सिस्टम में किस प्रकार के विरूपण होते हैं?
   (c) Stereophony क्या होती हैं? Stereophony व Monophony की तुलना कीजिये। टेप पर Stereophonic recording का वर्णन कीजिये।
   (d) Hi-Fi stereo system का Block diagram बनाइये।
   (e) Bass, Treble, Loudness व Balance controls समझाइये।
   (f) प्रवर्धक आउटपुट व स्पीकर प्रतिबाधा मिसमैच के क्या नुकसान होते हैं? मल्टी-स्पीकर Column व Cross over networks की क्या आवश्यकता होती है?

3 डिजिटल ऑडियो के मूल तत्व (DIGITAL AUDIO FUNDAMENTALS)

THINK ABOUT IT

Our greatest fear should not be of failure but of succeeding at things in life that don't really matter.

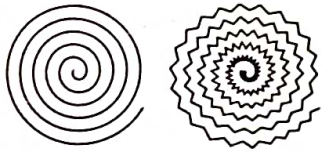
—Francis Chan

§ 3.1 परिचय (Introduction):

अध्याय 1 में आपने देखा कि किस प्रकार microphone–amplifier–loudspeaker combination द्वारा sound को public address systems हेतु प्रवर्धित किया जा सकता है। किन्तु साउन्ड को प्रवर्धित करने के साथ-साथ उसको store करने की भी सदा से मनुष्य की चाह रही है। यदि साउन्ड को store करना सम्भव न होता तो गीत, संगीत तथा महान कलाकारों की गायन प्रतिभा को न तो बार-बार सुनना संभव हो पाता, न ही इस कला को सदियों तक सहेज कर रख पाना सम्भव हो पाता। के. एल. सहगल, मुकेश, मौ. रफी, लता मंगेशकर, आशा भौसले तथा अन्य गायकों द्वारा गाये गये पुरानी फिल्मों के मधुर गीतों के संग्रह आज तक हमें झकझोरते हैं, किन्तु यदि sound recording systems विकसित न किये गये होते, तो इन गीतों को रिकॉर्ड करके store करना सम्भव नहीं हो पाता। मनोरंजन के क्षेत्र के साथ-साथ ज्ञान-विज्ञान के क्षेत्र में रिकॉर्डिंग का विशेष महत्व है। बड़े-बड़े ज्ञानियों के संदेश, महापुरूषों के संबोधन, विशेषज्ञों के लैक्चर यह सब रिकॉर्डिंग के पश्चात् न केवल बार-बार सुने जा सकते हैं बल्कि सहेज कर भी रखे जा सकते हैं तथा भविष्य में आने वाली पीढ़ियों के प्रेरणास्रोत भी बन सकते हैं।

समय के साथ साउन्ड रिकॉर्डिंग की कई विधियाँ प्रचलन में आईं जैसे disc recording, magnetic recording, optical recording etc., लेकिन sound की digital recording तथा CD के प्रचलन में आने के बाद तथा VCD, DVD, MP3 तथा ब्लू-रे तकनीकों के विकास होने पर पुरानी विधियों ने धीरे-धीरे अपना अस्तित्व खो दिया है।

Disc रिकॉर्डिंग की पुरानी विधि में rotating disc पर एक cutting stylus (cutting needle) जो कि एक coil से लिपटे armature से attach होती थी तथा coil से audio current pass होने पर इसमें audio current के समानुपाती vibrations उत्पन्न होते हैं) द्वारा spiral grooves काटे जाते थे तथा recording की जाती थी (चित्र 3.1 देखें)।



चित्र 3.1—CD पर audio recording

§ 3.2 साउन्ड की ऑपटिकल रिकॉर्डिंग (Optical Recording of Sound):

ऑपटिकल साउन्ड रिकॉर्डिंग का अर्थ है, किसी optical system का प्रयोग करके फोटोग्राफिक फिल्म या कॉम्पैक्ट डिस्क पर साउन्ड को रिकॉर्ड करना। Motion pictures (चलचित्र) के साउन्ड ट्रैक्स बनाने हेतु साउन्ड को फोटोग्राफिक फिल्म पर रिकॉर्ड करने की तकनीक का प्रयोग किया जाता है जहाँ ज्यादातर (हालांकि हमेशा नहीं) एक ही फिल्म पर पिक्चर के साथ-साथ साउन्ड भी रिकॉर्ड होता है।

साउन्ड की आपटीकल रिकॉर्डिंग दो प्रकार से की जाती है—

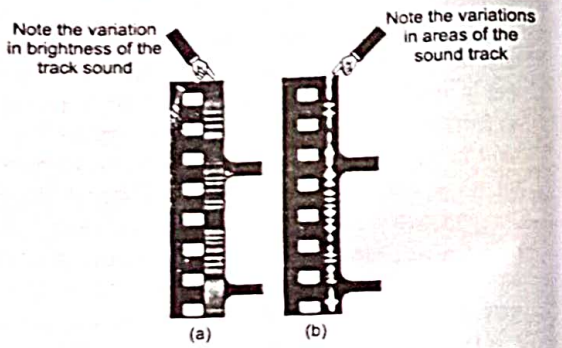
(i) **कॉम्पैक्ट डिस्क ऑपटिकल रिकॉर्डिंग** (Optical Recording on Compact Discs or CDs)—इस विधि में LASER (light amplification by stimulated emission of radiations) beam द्वारा रिकॉर्डिंग की जाती है। Laser beam को digital

audio signals द्वारा ON तथा OFF किया जाता है। यह beam एक घूमती हुई डिस्क (rotating disc) पर लगे photoresist materials (प्रकाशरोधी पदार्थ) पर डाली जाती है तथा वहाँ पर varying width तथा fixed depth के pits उत्पन्न करती है (अर्थात् परिवर्ती चौड़ाई किन्तु fixed गहराई के गड्ढे उत्पन्न करती है) और इस प्रकार डिस्क पर बाइनरी रूप (binary form) में signal record हो जाता है। Flats 1 को (flats अर्थात् समतल) तथा pits 0 को represent करते है। यह डिस्क compact audio digital disc या compact disc या short में CD कहलाती है। CD पर optical recording एक digital recording process है जिसका विस्तृत वर्णन अगले खण्ड में किया जायेगा।

(ii) फोटोग्राफिक फिल्म पर ऑपटिकल रिकॉर्डिंग (Optical Recording on Photographic Film)—इस विधि में ऑडियो सिगनल्स को फिल्म पर पड़ने वाली light intensity (प्रकाश तीव्रता) में variations के रूप मे कनवर्ट किया जाता है। यह रिकॉर्डिंग movie cinema film (चलचित्र फिल्म) के एक छोर (edge) पर 2.5 mm wide (2.5 mm चौड़े) साउन्ड ट्रैक के रूप में की जाती है। Slit से निकलने वाली light की तीव्रता (intensity of light) को ध्वनि दाब परिवर्तनो (sound pressure variations) के अनुसार परिवर्तित किया जाता है। यह varying light (sound pressure के अनुसार परिवर्तित प्रकाश तीव्रता) main movie film के edge (छोर) पर पड़ती है। इस varying light intensity का फोटोग्राफ film पर ठीक उसी प्रकार रिकॉर्ड हो जाता है जैसे कि पिक्चर के light variations फिल्म पर रिकॉर्ड होते है।

साउन्ड की फिल्म पर आपटिकल रिकॉर्डिंग हेतु दो विधियाँ प्रचलित हैं—Variable density recording तथा variable area recording.

Variable density recording में फिल्म के sound track side की brightness को change करके sound waves store की जाती है (चित्र 3.2 (a)) जबकि variable area recording में sound waves को record करने हेतु एक dark strip की width (अत: area) sound pressure के अनुरूप change किया जाता है (चित्र 3.2 (b) देखें)। दोनो ही विधियों में film के sound track part को भेजी जाने वाली light की intensity वास्तविक ध्वनि के समानुपाती होती है।



चित्र 3.2—(a) Variable density sound track (b) A bi-lateral variable area sound track

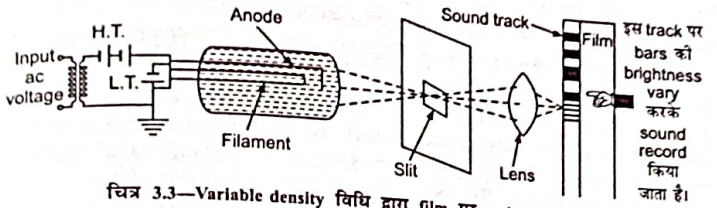
Optical sound recording, refers to the use of an optical system for recording sound on photographic film; a technique commonly used in making the sound track of motion pictures. Sound-on-film means that sound film processes where the sound accompanying picture is physically recorded onto photographic film (as in motion pictures), usually, but not always, the same strip of film carrying the picture.

For optical recording two methods are popular. The variable density recording uses changes in the darkness of the sound track side (varying the density or brightness) of the sound track of the film to represent the recorded sound wave. Variable area recording uses changes in the width (or area) of a dark strip (varying the bright area) of the sound track to represent the sound wave.

In both the cases light that is sent through the part of the film that corresponds to the sound track changes in intensity, proportional to the original sound, and that light is not projected on the screen but converted into an electrical signal by a light sensing device.

वैरियेबिल डैन्सिटि विधि (Variable Density Method)—इस विधि मे माइक्रोफोन से ध्वनि को pick up करके वैद्युत सिगनल मे कनवर्ट किया जाता है तथा फिर प्रवर्धक द्वारा इस वैद्युत सिगनल को प्रवर्धित किया जाता है। प्रवर्धक से प्राप्त ऑडियो सिगनल को AEO lamp नामक विशेष प्रकार के vacuum tube के एनोड पर फीड किया जाता है। इस lamp में कुछ मात्रा (small

quantity) मे helium gas होती है। यह helium gas प्रकाश (चमक) उत्पन्न करती है जो कि ध्वनि सिगनल्स के अनुरूप (in accordance with audio signals) होती है। एनोड को ऑडियो वोल्टेज की सिरीज़ में उच्च डी०सी० वोल्टेज (जिसको H.T. कहा जाता है) दी जाती है (चित्र 3.3) जबकि लैम्प के फिलामैंट (filament) को low d.c. voltage (जिसको L.T. कहा जाता है) से कनैक्ट किया जाता है। Lamp से आने वाले प्रकाश की तीव्रता audio signal के अनुसार परिवर्तित होती है यह varying light एक slit तथा focusing lamp से pass करती है। यह focussed लाइट एक चल फोटोग्राफिक फिल्म (moving photographic film) पर डाली जाती है तथा इस फिल्म पर varying density तथा distance के bars (परिवर्ती density तथा दूरी के bars) के रूप में साउन्ड की image record हो जाती है।

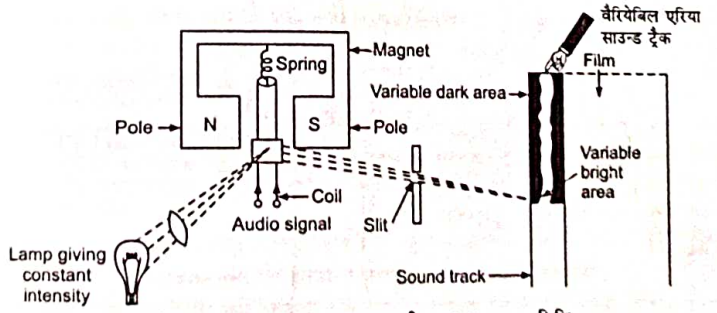


चित्र 3.3—Variable density विधि द्वारा film पर optical recording

In variable density method, sound is picked up by microphone, converted into audio signals and amplified by amplifiers. Audio output of the amplifier is fed to the anode of AEO lamp. Containing a little quantity of helium gas. The anode gets high d.c. voltage in series with the audio voltage. Filament of the lamp is connected to a low d.c. voltage.

The intensity of light coming out from the lamp varies with the audio signal. This varying light passes through a slit and a focussing lens. The focussed light falls on a moving photographic film where image is recorded in the form of bars of varying density and distance on the film.

वैरियेबिल एरिया विधि (Variable Area Method)—इस विधि (चित्र 3.4) में, slit पर constant intensity (नियत तीव्रता) का प्रकाश डाला जाता है। लेकिन light के लिये खोला जाने वाला slit का area (अर्थात् light से expose होने वाला slit area) sound pressure के अनुरूप होता है (area of slit opened for the light (i.e., slit area exposed to light) is in accordance with the sound pressure variations)। Slit का area sound pressure के अनुसार परिवर्तित करने हेतु galvanometer के mirror का प्रयोग किया जाता है (चित्र 3.4 पुन: देखें)। अत: light फिल्म के साउन्ड ट्रैक छोर (sound track edge of the film) पर variable area पर पड़ती है। अत: bright area sound pressure के according परिवर्तित होता रहता है। चूँकि इस विधि मे sound pressure के अनुसार bright area variable होता है (अर्थात् घटता/बढ़ता है) अत: यह विधि variable area विधि कहलाती है।



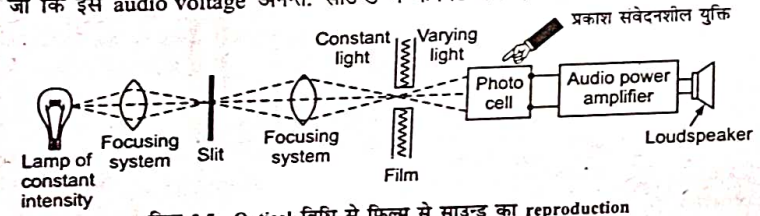
चित्र 3.4—Optical recording की variable area विधि

इस विधि द्वारा रिकॉर्डिंग करने हेतु साउन्ड को पहले microphone द्वारा वैद्युत (electrical or audio) signals में परिवर्तित किया जाता है। यह audio signal प्रवर्धित करके mirror galvanometer की coil पर apply किये जाते हैं। चूँकि यह current carrying coil चुम्बकीय क्षेत्र में रखी होती है, अत: इस coil में audio धारा के समानुपाती deflection होने पर mirror भी deflect होता है (जैसा कि सामान्यत: सभी PMMC उपकरणों में होता है)। Coil assembly से एक mirror को अटैच (attach) किया जाता है, इसलिये coil के deflect होने पर mirror भी होता है। लैम्प से light को lens system द्वारा focus करके mirror पर डाला जाता है। Mirror से reflect होकर light एक पतली slit में जाती है। जब mirror deflect होता है तो light से expose होने वाला slit area change हो जाता है अत: slit आंशिक रूप से ही illuminate होती है। अत: slit area में होने वाला illumination mirror के deflection तथा इस प्रकार audio current की तीव्रता पर निर्भर करता है। अत: slit से गुजरने वाला प्रकाश slit area (तथा इस प्रकार sound pressure) पर depend करता है तथा जब यह प्रकाश film के sound track edge पर पड़ता है तो sound variable area के रूप में film पर store हो जाता है।

In variable area method, light of constant intensity falls on a slit. The area of slit opened for this light (i.e., slit area exposed to light) varies in accordance with variation of sound pressure. So the light falls on variable area on the sound track edge of the film. Thus, the area which is bright to light varies (hence, bright area indicates the intensity of sound). The area of the slit is made variable with the help of a mirror of galvanometer. It is important for the student to note the area of slit is varied not due to opening or closing of slit but by the deflection of galvanometer the angle changes and hence the exposed area.

The sound is converted into audio signals by a microphone, amplified and made to reach the coil of a mirror galvanometer. Coil placed in a magnetic field deflects as per the amplitude of the audio signal. A mirror is attached to the coil which also deflects with the deflection produced in the coil. Light from a lamp, focussed by a lens the system, is made to fall on the mirror. The light, reflected from the mirror goes to a narrow slit. When the mirror deflects, the slit area exposed to the light changes (as material in the previous paragraph) hence, the slit is partially illuminated and this illumination depends on the extent of the deflection of mirror and hence on the strength of audio current. The light from the variable area of the slit falls on the sound track edge of the film and is recorded in the form of photograph of variable area.

आपटिकल विधि द्वारा साउन्ड का पुर्नोत्पादित (Reproduction Sound by Optical Method)—Optical विधि से साउन्ड का फिल्म से पुर्नोत्पादन करने की विधि चित्र 3.5 में प्रदर्शित है। एक बहुत ही sharply focus की गई light की पतली बीम (beam of light अर्थात् प्रकाश पुँज) को फिल्म के साउन्ड ट्रैक पर डाला जाता है जैसे-जैसे फिल्म move करती है, तो variable density विधि से record किये गये sound track bright तथा gray shaded portions (तथा variable area विधि से record किये गये sound track के bright portions) से pass होने वाला प्रकाश एक फोटो सैल पर पड़ता है, जो कि इस प्रकाश को वैद्युत सिगनल में परिवर्तित कर देता है। दोनों ही प्रकार की रिकॉर्डिंग विधियों (अर्थात् variable density method तथा variable area method) में फोटो सैल पर पड़ने वाली प्रकाश की मात्रा रिकॉर्ड किये गये audio signal की तीव्रता पर निर्भर करती है। अत: फोटो सैल के आउटपुट पर ऑडियो वोल्टेज प्राप्त होती है, जिसको कि प्रवर्धित करके लाउडस्पीकर को दिया जाता है, जो कि इस audio voltage अनन्त: साउन्ड में कनवर्ट कर देता है।



चित्र 3.5—Optical विधि से फिल्म से साउन्ड का reproduction

एक बात यहाँ अत्यंत उल्लेखनीय है कि यद्यपि साउन्ड तथा पिक्चर एक ही फिल्म पर रिकॉर्ड जरूर किये जाते हैं, किन्तु यह फिल्म पर साइड-बाई-साइड (एक साथ) नहीं होते बल्कि साउन्ड रिकॉर्ड अपने corresponding पिक्चर

record से 37 cm आगे (advance) में चलता है। इसका कारण यह है कि flicker प्रभाव को समाप्त करने हेतु प्रत्येक फ्रेम्बर दो बार स्क्रीन पर प्रोजैक्ट की जाती है अत: पिक्चर part jerks (झटके ले-ले कर) में move करता है, जबकि साउन्ड रिकॉर्ड uniform speed से move करता है।

To reproduce the sound from films, a sharp narrow beam of light is made to fall on the sound track of the film. As the film moves, light passing through bright and grey portions (in case of variable density record) and through bright portions of variable area (in case of variable area record) falls on a photo-cell (light sensing device) which transduces this light into electrical signals. The quantity of light falling on the photo cell will depend on the strength of the recorded audio signal. So, the output of the photo-cell will be audio voltage which can be amplified by voltage and power and finally fed to a loudspeaker which finally transduces it into sound.

§3.3 डिजिटल ऑडियो (ऑडियो को डेटा या सिगनल के रूप में व्यक्त करना) (Digital Audio (Audio as Data and Signal):

ऑडियो को डेटा या सिगनल के रूप में व्यक्त करना (Audio as Data and Signal): Digital audio का तात्पर्य उस साउन्ड से है जिसे digital form में record या convert किया गया हो। एक डिजिटल ऑडियो सिस्टम में एनालॉग इलैक्ट्रिकल सिगनल (जो कि साउन्ड को व्यक्त करता है) को ADC (Analog to Digital Converter) की सहायता से digital signal में कनवर्ट किया जाता है। इसके लिये प्राय: PCM (Pulse Code Modulation) का use किया जाता है। तत्पश्चात् डिजिटल सिगनल को कम्प्यूटर्स की या audio playback machines तथा अन्य डिजिटल tools की सहायता से record, edit, modify या copy किया जा सकता है। इस साउन्ड को सुनने हेतु इसे analog signal में convert करने के लिए DAC (Digital to Analog Convertors) का use किया जाता है जो कि ADC से विपरीत क्रिया करते हुये Digital signal को पुन: analog signal में कनवर्ट कर देते हैं तथा फिर audio power amplifiers तथा loudspeakers का use करके ध्वनि को पुनर्उत्पादित (reproduce) किया जा सकता है।

Digital audio systems में compression (कम्प्रैशन), storage (स्टोरेज), processing (प्रोसैसिंग) व transmission (ट्रान्समिशन) घटक भी होते हैं। ऑडियो सिगनल को डिजिटल प्रारूप (Digital format) में कनवर्ट करने का मुख्य लाभ यह होता है कि इनका manipulation, storage, transmission व retrieval आसानी से किया जा सकता है। Analog audio में किसी recording की copies बनाने पर डेटा का loss व सिगनल की क्वालिटी का degradation (खराब होना) होता है, जबकि digital audio में बिना सिगनल क्वालिटी के degradation के recording की अनन्त copies बनायी जा सकती हैं। Digital audio तथा online distribution systems (जैसे कि itunes) की सहायता से companies Internet के माध्यम से digital sound files को उपभोक्ताओं को बेच सकती हैं।

An audio signal is a representation of sound, typically using either a level of electrical voltage for analog signals, or a series of binary numbers for digital signals. Audio signals have frequencies in the audio frequency range of roughly 20 to 20,000 Hz, which corresponds to the lower and upper limits of human hearing. Audio signals may be synthesized directly, or may originate at a transducer such as a microphone, musical instrument pickup, phonograph cartridge, or tape head. Loudspeakers or headphones convert an electrical audio signal back into sound.

- *Digital audio systems represent audio signals in a variety of digital formats.*
- *An audio channel or audio track is an audio signal communications channel in a storage device or mixing console, used in operations such as multi-track recording and sound reinforcement.*

Signal flow

- *Signal flow is the path an audio signal will take from source to the speaker or recording device.*
- *Signal flow may be short and simple as in a home audio system or long and convoluted in a recording studio and larger sound reinforcement system as the signal may pass through many sections of a large mixing console, external audio equipment, and even different rooms.*

Parameters

- *Audio signals may be characterized by parameters such as their bandwidth, nominal level, power level in decibels (dB), and voltage level.*
- *The relationship between power and voltage is determined by the impedance of the signal path.*
- *Signal paths may be single-ended or balanced.*
- *Audio signals have somewhat standardized levels depending on application. Outputs of professional mixing consoles are most commonly at line level. Consumer audio equipment will also output at a lower line level.*
- *Microphones generally output at an even lower level, commonly referred to a mic level.*

Digital equivalent

- *Digital form of an audio signal is used in audio plug-ins and digital audio workstation (DAW) software.*
- *The digital information passing through the DAW (i.e. from an audio track through a plug-in and out a hardware output) is an audio signal.*
- *A digital audio signal can be sent over optical fiber, coaxial and twisted pair cable.*
- *A line code and potentially a communication protocol is applied render a digital signal for a transmission medium.*
- *Digital audio transports include ADAT, TDIF, TOSLINK, S/PDIF, AES3, MADI, audio over Ethernet and audio over IP.*

§ 3.4 डिजिटल ऑडियो प्रोसैसेज आउटलाइन्ड (Digital Audio Processes Outlined) :

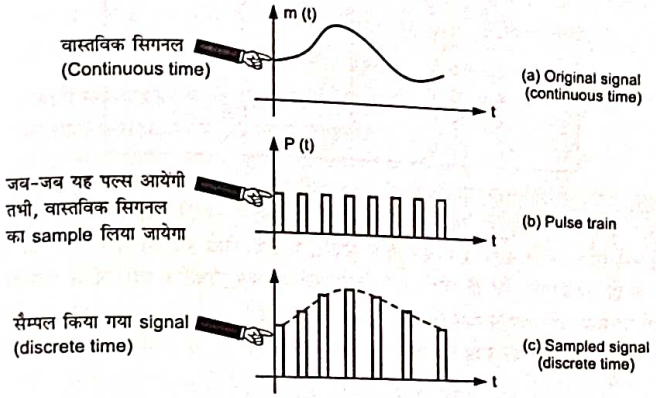
साउन्ड की डिजिटल रिकॉर्डिंग (Digital Recording of Sound): डिजिटल रिकॉर्डिंग विधि में साउन्ड को digital रूप में (1's व 0's के form) में record किया जाता है। किन्तु साउन्ड को डिजिटल रूप में स्टोर करने से पहले उसका डिजिटल कनवर्ज़न किया जाता है जिसे digitisation of sound कहते हैं। Sound के digitisation हेतु विभिन्न steps (sampling, quantisation, aliasing, encoding) का वर्णन यहाँ किया जा रहा है।

Since Thomas Edison made the first audio recording on a foil covered cylinder in 1877, the field of audio recording has grown and matured a lot. Edison's process and many others that followed were all raised on the reproduction of an audio signal from a mechanical or electrical contact with the recording media-this is the realm of analog audio. After nearly 100 years, analog audio has reached a mature state and nearly all of its shortcomings have been addressed to the stage that further improvements become financially prohibitive for the average consumer. The very nature of the analog signal leads to its own shortcomings (अर्थात् एनालॉग तकनीकों की कई सीमायें हैं). In the analog domain, any waveform is allowable; therefore the playback mechanism has no means to differentiate noise and distortion from the original signal (एनालॉग सिगनल में न्वाइस व वास्तविक सिगनल के मध्य विभेद करना सम्भव नहीं हो पाता). Further, in an analog system every copy made introduces more noise than its parent (प्रत्येक नई कॉपी अपने जनक से ज़्यादा noisy हो जाती है). This fact is due to both the playback and recording mechanism which must physically contact the media, further damaging it after every pass (प्रत्येक stage के बाद न्वाइस बढ़ जाती है). Every analog system also carries the side effect that the total system noise is the summation of all distortion and noise from each component in the signal path. Finally, analog equipment is of limited performance, exhibiting: an uneven frequency response (एनालॉग उपकरणों की आवृत्ति अनुक्रिया समतल नहीं होती) (which requires extensive equalization), a limited 60 dB dynamic range, and a 30 dB channel separation-which affects stereo imaging and staging. The need for a new audio format is apparent, and digital audio fills the performance shortcomings of analog audio. The

beauty of the digital audio signal is that noise and distortion can be separated from the audio signal (डिजिटल सिस्टम में न्वाइस तथा विरूपण को वास्तविक सिगनल से पृथक किया जा सकता है). A digital audio signal's quality is not a function of the reading mechanism nor the media in a properly engineered system. Performance parameters such as frequency response, linearity, and noise are only functions of the digital-to-analog converter (DAC). Performance parameters indicative of a digital audio system include full audio band frequency response of 5-22,000 Hz, 90+ dB dynamic range, and a flat response across the entire audio band. The final strength of digital audio is the circuitry upon which it is built First, due to a large degree of circuit integration digital circuits do not degrade with time as analog circuits do. Further, a digital signal will suffer no degradation until distortion and noise has become so great that the signal is out of its voltage threshold. However, this threshold has been made large. The high level of circuit integration means that the digital circuitry will cost far less than its analog counterpart The only real theoretical limitation to the accuracy of a digital signal is the quantity of numbers in the signal representation and the accuracy of those numbers. These are both known and controllable design parameters.

Digitising of Sound—

(i) **सैम्पलिंग** (Sampling)—Audio सिगनल (चित्र 3.6 (a) देखें) को एक पल्स ट्रेन (चित्र 3.6 (b) देखें) द्वारा सैम्पल किया जाता है जिससे पल्स ट्रेन का आयाम audio सिगनल के समानुपाती हो जाता है (चित्र 3.6 (c) देखें) (PAM की भाँति) यह प्रक्रिया sampling कहलाती है।



चित्र 3.6

सैम्पलिंग दर को निक्विस्ट दर (Nyquist rate) से अधिक रखा जाता है। शैनॉन सैम्पलिंग थ्योरम (Shannon's sampling theorem) के अनुसार सैम्पलिंग दर को मॉडुलेटिंग सिगनल के उच्चतम आवृत्ति घटक W से दोगुना (2 W) या उससे अधिक रखा जाना चाहिये, तभी सैम्पल्स से मूल सिगनल को पूर्णत: पुन: प्राप्त (recover) किया जा सकता है।

अत:, सैम्पलिंग की सहायता से एक continuous time मैसेज सिगनल को discrete time सिगनल में बदला जा सकता है। दूसरे शब्दों में, सैम्पलिंग के पश्चात् एक PAM सिगनल प्राप्त हो जाता है।

विचार प्रश्न

एक बैंड लिमिटेड ऑडियो सिगनल में अधिकतम आवृत्ति घटक 12 kHz का है। इसके 1 सैकेंड में कितने सैम्पल्स लिये जाने चाहिये ताकि सैम्पल्स से वास्तविक सिगनल को पुन: प्राप्त किया जा सके।

(ii) क्वांटाइज़िंग (Quantizing)—सैम्पलिंग के पश्चात् प्राप्त सिगनल discrete-time continuous value होते हैं। Continuous-valued से तात्पर्य है कि प्रत्येक सैम्पल के मान पर कोई प्रतिबन्ध नहीं होता, तथा वह अनन्त सम्भव मानों में से कोई भी मान ले सकता है।

क्वांटाइज़िंग द्वारा Discrete time continuous valued signal to discrete-time discrete valued signal में बदला जाता है। Discrete Valued से तात्पर्य है कि सिगनल के कुछ निर्धारित मान ही होते हैं तथा उन निर्धारित मानों में से कोई एक मान ही ले सकता है। अत: प्रत्येक सैम्पल के मान को उसके निकटतम निर्धारित मान पर Round-off कर दिया जाता है। अर्थात् अनंत संभव मानों वाले सिगनल को पूर्व निर्धारित limited मानों में से किसी एक मान पर बदलना quantization कहलाता है।

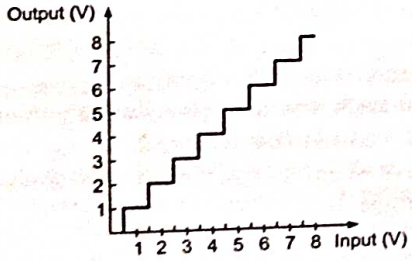
मान लीजिये कि किसी क्वांटाइज़र में आठ निर्धारित मान हैं—0 V, 1 V, 2 V, 3 V, 4 V, 5 V, 6 V, 7 V। अत: इनपुट का मान कुछ भी हो, उन्हें इन आठ मानों में से किसी एक पर राउन्ड ऑफ कर दिया जायेगा। मान लीजिये कि इनपुट 2.2 V है, तो उसे 2 V पर राउन्ड ऑफ कर दिया जायेगा तथा यदि इनपुट 2.9 V है, तो उसे 3 V पर राउन्ड ऑफ कर दिया जायेगा। इस क्वांटाइज़र के इनपुट आउटपुट सम्बन्ध तालिका 3.1 या चित्र 3.6(d) द्वारा दर्शाये जा सकते हैं—

तालिका 3.1—क्वांटाइज़र के इनपुट आउटपुट

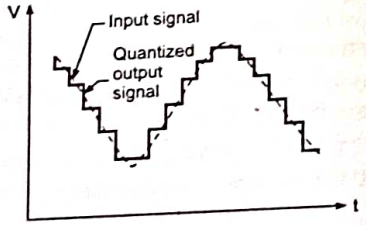
इनपुट वोल्टेज (V)	आउटपुट वोल्टेज (V)
0–0.5 V	0 V
0.5–1.5 V	1 V
1.5–2.5 V	2 V
2.5–3.5 V	3 V
3.5–4.5 V	4 V
4.5–5.5 V	5 V
5.5–6.5 V	6 V
6.5–7.5 V	7 V

क्वांटाइज़र के इनपुट आउटपुट अभिलक्षण सीढ़ीनुमा (Staircase Shape) होते हैं। क्वांटाइज़र के इनपुट-आउटपुट अभिलक्षणों से स्पष्ट है (तालिका 3.1 या चित्र 3.6 (d)) कि यदि इनपुट 0–0.5 V के मध्य है तो उसे राउन्ड ऑफ करके 0 V, यदि 0.5 V व 1.5 V के मध्य है, तो उसे राउन्ड ऑफ करके 1 V कर दिया जायेगा, इत्यादि। चित्र 3.6(d) से स्पष्ट है कि यदि इनपुट 0.5 V से 1.5 V के मध्य कुछ भी हो, आउटपुट 1 V ही रहेगी। अत: आउटपुट का मान निर्धारित स्तरों में से एक ही होगा।

दो निकटतम स्तरों के मध्य का अंतर क्वांटम (quantum) या स्टेप साइज़ (step size) कहलाता है। जिसे, पिछले उदाहरण में step size 1 V है। एक क्वांटाइज़र की इनपुट व आउटपुट तरंगें चित्र 3.6 (e) में प्रदर्शित हैं, इससे स्पष्ट है कि इनपुट एक



चित्र 3.6 (d)—क्वांटाइज़र के इनपुट-आउटपुट अभिलक्षण



चित्र 3.6 (e)—क्वांटाइज़र के इनपुट-आउटपुट तरंग (Dotted लाइन इनपुट तरंग तथा solid लाइन आउटपुट तरंग प्रदर्शित करती है)।

continuous valued signal है अर्थात् उनके मान पर कोई प्रतिबन्ध नहीं है) जबकि आउटपुट एक discrete valued signal है (अर्थात् उसके कुछ निर्धारित मान हैं, जिनमें से वह कोई एक मान ले सकता है।

क्वांटाइज़िंग शोर (Quantizing Noise)—क्वांटाइज़िंग में प्रत्येक सैम्पल को उसके निकटतम उपलब्ध स्तर पर round-off कर दिया जाता है। स्पष्ट है कि प्रत्येक सैम्पल के मूल मान (original value) तथा क्वांटाइज्ड मान (quantized value) में अंतर आ जाता है।

सैम्पल के वास्तविक मान व क्वांटाइज़ेशन के पश्चात् प्राप्त क्वांटाइज्ड मान में अंतर (difference) को क्वांटाइज़िंग त्रुटि (quantizing error) या क्वांटाइज़िंग शोर (quantizing noise) कहते हैं।

यदि निर्धारित स्तरों (levels) की संख्या बढ़ा दी जाये तो इससे क्वांटाइज़िंग शोर (noise) को कम किया जा सकता है।

PCM सिस्टम की आउटपुट SNR (dB में)—

$$10 \log_{10} (SNR)_0 = 1.8 + 6n$$

जहाँ n = क्वाटाइज़ेशन हेतु प्रयुक्त बाइनरी कोड में बिटों की संख्या।

अत:, बिटों की संख्या n बढ़ाने से आउटपुट SNR बढ़ता है तथा क्वांटाइज़िंग शोर का प्रभाव कम होता है।

किन्तु स्तरों को बढ़ाने पर अधिक बिट्स ट्रांसमिट करने की आवश्यकता होती है (उदाहरणत:, यदि 8 स्तर है तो प्रत्येक sample की encoding के लिये तीन bits की आवश्यकता है ($\therefore \log_2 8 = 3$), यदि 16 स्तर हैं तो चार bits की आवश्यकता होगी, यदि 32 हैं तो पाँच bits की आवश्यकता होगी)। अत:, bits की संख्या अधिक होने पर अधिक बैंडविड्थ की आवश्यकता होती है, क्योंकि बैंडविड्थ का मान number of bits transmitted per second पर निर्भर करता है।

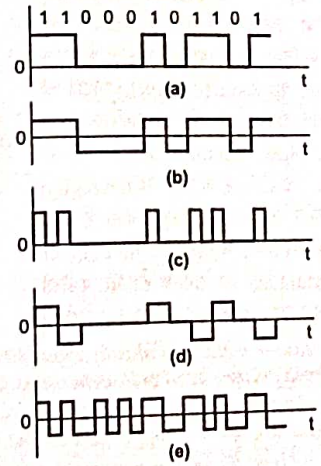
विचार प्रश्न

(i) एक दस बिट वाले क्वांटाइज़र में कितने स्टैप्स होंगे?

(ii) एक बारह बिट वाले क्वांटाइज़र में कितने स्टैप्स होंगे।

(iii) उपरोक्त (i) व (ii) में से क्वांटाइज़िंग च्वाइस किसमें अधिक होगी?

(iv) एनकोडिंग (Encoding)—क्वांटाइज़िंग के पश्चात् सिगनल में कुछ निर्धारित स्तर होते हैं तथा प्रत्येक निर्धारित स्तर का एक बाइनरी कोड (binary code) होता है। अत:, क्वांटाइज्ड सिगनल को बाइनरी रूप में कनवर्ट किया जाता है। फिर



चित्र 3.7—बाइनरी डाटा की विद्युतीय तरंगें (a) On-off coding (b) Polar coding (c) Return to zero coding (d) Bipolar coding (e) Manchester

इस बाइनरी सिगनल को उचित विद्युतीय प्रारूप (appropriate electrical form) दिया जाता है, ताकि यह बाइनरी डाटा आसानी से एक स्थान से दूसरे स्थान पर ट्रांसमिट किया जा सके। Quantized signal को binary train (अर्थात् 1's तथा 0's) के form में charge करना encoding कहलाता है। बाइनरी डाटा को विद्युतीय प्रारूप में change करने हेतु प्रयोग की जाने वाली कुछ विधियाँ चित्र 3.7 में प्रदर्शित हैं।

डिजिटल प्रारूप (Formats of Digital Audio Recording)—कुछ डिजिटल प्रारूप के उदाहरण निम्न हैं—

(i) **ऑन ऑफ कोडिंग** (On-off coding)—इसमें 1 ट्रांसमिट करने हेतु पॉज़िटिव पल्स व 0 ट्रॉसमिट करने हेतु कोई पल्स नहीं भेजी जाती।

(ii) **पोलर कोडिंग** (Polar coding)—इसमें 1 ट्रांसमिट करने के लिये पॉज़िटिव पल्स व 0 ट्रांसमिट करने के लिये निगेटिव पल्स भेजी जाती है।

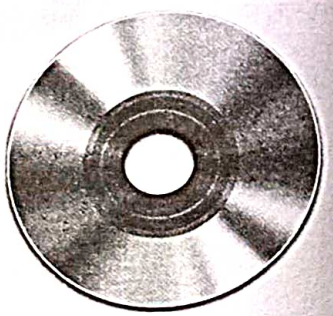
(iii) **रिटर्न टू ज़ीरो कोडिंग** (Return to zero coding)—इसमें 1 के लिये आधी पल्स व 0 के लिये कोई पल्स नहीं भेजी जाती।

(iv) **बाइपोलर कोडिंग** (Bipolar coding)—इसमें 1 ट्रांसमिट करने के लिये एक बार पॉज़िटिव, फिर अगला 1 ट्रांसमिट करने के लिये निगेटिव पल्स भेजी जाती हैं। 0 के लिये कोई पल्स नहीं भेजी जाती।

(v) **मेनचेस्टर या स्पलिट फेज कोडिंग** (Manchester or split phase coding)—इसमें 1 ट्रांसमिट करने हेतु पहले आधी पॉज़िटिव पल्स तत्पश्चात् आधी निगेटिव पल्स भेजी जाती है। 0 ट्रासमिट करने हेतु पहले आधी निगेटिव पल्स तत्पश्चात् आधी पॉज़िटिव पल्स भेजी जाती है।

साउन्ड की डिजिटल रिकॉर्डिंग (Digital Recording of Sound)—चूँकि डिजिटल सिस्टम्स में न्वाइस का प्रभाव लगभग समाप्त हो जाता है अत: sound को डिजिटल रूप में स्टोर करने का प्रयास किया गया। इन प्रयासो के फलस्वरूप video recording disc का जन्म हुआ, जिसको laser vision कहा जाता है। किन्तु अलग-अलग देशों में video systems में भिन्नता (incompatibility) होने के कारण video disc का अन्तर्राष्ट्रीय प्रयोग संभव न हो सका। Philips व Sony ने डिजिटल साउन्ड रिकॉर्ड करने हेतु विकास करना प्रारम्भ किया ताकि compatibility की समस्या के बिना साउन्ड को रिकॉर्ड किया जा सके। इन प्रयासों के फलस्वरूप compact disc या CD सिस्टम का जन्म हुआ।

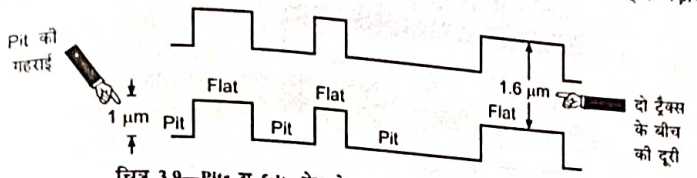
काम्पैक्ट डिस्क (Compact Disc or CD)—यह एक molded plastic disc होती है जिसमें digital data stored किया जा सकता है। Laser beam से scan करके इससे sound का reproduction (पुनर्उत्पादन) किया जा सकता है। एक standard CD 120 mm (4¾ inch) diameter व 1.2 mm (0.05 inch) मोटाई की होती है। इसमें एक polycarbonate plastic substrate, एक reflective धातु परत तथा एक clear सुरक्षात्मक acrylic plastic coating होती है। इसकी reflective धातु परत से data को pits (0.8 micrometer के गड्ढे) व flat region (समतल) के रूप में (0's तथा 1's को) स्टोर तथा Read किया जाता है। यह information spiral track (groove) के रूप में disc के अन्दरूनी hole (inner हॉल) से बाहरी छोर (outer edge) तक store की जा सकती है। दो पड़ोसी grooves के center 1.6 micrometer की दूरी पर रखे जाते हैं (चित्र 3.9 देखें)।



चित्र 3.8—काम्पैक्ट disc (CD)

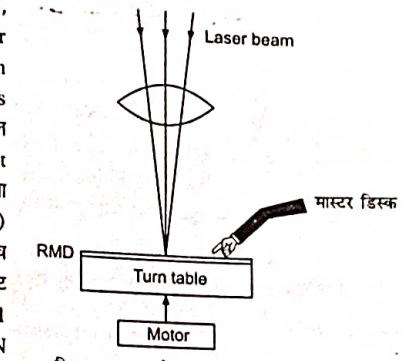
*A compact disc is a thin, circular disc of metal and plastic about 12 cm in diameter. It's made of three layers. A CD is made from a tough, brittle plastic called **polycarbonate**. Sandwiched in the middle there is a thin layer of aluminum. Finally, on top of the aluminum, is a protective layer of **lacquer**. It is shiny on one side and dull on the other. The dull side has a label on it telling what's on the CD, the other side is shiny so that a laser beam can bounce off the disc and read the information stored on it.*

डिस्क पर ऑपटिकल रिकॉर्डिंग (Optical Recording on Disc)—एक कॉम्पैक्ट डिस्क पर डिजिटल ऑडियो signal को pits तथा flats के रूप में store किया जाता है (चित्र 3.9 देखें) यह pits लगभग 1 micrometer गहरे तथा 0.5 µm चौड़े होते हैं जबकि इनकी लम्बाई variable (1 µm से 3 µm तक) होती है। ट्रैक्स की पिच (pitch) अर्थात् दो पड़ोसी ट्रैक्स के मध्य दूरी लगभग 1.6 µm होती है।

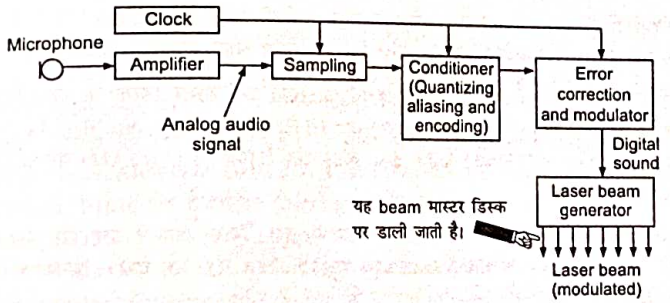


चित्र 3.9—Pits व flats के रूप में CD tracks पर recording

डिजिटल रिकॉर्डिंग का ब्लॉक डायग्राम चित्र 3.10 में प्रदर्शित है, डिजिटल रिकॉर्डिंग एक शक्तिशाली laser beam द्वारा resist master disc (RMD) पर की जाती है। (चित्र 3.10 (a) देखें) यह laser beam डिजिटल प्रारूप में कनवर्ट किये गये ऑडियो सिगनल्स (1's तथा 0's की पल्स टेन के रूप मे) द्वारा modulated होती है। ऑडियो सिगनल 44.1 kHz की दर से सैम्पल (sample) किये जाते हैं। इनको 16 bit quantizer द्वारा 16 स्तरों में से किसी एक पर quantize किया जाता है, अत: एक सैकेन्ड में $44.1 \times 10^3 \times 16 = 705600$ बिट्स (सूचना के) रिकॉर्ड किये जाते है तथा इसके साथ correction, controlling व modulation हेतु अन्य बिट्स भी add किये जाते हैं। डिजिटल इनपुट सिगनल को इस प्रकार encode किया जाता है जिससे सिगनल में 1 आने पर ON to OFF transition होता है तथा 0 आने पर OFF to ON transition (अर्थात् change) होता है। यह pulse laser beam को modulate करती है, जब laser beam ON होती है तो pit बनती है, तथा जब off होती है तो flat बनता है। यह laser beam focus करके master disc पर डाली जाती है।



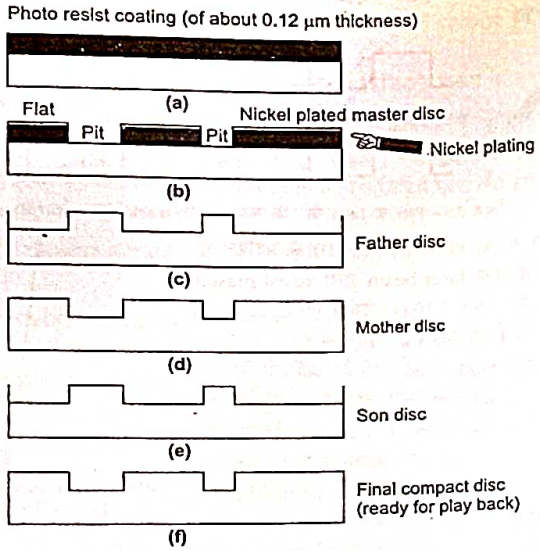
चित्र 3.10 (a)—लेज़र बीम का रिकॉर्डिंग डिस्क पर incident होना



चित्र 3.10 (b)—लेज़र बीम द्वारा साउन्ड रिकॉर्डिंग का ब्लॉक डायग्राम

मास्टर डिस्क (Master Disc)—मास्टर डिस्क वह मूल डिस्क (original disc) होती है, जिस पर साउन्ड को सबसे पहले रिकॉर्ड किया जाता है (चित्र 3.11 (a) देखें)। यह मास्टर डिस्क optically ground glass disc की बनी होती है। इस ग्लास

को पॉलिश किया जाता है तथा साफ किया जाता है। इस पर एक प्रकाशरोधी पदार्थ (photoresist compound) की कोटिंग की जाती है। यह कोटिंग 0.12 µm चौड़ी होती है तथा uniformly distribution (समान रूप से वितरित) होती है। इसको resist master disc (RMD) या master disc कहा जाता है।



चित्र 3.11—कॉम्पैक्ट डिस्क को prepare करने के विभिन्न steps

जब modulated laser beam इस master disc पर आकर चोट (strike) करती है, तो यह beam photoresist से react करती है अब यह disc pits तथा flats के रूप में develop हो जाती है (चित्र 3.11 (b) देखें) (जैसे कि photography में film का development हो जाता है। उसी प्रकार की प्रक्रिया यहाँ भी होती है)। इस developed master disc की silver coating करके इसे वैद्युत चालकता (electrical conductivity) प्रदान की जाती है।

CD का निर्माण (Formation of CD)—उपभोक्ता द्वारा use की जाने वाली CD का निर्माण कई steps में होता है—master disc, father disc, mother disc, son disc or stamper, तथा अंतत: final compact disc।

फादर डिस्क (Father Disc)—मास्टर डिस्क बनाने के पश्चात् इस मास्टर डिस्क के ऊपर निकिल प्लेटिंग (nickel plating) की जाती है (चित्र 3.11 (b) देखें)। Plating के पश्चात् इस निकिल को master disc से peel-off करके (अर्थात् nickel coating का छिलका उतारकर या खुरचकर) father disc बनाई जाती है (चित्र 3.11 (c) देखें) यह father disc glass master disc की negative होती है।

मदर डिस्क (Mother Disc)—Father disc को फिर से plate किया जाता है तथा इस plating को फिर से हटाने (remove करने) पर master disc के समान discs प्राप्त होती हैं (चित्र 3.11 (d) देखें), जिनको mother disc कहा जाता है। एक master disc से लगभग दस mother disc प्राप्त की जाती हैं। चूँकि master disc inverted होती है, अत: इनसे final disc प्राप्त नहीं की जा सकती।

सन डिस्क या स्टैम्पर (Son Disc or Stamper)—Mother discs को भी plate किया जाता है (ध्यान दें कि यह process की तीसरी plating है) तथा इस प्लेटिंग को हटाने पर son disc या stamper प्राप्त होते हैं (चित्र 3.11 (e) देखें), जो कि father disc के समान होते हैं। एक mother से कई sons प्राप्त किये जा सकते है। son disc को negative nickel-plated stamper भी कहा जाता है।

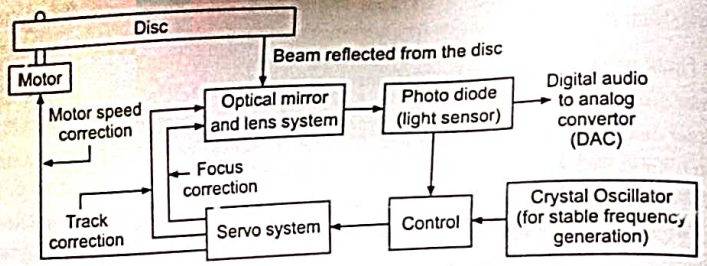
कन्स्यूमर डिस्क या फाइनल काम्पैक्ट डिस्क (Consumer disc or final compact disc)—अंतत: Son disc को press करके consumer discs (उपभोक्ताओं हेतु) प्राप्त की जाती हैं जिनको playback हेतु इस्तेमाल किया जाता है (चित्र 3,11 (f) देखें)। Consumer disc polycarbonate की बनी होती है। डिस्क को reflective बनाने हेतु इस पर aluminium की पतली पर्त (thin layer) जमायी जाती है। Consumer disc को सुरक्षा प्रदान करने हेतु इस पर laquer की पारदर्शी परत जमायी जाती है। रिकॉर्डिंग प्रक्रिया केन्द्र से छोर की ओर (from center toward the edges) की जाती है। Disc के बीचोंबीच एक छिद्र (hole) किया जाता है। फिर इसे एक प्लास्टिक case में pack कर दिया जाता है। Compact disc की विवरण तालिका 3.2 में प्रदर्शित है।

Table 3.2—Details of compact disc (CD)

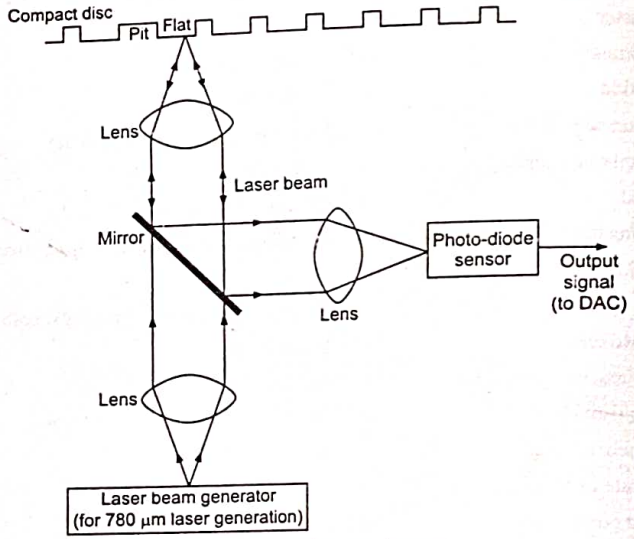
Diameter	=	12 cm
Thickness	=	1.2 mm
Rotation	=	Counter-clockwise
Motion of pick up	=	Linear from centre towards edges
Velocity of scanning	=	1.2 to 1.4 m/s
Speed	=	200-500 rotations per minute
Playing time	=	60 minutes + error correction time 20 minutes
Tracks pitch	=	1.6µm
Pick up	=	Solid state laser using Aluminium Gallium Arsenide
Transducer	=	Photo diode
Frequency of sampling	=	44.1 kHz
Quantisation	=	16 bit
Number of levels	=	65,536 per channel
Bit rate in Mega bits/second	=	4.3218
Error correction bits	=	3548

प्लेबैक प्रक्रिया (Playback Process)—

ऑडियो सी० डी० प्लेयर (Audio CD Player or Playback Process for a Compact Disc)—CD से साउन्ड को detect करने हेतु block diagram चित्र 3.12 (a) में प्रदर्शित है, जबकि इस विधि में used optics को चित्र 3.12 (b) में प्रदर्शित किया गया है। CD से साउन्ड को पुन: प्राप्त करने हेतु एक laser beam का use किया जाता है। यह laser beam एक solid state semiconductor laser (Aluminum Gallium Arsenide (Al Ga As) से बनी हुई) से प्राप्त की जा सकती है। इस laser beam की wavelength 780 µm होती है तथा इस laser beam को half silvered mirror (अर्द्ध चाँदीकृत mirror) की सहायता से compact disc पर incident कराया जाता है। यह mirror beam को तो pass करने देता है किन्तु वापस लौटती हुई beam (returning beam) को pass नहीं होने देता। Returning beam aluminium की flat सतह से reflect होती है तो binary 1 को व्यक्त (represent) करती है। किन्तु pit पर पड़ने वाली beam reflect नहीं होती (little or almost negligible reflection from pit) और यह binary 0 represent करती है। अत:, returning beam वास्तविक laser beam (original laser beam अर्थात् वह लेज़र बीम जो कि recording के समय use की गयी थी तथा जिसको digital sound द्वारा modulate किया गया था) के समान होती है (अर्थात् the returning beam is the replica of original laser beam)।



(a) Block diagram for CD playback



(b) Optics related to CD playback

चित्र 3.12—CD की प्लेबैक प्रक्रिया

इस प्रकार हम देखते हैं कि pit से light reflect नहीं होती जबकि flats light को पूरी तरह reflect कर देते हैं। अत:, जब यह on-off reflected light photosensitive photodiode पर डाली जाती है तो binary digits पुनोंत्पादित हो जाते हैं। फोटोडायोड से प्राप्त इस binary train को process करके DAC (digital to analog convertor) द्वारा analog signal में कनवर्ट किया जाता है।

क्लॉक तथा कन्ट्रोल सिगनल्स (Clock and Control Signals)—क्लॉक सिगनल को disc से ही प्राप्त किया जा सकता है। इसकी एक crystal oscillator signal से तुलना की जाती है तथा यदि कोई अंतर पाया जाता है तो एक correction signal उत्पन्न हो जाता है जो कि servo system को apply किया जाता है।

Control signals की सहायता से keyboard के द्वारा कोई भी track combination play किया जा सकता है तथा मनचाहा play sequence (क्रम) भी प्राप्त किया जा सकता है। इसके साथ-साथ control systems के द्वारा play किये जा रहे music से संबंधित text को monitor पर डिस्प्ले भी किया जा सकता है।

चूँकि यह उच्च fidelity (Hi-Fi) सिस्टम होता है, अत:, इसमें stereo sound होता है। Stereo signals को laser beam के modulation से पूर्व multiplexed किया जाता है। High fidelity hi-fi) systems तथा stereophony के विषय में आप अगले अध्याय में विस्तारपूर्वक पढ़ेंगे।

मोटर (Motor)—लेज़र बीम द्वारा ट्रैक की स्कैनिंग डिस्क के center (केन्द्र) से शुरू होती है तथा spiral path (स्प्रिंग की तरह) लेते हुये edge (कोने, छोर) तक पहुँचती है (चित्र 3.12 (c))। इसके लिये डिस्क को motor की सहायता से rotate किया जाता है तथा laser को centre से edge की ओर move किया जाता है। चूँकि बाहरी spirals की circumference (परिधि) inner spirals से अधिक होती है, अत: ट्रैक स्पीड को नियत (constant) रखने हेतु (अर्थात् linear velocity constant रखने हेतु) disc की rotational speed center से outermost edge की ओर लगातार बढ़ाई जाती है (50 r.p.m. at center, and increased regularly so as to reach 200 r.p.m. at outermost edge (बाहरी छोर) अर्थात् center पर जहाँ rotational speed 50 rotation per minute होती है, वह धीरे-धीरे बढ़ती हुई outermost edge पर 200 rotation per minute कर दी जाती है, ताकि outer spiral पर अधिक दूरी cover करने के बावजूद linear speed उतने ही रहे जितनी की अंदर वाले spirals में थी)।



चित्र 3.12 (c)—Spiral पथ

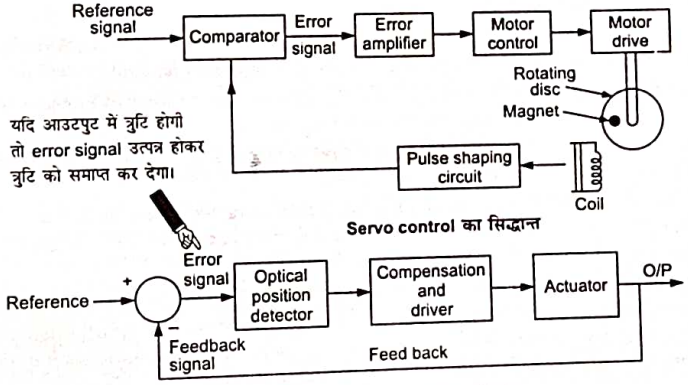
स्कैनिंग स्पीड लगभग 1.2 m/s होती है। टोटल ट्रैक लम्बाई लगभग 6 km होती है। अत: लगभग 60 minute का play time तथा 20 minute का error correction time प्राप्त होता है। काम्पैक्ट डिस्क की आवृत्ति अनुक्रिया 20 Hz से 20 kHz तक तथा signal to noise ratio (SNR) लगभग 90 dB होता है।

सर्वो सिस्टम (Servo System)—सर्वो कन्ट्रोल एक ऐसा फीडबैक सिस्टम होता है जिसमें सिस्टम के अंदर की अनियमितताओं व कमियों से उत्पन्न त्रुटियाँ स्वत: ऐसे signals उत्पन्न कर देती हैं (error signals) जो कि इन त्रुटियों तथा दोषों को समाप्त कर देते हैं। अत: यह एक self correcting (स्वयं अपने दोषों को दूर करने वाला) सिस्टम है जिससे वांछित आउटपुट में होने वाले विचलन (deviations) से उत्पन्न signal स्वत: उन विचलनों को समाप्त करके errors को समाप्त कर देते हैं। Servo control में error को लगातार monitor करके वांछित (reference) से compare किया जाता है।

सामान्यत: इसमें तीन ब्लॉक आरेख जैसे optical position detector, compensation and driver तथा actuator होते हैं।

Optical position detector, पोजीशन error (error of position) को डिटेक्ट (detect) करता है।

द्वितीय ब्लॉक में इलैक्ट्रॉनिक compensation network होते हैं जो कि बन्द परिपथ सिस्टम (closed loop system) को कन्ट्रोल करते हैं। अन्तिम ब्लॉक actuator जो सिस्टम की electromechanical संरचना को actuate करता है।



चित्र 3.13—Block diagram of servo system

Inside the CD player, there is a miniature laser beam (generated by a semiconductor diode laser) and a small photoelectric cell. When we press play, an electric motor makes the disc rotate at high speed (up to 5[illegible] rpm). The laser beam switches on and scans along a track, with the photocell (a light sensing device) spirally from the center of the CD to the outside. The motor speeds the disc gradually as the laser/photoce scans from the center to the outside (periphery) of the disc (as the track number increases. As the distan from the center is increased, the actual surface of the disc would be moving faster past the laser and photoce so there would be more information to be read in the same amount of time.

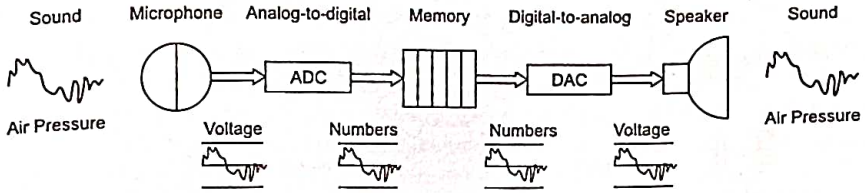
The laser flashes up onto the shiny side of the CD, bouncing off the pattern of pits (deeper areas) an lands (flat areas) on the disc. The lands reflect the laser light directly, while the pits scatter the light (i.e., d not reflect light).

Every time the light reflects back, the photocell detects it, it decodes it as a land, and sends a burst o electric current to an electronic circuit that generates the number one (representing a digital logic "HIGH" When the light fails to reflect back (scatters), the photocell realizes there is no land there (it decodes at p and doesn't register anything, so the electronic circuit generates the number zero (thereby representing digital logic "LOW"). Hence, the scanning laser and electronic circuit gradually regenerates the pattern o zeros and ones (binary digits) (i.e., a train of logic "HIGH's" and "LOW's") that were originally stored on th disc in the recording studio. Another electronic circuit in the CD player (DAC) decodes these binar numbers and converts them back from digital form to analog form and hence into a changing pattern (sam as original) of electric currents.

A loudspeaker transduces the electric currents into sounds we can hear (by changing their electrica energy into sound energy).

- In the realm of sound, the digitization process takes an analog occurrence of sound, records it as a sequence of discrete events, and encodes it in the binary language of computers.
- Digitization involves two main steps, sampling and quantization.
- Sampling is a matter of measuring air pressure amplitude at equally-spaced moments in time, where each measurement constitutes a sample. The number of samples taken per second (samples/s) is the sampling rate. Units of samples/s are also referred to as Hertz (Hz).
- Quantization is a matter of representing the amplitude of individual samples as integers expressed in binary. The fact that integers are used forces the samples to be measured in a finite number of discrete levels. The range of the integers possible is determined by the bit depth, the number of bits used per sample. A sample's amplitude must be rounded to the nearest of the allowable discrete levels, which introduces error in the digitization process.
- When sound is recorded in digital format, a sampling rate and a bit depth are specified.
- It's possible to take an already-recorded audio file and reduce its bit depth.
- Many audio engineers keep their audio files at 24 bits while they're working on them, and reduce the bit depth to 16 bits when they're finished processing the files or ready to burn to an audio CD.
- Advantage of this method is that when the bit depth is higher, less error is introduced by processing steps like normalization or adjustment of dynamics.
- Audio dithering is a method to reduce the quantization error introduced by a low bit depth. Audio dithering can be used by an ADC when quantization is initially done, or it can be used on an already quantized audio file when bit depth is being reduced.
- Dithering works by adding a small amount of random noise to each sample.
- If you consider a situation where a number of consecutive samples would all round down to 0 i.e. silence, causing breaks in the sound. If a small random amount is added to each of these samples some round up instead of down, smoothing over those breaks.

- Dithering reduces the perceptibility of the distortion because it causes the distortion to no longer follow exactly in tandem with the pattern of the true signal. In this situation, low-amplitude noise is a good trade-off for distortion.
- Noise shaping is a method that can be used in conjunction with audio dithering to further compensate for bit-depth reduction.
- It works by raising the frequency range of the rounding error after dithering, putting it into a range where human hearing is less sensitive.
- Popular algorithm for dithering and noise shaping is the proprietary POW-r (Psychoacoustically Optimized Wordlength Reduction), which is built into Pro Tools, Logic Pro, Sonar, and Ableton Live.



चित्र 3.14—Digitizing an Audio Signal

§ 3.5 टाइम संकीर्णन एवं विस्तार (Time Compression and Expansion) :

टाइम कम्प्रैशन तथा एक्सपैंशन (अर्थात् समय संकीर्णन तथा विस्तार) वह process होता है जिसमें दी गई लम्बाई की साउन्ड फाइल को इलैक्ट्रॉनिक युक्तियों द्वारा speed up (अर्थात् तेज़) या slow down (सुस्त) किया जा सकता है जिससे कि वह क्रमश: कम समय (shorter period) या अधिक समय (longer period) में playback की जा सकें।

"Time compression and expansionis a processes where a sound file of a given length is electronically speed up or slowed down so as to play it in shorter or longer period of time respectively."

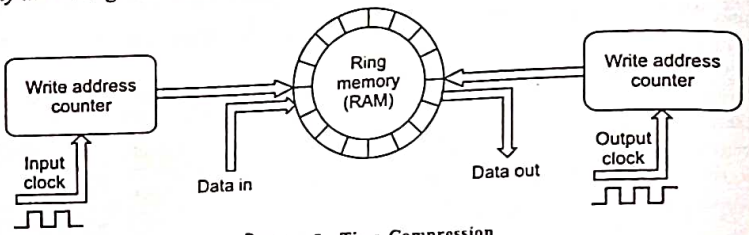
"The speeding up or slowing down of an audio recording without change in the pitch is called audio compression and expansion."

Time Compression and Expansion

- Data files such as computer programs are simply lists of instructions and have no natural time axis.
- In contrast, audio and video data are sampled at a fixed rate and need to be presented to the viewer at the same rate. In audiovisual systems the audio also needs to be synchronized to the video.
- Continuous bit streams at a fixed bit rate are difficult for generic data recording and transmission systems to handle. Such systems mostly work on blocks of data that can be addressed and/or routed individually.
- Bit rate may be fixed at the design stage at a value that may be too low or too high for the audio or video data to be handled.
- The solution is to use time compression or expansion. Figure shows a RAM that is addressed by binary counters that periodically overflow to zero and start counting again, giving the RAM a ring structure. If write and read addresses increment at the same speed, the RAM becomes a ?xed data delay as the addresses retain a ?xed relationship. However, if the read address clock runs at a higher frequency but in bursts, output data are assembled into blocks with spaces in between. Data are now time compressed.
- Instead of being an unbroken stream, which is difficult to handle, data are in blocks with convenient pauses in between them. Numerous processes can take place in these pauses. A hard disk might move

its heads to another track. In all types of recording and transmission, the time compression of the samples allows time for synchronizing patterns, subcode, and error-correction words to be inserted.

- *Any time compression can be reversed by time expansion. This requires a second RAM identical to the one shown. Data are written into the RAM in bursts, but read out at the standard sampling rate to restore a continuous bit stream. In a recorder, the time-expansion stage can be combined with the time base correction stage so that speed variations in the medium can be eliminated at the same time.*
- *The use of time compression is universal in digital recording and is widely used in transmission. In general the instantaneous data rate in the channel is not the same as the original rate, although clearly the average rate must be the same.*



चित्र 3.15—Time Compression

§ 3.6. कम्प्रैशन एन्ड डिकम्प्रैशन (Compression and Decompression) :

जब कोई व्यक्ति किसी यात्रा पर निकलता है तो वह यह कोशिश करता है कि उसके पास कम से कम सामान रहे, ताकि उसकी यात्रा आरामदायक व सुविधाजनक रहे। वह कोशिश करता है कि अपने बैग में कम से कम सामान रखे तथा गैरजरूरी सामान (जिसके बगैर काम चल सकता है) को अपने बैग से हटा देता है ताकि बैग का वजन भी कम रहे। इसी प्रकार किसी फाइल के डेटा आकार को कम करने तथा स्टोरेज क्षमता को बढ़ाने व फाइल ट्रांसफर की गति को बढ़ाने हेतु जिन तकनीकों का प्रयोग किया जाता है, उन्हें file compression व decompression तकनीक कहा जाता है। इसी प्रकार यदि किसी डेटा की पुनरावृत्ति है अर्थात् उस data को कम करके सूचना में कोई loss होने की संभावना नहीं है (जिसे कम्प्यूटर शब्दावली में redundant data कहा जाता है), इस data को हटाकर file compression achieve किया जाता है।

डेटा कम्प्रैशन एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें डेटा बिट्स को reduce कर दिया जाता है जिससे कि फाइल का आकार छोटा हो जाता है तथा इससे स्टोरेज क्षमता तथा फाइल ट्रांसफर की गति बढ़ जाती है। डेटा कम्प्रैशन का लाभ यह है कि हम समान प्रकार के डेटा को कम बिट्स में स्टोर तथा transmit कर सकते हैं। डेटा को compress करने के लिए फार्मूला तथा एल्गोरिथ्म (formulas and algorithms) का प्रयोग किया जाता है।

Data compression एक ऐसी प्रक्रिया होती है जिसके द्वारा हम original data को compress करके उसके size को कम कर सकते हैं। यह हमें storage device और time को बचाने में मदद करता है। Data compression को compaction भी कहा जाता है। Data के size को कम करने के process को data compression कहा जाता है। किसी भी original data को compression algorithm का उपयोग करके उसके size को कम किया जाता है।

Data compression is a reduction in the number of bits needed to represent data. Compressing data can save storage capacity, speed up file transfer, and decrease costs for storage hardware and network bandwidth. Compression reduces the size of an application or document for storage or transmission. Compressed files are smaller, download faster, and easier to transport.

Compression is the act of reducing the binary representation of a file. Decompression is the reverse of compression — the act of restoring a compressed file.

Decompression or expansion restores the document or application to its original size. Decompression is the process of restoring compressed data to its original form. Data decompression is required in almost all cases of compressed data, including lossy and lossless compression. Similar to compression of data, decompression of data is also based on different algorithms. Decompression is considered important, as compressed data needs to be restored back to standard state for usage. Decompression is widely used in data communications, multimedia, audio, video and file transmissions. Decompression is also known as uncompression.

§ 3.7. डिजिटल वीडियो की कोडिंग (कम्प्रैशन) (Coding (Compressing) the Digital Video) :

जब analog signal को digital में कनवर्ट किया जाता है तो करोड़ों की संख्या में bits उत्पन्न होते हैं। उदाहरणत:, यदि किसी video की maximum frequency 5 MHz है तो Nyquist rate के अनुसार इसके 10×10^6 samples प्रति सैकेण्ड लेने होंगे (10 million samples per second)। अब यदि प्रत्येक sample का 16 bit quantizer द्वारा quantize किया जाता है तो 160 million bits प्रति सैकेण्ड उत्पन्न होंगे। Transmission channels इतनी अधिक bit rate handle नहीं कर सकते (तथा उनकी SNR पर भी प्रभाव पड़ता है)। अत: HDTV camera द्वारा उत्पन्न प्रोग्राम (जिसमें 25 frame per second के लिये 12 $\times 10^8$ bits प्रति सैकेण्ड उत्पन्न होती हैं), DVD एक मिनट का प्रोग्राम भी store नहीं कर पायेगा तथा Blu-ray भी चंद मिनटों (few minutes) का प्रोग्राम ही स्टोर कर पायेगा। अत:, यह high capacity discs भी HDTV movies के लिये पर्याप्त सिद्ध नहीं होंगी। इस समस्या के समाधान हेतु storage तथा transmission से पहले digital signal को compress कर दिया जाता है तथा receiver पर detection के पश्चात् इनको decompress करके reproduce किया जाता है।

"सिगनल का compression coding कहलाता है तथा decompression decoding कहलाता है। Coding तथा decoding की संयुक्त प्रक्रिया codec कहलाती है।"

"Compression of signal at the transmitter before storage and transmission is called coding and decompression after detection in the receiver is called decoding. The whole process is called codec."

कम्प्रैशन का कोड (जिसको की कोड की key (चाभी या कुँजी) कहा जाता है), रिसीवर को उपलब्ध होनी चाहिये ताकि वह signal को decompress (decode) कर सके। यदि इसमें जरा भी त्रुटि हो गई, तो पूरा transmission अर्थहीन हो जायेगा। इस प्रकार का ट्रांसमिशन एक बिना चाभी वाले ताले की तरह हो जायेगा, जिसका कुछ भी उपयोग नहीं किया जा सकता।

कम्प्रैशन अनुपात (Compression Ratio)—यह मूल image के size (no. of bits) तथा compressed image के size (no. of bits) के अनुपात को प्रदर्शित करता है।

$$\text{Compression ratio} = \frac{\text{No. of bits in the original image}}{\text{No. of bits in the compressed image}}$$

"It represents the ratio of size of original image and compressed image (both in number of bits)."

प्रैक्टिस प्रश्न—

150 MB/s के एक HDTV सिगनल को 25 GB capacity की Blu-ray disc कितनी देर handle कर सकती है (अर्थात् इस Blu-ray disc में कितनी अवधि का प्रोग्राम store किया जा सकता है। यदि 167 minute का प्रोग्राम स्टोर करना है तो कम्प्रैशन अनुपात कितना होना चाहिये। (उत्तर–167 seconds, 60 : 1)

विभिन्न प्रकार के कम्प्रैशन (Types of Compressions)—

कम्प्रैशन दो प्रकार के होते हैं—

(i) Lossless compression

(ii) Lossy compression

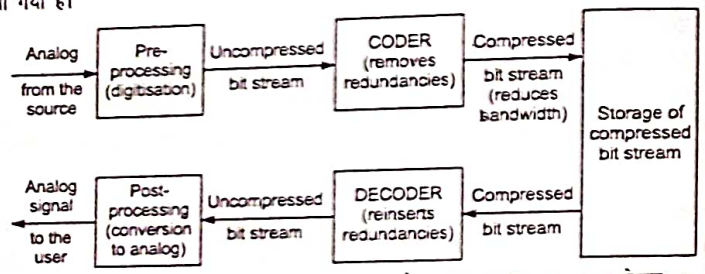
Lossless Compression—इस प्रकार की compression तकनीक में compressed data को decompress (reconstitute पुनरोत्पादित) करने पर किसी सूचना या detail का loss नहीं होता। उदाहरणत: कुछ repeated scenes जैसे कि background images, silences, pauses आदि को suppress कर देने से data का loss नहीं होता।

Lossy compressions—इस प्रकार के compression से कुछ details loss हो सकती है। Movie video में interlaced scanning का प्रयोग (जो कि आप आगे television engineering में पढ़ेंगे) एक प्रकार का lossy compression ही है, किन्तु इसमें data का loss इतना कम होता है जिससे viewer को इसका पता ही नहीं चल पाता।

कम्प्रैशन की विधियाँ (Methods of Compression)—Music, voices तथा picture में redundancies सदा मौजूद रहती है (redundant का तात्पर्य है आवश्यकता से अधिक, अर्थात् जो सूचना भेजे बिना भी काम चलाया जा सकता है, जिसको न भेजने पर भी कोई खास loss नहीं होता, redundant सूचना कहलाती है)। दो पड़ोस के pixels इतने करीब होते हैं, तथा इनमें समान सूचना हो सकती है। ऐसे ही, background details, नीला आकाश, पर्वत, पेड़ (स्थिर objects) की सूचना बार-बार न भेजकर तथा सूचनाओं को club (इकट्ठा) करके उनका common code बनाया जा सकता है। इसी प्रकार colour content को receiver पर कम करके व transmitter पर उसी अनुपात में बढ़ाकर भी data compress किया जा सकता है (मानव की आँखें रंग में परिवर्तन के बजाय brightness में परवर्तन के लिये ज्यादा sensitive होती है)।

इसी प्रकार speech के बीच में pause, silence (रुक-रुक के बोलना) आदि भी compress किये जा सकते हैं। क्यों बार background music भी constant होता है तथा उसे बार-बार भेजना जरूरी नहीं होता।

अत:, redundancies को remove करने से सूचना compress हो जाती है। किन्तु इसका अर्थ यह नहीं है कि यह सूचना receiver पर उपलब्ध नहीं होती। यदि पुनरोत्पादित प्रोग्राम में यह सूचनायें शामिल नहीं होंगी तो प्रोग्राम की फाइडैलिटी खराब हो जायेगी तथा quality भी poor हो जायेगी। अत: compression तकनीक में redundancies को हटाया नहीं जाता बल्कि उनको अलग करके code करके कम bits के रूप में memory में रखा जाता है, जिससे वह कम जगह घेरती है। यह इस प्रकार किया जाता है जिससे, रिसीवर आवश्यकता पड़ने पर पुन: memory store से प्राप्त कर bit stream में सही स्थान पर पुन: रख सके। अत: audio तथा video compression का उद्देश्य अनावश्यक (तथा लगातार repeat होने वाली) सूचना को compress form में code करके bandwidth को बचत करना होता है। Receiver इसको key की सहायता से पुन: decode (decompress) कर लेता है जिससे इन audio तथा video की quality पर भी प्रभाव नहीं पड़ता। अत: इस तकनीक का प्रयोग करके उच्च bandwidth की समस्या से भी बचा जा सकता है, तथा digital transmission के high fidelity लाभ को भी प्राप्त किया जा सकता है। Compression व decompression तकनीक को block diagram के रूप में चित्र 3.14 में प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 3.16—Compression व decompression करके digital audio video का प्रेषण

सिगनल का compression करने की प्रमुख विधियाँ निम्नवत् है—

Spatial Compression (अर्थात् Space के सापेक्ष Compression)—दो पड़ोसी pixels के अत्यंत नजदीक होने तथा इन pixels की scanning में microsecond के अंश मात्र का समय होने के कारण इनकी brightness में इतना कम परिवर्तन होता है, जिसके कारण pixels को 8 × 8 pixel matrix के रूप में club किया जा सकता है। अत: 64 : 1 का compression ratio प्राप्त किया जा सकता है।

Temporal Compression (अर्थात् Time के सापेक्ष Compression)—टाइम से साथ change करने वाली सूचना का compression temporal या inter frame compression कहलाता है। Interlaced scanning में frame प्रति 40 ms व field प्रति 20 ms में change होती है। यह समयावधि इतनी छोटी है कि दो consecutive (पड़ोसी, एक के बाद एक) frames में बहुत कम अंतर होता है। यदि हम केवल difference transmit करें, तो काफी कम्प्रैशन हो जाता है (उदाहरणत:, दो संख्या 311.5 तथा 311.6 ट्रांसमिट करने के बजाय इनका अंतर (0.1) ट्रांसमिट कर देने से काफी compression हो जाता है)। इसको motion vector compression भी कहा जाता है।

Object Oriented Compensation—कोई ऐसा scene या object जो काफी देर तक सीन में बना हुआ है, coded form में transmit किया जा सकता है। उदाहरणत: मान लीजिये एक पेड़ किसी सीन के 1000 frames में लगातार स्थिर है, अत: इसको लगातार 1000 बार भेजने के बजाय यदि इसे केवल एक frame में भेजा जाये तथा फिर सीन से हटाकर memory store में compressed form store कर दिया जाये (कम bits में) तथा रिसीवर पर एक कोड का use करके scene में उसे पुन: यथास्थान शामिल कर दिया जाये, तो compression भी हो जायेगा तथा information भी lost नहीं होगी। इसको object oriented compression कहा जाता है।

कम्प्रैशन हेतु मानक की आवश्यकता (Need of Standards for Compression)—कम्प्रैशन को करते समय मानक आवश्यक हैं ताकि receiver इनको decode कर सके तथा scene की fidelity का loss न हो। अत:, compression के मानकों को निर्धारित करने हेतु दो कमेटियों JPEG (Joint Photographic Experts Group) की स्थापना 1986 में तथा MPEG (Moving Pictures Experts Group) की स्थापना 1988 में की गई। JPEG स्थिर pictures तथा MPEG moving pictures तथा audio हेतु standards निर्धारण करती है।

MPEG-1—मूविंग पिक्चर्स एक्सपर्ट्स ग्रुप (MPEG) ने 1988 में audio तथा video के डिजिटल कम्प्रैशन हेतु मानक निर्धारित करने का कार्य प्रारम्भ हुआ। सर्वप्रथम इस ग्रुप ने MPEG-1 नामक compression procedure design किये। यह standards केवल progressive scanning को support करते थे, तथा interlaced scanning को support नहीं करते थे। MPEG-1 की सहायता से वीडियो को 100 : 1 की कम्प्रैशन अनुपात में कम्प्रैस किया जा सकता था (150 MB/s से 1.5 MB/s तक)। इतना अधिक कम्प्रैशन होने से information में काफी loss हो जाता है तथा output की क्वालिटी भी खराब हो जाती है।

MPEG-1 standard ६: layers की सहायता से television signals को कम्प्रैस करता है—

(i) Sequence layer: using random access content.
(ii) Group of pictures (GOP) layer: using random access video content.
(iii) Picture layer: using primary coding unit.
(iv) Slice layer: using resynchronisation unit within picture.
(v) Macro block or MB layer: using motion compensation unit within slice.
(vi) Block layer: using matrix of 8 × 8 pixels.

Each layer has a header for synchronisation.

इसमें पिक्चर को fixed size macro blocks में विभाजित किया जाता है। Macroblocks का क्रम slice कहलाता है।

MPEG-1, एक कमज़ोर स्टैंडर्ड साबित हुआ जिसमें लगभग सभी TV sytems में use की जाने वाली interlaced scanning को support नहीं किया गया। यह high resolution HDTV हेतु भी उपयुक्त नहीं था। Audio compression भी 2 channel stereo तक ही सीमित थी तथा surround sound को support नहीं किया गया।

MP Audio Layers—जब MPEG-1 में audio layers create किये गये तो इनको MP layers कहा गया MPEG-1 का audio layer 1 MP1 के नाम से जाना गया किन्तु information bits में loss होने के कारण poor quality audio output प्राप्त होती थी, जिसके कारण यह विलुप्त हो गया।

तत्पश्चात् MP2 विकसित हुआ, जोकि MP1 से बेहतर था, किन्तु quality wise यह भी poor performance देता अत: इसको भी स्वीकार नहीं किया गया।

किन्तु MP3 के विकास के पश्चात् पूरा सीन ही change हो गया। मानव के कानों की भिन्न आवृत्तियों के प्रति संवेदनशीलता (उच्च आवृत्तियों (10 kHz) से अधिक के प्रति कम संवेदनशीलता) को ध्यान में रखते हुये उच्च आवृत्तियों ignore किया गया। Masking phenomenon को भी consider किया गया जिसके कारण louder sound weaker so को दबा देता है। मानव के कानों के इन सभी अभिलक्षणों को ध्यान में रखकर design किया गया MP3 layer एक lo compression होने के बावजूद decompression के बाद सिगनल की fidelity को खराब नहीं होने देता, और सी.डी. क का size मूल सी.डी. का 11वाँ भाग मात्र (1/11th of original CD size) ही रह जाता है। उक्त विशेषताओं के कारण July 1994 को public use के लिये release किया गया MP3 आज भी काफी प्रचलित है।

MPEG2—MPEG-2 कम्प्रैशन स्टैंडर्ड्स द्वारा MPEG-1 की कमियों को दूर करने का प्रयास किया गया।

§ 3.8. डेटा कम्प्रैशन (Data Compression) :

Data को प्रदर्शित करने वाली bits की संख्या को कम से कम (reduce) करना, data compressi कहलाता है। Compressed data न केवल storage क्षमता व file स्थानांतरण गति को बढ़ाता है बल्कि stora hardware की cost को भी कम करता है व साथ ही network bandwidth को भी नियंत्रण में रखता Compression, किसी का आकार कम करता है, Documents के लिए उचित storage का प्रबंध करता है जिस उसे आसानी से transmit किया जा सके। Compressed files छोटी, शीघ्र download होने वाली और आसा से transport की जा सकती है।

Decompression या expansion के द्वारा documents (दस्तावेजों) व application पुन: अपने मूल रूप आ जाते हैं। Decompression वह प्रक्रिया है जिसमें compressed data को उसकी मूल अवस्था में लाया जा है। Compressed data के सभी क्षेत्रों में data decompression का भी use किया जाता है। Data compressio के साथ ही decompression के लिए भी अनेक algorithms है। Decompression उस समय और भी महत्वपू हो जाता है, जब compressed data के मूल रूप को use करने की आवश्यकता होती है। इसका wide use da communication, मल्टीमीडिया ऑडियो, वीडियो और फाइल स्थानांतरण में किया जाता है। Decompressio को uncompression नाम से भी जाना जाता है।

एक सरल उदाहरण से डेटा कम्प्रैशन को समझने की कोशिश कीजिये। मान लीजिये किसी का मोबाइल नम्बर 9288832222। अब किसी को इस नम्बर को नोट कराने हेतु या तो आप पूरा नम्बर बोलेंगे या फिर ऐसे भी बोल सक हैं कि 92 फिर तीन बार आठ 3 फिर चार बार 2। Data compression techniques भी data में इसी प्रकार के repetiti patterns (पुनरावृत्ति वाले patterns) खोजने का प्रयास करती है)

डाटा कम्प्रैशन की आवश्यकता (Need of Data Compression) :

Compressed data से यह लाभ है कि इसमें कम storage space, अच्छी स्तानांतरण क्षमता कम resources को प्रयु करना पड़ता है। Compressed data को decompressed करने के बाद ही use किया जा सकता है। Data decompressio इस बात पर निर्भर करती है कि data को compress कैसे किया गया है। इस कार्य के लिए विभिन्न तकनीकें और algorithm उपलब्ध है। ऐसे बहुत सारे software और applications उपलब्ध हैं जिनके द्वारा data को compress और decompre दोनों किया जा सकता है। प्रत्येक compression तकनीक के लिए एक विशेष decompression तकनीक होती है। कुछ file जैसे .exe व .sea self extracting files होती है। इन्हें अलग से किसी decompression application की आवश्यकता नहीं होती है क्योंकि यह एक बार click करने पर automatically (स्वत:) run होने लगती है। मुख्यत: decompressio

software decoder के द्वारा बनाये जाते हैं, जो data को decompress करता है। Lossless compression में, मूल data बिना किसी हानि (data loss) के decompression में प्राप्त किया जाता है। जबकि lossy method decompression में ऐसी नहीं होता यानि की मूल data में से कुछ data नष्ट हो जाता है।

Data decompression, compression के द्वारा जुड़ी जटिलताओं को दूर करता है। Compression के समान decopmpression भी कई बार time consuming, धीमा और errorful (त्रुटिपूर्ण) हो सकता है। बहुत लोग जब किसी बड़ी music/video file को Internet से download करते हैं तो बड़ी size के कारण downloading में घण्टों लग जाते हैं। इस समस्या को दूर करने के लिए बड़ी files को compressed किया जा सकता है और download होने के बाद किसी decompression application से देखा जा सकता है।

- Data compress होने के बाद कम storage space लेता है। data को compress करने से storage space की बचत होती है।
- कभी भी internet के द्वारा compress data को आसानी से send कर सकते हैं इससे time की ही बचत होती है।
- Compress data को send और receive करना आसान हो जाता है क्योंकि data compress होने के बाद उसका size कम हो जाता है।

Data compression can dramatically decrease the amount of storage a file takes up. For example, in a 2:1 compression ratio, a 20MB (megabyte) file takes up 10 MB of space. As a result of compression, administrators spend less money and less time on storage.

Compression optimizes backup storage performance and has recently shown up in primary storage data reduction. Compression will be an important method of data reduction as data continues to grow exponentially.

Virtually any type of file can be compressed, but it's important to follow best practices when choosing which ones to compress. For example, some files may already come compressed, so compressing those files would not have a significant impact.

- *Compression of data is advantageous as it helps in the reduction of storage space, transmission capacity or usage of resources.*
- *Decompression is thus important for compressed data as all compressed data needs to be decompressed.*
- *Application needed for decompression largely depends on how the data was compressed in the first place.*
- *There are different techniques and algorithms available for decompression of data.*
- *Software or application needed for data decompression also comes with the application or software used for data compression.*
- *For each compression technique, there exists a corresponding decompression technique as well. Certain compressed files, such as those ending in ".exe" and ".sea" are classified as self-extracting files.*
- *These files do not need any special application for decompression, as it is initiated automatically once the file is clicked or run.*
- *Decompression software makes use of a decoder, which aids in the data decompression process.*

In the case of lossless compression, the original data is obtained without any loss on decompression. This is not the case with decompression for lossy methods, as there could be loss in the original data, although it may not impact the receiver. Data decompression helps in removing the complications added by data compression. Like compression, decompression can also be slow and time consuming at times and errors in transmission are not uncommon during data decompression.

तत्पश्चात् MP2 विकसित हुआ, जोकि MP1 से बेहतर था, किन्तु quality wise यह भी poor performance देता था, अत: इसको भी स्वीकार नहीं किया गया।

किन्तु MP3 के विकास के पश्चात् पूरा सीन ही change हो गया। मानव के कानों की भिन्न आवृत्तियों के प्रति भिन्न संवेदनशीलता (उच्च आवृत्तियों (10 kHz) से अधिक के प्रति कम संवेदनशीलता) को ध्यान में रखते हुये उच्च आवृत्तियों को ignore किया गया। Masking phenomenon को भी consider किया गया जिसके कारण louder sound weaker sound को दबा देता है। मानव के कानों के इन सभी अभिलक्षणों को ध्यान में रखकर design किया गया MP3 layer एक lossy compression होने के बावजूद decompression के बाद सिगनल की fidelity को खराब नहीं होने देता, और सी.डी. फाइल का size मूल सी.डी. का 11वाँ भाग मात्र (1/11th of original CD size) ही रह जाता है। उक्त विशेषताओं के कारण July 11, 1994 को public use के लिये release किया गया MP3 आज भी काफी प्रचलित है।

MPEG2—MPEG-2 कम्प्रैशन स्टैंडर्ड्स द्वारा MPEG-1 की कमियों को दूर करने का प्रयास किया गया।

§ 3.8. डेटा कम्प्रैशन (Data Compression) :

Data को प्रदर्शित करने वाली bits की संख्या को कम से कम (reduce) करना, data compression कहलाता है। Compressed data न केवल storage क्षमता व file स्थानांतरण गति को बढ़ाता है बल्कि storage hardware की cost को भी कम करता है व साथ ही network bandwidth को भी नियंत्रण में रखता है। Compression, किसी का आकार कम करता है, Documents के लिए उचित storage का प्रबंध करता है जिससे उसे आसानी से transmit किया जा सके। Compressed files छोटी, शीघ्र download होने वाली और आसानी से transport की जा सकती है।

Decompression या expansion के द्वारा documents (दस्तावेजों) व application पुन: अपने मूल रूप में आ जाते हैं। Decompression वह प्रक्रिया है जिसमें compressed data को उसकी मूल अवस्था में लाया जाता है। Compressed data के सभी क्षेत्रों में data decompression का भी use किया जाता है। Data compression के साथ ही decompression के लिए भी अनेक algorithms है। Decompression उस समय और भी महत्त्वपूर्ण हो जाता है, जब compressed data के मूल रूप को use करने की आवश्यकता होती है। इसका wide use data communication, मल्टीमीडिया ऑडियो, वीडियो और फाइल स्थानांतरण में किया जाता है। Decompression को uncompression नाम से भी जाना जाता है।

एक सरल उदाहरण से डेटा कम्प्रैशन को समझने की कोशिश कीजिये। मान लीजिये किसी का मोबाइल नम्बर है 9288832222। अब किसी को इस नम्बर को नोट कराने हेतु या तो आप पूरा नम्बर बोलेंगे या फिर ऐसे भी बोल सकते हैं कि 92 फिर तीन बार आठ 3 फिर चार बार 2। Data compression techniques भी data में इसी प्रकार के repetitive patterns (पुनरावृत्ति वाले patterns) खोजने का प्रयास करती है)

डाटा कम्प्रैशन की आवश्यकता (Need of Data Compression) :

Compressed data से यह लाभ है कि इसमें कम storage space, अच्छी स्तानांतरण क्षमता कम resources को प्रयुक्त करना पड़ता है। Compressed data को decompressed करने के बाद ही use किया जा सकता है। Data decompression इस बात पर निर्भर करती है कि data को compress कैसे किया गया है। इस कार्य के लिए विभिन्न तकनीकें और algorithms उपलब्ध है। ऐसे बहुत सारे software और applications उपलब्ध हैं जिनके द्वारा data को compress और decompress दोनों किया जा सकता है। प्रत्येक compression तकनीक के लिए एक विशेष decompression तकनीक होती है। कुछ files जैसे .exe व .sea self extracting files होती है। इन्हें अलग से किसी decompression application की आवश्यकता नहीं होती है क्योंकि यह एक बार click करने पर automatically (स्वत:) run होने लगती है। मुख्यत: decompression

software decoder के द्वारा बनाये जाते हैं, जो data को decompress करता है। Lossless compression में, मूल data बिना किसी हानि (data loss) के decompression में प्राप्त किया जाता है। जबकि lossy method decompression में ऐसी नहीं होता यानि की मूल data में से कुछ data नष्ट हो जाता है।

Data decompression, compression के द्वारा जुड़ी जटिलताओं को दूर करता है। Compression के समान decompression भी कई बार time consuming, धीमा और errorful (त्रुटिपूर्ण) हो सकता है। बहुत लोग जब किसी बड़ी music/video file को Internet से download करते हैं तो बड़ी size के कारण downloading में घण्टों लग जाते हैं। इस समस्या को दूर करने के लिए बड़ी files को compressed किया जा सकता है और download होने के बाद किसी decompression application से देखा जा सकता है।

- Data compress होने के बाद कम storage space लेता है। data को compress करने से storage space की बचत होती है।
- कभी भी internet के द्वारा compress data को आसानी से send कर सकते हैं इससे time की ही बचत होती है।
- Compress data को send और receive करना आसान हो जाता है क्योंकि data compress होने के बाद उसका size कम हो जाता है।

Data compression can dramatically decrease the amount of storage a file takes up. For example, in a 2:1 compression ratio, a 20MB (megabyte) file takes up 10 MB of space. As a result of compression, administrators spend less money and less time on storage.

Compression optimizes backup storage performance and has recently shown up in primary storage data reduction. Compression will be an important method of data reduction as data continues to grow exponentially.

Virtually any type of file can be compressed, but it's important to follow best practices when choosing which ones to compress. For example, some files may already come compressed, so compressing those files would not have a significant impact.

- *Compression of data is advantageous as it helps in the reduction of storage space, transmission capacity or usage of resources.*
- *Decompression is thus important for compressed data as all compressed data needs to be decompressed.*
- *Application needed for decompression largely depends on how the data was compressed in the first place.*
- *There are different techniques and algorithms available for decompression of data.*
- *Software or application needed for data decompression also comes with the application or software used for data compression.*
- *For each compression technique, there exists a corresponding decompression technique as well. Certain compressed files, such as those ending in ".exe" and ".sea" are classified as self-extracting files.*
- *These files do not need any special application for decompression, as it is initiated automatically once the file is clicked or run.*
- *Decompression software makes use of a decoder, which aids in the data decompression process.*

In the case of lossless compression, the original data is obtained without any loss on decompression. This is not the case with decompression for lossy methods, as there could be loss in the original data, though it may not impact the receiver. Data decompression helps in removing the complications added by data compression. Like compression, decompression can also be slow and time consuming at times and errors in transmission are not uncommon during data decompression.

Most people have downloaded large files, such as music or video, from the Internet. Because of the large size of these files, downloading them can take hours. To solve this problem, and make better use of disk space, large files are compressed, using various software. Once downloaded, they can then be decompressed, and viewed, using a decompression program.

कम्प्रैशन अनुपात (Compression Ratio) :

मूल फाइल व compressed file के size का अनुपात compression ratio कहलाता है (The ratio of size of original file and compressed file is called compression ratio), उदाहरण यदि compressed file का size मूल size का आधा है तो कम्प्रैशन अनुपात 2 : 1 होगा।

Compression किस प्रकार काम करता है? (How Compression Works) :

Compression software, mathematical समीकरणों के द्वारा files को scan करते हैं व उनमें repeated pattern को खोजते हैं। फिर इन repeated patterns को data के छोटे-छोटे टुकड़ों से या code में रखते हैं, जिससे यह कम स्थान घेरता है। उदाहरण के लिए, किसी picture में, compression software बार-बार repeat होने वाले किसी कलर (माना red colour) को एक red code में रखता है, जिससे picture का storage size कम हो जाता है।

Compression software works by using mathematical equations to scan file data and look for repeating patterns. The software then replaces these repeating patterns with smaller pieces of data, or code, that take up less room. Once the compression software has identified a repeating pattern, it replaces that pattern with a smaller code that also shows the locations of the pattern. For example, in a picture, compression software replaces every instance of the colour green with a code for green that also indicates everywhere in the picture green occurs.

Compression के प्रकार (Types of Compression) :

मुख्यत: compressed files का extension .zip, .sit व .tar होता है। ये extensions अलग-अलग compression formats को show करते हैं। .zip का मुख्यत: प्रयोग PC's में, .sit का mac में तथा .tar का linux में होता है। एक बड़ी फाइल या बहुत-सी फाइल्स का bundle हो सकती हैं।

Lossless Compression—Lossless compression के द्वारा files को बिना किसी data हानि (loss) के compress किया जाता है। इस method में data को close रखते हुए repeated patterns को replace कर दिया जाता है जिससे फाइल का size लगभग आधा हो जाता है। .zip format में lossless compression का ही use किया जाता है। जब ऐसी फाइल को decompress किया जाता है तो यह compressed file की एक duplicate file बनाती है जिसकी quality बिल्कुल same होती है। लेकिन उस method से बहुत ज्यादा बड़ी (large) files को compress नहीं किया जा सकता है।

Lossy Compression—Lossy compression में कुछ हद तक डेटा का loss हो जाता है तथा कोशिश यही की जाती है कि इस loss से डेटा की quality पर ज्यादा प्रभाव न पड़े। फाइल को 80% तक छोटा (small) करने के लिए lossy compression का use किया जाता है। Lossy compression software file से अनावश्यक data हटा देता है, जिसकी वजह से decompressed file की quality original file से कम होती है। इस method के द्वारा graphic, audio, video files को compress किया जाता है और इससे जो भी data loss होता है, वह negligible (नगण्य) होता है। JPEG में lossy compression का use होता है। यह कारण है कि JPEG compressed files की quality उनकी original files से कम होती है। MP3 में भी lossy compression का use होता है जिससे बड़ी music files को small किया जाता है, हालांकि इसकी sound quality WAV से कम होती है। WAV में lossless compression का use किया जाता है।

Decompression—किसी compressed file को use करने से पहले उन्हें decompress करना पड़ता है। Decompression software इस बात पर निर्भर करता है कि file को कैसे compress किया गया है? .zip file को decompress करने के लिए Winzip software का use किया जाता है। .sit file को decompress करने के लिए Stuffit Expander Program का use किया जाता है। Winzip .sit files को decompress नहीं कर सकता पर Stuffit Expander Program Version .sea .zip व .sit दोनों files को decompress कर सकता है। जिन files के end में .sea या .exe आता है। ये self-extracting files होती है और इन्हें decompress करने के लिए अलग से किसी software की जरूरत नहीं पड़ती। आपको बस इन पर click करना होता है, file automatically ही decompress होकर run होने लगती है।

How Compression Works—किसी program में formulae या algorithm के द्वारा data के size को कम करना compression कहलाता है। उदाहरण के लिए एक algorith bit 0's या 1's की एक string को represent कर सकती है। इनके बीच interchange के लिए एक dictionary का use करके 0's व 1's की एक small string या reference डाला जाता है।

Text compression में simply सारे unwanted (अवांछित) characters को remove किया जाता है और उस एक character को insert किया जाता है जिससे repeated characters को indicate किया जाता है। इससे original file को 50% या उससे भी ज्यादा reduce किया जा सकता है। Data transmission के लिए compression data content या पूरे transmission unit पर किया जा सकता है। जब informatioon sent (भेजी) या Receive (प्राप्त) की जाती है, तो वह Zip Gzip या अन्य formats से trasmit की जाती है।

Data Compression क्यों आवश्यक है (Why is data compression important?)—Data compression के द्वारा files का storage size कम हो जाता है। उदाहरण के लिए 2:1 के compression अनुपात में, एक 10 MB (Megabyte) file 5 MB का space लेती है। अत: compression से storage (भण्डारण) और लागत (cost) दोनों की बचत (saving) होती है। Compression backup storage data को अनुकूलित (optimize) करता है व हाल ही में primary storage data में reduction करने के लिए use होने लगा है। वैसे तो किसी भी file को compress किया जा सकता है लेकिन यह ध्यान रखना चाहिए कि किस file को compress करना उचित है। उदाहरणत: कुछ files compressed format में ही आती है तो उन्हें फिर से compact करना एक अच्छा option नहीं है।

Compressed files usually end with .zip, .sit and .tar. These are called extensions, and they indicate different compression formats, hence, different types of software used to compress files. For PCs, .zip is most common, .sit is used generally with Macs and .tar used with Linux. When you see a file with one of these extensions, it may be either a single large file or a group of files bundled together.

Lossless Compression: Lossless compression is a way to compress files without losing any data. This method shoves the data closer together by replacing it with a type of shorthand. It can reduce file sizes by around half. The .zip format uses lossless compression. With this form, the file decompress to provide an exact duplicate of the compressed file, with the same quality. However, it cannot compress files to a really small size, making it less useful for very large files.

Lossy Compression: To make files up to 80 percent smaller, lossy compression is used. Lossy compression software removes some redundant data from a file. Because data is removed, the quality of the decompressed file is less than the original. This method compresses graphic, audio and video files, and the slight damage to quality may not very noticeable. JPEG uses lossy compression, which is why files converted to JPEG lose some quality. MP3 also uses lossy compression to fit a great deal of music files in a small space, although the sound quality is lower than with WAV, which uses lossless compression.

Decompression: In order to use a compressed file, you must first decompress it. The software used to decompress depends on how the file was compressed in the first place. To decompress a .zip file you need software, such as WinZip. To decompress a .sit file, you need the Stuffit Expander program. WinZip does not

decompress .sit files, but one version of StuffIt Expander can decompress both .zip and .sit files. Files ending in .sea or .exe are called self-extracting files. These are compressed files that do not require any special software to decompress. Just click on the file and it will automatically decompress and open.

***How compression works:** Compression is performed by a program that uses a formula or algorithm to determine how to shrink the size of the data. For instance, an algorithm may represent a string of bits or 0s and 1s with a smaller string of 0s and 1s by using a dictionary for the conversion between them, or the formula may insert a reference or pointer to a string of 0s and 1s that the program has already seen.*

Text compression can be as simple as removing all unneeded characters, inserting a single repeat character to indicate a string of repeated characters and substituting a smaller bit string for a frequently occurring bit string. Data compression can reduce a text file to half or a significantly higher percentage of its original size.

For data transmission, compression can be performed on the data content or on the entire transmission unit, including header data. When information is sent or received via the internet, larger files, either singly or with others as part of an archive file, may be transmitted in a zip, gzip or other compressed format.

***Data compression methods: lossless and lossy compression:** Compressing data can be a lossless or lossy process. Lossless compression enables the restoration of a file to its original state, without the loss of a single bit of data, when the file is uncompressed. Lossless compression is the typical approach with executables, as well as text and spreadsheet files, where the loss of words or numbers would change the information.*

Lossy compression permanently eliminates bits of data that are redundant, unimportant or imperceptible. Lossy compression is useful with graphics, audio, video and images, where the removal of some data bits has little or no discernible effect on the representation of the content.

Graphics image compression can be lossy or lossless. Graphic image file formats are typically designed to compress information since the files tend to be large. JPEG is an image file format that supports lossy image compression. Formats such as GIF and PNG use lossless compression.

***Evaluation Compression Performance:** A very logical way of measuring how well a compression algorithm compresses a given set of data is to look at the ratio of the number of bits required to represent the data before compression to the number of bits required to represent the data after compression.*

Another way of reporting compression performance is to provide the average number of bits required to represent a single sample. This is generally referred to as the rate.

$$\text{Compression ratio (or Compression factor)} = \frac{\text{Size of the output stream}}{\text{Size of the input stream}}$$

वीडियो कम्प्रैशन (Video Compression) :

सामान्यत:, वीडियो फाइल्स का साइज काफी बड़ा होता है तथा इनको कम्प्रैस करने पर इनकी स्टोरेज व फाइल ट्रांसफर सुविधाजनक हो जाता है। Video compression वह प्रक्रिया है जिससे एक video file को इस प्रकार से encode किया जाता है कि वह file कम से कम size consume करें और इसे network/internet के द्वारा easily transmit किया जा सके। इस compression तकनीक से video file का size reduce किया जाता है और अनावश्यक और non-functional data remove कर दिया जाता है। ये operation एक video codec के द्वारा किया जाता है जो एक या एक से अधिक algorithms पर based होता है। सामान्यतय: video compression बार-बार repeat होने वाली images, sounds या scenes को हटाकर किया जाता है। उदाहरणत: किसी video में same background, image या sound बार-बार (repeat) हो सकती है या फिर कोई ऐसा background data जो video file को ज्यादा प्रभावित न करता हो, उसे video compression में eliminate (ignore) कर दिया जाता है।

जब video एक बार compress हो जाती है तो इसका original format change हो जाता है (ये नया format use किये गए codec पर निर्भर करता है।) इसलिए यह format video player में supportable होना चाहिए या फिर साथ में कोई compressing codec install होना चाहिए, जिससे video file को play किया जा सके।

Video compression is the process of encoding a video file in such a way that it consumes less space than the original file and is easier to transmit over the network/Internet.

It is a type of compression technique that reduces the size of video file formats by eliminating redundant and non-functional data from the original video file.

Video compression is performed through a video codec that works on one or more compression algorithms. Usually video compression is done by removing repetitive images, sounds and/or scenes from a video. For example, a video may have the same background, image or sound played several times or the data displayed/attached with video file is not that important. Video compression will remove all such data to reduce the video file size.

Once a video is compressed, its original format is changed into a different format (depending on the codec used). The video player must support that video format or be integrated with the compressing codec to play the video file.

RIF या ReqIF (Requirement Interchange Format) :

RIF का इतिहास (History of RIF) :

RIF एक XML file format है जिसका उपयोग अलग-अलग software उपकरणों के बीच इससे संबंधित metadata के साथ आवश्यकताओं को बदलने के लिए किया जाता है। हालांकि इसको स्वचालित उद्योग (automative industry) में विकसित किया गया, पर यह किसी भी industry में lossless exchange के लिए उपयुक्त है। सन् 2004 में, जर्मन automotive निर्माताओं के एक संघ के HIS (Hersteller Initiative Software) में RIF नामक इस सामान्य requirement interchange format को परिभाषित (define) किया। यह format सन् 2008 में ProSTEP iViPeV को further maintenance को लिए सौंप दिया गया। अंतर्राष्ट्रीय मानकीकरण (International Standardization) के लिए जिम्मेदार एक group ने आगे की शुरूआत की और 2010 में टिप्पणी (comment) के अनुरोध के रूप में object management group को एक संशोधित संस्करण सौंप दिया। चूँकि acronym (संक्षिप्त नाम) RIF का OMG एक संदिग्ध अर्थ था (ambiguous meaning) इसलिए नया नाम ReqIF को W3C के rule interchange format से अलग करने के लिए पेश किया गया। April 2011 में, OMG द्वारा formal निर्देशों (OMG Document Number: formal (2011-04-0) के रूप में ReqIF version 1.0.1 को अपनाया (adopt) किया गया। अक्टूबर 2013 में, version 1.1 publish प्रकाशित किया गया (OMG Document Number: formal/2013-10-0) लेकिन सभी बदलाव केवल परिवर्तन मानक (standard text तक ही सीमित है। XML schema और underlying model में कोई बदलाव नहीं किया गया है। इसलिए version 1.1 व 1.0.1 ReqIF files बराबर है। जुलाई 2016 में, version 1.2 प्रकाशित किया गया था (OMG Document Number: Formal/2016-07-01) पुराने versions की ही तरह सभी बदलाव केवल standard text में ही किये गए, XML scheme व underlying model में कोई बदलाव नहीं हुआ इसलिए 1.2, 1.1, व 1.0.1 ReqIF files भी बराबर है। ReqIF निर्माताओं, आपूर्तिकर्ताओं sub-suppliers और इसी तरह की शृंखला में आवश्यकताओं, विशेषताओं तथा अतिरिक्त फाइलों का आदान-प्रदान करने के लिए एक format है। एक GUID, process chain में contents की अद्वितीय (unique) पहचान सुनिश्चित करता है।

Applications—सामान्यत: आवश्यकताओं को विकास के शुरूआत के दौरान ही प्राप्त किया जाता है। यह ReqIF का प्राथमिक अनुप्रयोग है क्योंकि वर्तमान समय में organise में विकास अधिक से अधिक होता जा रहा है। ReqIF partners के बीच आवश्यकताओं को साझा करने की अनुमति देता है, भले ही विभिन्न tools का उपयोग किया जा रहा हो। Word, Excel या PDF जैसे प्रारूपों के विपरीत ReqIF एक lossless exchange की अनुमति देता है।

ReqIF automotive निर्माताओं द्वारा अग्रणी रूप में use किया जाने लगा, जिन्होंने विशेष रूप से embedded controllers (अंतर्निहित नियंत्रक) के विकास के लिए ReqIF के उपयोग की मांग शुरू कर दी थी। ReqIF tool implementations के लिए भी RIF data model के रूप में प्रयोग किया जाता है।

RIF/ReqIF (Requirements Interchange Format) is an XML file format that can be used to exchange requirements, along with its associated metadata, between software tools from different vendors. The requirements exchange format also defines a workflow for transmitting the status of requirements between partners. Although developed in the automotive industry, ReqIF is suitable for lossless exchange of requirements in any industry. In 2004, HIS (Hersteller Initiative Software) a consortium of German automotive manufacturers, defined a generic requirements interchange format called RIF. In April 2011, the version 1.0.1 of ReqIF was adopted by OMG as a formal specification (OMG Document Number: formal/2011-04-02). In October 2013, version 1.1 was published. Changes are restricted to the text of the standard, the XML schema and underlying model have not changed. Therefore, 1.1 and 1.0.1 .reqif files are equivalent. In July 2016, version 1.2 was published. Like with the previous versions, changes are restricted to the text of the standard, the XML schema and underlying model have not changed. Therefore, 1.2, 1.1 and 1.0.1 .reqif files are equivalent. ReqIF is an exchange file format for exchanging requirements, attributes, additional files (e.g. images) across a chain of manufacturers, suppliers, sub-suppliers and the like.

***Applications:** Requirements are typically elicited during the early phase of product development. This is the primary application of ReqIF, as development across organizations is happening more and more often. ReqIF allows for sharing of requirements between partners, even if different tools are used. In contrast to formats like Word, Excel or PDF, ReqIF allows for a loss-free exchange. ReqIF was pioneered by automotive manufacturers, who started to demand the use of ReqIF in particular for the development of embedded controllers. ReqIF is also used as the underlying data model for tool implementations.*

TIFF (Tag Image File Format):

TIFF एक common प्रारूप है जिसके द्वारा roster graphic (bitmap) images और scanner images को application program के बीच आदान-प्रदान किया जाता है। एक TIFF file की पहचान "tiff" या "tif" extension होता है। TIFF format 1986 में Aldus Corporation की अध्यक्षता वाली एक उद्योग समिति द्वारा विकसित किया गया था (जो कि अब Adobe Software का हिस्सा है)। Microsoft और Hewlett-packard उस format में योगदानकर्ताओं (contributors) में से एक थे। सबसे सामान्य ग्राफिक प्रारूपों में से एक tiff file का उपयोग आमतौर पर Desktop publishing, faxing, 3D applications और medical imaging में किया जाता है। TIFF files, gray scale, colour palette या RGB full colour, में से हो सकती है और JPEG, LZW या CCITT group 4 standard run-length image compression वाली files शामिल कर सकती है।

Tagged image file format (TIFF) एक standard file format (मानक फाइल प्रारूप) है जो कि प्रकाशन और printing industry (छपाई उद्योग) में बड़े पैमाने पर use किया जाता है। इस format का extensible feature अनेकों bitmap images (विभिन्न pixels depth वाली), images के storage आवश्यकताओं के लिए फायदेमन्द बनाता है। चूँकि यह compression artifacts को introduce (प्रस्तुत) नहीं करता है, इसलिए इस file format को intermediate files को archieve करने के लिए अन्य प्रारूपों से ज्यादा प्राथमिकता दी जाती है। हालाँकि TIFF अन्य image formats की तरह compression का use नहीं करती है, बल्कि अलग-अलग प्रकार के data compression को support करती है। अगर photographic images की बात की जाये तो TIFF Lempel-ZiV-Welch lossless compression method का use करती है। TIFF files compressed या uncompressed दोनों हो सकती है लेकिन ये JPEGs से ज्यादा बड़ी होती और ज्यादा space consume करती है। लेकिन उस format में JPEG की तुलना में कुछ फायदे हैं, जैसे कि multiple layered image को एक TIFF file में store करना और per channel 8 bits या per channel 16 bits की थोड़ी depth का उपयोग करने के

लिए भी यह उपयुक्त है। इसके अतिरिक्त, computer platforms और applications के बीच free exchange करना संभव है जो tiff का उपयोग करते हैं। एक TIFF फाइल का extensions .tiff या .tif होता है। TIFF को उसकी flexibility और ज्यादा features व अन्य फाइल प्रारूपों से ज्यादा समर्थता के लिए भी जाना जाता है। TIFF का प्रयोग desktop publishing, 3D application, medical imaging में किया जाता है। कई सारे image editing software या application भी TIFF के साथ कार्य कर सकते हैं। लेकिन इन सब के बावजूद TIFF में कुछ कमियाँ भी हैं जैसे कि TIFF pages में multi-layer relationship को specify करने के लिए एक clear mechanism नहीं है। इसके अलावा ये advanced image features को support नहीं करता है। Size-limitation भी इसका एक disadvantage है, क्योंकि ये format 32-bit offset का use करता है, इसलिए file का अधिकतम size बस 4 Gigabytes हो सकता है।

TIFF (Tag Image File Format) is a common format for exchanging raster graphics (bitmap) images between application programs, including those used for scanner images.

- *TIFF file can be identified as a file with a ".tiff" or ".tif" file name suffix.*
- *TIFF format was developed in 1986 by an industry committee chaired by the Aldus Corporation (now part of Adobe Software). Microsoft and Hewlett-Packard were among the contributors to the format.*
- *Common graphic image formats.*
- *TIFF files are commonly used in desktop publishing, faxing, 3-D applications, and medical imaging applications.*

TIFF files can be in any of several classes, including gray scale, colour palette, or RGB full colour, and can include files with JPEG, LZW, or CCITT Group 4 standard run-length image compression.

- *Tagged Image File Format (TIFF) is a standard file format that is largely used in the publishing and printing industry.*
- *The extensible feature of this format allows storage of multiple bitmap images having different pixel depths, which makes it advantageous for image storage needs.*
- *Since it introduces no compression artifacts, the file format is preferred over others for archiving intermediate files.*

Although TIFF does not use compression much compared to other image file formats, it supports different types of data compression. In the case of photographic images, TIFF makes use of the Lempel-Ziv-Welch lossless compression method. TIFF files can be either compressed or uncompressed but are significantly larger than JPEGs and hence consume more space. However, this format has a few advantages over the JPEG format, such as the ability to store multiple layered images under a single TIFF file and to use a bit depth of 8 bits per channel or 16 bits per channel. Again, free exchange is possible between computer platforms and applications that use TIFF.

A TIFF file uses the file extension ".tif" or ".tiff".

- *Also known for its flexibility and has more features and capabilities than other image file formats.*
- *These add to the complication to learn and understand its features.*
- *Organized into an image file header, an image file directory and a bitmap data, with the previous two being considered mandatory.*
- *Largely used in imaging and 3D applications, medical imaging and desktop publishing.*
- *Image editing software or applications are capable of working with TIFF files.*
- *Drawbacks include lack of mechanism to specify the multi-layer relationships between different TIFF pages.*
- *Lacks standard support for advanced imaging capabilities.*

- *Size limitation.*
- *Format makes use of 32-bit offsets, the file size is limited to 4 gigabytes.*

JPEG (Joint Photographic Expert Group) :

यह एक popular image format है। यह विशेष रूप से digital cameras में use किया जाता है। ये 2^{24} या 16,7777,216 रंगों को सपोर्ट करता है। यह format अलग-अलग levels के compressions को भी support करता है। JPEG images में 16 million संभावित रंग RGB colours में प्रत्येक रंग के लिए 8 bits का उपयोग करके बनाये जाते हैं, जो कि रंगों 256 × 256 × 256 या 16,77,216 possible combinations बनाता है। RGB की तीनों values 0 करने पर pure black, जबकि तीनों values 255 करने पर pure white बनता है।

JPEG file compression एक bitmap image के size को लगभग 10 times कम कर सकता है, जिससे quality में भी न के बराबर कमी आती है। हालाँकि ये algorithm lossy है, इसका मतलब यह है कि image की कुछ quality vanish हो जाती है। यही कारण है कि professional photographers images को raw format में capture करते हैं। इसके बाद वे images को highest quality format में edit करते हैं। जब ये images web पर store या publish की जाती है तो यह JPEG format में होती है। इसके अतिरिक्त JPEG files में metadata भी होता है जो file के content को describe करता है। इसके अंतर्गत image dimensions, colour space, colour profile information व exit data आता है। Exit data अधिकांशत: image के corner में stamped (छपा) होता है जो कि aperture setting, shutter speed, focal length, flash on/off, ISO number व कई अलग values को दिखाता है।

Disadvantages of the JPEG Format: JPEG format images को store करने के लिए एक श्रेष्ठ प्रारूप है, पर इसमें भी कुछ कमियाँ हैं। उदाहरण के लिए, इसमें use होने वाले lossy compression के कारण artifacting नामक एक issue (समस्या) हो जाता है जिसमें image के कुछ parts की quality अच्छी नहीं रहती। किसी छोटी image या बहुत ज्यादा text वाली image के लिए GIF format एक better alternative है। JPEG images पारदर्शिता (transperancy) को support नहीं करती है, इसलिए ये non-rectangular images को store करने के लिए एक अच्छी choice नहीं है, विशेषत: जब ऐसी image को webpages पर different background colours के साथ publish करना हो। ऐसी images के लिए PNG format उपयुक्त रहता है क्योंकि यह transparency को support करता है।

JPEG image format का नाम joint photographic experts group के नाम पर रखा गया है। पहला JPEG format सन् 1992 में आया था। इसके बाद organisation ने इस format के कई और variants विकसित किये, जिसके अंतर्गत JPEG 2000 व JPEG XR आते हैं। लेकिन फिर भी JPEG format का standard version ही सबसे ज्यादा popular है।

- *Stands for Joint Photographic Experts Group.*
- *Popular image file format.*
- *Commonly used by digital cameras to store photos since it supports 224 or 16,777,216 colours.*
- *Supports varying levels of compression, which makes it ideal for web graphics.*
- *16 million possible colours in a JPEG image are produced by using 8 bits for each colour (red, green, and blue) in the RGB colour space. This provides 28 or 256 values for each of the three colours, which combined allow for 256 × 256 × 256 or 16, 777, 216 colours. Three values of 0 produce pure black, while three values of 255 create pure white.*
- *JPEG compression algorithm may reduce the file size of a bitmap (BMP) image by ten times with almost no degradation in quality. Still, the compression algorithm is lossy, meaning some image quality is lost during the compression process. For this reason, professional digital photographers often choose to capture images in a raw format so they can edit their photos in the highest quality possible. They typically export the pictures as JPEG (.JPG) images when they are shared or published on the web.*
- *Besides image data, JPEG files may also include metadata that describes the contents of the file. This includes the image dimensions, colour space, and colour profile information, as well as EXIF data. The EXIF data is often "stamped" on the image by a digital camera and may include the aperture setting, shutter speed, focal length, flash on/off, ISO number, and dozens of other values.*

Limitations of the JPEG Format

- *The lossy compression can cause an issue called "artifacting," in which parts of the image become noticeably blocky.*
- *Happens when a high compression setting is used to save the image.*
- *For saving small images and images with a lot of text, the GIF format is often a better alternative.*
- *JPEG images don't support transparency.*
- *JPEG format is a poor choice for saving non-rectangular images, especially if they will be published on webpages with different background colours.*
- *The PNG format, which supports transparent pixels is more ideal for these types of images.*

The key to the JPEG baseline compression process is a mathematical transformation known as the Discrete Cosine Transform (DCT). The DCT is in a class of mathematical operations that includes the well known Fast Fourier Transform (FFT), as well as many others. The basic purpose of these operations is to take a signal and transform it from one type of representation to another. For example, an image is a two-dimensional signal that is perceived by the human visual system. The DCT can be used to convert the signal ie. the spatial information into numeric data ie. the frequency or spectral information so that the image's information exists in a quantitative form that can be manipulated for compression.

AVI (Audio Video Interleaved) :

AVI की full form Audio Video Interleaved है। AVI एक video और audio file format है जिसको audio-video को digitally store करके play करने के लिए use किया जाता है। Microsoft's Windows platform पर AVI format built-in होते हैं। इनका file extension .avi होता है। इसके अतिरिक्त, Windows OS और कई बड़े platforms AVI प्रारूप को support करते हैं। DIVX और XVID जैसे अनेकों codecs द्वारा किसी file को compress करके AVI container में रखा जा सकता है।

AVI प्रारूप का इतिहास (History of AVI Format) :

AVI file format Windows operating system के लिए एक उन्नत और मजबूत audio और video file format प्रदान करने के इरादे से नवम्बर 1992 में Microsoft द्वारा बनाया गया था। Microsoft ने अपने नये फेमवर्क हेतु एक नये container के रूप में AVI का इस्तेमाल किया जो digital video playback में एक महत्वपूर्ण भूमिका में है। Company ने AVI को Windows 3.1 के लिए एक add-on के रूप में जारी किया। 4 वर्षों के भीतर, Maxtor OpenDML समूह ने AVI के लिए एक नया file format extension विकसित किया (AVI 2.0)। AVI video file format internet की लोकप्रियता के साथ बढ़ता गया, जिससे लोगों को files share करने की सुविधा मिली। आज AVI file format विभिन्न video formats में सबसे लोकप्रिय है। Amateurs (शौकिया) व professionals (व्यवसायी) लोग वीडियो production के लिए इसका प्रयोग करते हैं। Servers पर stored AVI files को play करने हेतु आप Windows media player जैसे AVI file format का उपयोग कर सकते हैं या फिर कुछ web आधारित सेवाओं का उपयोग कर सकते हैं। जैसे Google Drive यह cloud based media storage को प्रोत्साहित करता है।

AVI Structure—AVI फाइल प्रारूप संरचना (RIF) Resource Interchange File format पर based है। यह फाइल प्रारूप सभी जानकारियों को किसी विशेष फाइल में block (हिस्सों) में आवंटित करता है। प्रत्येक block को AVI के रूप में tag किया जा सकता है व AVI स्वयं भी अनेक भागों में विभाजित हो सकती है। AVI structure बहुत ही आसान है।

इन फाइलों में कम से कम दो अनिवार्य भाग होते हैं। Information blocks के भाग के बाद एक header होता है जिसमें file का metadata होता है, जैसे file size, frame rate और समान विशेषताएँ, जबकि information part में actual audio/video stored रहते हैं। Header को 'hdrl' tag के साथ पहचाना जाता है, जबकि audio/video जानकारी को 'movi' tag के साथ पहचाना जाता है। विभिन्न compression techniques से जुड़े विभिन्न codec movi infomation को encode या decode कर सकते हैं। कभी-कभी AVI format का उपयोग करने वाली फाइलों में तीसरा वैकल्पिक घटक भी होता है। यह तीसरा हिस्सा offet indexes का होता है। यह idx1 tag से पहचाना जाता है।

Converting AVI—कुछ media viewers AVI files को directly विभिन्न प्रारूपों में save कर लेते हैं। लेकिन कई बार, file को convert करने के लिए special designated converter का उपयोग करना पड़ता है, जिससे file को विभिन्न formats में switch किया जा सके। इनमें से कुछ converters free हैं और कुछ online उपलब्ध है। सामान्यत: आपको सिर्फ file को select या upload करना पड़ता है और अपनी choice के format पर click करके file को convert किया जा सकता है। यदि आप online काम नहीं कर रहे हैं तो फाइल कनवर्ट करने का स्थान चुनिए। फिर online आने के समय फाइल conversion के उसी स्थान को चुनें (अर्थात् वही place select करें)।

लाभ (Merits) :

- वर्तमान समय में बहुत से codecs उपलब्ध है जिनका उपयोग AVI audio format हेतु वांछित कम्प्रैशन अनुपात प्राप्त करने में किया जा सकता है। उदाहरणत:, DIVX and XViD
- AVI video format में अपेक्षाकृत बेहतर गुणवत्ता होती है।
- इसे DV standard के compatible बनाने के लिए DV-AVI standard को compress किया जा सकता है।
- AVI file format Windows के द्वारा विकसित किया गया, जो इसे सभी बड़े Microsoft और non-microsoft operating systems के साथ playable बनाता है।
- AVI file format को अलग से किसी hardware या software की, file को run करने के लिए आवश्यकता नहीं है।
- AVI video file format का बहुधा उपयोग promos, short movies और advertisements बनाने में किया जाता है। लोग भी इस प्रारूप से भली प्रकार परिचित है और इसे उपयोग करना भी आसान है।
- AVI की गुणवत्ता master files के लिए उत्कृष्ट है। आप इन master files पर अन्य formats भी बना सकते हैं, जो विभिन्न साझाकरण आवश्यकताओं (sharing needs) को पूरा करते हैं।

सीमायें (Limitations) :

- यदि AVI files को किसी codecs से compress किया गया है, तो file को retrieve व play करने के लिए वही same codec machine में install होना चाहिए। हालांकि codec install काफी आसान प्रक्रिया है, पर लोगों के लिए एक सुरक्षित भरोसेमंद codec को खोजना एक मुश्किल कार्य है।
- यदि AVI file uncompressed रूप में है तो उसका size other format files से काफी बड़ा हो सकता है। इसलिए AVI files के लिए पहले से ही disc में proper space होना चाहिए अन्यथा वह कई फाइल्स को store करने में सक्षम नहीं होगा।
- यदि AVI file को कुछ सीमाओं के तहत compress किया जाए, तो इसकी video quality कम हो जाती है। हालांकि अब लोग HD, Ultra, HD, 4K जैसी screens का उपयोग करते हैं, तो video quality के नुकसान का अधिक प्रभाव screen पर नहीं पड़ता।

- AVI user interactivity को support नहीं करता।
- AVI softsubs के लिए उपयुक्त नहीं है। यह एक प्रकार की subtitling है जहाँ playback device को subtitle और video content को media player के रूप में combine किया जाना आवश्यक होता है। आपने कई वार movies में देखा होगा कि जब कोई English movies चल रही होती है तो कलाकार जो बोलता है, उसका अनुवाद screen के निचले हिस्से में हिन्दी में आता रहता है। यही subtitles कहलाते हैं।
- *AVI stands for Audio Video Interleaved.*
- *A video and audio file format used to store audio and/or video information digitally for playback purposes.*
- *Enjoys built-in support in all the Microsoft's Windows platform.*
- *AVI files have file extension .avi. Apart from Windows OS, AVI format is supported by all the major platforms.*
- *Works as a container to hold videos and audios created and compressed using several codecs like DivX and XviD.*
- *AVI file format was created by Microsoft in November 1992 with the intent of providing an advanced and robust audio and video file format for the Windows operating system.*
- *Microsoft used AVI as the file container for a new framework that added digital video playback to its OS. The company released AVI as an add-on for Windows 3.1. Within four years, Maxtor OpenDML group developed a new file format extension for AVI (AVI 2.0).*
- *AVI video file format became swept up in the rise of the Internet, allowing individuals to share video files. Today, AVI file format remains one of the most popular among different video formats. Both amateurs and professionals alike rely on it for video production.*
- *In addition to using an AVI file format player like Windows Media Player, you can use some Web-based services, such as Google Drive, to play AVI files stored on the servers.*
- *Encourages cloud-based media storage.*

AVI Structure

- *AVI file format structure is based on the Resource Interchange File Format (RIFF).*
- *This file format allocates all the information in a particular file into blocks or "chunks".*
- *Each chunk can be tagged as AVI. The AVI file itself then is divided into parts.*
- *AVI files consist of at least two mandatory parts; a header followed by chunks of information.*
- *Header contains metadata of the file, such as the file size, frame rates and similar characteristics, whereas chunks store actual audio and video information.*
- *Header is identified with the "hdrl" tag, while the audio/visual information is identified with the "movi" tag.*
- *Different codecs associated with different compression schemes can encode or decode "movi" information.*
- *Files using AVI format sometimes have a third optional component. This third part indexes offsets. It is identified with the "idx1" tag.*

Converting AVI

- *Some media viewers will let you save AVI files in a different format.*

- *You have to use a designated file converter to switch to other types of video formats.*
- *You simply select or upload the AVI file, select the desired file format, and then start the conversion by clicking "OK", "Convert" or something similar.*
- *If not working online, you normally choose where to save the converted file before converting.*
- *If working online, you choose the save location when you download the converted file.*

Advantages

- *Lots of codecs currently available that can be used to achieve desired compression ratio of AVI audio format. Examples include DivX and XviD.*
- *High quality audio fidelity.*
- *In order to make it compatible with the DV standard, DV-AVI standard can be compressed unlike other audio/video formats.*
- *Developed by Windows, which makes it playable with all the major Microsoft and non-Microsoft operating systems.*
- *Playable DVDs and disks can be created by using AVI file format in order to store initial audio/video information.*
- *Does not require any particular hardware device of software application for the file to run. This automatically improves the number of individuals that can open AVI format files.*
- *Most widely used video format for promos, short movies and advertisements owing to its compression capabilities.*
- *Quality maintained with AVI is excellent for master files.*
- *You can lean on these master files to create files in other formats that meet a variety of sharing needs.*

Disadvantages

- *If AVI files are compressed using some codecs, then in order to retrieve and play the file, the same codec must be installed on the machine.*
- *AVI files, if uncompressed, can be very large in size as compared to the other file formats. You must be willing to trade disc space for the benefits of the AVI file and will not be able to store as many files.*
- *AVI files, if compressed beyond certain limits, result in the loss of video quality. Given that modern viewers now are using screens capable of HD, Ultra HD and 4K, the tolerance for this loss of video quality might be decreasing.*
- *Doesn't support user interactivity (e.g., click to continue pauses).*
- *Isn't reliable for supporting softsubs. This is a type of subtitling where the playback device must combine the subtitle and video content as the media plays.*

AVI is one of the most well-known audio-video formats. Still the best quality video format in many situations, AVI video format is holding its own compared to more modern video file formats. It is still widely supported and deserves consideration from any serious audio-video user or creator.

प्रश्नावली

1. (a) Audio को data व signal के रूप में कैसे स्टोर किया जाता है?
   (b) Digital audio processes को समझाइये।
   (c) Time compression व expansion क्या होता है?
2. (a) मैग्नेटिक टेप व ध्वनि की रिकॉर्डिंग व पुनर्निदान को विस्तार समझाइये।
   (b) फिल्म पर ध्वनि की ऑप्टिकल रिकॉर्डिंग व पुनर्निदान को विस्तार समझाइये।
   (c) माइक्रो की डिजिटल रिकॉर्डिंग कैसे की जाती है? सैम्पलिंग, क्वांटाइजेशन, एलाईसिंग व एनकोडिंग से आप क्या समझते हैं?
   (d) डिजिटल ऑडियो रिकॉर्डिंग के प्रारूप (formats) लिखिये।
   (e) Servo system, CD formation व Audio CD player के block diagram को समझाइये।
   (f) Compression व decompression से आप क्या समझते हैं? इसकी आवश्यकता क्या है?
   (g) Compression के विभिन्न प्रकार बताइये।
   (h) Video compression techniques पर चर्चा कीजिये।

4 टेलीविज़न संचार का परिचय (INTRODUCTION TO TELEVISION COMMUNICATION)

THINK ABOUT IT

People who succeed have momentum. The more they succeed, the more they want to succeed, and the more they find a way to succeed. Similarly, when someone is failing, the tendency is to get on a downward spiral that can even become a self-fulfilling prophecy.

—Tony Robbins

§ 4.1. परिचय (Introduction) :

अब इस पुस्तक में आप ऐसे सिस्टम का अध्ययन करने जा रहे हैं जिससे आपका सम्बंध बहुत पुराना है। जी हाँ, आपने बचपन से अब तक टेलीविज़न का मज़ा तो खूब लिया होगा, अब मज़ा लीजिये टेलीविज़न इंजीनियरिंग का। टेलीविज़न की स्क्रीन पर आपने खूब प्रोग्राम देखे होंगे पर अब समय है, इसको खोलकर इसके अदर झांकने का। किन्तु टी०वी० इंजीरियंरिंग टी०वी० देखने जैसी सरल नहीं है। काफी मेहनत करनी पड़ेगी इसको समझने में। किन्तु हमें एक बात याद रखनी चाहिये कि जो जानकारियाँ हमें एक पुस्तक में लिखी मिल जाती हैं, तथा जिनको हम कुछ महीनों में ही पढ़ डालते हैं उसके पीछे छुपी होती है न जाने कितने वैज्ञानिकों द्वारा बरसों की जाने वाली अनवरत खोज, कितने तकनीशियनों का दिन-रात का परिश्रम, तब जाकर कोई तकनीक एक पौधे से बढ़कर धीरे-धीरे एक वृक्ष का रूप लेती है। जब वर्ष 1927 में UK के J.L. Baird व USA के C.F. Jenkins ने टी०वी० का पहला demonstration दिया होगा तो शायद उन्होंने भी कल्पना नहीं की होगी कि उनके द्वारा सुझायी गयी यह तकनीक एक दिन अपने चरम पर पहुँच जायेगी। विदेशों से शुरू हुई टी०वी० की यह तकनीक भारत में भी आयी और धीरे-धीरे यहाँ भी इसका प्रचलन होने लगा।

एक ज़माना वह था जब हमारे देश में ब्लैक एन्ड व्हाइट टी०वी० भी चुनीन्दा घरों में हुआ करते हैं। पूरे मौहल्ले में एक या दो घरों में ब्लैक एन्ड व्हाइट टी०वी० होते थे तथा चैनल भी सिर्फ एक ही आता था दूरदर्शन और वह भी शाम के छः बजे शुरू होता था तथा रात के ग्यारह बजे सेवा समाप्त। अब इन पाँच घंटों में बेचारे दूरदर्शन को न्यूज भी दिखानी होती थी, सीरियल भी, कृषि दर्शन भी, शास्त्रीय संगीत भी, स्पोर्टस भी, चित्रहार भी, फिल्म भी, और भी न जाने क्या-क्या। तो दोस्तों, होता यूँ था कि हफ्ते में केवल एक मूवी देखने को मिलती थी सन्डे की शाम को, वह भी पुरानी, फिर भी आलम यह कि जिस घर में टी०वी० होता था उस घर में पाँच बजे से ही मोहल्ले के बच्चों की भीड़ लगनी शुरू हो जाती थी। हफ्ते में केवल दो दिन फिल्मी गाने आते थे, चित्रहार में, बुधवार ओर शुक्रवार को, वह भी केवल आधे घंटे के लिये, और पूरे हफ्ते उनका इंतज़ार रहता था लोगों को और जब रामायण तथा महाभारत सीरियल के रूप में दूरदर्शन ने दिखाने शुरू किये सन्डे मॉर्निंग में, तो ऐसा लगता था जैसे एक घंटे के लिये शहरों में कर्फ्यू ही लग गया हो। तब रंगीन टी०वी० और रिमोट कन्ट्रोल के बारे में तो किसी ने सोचा भी नहीं था। और आज आपके हाथ में रिमोट होता है, सामने रंगीन टी०वी० होता है, सैकड़ों चैनल हैं और आपकी ऊँगली बेचैन रहती है कि एक चैनल में ब्रेक आया और दब गया बटन, प्रोग्राम में मज़ा नहीं आ रहा, और दब गया बटन। ऐसे में, मोनोक्राम अर्थात् ब्लैक एन्ड व्हाइट टी०वी० तो once upon a time अर्थात् एक समय की बात हो गये हैं। किन्तु फिर भी, मोनोक्रोम व रंगीन टी०वी० के सिद्धान्त काफी हद तक मिलते-जुलते हैं, अतः, शुरू के चैप्टर्स में आपको monochrome T.V. को समझने हेतु परिश्रम करना है। एक बार monochrome T.V. को समझने के बाद उस concept का use करते हुये colour television system को समझेंगे। Wish you all the best !

§ 4.2 (a). स्कैनिंग (Scanning) :

यह तो आप सब जानते हैं कि टेलीविज़न में एक ऐसा सिस्टम होना आवश्यक है जिसके द्वारा साउन्ड तथा पिक्चर दोनों को लम्बी दूरी तक ट्रांसमिट तथा रिसीव किया जा सके। अतः, साउन्ड एवं पिक्चर दोनों को वैद्युत तरंगों में परिवर्तित करना आवश्यक हो जाता है। इनको क्रमशः ऑडियो सिगनल तथा वीडियो सिगनल कहा जाता है।

साउन्ड को ट्रांसमिट किये जाने की तकनीक अपेक्षाकृत simple है। साउन्ड तरंगें मैकेनिकल तरंगें होती हैं यह vibrating elements (कम्पन करने वाले तत्व) जैसे diaphragms (पर्दा), strings, reeds द्वारा air में उत्पन्न होती हैं। इसको ears द्वारा audio signals के रूप में sense किया जाता है तथा यह audio signals 20-20000 Hz की आवृत्ति रेंज के time varying signals (समय के साथ परिवर्तित होने वाले संकेत) होते हैं। यदि इनका long distance transmission करना होता है तो इनको microphone द्वारा ध्वनि तरंगों में convert (परिवर्तित) करके तथा फिर RF modulation द्वारा रेडियो आवृत्तियों में ट्रांसलेट करके भेजा जा सकता है। रिसीवर पर डिमॉडुलेशन करके पुनः मूल तरंग प्राप्त की जा सकती है। मॉडुलेशन तथा डिमॉडुलेशन के बारे में काफी कुछ आप पढ़ चुके हैं तथा इस बारे में आपको काफी जानकारी है।

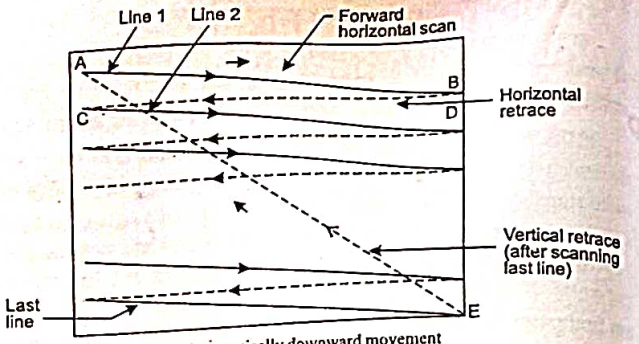
पिक्चर को ट्रांसमिट करना साउन्ड की तुलना में अधिक जटिल है। Moving पिक्चर (चल picture) में brightness information (चमक की सूचना) होती है जिसमें space तथा time variations दोनों ही होते हैं। कहने का तात्पर्य यह है कि यदि आप एक still photograph (स्थिर तस्वीर) को देखें तो इसमें प्रत्येक बिन्दु पर different optical brightness होती है यानि एक still photograph में brightness की space variations होती हैं (अर्थात् स्थिर फोटोग्राफ में विभिन्न बिन्दुओं पर अलग-अलग brightness होती है) किन्तु time के साथ variations (परिवर्तन) नहीं होतीं। moving picture में प्रत्येक बिन्दु में brightness space variant होने के साथ-साथ time variant भी हो जाती है क्योंकि scene प्रति क्षण बदलता ही रहता है, अर्थात् चल पिक्चर के प्रत्येक बिन्दु पर अलग-अलग चमक तो होती है (space variation of brightness at different points of the picture) बल्कि इसके साथ-साथ यह चमक समय के साथ भी चैंज होती रहती है (time varying)। अतः moving picture को transmit करना अत्यंत जटिल process है।

मानव की आँखे अपने सामने के दृश्य की brightness को sense करती है (retina पर project करके) तथा इसके लिये प्रकृति ने आँखों के retina पर अनेकों rods तथा sensors fit कर रखे हैं तथा यह optical nerves द्वारा brain (मस्तिष्क) से communicate (संपर्क) करते हैं। टी० वी० ट्रांसमिशन सिस्टम में पिक्चर के सभी elements की time varying brightness (समय के साथ चैंज होने वाली चमक) की सूचना एक साथ ट्रांसमिट किया जाना या रिसीव किया जाना सम्भव नहीं है क्योंकि ऐसे system में प्रत्येक element को sense करने के लिये अलग sensor चाहिये तथा प्रत्येक element की सूचना भेजने के लिये अलग लाइन चाहिये। यह तो ठीक ऐसे ही हो गया जैसे यदि 1000 व्यक्तियों को दिल्ली से लखनऊ भेजना है तो प्रत्येक व्यक्ति को भेजने के लिये एक अलग वाहन चाहिये तथा प्रत्येक वाहन के लिये एक अलग सड़क चाहिये। ऐसा parallel सिस्टम तो practically सम्भव ही नहीं है।

तो इस चुनौती को वैज्ञानिकों ने स्वीकार किया और "scanning" नामक तकनीक का विकास हुआ, जिसके द्वारा picture information को "single valued function of time" (समय के एकल मान फलन) में कनवर्ट किया जा सका। अतः, picture information को single pair of wires द्वारा भेजना सम्भव हो पाया। इसलिये टेलीविज़न की यह पूरी गाथा इस स्कैनिंग नामक तकनीक के ही इर्द-गिर्द घूमेगी और इसको समझने के लिये आपको परिश्रम करना ही पड़ेगा। प्रारम्भ में sequential स्कैनिंग का use हुआ, पर बाद में interlaced स्कैनिंग use की जाने लगी तथा आजकल टी०वी० सिस्टम में interlaced scanning ही use की जाती है। आइये पहले समझने की कोशिश करते हैं कि स्कैनिंग है क्या?

स्कैनिंग प्रक्रिया (Scanning Process)—स्कैनिंग प्रक्रिया ठीक वैसी ही है जैसे कि आप किसी पुस्तक के किसी पृष्ठ को पढ़ते हैं। सबसे top left (ऊपरी बायें कोने) से प्रारम्भ करते हुए पहली लाइन पढ़ते हैं (जिसको scanning प्रक्रिया में forward scan कहा जाता है) तथा पहली लाइन समाप्त होते ही निगाहें तेज़ी से second line की starting पर पहुँच जाती हैं (जिसको स्कैनिंग प्रक्रिया में retrace या flyback कहा जाता है) तथा इस प्रकार line by line पढ़ते हुए पेज के last तक

पहुँच जाते हैं। इसी प्रकार पिक्चर की स्कैनिंग होती है तथा इसके कुछ निश्चित स्कैनिंग समय लगता है। इसके लिये पिक्चर को छोटे-छोटे picture elements में बाँट दिया जाता है जिनको pixels कहा जाता है।



चित्र 4.1—स्कैनिंग प्रक्रिया

स्कैनिंग process को चित्र 4.1 में दर्शाया गया है। स्कैनिंग प्रक्रिया element by element horizontally left to right (एक-एक element करके दायें से बायें) की जाती है, तथा यह प्रकिया line by line vertically (एक-एक line करने ऊपर से नीचे की ओर) प्रत्येक line के लिये दोहरायी जाती है। forward scan की तुलना में beam का retrace (अर्थात् line के end या rightmost corner से अगली line के start या leftmost corner तक जाना, जिसको कि horizontal retrace कहा जाता है, तथा last line के end से पुनः first line की starting तक पहुँचना, जिसको vertical retrace कहा जाता है) बहुत fast होता है। ध्यान रखें कि forward scan की तुलना में retrace बहुत fast होता है (ठीक ऐसे ही जैसे पुस्तक पढ़ते समय आपकी निगाहें एक line के end से अगली line के starting पर बहुत तेजी से पहुँचती हैं)। retrace (या flyback) के समय scanning को blanked (अर्थात cut-off या छिपा देना) कर दिया जाता है।

पुनरोत्पादन (अर्थात् reproduction) के समय इसी प्रकार की scanning process चलती है जो कि sending end के synchronous (समक्रमिक) होती है। Receiver पर पिक्चर ट्यूब की स्कैनिंग electron beam द्वारा की जाती जो कि receive किये गये वीडियो सिग्नल द्वारा modulated (अर्थात् controlled) होती है) अतः, यह स्कैनिंग beam screen पर एक तरह से पिक्चर को तेजी से (और बार-बार) पेंट करती है, और corresponding points (अर्थात् पिक्चर को ट्रांसमिट करते समय जिस बिन्दु पर जितनी चमक थी, reproduction में उस बिन्दु पर उतनी ही चमक उत्पन्न की जाती है, जिससे वास्तविक सीन का पुनरोत्पादन हो जाता है) पर proportional glow उत्पन्न करती है। स्कैनिंग रेट इतनी fast होती है जिससे आपको picture की continuity (निरंतरता) का आभास (illusion of continuity) होता है (humans eye की perisistance of vision के कारण)।

यहाँ पर एक बात यह बताना चाहूँगा कि चित्र 4.1 में दिखाई गई स्कैनिंग को sequential scanning कहा जाता है क्योंकि इसमें line by line scanning की जाती है तथा यह स्कैनिंग का सबसे सरलतम रूप है। वास्तव में, टी० वी० broadcasting में होने वाली scanning sequential न होकर interlaced होती है, जिसको आप अगले chapter में पढ़ेंगे। interlaced scanning में picture frame को दो (या अधिक) fields में बाँटा जाता है। टीवी broadcasting में 2 : 1 interlaced scanning use की जाती है, जहाँ picture frame दो fields में बंट जाता है। Interlaced scanning में इलैक्ट्रॉन बीम पहले alternate Lines (1, 3, 5... इत्यादि) scan करती है तथा जब यह field complete हो जाती है तो शेष बची लाइन्स (2, 4, 6...) को scan करती है।

विचार प्रश्न

मान लीजिये आपके पास black ink से बना एक चित्र है और धागा है। आप धागे के माध्यम से इस चित्र को किसी दूसरे व्यक्ति के पास कैसे भेजेंगे। वह व्यक्ति धागे द्वारा इस चित्र का पुनरोत्पादन किस प्रकार कर सकेगा।

"In Television, the objective is to transmit Sound and Picture and receive them after long distance. Transmission of sound is comparatively simple, but that of picture is difficult. The picture can be considered as an assembly of large number of bright and darks all elements (in monochrome transmission) or coloured elements (in Colour Transmission). These small elements are known as 'picture elements' or pixels, which when viewed together, represent the visual information of the scene. The problem of picture transmission is that at any instant there are almost an infinite number of pieces of information, existing simultaneously, each representing the level of brightness of the scene to be reproduced. In other words the information is a function of two variables, time and space. Hence the conversion of optical information to electrical form and its transmission are carried out element by element, one at a time and in a sequential manner to cover the entire scene which is to be televised and this is known as scanning. Scanning of the elements is done at a very fast rate and this process is repeated a large number of times per second to create an illusion of moving picture.

In television, variations in light intensity (brightness) and colour are converted into electrical variations (video signal) by photosensitive materials (camera tube) at the transmitter. This conversion required scanning of a photosensitive target. The electrical signals are reconverted into brightness and colour at the receiver by specially designed cathode ray tube (called picture tube) with the help of synchronized scanning of the screen. The electrical signals pertaining to brightness and colour can be transmitted to long distances with the help of a radio frequency carrier (in VHF and higher bands) by using amplification and modulation techniques. At the receiver end, the video signals can be recovered from the modulated VHF/UHF wave by adopting the superheterodyne techniques and detection and amplification the basic elements of a TV system are :

(i) TV camera tube with provision of scanning the photosensitive target
(ii) TV transmitter (modulator and antenna)
(iii) Receiving antenna and superheterodyne receiver
(iv) Video detector and amplifier
(v) Picture tube with provision of synchronized scanning.

The light intensity and colour variations in pictures are spread over the length and width of the picture. Such signals, varying in space, will need thousands of channels for transmission. An electrical variation can be transmitted through a single channel, if it varies with time alone. So, the\ space-dependent light is to be converted into a time-dependent phenomenon. This is accomplished by the process of scanning and using the property of persistence of vision of the eye i.e. the ability of the eye to continue to see the light for 50 ms after the source of light is removed.

The process of exploring a video picture image (called a picture frame, or simply, a frame) point by point, in quick succession, is called scanning. The scanning starts from left, proceeds to the right up to the rightmost element of an image, and then returns (retraces or flies back) very quickly to the left on the next lower line, and so on, until the image is fully scanned. This is like reading a book line by line. This is made possible by applying sawtooth signals to the horizontal and vertical deflection circuits of the camera tube. These circuits deflect an electron beam horizontally and vertically. A similar process is adopted at the receiver to reproduce the picture. A sharply focused electron beam scans the screen of the picture tube from left to right and from top to bottom to convert the signal varying with time into brightness varying with space. Complete scanning of a line from the leftmost point to the rightmost point is called a scanning line.

§ 4.2. (b) परसिसटैंस ऑफ विज़न (Persistence of Vision) :

जब आँखें प्रकाश को देखती हैं तो प्रकाश का स्रोत हटा लेने (या बंद कर देने) के बावजूद यह प्रकाश आँखों के सामने लगभग 60 ms तक बना रहता है। आँखों का यह गुण जिसके कारण प्रकाश का स्रोत हट जाने के बाद भी प्रकाश आँखों के सामने बना रहता है, Persistence of Vision कहलाता है। आँखों के इसी गुण के कारण हम चल सिनेमा (moving pictures)

देख पाते है। सिनेमा में पिक्चर रील स्थिर चित्रों की फिल्म के रूप में होती है। जब यह स्थिर चित्र बहुत तीव्रता के साथ एक-एक करके स्क्रीन पर डाले जाते हैं (Projected), जिसमें कि दो चित्रों के मध्य समय अंतराल 60 ms से काफी कम रखा जाता है, तो पहले चित्र के आँखों के सामने से हटने से पहले ही स्क्रीन पर अगला चित्र प्रोजैक्ट हो जाता है, तो discontinous पिक्चर (स्थिर पिक्चर) आपस में क्रमत: मिक्स हो जाती हैं तथा पिक्चर निरंतर चलती हुयी दिखाई देती है। अत: Persistence of Vision के गुण के कारण ही हम चलचित्र में लगातार गतिशील चित्र देख पाते हैं।

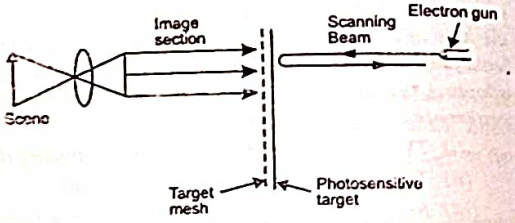
इसी प्रकार की स्थिति टेलीविज़न में भी है। पिक्चर फ्रेम को TV स्क्रीन पर बहुत तेजी से (persistence of vision से अधिक तीव्र गति से) स्क्रीन पर display किया (दर्शाया) जाता है। (Indian system में एक फ्रेम प्रत्येक 40 ms बाद दर्शाया जाता है) अत: इतनी तीव्र गति से एक के बाद एक फ्रेम स्क्रीन पर दर्शाने से moving picture दिखाई देती है।

§ 4.3. कैमरा (या पिक-अप) युक्तियाँ (Camera Pick up Devices) :

कैमरा या पिक-अप युक्तियाँ optical image को वैद्युत सिग्नल में कनवर्ट करती है।

Camera or pick-up devices convert the optical image (of the scene to be televized) to electrical form.

वह पिक्चर (या सीन) जिसको televize (एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजना) किया जाना है, को एक लैन्स सिस्टम द्वारा एक photosensitive target पर फोकस किया जाता है (चित्र 4.2)। यह photosensitive target (प्रकाश संवेदनशील पदार्थ) कैमरा पिक-अप ट्यूब की फेस-प्लेट (face plate) के नजदीक होता है तथा इस पर एक accurate image बन जाती है। target plate की surface (सतह) large number of elementry areas (अर्थात् बहुत सारे छोटे-छोटे areas) द्वारा बनी एक mosaic (अर्थात जालीनुमा आकार की) होती है। चूँकि यह surface photosensitive है, अत:, प्रत्येक elementry (छोटे-से) area की electrical state (वैद्युत अवस्था) किसी particular moment (विशेष क्षण) पर उसपर पड़ने वाले प्रकाश की तीव्रता पर निर्भर करती है। अत:, target plate की सतह पर यह छोटे-छोटे photoelectrical elements एक electrical pattern उत्पन्न करते हैं (जो कि picture illumination के corresponding होता है)।



चित्र 4.2—Basics of a Camera tube.

अब प्रत्येक छोटे (minute element) की electrical response को एक electron beam circuit द्वारा read किया जाता है तथा electrical impulses (वैद्युत तरंगें) उत्पन्न होती हैं। यह elements एक sequence (क्रम) में scan किये जाते हैं और इस प्रकार एक electrical waveform (with respect to time) उत्पन्न होती है जो कि पिक्चर के विभिन्न बिन्दुओं पर brightness information को represent (प्रदर्शित) करती है।

टार्गेट प्लेट को पिक-अप ट्यूब के कैथोड के respect में (सापेक्ष) positive potential पर रखा जाता है तथा actual beam current किसी instant (क्षण) पर स्कैन किये जा रहे picture element (pixel) के electrical state के according vary करती है (वैद्युतीय स्थिति के अनुसार परिवर्तित होती है) और जब इस beam current को resistor के through pass किया जाता है तो एक varying voltage (परिवर्ती वोल्टेज) उत्पन्न होती है।

बीम द्वारा image को horizontally स्कैन करने के लिये horizontal deflection coils द्वारा magnetic field उत्पन्न की जाती है। इन coils के deflection हेतु आवश्यक sawtooth current (आरीदंत तरंग) प्रदान किया जाता है। इसके साथ-साथ प्रत्येक horizontal line के बाद beam vertically downwards proceed करती है जिसके लिये vertical deflection coils magnetic field उत्पन्न करती है। इन coils को भी आवश्यक sawtooth current apply किया जाता है। यह scanning प्रक्रिया बार-बार fast speed से repeat की जाती है।

"A TV camera, is used to convert the optical information into a corresponding electrical signal and the amplitude of electrical signal varies in accordance with the variations of brightness. An optical image of the scene to be transmitted is focused by a lens assembly on the rectangular glass face-plate of the camera tube. The inner side of the glass face-plate has a transparent conductive coating on which is laid a very thin

layer of photoconductive material. The photolayer has a very high resistance when no light falls on it, but the resistance decreases depending on the intensity of light falling on it. Thus depending on the light intensity variations in the focused optical image, the conductivity of each element of the photolayer changes accordingly. An electron beam scans the picture information now available on the target plate in terms of varying resistance at each point at a very fast rate. The beam is formed by an electron gun in the TV camera tube.

Two simultaneous magnetic deflections are thus given to the beam, one from left to right across the target plate and the other from top to bottom thereby covering the entire area on which the electrical image of the picture is available. As the beam moves from element to element, it encounters a different resistance across the target-plate, depending on the resistance of the photoconductive coating. The result is a flow of current which varies in magnitude as the elements are scanned. This current passes through a load resistance R connected to the conductive coating on one side and to a dc supply source on the other. Depending on the magnitude of the current a varying voltage appears across the resistance R and this corresponds to the optical information of the picture.

फोटोइलैक्ट्रिक कनवर्ज़न (Photoelectric Conversion)—अभी आपने देखा कि TV कैमरे में photosensitive target plate (प्रकाश संवेदनशील टारगेट प्लेट) द्वारा light intensity (प्रकाश तीव्रता) की variations को electrical signal में परिवर्तित किया जाता है। इसके लिये फोटोइमिसिव सर्फेस (photoemissive surface) या फोटोकन्डक्टिव कोटिंग (photoconductive coating) का प्रयोग किया जाता है।

(i) **फोटोइमिसिव सर्फेस** (Photoemissive surface) : प्रकाश electromagnetic energy (वैद्युत चुम्बकीय ऊर्जा) के बंडल या packet के form में होता है, जिसको photons कहते हैं तथा इनकी energy wavelength के inversely propotional (व्युत्क्रमानुपाती) होती है। light के photons की energy कुछ surfaces (सतह) से electrons को dislodge (पृथक) कर देती है तथा यह सतह photoemissive surfaces कहलाती हैं। ऐसे पदार्थों के उदाहरण हैं—caesium, silver, bismuth, lithim, जो कि alkali group को belong करते हैं। इस प्रकार की photoemissive surfaces image orthicon camera tubes में use की जाती है। इन surfaces की photoelectric effciency को quantum efficiency कहा जाता है, तथा इसे निम्नवत् व्यक्त किया जाता है—

$$\text{quantum efficiency} = \frac{\text{no. of photoelectrons emitted}}{\text{no. of incident photons}}$$

(ii) **फोटोकन्डक्टिव कोटिंग (या परत)** (Photoconductive coatings or layers) : कुछ अर्द्धचालक पदार्थों जैसे selenium, antimony trisulphide तथा lead oxide का प्रतिरोध उन पर पड़ने वाले प्रकाश पर आश्रित (dependent) होता है। यह अर्द्धचालक पदार्थ photons को absorb (अवशोषित) करते हैं तथा इनमें electron-hole pairs के रूप में charge carriers (आवेश वाहक) उत्पन्न होते हैं। इससे इन पदार्थों का प्रतिरोध घटता है (incident light के proportional) तथा चालकता बढ़ती है। इस प्रकार की photoconductive coatings को vidicon तथा plumbicon camera tubes के target हेतु use किया जाता है।

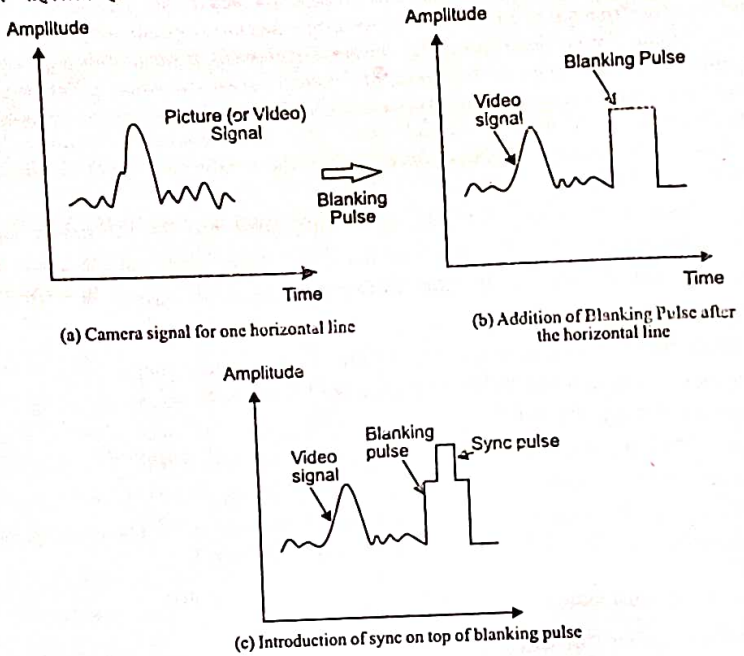
The photosensitive target plate converts the variations in the intensity of light into variations in electrical signals utilizing : (i) a photoemissive surface, or (ii) a photoconductive layer.

In Photoemissive surfaces, The photons of light disoldge electrons from surfaces made of certain metals like caesium, silver, bismuth, lithium etc. belonging to the alkali group. Photoemissive surfaces of this type are used in some camera like the image orthicon.

In Photoconductive coatings or layers, the resistance of semiconducting materials like selenium, antimony trisulphide and lead oxides is dependent on by the light incident on it. The photons of light are absorbed by the semiconducting materials to generate electron-hole pairs as charge carriers. This reduces the resistance or increases the conductivity of the material, proportional to the incident light. Photoconductive coatings of these types are used in targets of camera tubes like vidicon and plumbicon".

§ 4.4. वीडियो सिगनल (Video Signal) :

टी० वी० कैमरा ट्यूब सर्किट से प्राप्त time varying electrical signal voltage जो कि image की brightness information का space distribution represent करती है, वीडियो सिगनल या पिक्चर सिगनल कहलाता है (चित्र 4.3-a) अर्थात् image के विभिन्न बिन्दुओं पर प्रकाश की तीव्रता के, समानुपाती वैद्युत सिगनल वीडियो सिगनल कहलाता है।



चित्र 4.3—Formation of Composite video signal for one line

"The time varying electrical signal from the output of camera, which conveys brightness information of the space and time varying image to be televised, is called the video signal or the picture signal."

इस सिगनल में उपस्थित आवृत्तियाँ scanning speed (स्कैनिंग गति) तथा image की brightness की variations (इमेज की विभिन्न बिन्दुओं की brightness में होने वाले परिवर्तन) पर depend करती हैं। टेलीविज़न सिस्टम की स्कैनिंग स्पीड अत्यंत तीव्र होती है, तथा signal टाइम के respect (सापेक्ष) में बहुत तेजी से चेंज होता है, अत: वीडियो signal में wide range of frequencies (आवृत्तियों की बड़ी रेंज) होती हैं, तथा बैंडविड्थ 25 Hz से 5 MHz की रेंज में होती है। कैमरा पिक अप ट्यूब से प्राप्त सिगनल weak होता है, अत:, इसको video amplifiers द्वारा amplify किया जाता है। video amplifiers RC coupled amplifiers होते है, तथा इनकी frequency response extended होती है।

वीडियो सिगनल में picture information के साथ-साथ synchronizing pulses (समक्रमिकता प्रदान करने हेतु तरंगें)होती हैं जिनके द्वारा scanning beam के retrace (अर्थात flyback) का identification (पहचान) किया जाता है तथा यह receiver की scanning rate को control करती है जिससे transmitter तथा receiver के scanning synchronism में होती है। इसके साथ-साथ blanking pulses भी होती हैं जो retrace को blank करने (छिपाने) का कार्य करती हैं। blank pulses पिक्चर ट्यूब तथा कैमरा पिक-अप ट्यूब में retrace के समय electron beam को कट-ऑफ करती हैं (चित्र 4.3 (b) व (c) देखें)। अत:, पिक्चर सिगनल तथा ब्लैंकिंग व sync pulses मिलकर composite video signal बनाते हैं।

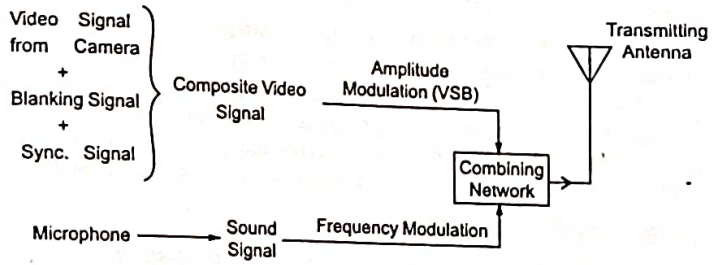
§ 4.5. वीडियो तथा ऑडियो सिगनल का ट्रांसमिशन (Transmission of Video Signal) :

चित्र 4.4 में टी०वी० ट्रांसमिशन का सिद्धान्त प्रदर्शित है। कैमरे से उत्पन्न वीडियो सिगनल को एम्पलीफाई करके तथा उसमें ब्लैंकिंग व सिंक पल्सों को मिक्स करके (अर्थात् composite video signal बनाकर) इसके द्वारा रेडियो आवृत्ति को amplitude modulated (vestigial side band AM) किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त AM तरंग को antenna द्वारा स्पेस में radiate (विकरित) करके लम्बी दूरी तक ट्रांसमिट किया जा सकता है। वीडियो सिगनल की अत्यधिक बैंडविड्थ (लगभग 5 MHz) के कारण कैरियर आवृत्ति VHF (very high frequency) या UHF (ultra high frequency) range में होनी चाहिये (चूँकि carrier आवृत्ति modulating signals (5 MHz) से अधिक होनी चाहिये)। यह तो आप जानते होगे कि VHF तथा UHF आवृत्तियों का propagation (space waves होने के कारण) line of sight distance तक ही सीमित होता है, अत:, TV reception की रेंज भी सीमित होती है।

अब बात करते हैं साउन्ड की। चूँकि टी० वी० ट्रांसमिशन में पिक्चर के साथ-साथ साउन्ड को भी ट्रांसमिट करना होता है, अत:, साउन्ड को एक अन्य RF carrier द्वारा ट्रांसमिट किया जाता है। साउन्ड के लिये FM (frequency modulation का use किया जाता है क्योंकि इसमें (AM की तुलना में) कम पॉवर में noise free reception हो जाता है। इसके साथ-साथ यह 15 kHz तक ही रेंज में high fidelity (fidelity अर्थात् faithfulness अर्थात् input के समान shape वाली आउटपुट उत्पन्न करने की क्षमता) प्रदान कर सकता है। FM माडुलेशन वीडियो सिगनल्स हेतु इसलिये उपयुक्त नहीं है इसमें FM के multipath reception के कारण ghost interference* (एक ही सिगनल के कई पथों से आने पर एक साथ कई images बनने से उत्पन्न दोष को ghost interference कहते हैं) उत्पन्न होता है, जो कि AM की तुलना अधिक annoying तथा disturbing होता है।

§ 4.6. ट्रांसमिटर (Transmitter) :

वीडियो सिगनल को प्रवर्धित करके तथा sync व blanking pulses से mix करके AM ट्रांसमिटर (पिक्चर ट्रांसमिटर) को दिया जाता है (चित्र 4.4 देखें)। ट्रांसमिटर एक साइडबैंड को पूर्णत: तथा दूसरे साइडबैंड का कुछ अश ट्रांसमिट करता है। इस प्रकार का मॉडुलेशन वैस्टीजियल साइड बैंड माडुलेशन (vestigeal sideband modulation) कहलाता है।



चित्र 4.4 (a)—Basic Concept of Transmission of a Television Signal.

TV सिस्टम का साउन्ड सैक्शन separate (पृथक) होता है। माइक्रोफोन से प्राप्त ऑडियो सिगनल को amplify किया जाता है तथा फिर यह signal sound transmitter के carrier को frequency modulate करते हैं। पिक्चर तथा साउन्ड ट्रांसमिटर्स के आउटपुट्स को combine करके (diplexer में) common transmitting antenna system को feed किया जाता है तथा antenna इन दोनों सिगनल को एक साथ radiate (विकिरित) करके अपना मंज़िल की ओर रवाना कर देता है।

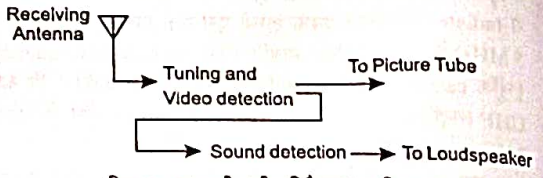
"The path of the sound signal is common with the picture signal from antenna to the video detector section of the receiver. Here the two signals are separated and fed to their respective channels. The

* When a reflected signal in addition to the direct wave, arrives at the receiving antenna, the result is multipath signal. They differ slightly in time. The result is multiple images in the picture, which are called ghosts.

frequency modulated audio signal is demodulated after at least one stage of amplification. The demodulated FM is amplified and fed to a Loudspeaker".

§ 4.7. रिसैप्शन (Reception) :

चित्र 4.4 (b) में टी० वी० रिसैप्शन के सिद्धान्त को प्रदर्शित किया गया है। रिसीवर पर पिक्चर सिगनल की demodulate तथा amplify करके इसे एक CRT electron बीम की intensity control (तीव्रता नियंत्रक) को apply किया जाता है। इस varying intensity (परिवर्ती तीव्रता) की focused इलैक्ट्रॉन बीम को screen पर डाला जाता है। इलैक्ट्रॉन बीम को vertical व horizontal deflection (अर्थात् स्कैनिंग) ठीक उसी प्रकार किया जाता है जैसा कि transmitter पर किया गया था जिससे screen की phosphor coating की various positions पर एक proportional glow (electron बीम की तीव्रता के संगत चमक) उत्पन्न होता है। इससे पिक्चर screen पर reproduce (पुनरोत्पादित) हो जाती है। Electron beam द्वारा picture raster को transmitter की कैमरा ट्यूब की electron beam के exact synchronism में स्कैन किया जाता है (अर्थात् transmitter तथा receiver pixel दर pixel एक ही sequence में रखे जाते हैं, इसी को synchronism या समक्रमिकता कहा जाता है)। अत:, CRT स्क्रीन के विभिन्न बिन्दुओं पर glow की intensity (चमक की तीव्रता) कैमरा द्वारा स्कैन की गयी picture के picture elements से मैच (tally) करती है। beam spot द्वारा की गई यह स्कैनिंग इतनी fast होती है कि human eye spot के इस movement को follow (अनुसरण) नहीं कर पाती तथा persistance of vision के कारण एक continuous picture दिखती हुई प्रतीत होती है।



चित्र 4.4 (b)—टी० वी० रिसैप्शन का सिद्धान्त

Sound signal को receiver के video detector stage पर अलग करके FM demodulator द्वारा demodulate करके तथा amplify करके loudspeaker में feed किया जाता है।

"During reproduction, an exactly similar scanning process is used synchronous with that at the sending end. The scanning electron beam in the picture tube 'paints' the television picture on the viewing screen by producing proportional glow at the corresponding points. The scanning rate is fast enough to create an illusion of continuity because of the persistence of vision of the human eye".

§ 4.8. निष्कर्ष (Conclusion) :

अभी तक किये गये वर्णन से टी० वी० टेलीकास्ट सिस्टम की बातें मोटे तौर पर आपको समझ में आ गयी होंगी। टी० वी० सिस्टम का विस्तृत विवरण तो आगे की अध्यायों में आयेगा ही, पर कुछ बातें आप ध्यान रखें—

(i) पहली बात तो यह ध्यान रखें कि पूरी पिक्चर आपको भले ही एक दिखाई पड़ती हो पर तकनीकी रूप से, यह पिक्चर छोटे-छोटे picture elements अर्थात् pixels में बंटी हुई है। एक-एक pixel की brightness information की scanning होती है, तथा इस प्रकार पूरा scene एक electrical signal की shape ले लेता है।

(ii) दूसरी बात यह, कि स्कैनिंग एक ऐसी प्रक्रिया है जिससे पूरी पिक्चर की brightness information (चमक सूचना), pixel by pixel, एक इलैक्ट्रॉन बीम की सहायता से electrical रूप में convert की जाती है। स्कैनिंग के लिये बीम को लाइन के आरम्भ से अंत तक deflect किया जाता है जिसको horizontal deflection कहा जाता है। इसके साथ-साथ beam को एक downward pull भी मिलता रहता है, जिसे vertical deflection कहते हैं। कुल मिला कर बात यह है, कि स्कैनिंग प्रक्रिया में पिक्चर का प्रत्येक pixel scan किया जाता है (Top to bottom) जब एक स्कैन समाप्त हो जाता है, तो अगला स्कैन शुरू हो जाता है। यह सब इतनी तेज़ी से होता है जिससे human eyes की persistance of vision property के कारण image continuous move होती हुई प्रतीत होती है।

(iii) कैमरा के बारे भी जानने की कोशिश करो। यहाँ खास तौर पर समझें कि photosensitive materials क्या होते हैं। इस पदार्थों से बनी target plate की surface पर large number of elementry areas से बनी एक mosaic होती है। जब इस पर सीन को focus किया जाता है, तो scene की light sensitive image (या pattern) इस target plate पर बन जाता है। तो इस प्रकार scene का electrical pattern बन गया, अब इस pattern को electrical signal का रूप दिया जाना है, और यह काम करती है, scanning electron beam।

(iv) इस electron beam को pixel by pixel horizontally तथा साथ-साथ vertically deflect करने के लिये (तथा पूरी plate को pixel by pixel cover करने के लिये) horizontal तथा vertical deflection coils use की जाती हैं। इस प्रकार प्राप्त Video information का VSB मॉडुलेशन करके इसे भेजा जाता है। यहाँ-यह बात बहुत important है कि रिसीवर पर पिक्चर ट्यूब की beam की scanning transmitter के synchronism में हो, अत: पिक्चर information के साथ-साथ sync व blanking signals भी भेजे जाते हैं। इस संयुक्त सिगनल को composite video सिगनल कहा जाता है।

(v) Audio Signal को FM मॉडुलेट करके भेजा जाता है। इसको एक अलग कैरियर पर मॉडुलेट किया जाता है। फिर ऑडियो तथा वीडियो सिगनल को Combine करके Antenna द्वारा ट्रांसमिट किया जाता है।

(vi) रिसीवर पर antenna द्वारा टी० वी० सिगनल को रिसीव तथा amplify किया जाता है। वीडियो सिगनल electron beam को intensity modulate करता है तथा इस Electron की स्कैनिंग pixel by pixel transmitter के synchronism में phosphor screen पर कराई जाती है। इस प्रकार phosphor screen पर original scene प्राप्त हो जाते हैं। साथ में sound signal को demodulate करके original sound प्राप्त किया जाता है।

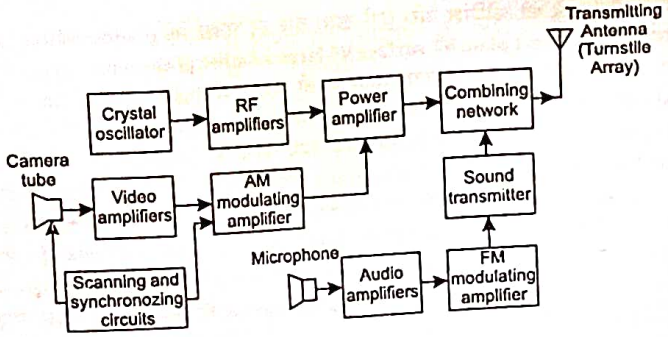
तो दोस्तों! यह है टी० वी० ट्रांसमिशन की संक्षिप्त कहानी। किन्तु यह सब इतना आसान नहीं है, जितना कि पिछली छ: लाइनों में मैंने कह दिया है। यह है वर्षों की वैज्ञानिकों तथा इंजीनियरों की कड़ी मेहनत, जो कि धीरे-धीरे रंग लाई है तथा जे० एल० बेयर्ड द्वारा आविष्कार किया गया टेलीविज़न आज उस मुकाम पर पहुँच गया है जहाँ हम हज़ारों टेलीविज़न इंजीनियरिंग किलोमीटर दूर होने वाली घटना को इतनी बारीकी से देख सकते हैं। तो क्या हमें इन वैज्ञानिकों तथा इंजीनियरों की मेहनत के प्रति आभारी नहीं होना चाहिये? आप ही बताइये।

"The scene elements at the transmitting station are produced by a mosaic of photosensitive particles within the camera tube, onto which the scene is focused by optical means. They are scanned by an electron beam, whose intensity is modulated by the brightness of the scene. A varying voltage output is thus obtained, proportional to the instantaneous brightness of each element in turn. The varying voltage is is combined with sync and blanking information to form a composite video signal, amplified, impressed as modulation upon a VHF or UHF carrier, and radiated. At the receiver, after amplification and demodulation, the received voltage is used to modulate the intensity of the beam of a CRT. If this beam is made to cover each element of the display screen area exactly in step with the scan of the transmitter, the original scene will then be synthesized at the receiver.

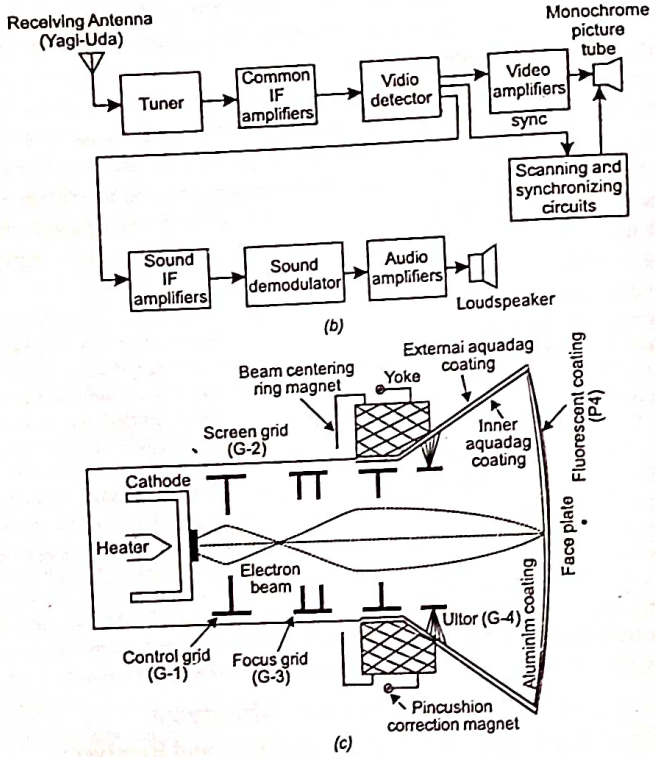
The need for the receiver picture tube to be exactly in step with that of the transmitter requires that appropirate information be sent. This is synchronizing, or sync information, which is transmitted in the form of sync pulses in addition to the picture information. The two sets of signals are interleaved in a kind of time-division multiplex, and the picture carrier is amplitude-modulated by this total information. At the receiver, signals derived from the transmitted sync control the vertical and horizontal scanning circuits, thus ensuring that the receiver picture tube is in step with the transmitter camera tube".

§4.9. टी० वी० ट्रांसमिटर तथा रिसीवर का सरलीकृत ब्लॉक डायग्राम (Simplified Block Diagram of TV Transmitter and Receiver) :

चित्र 4.5 (a) व (b) में टी० वी० ट्रांसमिटर व रिसीवर के सरलीकृत ब्लॉक डायग्राम प्रदर्शित किये गये हैं। टी० वी० ट्रांसमिशन व रिसैप्शन की detailed study तो आप अगले चैप्टर से करेंगे ही, परन्तु कुछ महत्वपूर्ण बातें आपको पहले से ही पता होनी चाहिये—



चित्र 4.5 (a) ट्रांसमीटर



चित्र 4.5.—मोनोक्रोम टेलीविज़न सिस्टम, (b) रिसीवर (c) पिक्चर ट्यूब

टी० वी० ट्रांसमिटर (TV Transmitter)—टी० वी० ट्रांसमिटर का संक्षिप्त वर्णन निम्नवत् है—

(i) **कैमरा ट्यूब** (Camera Tube)—कैमरा ट्यूब optical image (वास्तविक दृश्य जिसको एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजा जाता है) को electrical signal में convert करती है। इसके लिये सीन को photosenstive target plate पर डाला जाता है। टारगेट plate पर picture elements का जाल होता है, तथा प्रत्येक elements की state (स्थिति) उस पर पड़ने वाले प्रकाश पर निर्भर करती है। अत: जब epicture को लैन्स द्वारा target पर focus किया जाता है तो इस target plate पर image का electrical pattern (प्रत्येक element पर brightness के संगत वैद्युत प्रारूप) तैयार हो जाता है। अब इस प्लेट को electron beam द्वारा scan कराया जाता है जो कि target को element by element (एक-एक element करके) scan कर के पूरा frame scan करती है तथा पुन: लौट कर यह प्रक्रिया दोहराती रहती है। इस प्रकार camera द्वारा optical image को electrical form में convert कर दिया जाता है। वीडियो प्रवर्धक (video amplifiers) द्वारा कैमरा ट्यूब से प्राप्त electric सिगनल को वीडियो प्रवर्धकों द्वारा प्रवर्धित किया जाता है।

स्कैनिंग व सिन्क्रोनाइजेशन परिपथ (Scanning and synchronizing circuits)—स्कैनिंग वह प्रक्रिया है जिसमें सभी picture elements को element by element (एक-एक element करके) electron beam द्वारा एक प्रकार से read किया जाता है। जब receiver पर picture tube में original scene के reproduction हेतु इलैक्ट्रॉन बीम phosphor को scan करती है, तो यह scanning ट्रांसमिटर पर की गई स्कैनिंग से synchronized (समक्रमिक, अर्थात् समान क्रम में) होनी चाहिये। इसके लिये sync signals भी transmitter द्वारा ट्रांसमिट किये जाते हैं।

AM मॉडुलेटर (AM Modulator)—टेलीविज़न में पिक्चर सिगनल के लिये आयाम मॉडुलेशन का use किया जाता है। अगले चैप्टर में आप देखेंगे कि चैंडविड्थ बचत हेतु वैस्टीजियल साइडबैंड आयाम मॉडुलेशन (VSB-AM) use किया जाता है।

क्रिस्टल दोलित्र (Crystal Oscillator)—क्रिस्टल दोलित्र मॉडुलेशन हेतु high stability (उच्च स्थिरता) का *RF* कैरियर उत्पन्न करता है जिसको RF amplifier द्वारा amplify किया जाता है।

साउन्ड ट्रांसमिशन (Sound Transmission)—साउन्ड ट्रांसमिशन हेतु साउन्ड सिगनल को एक अन्य कैरियर पर आवृत्ति मॉडुलेट (FM) किया जाता है।

काम्बाइनिंग नैटवर्क (Combining Network)—यह नेटवर्क AM मॉडुलेटेड वीडियो तथा FM मॉडुलेटेड ऑडियो सिगनलों को combine करके एन्टीना को भेजता है।

ट्रांसमिटिंग एन्टीना (Transmitting Antenna)—एन्टीना द्वारा टेलीविज़न सिगनल को electromagnetic form में space में radiate कर दिया जाता है।

तो यह तो हुई संक्षेप में टी० वी० ट्रांसमिटर की गाथा। आइये, संक्षेप में रिसीवर को भी समझ लेते हैं।

टी० वी० रिसीवर (TV Receiver)—टी० वी० रिसीवर का संक्षिप्त विवरण निम्नवत् है—

रिसीविंग एन्टीना (Receiving Antenna)—एन्टीना द्वारा टी० वी० सिगनल को रिसीव किया जाता है।

ट्यूनर (Tuner)—ट्यूनर सर्किट को वांछित आवृत्ति पर tune करने पर वही आवृत्ति पास करती है जबकि शेष आवृत्तियाँ रिजैक्ट हो जाती हैं। आधुनिक टी० वी० रिसीवर VHF व UHF के लिये अलग ट्यूनर use करते हैं।

मिक्सर तथा IF प्रवर्धक (Mixer and IF प्रवर्धक)—मिक्सर द्वारा (super heterodyening सिद्धान्त के अनुसार) IF उत्पन्न की जाती है जिसको IF प्रवर्धक प्रवर्धित करते हैं।

वीडियो डिटैक्टर (Videro Detector)—यह एक diode detector होता है जो वीडियो सिगनल को Demodulate करता है। यहाँ पर साउन्ड सिगनल को एक lower frequency पर convert किया जाता है (जिसे intercarrier frequency कहते हैं) तथा फिर sound demodulator को भेजा जाता है।

साउन्ड डिमॉडुलेटर (Sound demodulator)—साउन्ड डिमॉडुलेटर साउन्ड की FM detection करके लाउडस्पीकर को दे देता है।

पिक्चर ट्यूब (Picture Tube)—पिक्चर ट्यूब की स्क्रीन पर सीन का reproduction (पुनरोत्पादन) किया जाता है (चित्र 4.5 (c))। पिक्चर ट्यूब के इलैक्ट्रॉन गन से उत्पन्न बीम की intensity (तीव्रता) video signal द्वारा controlled (नियंत्रित) होती है। इस बीम को horizontal व vertical deflecting coils की सहायता से phosphor screen पर transmitter की synchronism (समान क्रम में) में scan कराया जाता है जिससे screen phosphors beam की intensity के अनुसार glow करते हैं (बीम की तीव्रता के अनुसार चमक उत्पन्न करते हैं)। अत: screen पर scene का reproduction हो जाता है। पिक्चर ट्यूब की details chapter 6 में दी गई हैं।

तो इस प्रकार टी० वी० सिस्टम कार्य करता है। हालांकि, अभी यह अत्यंत संक्षिप्त जानकारी है किन्तु आगे के चैप्टर्स पढ़ते समय उक्त सभी बातें आपको detail में समझनी पड़ेंगी तथा उनको समझने के बाद यदि आप वापस लौट कर पुन: यह section पढ़ेंगे तो आपको अपने हिसाब से अन्य कई points इसमें add करने की इच्छा करेगी क्योंकि explanation को simple बनाने के लिये अभी यहाँ मैं बहुत ज्यादा details नहीं दे पा रहा हूँ।

विचार प्रश्न

(i) **In T.V. system, the eye is fooled into seeing a continuous motion through its property of Persistance of vision. क्या आप इस बात से सहमत हैं? तर्क दीजिये।**

(ii) **TV system is an extension of Radio communication. क्या आप सहमत हैं? चर्चा कीजिये।**

(iii) **आपका पुताईवाला जब दीवार की पुताई करता है तो क्या स्कैनिंग से Analogy सोची जा सकती है। क्या आप सहमत हैं? चर्चा कीजिये।**

(iv) **जो तकनीकी सुविधायें आज हमें मिल रही हैं, यह हमारे वैज्ञानिकों व इंजीनियरों की बरसों की कड़ी मेहनत व कल्पनाशीलता का परिणाम है। क्या आप सहमत है? चर्चा कीजिये।**

(v) **टी० वी० सिस्टम व Motion Pictures की तकनीक अलग है या एक सी? Give answer with proper reasons.**

(vi) **Do you know that the human eye contains millions of photosensitive elements (called rods and cones) and these are connected to brain by about 800,000 nerve fibres. Study about the detail of human eye from internet.**

(vii) **Is it justified to say that scanning is a process in which the charge image of an optical image to be televised is dissected into picture elements (called pixels) and then again it is assembled to reproduce the optical image at the receiving end ? Discuss in your class.**

(viii) **What is the approximate size of a pixel of TV screen ?**

(ix) **क्या टी० वी० कैमरा तथा पिक्चर ट्यूब को आप एक प्रकार का ट्रांसड्यूसर मानते हैं ? तर्क सहित उत्तर दें।**

§ 4.10. टेलीविज़न कवरेज को प्रभावित करने वाले कारक (Factors Affecting TV Coverage) :

टी० वी० कवरेज से यहाँ यह अर्थ है कि आप टी० वी० सिगनल को कितनी दूरी तक बिना किसी बाहरी प्रभावित हुये भेज सकते हैं। यह कौन-कौन से कारक हैं जो टी० वी० कवरेज को प्रभावित करते हैं। आपको याद होगा कि वैद्युत तरंगें एक स्थान से दूसरे स्थान तक निम्न प्रकार से transmit होती हैं—

(i) Ground waves (ii) Space waves तथा (iii) Sky waves।

टी०वी० सिगनल का progagation VHF (30-300 MHz), UHF (300-3000 MHz) तथा microwaves (4-12 GHz) में होता है। यह space wave propagation ranges हैं, जिसमें waves straight line में travel करती हैं। अत:,

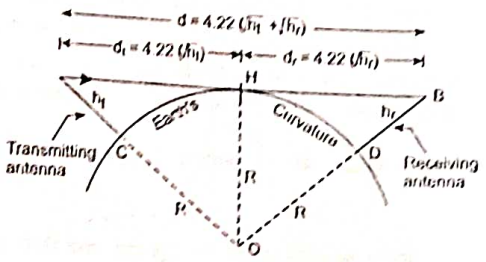
straight में travel करने वाली इन waves को antenna तभी receive कर पायेगा जब वह ट्रांसमीटर की line of sight (दृष्टि के सामने) में हो।

अत: टी० वी० कवरेज को प्रभावित करने वाले मुख्य कारक हैं—

(i) Line of Sight Propagation
(ii) Effect of Earth curvature
(iii) Receiving and Transmitting antenna heights
(iv) Power of Transmitter लाइन ऑफ साइट प्रोपेगेशन (Line of Sight Propagation)

लाइन ऑफ साइट प्रोपेगेशन (Line of Sight Propagation)—

चूँकि स्पेस तरंग प्रोपेगेशन सीधे transmitter से receiver की ओर होता है, अत: receiving antenna को transmitting antenna दिखाई देना चाहिये, तभी वह transmitting antenna द्वारा transmit किये गये signal को रिसीव कर पायेगा। अत:, इन दोनों के पथ के मध्य कोई obstacle (रुकावट) नहीं होनी चाहिये। यदि कोई physical obstacle (भौतिक रुकावट जैसे—पर्वत, इमारत इत्यादि) नहीं भी है, तो भी पृथ्वी की वक्रता के कारण line of sight distance एक सीमा से अधिक नहीं हो सकता (चित्र 4.6 देखें)।



चित्र 4.6

मान लीजिये कि ट्रांसमिटिंग एन्टीना AC पृथ्वी पर बिन्दु C पर स्थित है। अत: AH ($AH = d_t$) को horizon (क्षितिज) या line of sight (LOS) distance कहा जाता है। अत: यदि कोई object पृथ्वी पर H से अधिक दूरी पर स्थित है तो वह पृथ्वी की वक्रता के कारण A से दिखाई नहीं देगा। किन्तु यदि बिन्दु D पर स्थित receiving antenna को ऊँचाई h_r ($h_r = DH$) तक उठाया जाता है तो receiving antenna transmitting antenna को देख सकेगा तथा उससे signal प्राप्त कर सकेगा।

$$\text{Optical horizon, } d_t = 3.569\sqrt{h_t}$$

जहाँ h_t को मीटर में, तथा d_t को kilometer में लिया गया है।

लाइन ऑफ साइट दूरी ट्रांसमिटिंग एन्टीना से वह दूरी है जहाँ तक तरंग पृथ्वी की वक्रता से intercept बाधित हुए बिना क्षितिज तक पहुँचती है। स्पेस वेव का रेडियो horizon (radio क्षितिज) optical horizon का लगभग $\sqrt{\frac{4}{3}}$ (या 1.15) गुना होता है, तथा एन्टीना का रेडियो हारिजन निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त किया जा सकता है—

$$d_t = 4.1\sqrt{h_t} \qquad \ldots 4.1\,(a)$$

जहाँ d_t = distance from transmitting antenna (in km)

h_t = height from transmitter antenna (in m)

"Since the space waves travel in straight line, they depend on Line of sight conditions and so they are limited in their propagation by the curvature of the earth."

पृथ्वी की वक्रता तथा ट्रांसमिटिंग तथा रिसीविंग एन्टीना की ऊँचाई (Effect of Earth's Curvature and Height of Transmitting and Receiving Antenna) : माना कि ट्रांसमिटिंग व रिसीविंग एन्टीना की ऊँचाई क्रमश: h_t व h_r है अत: चित्र 4.6 से:

या $$(R + h_t) = d_t^2 + R^2$$

या $d_t^2 = (R + h_t)^2 - R^2$

या $d_t^2 = (2R + h_t)\, h_t$

या $d_t^2 = 2R\, h_t$ (as $R >> h_t$)

या $d_t = \sqrt{2R \times h_t}$

चूँकि $R = 6400$ km

अत: $d_t = 113\sqrt{h_t}$ km (where h_t is in km)

या $d_t = 3.569\sqrt{h_t}$ km (where h_t is in m)

सामान्य atmospheric conditions (वातावरणीय स्थितियों) में earth surface से ऊपर जाने पर atmosphere की refractive index अपवर्तनांक कम हो जाती है, जिससे radio wave earth की ओर bend करती है, जिसके कारण radio horizon optical horizon से अधिक होता है यह स्थितियाँ climatic conditions पर निर्भर करती है, radio horizon optical horizon का $\sqrt{\frac{4}{3}}$ अर्थात 1.15 गुना होता है। अत: d_t का औसतन मान :

$$d_t = 4.1\sqrt{h_t} \text{ km} \quad \text{(जहाँ } h_t \text{ मीटर में है)}$$

एन्टीना का रेडियो हारिजन निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त किया जा सकता है।

$$d_t = 4.1\sqrt{h_t} \quad \ldots 4.1\,(a)$$

इसी प्रकार का सूत्र receving antenna का भी होता है।

$$d_r = 4.1\sqrt{h_r} \quad \ldots 4.1\,(b)$$

अत: total distance at which signal can propagate is given by (चित्र 4.6 देखें)

$$d = d_t + d_r$$
$$= (4.1\sqrt{h_t} + 4.1\sqrt{h_r})$$
$$= 4.1(\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r}) \quad \ldots 4.1\,(c)$$

(जहाँ h_t व h_r m में तथा d km में है)

उदाहरण : यदि ट्रांसमिटिंग एन्टीना 196 m का हो तो transmissing antenna का horizon $4.1\sqrt{196}$ अर्थात् $4.1 \times 14 = 57.4$ km हुआ। इसी प्रकार यदि 9 m ऊँचाई का रिसीविंग एन्टीना है, तो इसका horizon $4.1\sqrt{9} = 4.1 \times 3 = 12.3$ km। अत: कुल distance $57.4 + 12.3 = 69.7$ km हुआ। ऐसे में यदि एन्टीना को ऊँचे पहाड़ों के ऊपर भी लगाये जायें तो भी 100 km से अधिक कवरेज नहीं हो सकती।

लाइन ऑफ साइट दूरी पर सुपर-रैफ्रैक्शन का प्रभाव (Effect of Super-Refraction on Line of Sight Distance)—

सूत्र 4.1 (c) वातावरण की सामान्य स्थितियों पर (दाब, ताप तथा नमी) पर आधारित है। लेकिन, कुछ विशेष परिस्थितियों में ऊँचाई के साथ अवर्तनांक में असामान्य परिवर्तन होते हैं, उदाहरणत:, एक सर्दी की सुबह घने कोहरे के कारण, रेगिस्तान में रातों को रेत से head के तेज़ी से radiate होने के कारण, समुद्र में evaporation (वाष्पीकरण) के कारण इत्यादि। ऊँचाई के साथ refractive index (अपवर्तनांक) का उच्च variation (परिवर्तन) super-refraction कहलाता है। ऐसी असामान्य स्थितियों में line of sight दूरी अपने सामान्य सूत्र (समी० 4.1 (c)) से काफी अधिक हो जाती है। कुछ स्थितियों में तो super-refraction के कारण atmosphere में radio waves के लिये एक duct (नली) का formation हो जाता है, जिसमें radio waves पृथ्वी की वक्रता की परवाह किये बगैर काफी दूर तक जा सकती है।

Refracting index में अनियमित परिवर्तन (irregular variations) को fading कहा जाता है। Fading से receiver में सिगनल की शक्ति randomly (अप्रत्याशित या अनियमित) तरीके से घटती-बढ़ती रहती है। अत: communication link designers इस बात का ध्यान रखते हुए antenna height की गणना करते समय fading margin का ध्यान रखते हैं।

ट्रांसमिटर पॉवर (Powers of Transmitter)—रिसीवर पर सिगनल की field strength को निम्न सूत्र द्वारा दिया जाता है :

$$E_r = \frac{2E_0}{d} \sin \frac{2\pi h_t h_r}{\lambda d} \quad \ldots 4.2\,(a)$$

जहाँ E_0 = Field strength produced at a unit distance by the transmitting antenna in the desired direction or strength of the direct ray at a unit distance. (ट्रांसमिटिंग एन्टीना द्वारा यूनिट दूरी पर उत्पन्न field strength)

d = distance between transmitting and receiving antenna (ट्रांसमिटिंग व रिसीविंग एन्टीना के बीच की दूरी)

λ = wavelength (तरंग दैर्घ्य)

h_t = height of transmitting antenna (ट्रांसमिटिंग एन्टीना की ऊँचाई)

h_r = height of receiveing antenna (रिसीविंग एन्टीना की ऊँचाई)

यदि $\frac{2\pi h_t h_r}{\lambda d} > 0.5$

तो E can be approximated as ($\because$ for low θ, $\sin\theta \approx \theta$ in

$$E = \frac{4\pi h_t h_r}{\lambda d^2} E_0 \quad \ldots 4.2\,(b)$$

अत: ट्रांसमिटर की शक्ति उसके द्वारा radiate की गई electromagnetic waves में निहित होती है तथा TV coverage को प्रभावित करती है।

विचार प्रश्न

(i) **A long distance microwave link consists of a chain of repeaters located at a distance of 50 km intervals. What must be the minimum height of transmittng and receiving antennas (assuming that they are identical) to ensure line of sight conditions.**

(ii) **समीकरण 4.2 (b) एक approximation है तथा E_r का exact समीकरण 4.2 (a) है। यदि $h_t = 30$ m, $h_r = 30$ m, $d = 50$ km, frequency = 20 GHz, तथा $E_0 = 1000$ V/m है, तो उक्त दोनों समीकरणों से E_r के मान की गणना करके उनकी तुलना करें।**

(iii) **Space waves के duct propagation से आप क्या समझते हैं?**

(iv) **Ghost interference क्या होता है?**

(v) **Shadow zone क्या होता है?**

(vi) **आपका optical horizon कितना है, means यदि आप एक खुले मैदान में खड़े हो, तो अधिकतम कितनी दूरी तक देख सकते हैं?**

(vii) **Line-of-sight horizon की approximate value करने हेतु कुछ अन्य सूत्र भी हैं जैसे**

$$d_t = \sqrt{1.5\, h_t}$$

जहाँ d_t = ट्राँसमिटिंग एन्टीना से दूरी (मील में)

h_t = एन्टीना की ऊँचाई (फीट में)

$$d_t = \sqrt{12.746\, h_t}$$

जहाँ d_t = ट्रांसमिटिंग एन्टीना से दूरी (किलोमीटर में)
h_t = एन्टीना की ऊँचाई (मीटर में)

क्या उक्त सूत्र इस खण्ड में दिये गये सूत्र समी० 4.1 (a) से मेल खाते हैं? Verify कीजिये।

(viii) The formulas given in Eq. 4.1, are only valid for antennas at height that are small compared to the radius of the earth. They may not necessarily be accurate in mountainous areas, as the geography of landscape may not be transparent enough for space waves. Comment on this statement.

(ix) It is always better to over buy the antenna rather than under buy. Do you agree? Discuss in your class.

(x) Direct broadcast satellite, (DBS) also known as "Direct-To-Home" can either refer to the communications satellites themselves that deliver DBS service or the actual television service. DBS systems are commonly referred to as "mini-dish" systems. DBS uses the upper portion of the K_u band, as well as portions of the K_a band. What are the frequency ranges for K_u band and K_a band?

(xi) The higher the receiving antenna is installed generally the better it will perform. For best results the antenna should be installed above your roof line of facing away from the house in the direction to the transmitters. Comment on this statement.

(xii) Antenna installed outside perform better than those installed inside. Do you agree? Discuss in your class.

§ 4.11. कुछ महत्त्वपूर्ण शब्दावली (Some Important Terminology) :

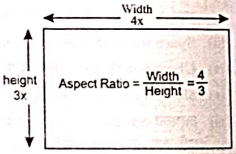
पिक्चर एलीमैंट (Picture Element)—The elementary areas into which the picture details may be broken up are known as picture elements or pixels which when viewed together represent the visual information of the scene.

Light from a picture is converted into video signal by the scanning process. The tiny portion of a picture that can be covered by the spot of a scanning beam is called a Picture element, or, in short, Pixel. Its vertical dimension will be equal to the distance between two scanning lines, or centre-to-centre distance between two adjacent spots. Its horizontal dimension will also be the same. As width to height ratio is 4 : 3, the number of pixels on a horizontal scanning line will be 4/3 times the pixels on a vertical line. The total number of pixels activated on the screen reproduce a picture.

एस्पैक्ट रेशियो (Aspect Ratio)—The ratio of width to height of a picture frame is called its Aspect ratio (Fig. 4.7). The frame adopted by all systems is rectangular and the width to height ratio is the aspect ratio is 4 : 3. There are many reasons for this choice :

(i) In human affairs, most of the motion is in horizontal plane and so a larger width then height is desirable in the picture.

(ii) In motion pictures also the aspect ratio is 4 : 3. So, this enables the direct television transmission of film programs without wastage of film area.



चित्र 4.7—पिक्चर फ्रेम का aspect ratio 4 : 3 रखा जाता है।

पिक्चर फ्रेम की चौड़ाई तथा ऊँचाई का अनुपात aspect ratio कहलाता है। सभी टी० वी० systems में इसका अनुपात 4 : 3 रखा जाता है। Aspect ratio का मान 4 : 3 रखे जाने के मुख्य कारण हैं—

(i) मानव के सभी कार्यों में अधिकतर movement क्षैतिज होता है। अत: picture की चौड़ाई उसकी ऊँचाई से अधिक रखी जाती है।

(ii) फिल्मों में भी aspect ratios 4 : 3 होता है। अत: TV systems में भी यही aspect ratio रखने से फिल्मों का टेलीविजन ट्रांसमिशन करते समय film area का wastage नहीं होता।

(iii) आँखें क्षैतिज plane (ऊर्ध्वाधर plane की तुलना में) ज्यादा आसानी से move कर सकती है।

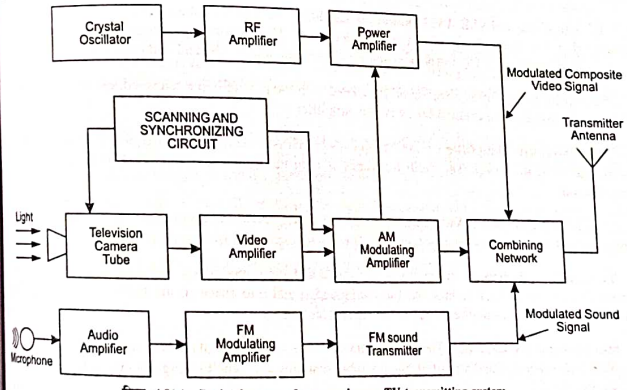
आधुनिक high definition televisions (HDTV) में एस्पैक्ट अनुपात 16 : 9 रखा जाता है।

Picture Frame : In shooting of a cinema film, the image of a scene from within the field of view of the camera lens is formed on a photographic film., By successive opening and closing of the shutter, 24 photographs are obtained every second. Each photograph is called a picture frame. The same term 'picture frame' was adopted by TV engineers for one complete sequence of scanning from left to right and top to bottom and then again to the top (blanking). In India TV system, 25 frames are scanned every second. There are 625 scanning lines per frame. Thus, there are 62525 (or 15625) scanning lines per second.

Flicker and Interlaced Scanning : Although 25 to 30 frames per second are sufficient to give continuity of motion in a movie scene, the dark interruptions between bright pictures become visible as flicker (because persistence of vision increases as brightness decreases). Hence, a frame is scanned twice, using the inerlaced scanning technique. In this system, the scanning lines of one sequence fall in between the lines of the previous sequence. This gives 50 interruptions per second and eliminates flicker.

Fields : The two sequences of scanning of a frame are called Fields. The scanning sequences, 1th, 3rd, 5th etc., (shown by solid lines in the figure) are called odd Field, and 2nd, 4th, 6th et., (shown by dotted lines), even Field. Thus, there are 50 fields per second, each field having 312½ lines. *The interlaced scanning, on the one hand, eliminates flicker and on the other, it conserves bandwidth.*

Monochrome TV Transmitter : The monochrome TV transmitter comprises of a camera tube, scanning and sync circuits, video amplifier, RF and Moduleting amplifier, microphone, FM modulating network, combining network and antenna [Fig. 4.8 (a)].



चित्र 4.8(a)—Basic elements of a monochrome TV transmitting system.

(iv) Reception through antenna
(v) TV receiver
(vi) Aspect Ratio.

(b) Briefly mentoin the following TV cummunication types
(i) CCTV
(ii) Cable TV
(iii) CATV
(iv) MATV
(v) Satellite TV

(c) Explain the factors affecting range of TV coverage with proper emphasis on the following :
(i) Line of sight Propagation
(ii) Effect of Earth curvature
(iii) Transmitting and Receiving antenna heights
(iv) Power of the transmitter.

2. एक वर्णी टी० वी० प्रसारण प्रणाली का ब्लॉक डायग्राम खींचिये तथा प्रत्येक ब्लॉक की व्याख्या कीजिये। (BTE UP)
3. निम्नलिखित पद क्या हैं—
CCTV, MATV,उपग्रह TV के क्या-क्या उपयोग हैं? (BTE UP)
4. सम्प्रेषण व अभिग्रहण ऐन्टेनाओं की ऊँचाइयों व उनके बीच की दूरी के मध्य सम्बन्ध स्थापित कीजिये। (BTE UP)
5. व्याख्या कीजिए कि Vision के लिए AM और ध्वनि के लिए FM क्यों प्रयोग की जाती हैं? (BTE UP)
6. (अ) TV प्रसारण प्रणाली का ब्लॉक आरेख खींचिए तथा प्रत्येक ब्लॉक के कार्य की व्याख्या कीजिए।
(ख) उन तत्त्वों का वर्णन कीजिए जो TV coverage range को प्रभावित करते हैं।
7. टी० वी० संप्रेक्षण में चित्र के लिए A.M. तथा ध्वनि के लिए F.M. का प्रयोग क्यों किया जाता है? (BTE UP)
8. (अ)सीधे टी०वी० रिसैप्शन की दूरी line of sight तक ही क्यों सीमित हैं ?
(ब) निम्न पद को समझाइये: Field of Vision! (BTE UP)
9. निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए—(क) टी०वी० अभिग्रहण क्षेत्र दृष्टता की लाइन एवं पृथ्वी की वक्रता पर निर्भर है।
(ख) सी०सी०टी०वी० एवं उपग्रह टी०वी०। (BTE UP)
10. 'लाइन ऑफ' दूरी से क्या तात्पर्य है?
11. AM की तुलना में ध्वनि संकेत ट्रांसमिशन के लिए FM को क्यों वरीयता दी जाती है ?

बुद्धि परीक्षा

नीचे जो रिक्त स्थान दिये गये हैं, उनके उत्तर इस पुस्तक में ही कहीं न कहीं छिपे हुये हैं। आपको इन रिक्त स्थानों को इस पुस्तक में से खेज-खोज कर भरना है। आपकी बुद्धि की परख के लिये आपको एक घंटे का समय दिया जा रहा है इस एक घंटे में आप इनके उत्तर खोज निकालिये।

56 से अधिक उत्तर खोजने वाला : जीनियस
50 से अधिक उत्तर खोजने वाला : ब्रिलियैंट
45 से अधिक उत्तर खोजने वाला : अत्यंत बुद्धिमान
36 से अधिक उत्तर खोजने वाला : बुद्धिमान
24 से अधिक उत्तर खोजने वाला : औसत
24 से कम उत्तर खोजने वाला : महान् आत्मा

1. The full form of TV is .....
2. The full form of MATV is .....
3. The full form of IPTV is .....
4. The full form of CATV is .....
5. The Monochrome TV standard used in India is .....
6. The type of scanning used for Television is called .....
7. As per CCIR-B standard, the horizontal rectrace interval is .....
8. Bandwidth of TV transmission in India is .....
9. The device used for converting picture to electrical signal is called .....
10. The camera tube which used Lead oxide in its photoconductive target plate is called .....
11. Vertical retrace interval in the CCIR-B TV system used in the India is ..... sec.
12. Back porch interval in the horizontal Sync and Blanking standards in CCIR-B TV system used in the India is ..... sec.
13. Pre Equalizing and Post Equalizing pulse in the CCIR-B TV system are separated with each other by an interval of ..... sec.
14. Video Bandwidth in the CCIR-B TV system is .....MHz
15. Spectral response of .....TV Camera tube is matched with that of human eye.
16. The full form of AGC is .....
17. The full form of AFC is .....
18. The intercarrier sound frequency as per CCIR-B standards is .....
19. The Modulation used for Picture in TV transmission is .....
20. The modulation used for sound in TV transmission is .....
21. The three primary colours are ....., ...and .....
22. The antenna used for TV transmission is .....
23. The antenna used for TV reception is .....
24. The full form of HDTV is .....
25. Red tomatoes have a .....hue.
26. The additive mixing of Green and Blue gives ..... colour.
27. The additive mixing of Red and Blue gives .....colour.
28. The additive mixing of Red and Green yields .....colour.
29. The aspect ratio of Television is kept .....
30. In Kimcode method a metallic rim or band is tightly fasten across the picture tube of a TV receiver for .....
31. Length of various element of a Yagi Antenna is .....proportional to the .....of the channel.
32. Picture IF frequency in CCIR-B TV system is .....MHz and inter carrier frequency is .....MHz
33. Composite Video signal is used to modulate the .....voltage of the picture.
34. The full form of CCTV is .....
35. Contrast and Brightness controls is a monochrome TV receiver are internally connected at .....
36. The phosphor type number used is monochrome picture tube is .....
37. The phosphor type number used in tricolour picture tube is .....
38. The stretching of Picture around the corner as called ..... error.

39. ..... camera tube works on the principle of photoconduction.
40. Plumbicon has a gamma of .....
41. In phase angle between (R-Y) and (B-Y) signals is .....
42. Weighing factor for U is .....
43. The colour subcarrier frequency used in PAL is .....
44. SECAM was developed in .....
45. Aspect ratio for HDTV is .....
46. The full form of LCD is .....
47. The full form of CCD is .....
48. Radiation resistance of a half wave dipole is .....
49. The full form of QAM is .....
50. The full form of PCM is .....
51. The device which converts energy from one form to another is called .....
52. Sound energy can be converted to electrical energy by .....
53. Electrical energy can be converted to sound energy by .....
54. The full form of VCD is .....
55. The full form of DVD is .....
56. The full form of Hi-Fi is .....
57. The full form of PAS is .....
58. The frequency above 20 kHz is called .....
59. Threshold of hearing is referred to as ..... decibels.

5 स्कैनिंग के सिद्धान्त तथा कम्पोज़िट वीडियो सिगनल की उत्पत्ति (PRINCIPLES OF SCANNING AND FORMATON OF COMPOSITE VIDEO SIGNAL)

THINK ABOUT IT

Success is ... knowing your purpose in life, growing to reach your maximum potential, and sowing seeds that benefit others.

—John C. Maxwell

§5.1. परिचय (Introduction) :

पिछले अध्याय में हमने संक्षेप में देखा था कि किस प्रकार optical image को electrical signals में convert किया जाता है उनको ट्रांसमिट किया जाता है, तथा receiver की screen पर original image को reproduce किया जाता है। अब इस अध्याय से आगे आपको इन सभी techniques का गहराई से अध्ययन करना है। मुझे ऐसा लगता है कि यह चैप्टर इस कोर्स का सबसे महत्वपूर्ण चैप्टर है क्योंकि एक बार scanning व composite video signal को properly समझ लेने के बाद आगे के chapters समझने में आपको कोई ज़्यादा दिक्कत आने वाली नहीं है। इसलिये, ध्यानपूर्वक इस चैप्टर का अध्ययन करें ताकि इस विषय में आपकी पकड़ यहीं से मजबूत हो जाये। तो आइये, शुरु करते है scanning से। मुझे पता है कि अब आप जान चुके हैं कि scanning क्या होती है, पर फिर भी, आइये revise करते है। लेकिन scanning से पहले एक बार यह भी revise कर लेते हैं कि किस प्रकार कैमरा ट्यूब optical scene का electric signal में photo electric conversion करती है।

§5.2. कैमरा ट्यूब द्वारा Scene को Electrical Signal में कनवर्ट करना (Basic of Photoelectric Conversion from Scene to Electrical Signal Through Camera Tube) :

कैमरा (या पिक्-अप) युक्तियाँ (Camera Pick up Devices)—कैमरा या पिक्-अप युक्तियाँ Optical इमेज को वैद्युत सिग्नल में कनवर्ट करती है। *Camera pick-up devices convert the optical image (of the scene to be televized) to electrical form.* वह पिक्चर (या सीन) जिसको televize (एक स्थान से दूसरे स्थान पर) किया जाना है, को एक लैन्स सिस्टम द्वारा एक photosensitive target (ऐसा टारगेट जोकि प्रकाश के प्रति संवेदनशील होता है) पर फोकस किया जाता है। यह photosensitive target कैमरा पिक-अप ट्यूब की फेस-प्लेट (face plate) के नज़दीक होता है तथा इस पर एक accurate image बन जाती है। Target plate की surface large number of elementary areas (छोटे-छोटे areas का समूह) द्वारा बनी एक mosaic (अर्थात जालीनुमा आकार की) होती है। चूँकि यह surface photosensitive है, अतः, प्रत्येक elementary (छोटे-से) area की electrical state (वैद्युत अवस्था) किसी particular moment (विशेष क्षण) पर उस पर पड़ने वाले प्रकाश की तीव्रता पर निर्भर करती है। अतः, target plate की सतह पर यह minute photoelectrical elements एक electrical pattern उत्पन्न करते हैं (जो कि picture illumination के corresponding (संगत) होता है)।

अब प्रत्येक minute element की electrical response को एक electron beam circuit द्वारा read किया जाता है तथा electrical impulses उत्पन्न होती हैं। यह elements एक sequence में scan किये जाते हैं और इस प्रकार एक electrical waveform (with respect to time) उत्पन्न होती है जो कि पिक्चर के विभिन्न बिन्दुओं पर brightness information को represent करती है।

टार्गेट प्लेट को पिक-अप ट्यूब के कैथोड के सापेक्ष में positive potential पर रखा जाता है तथा actual beam current किसी instant (क्षण) पर स्कैन किये जा रहे picture element (pixel) के electrical state के according vary करती है और जब इस beam current को resistor के through pass किया जाता है तो एक varying voltage उत्पन्न होती है।

बीम द्वारा image को horizontally स्कैन करने के लिये horizontal deflection coils द्वारा magnetic field उत्पन्न की जाती है। इन coils के deflection हेतु आवश्यक sawtooth current प्रदान किया जाता है। इसके साथ-साथ प्रत्येक horizontal line के बाद beam vertically downwards proceed करती है जिसके लिये vertical deflection coils magnetic field उत्पन्न करती है। इन coils को भी आवश्यक sawtooth current apply किया जाता है। यह scanning प्रक्रिया बार-बार fast speed से repeat की जाती है (अर्थात् horizontal deflecting coil बीम के क्षैतिज गति प्रदान करती है तथा vertical deflection coils प्रत्येक horizontal line के बाद beam को next line पर move करती है)।

"TV camera, is used to convert the optical information into a corresponding electrical signal, the amplitude of which varies in accordance with the variations of brightness. An optical image of the scene to be transmitted is focused by a lens assembly ion the rectangular glass face-plate of the camera tube. The inner side of the glass face-plate has a transparent conductive coating on which is laid a very thin layer of photoconductive material. The photolayer has a very high resistance when no light falls on it, but decreases depending on the intensity of light falling on it. Thus depending on the light intensity variations in the focused optical image, the conductivity of each element of the photolayyer changes accordingly. An electron beam scans the picture information now available on the target plate in terms of varying resistance at each point at a very fast rate. The beam is formed by an electron gun in the TV camera tube.

Two simultaneous magnetic deflections are thus given to the beam, one from left to right across the target plate and the other from top to bottom thereby covering the entire area on which the electrical image of the picture is available. As the beam moves from element to element, it encounters a different resistance across the target-plate, depending on the resistance of the photoconductive coating. The result is a flow of current which varies in magnitude as the elements are scanned. This current passes through a load resistance R_L, connected to the conductive coating on one side and to a de supply source on the other. Depending on the magnitude of the current a varying voltage appears across the resistance R_L and this corresponds to the optical information of the picture".

फोटोइलैक्ट्रिक कनवर्ज़न (Photoelectric Conversion)—अभी आपने देखा कि TV कैमरे में phosensitive target plate द्वारा light intensity की variations को electrical signal में परिवर्तित किया जाता है। इसके लिये फोटोइमिसिव सर्फेस (photoemissive surface) या फोटोकन्डक्टिव कोटिंग (Photoconductive coating) का प्रयोग किया जाता है।

(i) फोटोइमिसिव सर्फेस (Photoemissive Surface) : प्रकाश electromagnetic energy (वैद्युतचुम्बकीय ऊर्जा) के बंडल या packets के रूप में होता है, जिसको photons कहते हैं तथा इनकी energy wavelength के inversely proportional होती है। light के photons की energy कुछ surfaces से electrons को dislodge (मुक्त) कर देती है तथा यह सतह photoemissive surfaces कहलाती हैं अर्थात् वह सतह जिसपर प्रकाश पड़ने पर इलैक्ट्रॉन का उत्सर्जन होने लगे, फोटोइमिसिव सतह कहलाती है। ऐसे पदार्थों के उदाहरण हैं—caesium, silver, bismuth, lithium. जो कि alkali group को belong करते हैं। इस प्रकार की photoemissive surfaces image orthicon camera tubes में use की जाती हैं। इन surfaces की photoelectric effciency को quantum efficiency को कहा जाता है, तथा इसे निम्नवत् व्यक्त किया जाता है—

$$\text{Quantum efficiency} = \frac{\text{no. of photoelectrons emitted}}{\text{no. of incident photons}}$$

(ii) फोटोकन्डक्टिव कोटिंग (या परत) (Photoconductive Coatings or Layers) : कुछ अर्द्धचालक पदार्थों जैसे selenium, antimony trisulphide तथा lead oxide का प्रतिरोध उनपर पड़ने वाले प्रकाश द्वारा प्रभावित होता है। यह अर्द्धचालक पदार्थ photons को absorb (अवशोषित) करते हैं तथा इनमें electron-hole pairs के रूप में charge carriers उत्पन्न होते हैं। इससे इन पदार्थों का प्रतिरोध घटता है (incident light के proportional) तथा चालकता बढ़ती है। इस प्रकार की photoconductive coatings को vidicon तथा Plumbicon camera tubes के target हेतु use किया जाता है।

"The photosensitive target plate converts the variations in the intensity of light into variations in electrical signals utilizing : (i) a photoemissive surface, or (ii) a photoconductive layer.

In Photoemissive surfaces, The photons of light disoldge electrons from surfaces made of certain metals like caesium silver, bismuth, lithium, etc. belonging to the alkali group. Photoemissive surfaces of this type are used in some camera like the image orthicon.

In Photoconductive coatings or layers, The resistance of semiconducting materials like selenium, antimon trisulphide and lead oxides is affected by the light incident on it. The photons of light are absorbed by the semiconducting materials to generate electron-hole pairs as charge carriers. This reduces the resistance or increases the conductivit of the material, proportional to the incident light. Photoconductive coatings of these types are used in targets of camera tubes like vidicon and plumbicon".

§5.3. स्कैनिंग (Scanning)

"स्कैनिंग वह प्रक्रिया है जिसमें टेलीविज़न कैमरे के अंदर इमेज प्लेट पर उत्पन्न चार्ज इमेज को एक इलैक्ट्रॉन बीम को क्रमिक ढंग से बायें से दायें (and next line) तथा ऊपर से नीचे गति कराकर वैद्युत सिगनल में परिवर्तित किया जाता है।"

"Scanning is the process of conversion of optical informaton to electrical form element by element once at a time in a sequential manner to cover the entire screen which is to be televised."

"स्कैनिंग वह प्रक्रिया है, जिसके द्वारा किसी दृश्य के तुल्य वैद्युत सिगनल उत्पन्न किया जाता है।" स्कैनिंग की क्रिया ट्रांसमिटर पर कैमरा ट्यूब के अंदर इमेज को पिक्चर एलीमैंट्स में विभाजित करने हेतु तथा रिसीवर में पिक्चर ट्यूब पर पिक्चर के resassemble कर के उसके पुनरोत्पादन के लिये की जाती है। पिक्चर ट्यूब पर distortionless पिक्चर उत्पन्न करने के लिये पिक्चर ट्यूब पर स्कैनिंग, कैमरा ट्यूब पर स्कैनिंग के पूर्णतया एक समान तथा सिन्क्रोनिज्म में होनी चाहिये। इसके लिये sync pulses use की जाती हैं जिनकी सहायता से पिक्चर ट्यूब के स्क्रीन पर उत्पन्न इमेज कैमरा ट्यूब के स्क्रीन पर निर्मित पिक्चर एलीमेंट्स की relative position (सापेक्ष स्थिति) के समान होती है।

स्कैनिंग दो प्रकार की होती है—

Sequential या Interlaced

सीक्वेंशल स्कैनिंग में line by line scanning होती है अर्थात् पहली horizontal लाइन, फिर दूसरी horizontal लाइन, फिर तीसरी horizontal लाइन इत्यादि की क्रमवार scanning होती है तथा पिक्चर के अंतिम element (अर्थात् bottommost and right most element) को scan करने के पश्चात् beam पुनः retrace होकर प्रथम element (अर्थात् topmost and leftmost element) तक पहुँच जाती है तथा पुनः वही प्रक्रिया दोहरायी जाती है।

इंटरलेस्ड स्कैनिंग थोड़ी जटिल है किंतु इसको समझना आवश्यक है क्योंकि टी० वी० सिस्टम interlaced scanning का ही प्रयोग करते हैं। Interlaced scanning में horizontal lines क्रमवार scan नहीं की जाती हैं। इसने स्क्रीन (या frame) को दो या दो से अधिक fields में बाँट दिया जाता है और एक-एक करके फील्ड स्कैन की जाती हैं। टी० वी० system में 2:1 interlaced ccanning use की जाती है। यदि 2:1 की interlaced scanning है, तो frame को दो fields में विभाजित किया जाता है। इस स्थिति में horizontal lines electron बीम द्वारा alternately (एक-एक लाइन छोड़कर) scan की जाती हैं अर्थात् पहली horizontal line, फिर तीसरी horizontal line, फिर पाँचवी horizontal line और इस प्रकार पूरी screen कवर करने के बाद बीम वापस लौटती है और इस बार बची हुई lines अर्थात दूसरी horizontal line, चौथी horizontal

line, छठी horizontal line को scan करती है। कहने का तात्पर्य यह है कि पहले सारी odd numbered horizontal lines (1, 3, 5 (अर्थात् विषय संख्या वाली लाइन्स) इत्यादि) scan होती हैं जिसको कि पहली फील्ड (field) कहा जाता है। तत्पश्चात्, सभी even numbered horizontal lines (2, 4, 6 (अर्थात् सम संख्या वाली लाइन्स) इत्यादि) scan होती हैं जिसको कि दूसरी field कहा जाता है। टी० वी० सिस्टम में interlaced scanning का use इसलिये किया जाता है क्योंकि इससे flickering का दोष समाप्त हो जाता है।

विचार प्रश्न

(i) यदि sequential scanning है, तथा फील्ड आवृत्ति 50 Hz है तो frame आवृत्ति कितनी होगी?
(ii) यदि 2 : 1 interlaced scanning है तथा फील्ड आवृत्ति 50 Hz है तो frame आवृत्ति कितनी होगी?
(iii) यदि 3 : 1 interlaced scanning है तथा फील्ड आवृत्ति 50 Hz है तो frame आवृत्ति कितनी होगी?

आस्पैक्ट रेशिया (Aspect ratio) :

The width-to-height ratio of a picture frame is called aspect ratio. The width is kept longer than the height because.

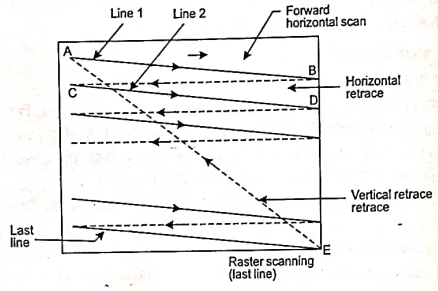
(i) Horizontal dimension of a scene is generally more than its vertical dimension.
(ii) The retina (screen of the eye) has greater width than height. As a result of intensive subjective tests by the cinema technicians, the aspect ratio of 4 : 3 was considered most suitable for cinema screens. The same ratio was accepted by television engineers for television, as cinema films formed a major part of TV programmes. However, for wider screens of high definition TV systems (HDTVs), the aspect ratio of 16 : 9 has been standardised.

§ 5.4. (a) सीक्वेंशल स्कैनिंग (Sequential or Progressive Scanning) :

सीक्वेंशल स्कैनिंग वह होती है जिसमें सभी Horizontal lines को एक के बाद एक क्रमागत ढंग से scan किया जाता है।

"In sequential scanning, all the horizontal lines are scanned in sequence, one by one."

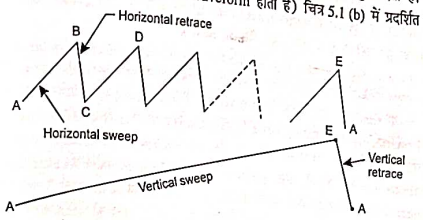
यह तो आप जान गये होंगे कि टी० वी० ब्रौडकास्टिंग में sequential scanning का प्रयोग नहीं किया जाता। आइये, फिर भी संक्षेप में यह समझने की कोशिश करते हैं कि कैसे electron beam sequential scan करती है (चित्र 5.1 देखें)।



चित्र 5.1 (a)—Sequential Scanning

(i) स्कैनिंग हेतु दो deflecting coils (विचलन कुण्डलियाँ) use की जाती हैं तथा यह दोनों coils अलग-अलग sweep ...ors (sawtooth generator) द्वारा feed की जाती हैं।

(ii) पहली coil horizontal deflection (क्षैतिज विचलन) प्रदान करती है तथा beam को left से right की ओर move कराती है (चित्र 5.1) तथा जैसे ही beam rightmost end (दायें छोर) पर पहुँचती है तो बहुत ही तेजी से retrace (वापिस) करके उसे तुरंत फिर से leftmost end (बायें छोर) पर पहुँचा देती है। horizontal beam current की waveform (जो कि sawtooth waveform होती है) चित्र 5.1 (b) में प्रदर्शित है।



चित्र 5.1 (b)—Horizontal and vertical sweep waveforms

(iii) दूसरी coil beam को एक downward vertical pull (नीचे की ओर ऊर्ध्वाधर गति) प्रदान करती, रहती है और इस प्रकार बीम एक horizontal लाइन से दूसरी, फिर तीसरी इस प्रकार sequential scanning करती रहती है। जैसे ही बीम bottom पर पहुँचती है तो retrace करके उसे तुरंत top पर पहुँचा दिया जाता है। Vertical deflection हेतु भी sawtooth waveform use होती है (चित्र 5.1 b) किन्तु इसका time period horizontal deflection waveform से ज्यादा होता है।

§5.4. (b) फ्लिकर (Flicker)

Persistence of vision का समय bright light (चमक) के बजाय darkness (अँधेरे) के लिये अधिक होता है। इससे flicker नामक प्रभाव उत्पन्न हो जाता है। इसका अर्थ यह है कि bright pictures के मध्य dark intervals एक बहुत ही इस अवधि के लिये दिखाई देने लगेंगे तथा इस टिमटिमाहट को flicker कहा जाता है। Flicker तथा brightness के मध्य सम्बन्ध Ferry Poster नियम द्वारा व्यक्त किया जा सकता है—

$$f_c = f + 12.6 \log_{10} B$$

जहाँ, f_c आवृत्ति critical आवृत्ति है, जिसके लिये flicker प्रभाव दिखाई नहीं देगा, f नियतांक है, जो दृश्य की स्थितियों (viewing conditions) पर निर्भर करता है (normally, इसका मान 37 होता है) तथा B पिक्चर का luminance होता है (foot lamberts में)। यदि $B = 10, f = 37$ तो f_c का मान 49.6 होगा। अतः, आवृत्ति यदि 49.6 से कम होगी, तो फ्लिकर स्पष्ट दिखाई देने लगेगा।

टेलीविजन में प्रत्येक सैकेण्ड में स्क्रीन पर 25 फ्रेम display किये जाते हैं। यदि sequential scanning use की जाये तो यह स्थिति फ्लिकर को जन्म देती है। यदि फ्रेम प्रति सैकेण्ड की संख्या दोगुनी कर दी जाये, तो फ्लिकर की समस्या का समाधान तो हो जायेगा, किन्तु स्कैनिंग स्पीड को दोगुना करना पड़ेगा, जिससे सिगनल वैंडविड्थ भी दोगुनी हो जायेगी। इस ट्रान्समिटिंग चैनल्स की संख्या कम हो जायेगी तथा ब्राडकास्ट भी बढ़ जायेगी। वैंडविड्थ के बढ़ जाने से system की cost भी बढ़ जायेगी। अतः, वैंडविड्थ को बढ़ाये बगैर फ्लिकर की समस्या का निदान करने हेतु interlaced scanning का use किया जाता है, जिसमें एक फ्रेम को दो-बार स्क्रीन पर दिखाया जाता है, पहले केवल उसकी odd lines दिखाई जाती है (जिसको कभी field कहा जाता है) फिर उसकी even lines दिखाई जाती है (जिसको दूसरी field या even field कहा जाता है)। अतः interlaced scanning का use करके वैंडविड्थ को बढ़ाये बिना ही फ्लिकर की problem solve हो जाती है।

§ 5.5. इंटरलेस्ट स्कैनिंग (Interlaced Scanning)

क्या आप जानते हैं कि interlacing का शाब्दिक अर्थ क्या होता है? यदि नहीं तो please, इस section को पढ़ने से पहले dictionary खोल कर देख लीजिये।

''इंटरलेस्ड स्कैनिंग में पिक्चर (अर्थात frame) को दो या अधिक sets (अर्थात् fields) में बाँट दिया जाता है और एक-एक करके इन की fields को scan किया जाता है।''

"In Interlaced scanning the picture is divided into two (or more) set of fields each containing half (or other fractional number) of interlaced lines and fields are scanned one after other."

यदि पिक्चर को दो fields में बाँटा जाता है तो इसको 2 : 1 interlacing कहा जायेगा, इसी प्रकार यदि तीन fields में बाँटा जाये तो 3 : 1 interlacing कहा जायेगा। वास्तव में, टी० वी० सिस्टम में 2 : 1 इंटरलेसिंग use की जाती है, अर्थात् frame को दो fields में बाँटा जाता है, अत: आगे की चर्चा को 2 : 1 interlacing पर ही focus किया जायेगा। चूंकि 2:1 इंटरलेसिंग में frame को दो fields में बाँटा जाता है, अत: electron beam horizontal lines को alternately scan करती है। पहली field में odd numbered lines होती हैं, अत: पहले बीम 1, 3, 5... lines को scan करती है तथा इस प्रकार odd field scan को पूरा करती है। फिर वह लौट कर पुन: even field अर्थात् 2, 4, 6... lines को scan करती है।

फील्ड तथा फ्रेम (field and frame)—ध्यान रखें कि **picture में lines की कुल संख्या को एक frame कहा जाता है।**

इंटरलेस्ड स्कैनिंग में एक फ्रेम को दो (या अधिक) groups में divide कर देते है, जिनको fields कहते हैं।

The total number of lines in the picture to be scanned is called one frame.

"Interlaced scanning, total number of lines (means one frame) is divided into two (or more) groups, and these groups are known as fields. These fields are scanned one by one."

प्रश्न यह उठता है

टी० वी० सिस्टम में Interlaced scanning ही क्यों use की जाती है ? क्योंकि interlaced scanning use करके Flicker को reduce किया जा सकता है।

परसिंसटैंस ऑफ विजन तथा फ्लिकर (Persistance of Vision and Flicker)—यह तो आप जानते होंगे की **retina (आँख का पर्दा) पर बनी image एक short period (छोटे समय) के लिये retain (अर्थात् बना रहना) रहती है। retina पर किसी image का (या brightness का) कुछ समय तक बने रहना persistance of vision कहलाता है। इसी property का लाभ cinema तथा television उठाता है तथा तीव्र गति से picture frames को screen पर flash (चमकना या चौंधियाना) करते हैं जिससे picture moving (अर्थात् continuous) दिखाई देती है। लेकिन यदि यह flashing fast enough (पर्याप्त तीव्रता की) नहीं होगी, तो पिक्चर में टिमटिमाहट या flicker effect दिखाई देगा। किन्तु flashing rate अधिक होने पर flicker observe नहीं होगा तथा picture continuous (लगातार चलती हुई) प्रतीत होगी। Flash की वह repetition rate (पुनरावृत्ति दर) जिससे अधिक होने पर flicker प्रभाव समाप्त हो जाता है, critical flicker frequency (CFF) कहलाती है।**

यह ठीक ऐसा ही है जैसा कि एक पंखे का स्विच on करने के पश्चात् जब वह धीरे-धीरे चलता है तो उसके पंख अलग-अलग दिखाई देते हैं, किन्तु जैसे-जैसे उसकी स्पीड बढ़ने लगती है, तो continuous envelope दिखाई देने लगता है।

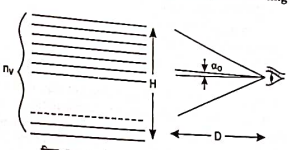
The image formed on the retina of human eye is always retained on it for a short period. This is because the brightness is sensed by the rods in the retina of the eye by a photochemical process which has its own lag. Hence the sensation on the eye resulting from single short flash is a function of duration as well as the intensity of the flash, and continues for around 20 ms. Hence, the eye acts somewhat like a cumulative storage device. An object of low brightness viewed for a given time produces the same sensation in the eye as an object of greater brightness viewed for a shorter period of time.

Continuation of brightness impression in the visual centre of the brain is called 'persistence of vision'. This is used in cinema and television in obtaining the illusion of continuity by means of rapidly flashing picture frames. If the flashing is fast enough, the flicker is not observed and the flashes appear continuous. The repetition rate of the flashes at and above which the flicker effect disappears is called the 'critical flicker frequency' (CFF). This is dependent on the brightness level and the colour spectrum of the light source. Because the human eye has the greatest sensitivity to yellow-green light, the flicker effect is maximum in that region.

रिजॉल्यूशन (Resolution)—रिजॉल्यूशन का अर्थ है निकटतम पिक्चर एलीमैन्ट्स के मध्य विभेद करने की क्षमता pixels की संख्या अधिक होने पर resolution उच्च होगा तथा पिक्चर के सूक्ष्म विवरण (fine details) जैसे चेहरे की झुर्रियाँ (wrinkles of face), eyebrow (भौंह), पत्तियों की नसें (vein) इत्यादि जैसे सूक्ष्म details भी दिखाई देंगे।

वर्टिकल रिसॉल्यूशन (Vertical Resolution)—**किसी स्कैनिंग सिस्टम द्वारा scene की vertical details को resolve (विभेद) करने की क्षमता को उसकी vertical resolution कहते हैं। Vertical resolution scanning systems की lines per frame पर निर्भर करती है।**

"The capability of scanning system to resolve Picture details in the vertical direction is called its vertical resolution. It is the function of number scanning lines per frame".



चित्र 5.2—Minimum number of horizontal lines

यदि screen की height H है तो human eye के द्वारा resolve की जा सकने वाली अधिकतम lines की संख्या (अर्थात् number of lines of vertical resolution, n_v को निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त किया जा सकता है) (चित्र 5.2 देखें)।

$$\boxed{\frac{H}{D} = n_v \times \alpha_0} \quad \text{...2.1 } D$$

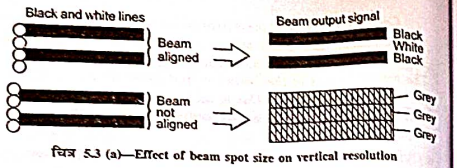
where n = number of black and white lines of resolution
α_0 = minimum angle of resolution (in radians)
D = Distance of the viewer

अत: $$H = \frac{H}{D\alpha_0}$$

आमतौर पर $\frac{D}{H}$ का ratio 4 से 8 रहता है। Calculation करने पर, $\frac{D}{H} = 6$ के लिये (अर्थात् visual angle 10° के लिये) n_v का मान लगभग 600 lines प्राप्त होता है जबकि $\frac{D}{H} = 4$ के लिये (अर्थात् visual angle 15° के लिये) n_v का मान लगभग 900 lines प्राप्त होता है। **India द्वारा adopt किये गये CCIR system-B TV standard के अनुसार number of lines per frame की संख्या 625 lines निर्धारित की गई है।**

कैल फैक्टर (Kell Factor)—प्रैक्टिकल स्कैनिंग सिस्टम्स में maximum vertical resolution स्कैनिंग हेतु उपलब्ध active lines से कम होती है। इसका मुख्य कारण finite beam size तथा उसके alignment का elementry resolution lines से coincide न करना है (चित्र 5.3 देखें)। पिक्चर के pixels का orderly manner (सुनियोजित क्रम) में arrange न होना भी loss of lines के लिये responsible होता है। इससे vertical resolution कम हो जाता है तथा average number of effective lines (कुल उपलब्ध लाइन्स की संख्या) total active lines की लगभग 0.7 times ही रह जाती हैं। अत: Kell factor effective number of lines में reduction को indicate करता है। इसका मान लगभग 0.65 से 0.85 तक होता है।

अत: संक्षेप में, pixels का सुनियोजित क्रम में व्यवस्थित न हो पाना, स्कैनिंग beam का केवल आंशिक रूप से pixel को कवर कर पाना, beam का size इत्यादि कारणों से स्कैनिंग बीम द्वारा कुछ pixels स्कैन होने से छूट जाते हैं (miss हो जाते हैं) जिसके कारण वास्तविक रूप से उपलब्ध लाइन्स (effective lines) की संख्या कुल active lines से कम हो जाती है। यह प्राक्रिया, जिसके कारण 28 से 30 प्रतिशत pixels, पुनरोत्पादन के समय कम हो जाते हैं, Kell effect या कैल प्रभाव कहलाती है, तथा इसके कारण lines की वास्तविक उपलब्ध संख्या active lines की 0.65 से 0.85 गुणा (सामान्यत: 0.7) ही रह जाते है। अत: effective lines ज्ञात करने हेतु total active lines को 0.7 से गुणा किया जाता है। यह गुणक (लगभग 0.7) Kell factor से गुणा किया जाता है।



चित्र 5.3 (a)—Effect of beam spot size on vertical resolution

"Kell factor is an indication of reduction of effective number of lines and degradation in vertical resolution due to finite beam size. Its value is around 0.65 to 0.85."

If the beam is in perfect alignment, the output will be exactly following the lines as black or white levels, as shown in the figure. If, however, the beam spot is shifted slightly and happens to align on the junction of the black and white lines, it actually senses both black and white areas simultaneously. Hence, it integrates the effects of both areas to give a resultant grey level output, is between the black and white levels.

This indicates that there is a degradation in vertical resolution due to finite beam size. The factor indicating the reduction in effective number of lines in called the 'Kell factor.

The pixels are not arranged in an orderly manner in a picture. these are distributed rather randomly. Hence a spot of the scanning beam may cover partly two pixels, or a scanning beam may miss some pixels. It has been estimated by intensive subjective experiments that about 15 to 35 per cent pixels are lost in this way. It means that only 25 to 65 per cent pixels are actually reproduced by the active scanning lines. this effect is called Kell effect. Due to this effect, the number of active lines is to be multiplied by Kell factor varying from 0.65 to 0.85 (mean value = 0.7 to get the number of active lines."

Kell factor से यह indication (संकेत) मिलता है कि vertical resolution number of active lines से कम होता है क्योंकि picture की सभी lines हमेशा effective नहीं होतीं। एक 625-line system में number of active lines की संख्या 625 – 40 = 585 lines होती है (नोट : यहाँ 40 lines वह है तो vertical blanking के समय lost हो जाती है तथा इसका वर्णन आगे किया जायेगा)। अत:, यदि Kell factor का मान 0.7 है, तो vertical resolution का मान 585 × 0.7 = 409.5 lines होगा।

हॉरिजॉनटल रैसोल्यूशन (Horizontal Resolution)—टेलीविज़न सिस्टम का horizontal resolution scanning system की horizontal details को resolve (विभेद) करने की क्षमता है।

"The capability of scanning system to resolve maximum number of picture elements horizontally (i.e. along the scanning lines) is called its horizontal Resolution. Mathematically,

Horizontal Resolution = Aspect Ratio × Vertical Resolution"

Scanning system की horizontal resolution scanning spot की brightness level को change करने की rate पर depend करती है, जब वह horizontal lines पर pass करता है। horizontal resolution को calculate करने के लिये vertical resolution को aspect ratio $\left(\frac{4}{3}\right)$ से multiply करना चाहिये।

अत: 625-line system के लिये, vertical resolution को 410 lines effective होती है, अत: equivalent horizontal resolution हेतु vertical lines की संख्या $410 \times \frac{4}{3} =$ लगभग 546 lines होगी।

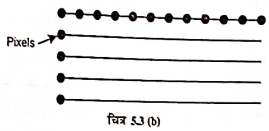
Kell Factor—चूँकि pixels screen पर पूर्ण रूप से orderly manner (व्यवस्थित क्रम) मे नहीं होते, तथा इनमे से कुछ आंशिक रूप से (partially) cover कर दिया जाता है। अत: इसका परिणामी luminance gray colour का प्राप्त होता है अर्थात्, इससे black तथा white आऊटपुट के बजाय केवल एक आऊटपुट (gray) प्राप्त होती है। अत: दोनो pixels के बीच अंतर पता नहीं चल पाता। इसको कैल का प्रभाव कहते है। Kell effect से pixels की resolution कम हो जाती है क्योंकि Kell effect के कारण लगभग 25% से 30% pixels lost हो जाते हैं, और 70% से 75% pixels ही picture के पुनरोत्पादन मे अपनी प्रभावी भूमिका निभा पाते हैं। अत: प्रभावी लाइन्स को गणना हेतु active lines को Kell factor (लगभग 0.7) से गुणा करना पड़ता है।

$$N_{effective} = \text{Kell effect} \times N_{active}$$

बीम spot जितना अधिक छोटा होगा, Kell effect उतना ही कम होगा तथा Kell factor उतना ही अधिक होगा, क्योंकि beam spot छोटा होने से उसके एक ही pixel तक सीमित रहने की संभावना अधिक होगी।

दो नजदीकी pixels के मध्य विभेद करने की क्षमता resolution कहलाती है। अधिक pixels होने पर pixel size छोटा हो जाता है तथा resolution बढ़ जाती है। इनके पिक्चर के सूक्ष्म विवरण भी दिखाई देने लगते हैं।

Vertical Resolution—Screen के किसी vertical line पर pixels की संख्या horizontal line की संख्या के बराबर होती (चित्र 5.3 (b) देखें)। एक 625-लाइन सिस्टम में vertical अक्ष (उर्ध्वाधर रेखा) पर 625 pixels होंगे। वास्तविक resolution देने से vertical retrace के दौरान 40 lines loss होने से यह संख्या घटकर 625 – 40 = 585 रह जायेगी। इसको Kell factor से गुणा करने पर 585 × 0.7 = 409.5 lines बचेगी। अत: vertical resolution का मान



चित्र 5.3 (b)

$$\begin{aligned} R_V &= (N_{Total} - N_{Lost}) \times K \\ &= N_{active} \times K \\ &= (625 - 40) \times 0.7 \\ &= 585 \times 0.7 = 409.5 \end{aligned}$$

Horizontal Resolution—यदि aspect ratio का मान A है तो horizontal lines पर pixel की संख्या R_V गुणा A होगी। इसको horizontal resolution R_H कहा जाता है—

$$\begin{aligned} R_H &= R_V \times A \\ &= 409.5 \times \frac{4}{3} \\ &= 546 \end{aligned}$$

बैंडविड्थ आवश्यकताओं के आधार पर सीक्वैंशल स्कैनिंग व इंटरलेस्ड स्कैनिंग की तुलना (Bandwidth requirement : Sequential Scanning vs Interlaced Scanning) : फ्लिकर को ध्यान में रखते हुये, यह पाया गया है कि सीक्वेंशल स्कैनिंग में 50 पिक्चर फ्रेम प्रति सैकेन्ड न्यूनतम आवश्यक होते हैं (अर्थात् यदि फ्रेम की संख्या इससे कम रखी जाये तो फ्लिकर की समस्या उत्पन्न हो जायेगी)। यदि CCIR-B अर्थात 625 लाइन सिस्टम की बात करें तो इसमें प्रत्येक फ्रेम में 625 lines होती हैं। अत: यदि इस सिस्टम में 50 फ्रेम प्रति सैकेन्ड की दर से सीक्वैंशल स्कैनिंग की जाये, तो एक सैकेन्ड

में 625 × 50 = 31250 horizontal lines scan करनी होगी। अत:, horizontal line scanning frequency 31250 Hz (means 31250 horizontal lines per second) होगी। अत: एक लाइन को स्कैन करने में लिया जाने वाला समय $\frac{1}{31250}$ या 32 μs होगा (In which 5 μs time is required for retrace अर्थात् जिसमें 5 μs retrace समय भी शामिल है। अत: horizontal line में $\frac{546}{2} = 273$ lines की वांछित resolution हेतु आवश्यक बैंडविड्थ होगी—$\left(\frac{546}{2} \times \frac{1}{32-6\ \mu s}\right)$ = 10.5 MHz = 10 MHz (लगभग)

तो इससे आप अंदाजा लगा सकते हैं कि **यदि simple sequential scanning की जाये, तो इसमें अत्यधिक बैंडविड्थ की आवश्यकता होती है तथा इस समस्या के निदान हेतु इंटरलेस्ड स्कैनिंग का प्रयोग किया जाता है।**

इंटरलेस्ड स्कैनिंग से बैंडविड्थ आवश्यकतायें कम हो जाती हैं (Bandwidth Requirements Get Reduced due to Interlaced Scanning) :

इंटरलेस्ड स्कैनिंग में पिक्चर को दो (या अधिक) Sets (या fields) में विभाजित किया जाता है, तथा प्रत्येक set (या field) में आधी (या fractional) interlaced line होती हैं। अब इन fields को sequentially scan किया जाता है। यदि 2 : 1 interlace है तो 625 lines को दो भागों (sets) में विभाजित किया जायेगा तथा प्रत्येक set में $312\frac{1}{2}$ lines होंगी।

625 lines का पहला $312\frac{1}{2}$ odd numbered lines (अर्थात् 1, 3, 5 इत्यादि) का set first field या odd field (विषय फील्ड) कहलाता है तथा पहले इसकी scanning होती है (पहली लाइन की, फिर तीसरी लाइन की, फिर पाँचवीं लाइन की इत्यादि)। 312 पूर्ण लाइन, तथा 313वी लाइन के half (क्योंकि $312\frac{1}{2}$ होनी हैं) स्कैन के पश्चात spot फिर से स्क्रीन के top पर पहुँचता है तथा बची हुई $312\frac{1}{2}$ even numbered line (2, 4, 6... इत्यादि) जिनको second field या even field (सम फील्ड) कहा जाता है, को एक-एक करके (दूसरी लाइन को, फिर चौथी लाइन को, फिर छठी लाइन को इत्यादि) स्कैन करता है। चूँकि odd fields तथा even field inter leaved होती हैं, अत: यह scanning interlaced scanning कहलाती है।

Interlaced scanning में vertical field scan को 50 Hz की Rate से किया जाता है।

अत: पहली फील्ड में $312\frac{1}{2}$ lines 50 Hz की rate से scan होती हैं तथा फिर next फील्ड की $312\frac{1}{2}$ lines 50 Hz की rate से scan होती हैं। अत:, प्रत्येक frame 25 Hz की rate से scan होता है (चूँकि एक frame दो फील्ड से बनता है)।

अत: horizontal line frequency 62525 × 15625 lines/sec

$$\text{Line period sec} = \frac{1}{15625}\text{ sec} = 64\ \mu s$$

इस पीरियड में से 12 μs फ्लाईवैक की ब्लैंकिंग हेतु प्रयुक्त होते हैं। अत: forward scan time 64 – 12 = 52 μs

So period of sawtooth required $\frac{52}{273}\ \mu s = 0.19\ \mu s$

Hence highest frequency required is $\frac{1}{0.19} = 5.26$ MHz (लगभग 5 MHz), which is adequate as highest video frequency in the signal.

अत: 625 line system, system को sequentially scan करने पर bandwidth requirement लगभग 10 MHz होती है जबकि interlaced scanning का प्रयोग करने के पश्चात् यह लगभग 5 MHz रह जाती है।

वर्टिकल फील्ड स्कैन को 50 Hz पर operate किया जाता है अत: दो successive interlaced scans 25 Hz की rate से scan होती है, तथा इस प्रकार एक complete picture frame तैयार होता है। अत:, scanning speed sequential

scanning से कम रहती है क्योंकि $\frac{1}{50}$ sec में केवल $312\frac{1}{2}$ लाइन स्कैन होती हैं। पिक्चर की पूर्ण 625 लाइन $\frac{1}{25}$ सैकेन्ड में स्कैन होती हैं $\left(\text{because } \frac{1}{50}+\frac{1}{50}=\frac{1}{25}\right)$ जिससे वैंडविड्थ requirement कम हो जाती है।

आइये फिर से समझें, चूँकि Field frequency = 50 Hz) अत: पहली फील्ड को स्कैन में लगने वाला समय = $\frac{1}{50}$ s = 0.02 s, इसी प्रकार दूसरी फील्ड को स्कैन लगने वाला समय = $\frac{1}{50}$ s = 0.02 s. अत:, एक फ्रेम को Complete होने में लगने वाला समय = 0.02 + 0.02 = 0.04 s. अत: Frame frequency $\frac{1}{0.04}$ Hz = 25 Hz.

चूँकि अब Scan को 0.02 s में केवल एक फील्ड ($312\frac{1}{2}$ लाइन) ही ट्रेस करनी है, इसलिये Scanning speed घट जाती है, तथा Bandwidth requirement भी घट जाती है।

हालांकि इस स्थिति में पिक्चर प्रत्येक सैकेन्ड में केवल 25 बार स्कैन होनी है, पर picture का area एक second में 50 बार cover होता है (first field द्वारा 25 बार तथा फिर second field द्वारा field द्वारा 25 बार)। यदि हम स्क्रीन को करीब से देखें तो लाइन्स के मध्य interline flicker का अनुभव करेंगे क्योंकि प्रत्येक individual line 25 बार प्रति सैकेन्ड ही स्वयं को repeat करती है। किन्तु यह tolerable होता है और overall effect लगभग 50 Hz scanning के समान ही प्राप्त होता है यह flicker केवल high brightness level पर ही noticeable (पता चलना) होता है।

एक्टिव लाइन्स (Active Lines)—व्यवहारिक तौर पर bottom से top का flyback instantaneous (एकदम से) नहीं होता है तथा इसमें कुछ निश्चित समय लगता है जो कि कुछ लाइन पीरियड्स के तुल्य होता है। आगे आप देखेंगे कि 625 line system में vertical flyback के लिये 1280 μs का समय लगता है, तथा एक लाइन का scan period 64 μs होता है।

अत: चूँकि एक वर्टिकल फ्लाईवैक के लिये 20 lines के $\left(\frac{1\times 280\ \mu s}{64\ \mu s}\right)$ का समय लगता है अत:, फ्रेम की स्कैनिंग में 2 × 20 = 40 lines lost होती हैं (प्रत्येक field में 20 lines lost होती हैं, अत: total 40 lines lost होती हैं)। अत: 625 lines में से केवल 625 – 40 = 585 lines ही ऐसी होती हैं, जिनमें picture information होती है। यह lines active lines कहलाती हैं।

अत: Active lines (N_a) = Total scanning lines in one frame (N_t) – no. of lines lost during blanking (N_l)

अत: $N_a = 625 - 40 = 485.$

When the scanning beam flips from the bottom of the picture frame to the top, the flipping takes some time. It is equal to the scanning time of 20 lines for each field or 40 lines for each frame. these lines, and hence the corresponding number of pixels, are lost, as the screen remains cut off or blanked during this period.

The actual lines which reproduce pixels are called active lines. The number of active lines (N_a) is equal to the total scanning lines per frame (N_t) minus the lines lost (N_l) during vertical blanking, are $N_a = N_t - N_l$

इंटरलेस्ड स्कैनिंग हेतु पिक्चर में लाइन्स की संख्या विषम होनी चाहिये (For Inerlaced scanning, the numbers of lines for the picture must be odd)—इंटरलेस्ड स्कैनिंग में पिक्चर में लाइन्स की संख्या odd होनी चाहिये। इसमें प्रत्येक picture frame हेतु field frame को दो regularly spaced synchronizing pulses supply की जानी चाहिये। इनमें से एक पल्स odd field की last line के मध्य में जबकि दूसरी पल्स even field की last full line के end में दी जानी चाहिये। odd नम्बर फील्ड top left end से start होती है तथा bottom center पर समाप्त होती है, जबकि even line top center से शुरू होती है तथा bottom right end पर समाप्त होती है। इस प्रकार दोनों फील्ड पूरी तरह से interleave हो जाती हैं तथा scanning complete हो जाती है।

संक्षेप में, interlaced scanning के लिये प्रत्येक field में $n+\frac{1}{2}$ lines होनी चाहिये, और चूँकि एक frame में दो फील्ड्स होती हैं, अत: प्रत्येक फ्रेम में $2\left(n+\frac{1}{2}\right)$ अर्थात् $2n+1$ lines होनी चाहिये, और $2n+1$ सदा एक odd संख्या होगी। अत: सही interlacing प्राप्त करने हेतु प्रत्येक फ्रेम में lines की संख्या विषम (odd) होनी चाहिये। European system में प्रत्येक frame में 625 lines तथा American system में प्रत्येक frame में 525 lines होती हैं।

लाइन आवृत्ति तथा फील्ड आवृत्ति (Line frequency and field frequency)—एक सैकेंड में स्कैन होने वाली फील्ड की संख्या फील्ड फ्रीक्वैंसी कहलाती है तथा इसको 50 Hz रखा जाता है। फ्रेम आवृत्ति इसकी आधी अर्थात् 25 Hz होती है। अत: प्रत्येक सैकेंड में स्कैन होने वाली लाइन्स की कुल संख्या 25 × 625 = 15625 होती है, जिसको लाइन फ्रीक्वैंसी कहा जाता है।

स्कैनिंग सीक्वैंस (Scanning Sequence)—आइये, आगे बढ़ने से पहले एक बार detail में standard interlaced scanning pattern की complete geometry को ठीक प्रकार से समझ लें। बात करेंगे 625 line system की। यह तो आपको बता चुका हूँ कि 625 lines में से सभी में पिक्चर information नहीं होती। 40 lines vertical retrace ने lost हो जाती हैं तो साहब, बची 625 – 40 = 585 lines अब 585 ÷ 2 = 292.5 होता है। तो इसका अर्थ यह हुआ कि 1st vertical trace में यह 292.5 lines scan होती हैं (चित्र 5.4 (a))। (नोट करें कि यहाँ हम lines की numbering उस sequence में करेंगे जिस sequence में वे actually scan होती हैं। ताकि समझने में सुविधा रहे)।

(i) Beam point A से start होती है तथा uniform velocity से horizontal line को trace करती हुई frame के right right तक पहुँचती है तथा फिर तेजी से retrace करके left पर पहुँचती है (जो कि dashed line द्वारा show किया गया है)। नोट कीजिये कि बीम के horizontal motion के दौरान उस पर हल्की सी downward pull भी लगती है (vertical deflection current द्वारा) जो कि बीम को धीमे-धीमे नीचे की ओर move कराती है। हालांकि यह vertically downward pull horizontal movement की तुलना में काफी कम होती है। हालांकि retrace के time beam को कोई खास downward pull महसूस नहीं होता क्योंकि retrace बहुत ही fast होता है। लाइन 1 को scan करने के पश्चात अब बीम एक लाइन उससे अगली लाइन को स्कैन करने हेतु उसके starting पर पहुँच जाती है (ध्यान रखें कि यह interlaced scanning है, अत: पहली फील्ड में केवल alternate lines ही scan होंगी, शेष lines की scanning अगली field में होगी)। ऐसा करते-करते बीम 292 पूर्ण लाइन्स तथा फिर एक half line scan करती है। यहाँ यह समझें कि lines की skipping प्राप्त करने हेतु vertical scan frequency 50 Hz रखी जाती है (जबकि frame repetition 25 Hz पर होता है)। इस प्रकार बीम 292 5lines scan करती हुई चित्र 5.4 (a) के point *B* तक पहुँच जाती है।

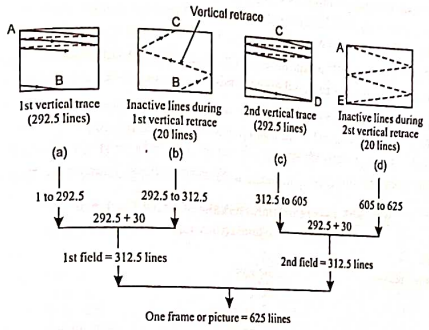
(ii) Point *B* से vertical retrace शुरू हो जाता है क्योंकि अब beam को अपनी बची हुई lines को scan करने हेतु screen के top center पर पहुँचना है। अत: vertical retrace द्वारा beam पहुँचती है point *C* पर (चित्र 5.4 (b) देखें)। चूँकि यह यात्रा काफी लंबी है अत: इसे complete होने में 20 horizontal lines period के बराबर समय लगता है। हालांकि इन 20 lines के दौरान horizontal sweep भी जारी रहता है किन्तु इन lines को inactive (निष्क्रिय) lines कहा जाता है क्योंकि इस दौरान scanning beam को cut-off कर दिया जाता है। आप देखें चित्र 5.4 (b) vertical retrace में बीम ऊपर तो जा ही रही है किन्तु उस पर horizontal sweep इस दौरान भी लग रही है। vertical retrace इस बीम को point *C* पर पहुँचा देता है। तो इस प्रकार अब पूरे हो गये 29.25 + 20 = lines = $312\frac{1}{2}$ लाइन्स, अर्थात Ist field is complete now।

(iii) दूसरी field raster के top middle से अर्थात् point *C* पर शुरू होगी (अर्थात् लाइन number 313 के middle से अर्थात् $312\frac{1}{2}$ वीं लाइन से)। second field के raster के top center से शुरू होने से automatically beam अब बची हुई (अर्थात् unscanned) lines को alternately scan कर लेती है। (अन्यथा यह पहले से scan की हुई lines

को ही पुन: स्कैन करने लगती) अत: अब बची हुई 292.5 lines scan होती हैं (चित्र 5.4 (c) देखें)। और beam पुन: frame के bottom तक पहुँच जाती है। तो अब complete हो चुकी $312\frac{1}{2}+292\frac{1}{2}=605$ lines तथा बीम *D* तक पहुँचती है तथा Horizontal retrace करके *E* तक पहुँचती है।

(iv) अब फिर से 20 inactive lines शुरू होती हैं जिसमें पुन: बीम का vertical retrace होता है तथा beam को पुन: point *A* पर पहुँचा दिया जाता है अत: complete हो गयी 605 + 20 = 625 lines की एक frame की यात्रा।

(v) यह scanning 50 times/sec की fast rate से होने के कारण न केवल Illusion of continuity उत्पन्न होती है। बल्कि flicker भी remove हो जाती है।



चित्र 5.4—Scanning sequence for a 625 line system

विचार प्रश्न

एक काल्पनिक स्कैनिंग सिस्टम पर विचार कीजिये जिसमें 600 lines हैं। field frequency 50 Hz तथा 3 : 1 Interlaced scanning use की जा रही है। निम्न के मान बताइये?

(i) Frame frequency.
(ii) No. of fields per frame.
(iii) Line frequency.
(iv) यदि vertical retrace 20 line period के तुल्य है, तो इसकी video bandwidth.
(v) यदि scanning Ist line से शुरू होती है तो 100वीं लाइन कौन सी फील्ड में होगी, 218वीं लाइन कौन सी फील्ड में होगी?
(vi) एक्टिव लाइंस की कुल संख्या।
(vii) एक फील्ड को complete करने में लगने वाला समय।
(viii) एक फ्रेम को complete करने में लगने वाला समय।

§ 5.6. टेलीविज़न स्टैंडर्ड (Television Standards)

यह तो अब आपको समझ में आने लगा होगा कि टेलीविज़न ट्रांसमिशन हेतु ट्रांसमिटरद्वारा काफी सारी information ब्रॉडकास्ट की जाती हैं। video तथा audio information, sync signals, blanking signals और इससे संबंधित कुछ अन्य information (जो कि आप इसी चैप्टर में आगे पढ़ने वाले हैं) ट्रासमिटर द्वारा भेजी जाती है। चूँकि इस information को भेजने के कई तरीके हैं और इसलिये TV ट्रांसमिशन व रिसैप्शन हेतु uniform standards (मानक) स्थापित करने की आवश्यकता पड़ने लगी। हालांकि कोई ऐसा TV standard अभी तक नहीं है जो कि पूरे विश्व द्वारा स्वीकार किया गया हो किन्तु कुछ agreements के साथ विश्व में पाँच television standards मुख्यत: प्रयोग में हैं। इसमे से दो विशेष रूप से Main हैं—American Standards Federal Communication Commission (FCC) system for Monochrome तथा National Television Standards committee (NTSC) system for colour) तथा European standards (committee consultative International Radio (CCIR) system for Monochrome and Phase Alternation by Line (PAL) system for colour).

मोनोक्रोम टेलीविज़न हेतु भारत द्वारा adopt किये गये CCIR-B स्टैंडर्ड की स्पेसिफिकेशन्स (Specifications of CCIR system-B Standard Composite signal used in India for Monochrome Television)

India द्वारा adopt किये गये CCIR system-*B* स्टैंडर्ड के composite signal के specifications को तालिका 5.1 में दिया जा रहा है तथा तालिका 5.2 में European तथा American system के मुख्य specification की तुलना की गई है। इसमें use की गई शब्दावली से अभी आप बहुत ज्यादा परिचित नहीं होंगे क्योंकि इसका वर्णन अगले खण्ड में किया गया है, अत:, मेरी राय है कि अगले खण्ड को पढ़ने के पश्चात् इन specifications को आप फिर से पढ़ें तो आपको यह ज्यादा समझ में आयेगी।

तालिका 5.1—Main Characteristics of CCIR System-B Monochrome TV Standards Adopted in India

Video Characteristics	
Number of lines per picture	625
Interlace ratio	2 : 1
Field frequency	50 fields/sec
Picture frequency	25 pictures/sec
Lime frequency tolerance	15625 lines/sec ± 0.1%
Aspect ratio	4 : 3
Scanning sequence for linea	Left to right
Scanning sequence for fields	Top to bottom
Video bandwidth	5 MHz
Approximate gamma of picture signal	0.5
Composite Video Signal Characteristics	
Line perod *H*	64 µs
Line blanking period *HB*	18.5 to 19.2% of *H*, 11.8 to 12.3 µs
Front porch *FP*	2 to 2.8% of *H*, 1.3 to 1.8 µs
Line sync pulse *HS*	7 to 7.7% of *H*, 4.5 to 4.9 µs
Build-up time of line sync pulse	0.31 to 0.62% of *H*, 0.2 to 0.4 µs
Field period V	20 ms
Field blanking period *FB*	(18 to 22) *H* + 12 µs, 1164 to 1420 µs
Duration of pre-equalising pulse sequence	2.5 *H*, 160 µs
Duration of vertical pulse sequence	2.5 *H*, 160 µs
Duration of post equalising pulse sequence	2.5 *H*, 160 µs
Interval between field sync pulses (serrations)	7 to 7.7% of *H*, 4.5 to 4.9 µs

Duration of equalising pulse	3.4 to 3.75% of *H*, 2.2 to 2.4 µs
Build-up time field sync pulse	0.31 to 0.62% of *H*, 0.2 to 0.4 µs
Build-up time of field blanking pulse	6 µs
Note : Build-up time = rise-time (10 to 90%) of edges	
Radio Frequency Characteristics	
Channel bandwidth	7 MHz
Sound carrier relative to picture carrier	+ 5.5 MHz
Sound carrier relative to the nearest edge of channel	0.22 MHz
Vestigial sideband lower	0.75 MHz
Minimum attenuation of vestige beyond	1.25 MHz 20 dB
Type and polarity of video modulation	A5, AM negative
Sync level as percentage of peak carrier	100%
Blanking level as percentage of peak carrier	72.5 to 77.5%
Difference between black level and blanking level as percentage of peak carrier	0 to 2%

तालिका 5.2. Comparison of Main Specifications of European and American TV Systems

STANDARD	EUROPEAN SYSTEM	AMERICAN SYSTEM
Number of lines per frame	625	525
Number of frames per second	25	30
Field frequency, Hz	50	60
Line frequency, Hz	15,625	15,750
Channel width, MHz	7	6
Video bandwidth, MHz	5	4.2
Colour subcarrier, MHz	4.43	3.58
Sound system	FM	FM
Maximum sound deviation, kHz	50	25
Intercarrier frequency, MHz	5.5	4.5

Note that the American and European standards have following things as common :

1. Vestigial sideband amplitude modulation for video, with most of the lower sideband removed to save bandwidth.
2. Negative video modulation polarity. In both systems black corresponds to a higher modulation percentage than white.
3. 2 : 1 interlace ratio means that the field frequency is twice the frame frequency.
4. 4 : 3 aspect ratio, which is the ratio of the horizontal to the vertical dimension of the receiver picture (or transmitter camera) tube.

§ 5.7. मोनोक्रोम टी० वी० हेतु CCIR सिस्टम-B स्टैंडर्ड की Specifications का वर्णन (Specifications of CCIR System-B Standard for Monochrome Television)

यह तो आप समझ चुके होंगे कि कम्पोज़िट वीडियो सिगनल में पिक्चर सूचना के corresponding electrical signal (अर्थात् पिक्चर को scan करने के पश्चात् उत्पन्न वैद्युत सिगनल) के साथ-साथ synchronizing व blanking signals भी होते हैं। इस सिगनल का distortionless transmission (विरूपणरहित प्रेषण) आवश्यक है क्योंकि video signal में कोई

भी distortion reproduced picture (पुनरोत्पादित पिक्चर) को प्रभावित करेगा जबकि sync pulses में distortion से unstable picture (अस्थिर पिक्चर) प्राप्त होगी। अत: सिगनल को ट्रांसमिशन पथ के विभिन्न स्टेजों पर, oscilloscope, (कम्पनदर्शी) की सहायता से लगातार मॉनीटर किया जाता है तथा यह सुनिश्चित किया जाता है कि यह मानकों (standards) को पूरा कर रही है या नहीं। इसी प्रकार, रिसीवर्स पर वीडियो सिगनल वेवफॉर्म का प्रेक्षण परिपथ के faults तथा malfunctions (दोषों तथा त्रुटियों) का पता लगाने में सहायक होता है।

जैसा कि तालिका 5.1 में आपने देखा कि टेलीविजन सिगनल स्टैंडर्ड टेलीविजन ब्रॉडकास्ट सिस्टम की वीडियो तथा आडियो सिगनल वेवफॉर्म तथा मॉडुलेशन अभिलक्षणों की सम्पूर्ण technical details को specify करते हैं। इनमें मुख्य details होती हैं—

Lines की संख्या, स्कैनिंग आवृत्तियाँ, इंटरलेस, कम्पोजिट वीडियो वेवफॉर्म की amplitude तथा time dimensions, characteristics of vision, साउन्ड मॉडुलेशन चैनल वैंडविड्थ इत्यादि। इस खण्ड में CCIR system-B (Consultative Committee for International Radio) के standards का वर्णन किया जा रहा है।

लाइन्स तथा स्कैनिंग (Lines and Scanning)—CCIR system-B में 625 lines का प्रयोग होता है जो 2 : 1 अनुपात में interlaced होती हैं। अत: यह दो fields का use करती है। यह दोनों fields sequentially scanned होती हैं किन्तु आपस में interleaved (inerlaced) होती हैं। फील्ड आवृत्ति 50 Hz होती है, पिक्चर आवृत्ति (या फ्रेम आवृत्ति) 25 Hz होती है। horizontal line frequency $25 \times 625 = 15625$ Hz होती है, तथा इसमें maximum permissible deviation ± 0.1% (अधिकतम विचलन) होता हैं।

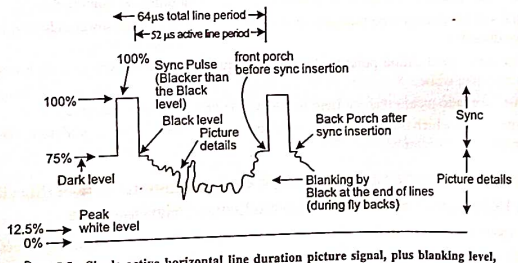
इस स्टैंडर्ड के अनुसार aspect ratio (जो कि TV पिक्चर की width तथा height का अनुपात होता है) 4 : 3 रखा जाता है। (तालिका 5.1 देखें)।

वीडियो सिगनल घटक (Video Signal Components)—वीडियो कम्पोज़िट सिगनल के तीन घटक होते हैं—

(i) वीडियो सिगनल जिसमें कि कैमरा पर scan की गई लाइन्स के corresponding picture information electrical form में होती है (अर्थात् picture के scanning के पश्चात् उत्पन्न संगत वैद्युत सिगनल video signal कहलाता है)।

(ii) Synchronizing (या Sync) pulses जो कि ट्रांसमिटर तथा रिसीवर की horizontal तथा vertical scanning को synchronize करती हैं (अर्थात् समक्रमिकता प्रदान करती है) तथा

(iii) Blanking pulses जो कि flyback (अर्थात् retrace) को अदृश्य (invisible) बनाती हैं।



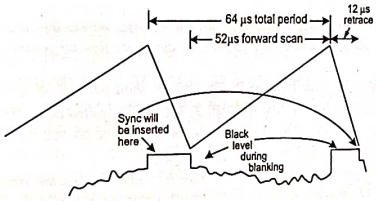
चित्र 5.5—Single active horizontal line duration picture signal, plus blanking level, sync insertion, front porch, back porch (at both ends) and peak white level.

सिन्क पल्सों की आवश्यकता केवल horizontal तथा vertical scans के अंत में पड़ती है, जब flyback का समय आता है। शेष line scannng (जिसको हम forward scan भी कह सकते हैं) के समय केवल पिक्चर information (video signal) की आवश्यकता होती है। forward scan में video signal ब्लैक तथा व्हाइट के मध्य के किसी level पर बदलता रहता है (तथा picture सूचना के अनुसार intermediate grey level (पिक्चर सूचना के अनुसार black तथा मध्य का कोई स्तर) पर रहता है) ब्लैक पर level maximum (dark level is about 75% of maximum) तथा व्हाइट पर level minimum (चित्र 5.5 देखें) रहता है (white level is about 12.5% of the maximum)। synchronizing pulses का amplitude वीडियो सिगनल black level से भी अधिक (blacker than the black) (चित्र 5.5 देखें) रखा जाता है जिससे रिसीवर पर आवश्यकता पड़ने पर उसे simple amplitude separator circuits (आयाम पृथक्कारी परिपथ) लगा कर separate (पृथक) किया जा सके। पिक्चर डिटेल तथा sync pulse amplitude के आयाम का अनुपात लगभग 7 : 3 रखा जाता है।

आप इसे ऐसे समझ सकते हैं कि वीडियो सिगनल में picture information एक सात मंजिली इमारत है (black के लिये सातवीं मंजिल, white के लिये ground floor तथा grey shade बीच में कहीं भी रहेगा, blackness के अनुसार)। तथा इस सात मंजिली इमारत के ऊपर तीन मंजिल की ऊँचाई के बराबर का एक tower (sync information) रखा जाता है, केवल horizontal तथा vertical scans के अंत में)

नोट : यदि sync pulse amplitude की expense पर (अर्थात् कम करके) picture content को बढ़ाया जाता है, तो sync pulse amplitude उस स्थिति में picture को lock रखने के लिये अपर्याप्त रहेगा, विशेषकर जब received signal की signal to noise ratio (SNR) कम हो जाती है। इसके विपरीत यदि picture content की expense पर (अर्थात् कम करके) sync pulse amplitude को बढ़ाया जाता है तो picture content का amplitude कम हो जायेगा (अर्थात् black and white के मध्य का ampltude कम हो जायेगा) जिससे picture का contrast poor हो जायेगा। अत:, 7 : 3 का picture to sync ratio एक optimum level है, जिसमें sync pulse का noise पर प्रभाव भी नहीं पड़ता तथा picture का contrast भी maintained रहता है।

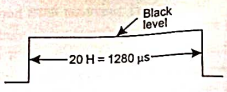
ब्लैंकिंग सिगनल (Blanking Signal)—प्रत्येक फॉरवर्ड स्कैन (left to right) के बाद का return movement अत्यंत तेजी से होना चाहिये तथा उस दौरान (अर्थात flyback या retrace के दौरान) unwanted luminuous traces (अवांछित चमक) स्क्रीन पर नहीं होनी चाहिये। हालाँकि actual return बहुत ही कम समय लेती है किन्तु deflection circuits की damped oscillatory धारायें* स्क्रीन की left पर light तथा dark stripes show करती हैं। इन दोनों प्रभावों को suppress (समाप्त) करने हेतु प्रत्येक horizontal retrace के समय ब्लैंक लैवल पर horizontal blanking insert की जाती है जो कि line period का लगभग 19% होती है (चित्र 5.6)। ब्लैंकिग के लिये flyback के समय screen को black कर दिया जाता है।



चित्र 5.6—Blanking by black during retrace.

* नोट: यदि कोई सिगनल तेजी से एक स्तर से दूसरे स्तर पर जाता है तो दूसरे स्तर पर एकदम से स्थिर नहीं होता बल्कि कुछ क्षणिक दोलनों के पश्चात् स्थिर होता है, जैसे कि ball bounce करने के बाद स्थिर होती है, यही दोलन damped oscillatory currents कहलाते हैं।

इसी प्रकार जब वर्टिकल स्कैन (top to bottom) समाप्त होता है (प्रत्येक field के बाद) तो bottom to top retrace तथा frame तथा line की oscillatory conditions को भी vertical blanking pulse द्वारा blank किया जाता है (यह प्रत्येक फील्ड के बाद होता है तथा लगभग 20 line period का समय लेता है (5.5% of field period) (चित्र 5.7 देखें)।



चित्र 5.7—Vertical blanking after every field

"Though the level of the blanking pulses is above the picture signal information, these are not used as sync pulses. The reason is that any occasional signal corresponding to any extreme black portion in the picture may rise above the blanking level and might conceivably interfere with the synchronization of the scanning generators. Therefore, the sync pulses, specially designed for triggering the sweep oscillators are placed in the upper 25 per cent of the video signal, and are transmitted along with the picture signal".

हारिज़ॉनटल सिन्क तथा ब्लैंकिंग स्टैंटर्ड (Horizontal Sync and Blanking Standards)—CCIR-B स्टैंडर्ड के अनुसार हारिज़ॉनटल पीरियड H (= 64 µs) में कम्पोजिट वीडियो तथा RF सिगनल के amplitude level तथा time period distribution चित्र 5.8 में प्रदर्शित हैं।

(i) लाइन पीरियड *H* (Line period)—यह एक लाइन को complete करने में लगने वाला समय है (चित्र 5.5, 5.6, व 5.8 देखें)। चूँकि लाइन आवृत्ति

$$5 = 625 \times 25 = 15{,}625 \text{ lines per second}$$

अत: $$\text{Line period, } H = \frac{1}{f_H} = \frac{1}{15625} = 64\ \mu s$$

(ii) लाइन ब्लैंकिंग पीरियड LB (Line Blanking Period)—यह प्रत्येक लाइन का वह part है, जब Line sync insert की जाती है। इस period में flyback शुरू होता है तथा पूरा होता है तथा beam video signal के black level amplitude द्वारा कट-ऑफ हो जाती है (चित्र 5.5, 5.6 व 5.8 देखें)।

$$HB \text{ or } LB = 0.19\ H$$
$$= 0.19 \times 64\ \mu s$$
$$= 12\ \mu s$$

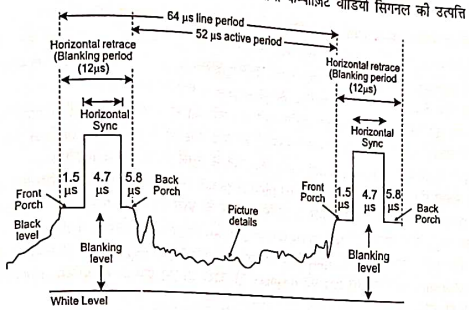
Tolerance : 11.8 to 12.3 µs

आगे आप देखेंगे कि लाइन ब्लैंकिंग पीरियड को तीन भागों में विभाजित किया जाता है तथा सिंक पल्स मध्य भाग में mount (सवार या स्थापित) की जाती है।

"The compositie video signal contains blanking pulses to make the retrace line invisible by raising the signal amplitude slightly above the black level (75 per cent) during the time the scanning circuits produce retraces".

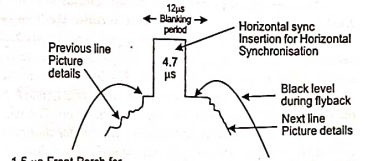
(iii) लाइन सिंक पल्स (Line Sync Pulse)—यह एक महत्वपूर्ण short pulse है जो ट्रांसमिटर से रिसीवर को horizontal scanning rate correct करने के लिये भेजी जाती है, यदि रिसीवर desired rate (वांछित दर) से deviate (विचलन) कर रहा हो, तो इस पल्स की सहायता से वह अपनी scanning rate ठीक कर लेता है (चित्र 5.5 व 5.8 देखें)। इसकी width Hs = 0.075 H ; 4.7 µs होती है। Tolerance : 4.5 to 4.9 µs.

"After the front porch of blanking, horizontal retrace is produced when the sync pulse starts. The flyback is definitely blanked out because the sync level is blacker than black. Line sync pulses are separated at the receiver and utilized to keep the receiver line time base in precise synchronism with the distant transmitter. The time duration for the line sync pulses is 4.7 µs. During this period the beam on the raster almost completes its (retrace) and arrives at the extreme left end of the raster".



चित्र 5.8—Sync signal of 4.7 µs (Along with a Front Porch of 1.5 µs and Back Porch of 5.8 µs) inserted on the top of Blanking level during retrace period of 12 µs.

(iv) फ्रंट पॉर्च (Front Porch)—Sync pulse ब्लैंकिंग के एकदम साथ (coincide) शुरू नहीं होती बल्कि ब्लैंकिंग के 15 µs (जो कि लाइन पीरियड का 2% है) बाद शुरू होती है। यह short period front porch कहलाते है (चित्र 5.5, 5.8 व 5.9 देखें) अर्थात ब्लैंकिंग शुरू होने के बाद वह छोटी सी समय अवधि जिसके बाद sync pulse insert की जाती है, front porch कहलाती है। आइये इसको थोड़ा समझने की कोशिश करते हैं कि जब कोई लाइन खत्म होती है तथा उसके बाद सिन्क पल्स प्रारम्भ होती है, उसके बीच थोड़ा सा समय दिया जाना क्यों ज़रूरी है। इस time interval के दौरान रिसीवर वीडियो सर्किट picture line के end के पिक्चर वोल्टेज लैवल से ब्लैंकिंग लैवल तक सैट हो जाता है। इस प्रकार सिन्क पल्स fixed black level से ही बनना प्रारम्भ होती है, न कि उस लैवल से, जहाँ पर picture line की अन्तिम picture information थी। चूँकि last line की picture information maximum white से maximum black तक को कोई भी intermediate grey level (black तथा white के मध्य का कोई भी सलेटी स्तर) हो सकती है। अत:, इससे पहले कि sync pulse बनना प्रारम्भ हो, यह level maximum black तक पहुँच जाना चाहिये, तभी उसके ऊपर proper sync pulse बन पायेगी। इसके साथ-साथ ऐसा करने से ही sync circuits पर line की end की picture details का प्रभाव भी समाप्त हो जायेगा। कहने का तात्पर्य यह है कि यदि line का आखिरी picture element white या उसके आसपास हो तथा लाइन समाप्त होते ही उस पर sync pulse insert कर दी जाये तो वह सही level पर नही बन पायेगी, इसलिये कुछ समय दिया जाता है, जो front porch कहलाता है। अत: front porch के न होने पर sync pulse की starting fix स्तर से नहीं होगी तथा line के last video element की स्थिति पर निर्भर करने लगेगी।



चित्र 5.9—Significance of Front Porch, Back Porch and Sync Insertion

इसको हम ऐसे भी समझ सकते है कि यदि picture information एक सात मंज़िली इमारत है तथा sync pulse उसके ऊपर रखा tower है, तो यह tower तभी रखा जाना चाहिये जब पूरी सात मंजिल complete हो जायें। मान लीजिये कि line की last picture information grey है, अर्थात चार या पाँच मंजिल की ही है, तो tower रखने से पहले उस इमारत की सात मंजिल पूरा होने का समय दिया जाना चाहिये, तथा front porch यही काम करती है।

अब आप मुझे यह बताइये कि वीडियो सर्किट्स को line की end की किस स्थिति में signal amplitude को maximum तक लाने में सबसे ज्यादा मेहनत करनी पड़ेगी। स्पष्ट है कि यदि line की last information peak white हो तब (जैसे कि उक्त उदाहरण में ग्राउन्ड फ्लोर से seventh floor तक जाने में सबसे ज्यादा मेहनत लगेगी)।

ऐसी स्थिति में (अर्थात् जब line की Last picture detail extreme white है तथा सिगनल amplitude लगभग zero को touch कर रहा है) तो वीडियो level सिंक पल्स के प्रारम्भ होने से पहले अपने blanking level तक नहीं पहुँच पाता। अतः, ऐसी स्थिति में time base circuit की late triggering होती है तथा 'horz' line sync circuit में व्यवधान उत्पन्न हो जाता है। अतः, spot (या beam) को left पहुँचने में कुछ देर हो जाती है तथा next line की picture information थोड़ी सी left को displace हो जाती है। इस प्रभाव को पुलिंग-ऑन-व्हाट्स (pulling-on-whites) कहा जाता है।

Front Porch = 0.02 H = 1.5 µs

Tolerance = 13to18 µs

"The start of horizontal sync does not coincide with the blanking but follows after about 2% of the Horizontal line period. This short period is called the front porch. It allows every sync pulse to build up upon the fixed black level of the blanking pulse and avoids building up of the sync pulses from the varying brightness levels in the picture. This isolates sync circuits from the influence of end of the line picture details, which is maximum when peak white level occurs at the end of the line. In spite of front porch it is possible for faulty conditions to give rise to an effect called 'pulling on whites', which means an upset in the sync every time a picture one ends in white levels. The video level fails to rise to blanking level before the leading edge of the line sync pulse occurs, and the time base triggers late. As a result, the spot is late in arriving over at the left end of the screen and the next line picture information is displaced to the left".

(v) बैक पॉर्च (Back Porch)—सिन्क पल्स के समाप्त होने के पश्चात् तथा next active video (अर्थात् next deflection) शुरू होने के बीच में भी थोड़ा सा समय (5 8s) छोड़ा जाता है, और यह समय बैक पॉर्च कहलाता है। इस समय अन्तराल में line flyback को complete होने तथा टाइम बेस परिपथ की धारा के oscillation को समाप्त होने के लिये थोड़ा समय मिल जाता है। इस समय अन्तराल में horizontal time base circuit अपनी धारा को रिवर्स करके अगली लाइन को स्कैनिग के लिये तैयार हो जाता है।

बैक पॉर्च blanking level (reference level) के बराबर आवश्यक amplitude प्रदान करता है तथा ट्रांसमिटर पर पिक्चर इनफॉर्मेशन के DC content को preserve करता है। रिसीवर पर यह level (जो कि picture detail से Independent है) AGC (Automatic gain control) citcuits को true AGC voltage develope करने में सहायक होता है जोकि antenna द्वारा पिक-अप किये गये सिगनल की strength के proportional होती है।

संक्षेप में हम कह सकते हैं कि बैक पॉर्च जोकि sync के complete होने व next deflection के start होने के मध्य का समय होता है, में निम्न process सम्भव होते हैं—

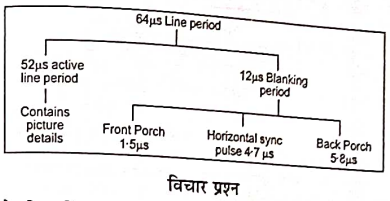
(i) Flyback complete होना।
(ii) टाइम बेस की oscillation समाप्त होना।
(iii) Time base को अपनी current reverse करने के लिये कुछ समय मिल जाना।
(iv) ट्रांसमिटर पर पिक्चर इनफारमेशन के DC content को preserve करके receiver के AGC circuits को true AGC voltage develope करने में सहायता करना।
(v) Colour television system में colour burst को accomodate (स्थान देना) करना। BACK PORCH = 58 µs.

"The Back porch period of 5.8 s at the blanking level allows sufficient time for line flyback to be completed. It also allows time for the horizontal time-base circuit to reverse direction of current for the initiation of the scanning of next line. The back porch also provides the necessary amplitude equal to the blanking level and enables to preserve the de content of the picture information at the transmitter.

The back porch period, following the sync pulse period, allows the line flyback to be completed and isolated from ocillatory conditions in the deflection

circuits and to provide regularly occurring periods when the signal level is held constant at the fixed amplitude of blanking level, as the reference in preserving the dc component of the video information. It is also utilized in the AGC circuits to produce an AGC voltage which is proportional to the true signal strength independent of picture information. The back porch can also accommodate the burst of colour subcarrier in colour television systems".

पैडेस्टल (Pedestal)—कुछ सिस्टम में ब्लैंकिंग लैवल को blacker than the black रखा जाता है। अतः ब्लैंकिंग लैवल a black level के मध्य यदि कोई अंतर होता है तो उसको pedestal या set up कहा जाता है। सामान्यतः यह zero के करीब रख जाता है, नहीं तो फिर specified होता है।



विचार प्रश्न

(i) क्या आपने नोट किया कि–Line Blanking Period = Front porch + Line sync pulse period + Back Porch. ऐसा क्यों?

(ii) Porch शब्द catalan word 'porxo' से लिया गया है, जिसका शब्दिक अर्थ है छज्जा। एक structure जो कि building से attached होता है और दरवाजे के ऊपर covered entrance प्रदान करने के लिये लगा होता है। यह building की walls के बाहर attached होता है, तथा एक तरह से main building का extension होता है। वीडियो सिगनल में front porch तथा back porch में porch शब्द का क्या तात्पर्य है तथा porch शब्द को use करने का क्या महत्व है?

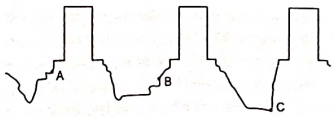
(iii) आपके घर के दरवाज़े पर जो porch लगा है, उसके दो function बताइये। front porch तथा back porch के भी दो-दो function बताइये।

(iv) एक घटना के खत्म होने तथा दूसरी घटना शुरू होने के बीच जो थोड़ा सा समय छोड़ा जा रहा है, उसको यहाँ पर porch का नाम दिया गया है। क्या आप इससे सहमत हैं? तर्क दीजिये।

(v) Front Porch व Back porch में किसकी अवधि ज़्यादा है और क्यों?

(vi) front porch तथा back Porch को cushioning periods भी कहा जा सकता है। क्या आप सहमत हैं? तर्क दीजिये।

(vii) चित्र 5.10 में तीन horizontal lines के अन्तिम picture element की brightness level (A, B, C) प्रदर्शित है। इसमें से किस स्थिति में front porch की भूमिका सबसे महत्त्वपूर्ण है। क्यों?



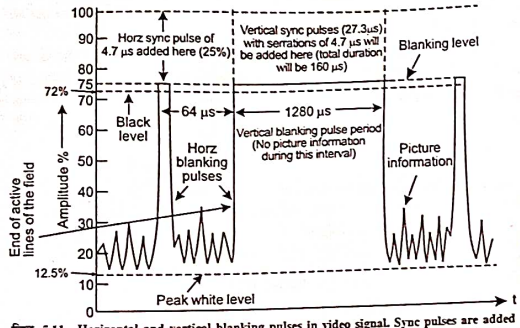
चित्र 5.10

(viii) Front porch का period कम रखा जाता है जबकि back porch का ज्यादा। ऐसा क्यों?

(ix) The front porch prevents the growth of sync pulse at an immature level. Do you agree? Discuss.

वर्टिकल सिन्क तथा ब्लैंकिंग स्टैंडर्ड (Vertical Sync and Blanking Standards) :

(i) फील्ड ब्लैंकिंग पीरियड (Field blanking period)—इस पीरियड के दौरान picture information को पूरी तरह से suppress कर दिया जाता है, field time base का flyback शुरू हो जाता है तथा beam को black level द्वारा cut off कर दिया जाता है। वर्टिकल ब्लैंकिंग पीरियड की duration 20 line periods के बराबर होती है (चित्र 5.11 देखें)।



चित्र 5.11—Horizontal and vertical blanking pulses in video signal. Sync pulses are added above the blanking level and occupy upper, 25% of the composite video signal amplitude.

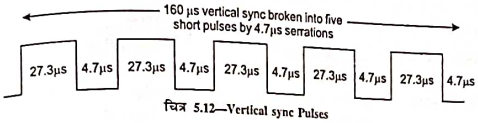
"Vertical blanking period is that period during which the picture information is entirely suppressed, the flyblack retrace of the field timebase initiated and completed, while the beam is cut off by the black level. The duration of the field by vertical blanking period is equal to 20 line periods. Therefore",

$$VB = 20\,H = 1280\,\mu s$$

अर्थात् 1280 µs या 20 horizontal line periods (प्रति फील्ड) के लिये beam cut-off रहेगी, और इस समय कोई picture information नहीं रहेगी तथा यह प्रक्रिया दोनों फील्ड के लिये दोहरायी जायेगी जिसका तात्पर्य यह हुआ कि 62 lines में से 40 lines vertical retrace के लिये use होगी तथा शेष 625 – 40 = 585 लाइन्स (जो कि active lines कहलाती है) में ही पिक्चर सूचना होगी। अर्थात् क्रमवार कहा जाये तो पहले 292.5 active lines of Ist field, फिर 20 inactive line for Ist vertical retrace, फिर 292.5 active lines for IInd field फिर 20 inactive lines for next vertical retrace etc.

फील्ड सिन्क्रोनाइजिंग पल्स (Field synchronizing pulse)—जिस प्रकार लाइन ब्लैंकिंग पीरियड के समय लाइन सिंक पल्स send की जाती है, उसी प्रकार फील्ड ब्लैंकिंग के समय फील्ड सिंक पल्स send की जाती है। इस सिंक पल्स को vertical blanking period के दौरान insert किया जाता है (चित्र 5.11 देखें)। इस पल्स को H या line sync पल्स से distinguish (अंतर दिखाना) करने हेतु अधिक duration (= 2.5 H = 2.5 × 64 µs = 160 µs) का रखा जाता है। लेकिन इस पल्स को continuous नहीं रखा जाता क्योंकि कि line synchronization भी साथ-साथ चल रहा होता है तथा यदि यह पल्स 160 µs तक continuously चलेगी तो line synchronization interrupt (बाधित) हो जायेगा। अत: इस पल्स को serrations या notches द्वारा पाँच भागों में विभाजित कर दिया जाता है तथा यह प्रत्येक serration 4.7 µs चौड़ाई की होती है। अत: इस प्रकार 160 µs की यह फील्ड सिंक पल्स पाँच narrow pulses में विभाजित हो जाती है जिसमें से प्रत्येक की duration

$\left(\frac{160}{5} - 4.7\right)$ µs अर्थात् 27.3 µs होती है। इनकी front edges exactly उसी बिंदु पर होती है, जिन line sync pulses को ये replace करती हैं शेष दो (extra) half line sync edge pulses line time base को प्रभावित-नहीं करती क्योंकि इस intermediate समय मे वह इन pulses के प्रति insensitive होता है। यह half line रिदम (rhythm) इसलिये जरूरी होता है क्योंकि interlaced स्कैनिंग में field sync pulses की प्रथम (odd field) की lowest line के मध्य तथा second field की lowest line के अंत मे occur होना जरूरी होता है।

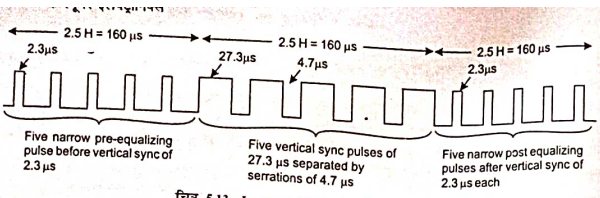


चित्र 5.12—Vertical sync Pulses

एक बात यहाँ और समझ लें कि vertical sync pulses फील्ड की अन्तिम लाइन scan होने को तुरंत बाद insert नहीं की जाती बल्कि उसके 2.5 horizontal line period (अर्थात् 160 µs) बाद insert की जाती हैं। कहने का तात्पर्य यह है कि ज्यों ही field की active lines समाप्त होती है, तुरन्त retrace (च blanking) शुरू हो जाती है। इस blanking period की ज्यों 2.5 H duration (अर्थात 160 µs) में 5 narrow equalizing pulses insert की जाती हैं (जिनका वर्णन आगे किया जा है) तथा उसके बाद फिर 5 broad vertical sync pulses insert की जाती है (27.3 µs की) तथा उसके बाद पुन: पाँच narrow equaling pulses insert की जाती हैं। अत: अब यह देखते हैं कि equalizing pulses क्या करती है?

"This pulse is of much longer duration in order to make it distinguishable from the H or line sync pulses. It is a little less than (5/2) H line periods. In order to avoid the interruption of line synchronization during the time the field sync pulse is operating, it is split by serrations, each 4.7 µs wide, into five half-line rhythm narrower pulses, each (32 – 4.7 =) 27.3 µs. wide. The front edges of these correspond exactly with the line sync pulses they replace. The extra half-line sync pulse edges that occur between each pair of pulse edges actually required for line synchronization, are unnecessary. However, they do hot affect the line time base as it is insensitive to pulses in these intermediate times. The half-line rhythm is necessary because, with interlaced scanning, the field sync pulses must occur at the middle of the lowest 313th line of the first or odd-field, and at the end of the lowest 625th line of the second or even-field".

इक्वलाइजिंग पल्सें (Equalizing Pulses)—जब टेलीविज़न सिगनल रिसीवर पर पहुँचते हैं तो रिसीवर डिफ्लैक्शन सर्किट्स वर्टिकल फील्ड सिन्क पल्सों तथा लाइन सिन्क पल्सों को separate करते हैं तथा serrated (टुकड़ों में बंटी) vertical sync पल्स को integrate करके एक composite single field pulse उत्पन्न करनी होती है जो vertical oscillator को trigger तथा synchronize कर सके। perfect interlace तभी प्राप्त हो पायेगा जब यह पल्स दोनों अर्थात् odd तथा even fields के लिये exactly similar conditions में होगी। किन्तु odd तथा even fields के लिये field sync pulse से पहले unequal line periods होते हैं (odd field pulse से पहले half line period तथा even field pulse से पहले full line period), अत: processing circuits में electrical conditions different होती हैं, इस uneven line period के प्रभाव को preceding line pulse तथा field sync pulse के मध्य समय अवधि को बढ़ाकर कम किया जा सकता है। इस समय अवधि को 2.5 लाइन पीरियड्स निर्धारित किया गया है। हालांकि इस अवधि में horizontal time base को भी horizontal sync pulse से वंचित नहीं रखा जाना चाहिये। इसलिये 2.3 µs) के पश्चात् की पाँच narrow pulses, प्रत्येक half line duration (32-µs) के पश्चात् इस 2.5 H पीरियड में (field sync pulses से पहले) insert की जाती हैं (चित्र 5.13)। यह पल्सें pre-equalizing पल्से कहलाती हैं। इन equalizing पल्सों की half line rhythme (लय या ताल) दोनों fields के समय line synchronization को सुनिश्चित करती है। पहली, तीसरी व पाँचवी equalizing पल्स line oscillator को odd field ending के समय synchronize करती है जबकि दूसरी व चौथी equalizing pulse even field ending पर synchronization प्रदान करती है।



चित्र 5.13—Insertion of pre-equalizing pulses

संक्षेप में कहा जाये तो, interlaced scanning में दोनों फील्ड की scanning में odd field व even field में होने वाली half line असमानता को दूर करने के लिये vertical sync pulses से पहले व बाद में पाँच-पाँच pulse add की जाती हैं जिनको क्रमशः preequalizing pulses तथा post equalizing pulses कहा जाता है। यह पाँच पतली पल्सें 2.5 line period occupy करती हैं तथा प्रत्येक पल्स की अवधि 2.3 µs होती है।

"Five Narrow pulses added on both sides of vertical sync pulses to check the half line discrepency between odd and even fields are called pre-and post equalizing pulses respectively. These narrow pulses of duration 2.3 s each occupy 2.5 line period on both side of vertical sync pulse. They shift the half line discrepency away both from the beginning and end of vertical sync pulses.

The receiver deflection circuits have to separate the vertical field sync pulses from the line sync pulses and integrate the serrated vertical sync pulse to produce a composite single field pulse which is used to trigger and synchronize the vertical oscillator. For achieving a perfect interlace, the pulse produced must be in exactly similar conditions on both odd and even fields. Because of the unequal line periods preceding the field sync pulses for odd and even fields, i.e., half line period before the odd field pulse and full line period before the even field pulse, the electrical conditions in the processing circuits are different. This effect of uneven line period can be reduced simply by increasing the interval between the preceding line pulse and the field sync pulse. This interval has been fixed at five half-line periods. During this period, the horizontal time base must not, however, be deprived of the horizontal sync pulses. For this purpose, five narrow pulses, 2.3 µs each, also occurring at half-line rhythm, are inserted in this five-half-line period before the field sync pulses. These are called the pre-equalising pulses. The half-line rhythm of equalising pulses ensures line synchronization during both the fields, the first, third and fifth equalising pulses synchronizing the line oscillator during the odd field ending, while the second and fourth pulses do so during the even field ending".

पोस्ट इक्वैलाइजिंग पल्सें (Post Equalizing Pulses)—पाँच फील्ड sync pulses के समाप्त होने के पश्चात् तथा next line sync pulse शुरू होने से पहले old field में Half line period होता है जबकि even field में full line period होता है। अतः vertical sync pulses के पश्चात् पाँच post equalising pulses insert की जाती हैं, जिससे उनका half line rhythm H sync को लगातार maintain करने हेतु पल्स प्राप्त कराता रहे (चित्र 5.13 देखें)।

यह extra pulses half line तथा full line की discrepancies को समाप्त कर देती हैं तथा receiver circuit में even तथा odd field की processing हेतु identical electrical conditions produce करने में सहायक होती हैं।

"Following the last of the five field sync pulses (during the interval elapsing before the next line sync pulse occurs) there is a half-line period for the odd field and a full line period for the next even field. The necessitates the introduction of five equalising pulses at the end of the field sync pulses also, so that their half-line rhythm provides pulses required to maintain the H sync continuously, without any missing gap.

The extra equalising pulses have an effect of moving the half-line and full line discrepancies away from the field pulses, and are useful in producing identical electrical conditions in the receiver field pulse processing circuitry, on odd and even fields, both before and after the arrival of the five field sync pulses. They allow high quality, well-interlaced pictures to be reproduced even from receivers with simpler deflecting circuits.

Post-equalizing pulses are also necessary for a fast discharge of the capacitor to ensure triggering of the vertical oscillator at proper time. If the decay of voltage across the capacitor is slow as would happen in the absence of post-equalizing pulses, the oscillator may trigger at the trailing edge which may be far-away from the leading edge and this could lead to an error in triggerring.

Thus with the insertion of narrow pre and post equalizing pulses, the voltage rise and fall profile is essentially the same for both the field sequences and the vertical oscillator is triggered at the proper instants, i.e. exactly at an interval of 1/50th of a second. By serrating the vertical sync pulses into 5 pieces and by providing pre-and post-equalizing pulses the following requirements are fulfilled :

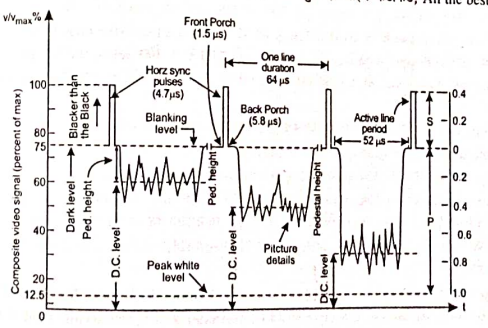
(i) A suitable field sync pulse is derived for triggering the field oscillator.

(ii) The line oscillator containues to receive triggering pulses at correct intervals while the process of initiation and completion of the field retrace is going on.

(iii) It becomes possible to insert vertical sync pulses at the end of a line after the 2nd field and at the middle of a line at the end of the 1st field without causing any interlace error.

(iv) The vertical sync build up at the receiver has accurately the same shape and timing on odd and even fields. So, proper triggering and interlacing goes on".

कम्पोज़िट वीडियो सिगनल (Composite Video Signal)—आइये, अब कम्पोज़िट वीडियो सिगनल बनाकर देखते हैं। पिछले हम picture details, sync pulses, flyback हेतु blanking pulses show करेंगे। यदि आपने इस chapter को अभी तक ध्यान से पढ़ा है तो मुझे लगता है कि यहाँ आपको मेरी help की कोई खास जरूरत नहीं पड़ेगी। आपको सिर्फ इतना करना है कि तीन horizontal lines के लिये video signal बनाकर मुझे दिखाना है। CCIR system-B standards के एक horizontal line 64 µs की होती है, जिसमे से 52 µs में picture details होती हैं जहाँ signal का amplitude scene के अनुसार peak white तथा peek black के बीच किसी न किसी grey shade में रहता है तथा इसके लिये आप एक random wave बना कर दिखा सकते हैं, अतः इन 52 µs की tension तो आपको लेनी ही नहीं है। अब बचे शेष 12 µs जिसमें retrace के लिये black level की blanking pulse insert की जाती है, अतः इन 12 µs के लिये सिगनल black level (अर्थात् 75%) पर रहेगा। इसके साथ-साथ blanking pulse के ऊपर 1.5 µs की front porch, 4.7 µs का horizontal sync pulse (75% से 100% तक) तथा 5.8 µs का back porch होता है, तो मेरी सलाह यह है कि पहले आप खुद बना कर देखो, और सुनो cheating बिल्कुल मत करना और चित्र 5.14 को तो बिल्कुल भी मत देखना, और जब बना लो फिर चैक करके देखना कितना ठीक बना लिया और क्या-क्या छूट गया। तो, किताब बंद कीजिये और शुरू हो जाइये फटाफट, All the best!



चित्र 5.14—Composite video signal for three horizontal scanning lines.

स्कैनिंग सीक्वैंस की Details (Details of Scanning Sequence)—तालिका 5.3 में प्रत्येक लाइन नम्बर तथा उसका स्कैनिंग sequence दिया जा रहा है। अब तक हमने यह तो देख लिया कि किस क्रम में स्कैनिंग होती है, पर यहाँ प्रत्येक line का नम्बर क्या होता है, यह दिया जा रहा है। Confuse मत होना, क्योंकि अभी तक हम sequence की बात कर रहे थे, अब उस sequence में प्रत्येक लाइन का क्या नम्बर है, इसकी बात कर रहे हैं।

तालिका 5.3 : Line Sequence of 625-line Interlaced Scan

First field (odd field)

Line number : one to 1st-half-of 313th line (312.5 lines)

1, 2 and 3rd 1st-half, lines	2.5 lines–Vertical sync pulses
3rd 2nd-half, 4, and 5	2.5 lines–Post-vertical sync equalizing pulses.
6 to 17, and 18th 1st-half	12.5 lines–Blanking retrace pulses
18th 2nd-half to 310	292.5 lines–Picture details
311, 312, and 313th 1st-half	2.5 lines–Pre-vertical sync equalizing pulses for the 2nd field.

Total number of lines = 312.5

Second field (even field)

Line numbers: 313th 2nd-half to 625 (312.5 lines)

313th 2nd-half, 314, 315	2.5 lines–Vertical sync pulses
316, 317, 318th 1st-half	2.5 lines–Post-vertical sync equalizing pulses
318th 2nd-half-to 330	12.5 lines–Blanking retrace pulses
331 to 1st-half of 623rd	292.5 lines–Picture details
623 2nd-half, 624 and 625	2.5 lines–Pre-vertical sync equalizing pulses for the 1st field

Total number of lines = 312.5

Total Number of Lines per Frame = 625

इन लाइन नम्बर के आधार पर field synchronizing pulse train चित्र 5.15 में प्रदर्शित है, जिसमें vertical blanking के दौरान insert sync व equalizing pulses को show किया गया है।

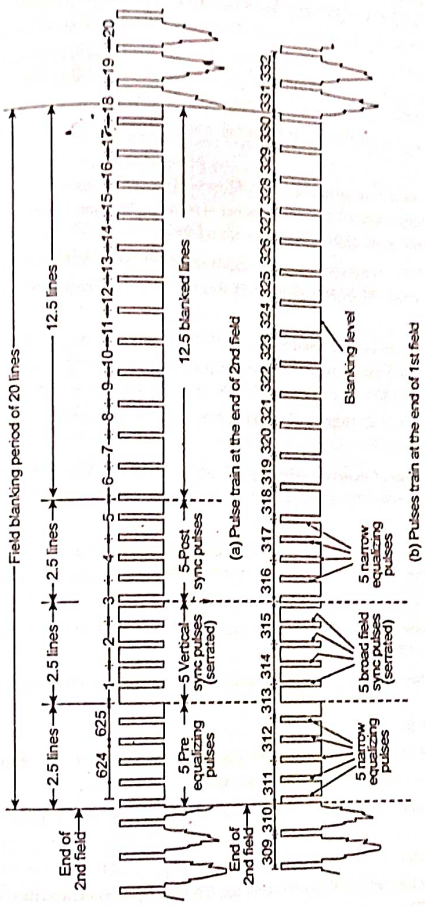
Very Important to Note—

Camera : कैमरा या पिक-अप devices द्वारा सीन को lens द्वारा photosensitive target पर focus की जाती है। target plate पर elementary areas का mosaic होता है। Photosensitive target हेतु caesium, silver, bismuth जैसे पदार्थों की photoemissive surfaces use की जाती है या फिर selenium जैसे semiconductor की photoconductive coating use की जाती है। उसके बाद इस photosensitive plate एक electron beam द्वारा scan की जाती है।

Scanning : स्कैनिंग वह प्रक्रिया होती है जिसके द्वारा target plate पर उत्पन्न charge image को एक electron beam द्वारा picture element by element (पहले horizontally तथा फिर line by line vertically move कराकर scene के अनुरूप वैद्युत सिगनल (corresponding to brightness of scene being televised) उत्पन्न किये जाते हैं।

Sequential and Interlaced Scanning : सीक्वेंशल स्कैनिंग में electron beam line by line picture frame को scan करती है। interlaced scanning में पिक्चर को fields में विभाजित किया जाता है तथा पहले एक field scan होती है तथा फिर next interlaced bandwidth में आवश्यक bandwidth reduce होती है तथा flicker को भी कम किया जा सकता है।

2 : 1 Interlaced scanning : 2 : 1 Interlaced scanning में frame को दो fields में divide कर दिया जाता है। अत: first field की scanning एक-एक लाइन छोड़कर (alternate) होती है तथा second field में बची हुई lines scan होती हैं। अत:, for 2 : 1 interlaced scanning, field frequency = 2 × frame frequency



चित्र 5.15—Field Synchronizing pulse trains of the 625 lines TV system

§ 5.9. वीडियो मॉडुलेशन तथा वैस्टीजियल साइड बैंड सिगनल (Video Modulation and Vestigeal Sideband Signal) :

(i) वीडियो सिगनल के लिये amplitude modulation use किया जाता है। मॉडुलेशन दो प्रकार से किया जाना सम्भव होता है—

Positive modulation वह होता है जिसमें peak white level को maximum level (100%) पर रखा जाता है तथा black के ओर बढ़ने पर carrier का amplitude घटाया जाता है। black तथा sync levels का lower (minimum) modulation रखा जाता है।

Negative modulation वह होता है जिसमें sync tip को maximum level (100%) पर रखा जाता है। blanking level black को correspond करते हैं तथा 75% पर रखे जाते हैं। whiteness बढ़ने पर कैरियर amplitude घटता जाता है तथा peak white पर यह minimum (around 10%) हो जाता है।

निगेटिव मॉडुलेशन प्रयुक्त किये जाने के मुख्य कारण—

(i) निगेटिव मॉडुलेशन use करने से पिक्चर सिगनल पर न्वाइस का प्रभाव कम हो जाता है।

(ii) निगेटिव मॉडुलेशन use करके ट्रांसमिटर की peak power output लगभग 30 प्रतिशत बढ़ाई जा सकती है।

(iii) निगेटिव मॉडुलेशन का use करके receiver पर AGC (automatic gain circuits) का प्रयोग किया जा सकता है।

Reasons for using Negative Modulation :

(i) Effect of Noise Interference on Picture Signal : The RF energy contained in noise pulses is spread more or less uniformly over a wide frequency range and has a random distribution of phase and amplitude. In negative system of modulation, noise pulse extends in black direction of the signal when they occur during the active scanning intervals. They extend in the direction of sync pulses when they occur during blanking intervals. In the positive system, the noise extends in the direction of the white during active scanning, which means in the opposite direction from the sync pulse during blanking.

Hence, the effect of noise on the picture itself is less pronounced when negative modulation is used. With positive modulation noise pulses will produce white blobs on the screen whereas in negative modulation the noise pulses would tend to produce black spots which are comparatively less noticeable against a grey background.

(ii) Peak Power Available from the Transmitter : With positive modulation, signal corresponding to white has maximum carrier amplitude. In negative modulation, the transmitter may be over-modulated during the sync pulses without adverse effects, since the non-linear distortion thereby introduced, does not very much affect the shape of sync pulses. So, the negative polarity of modulation permits a large increase in peak power output and for a given setup in the final transmitter stage the output increases by about 30%.

(iii) Use of AGC Circuits in the Receiver : Most AGC (Automatic gain control) circuits in receivers measure the peak level of the incoming carrier signal and adjust the gain of the RF and IF amplifiers accordingly. In negative system of modulation, such a level is the peak of sync pulses which remains fixed at 100 per cent of signal amplitude and is not affected by picture details. In the positive modulation cannot be utilized to develop true AGC voltage. Thus negative modulation has a advantage over positive modulation in this case.

(iv) Effect of Noise Interference on Synchronization : Sync pulses with positive modulation are not much affected by noise pulses. In the case of negatively modulated signal, it is sync pulses which exist at maximum carrier amplitude, and the effect of interference is both to mutilate some of these, and to produce lot of spurious random pulses. So special horizontal stabilizing circuits have been developed for use in receivers to overcome the adverse effect of noise on synchronization.

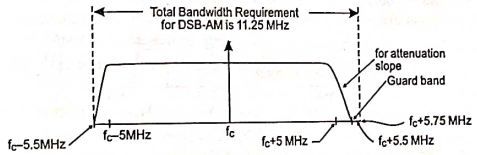
ध्यान रखें कि CCIR-B Standard में Negative modulation use किया जाता है।

Note that
Amplitude modulation is used for the video signal. The composite video signal waveform has distinct polarity for black and white levels in the picture. Hence two types of modulations are possible.

(i) Positive modulation. In this, the increase of brightness towards white causes increases of the carrier amplitude. The peak white has 100% modulation while the black and sync levels have lower and minimum modulation respectively.

(ii) Negative modulation. In this, the sync tip levels are at the 100% modulation level. Blanking level corresponding to black is at 75%, and increase in brightness towards white causes a decrease in carrier amplitude down to the minimum of 10% at peak white. The CCIR system-B uses negative modulation. Note that In negative modulation, the impulsive interference can be more troublesome because it causes a sudden random increase in the signal level which is similar to the existing sync pulses, and it is more difficult to eliminate the effects of the interference pulses on the sync system. However, the visible interference on the picture tube screen produces black spots which are let annoying than the white blobs in positive modulation systems".

(ii) वीडियो वैंडविड्थ (Video Bandwidth)—कम्पोज़िट वीडियो सिगनल में 5 MHz की वैडविड्थ allow की जाती है (lowest frequency component is dc or zero Hz, while highest video frequency is 5 MHz)। अत: यदि DSB use की जाये तो transmission bandwidth 2×5 MHz = 10 MHz आवश्यक होगी (बल्कि इससे भी थोड़ी ज्यादा क्योंकि दोनों और लगभग 0.5 MHz को attenuation slope भी प्रदान करना होगा) तथा एक 0.25 MHz का guard band भी। अत: आवश्यक bandwidth होगी (10 MHz + 2×0.5 MHz + 0.25 MHz = 11.25 MHz (चित्र 5.16 देखें)। अत: bandwidth आवश्यकताओं को save करने हेतु एक sideband को suppress किया जा सकता है क्योंकि दोनों sidebands में same information होती है, यह तकनीक SSB (single sideband) तकनीक कहलाती है तथा इससे bandwidth requirement half (= 5 MHz) रह जाती है। किन्तु TV ट्रांसमिशन में SSB तकनीक का प्रयोग करना सम्भव नहीं हो पाता क्योंकि TV signal में बहुत low frequency information (यहाँ तक कि dc भी) होती है। अत: ऐसा फिल्टर design करना लगभग असंभव है जो कि unwanted sideband को तो cut कर दे जबकि carrier आवृत्ति तथा दूसरे sideband के low frequency components को बिना किसी phase distortion के pass कर दे।



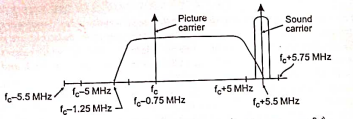
चित्र 5.16—यदि Picture modulation हेतु DSB-AM use किया जाये तो लगभग

ऐसे में, समझौते के तौर पर, एक बीच का रास्ता निकालना पड़ता है और यह रास्ता होता है vestigeal sideband modulation जिसमें एक sideband पूरा ट्रांसमिट किया जाता है जबकि दूसरे sideband का कुछ अंश (अर्थात् vestige) ट्रांसमिट किया जाता है।

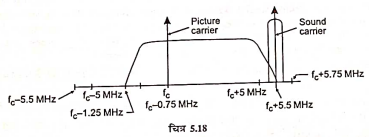
Vestigial Side Band modulation = One complete sideband together with the carrier + a vestige of partially suppressed sideband

VSB से वैंडविड्थ की बचत भी हो जाती है तथा फिल्टर डिजाइन भी सरल हो जाता है।

अत: TV ट्रांसमिशन हेतु 5 MHz का अपर साइड बैंड तथा लोअर साइडबैंड का केवल 0.75 MHz ट्रांसमिट किया जाता है। दोनों ओर 0.5 MHz attenuation slope हेतु allowance दिया जाता है, जबकि upper side पर 0.25 MHz का guard band दिया जाता है। अत: आवश्यक बैंडविड्थ (चित्र 5.17 देखें)



चित्र 5.17—VSB-AM से Bandwith requrement घटकर केवल 7 MHz रह जाती है।



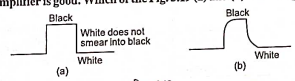
चित्र 5.18

5 MHz (for USB) + 075 (for VSB) + 0.5 × 2 (for attenuation slope allowance on both sides) + 025(Guard Band on Upper side)

$$= 5 + 0.75 + 1 + 0.25 = 7 \text{ MHz}.$$

विचार प्रश्न

(i) **Sharpness of the edges of a picture is expressed by the term picture definition or tonal gradation. In (b)good, quality picture, edges should be sharply defined, and should not appear smeared. Good definition is obtained when the high frequency brightness signal corresponding response of the video amplifier is good. Which of the Fig. 5.19 (a) and (b) whows a good picture definition?**

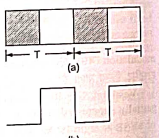


चित्र 5.19

(ii) **आपने पढ़ा होगा कि bandwidth is the highest video frequency related to the time taken in scanning two adjacent pixels. Fig. 5.20 (a) shows 4 successive pixels, and Fig. 5.20 (b) shows the corresponding 2 cycles of brightness. The time period T is the time taken in scanning one cycle or 2 adjacent pixels.**

If t is the time in second taken in scanning one line (excluding retrace time), then R_h pixels are scanned in t seconds. Therefore, 2 pixels shall be scanned in $2t/R_h$ seconds. Thus, time period, T is

$$T = \frac{2t}{R_h}$$



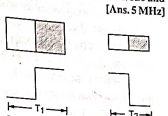
चित्र 5.20—(a) Four adjacent pixels of black and white shades; (b) Two cycles of to pixels of fig. (a)

Video bandwidth will be given by

$$\text{Bandwidth} = \frac{1}{T} = \frac{R_h}{2t}$$

On the basis of this explanation calculate the bandwidth of CCIR-B system with Rh 520 and t 52 µs. [Ans. 5 MHz]

(iii) यदि pixels छोटे होंगे तो resolution बेहतर होगी किन्तु bandwidth बढ़ जायेगी। चित्र 5.21 की सहायता से इसको समझायें। क्या आप इस बात से सहमत हैं कि resolution तथा bandwidth दोनों ही number of active lines per frame पर निर्भर करते हैं।



चित्र 5.21-Big pixel and low resolution compared to small pixel and high resolution.

(iv) **The maximum number of scanning lines per frame will depend upon the size of the focused spot of the scanning beam. Smaller the size of the spot, greater would be the number of lines that can be accommodated on a picture frame without overlapping. so, for the high-resolution systems, the electron beam has to be sharp. Discuss in your class?**

(v) **Bandwidth will also depend upon the frequency of the frames, *i.e.*, frames per second. Greater the frame frequency, less will be the time taken in scanning one line and hence higher would be the bandwidth. Discuss in your class.**

§5.10. साउन्ड मॉडुलेशन तथा इंटरकैरियर सिस्टम (Sound Modulation and Intercarrier System) :

दर्शा कि पहले भी जिक्र किया गया था कि प्रत्येक टेलीविज़न चैनल का एक अलग साउन्ड कैरियर होता है तथा इस कैरियर के द्वारे sidebands को vision सिगनल के upper या lower limit के just outside पर रखा जाता है। Sound के लिये FM प्रयोग होता है क्योंकि यह higher fidelity व noise free reception प्रदान करता है। इसमें use किये जाने वाले intercarrier sound carrier technique की चर्चा आगे के अध्यायों में विस्तार से की जायेगी, किन्तु अभी यह समझ लें कि receiver के video detector stage में picture तथा sound carriers को mix करके beat frequency उत्पन्न की जाती है जिसको intercarrier sound IF कहा जाता है। receiver पर sound IF व sound demodulator इसी intercarrier आवृत्ति पर tuned होते हैं। इस सिस्टम का advantage यह होता है sound IF receiver की local oscillator drifts से प्रभावित नहीं होती व स्थिर रहती है। picture के AM होने व sound के FM होने से दोनों के मध्य cross modulation होने की संभावना ये नहीं रहती।

ईडर्ड चैनल अभिलक्षण (Standard Channel Characteristics) : CCIR-B system standards को follow करते हुये VSB modulation में upper sideband को fully transmit किया जाता है (full 5 MHz) जबकि Lower sideband का ईक portion (only 0.75 MHz) ही ट्रांसमिट किया जाता है (चित्र देखें)। दोनों ओर 0.5 MHz का slope प्रदान किया जाता है अर्थात् lower sideband 0.75 + 0.5 = 1.25 MHz पर तथा upper sideband 5 + 0.5 = 5.5 MHz पर पूरी तरह से attenuate होता है।

साउन्ड कैरियर को 5.5 MHz पर रखा जाता है तथा इसमें 50 KHz का frequency deviation होता है। 5.5 MHz के पश्चात् 0.25 MHz का guard band प्रदान किया जाता है, अतः कुछ मिला के देखा जाये तो channel width = 1.25 MHz + 5.5 MHz + 0.25 MHz = 7 MHz होती है।



§ 5.11. साउन्ड सिगनल हेतु FM को AM के ऊपर वरीयता क्यों दी जाती है (Why FM is Preferred over AM for Sound Transmission):

Television transmision में picture carrier को amplitude modulate करके भेजा जाता है जबकि sound carrier को frequency modulate करके भेजा जाता है। साउन्ड के लिये FM को वरीयता दी जाती है क्योंकि :

(i) यह कम पॉवर consume करता है तथा noise free reception उपलब्ध कराता है।

(ii) यह 15 KHz तक high fidelity provide कर सकता है।

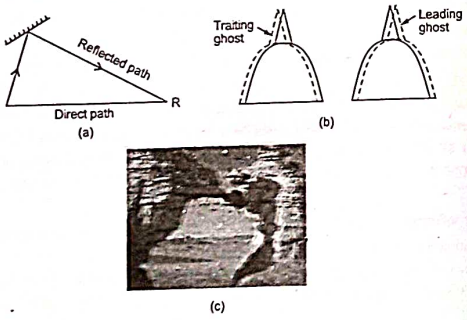
(iii) FM systems की SNR उच्च होती है। Amplifier में होने वाली random changes को FM में suppress (समाप्त) कर दिया जाता है।

(iv) FM system में capture effect के कारण weak interfering station (व्यतिकरण करने वाले सिगनल) पूरी तरह से suppress हो जाते हैं, अत: बेहतर क्वालिटी का साउन्ड उत्पन्न होता है।

हालाँकि FM का ज्यादा बैंडविड्थ चाहिये होती है किन्तु TV ट्रांसमिशन में FM को allot की गई 200 KHz के बैंडविड्थ sound transmision हेतु पर्याप्त होती है तथा FM के सभी significant sidebands (आवश्यक साइडबैंड) को accomodate (जगह देना) किया जा सकता है। अत: available bandspace (उपलब्ध आवृत्ति बैंड) के अंदर ही sound का FM transmission करके FM की सभी खूबियों का लाभ उठाया जा सकता है।

इन Advantages के बावजूद आवृत्ति मॉडुलेशन (FM) video Signal के ट्रांसमिशन हेतु उपयुक्त नहीं है क्योंकि—

(i) Video signals के FM reception के समय multipath interference के कारण ghost interference प्रभाव होता है जो कि पिक्चर को खराब करता है (चित्र 5.22 देखें)।



चित्र 5.22–Ghost inference due to multiple paths.

(ii) यदि Video signals FM से transmit किये जाये, तो different paths से arrive होने वाली same signal की दो frequencies के मध्य beats के कारण interference pattern उत्पन्न होते हैं जिनको multiple ghosts of moire pattern कहा जाता है। इससे picture की quality प्रभावित होती है।

(iii) Video signal FM द्वारा ट्रांसमिट करने पर अधिक bandwidth की आवश्यकता होती है।

अत:, वीडियो सिगनल ट्रांसमिशन हेतु VSB-AM मॉडुलेशन का use किया जाता है।

(i) AM का detection आसान होता है तथा diode detector व low pass circuit द्वारा हो जाता है।

(ii) AM detector phase की random changes को detect नहीं करता किन्तु amplitude changes को detect करता है। अत: detector की output पर phase noise नहीं होती। चूँकि आँखें phase noise के प्रति sensitive होती हैं, अत:, phase noise की अनुपस्थिति AM को picture के लिये उपयुक्त बनाती है।

FM phase changes को detect कर लेता है, अत: video हेतु उपयुक्त नहीं है।

(iii) AM की बैंडविड्थ आवश्यकतायें कम होती हैं, जबकि FM की अधिक। अत: 5 MHz video को FM पर ट्रांसमिट करने से अत्यधिक बैंडविड्थ की आवश्यकता होती है, जिसके कारण FM video transmission हेतु उपयुक्त नहीं है।

"The general advantages of FM over AM are low noise reception, pre-emphasis and de-emphasis facility, transmitter efficiency, reduced Adjacent channel Interference due to the use of guard band, less co-channel Interference and so on.

Frequency modulation, is capable of providing almost noise free and high fidelity output needs a wider swing in frequency on either side of the carrier. This can be easily allowed in a TV channel, where, because of very high video frequencies a channel bandwidth of 7 MHz is allotted. The bandwidth assigned to the FM sound signal is about 200 kHz of which not more than 100 kHz is occupied by sidebands of significant amplitude. Thus, on the available band space for sound transmission all the advantages of FM can be availed.

Frequency modulation (FM) is used for sound carriers as it offers noise-free reception with much less power than in amplitude modulaton (AM), and can provide high fidelity. Frequency modulation is not suitable for video signal as the ghost interference due to multipath reception of FM TV signals is more disturbing and annoying than in AM, besides having a larger bandwidth requirement.

In FM, the beat between two frequencies of the same signal arriving by two paths wiith different propagation delays produce interference patterns in the form of multiple ghosts of Moire patterns".

प्रश्नावली

1. (a) Television क्या होता है? एक TV communication system के विभिन्न elements पर चर्चा कीजिये।
   (b) Scanning क्या होती है?
   (c) Synchronising व Blanking pulses की क्या आवश्यकता है?
   (d) VSB व composite video signal पर चर्चा कीजिये।
2. (a) कैमरा ट्यूब के सिद्धान्त का वर्णन करें।
   (b) Sequential व interlaced scanning में अंतर स्पष्ट करें।
   (c) Explain the following:
      (i) Field and frame
      (ii) Persistance of vision and flicker
      (iii) Horizontal and vertical resolution
      (iv) Picture Element
      (v) Relationship between interlacing and Bandwidth
      (vi) Aspect Ratio
      (vii) Relation between line frequency field frequency and Video Bandwidth.
      (viii) Television standards.
   (d) Give the specifications of CCIR standard composite signal used in India for Monochrome TV.

6 कलर टेलीविज़न (COLOUR TELEVISION)

THINK ABOUT IT

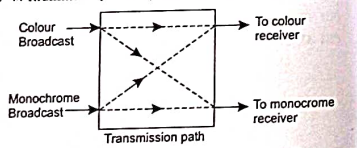
Change your life today. Don't gamble on the future, act now, without delay.

—Simone de Beauvoir

§ 6.1. परिचय (Introduction) :

शायद किसी ने यह ठीक कहा है कि रंग न होते तो दुनिया फीकी-फीकी सी होती। शायद इस दुनिया के वैज्ञानिकों को भी इस बात का अंदाजा होगा कि बिना colour के टी-वी स्क्रीन में भी कुछ सूनापन है और उन्होंने इस दिशा में कार्य करना शुरु किया होगा। वैसे भी, यह मानव की सदियों की प्रवृत्ति रही है कि ज्ञान की जितनी पर्तें उसने खोली हैं, उसकी जिज्ञासा में उतनी ही वृद्धि हुई है। किसी भी क्षेत्र में ज्ञान को पाने की इस कभी न खत्म होने वाली प्यास तथा बेचैनी का ही नतीजा है कि आज हम जिस दुनिया में खड़े हैं, तकनीकी की दृष्टि से वह गुज़रे हुये कल से बेहतर और बेहतरीन होती जा रही है। जहाँ तक टेलीविज़न इंजीनियरिंग पर आपके अध्ययन का प्रश्न है, मोनोक्रोम टी-वी को समझने के बाद अब बारी है कलर टी-वी की। चूँकि मोनोक्रोम व रंगीन टी०वी० ट्रांसमिशन व रिसैप्शन के fundamentals तो एक जैसे ही हैं, इसलिये अब तक जो अध्याय आपने पढ़े, उसमें मोनोक्रोम टी०वी० पर जोर दिया जा रहा था। अब आगे के अध्यायों में कलर टी०वी० के सिद्धान्तों का अध्ययन करेंगे तथा देखेंगे कि कलर टी०वी० सिस्टम वास्तव में मोनोक्रोम टी०वी० सिस्टम का एक ही प्रकार से विस्तार मात्र है। हम देखेंगे कि किस प्रकार से रंगीन पिक्चर को screen में उत्पन्न किया जाता है। वास्तव में, कलर टी०वी० additive colour mixing के सिद्धान्त पर आधारित होता है। इस सिद्धान्त के अंतर्गत सभी colours (including white) तीन रंगों red, green तथा blue lights को mix करके उत्पन्न किये जा सकते हैं अत: यह तीन कलर्स प्राइमरी कलर्स कहलाती हैं। अत: कलर कैमरा red, green तथा blue information हेतु वीडियो सिगनल प्रदान करता है। इन सिगनल को combine करके brightness (अर्थात् monochrome) signal के साथ ट्रांसमिट कर दिया जाता है। इस सरल शब्दों में अर्थ यह हुआ कि जो monochrome signal monochrome TV सिस्टम में जाता है, (अर्थात् luminance signal), वह तो coloured TV सिस्टम में भी जाता है किन्तु कलर टी०वी० सिस्टम में इसके साथ-साथ (additional) कलर सूचना अर्थात् chroma signal भी भेजा जाता है।

कलर टी०वी० पिक्चर ट्यूब में तीनो प्राइमरी कलर्स (Red, green तथा blue) के लिये अलग-अलग electron gun होती है। रिसीवर में तीनों कलर सिगनल separate किये जाते हैं तथा colour picture tube की तीन electron guns को फीड किया जाता है। पिक्चर ट्यूब में screen पर red, green तथा blue phosphors arranged होते हैं। प्रत्येक gun द्वारा उत्पन्न बीम flouroscent screen पर अपने colour phosphor dots को illuminate (प्रकाशित) करती है। फिर आँखे red, green, blue information को integrate (एकीकृत) करती है तथा साथ में luminance को भी, जिससे वह picture के actual brightness व colour को perceive करती हैं (अर्थात आँखों को वास्तविक दृश्य के समान colours व brightness दिखाई देती है। जब कलर टी०वी० सिस्टम की शुरुआत हुई तो यह ध्यान रखा गया कि कलर टी०वी० सिस्टम मोनोक्रोम टी०वी० सिस्टम के compatiable (अर्थात् अनुकुल या एकरूपता

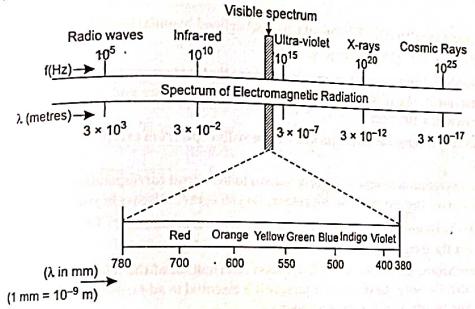


चित्र 6.1—Compatability of monochrome and colour TV systems.

रखना) हो। यहाँ पर compatibility से यह तात्पर्य है कि colour broadcast monochrome receiver पर black & white के रूप में receive किया जा सके। इसी प्रकार colour TV भी black and white broadcasts को रिसीव करने में सक्षम हो (चित्र 6.1 देखे) कलर टी०वी० ट्रांसमिशन व रिसैप्शन की विस्तृत चर्चा आगे के अध्यायों में की जायेगी पर उससे पहले यह जानना आवश्यक है कि chrominance व luminance signals क्या होते हैं, chomacity charts क्या होते हैं, human eye की colour response curve कैसी होती है, additive व subtractive colour mixing क्या होती है तथा इनसे सम्बंधित शब्दावली क्या है। इन सभी प्रश्नों का उत्तर इस अध्याय में ढूँढने का प्रयास किया जायेगा।

§ 6.2. मानव की आँखों का कलर रिस्पाँस वक्र (Colour Response Curve of Human Eye) :

यह तो आपको पता ही होगा कि सूर्य की white light केवल एक (single) wavelength नहीं होती, बल्कि frequency के एक band होती है। वास्तव में, white light electromagnetic spectrum के विशाल spectrum का एक अत्यंत नन्हा सा भाग होती है। इस भाग में (VIBGYOR) सबसे अधिक wavelength red की (लगभग 7000 Å) तथा सबसे कम wavelength violet की (about 4000 Å) होती है। (चित्र 6.2 देखें) इस भाग को visible spectrum कहा जाता है। जब इस visible spectrum से radiations suitable proportion (उपयुक्त अनुपात) में आँखों तक पहुँचते है तो आँखों को white light दिखाई पड़ती है। किन्तु यदि इस white light के कुछ भाग को फिल्टर कर लिया जाये, तथा बाकी भाग आँखों तक पहुँचे तो रंग दिखाई देंगे।



चित्र 6.2—A small portion of electromagnetic spectrum including visible range.

Human eye की मुख्य characteristics हैं :

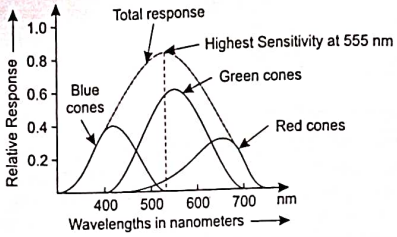
(i) Visual acuity अर्थात् picture को resolve करना, अर्थात् उसकी fine details का resolution करना।

(ii) Persistance of vision अर्थात् picture का कुछ देर आँखों के सामने persist करना (बने रहना) तथा

(iii) Brightness and colour sensation जो कि आँखों के retina पर light sensitive cellular structures (प्रकाश संवेदनशील सैलुलर संरचना) अर्थात् rods व cones के कारण होती है।

हम देखें, देखे कि किस प्रकार human eye का lens system कार्य करते हैं। यह lens system observe किये जाने वाले दृश्य की optical image को retina पर focus करता है। Retina आँखों के back side (पीछे की ओर) पर होता है जिसमें दो प्रकार के light sensitive cellular structures होते हैं, जिनको rods तथा cones कहा जाता है। इसमें rods brightness level को sense करते हैं (i.e., they perceive objects in various shades of grey from black to white) जबकि cones colour के प्रति sensitive होते हैं। यह cones तीन ग्रुप में विभाजित होते हैं तथा पहला set object के blue colour, दूसरा set red colour तथा तीसरा set green colour को detect करता है। Human eye विभिन्न colours के प्रति

कैसे respond करती है, इसको चित्र 6.3 से प्रदर्शित किया गया है। इससे स्पष्ट है कि human eye की sensitivity green light (555 nm) के लिये सबसे ज्यादा है जबकि यह spectrum के red छोर व violet छोर की ओर कम हो जाती है।



चित्र 6.3—Approximate relative response of the eye of different colours. (Note that the sensitvity in maximum for green colour)

विचार प्रश्न

(i) क्या visible spectrum के सभी colours की well defined boundaries होती हैं या फिर वह बिना किसी boundary के एक दूसरे में merge करते हैं?

(ii) The visible spectrum extends over only an octave that centers around about 5×10^{14} Hz. Explain this statement. What is an octave? What will be the starting and ending point of the octave centered at 5×10^{14} Hz?

(iii) A band stop filter stops all frequencies of the visible spectrum except 600 Hz. What colour will you see?

(iv) Each set of retina cones can be considered as a tuned circuit corresponding to a colour frequency and to convey the sensation of this colour. Do you agree? Discuss in your class.

(v) What is the frequency at which the sensitivity of eye is maximum?

(vi) What are the frequencies below red and above violet known as?

(vii) A monochrome TV contains the brightness information of the televised scene but lacks the colour details. So, to have a colour picture it is essential to add colour information production on a white raster. Explain this statement.

(viii) In formulating the requirements of a colour T.V. camera tube and reproducing systems, it is necessary to take the characteristics of human eye into considerations. Do you agree with this statement or not? Discuss in your class.

§ 6.3. थ्री कलर थ्योरी (Three Colour Theory or RGB theory) :

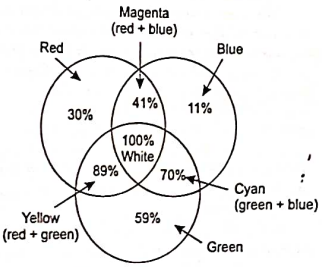
जैसा कि हमने देखा कि आखों की सभी light sensations (प्रकाश संवेदनायें) तीन main groups अर्थात् red, green व blue पर आधारित होती हैं (जबकि cones पर brightness simulus पर्याप्त मात्रा में पड़ रहा हो)। उसके बाद optical nerve system इन कलर impressions को integrate (एकीकृत) करता है। और object के actual colour (वास्तविक रंग) को perceive करता है। यह process additive mixing कहलाता है तथा colour TV सिस्टम इसी सिद्धान्त पर आधारित होते हैं। एडिटिव मिक्सिंग के सम्बन्ध में अपने कॉलेज के समय की एक घटना मुझे याद आ रही है जिसका वर्णन मैं यहाँ अवश्य करना चाहूँगा। हमारे सर ने हमें एडिटिव मिक्सिंग पढ़ाई और बताया कि किस प्रकार तीन primary colours red, green

तथा blue colour की एडिटिव मिक्सिंग से white समेत सभी colours प्राप्त हो जाते हैं, उदाहरणत: red + green से yellow, red + blue से magenta, red + green + blue से white इत्यादि। मेरे एक साथी को यह बात logical नहीं लगी तथा अगले दिन वह सर के पास red, blue व green कलर के बॉटर कलर्स लेकर पहुँच गया। उसने सर से कहा कि मैंने तो आपकी बताई proportion से red तथा green को mix करके देखा, पर मुझे तो yellow colour नहीं मिला और न ही red, green व blue मिलाने पर white मिला। यह सुन कर सर पहले तो खूब हँसे, फिर उन्होंने समझाया कि colours की mixing दो प्रकार की होती है, additive और subtractive। पेन्टिंग के case में subtractive mixing लागू होती है, अत: तीन primary colours मिलाने पर तुम्हें white नहीं बल्कि black प्राप्त होगा।

एडिटिव तथा सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग (Additive and Subtractive Mixing) : कलर की मिक्सिंग दो प्रकार से होती है—सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग तथा एडिटिव मिक्सिंग।

सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग (Subtractive Mixing) : सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग में pigments की reflecting properties (परावर्तन गुण) use होती है, अर्थात् pigments अपनी characteristic wavelength को reflect करते हैं तथा शेष सभी wavelengths को absorb (अवशोषित) कर लेते हैं। जिस wavelength को pigment reflect करता है, वस्तु उसी colour की दिखाई देती है। यदि दो या अधिक colours को mix किया जाता है, तो यह mixture दोनों pigments की common wavelength को reflect करती है। चूँकि pigments saturated (pure in colour) नहीं होते, अत: यह wavelength का एक band reflect करते हैं। इस प्रकार कि मिक्सिंग सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग कहलाती है तथा यह पेंटिंग, कलर प्रिंटिंग में होती है।

एडिटिव मिक्सिंग (Additive Mixing) : कलर टेलीविज़न सिस्टम एडिटिव मिक्सिंग पर आधारित होते हैं। इसमें दो या अधिक colours से प्रकाश को independent sources द्वारा (या filters द्वारा) प्राप्त करके एक नये कलर का combined sensation (एकीकृत संवेदन) प्राप्त किया जा सकता है। इसमें mix किये जाने वाले colours का pure होना आवश्यक है। तीन प्राइमरी रंगों, red, green व blue की additive mixing करके (in adjustable intensities) लगभग सभी कलर्स (including white) को उत्पन्न किया जा सकता है। (चित्र 6.4)।



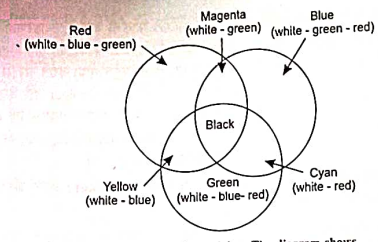
चित्र 6.4—Additive colour mixing.

Red, green व blue प्राइमरी कलर्स कहलाते हैं तथा इनको suitable intensities में add करके जो कलर्स प्राप्त होते हैं, उनको complementary कलर्स कहा जाता है। प्राइमरी कलर्स को suitable intensities में add करके complementary colours निम्नवत् प्राप्त किये जा सकते हैं (इस पुस्तक का कवर पेज देखें)।

Red + Green = Yellow
Red + Blue = Magenta (Purplish Red)
Green + Blue = Cyan (Greenish Blue)

यदि किसी प्राइमरी कलर से suitable proportion (उपयुक्त अनुपात) में complementary colour मिक्स किया जाये (जिसमें कि वह वाला प्राइमरी नहीं है) (for example जैसे red में cyan मिक्स किया जाये इत्यादि) तो white colour प्राप्त होता है (इस पुस्तक का कवर पेज देखें)।

एडिटिव मिक्सिंग चित्र 6.4 में प्रदर्शित है। चित्र 6.5 में सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग प्रदर्शित है। तीन प्राइमरी कलर्स की एडिटिव मिक्सिंग से white प्राप्त होता है जबकि सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग से ब्लैक प्राप्त होता है।



चित्र 6.5—Subtractive colour mixing. The diagram shows the effect of mixing colour pigments under white light.

ग्रासमैन्स का नियम (Grassmans's Law) : यदि दो कलर्स को मिक्स किया जाये तो eyes उन कलर्स को distinguish (विभेद) नहीं कर पातीं बल्कि resultant (परिणामी) कलर को perceive (देख पाती हैं) करती हैं। अत: eyes इस प्रकार behave करती हैं कि तीन प्रकार के cones का output additive (योग) होता है। Eyes की यह property जिससे कि उससे उत्पन्न response (अनुक्रिया) red, green व blue inputs का algebraic sum (बीजगणितीय योग) होता है, Grassman's law कहलाता है।)

"All light sensations to the eye are divided into three main groups. The optic nerve system then integrates the different colour impressions to perceive the actual colour of the object being seen. This is known as additive mixing and forms the basis of colour television system.

Mixing of colours can take place in two ways—subtractive mixing and additive mixing. In subtractive mixing, reflecting properties of pigments are used, which absorb all wavelengths but for their characteristic colour wavelengths. When pigments of two or more colours are mixed, they reflect wavelengths which are common to both. This type of mixing takes place in painting and colour printing.

In additive mixing light from two or more colours obtained either from independent sources or through filters can create a combined sensation of a different colour.

The additive mixing of three primary colours—red, green and blue in adjustable intensities can create most of the colours.

Red, green and blue are called primary colours. These are used as basic colours in television. By pairwise additive mixing of the primary colours the following complementary colours are produced.

Red + Green = Yellow

Red + Blue = Magenta (purplish red shade)

Blue + Green = Cyan (greenish blue shade)

If a complementary is added in appropriate proportion to the primary which it itself does not contain, white is produced.

The eye is not able to distinguish each of the colours that mix to form new colour but instead perceives only the resultant colour and this is known as Grassman's law.

मोनोक्रोम या ब्राइटनैट सिगनल, जिसको luminance कहा जाता है, एक resistance matrix (या सरल शब्दों में, potential divider circuits) द्वारा तीन कैमरा outputs R, G, B को 0.3, 0.59, व 0.11 की अनुपात में add करके प्राप्त किया जाता है। इन अनुपात को लेने का यह कारण है कि white light में यह तीन कलर्स इसी अनुपात में होते हैं। अत: यह अनुपात लेने पर तीनों कलर्स equal voltage उत्पन्न करेंगे। अत: इन कलर्स को इस अनुपात में लेने पर resistance matrix के common resistance R_c पर उत्पन्न वोल्टेज scene की brightness को represent करती है तथा इसको luminance signal या Y कहा जाता है।

$$Y = 0.3\,R + 0.59\,G + 0.11\,B$$

"So, Y signal contains the brightness variations of picture information and is formed by adding three camera outputs (R, G, B) in the ratio 0.3, 0.59 and 0.11 respectively. The proportions are takens as there because of difference in senstivity of human eye to different colours according to relative luminyosity curve of human eye. The outputs adjusted to a uniform maximum level by 1 V for the standard white and attenuated proportionally by the resistive matrix. Y has a maximum value if 1 V for peak white and for other levels, contains the gray scale information of the picture."

विचार प्रश्न

(i) **The sum of luminuosity contribution is shown in the table. Fill the blanks, indicating the corresponding colour, and complete the table.**

Y	Colour
1.0	White
0.89	
0.7	
0.59	
0.41	
0.3	
0.11	
0	Black

(ii) सरिता ने magenta colour का टॉप पहना हुआ है जबकि प्रिया ने cyan colour का। Monochrome television screen पर किसका top अधिक bright दिखाई देगा। क्यों?

(iii) इस पुस्तक के कवर पेज की बैक साइड पर दिखाये गये चार्ट में कलर्स को उनकी luminance के बढ़ते क्रम में arrange किया गया है या घटते क्रम में? तर्क सहित उत्तर दें।

§6.4. स्पैक्ट्रल कलर्स के ट्राइस्टीमुलस मान (Tristimulus Values of Spectral Colours) :

विभिन विश्लेषणों से प्राइमरी रंगों की वेवलैंथ व उनसे विभिन्न रंग उत्पन्न किये जाने हेतु आवश्यक intensities (तीव्रता) की स्टैंडर्ड values निर्धारित हैं। Red, green व blue colours की wavelength क्रमश: 7000 Å, 5461 Å व 4388 Å निर्धारित की गई हैं।

तीन प्राइमरी कलर्स से complementary colours उत्पन्न करने हेतु components values (या fluxes) को भी standardized (मानकीकृत) किया गया है तथा यह spectral colours की tristimulus values कहलाती हैं। colour TV के reference white हेतु प्राइमरी कलर का mixture 30% red, 59% green व 11% blue होना चाहिये।

The red, green and blue colours have been fixed at wavelengths of 7000 Å, 5461 Å and 4388 Å respectively. The component values of the three primary colours to produce various other colours have also been standardized and are called the tristimulus values of the different spectral colours. The reference white for colour television has been chosen as a mixture of 30% red, 59% green and 11% blue. These percentages for the light fluxes are based on the sensitivity of the eye to different colours. Hence

1 lumen of white light =

0.30 lumen of Red light +

0.59 lumen of Green light +

0.11 lumen of Blue light"

विचार प्रश्न

(i) According to law of colour additive mixing
1 lumen of white light
= ..... lumen of yellow + ... lumen of Blue
= ..... lumen of cyan + ... lumen of Red
= ..... lumen of magenta + ... lumen of green

§ 6.5. ल्यूमिनैंस, ह्यू व सैचुरेशन (Luminance, Hue and Saturation) :

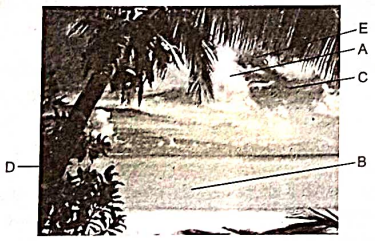
किसी कलर की visual information (दृश्य सूचना) को specify (विशिष्टिकृत) करने हेतु तीन अभिलक्षण आवश्यक हैं—(i) Luminance या brightness (ii) Hue या tint तथा (iii) saturation। आइये देखें कि इनका क्या अर्थ है

(i) ल्यूमिनैंस या ब्राइटनैस (Luminance or Brightness) : यह light intensity की मात्रा है जो कि eye द्वारा perceive (ग्रहण) की जाती है तथा यह कलर पर निर्भर नहीं करती। ब्लैक एंड व्हाइट पिक्चर में ज्यादा lighted parts (प्रकाशित भाग) का luminance ज्यादा व कम lighted parts का luminance कम होता है। विभिन्न कलर्स में luminance की मात्रा कम या ज्यादा हो सकती है।

"Luminance is the amount of light intensity as perceived by the eye regardless of the colour. In black and white pictures, better lighted parts have more luminance than the dark areas. Different colours also have shades of luminance in the sense that thought equally illuminated appear more or less bright as indicated by the relative brightness response curve."

विचार प्रश्न

चित्र 6.6 में प्रदर्शित चित्र में पाँच विन्दु A, B,C, D व E चिन्हित हैं। इन विन्दुओं को luminance के बढ़ते क्रम में arrange कीजिये।



चित्र 6.6

ह्यू या टिंट (Hue or Tint) : यह received light (रिसीस किये गये प्रकाश) का सबसे predominant spectral colour (मुख्य रंग) होता है। अत: किसी object का colour उसकी hue या tint से पता चलता है। जैसे संतरे का hue orange होता है, हरी पत्तियों का hue हरा होता है लाल टमाटरों का Hue लाल होता है, इत्यादि। विभिन्न hues spectral radiation की विभिन्न wavelength के कारण उत्पन्न होते हैं।

"Hue is the main spectral colour of the received light. Thus colour of any object is distinguished by its hue or tint. The green grass have green hue and red apple have red hue. Different hues result from different wavelengths of spectral radiation and are perceived as such by the sets of cones in the retina."

(iii) सैचुरेशन (Saturation) : यह colour light की spectral purity (शुद्धता) होती है। इससे पता चलता है कि किसी colour में अन्य colours की मिलावट कितनी है (या, कलर में white की मात्रा कितनी कम है)। एक पूर्णत: saturated colours में white की मात्रा शून्य होती है। Hue तथा saturation को कलर का chrominance या chroma कहा जाता है।

"Saturation is the spectral purity or the colour light. Since single hue colours occur rarely alone, this indicates the amount of other colours present. Thus, saturation may be taken as an indication of how little the colour is diluted by white. A fully saturated colour has no white."

विचार प्रश्न

(i) क्या Chrominance में colour की brightness information होती है ?
(ii) एक गहरे लाल रंग व हल्के लाल रंग में किसकी saturation अधिक है ?
(iii) Colour की किस characteristics के कारण dark red monochrome TV में black दिखेगा जबकि light blue gray दिखेगा ?

"The human eye is most sensitive to green at a wavelength of about 555 nm. Its ability to distinguish between shades of similar colour is limited and hence, satisfactory colour reproduction is possible even though some of the true spectral shades are omitted. Resolution of colour is difficult in objects of small size which appear as objects of black and white shades only. Hence it is possible to transmit high resolution details as luminous information only. The eye tends to integrate or add on the effect of small units of colour very close to one another. Colours light can be expressed by the following characteristics :

(i) Brightness or Luminance : This is the amount of light intensity or energy received by the eye regardless of colour.

(ii) Hue : This is the predominant spectral colour of the received light.

(iii) Saturation : This indicated the spectral purity of colour light. Since single frequency colours rarely occur alone, this indicates the amounts of other colours present, iethe amount of pastel shading.

§ 6.6. क्रोमैटिसिटी डायग्राम (Chromaticity Diagram) :

क्रोमैटिसिटी डायग्राम में सभी spectral colour तथा उनके mixtures, उनमें उपस्थित प्राइमरी colours की tristimulus value के आधार पर space coordinates द्वारा प्रदर्शित किये जाते हैं।

"Chromaticity diagram is a space coordinate representation of all the spectral colours and their mixtures base an tristimulus values of the primary colour they contain. In two dimensions, it represents hue and saturation, and a third dimension, if extended, represents relative brightness of the colour."

चित्र 6.7 (a) में प्रदर्शित two dimensional chromacity diagram hue व saturation को $x-y$ plane में represent करता है। यदि three dimensional चित्र draw किया जाये (6.7 (b)) तो Z-axis colour की relative brightness को प्रदर्शित करती है।

चित्र 6.7 (b) में प्रदर्शित chromacity diagram से निम्न बातें स्पष्ट होती हैं:

(i) Chromacity diagrams में सातों rainbow colours (अर्थात VIBGYOR) horse shoe shaped triangular curve (त्रिभुजाकार वक्र) में arranged हैं।

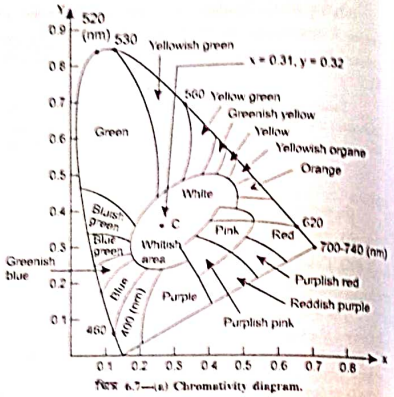
(ii) विभिन्न pure spectral colours curve की परिधि (perimeter) पर स्थित हैं तथा curve के corners (कोने) तीन primary colours (अर्थात R, G व B) को represent करते हैं।

(iii) जैसे जैसे हम curve के अंदर जाते हैं, colours desaturate (अशुद्ध) होने लगते हैं अर्थात् उनमें कुछ white light भी mix होने लगती है।

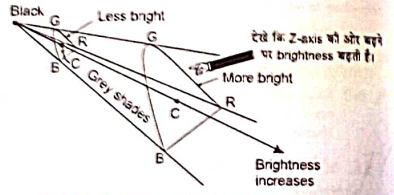
(iv) White colour इस curve के center में (x = 0.31) तथा y = 0.32 पर) स्थित है (बिन्दु C पर)। बिन्दु उस व्हाइट लाइट को प्रदर्शित करता है जो प्राइमरी colours की hues को मिलकर बनी है। व्हाइट का यह शेड TV ट्रांसमिशन तथा रिसैप्शन में प्रयुक्त किया जाता है। आँखे इस शेड को तभी व्हाइट देखती है जब इसमें निर्धारित वेवलैंथ (अर्थात् λ_R = 7000 Å, λ_G = 5461 Å तथा λ_B = 4358 Å) के प्राइमरी कलर्स R = 30%, G = 59% तथा B = 11% के अनुपात में हो।

(v) Chromaticity diagram का advantage यह है कि simple geometrical construction (सरल ज्यामितीय संरचना) द्वारा दो या अधिक colour lights का additive mixing का result पता लगाया जा सकता है।

(vi) यदि colour की brightness बढ़ती है तो Z-axis की ओर curve का size बढ़ता है (चित्र 6.7 (b))।



चित्र 6.7—(a) Chromativity diagram.



चित्र 6.7—(b) Representation of luminance (brightness)

"Chromaticity diagram is formed by all the rainbow colours arranged along a horseshoe-shaped triangular curve. The various saturated pure spectral colours are represented along the perimeter of the curve, the corners representing the three primary colours—red, green and blue. As the central area of the triangular curve is approached, the colours become desaturated representing mixing of colours or a white light. The white lies on the central point 'C' with coordinates x = 0.31 and y = 0.32.

With the help of chromaticity diagram, it is possible to determine the result of additive mixing of any two or more colour lights by simple geometric construction. The colour diagram contains all colour of equal brightness."

§ 6.7. लक्स, ल्यूमैन तथा कैन्डेला (Lux, Lumen and Candela) :

ल्यूमिनस इन्टैन्सिटी (Luminous intensity) : Luminous intensity light intensity का वह माप होती है जो कि source किसी एक निश्चित area में किसी particular direction में emit करता है। Luminuous intensity का unit candela (या Cd) होता है।

Visible light is the range of the electromagnetic spectrum of radiant energy that can be perceived by the human eye. The effect of visible (luminous) energy on the eye depends upon the wavelength and is expressed as the relative luminosity of monochrome radiation. This spectral response curve varies from observer to observer (but only to some extent).

The term luminosity or brightness means the subjective visual sensation of brightness of light or colour, evaluated in terms of the luminuosity function.

Luminous intensity is the measure of the light intensity (for stimulating visual sensation) at which the source of source emits light in a particular direction. The international unit of luminous intensity is the candela (Cd) which is equivalent to 1/60th of the luminous intensity radiated by one centimetre of a black body (full radiator) at the temperature of solidification of platinum (1775°C), at right angles to its surface. Luminous intensity gives no information about the total amount of light flux emitted right angles to its surface.

Luminous flux is the radiated luminous power (power of visible light) expressed in terms of its effect on the average or normal human eye. The unit of luminous flux is lumen (lm) and is the luminous flux emitted per unit solid angle (steradian) by a uniform point source of one candela.

Luminance is the quantity of light intensity emitted per square centimetre of an illuminated area and hence it is an attribute of surface emitting or reflecting it. The international unit of luminance is the stilb (sb) which is the luminance of a surface having luminous intensity of one candela per square centimetre.

Illumination or illuminance is the average luminous flux incident onto a surface. Its unit is lux (lx). Lux is defined as the illuminance of a surface area of 1 square metre, over which a luminous flux of 1 lumen is uniformly distributed. It is also expressed in foot-candles as the illuminance of a surface area of one square foot, over which a luminous flux of one lumen is uniformly distributed. One foot candle is equivalent to 10 lux."

विचार प्रश्न

(i) Complete the following table

Quantity	Unit
(i) Luminous Intensity	
(ii) Luminance	
(iii) Illuminance	

§ 6.8. कलर ताप तथा स्टैंडर्ड इल्यूमिनैंट्स (Colour Temperature and Standard Illuminants; 3000 K and 6500 K) :

कलर टैम्पेरेचर का तात्पर्य उस परम ताप से है जिस पर एक black body को raise (ताप बढ़ाना) किया जाना चाहिये जिससे कि वह कलर उत्पन्न हो सके। कलर टैम्पेरेचर के आधार पर किसी कलर का standardization (मानकीकरण) आसानी से किया जा सकता है। उदाहणत: white line तीन primary colour का additive मिश्रण है किन्तु इन primaries की intensity व spectral frequencies में variation (परिवर्तन) होने पर whiteness भी vary करेगी। यदि blue emission dominant (यानि नीले रंग की मुख्यता है) है तो monochrome picture tube का phosphor cold bluish whiteness उत्पन्न करेगा जबकि red का dominance (मुख्यता) warm brownish result देगा। अत: ऐसे में standard whiteness को define करना मुश्किल हो जायेगा। अत: whiteness को यदि black body radiation पर आधारित किया जाये तथा उसके colour temperature से refer संदर्भित किया जाये तो सुविधाजनक रहता है। तब हम कह सकते हैं कि **the absolute temperature to which a black body must be raised to render a desired white light is called the colour temperature of whiteness.** अर्थात वह परम ताप जिस पर black body वांछित श्वेत प्रकाश उत्पन्न करने लगती है, whiteness का कलर ताप कहलाता है। इसी प्रकार सब colours के colour temperature standardized किये जा सकते हैं।

As we know that white light is a mixture of the component primaries in the visible spectrum the whiteness varies with the intensity and the spectral frequencies in each. The predominance of its primaries can give it a corresponding tinge. Predominance of blue emissions, from the phosphor of monochrome

picture tube gives out a rather cold bluish rendition while the preponderance of red emissions gives a warm brownish flavour. It becomes thus difficult to define a standard white on the basis of intensity and spectral frequencies. But whiteness can be conveniently based on the basis of black body radiation, or its colour temperature defined as the absolute temperature to which a black body must be raised to render a desired standard white light.

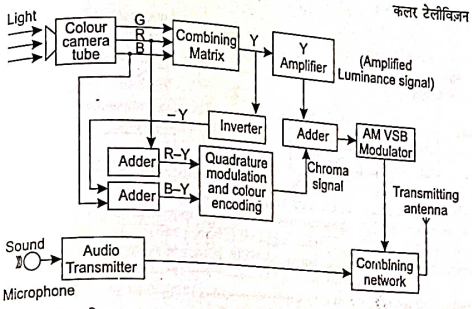
Reddish light from a candle measures to a colour temperature of 1000 K, and a photo flash gives a whiter light at a temperature of 3000 K. An incandescent tungsten lamp produces light at around 3300 K while quartz halogen lamps gives whiter light above 5000 K. Sunshine is pure white at colour temperature of 6000 K, rising to higher values of up to 9,000 K, if skylight blue is to be effected. In television systems, this has been fixed for standard daylight at 6500 K, corresponding to what is known as illuminent D or D 6500. There have been other standards like the standard white A (incandescent tungsten lamp), white B (sunlight at noon), standard white C (somewhat blue normal light) and so on."

विचार प्रश्न

Addition का अर्थ होता है जोड़ना जबकि subtraction का अर्थ होता है घटाना या कम करना। उदाहरणत: यदि Additive mixing द्वारा yellow colour बनाना है तो red तथा green को suitable intensites में add करना होगा किन्तु यदि subtractive mixing द्वारा yellow colour बनाना है तो उसके लिये white में blue को निकालना पड़ेगा। ऐसे में, मुझे ऐसा लगता है कि additive mixing को practically करके देखा जा सकता है (तथा जिसके द्वारा colour television की screen पर colours उत्पन्न किये जाते हैं) किन्तु subtractive mixing एक सैद्धान्तिक concept है जिसको हम प्रैक्टिकली करके नहीं देख सकते क्योंकि किस कलर से किसी दूसरे कलर को निकालना practically possible नहीं है। यह केवल मानव की eyes का एक perception मात्र है। क्या आप मेरी इस बात से सहमत हैं ? हाँ या नहीं में उत्तर देते हुये अपने उत्तर के support में तर्क दीजिये।

§ 6.9. ल्यूमिनैंस तथा क्रोमा सिगनल (Luminance and Chroma Signal) :

जैसा कि मै इस chapter में बार-बार बताने की कोशिश कर रहा हूँ, colour transmission में luminance signal (ब्राइटनैस की सूचना) के साथ साथ chrominance signal (कलर सिगनल) भी भेजा जाता है। इसको समझने के लिये कलर ट्रांसमिटर का ब्लॉक डायग्राम चित्र 88(a) में प्रदर्शित है। पिक्चर एलीमैंट्स की information को तीन प्राइमरी कलर्स में separate (विभाजित) किया जाता है। Dichroic mirrors (Dichroic mirror एक विशेष प्रकार का mirror होता है जोकि एक विशेष कलर को reflect करता है जबकि शेष रंगों के लिये पारदर्शी होता है)। की prisms तथा colour filters का use करके colour information red, green व blue में separate (पृथक) हो जाती है। प्रत्येक colour में present brightness (चमक) को colour camera tubes, द्वारा electrical signal में convert किया जाता है। अब यह तीन colour signal एक resistive matrix से pass किये जाते हैं (using Grassman's law) तथा luminance signal Y प्राप्त किया जाता है। चित्र 6.8 (a) में इसको प्रदर्शित किया गया है। Luminance सिगनल में brightness information (प्रकाश की तीव्रता से संबधित सूचना) होती है। चित्र 6.8 (a) में आपको एक बात यह भी दिखाई देगी कि Y सिगनल को Invert (प्रतिलोमित) करके ($-Y$) signal generate किया गया है। एक एडर में इसे R से add करके ($R-Y$) सिगनल जनरेट किया गया है, तथा दूसरे adder में इसे B से add करके ($B-Y$) सिगनल जनरेट किया गया है। एक कलर एनकोडर इन difference signals (अंतर संकेत) का quadrature amplitude modulation (QAM) करता है तथा कलर एनकोडर की आउटपुट chroma signal कहलाती है। chroma signal में कलर information होती है। अब luminance signal Y तथा chrome signal C को add करके यह main video carrier का VSB-AM करते हैं। इसे colourplexed modulated सिगनल को एक frequency modulated audio signal से combine करके antenna द्वारा transmit कर दिया जाता है।



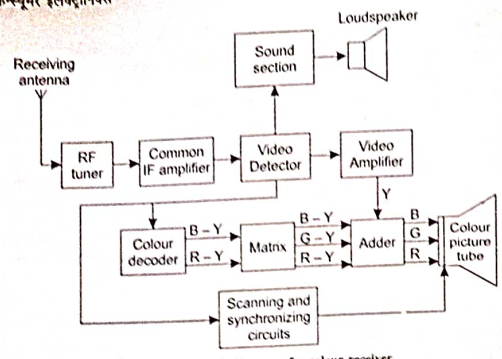
चित्र 6.8—(a) Basic block diagram of a colour transmitter

"Luminance signal : *This signal consists only brightness variation of picture information including fine details as in monochrome signal. The luminance signal reproduces the signal in Black and White.*

Chrominance signal : *This signal contains colour information. It is transmitted as modulation an subcarrier.*

For colour transmission the colours from a picture are separated into three primary colours, red, green and blue with the help of prisms of dichroic mirrors and colour filters. The brightness present in each colour is converted by colour camera tubes into three electrical signals. The three colour signals are passed through a combining resistive matrix to obtain resultant luminance signal (called Y signal), using Grassman's law. Colour signals are sent in the form of colour difference signals. A colour subcarrier (4.43 MHz in European system and 3.58 MHz in American system) is modulated by two colour difference signals ($B-Y$ and $R-Y$) using synchronous quadrature modulation (popularly known as QAM). This is called colour encoder. Its output is called chroma signal (or C signal). Then luminance signal Y and chroma signal C are added and modulate the main video carrier signal, using AM VSB (amplitude modulated vestigeal sideband) technique. The modulated RF carrier through a common transmitting antenna with the help of combining network (or diplexer)."

तो दोस्तों, हमने देखा कि कलर ट्रांसमिशन किस प्रकार से होता है। आइये, इस चैप्टर को समाप्त करने से पहले एक बार संक्षेप में colour reception (कलर अभिग्रहण) को भी समझने की कोशिश करते हैं। कलर रिसीवर का सरलीकृत ब्लॉक डायग्राम चित्र 6.8 (b) में प्रदर्शित है। कलर रिसीवर विडियो डिटैक्टर तक मोनोक्रोम रिसीवर के समान होता है। कलर रिसीवर का विडियो डिटैक्टर Y तथा C सिगनलों डिटैक्ट करता है। कलर डिकोडर सैक्शन में C सिगनल को बैंड पास फिल्टर की सहायता से separate (पृथक) किया जाता है, amplify किया जाता है तथा उसके बाद ($R-Y$) तथा ($B-Y$) सिगनलों को synchronous quadrature detector (अर्थात् QAM) की सहायता से demodulate किया जाता है। अब इन ($B-Y$) तथा ($R-Y$) सिगनलों की सहायता से $G-Y$ सिगनल जनरेट किया जाता है तथा फिर इन तीनों डिफरैंस सिगनल से Y सिगनल add करके original primary colour signals (*i.e.*, R, G, B) (उन कलर सिगनल के समान सिगनल को कि मूल दृश्य द्वारा प्राप्त हुए थे) प्राप्त किये जाते हैं। इन तीन सिगनलों को तीन अलग phosphors पर डालकर Red, Green तथा Blue colours उत्पन्न होते है तथा आँखे इनको integrate (एकीकृत) करके वास्तविक कलर उत्पन्न करती है। Screen पर deflection coils (विचलन कुण्डलियाँ) बहुत तेजी से beams की scanning कराती हैं तथा moving colour picture screen पर दिखाई देती है। कलर रिसीवर की साउन्ड प्रोसैसिंग मोनोक्रोम रिसीवर के समान होती है।



चित्र 6.8—(b) Block diagram of a colour receiver.

तो यह है, संक्षेप मे कलर ट्रांसमिशन तथा रिसैप्शन की कहानी। इससे आपको मोटे तौर पर यह तो समझ मे आया होगा कि किस प्रकार कलर टी० वी० प्रणालियां कार्य करती है। पर साथ मे मुझे यह भी लगता है कि यह संक्षिप्त explainations कई सवाल भी खड़े करती है। यदि कोई जागरूक छात्र इस explaination को पढ़ता होगा तो उसके दिमाग मे कई सारे प्रश्न उठने लगेंगे जैसे resistive matrix क्या होती है, डिफरैंस सिगनल उत्पन्न करने की क्या जरूरत है, दोनो डिफरैंस सिगनल का modulation केवल एक सबकैरियर का use करके कैसे हो जाता है, carrier तथा sub carrier मे क्या अन्तर है, QAM क्या होता है, कलर encoder किस प्रकार कार्य करता है, जब $(R-Y)$ व $(B-Y)$ उत्पन्न किये जाते है तो बेचारे $(G-Y)$ ने क्या कुसूर किया है जो उसे छोड़ दिया जाता है, synchronous detection क्या होता है, colour picture tubes कैसे कार्य करती है, इत्यादि इत्यादि। अगर वास्तव मे, आपके दिमाग मे यह प्रश्न अपने आप आये है तो आप निश्चय ही बधाई के पात्र है तथा आप really एक जागरूक student है किन्तु इन सब प्रश्नो के उत्तर पाने के लिये आपको आगे के चैप्टर्स को भी उसी परिश्रम एवं धैर्य से पढ़ना पड़ेगा, जितने धैर्य व परिश्रम से आप इस पुस्तक को अभी तक पढ़ते आये है, so, my dear, carry on, its not so difficult!

Important to Note

All objects that we observed are focussed sharply by the lens system of the eye on its retina. The retina is located at the backside of eye and has right sensitive organs which measure visual sensation. The retina is connected with the optic nerve which conducts light stimuli as sensed by the organs to the optical centre of the brain. According to the theory given by Helmholtz the light sensitive organs are of two type i.e., Rods and Cones.

The rods provides brightness sensation and so perceive objects only in various shades of gray from black to white. The cones that are sensitives to colour are basically in three different groups, red, green and blue. They are called primary colours because all other colours can be obtained by mixing these three colours in appropriate proportions. For each and every colour one set of cone is there and each group of cones can thus be thought of as a set 'tuned' to only a small band of frequencies.

When any two primary colours of equal intensity are mixed, the resultant colour is called complementary colours. They are also known as secondary colours. There are three complementary colours : yellow, cyan and magenta.

These are obtained as follows :

Red + Green → Yellow
Green + Blue → Cyan
Blue + Red → Magenta

They are known as complementary colours because when combine with the remaining primary colour, they give white. Like Cyan is complementary colour of Red because Green plus blue will give white.

Additive Mixing of Colours :

It is a method of producing various colours. When lights of two or more different colours are mixed and projected on a white screen, the eye perceives it as a combined colour. All light sensations to the eye are divided into three main groups. The optic nerve system than integrates different colours according to the relative response of eye perceive actual colour of the object being seen. Example : a yellow colour can be seen by the eye when red and green groups of cones are exited at the same time with corresponding intensity ratio.

Additive colour mixing is the basis of the colour television and in this light from two or more colours obtained either from independent sources or through filter can create a combined sensation of a different colour.

Subtractive Mixing :

Subtractive mixing pertains to the subtraction of the colour from white. The net colour receive after subtraction will be the colour of the object.

Subtractive Mixing is used in colour photography where mixtures are obtained by subtracting individual primary colours from white light by means of colour filters. Thus, cyan, magenta and yellow are subtractive primary colours used to filter out red, green and blue respectively.

The eye is not able to distinguish each of the colours that mix to form a new colour but instead it perceives only the resultant colour. Thus the eye behaves as though the output of the three types of cones are additive. This property of eye of producing a response which depends on the algebraic sum of the red, green and blue inputs is known as Grassman's law.

Note that :

In additive mixing :
Additive or primary colours : R, G and B
R + G = Yellow
G + B = Cyan
B + R = Magenta
R + C = White
G + M = White
B + Y = White
R + G + B = White

In subtractive mixing
Subtractive or Secondary Colours : C, M and Y
W – R = Cyan
W – G = Magenta
W – B = Yellow
C – M = Blue
M – Y = Red
Y – C = Green
C + M + Y = Black

W – R – G = Blue
W – G – B = Red
W – R – B = Green

Equal quantities of primary colour do not appear to be equally bright and they do not involve equal amounts of light energy.

The component values of the three primary colours to produce various other colours have also been standardized and are called tristimulus values of different spectral colours.

Reference white has been chosen to be a mixture of 30% red, 59% green and 11% blue.

If the concentration of luminous flux is reduced by a common factor the resultant colour will still be white, though it brightness level will decrease.

Coloured light has three components to specify its visual information—Hue, Saturation and luminance. These are defined as follows :

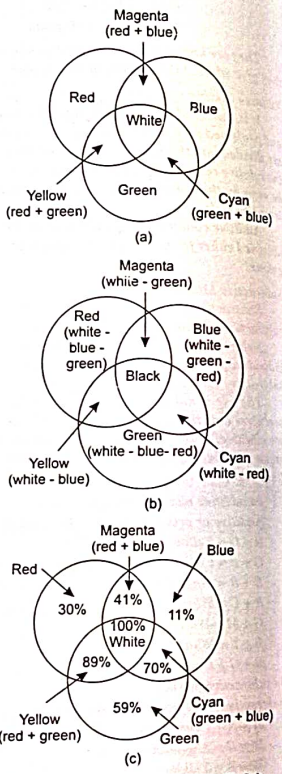
Hue : *The colour of any object is distinguished by its hue. Different hues result from different wavelengths of spectral radiation and are perceived as such by the sets of cones in the retina. Hue is also called as tint and it is independent of brightness. Apples have red hue and grass has green hue.*

Saturation : *It represents the percentage of white in a colour saturation and is taken as how much the colour is diluted by white. Absence of white in a colour makes it fully saturated colour. If a colour is not fully saturated it means some percentage of white is present in that colour. The hue and saturation of a colour is known as chrominance. Chrominance is also known as chroma.*

Luminance : *It is the measure of visual sensation of the quantity of brightness of light emitted from a pixel. The output of a monochrome TV camera is proportional to the luminance for each pixel. If the pixel is having a colour or hue, the output of monochrome TV camera is proportional to the luminance for each pixel. If the pixel having a colour or hue, the output of monochrome TV camera will be automatically reduced to its brightness value perceived by the eye. In the case of colour camera it is adjusted so that the output should be according to the full intensity of the pixel. Hence the output of the colour camera is to be reduced by a factor to get the luminance and it is represented by Y. The luminance is given by Grassman's law which is given as follows :*

$$Y = 0.59G + 0.30R + 0.11B$$

where G, R, B are the intensities of green, red and blue colour.



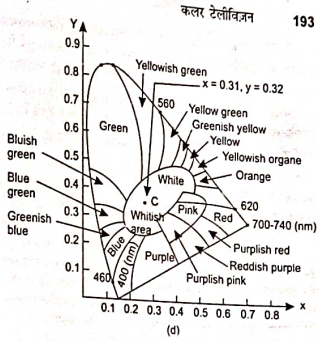
चित्र 6.9—(a) Additive colour mixing, (b) Subtractive colour mixing, (c) Percentage colour distribution in additive colour mixing

The chromaticity diagram is a convenient three dimensional representation hue, saturation and luminance for all colours. Hue and saturation are represented by X, Y coordinates and luminance by Z coordinate. It is a two dimensional representation of hue and saturation in X – Y plane and it is a horse-shoe shaped triangle. Spectral colours are shown along the periphery of the curve and non-spectral colours on the base line at the bottom. Corners representing the three primary colours and white is shown inside the curve.

The Z-axis represents brightness and in this case the diagram will be like a pyramid. At the vertex of the pyramid the brightness is zero and no colour would be appear, so the vertex represents black. The base surface of the pyramid looks white i.e. brightness is maximum at base surface. So on moving from base to vertex the brightness changes from white to black.

From the chromaticity diagram note that red, green and blue have been standardized at wavelengths of 7000, 6461 and 4388 Angstroms respectively, X and Y denote colour coordinates. and white lies at X = 0.31 and Y = 0.32

Remember the Fig. 6.9 (a), (b), (c) and (d).



चित्र 6.9—(d) Chromarcity diagram.

§6.10. कलर टेलीविज़न सिगनल (Introduction to Colour Television Signal) :

जैसा कि आपको पिछले अध्याय में बताया गया था कि यदि हमें पिक्चर का colour reproduction (रंगो का पुनरोत्पादन) लाना है तो प्रत्येक picture element की brightness information के साथ-साथ उसकी कलर इनफॉरमेशन भी ट्रांसमिट करनी पड़ेगी। Colour Information से तात्पर्य है कि प्रत्येक element में primary colours (RGB) की Relative Content (सापेक्ष अनुपात) को कैमरे से find करके उसके proportional electric signal generate करना पड़ेगा और यह colour information (अर्थात् chrominance signal) भी ट्रांसमिट करना पड़ेगा। सरल शब्दों में अगर कहा जाये तो मुख्य बात यह है कि जहाँ monochrome system में केवल luminance information भेजी जाती है, जबकि colour TV system में luminance के साथ-साथ chrominance information (रंगों की सूचना) भेजना भी जरूरी हो जाता है। आधुनिक कलर टेलीविज़न सिस्टम मे सीन को televise करके उस scene को तीन camera tubes को दिया जाता है, तथा इनमे से प्रत्येक camera tube तीन में एक primary colour के प्रति responsive (अनुक्रिया करती है) होता है, अर्थात् एक camera tube red के प्रति, दूसरी green के प्रति तथा तीसरी blue के प्रति responsive होती है। इसके लिये optical rays को filters से pass किया जाता है तथा प्रत्येक camera tube से पहले लगा फिल्टर उसके लिये उसके कलर की wavelength pass करके भेजता है। इस प्रकार camera tubes से उत्पन्न electrical signals के amplitudes red, green तथा blue colours के proportional होते हैं। इन सिगनलों को combine करके निम्न को उत्पन्न किया जाता है—

(i) Luminance signal *Y*, जो कि monochrome brightness signal के proportional होता है, तथा (ii) दो colour difference सिगनल उत्पन्न किये जाते हैं जिनको (*R–Y*) तथा (*B–Y*) सिगनल या chrominance सिगनल कहा जाता है। Chrominance signals को video band के अंदर ही colour subcarrier पर modulating signal के रूप में ट्रांसमिट किया जाता है।

(ii) इसमें तीन कैमरा ट्यूब्स use होती है जिसमें से प्रत्येक ट्यूब एक-एक प्राइमरी कलर को रिसीव करती है (filter की सहायता से) तथा उस कलर की light intensity (प्रकाश तीव्रता) के proportional voltage उत्पन्न करती है। कैमरा ट्यूब्स जो कि image orthicon या vidicon होती है, तीन सिगनल उत्पन्न करती है जिन्हें R, G तथा B कहा जाता है।

(iii) तीनों कैमरा ट्यूब्स से एक साथ स्कैनिंग (simultaneous scanning) हेतु एक master deflection oscillator तथा sync generator use किया जाता है जो तीनों tubes को एक साथ drive करता है। अत: कैमरा से उत्पन्न तीन वीडियो सिगनल से तीन primary colours के proportional voltages V_R, V_G तथा V_B प्राप्त होती है जिनको simply R, G तथा B लिखा जाता है। फिर specified white light source के लिये तीनों cameras को proportionately adjust करके output को 1 V के लिये adjust किया जाता है।

ल्यूमिनैंस सिगनल (Luminance signal) : Colour TV system में कलर सिगनल तो उत्पन्न किये जाते ही है किंतु compatibility requirement (तदरूपता की शर्तें) पूरी करने हेतु luminance signal भी उत्पन्न करके colour signal के साथ भेजा जाना चाहिये। इसके लिये तीन कैमरा ट्यूब्स की आउटपुट को एक resistance matrix द्वारा 0.3, 0.59 व 0.11 के अनुपात में add किया जाता है जिससे luminance signal Y उत्पन्न होता है कृपया चित्र 6.2 को पुन: देखने का कष्ट करें।

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad \ldots(6.1)$$

यह Y signal पिक्चर की brightness information (अर्थात् gray information) carry करता है peak white के लिये इसकी value 1 V होती है तथा peak black के लिये 0V। अन्य रंगों के लिये Y की value primary contribution के अनुसार (विभिन्न primary रंगों के योगदान के अनुसार) sum-up (योग) होती है (तालिका 6.1 देखें)।

तालिका 6.1. Luminance chart for various colours

Colour	Contributon	Y (in V)
White	$R + G + B$	1.00
Yellow	$R + G$	0.89
Cyan	$G + B$	0.70
Green	G	0.59
Magenta	$R + B$	0.41
Red	R	0.30
Blue	B	0.11
Black	—	0.00

विचार प्रश्न

(i) चित्र 6.11 में निम्न की गणना कीजिये—

$$\frac{R_c}{R_1 + R_c}, \frac{R_c}{R_2 + R_c} \text{ तथा } \frac{R_c}{R_3 + R_c}$$

इन मानों को Select करने के पीछे क्या logic है?

(ii) यदि R_c का मान 30 K से 50 kΩ कर दिया जाये तो R_1, R_2 व R_3 के मानों में क्या परिवर्तन करना पड़ेगा (Same matrix generate करने हेतु)?

(iii) यदि compatibility requirement compulsory न होती तो कलर ट्रांसमिशन अपने वर्तमान स्वरूप से काफी simple व सस्ता होता? क्या आप इस बात से सहमत हैं? तर्क सहित उत्तर दीजिये।

6.11 ल्यूमिनैंस सिगनल या कलर डिफरेंस सिगनल (Luminance signal or Colour Difference Signal) :

Luminance signal के साथ-साथ तीन कलर सिगनल अलग-अलग ट्रांसमिट करने के बजाय केवल दो colour difference signal $(R-Y)$ व $(B-Y)$ ट्रांसमिट किये जाते हैं। यहाँ यह ध्यान दें कि $G-Y$ सिगनल ट्रांसमिट करने की आवश्यकता ही नहीं क्योंकि इसको रिसीवर पर उपरोक्त दो signals से ही derive किया जा सकता है। चूँकि

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

$$(0.30 + 0.59 + 0.11)\, Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \qquad (\because\ 0.3 + 0.59 + 0.11 = 1)$$

$$0.30(R - Y) + 0.59(G - Y) + 0.11(B - Y) = 0$$

$$0.59(G - Y) = -0.30(R - Y) - 0.11(B - Y)$$

$$(G - Y) = -0.51(R - Y) - 0.186(B - Y) \quad \ldots(6.2)$$

उपरोक्त समीकरण (6.2) से स्पष्ट है कि $(G-Y)$ को $(R-Y)$ तथा $(B-Y)$ से derive किया जा सकता है।

विचार प्रश्न

(i) समीकरण 6.2 से पता चलता है कि किन्हीं दो difference signal से तीसरा difference signal derive किया जा सकता है। तो फिर transmsson के लिये $(G-Y)$ को ही क्यों छोड़ा जाता है? क्या इसकी कोई खास वजह है या फिर at random, किसी एक को छोड़ना ही था तो $(G-Y)$ को छोड़ दिया गया?

(ii) समीकरण 6.1 से $(R-Y)$ व $(B-Y)$ के मानों की गणना अन्य difference signals के terms में कीजिये।

(iii) माना कि कोई इलैक्ट्रिक सिगनल A दो तरह से उत्पन्न किया जा सकता है

$$A = 2.3W + 4.4Z$$

या

$$A = 0.22M + 0.13N$$

जहाँ W, Z, M व N भी इलैक्ट्रिक सिगनल हैं यदि A को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ट्रांसमिट करना है तथा receiver पर A को W तथा Z से derive करना ज्यादा economical रहेगा या M तथा N द्वारा? Means A के ट्रांसमिशन के लिये आप W तथा Z का ट्रांसमिशन recommend करेंगे या फिर M तथा N का।

आइये देखें कि किस प्रकार colour difference signal उत्पन्न किये जाते हैं। इसके लिये चित्र 6.12 को देखिये को amplify करके invert (विलोमित) किया जाता है तथा $-Y$ सिगनल उत्पन्न किया जाता है। फिर इसको adder द्वारा R तथा B में add करके $(R-Y)$ व $(B-Y)$ सिगनल उत्पन्न किये जाते हैं।

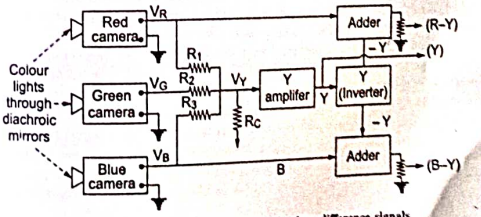
Note that

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

$$(R - Y) = 0.7Y - 0.59G - 0.11B$$

and

$$(B - Y) = 0.89B - 0.59G - 0.3R$$



चित्र 6.12—Production of Luminance and colour-difference signals.

विचार प्रश्न

क्या डिफ्रेंस सिगनल में निम्न information होती है—

(i) Hue (ii) Saturation (iii) Brightness.

एक महत्त्वपूर्ण बात यह है कि यदि केवल white या grey shades transmitted होने हैं तो colour difference signal zero हो जाते हैं।

(i) For Peak white,

Let $R = G = B = 1$ V

Then $Y = 0.59\,G + 0.3\,R + 0.11\,B = 1$ V

So $(R - Y) = 1 - 1 = 0$ V

$(B - Y) = 1 - 1 = 0$ V

(ii) For any grey shade

Let $R = G = B = v$ volt (where $V = 1$ V)

Then $Y = 0.59\,v + 0.3\,v + 0.11\,v = v$

So $(R - Y) = v - v = 0$ V

and $(B - Y) = v - v = 0$ V

Hence Note that

- For grey scenes, RGB signals are equal and hence the colour difference signals are zero.
- For colour scenes, RGB signals are not equal and so colour difference signals are produced.

§ 6.14. क्रोमिनैंस सिगनल की वैंडविड्थ (Chrominance Signal Bandwidth):

मानव की आँखें colour की finer details (सूक्ष्म विवरण के मध्य विभेद करना) को resolve नहीं कर पातीं। अत: कलर टी० वी० ट्रांसमिशन में 15 MHz से ज्यादा आवृत्ति की कलर information भेजने की आवश्यकता नहीं होती। तीन primaries के combination से उत्पन्न होने वाले colours के लिये तो केवल large pixels (which produce video frequencies below 0.5 MHz) तक ही मानव की आँखों का perception सीमित है। अत:, ऐसे chroma signals जिनकी आवृत्ति बहुत अधिक है (1.5 MHz से अधिक) (अर्थात् high resolution chrome signals) को भेजकर एक प्रकार से फालतू का सिरदर्द लेना ही है क्योंकि यह एक तो इनको channel में accomodate (जगह प्रदान करने) करने में दिक्कत आयेगी (क्योंकि यह luminance signal के साथ cross talk interference करने लगेगा) तथा reception के बाद यह किसी काम भी नहीं आयेगा। यह ठीक ऐसा ही ही है कि सफर में आप कोई बड़ा सा बक्सा उठा कर चलदे, जिसमें कोई विशेष सामान भी न हो तब उसको ले जाने में दिक्कत भी पेश आये। अत:, picture की finer details ले जाने के लिये तो luminance signal ही काफी है तथा chrome signal को coarse details (स्थूल वितरण) से काम चलाने दिया जाये तो ही फायदे का सौदा है। इस बात को आधार मानते हुये, Chroma signal को available monochrome bandwidth (उपलब्ध मोनोक्रोम वैंडविड्थ) पर adjust किया जाता है। इसकी विस्तृत चर्चा आगे की जायेगी।

An important propertes of human eye is that the human eye cannot resolve fine detals in colour. In colour television transmission, it is not necessary to transmit any colour informaton that lies above 15 MHz, because the eye cannot recogniize colour of objects below a certain finite size.

For complex colours formed from combinations of the three primaries, perception by the human eye is limited to relatively larger area pixels which produce video frequencies below 0.5 MHz. For less complex colours formed out of two primaries the perception extends to finer pixels generating video spectrum between 0.5 and 1.3 MHz. Hence it is of no use in transmitting high resolution chroma signals, which would be difficult to accommodate in the available channel because of cross talk interference with the luminance signal and would be wasted anyway, on reception. Means that when the luminance signal is sufficient to carry the finer details, why to take headache of transmitting high resolution chroma signals. The luminance signal Y carries all the fine details in the picture, and the chroma signal is overlaid on this display in a much courser form.

A video bandwdth of 4 MHz represents a horizontal resolution of ... of 0.5 MHz would provide 1/8th of this resolution, means 50 lines or ... this would mean loss of horizontal colour resolution details below ... luminance signal only as grey shades. The vertical colour resolution ... scanning produces lower video frequencies that are easily accommodated ... The subjective viewing of the combination of high definition luminance and ... obtained with a chroma signal bandwidth of about 1.3 MHz is found to be ...

§ 6.15. ट्रांसमिशन में (G – Y) सिगनल की अनुपयुक्तता (Unsuitability of (G – Y) Signals for Transmission) :

जैसा कि पहले बताया गया था कि chroma signal transmission में दो difference ($R - Y$) व ... क्यों कि ($G - Y$) को छोड़ दिया जाता है। क्या ($G - Y$) सिगनल को छोड़ने की कोई वजह है? आइये देखते हैं—

(i) समीकरण के अनुसार

$$G - Y = -0.51\,(R - Y) - 0.186\,(B - Y)$$

चूँकि उक्त सिगनल जनरेट करने के लिये ($R - Y$) व ($B - Y$) के ampltudes 1 से कम है, अत: इनको ... attenuator (resistive networks) द्वारा प्राप्त किया जा सकता है। अब देखते हैं कि यदि ($G - Y$) को ... ($R - Y$) को छोड़ा जाता है तो ($R - Y$) को छोड़ा जाता है तो ($R - Y$) प्राप्त करने हेतु—

$$(R - Y) = -1.97\,(G - Y) - 3.66\,(B - Y)$$

जिसको प्राप्त करने हेतु amplifiers चाहिये। इसी प्रकार

$$(B - Y) = -5.4\,(G - Y) - 2.7\,(R - Y)$$

जिसको प्राप्त करने के लिये भी amplifiers चाहिये।

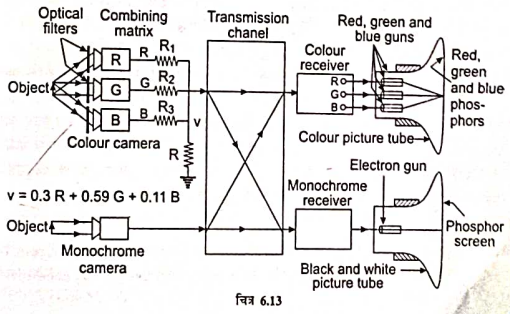
यह show करता है कि ($G - Y$) को भेजना technically less convenient (तकनीकी दृष्टि से असुविधाजनक) एवं uneconomical (खर्चीला) है।

(ii) चूँकि most cases में Y में G की proportion large होती है, अत:, $G - Y$ अधिकांशत: कम amplitude का होता है। अत: ($G - Y$) भेजने से SNR भी poor हो जाने की संभावना रहती है।

उक्त विश्लेषण से स्पष्ट है कि ($G - Y$) की अपेक्षा ($R - Y$) व ($B - Y$) का ट्रांसमिशन अधिक उपयुक्त है।

विचार प्रश्न

प्रश्न चित्र 6.13 में क्या प्रदर्शित किया गया है? समझाइये?

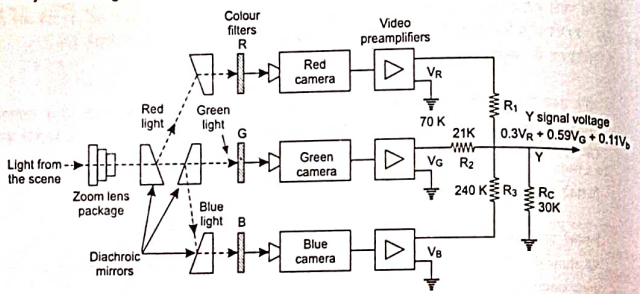


चित्र 6.13

§ 6.16. थ्री-ट्यूब कलर टेलीविज़न कैमरा (Three Tubes Colour Televsiion Camera) :

आइये, अब देखते हैं कि किस प्रकार colour TV कैमरा कार्य करता है। चित्र 6.14 मे इसका ब्लॉक डायग्राम प्रदर्शित है। इस डायग्राम से निम्न बातें स्पष्ट होती हैं—

(i) जिस scene को televise करना है, उसको एक objective lens system से process किया जाता है। Lens से उत्पन्न image को glass prisms (जिनको diachroic mirrors भी कहा जाता है) द्वारा तीन images में split किया जाता है। Diachroic mirror केवल एक wavelength (R, G तथा B) pass करता है तथा शेष को reject करता है। इस प्रकार red, green व blue images जनरेट होती हैं। फिर इन images को trimming filters या colour filter से pass करके highly precise primary colour images प्राप्त की जाती हैं।



चित्र 6.14—Colour television camera showing generation of colour signals and Y matrix for obtaining the luminance (brightness) signal.

(ii) इसमे तीन कैमरा ट्यूब्स use होती हैं जिसमें से प्रत्येक ट्यूब एक-एक प्राइमरी कलर को रिसीव करती है (filter की सहायता से) तथा उस कलर की light intensity के proportional voltage उत्पन्न करती है। कैमरा ट्यूब्स जो कि image orthicon या vidicon होती हैं, तीन सिगनल उत्पन्न करती हैं जिन्हें R, G तथा B कहा जाता है।

(iii) तीनों कैमरा ट्यूब्स से एक साथ स्कैनिग (simultaneous scanning) हेतु एक master deflection oscillator तथा sync generator use किया जाता है जो तीनो tubes को एक साथ drive करता है। अत:, कैमरा से उत्पन्न तीन वीडियो सिगनल से तीन primary colours के proportional voltages V_R, V_G तथा V_B प्राप्त होती हैं जिनको simply R, G तथा B लिखा जाता है। फिर specified white light source के लिये तीनों cameras को proportionately adjust करके output को 1 V के लिये adjust किया जाता है।

ल्यूमिनैंस सिगनल (Luminance signal) : Colour TV system में कलर सिगनल तो उत्पन्न किये जाते ही हैं किंतु compatibility requirement पूरी करने हेतु luminance signal भी उत्पन्न करके colour signal के साथ भेजा जाना चाहिये। इसके लिये तीन कैमरा ट्यूब्स की आउटपुट को एक resistance matrix द्वारा 0.3, 0.59 व 0.11 के अनुपात में add किया जाता है जिससे luminance signal Y उत्पन्न होता है कृपया चित्र 6.14 को पुन: देखने का कष्ट करें।

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \qquad ...(6.3)$$

यह Y signal फिक्चर की brightness information (अर्थात् gray information) carry करता है peak white के लिये इसकी value 1 V होती है तथा peak black के लिये 0 V। अन्य रंगो के लिये Y की value primary contribution के अनुसार sum-up होती है (तालिका 6.2 देखें)।

तालिका 6.2. Luminance chart for various colours

Colour	Contributon	Y (in V)
White	$R+G+B$	1.00
Yellow	$R+G$	0.89
Cyan	$G+B$	0.70
Green	G	0.59
Magenta	$R+B$	0.41
Red	R	0.30
Blue	B	0.11
Black	—	0.00

§ 6.17. क्वाडरेचर आयाम मॉडुलेशन (Quadrature Amplitude Modulation or QAM) :

इस खण्ड में अध्ययन करेंगे quadrature amplitude modulation का तथा यह देखेंगे कि किस प्रकार QAM द्वारा दोनों colour difference signal अर्थात ($R-Y$) तथा ($B-Y$) को एक ही कैरियर पर सवार कर दिया जाता है। QAM बिल्कुल ऐसा ही है जैसे कि बस में यदि भीड़ ज्यादा हो तथा दूसरी बस उपलब्ध नहीं हो तो आधी सवारियाँ बस की छत पर चढ़ जाती हैं। क्या करें, मजबूरी है, और कोई चारा भी तो नहीं हैं। एक ही बस है, मंजिल पर भी पहुँचना है, अंदर जगह नहीं है तो छत पर सवारी करके ही काम चलाना पड़ेगा न। आइये देखे कि किस प्रकार एक ही कैरियर पर दोनों ($R-Y$) तथा ($B-Y$) एक साथ सवार हो जाते हैं। अब कौन बस के अंदर है तथा कौन छत पर, इसका फैसला मैं आप पर छोड़ देता हूँ।

क्वाडरेचर-आयाम मॉडुलेशन (QAM) या क्वाडरेचर-कैरियर मल्टीप्लैक्सिंग वह तकनीक है जिसके द्वारा दो DSB-SC मॉडुलेटेड तरंगों को (जो कि अलग-अलग मैसेज सिगनल की है) एक ही ट्रांसमिशन बैंडविड्थ में रखकर ट्रांसमिट किया जा सकता है तथा रिसीवर पर इन दोनों सिगनलों को अलग-अलग किया जा सकता है। इस प्रकार यह एक बैंडविड्थ संरक्षण स्कीम (bandwidth conservation scheme) है।

"क्वाडरेचर आयाम मॉडुलेशन आयाम मॉडुलेशन व फेज मॉडुलेशन का संयुक्त रूप है जिसमें समान आवृत्ति तथा 90° के कलान्तर वाले दो कैरियर सिगनल प्रयुक्त किये जाते हैं।"

क्वाडरेचर आयाम मॉडुलेशन सिस्टम का ब्लॉक डायग्राम चित्र 6.15 में प्रदर्शित है। इस सिस्टम के ट्रांसमीटर (चित्र 6.15 (a)) में दो प्रोडक्ट मॉडुलेटरों (product modulators) का प्रयोग किया गया है, जिनको समान आवृत्ति किंतु 90° कलान्तर की कैरियर तरंगे दी जाती है। अत: ट्रांसमिटेड सिगनल $s(t)$ इन दो प्रोडक्ट मॉडुलेटरों की आउटपुट का योग होता है।

$$s(t) = A_c m_1(t)\cos(2\pi f_c t) + A_c m_2(t)\sin(2f_c t)$$

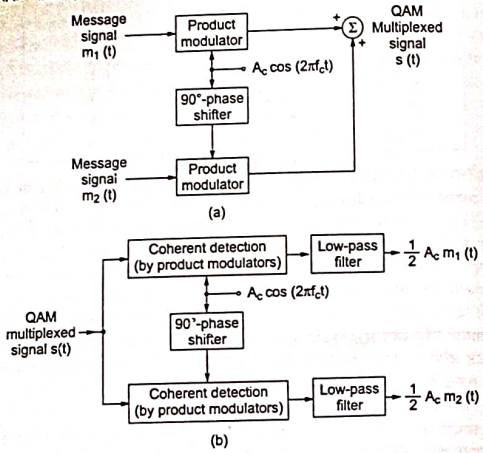
अत:, $s(t)$ की ट्रांसमिशन बैंडविड्थ 2 W होगी (centered around f_c), जहाँ W $m_1(t)$ या $m_2(t)$ की मैसेज बैंडविड्थ है।

इस सिस्टम का रिसीवर चित्र 6.15 (b) में प्रदर्शित है। रिसीव किया गया सिगनल दो अलग-अलग कोहरैंट डिटैक्टर्स को apply किया जाता है। इन दो कोहरैंट डिटैक्टर्स को दिये जाने वाले लोकल कैरियर्स समान आवृत्ति (f_c) के होते हैं, किंतु इनमें 90° का कलान्तर होता है। इन कोहरैंट डिटैक्टर्स की आउटपुट पर क्रमश: $\frac{1}{2}A_c m_1(t)$ तथा $\frac{1}{2}A_c m_2(t)$ प्राप्त हो जाते हैं। इस सिस्टम के संतोषजनक प्रचालन हेतु आवश्यक है कि ट्रांसमीटर व रिसीवर में प्रयुक्त लोकल ऑसिलेटर की आवृत्ति व कला समान हो।

क्वाडरेचर कैरियर मल्टीप्लैक्सिंग कलर टेलनीविजन में दोनों डिफरैंस सिगनल्स को एक ही कैरियर द्वारा मॉडुलेट करने हेतु प्रयुक्त की जाती है इसमें रिसीवर पर लोकल ऑसीलेटर को ट्रांसमीटर के सापेक्ष सही आवृत्ति व कला में रखने हेतु synchronizing pulses ट्रांसमिट की जाती है।

कोहरैंट डिटैक्टर DSB-SC डिटैक्शन विधि होती है जिसमें DSB-SC तरंग व लोकल oscillator द्वारा उत्पन्न sine wave

को एक प्रोडक्ट मॉडुलेटर को दिया जाता है। तत्पश्चात् प्रोडक्ट मॉडुलेटर के आउटपुट को लो-पास फिल्टर को दिया जाता है जिससे मॉडुलेटिंग तरंग पुनः प्राप्त कर ली जाती है। यह आवश्यक है कि लोकल ऑसिलेटर द्वारा उत्पन्न ज्या तरंग तथा कैरियर सिगनल synchronized हों। अतः इस विधि को coherent detection या synchronous detection कहा जाता है। अधिक जानकारी हेतु पुस्तक "संचार इंजीनियरिंग के सिद्धान्त" देखें।



चित्र 15.1— क्वाडरेचर आयाम मॉडुलेशन सिस्टम (a) ट्रांसमिटर (b) रिसीवर

"The Quadrature Amplitude Modulation (QAM) or quadrature carrier multiplexing scheme enables two DSBSC modulated waves (resulting from modulation by two independent message signals) to occupy the same transmission bandwidth and yet it allows for the separaton of the two message signals at the receiver output. It is therefore a bandwidth conservation scheme.

The transmiitter of this scheme [Fig. 6.15 (a)] involves the use of two separate product modulators that are supplied with two carrier waves of the same frequency but with a phase difference of 90°. The transmitted signal s(t) conssits of sum of these two product modulator outputs $s(t) = A_c m_1(t) [\cos(2\pi f_c t) + A_c m_2(t) \sin(2\pi f_c t)]$. *Thus, s(t) occupies a transmission bandwidth of 2W, centred at* f_c *(carrier frequency), where W is the message bandwidth of*

$m_1(t)$ and $m_2(t)$. *So,* $A_c m_1(t)$ *can be considered at the in-phase component of the multiplexed signal while* $A_c m_2(t)$ *as its quadrature component.*

In the receiver [Fig. 6.15 (b)] the multiplexed signal is applied simultaneously to two separate coherent detectors that are supplied with two local carriers of the same frequency, but with a phase difference of 90°. The output of one detector is $\frac{1}{2} A_c m_1(t)$ *while that of second detector is* $\frac{1}{2} A_c m_2(t)$. *Hence, we see that even if both the signal occupy the same bandwidth, still they can be separated at the receiver.*

It is important to ensure that correct frequency relatonships are maintained between the local oscillators used in the transmitter and receiver of the system.

Quadrature carrier multiplexing is used in colour television to transmit both difference signals on the same carrier. Synchronizing pulses are transmitted to maintain the local oscillator in the receiver at correct frequency and phase with respect to the carrier used in the transmitter.

QAM तकनीक द्वारा दो मैसेज सिगनलों को एक ही आवृत्ति बैंड में भेजा जा सकता है तथा रिसीवर पर उन्हें अलग किया जा सकता है। इसके लिये ट्रांसमीटर पर इन मैसेज सिगनलों के लिये प्रयुक्त कैरियर समान आवृतित f_c के किन्तु 90° फेज डिफरेंस पर होते हैं। इन दो DSB-SC मॉडुलेटेड तरगों का योग करके इन्हें ट्रांसमिट कर दिया जाता है।

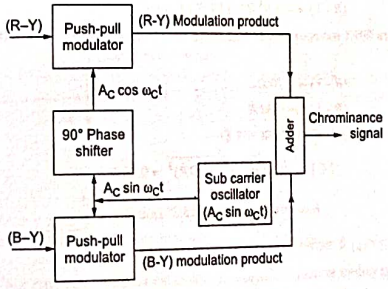
रिसीवर पर दो कोहरैंट डिटैक्टर्स को यह मल्टीप्लैक्स्ड सिगनल दिया जाता है। कोहरैंट डिटैक्टर्स को दिये जाने वाले लोकल कैरियर की आवृत्ति f_c रखी जाती है तथा दोनों 90° कलान्तर रखा जाता है। कोहरैंट डिटैक्टर्स के आउटपुट पर दोनों मैसेज सिगनल अलग-अलग प्राप्त किये जा सकते हैं।

§ 6.18. कलर डिफरैंस सिगनल का कलर सब-कैरियर पर QAM (Quadrature Amplitude Modulation of Colour Difference Signal on Colour Sub-carrier) :

जैसा कि आपने पिछले खण्ड मे पढ़ा कि QAM तकनीक द्वारा दो मैसेज सिगनलों के ट्रांसमिशन के लिये समान आवृत्ति किन्तु 90° फेज शिफ्ट वाले sub-carrier use किये जाते हैं। अतः, कलर टी० वी० के $(B-Y)$ तथा $(R-Y)$ वीडियो सिगनलों को एक ही sub-carrier आवृत्ति पर QAM विधि द्वारा ट्रांसमिट किया जा सकता है। इसके लिये colour sub-carrier से 90° फेज शिफ्टेड दो sub-carrier signals उत्पन्न किये जाते हैं।

चित्र 6.16 (a) में कलर डिफरैंस सिगनलों की QAM विधि प्रदर्शित है। इससे स्पष्ट है कि इसमें दो माडुलेटर्स प्रयुक्त किये गये है। पहले मॉडुलेटर को $(B-Y)$ सिगनल तथा sub-carrier oscillator को आउटपुट दी जा रही है जबकि दूसरे modulator को $(R-Y)$ सिगनल तथा sub-carrier आवृत्ति को 90° फेज शिफ्ट करके दिया जा रहा है। इन दोनों modulators की output को add करके QAM सिगनल उत्पन्न किया जाता है।

अतः, QAM method में दो equal subcarrier frequencies होती हैं। इन sub-carriers frequencies को एक common generator से उत्पन्न करके modulator को apply करने से पहले इनके मध्य 90° का relative phase shift दिया जाता है। अतः यह दोनों आवृत्तियाँ quadrature (अर्थात् 90° फेज difference) में कही जाती हैं, तथा इस method को quadrature amplitude modulation या QAM कहा जाता है।



चित्र 6.16—(a) Quadrature modulation of colour difference signal.

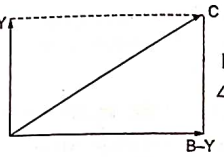
दोनों modulators की output को combine (संयुक्त) करने पर QAM सिगनल प्राप्त होता है जिसको C signal अर्थात् chrominance signal कहा जाता है (चित्र 6.16 (b) देखें)। C सिगनल का magnitude—

$$|C| = \sqrt{(R-Y)^2 + (B-Y)^2} \qquad ...(6.4(a))$$

C सिगनल का फेज angle

$$\angle C = \tan^{-1}\left(\frac{R-Y}{B-Y}\right) \qquad ...(6.4(b))$$

इस C signal (जो कि resultant sub-carrier phasor (अर्थात् $R-Y$ तथा $B-Y$ का परिणामी फेजर) होता है) के magnitudes का तात्क्षणिक मान (instantaneous value) उस particular instant (क्षण) पर colour के saturation को represent (प्रदर्शित) करती है। Maximum amplitude (अधिकतम मान) greatest saturation indicate (सूचित) करता है जबकि zero amplitude white



$|C| = \sqrt{(R-Y)^2 + (B-Y)^2}$

$\angle C = \tan^{-1}\left(\frac{R-Y}{B-Y}\right)$

चित्र 6.16 (b)

को (या no saturation) को indicate करता है) इसी प्रकार, C के phasor angle θ को instantaneous value (जो कि 0° से 360° तक vary कर सकती है) उस instant पर colour के hue को represent करती है। इस प्रकार chrominance signal में विभिन्न colours की saturation व hue की पूरी information रहती है।

§ 6.19. QAM के पश्चात् विभिन्न प्राइमरी व कॉम्प्लीमैंटरी कलर्स के लिये परिणामी सब-कैरियर फेज़र की स्थिति (Position of Resultant Sub-carrier for Primary and Secondary Colours After QAM):

इस उपखंड में यह देखेंगे कि QAM के पश्चात् resultant subcarrier (परिणामी सब-कैरियर) का magnitude व phasor angle कितना होता है। समीकरण 6.1 के अनुसार

$$Y = 0.30\,R + 0{\cdot}59\,G + 0.11\,B$$

अत: $$(R-Y) = 0.70\,R - 0.59\,G - 0.11\,B \qquad ...(6.4(c))$$

तथा $$(B-Y) = -0.30\,R - 0.59\,G + 0.89\,B \qquad ...(6.4(d))$$

(i) माना कि camera केवल red colour scan (शुद्ध लाल) कर रहा है। इस केस में $G = B = 0$, अत:, समीकरण 6.4 (c) व 6.4 (d) से

$$(R-Y) = 0.70\,R$$

तथा $$(B-Y) = -0.30\,R$$

इस फेज़र को चित्र 6.17(a) में प्रदर्शित किया गया है।

अत: $$|C| = \sqrt{(0.7R)^2 + (-0.30R)^2} = 0.76\,R$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{0.7}{-0.3}\right) = 113{\cdot}2°$$

अत: इसको चित्र 6.17 (a) में प्रदर्शित किया गया है।

(ii) For a pure blue colour scan,

$$(R-Y) = -0.11\,B$$

$$(B-Y) = +0.89\,B$$

Hence $$|C| = 0.90$$

$$\angle C = -7.05°$$

इसको चित्र 6.17 (b) में प्रदर्शित किया गया है।

(iii) For a pure Green colour scan

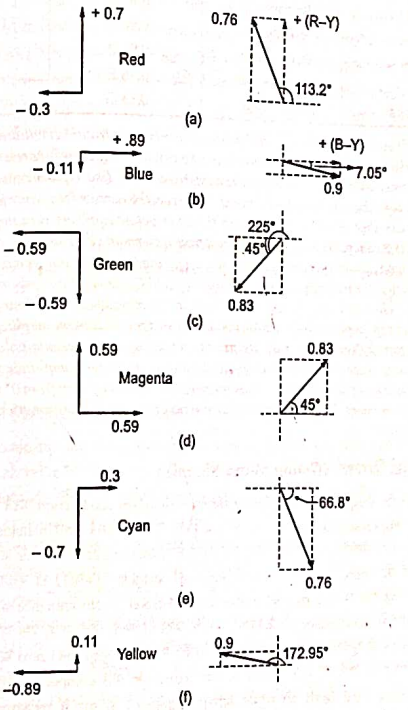
$$(R-Y) = -0.59\,G$$

$$(B-Y) = -0.59\,G$$

$$|C| = 0.83$$

$$\angle C = 225°$$

इसको चित्र 6.17 (c) में प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 6.17—Quardature amplitude modulated colour difference signals and the position of resultant subcarrier phasor for the primary and complementary colours.

Complementary colours के लिये resultant sub-carrier का magnitude उस primary colours के magnitude के equal होता है जो इस complementary colours में नहीं है, तथा इसकी phasor स्थिति उस primary colour से just opposite (180° phase difference पर होती है। (तालिका देखे 6.3)

तालिका 6.3: QAM के पश्चात् resultant sub-carrier का magntude व phasor

Colour	Primary/Com-plementary	Migntude of resultant subcarrier ($\|C\|$)	Phasee of resultant subcarrier
Red	Primary	0.76 R	113.2°
Green	Primary	0.83 G	45°
Blue	Primary	0.90 B	– 7.05° or 392.95°
Yellow	Red + Green	0.90 B	– 172.95
Cyan	Green + Blue	0.76 R	– 66.8°
Magenta	Blue + Red	0.83 G	225∘

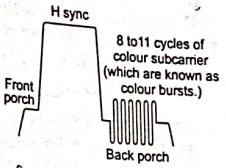
In QAM, (B – Y) and (R – Y) video signals are transmitted in quodrature simultaneously with one carrier frequency and modulating them in quadrature creating two 90° shifted sub-carrier frequencies from the same colour subcarrier without any change in its numerical value. Two separate modulators are used, one for the (B – Y) and the other for the (R – Y) signal. However, the carrier frequency fed to one modulator is given a relative phase shift of 90° with respect to the other before applying it to the modulator. Thus, the two equal subcarrier frequencies which are obtained from a common generator are said to be in quadrature and the method of modulation is known as quadrature amplitude modulation which is popularly known as QAM. After modulation the two outputs are combined to yield C, the resultant subcarrier phasor. Since the amplitude of C, the chrominance signal, corresponds to the magnitudes of colour difference signals, its instantaneous value represents colour saturation at that instant. Maximum amplitude corresponds to the magnitudes of colour difference signals, its instantaneous value represents colour saturation at that instant. Maximum amplitude corresponds to greatest saturation and zero amplitude to no saturation white. Similarly, the instantaneous value of the C phasor angle (θ) which may vary from 0° to 360° represents hue of the colour at that moment. Thus the chrominance signal contains full information about saturation and hue of various colours."

§ 6.20. कलर बर्स्ट सिगनल (Colour Burst Signal) :

Colour subcarriers frequency द्वारा colour difference signal का modulation करने हेतु सामान्यत: DSB-SC (double side band suppressed carrier) तकनीक का use किया जाता है। इसके लिये balanced modulators का प्रयोग किया जाता है। यह तो आप जानते ही होंगे कि DSC-SC तकनीक में transmitter पर carrier को suppress (कम करना) किया जाता है। कैरियर को suppress करने से carrier power की wastage (नुकसान) तो बचती ही है, साथ में एक और लाभ भी होता है। वह यह कि इससे carrier का monochrome receiver पर chrominance signal से व कलर रिसीवर पर luminance सिगनल से interference (व्यतिकरण) कम हो जाता है। इसके साथ-साथ, एक बात यह कि non-coloured picture information (ऐसी सूचना जिसमे कलर न हो) की स्थिति में difference signal zero हो जाते है जिससे sideband भी disappear (समाप्त) हो जाते है, अत: (chrominance signal) का कोई component शेष नहीं रहता।

DSB-SC मॉडुलेशन (एवं किसी भी सप्रैस्ड कैरियर मॉडुलेशन) के बारे में महत्त्वपूर्ण बात यह है कि चूँकि ट्रांसमिशन पर कैरियर suppress कर दिया जाता है, अत:, receiver पर signal के demodulation हेतु उसको corr[illegible]व phas[illegible]ion (उपयुक्त आवृत्ति कला संबंध) के साथ generate करना आवश्यक होता है।

इसको सुनिश्चित करने के लिये subcarrier frequency का एक छोटा सा sample (नमूना) sync सिगनल के साथ रिसीवर को भेजा जाता है, जिसमें इस subcarrier frequency की 8 से 11 cycles भेजी जाती है। subcarrier के यह samples जो transmit किये जाते हैं तथा receiver पर proper demodulation (उपयुक्त डिमॉडुलेशन) हेतु correct frequency व phase का carrier generate करने में मदद करते है, colour burst कहलाते हैं। इस colour burst को horizontal blanking के समय सिंक सिगनल के बाद back porch पर रखकर भेजा जाता है (चित्र 6.18 देखें)।



चित्र 6.18—Colour Burst Signal को बैक Back porch पर place करना

इस colour burst का amplitude कम रखा जाता है ताकि यह horizontal sync से interfere कर करें। इस colour burst को receiver पर gate out किया जाता है तथा एक phase comparator (कला तुलनाकारी) के सहयोग से यह की local subcarrier oscillator की आवृत्ति व phase को transmitter को आवृत्ति व phase से lock कर देता है। चूँकि burst signal में proper frequency interleaving (जिसका वर्णन आगे किया गया है) हेतु scanning signals से constant phase relation (नियत कला संबंध) maintain करना चाहिये, अत: frequency dividers (आवृत्ति विभाजक) का use करने subcarrier से horizontal व vertical sync pulses भी derive (व्युत्पन्न) को जाती है।

"In order to minimize the subcarrier interference in the reproduced picture, the colour subcarrier is usually supn pressed in the chroma balanced modulator which gives out only the chroma sidebands and so suppressed carrier double sideband modulation is used for and colour-difference signals with the colour subcarrier frequency by balanced modulators.

It is necessary to generate carrier in the receiver with correct frequency and phase relationship for proper detection of the colour sidebands. To ensure this, around 10 cycles of the subcarrier oscillator, called the 'colour burst' is sent to the receiver along with sync signals. This is located in the back porch of the horizontal blanking pedestal. The colour burst does not interfere with the horizontal sync because it is lower in amplitude and follows the sync pulses. The colour burst is gated out at the receiver and is used in conjunction with a phase comparator circuit to lock the local subcarrier oscillator frequency and phase with that at the transmitter."

§ 6.21. वेइंग फैक्टर्स (Weighting Factors) :

ट्रांसमिशन से पूर्व chrominance signal phasor तथा luminance signal Y को add किया जाता है। जब chrominance vector C की peak-to-peak value को luminance signal Y से add किया जाता है तो इस colourplexed signal (Y + C)क peak-to-peak amplitude विडियो सिगनल की permissible range (स्वीकृत) से अधिक हो सकता है। उदाहरणत: pure red colour का यदि example लें तो इसकी Y की value 0.3 में इसकी C की value ± 0.76 add होने पर इसका मान (0.3 + 0.76) से (0.3 – 0.76) अर्थात् 1.06 से – 0.46 की रेंज में रहेगा। इसी प्रकार pure green का मान (0.59 ± 0.83) अर्थात् 1.42 से – 0.24 के रेंज में रहेगा। ऐसे ही yellow का मान 0.89 ± 0.9 अर्थात् 1.79 से – 0.01 की रेंज में रहेगा। आप देखें तो इसमें combined signal का मान 1 से अधिक जा रहा है, जो overmodulation को represent (प्रदर्शित) करता है इसका अर्थ यह हुआ कि picture carrier से modulation करने के बाद कुछ colour signals amplitudes maximum sync tips का (ऊपर की ओर) तथा white level (नीचे के ओर) स्तर cross कर लेंगे, जो कि allow नहीं किया जाना चाहिये। क्योंकि इससे reproduced colours (पुनरोत्पादित रंगों) में distortion होने लगेगा तथा video circuits को overloading होगी। अत: यह जरूरी है कि 100% saturation colour values के overmodulation को avoid (रोकना) किया जाये तथा colour difference signals के colour subcarrier का modulation करने से पहले उनके amplitude को कम किया जाना चाहिये। अत:, मॉडुलेशन से पहले difference signal ($R – Y$) तथा ($B – Y$) को weighting factors (0.877 for ($R – Y$) and

Complementary colours के लिये resultant sub-carrier का magnitude उस primary colours के magnitude के equal होता है जो इस complementary colours में नहीं है, तथा इसकी phasor स्थिति उस primary colour से just opposite (180° phase difference पर होती है। (तालिका देखे 6.3)

तालिका 6.3: QAM के पश्चात् resultant sub-carrier का magntude व phasor

Colour	Primary/Com-plementary	Migntude of resultant subcarrier ($\|C\|$)	Phasee of resultant subcarrier
Red	Primary	0.76 R	113.2°
Green	Primary	0.83 G	45°
Blue	Primary	0.90 B	– 7.05° or 392.95°
Yellow	Red + Green	0.90 B	– 172.95
Cyan	Green + Blue	0.76 R	– 66.8°
Magenta	Blue + Red	0.83 G	225∘

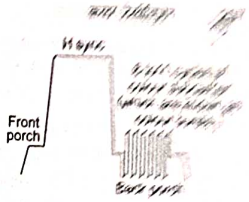
In QAM, (B – Y) and (R – Y) video signals are transmitted in quodrature simultaneously with one carrier frequency and modulating them in quadrature creating two 90° shifted sub-carrier frequencies from the same colour subcarrier without any change in its numerical value. Two separate modulators are used, one for the (B – Y) and the other for the (R – Y) signal. However, the carrier frequency fed to one modulator is given a relative phase shift of 90° with respect to the other before applying it to the modulator. Thus, the two equal subcarrier frequencies which are obtained from a common generator are said to be in quadrature and the method of modulation is known as quadrature amplitude modulation which is popularly known as QAM. After modulation the two outputs are combined to yield C, the resultant subcarrier phasor. Since the amplitude of C, the chrominance signal, corresponds to the magnitudes of colour difference signals, its instantaneous value represents colour saturation at that instant. Maximum amplitude corresponds to the magnitudes of colour difference signals, its instantaneous value represents colour saturation at that instant. Maximum amplitude corresponds to greatest saturation and zero amplitude to no saturation white. Similarly, the instantaneous value of the C phasor angle (θ) which may vary from 0° to 360° represents hue of the colour at that moment. Thus the chrominance signal contains full information about saturation and hue of various colours."

§ 6.20. कलर बर्स्ट सिगनल (Colour Burst Signal) :

Colour subcarriers frequency द्वारा colour difference signal का modulation करने हेतु सामान्यतः DSB-SC (double side band suppressed carrier) तकनीक का use किया जाता है। इसके लिये balanced modulators का प्रयोग किया जाता है। यह तो आप जानते ही होंगे कि DSC-SC तकनीक में transmitter पर carrier को suppress (कम करना) किया जाता है। कैरियर को suppress करने से carrier power की wastage (नुकसान) तो बचती ही है, साथ में एक और लाभ भी होता है। वह यह कि इससे carrier का monochrome receiver पर chrominance signal से व कलर रिसीवर पर luminance सिगनल से interference (व्यतिकरण) कम हो जाता है। इसके साथ-साथ, एक बात यह कि non-coloured picture information (ऐसी सूचना जिसमें कलर न हो) की स्थिति में difference signal zero हो जाते हैं जिससे sideband भी disappear (समाप्त) हो जाते हैं, अतः (chrominance signal) का कोई component शेष नहीं रहता।

DSB-SC मॉडुलेशन (एवं किसी भी सप्रेस्ड कैरियर मॉडुलेशन) के बारे में महत्त्वपूर्ण बात यह है कि चूंकि ट्रांसमिशन पर कैरियर suppress कर दिया जाता है, अतः, receiver पर signal के demodulation हेतु उसको correct आवृत्ति व phase relation (उपयुक्त आवृत्ति कला संबंध) के साथ generate करना आवश्यक होता है।

इसको सुनिश्चित करने के लिये subcarrier frequency का एक छोटा सा sample (नमूना) sync सिगनल के साथ रिसीवर को भेजा जाता है, जिसमें इस subcarrier frequency की 8 से 11 cycles भेजी जाती हैं। Subcarrier के यह samples जो transmit किये जाते हैं तथा receiver पर proper demodulation (उपयुक्त डिमॉडुलेशन) हेतु correct frequency व phase का carrier generate करने में मदद करते है, colour burst कहलाते हैं। इस colour burst को horizontal blanking के समय सिंक सिगनल के बाद back porch पर रखकर भेजा जाता है (चित्र 6.18 देखें)।



चित्र 6.18—Colour burst signal in the Back porch of sync pulse

इस colour burst का amplitude कम रखा जाता है ताकि यह horizontal sync से interfere न करे। इस colour burst को receiver पर gate out किया जाता है तथा एक phase comparator (कला तुलनाकारी) के सहयोग से यह है कि subcarrier oscillator की आवृत्ति व phase को transmitter की आवृत्ति व phase से lock कर देता है, चूंकि proper frequency interleaving (जिसका वर्णन आगे किया गया है) हेतु scanning signals में constant phase relation (नियत कला संबंध) maintain करना चाहिये, अतः frequency dividers (आवृत्ति विभाजक) का use करके subcarrier से horizontal व vertical sync pulses भी derive (व्युत्पन्न) की जाती हैं।

"In order to minimize the subcarrier interference in the reproduced picture, the colour subcarrier is totally supn pressed in the chroma balanced modulator which gives out only the chroma sidebands and is suppressed carrier double sideband modulation is used for and colour-difference signals with the colour subcarrier frequency by balanced modulators.

It is necessary to generate carrier in the receiver with correct frequency and phase relationship for proper detection of the colour sidebands. To ensure this, around 10 cycles of the subcarrier oscillator called the 'colour burst' is sent to the receiver along with sync signals. This is located in the back porch of the horizontal blanking pedestal. The colour burst does not interfere with the horizontal sync because it is lower in amplitude and follows the sync pulses. The colour burst is gated out at the receiver and is used in conjunction with a phase comparator circuit to lock the local subcarrier oscillator frequency and phase with that at the transmitter."

§ 6.21. वेइंग फैक्टर्स (Weighting Factors) :

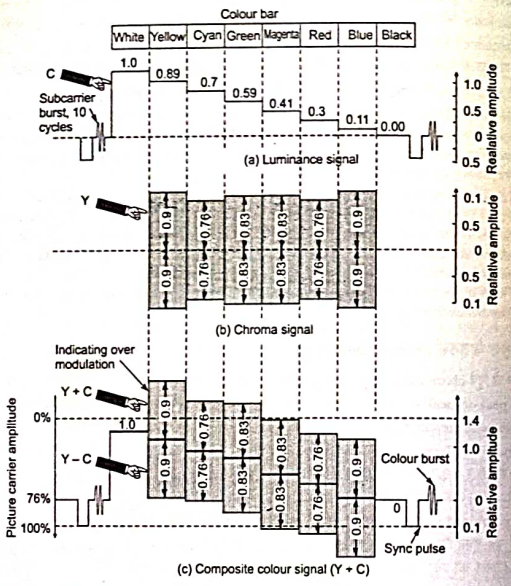
ट्रांसमिशन से पूर्व chrominance signal phasor तथा luminance signal Y को add किया जाता है। जब chrominance vector C की peak-to-peak value को luminance signal Y से add किया जाता है तो इस colourplexed signal ($Y + C$) का peak-to-peak amplitude विडियो सिगनल की permissible range (स्वीकृत) से अधिक हो सकता है। उदाहरणतः pure red colour का यदि example लें तो इसकी Y की value 0.3 में इसकी C की value ± 0.76 add होने पर इसका मान (0.3 + 0.76) से (0.3 – 0.76) अर्थात् 1.06 से – 0.46 की रेंज में रहेगा। इसी प्रकार pure green का मान (0.59 ± 0.83) अर्थात् 1.42 से – 0.24 के रेंज में रहेगा। ऐसे ही yellow का मान 0.89 ± 0.9 अर्थात् 1.79 से – 0.01 की रेंज में रहेगा। आप देखें तो इसमें combined signal का मान 1 से अधिक जा रहा है, जो overmodulation को represent (प्रदर्शित) करता है। इसका अर्थ यह हुआ कि picture carrier से modulation करने के बाद कुछ colour signals amplitudes maximum sync tips का (ऊपर की ओर) तथा white level (नीचे के ओर) स्तर cross कर लेंगे, जो कि allow नहीं किया जाना चाहिये। क्योंकि इससे reproduced colours (पुनरोत्पादित रंगों) में distortion होने लगेगा तथा video circuits की overloading होगी। अतः यह जरूरी है कि 100% saturation colour values के overmodulation को avoid (रोकना) किया जाये तथा colour difference signals के colour subcarrier का modulation करने से पहले उनके amplitude को कम किया जाना चाहिये। अतः, मॉडुलेशन से पहले difference signal ($R – Y$) तथा ($B – Y$) को weighting factors (0.877 for ($R – Y$) and

0.493 for $(B-Y)$ component) से multiply करके उनको scale down (अर्थात् समान अनुपात में कम करना) किया जाता है। इससे overmodulation की समस्या लगभग समाप्त हो जाती है।

अत:
$$(B-Y)_{weighted} = 0.493 \times (B-Y)_{unweighted}$$
$$(R-Y)_{weighted} = 0.877\,(R-Y)_{unweighted}$$

तालिका 6.4 में C का मान weighted difference signals व weighted signals के लिये दिखाया गया है।

इस तालिका से पता चलता है कि weighting factors से multiply करके difference signals को reduce (कम) किया जा सकता है। उदाहरणत: pure red colour के लिये $Y = 0.3$ तथा अब C की value ± 0.63 को add करने पर अब उसका मान 0.66 व – 0.33 के मध्य रहेगा, जिससे स्पष्ट है कि overmodulation नहीं होगा। हालांकि यदि आप cyan व yellow के लिये देखें तो अभी भी 33% overloading आपको दिखाई देगी। (Yellow के लिये आप पायेंगे कि इसका मान (0.89 ± 0.44) अर्थात 1.33 से 0.55 तक रहेगा)



चित्र 6.19—Generation of composite colour signal for a theoretical 100° saturated, 100° amplitude colour bar signal

लेकिन यह occasional (कभी-कभी होने वाली) overloading कोई serious distortion उत्पन्न नहीं करती तथा सहन की जा सकती है। वैसे भी maximum chroma signal कभी-कभी ही occur होते है क्योंकि chroma signal का amplitude

तालिका 6.4

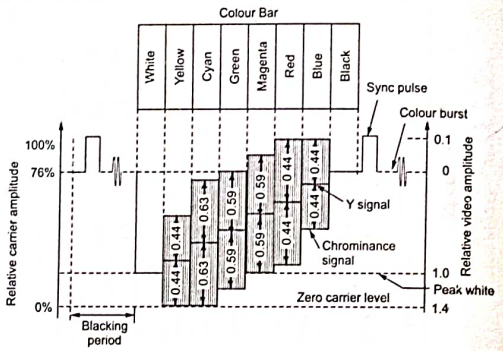
Colour	R	G	B	$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$	Unweighted $B-Y$	Unweighted $R-Y$	Unweighted $C = \sqrt{(B-Y)^2 + (R-Y)^2}$	Weighted $B-Y$ (Multiplied by 0.793)	Weighted $R-Y$ (Multiplied by 0.877)	Weighted $C_{weighted} = \sqrt{(B-Y)^2_{weighted} + (R-Y)^2_{weighted}}$
White	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Yellow (R + G)	1	1	0	0.89	– 0.89	0.11	0.90	– 0.439	+ 0.096	0.44
Cyan (G + B)	0	1	1	0.70	+ 0.30	– 0.70	0.76	+ 0.148	– 0.614	0.63
Green	0	1	0	0.59	– 0.59	– 0.59	0.83	– 0.29	– 0.517	0.59
Magenta (R + B)	1	0	1	0.41	+ 0.59	+ 0.59	0.83	+ 0.29	+ 0.517	0.59
Red	1	0	0	0.30	– 0.30	+ 0.70	0.76	– 0.148	+ 0.614	0.63
Blue	0	0	1	0.11	+ 0.89	– 0.11	0.90	+ 0.439	– 0.096	0.44
Black	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0

hue के saturation के proportional होता है। अतः, इससे अधिक weighting factors लगाकर colour difference signal amplitudes पर और अधिक अत्याचार करने की आवश्यकता नहीं पड़ती।

"The resulant chrominance signal phasor C is added to the luminance signal Y before modulating it with the channel carrier for transmission. In some cases, this may exceed the limits of 100 percent modulation. Leading to overmoduation this means that on modulation with the picture carrier some of the colour signal amplitudes would exceed the limits of maximum sync tips on one side and white level on the other.

When the peak-to-peak amplitude of chrominance for saturated colours is added to the corresponding luminance signal Y to form the combined video signal, the peak-to-peak amplitude of this colourplexed video signal (Y + C) can exceed the permissible range of the video signal.

If overmodulation is permitted the reproduced colours will get objectionably distorted. Therefore, to avoid overmodulation, it is necessary to reduce the amplitude them with the colour subcarrier. Accordingly, both (R – Y) and (B – Y) components of the colour video signal are scaled down by multiplying them with 'weighting factors' (0.877 for the (R – Y) component and 0.493 for the (B – Y) component).



चित्र 6.20—100% saturated, 100% amplitude colour-bar signal in which the colour difference signals are reduced by weight factors to prevent overmodulation.

Even weighted amplitudes will cause overmodulation (near about 33%). This is permitted, because the saturation of hues in scenes rarely exceeds 80%. Since the amplitude of chroma signal is proportional to the saturation of hue, maximum chroma signal amplitudes are rarely encountered in practice. Therefore, the weighted chroma values result in a complete colour signal that will न के बराबर overmodulate the carrier.

So, application of weighting factors may be considered a compromise between the luminance and chrominance signal deterioration is to reduce the R – Y signal by a factor of 0.877 and B – Y signal by a factor of 0.493 separately, to exploit the full permissible range of the combined waveform. This may still result in up to 33% overloading this occasional overloading without causing serious distortion."

विचार प्रश्न

(i) मान लीजिये आपको घर पर 20 kg आटा, 2 kg आलू, 1 kg चीनी लेकर जानी है। किन्तु आपके पास कोई वाहन नहीं है आप इतना वज़न नहीं उठा सकते। अतः, फिलहाल आप काम चलाने के लिये 2 kg आटा, 1 kg आलू तथा 250 g चीनी ले जाते हैं।

क्या इस उदाहरण की weighting factors से कोई analogy समझ में आती है? यदि हाँ तो आटे, आलू व चीनी के weighting factors निकालिये। सबसे ज्यादा weighting factor आपने किस पर लगाया तथा सबसे कम किस पर?

(ii) Overmodulation किसे कहते हैं ? एक overmodulated AM की waveform बनाइये।

(iii) इस महंगाई के ज़माने में हर किसी को किसी न किसी रूप में weighting factor लगाना ही पड़ता है। चर्चा कीजिये।

(iv) तालिका 6.5 को पूरा कीजिये (for weighting factor of 0.493 and 0.877 for (R–Y) and (B–Y). Colour difference signals respecively.

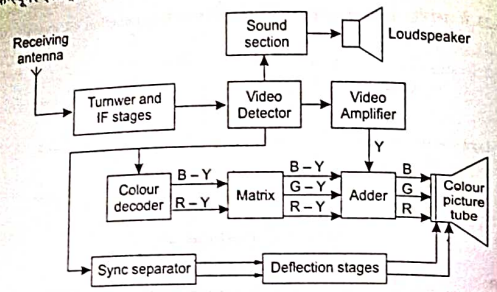
तालिका 6.5

Colour	Y	Unweighted			Weighted			Unweighted		Weighted	
		B–Y	R–Y	C	B–Y	R–Y	C	Y+C	Y–C	Y+C	Y–C
White											
Yellow											
Cyan											
Green											
Magenta											
Red											
Blue											
Black											

(v) अब तालिका 6.5 की सहायता से तालिका 6.6 को पूरा कीजिये तथा weighting factors का औचित्य समझने का प्रयास कीजिये।

तालिका 6.6

Colour	Unweighted		% overmodulation	Weighted		% overmodualtion
	Y+C	Y–C		Y+C	Y–C	
White						
Yellow						
Cyan						
Green						
Magenta						
Red						
Blue						
Black						



चित्र 6.24—(b) Block diagram of a colour receiver

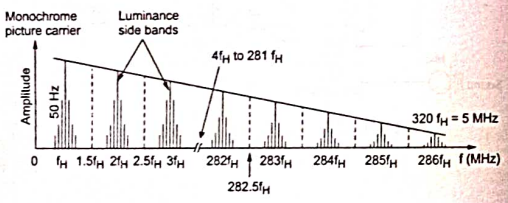
§ 6.23. NTSC तथा PAL के सिद्धान्त (Introduction) :

अब आपको दो स्टैंडर्ड कलर प्रणालियों अर्थात् NTSC एवं PAL के सिद्धान्तों का अध्ययन करना है। इनको शुरू करने से पहले संक्षेप में frequency interleaving का सिद्धान्त समझाना चाहूँगा चूँकि monochrome व colour transmission में compatibility बनाना आवश्यक होता है, अतः monochrome transmission की bandwidth के अंदर ही कलर सिगनल को adjust किया जाता है जिसको frequency interleaving कहते हैं। यदि आपने किसी भीड़ भरी ट्रेन में यात्रा की होगी, तो आपको frequnecy interleaving समझने में दिक्कत नहीं आयेगी, क्योंकि यदि किसी सीट पर चार लोग बैठे होते हैं, तब बीच में कुछ जगह खाली होती है तो पाँचवाँ व्यक्ति आकर उसमें adjust हो जाता है।

वीडियो सिगनल की ऊर्जा clusters of energy (ऊर्जा के गुच्छों के रूप में) के रूप में होती है तथा यह line frequency के harmonics (फ्रीक्वैंसी का गुणक हारमोनिक कहलाता है) पर स्थित होते हैं। चित्र 6.25 में वीडियो T.V. सिग्नल का स्पैक्ट्रम प्रदर्शित है। जिसमें लाइन frequency के harmonics प्रदर्शित हैं। PAL की line frequnecy 15625 Hz होती है। अतः

$$f = 15625 \text{ Hz}$$
$$2f_H = 31250 \text{ Hz},$$
$$3f_H = 46875 \text{ Hz}$$

और $$320 f_H = 5 \times 10^6 \text{ Hz या } 5 \text{ MHz}$$



चित्र 6.25—Composition of Video spectrum showing harmonics of line frequency

प्रत्येक energy cluster के components (घटक) आपस में field frequency 50 Hz के harmonics द्वारा displaced (स्थापित) होते हैं (*i.e.* 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz इत्यादि)

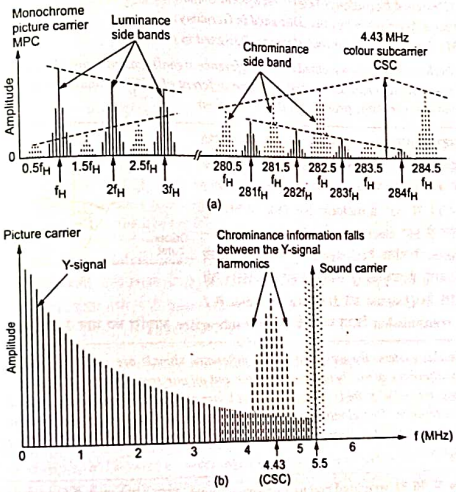
चित्र 6.25 में line frequency harmonics के left तथा right में low amplitude components, vertical scanning frequency के harmonics हैं।

Vertical side bands की energy horizontal side band की energy से कम होती है।

(Due to low vertical scanning rate). When the order of harmonics increases, the cluster energy decreases. (हारमोनिक का आर्डर कम होने पर इसकी क्लस्टर ऊर्जा घटती है।)

इन energy clusters के मध्य gap होता है तथा यह gaps half line frequency के odd harmonics (means $(2n+1)\frac{f_H}{2}$) पर पड़ते हैं।

इन्हीं gaps पर colour difference signals को colour subcarrier द्वारा quadrature amplitude modulate करके रखा जाता है। इसीलिये colour subcarrier का मान $\frac{f_H}{2}$ का odd multiple choose किया जाता है। इस प्रक्रिया को frequency interleaving (Interleaving का अर्थ होता है दो चीजों के मध्य तीसरी चीज को स्थापित करना) कहा जाता है (चित्र 6.26 देखें)।



चित्र 6.26—Frequency spectrum of video signal and interleaving of chrome signal.

चित्र में *Y* signal clusters में dotted lines colour infomations को दर्शाती है। Picture signal के साथ cross talk (cross talk एक प्रकार का व्यतिकरण होता है) रोकने के लिये colour subcarrier channel bandwidth की higher frequency side में select किया जाता है। PAL system में colour subcarrier $\frac{f_H}{2} \times 567$ होता है।

So
$$f_{SC} = 567 \times \frac{f_H}{2} \text{ Hz}$$
$$= 567 \times \frac{15625}{2} \text{ Hz}$$
$$= 4429687.5 \text{ Hz}$$
$$= 4.43 \text{ MHz}$$

NTSC system में $f_{SC} = 3.579545$ MHz
$$= 3.58 \text{ MHz}$$

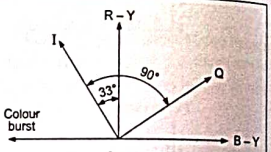
§ 6.24. विभिन्न कलर प्रणालियाँ (Different Colour Standards) :

मुख्यत:, तीन प्रकार के कलर सिस्टम का अधिक प्रचलन है, NTSC, PAL तथा SECAM.

(i) NTSC (Designed by National Television System Committee of USA)
(ii) PAL (Phase Alternation by Line, Designed in Germany)
(iii) SECAM (Sequential Colour and Memory, Designed in France)

(i) NTSC : In this system, the weighted colour difference signals, called I and Q signals are present on each line simulatneously and maintain a mutual phase different of + 90°. Modulation technique is AMSC. In this system, phase error if any produces a different colour.

NTSC सिस्टम में difference colour signals ($B-Y$) तथा ($R-Y$) की सहायता से दो weighted signals *I* तथा *Q* उत्पन्न किये जाते हैं। *I* तथा *Q* के मध्य 90° का कलान्तर होता है। *I* सिगनल + ($R-Y$) से 33° anticlockwise होता है तथा *Q* सिगनल *I* सिगनल से 90° clockwise होता है। Colour burst – ($B-Y$) के phase में होता है। *I* signal को 1.5 MHz की Bandwidth दी जाती है जबकि *Q* सिगनल को 0.5 MHz की बैंडविड्थ दी जाती है। *Q* signal का DSB transmission व *I* signal का SSB transmission किया जाता है। Colour subcarrier आवृत्ति का मान 3.579345 MHz होता है।

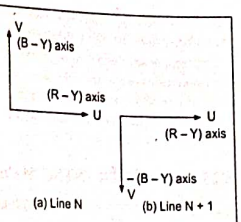


चित्र 16.27

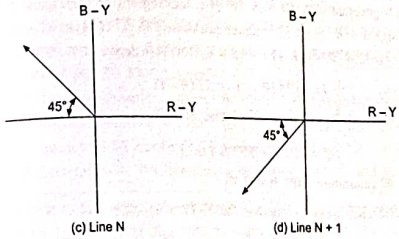
(ii) PAL : In this system, the weighted colour difference signals are called U and V signals. They maintain a phase difference of 90° between each other, but on one scanning line V is + 90° away from U, and on the next line, it is – 90° from U. Thus, both signals are present simultaneously on each line, but with a differnt phase difference. This eliminates phase error atuomatically. Due to requirement of automatic phase changing switch, the PAL system is costlier than NTSC system. Modulation is AMSC type as in NTSC. India uses PAL system.

PAL system में भी दो weighted colour difference signal उत्पन्न किये जाते हैं जिनको *U* तथा *V* कहा जाता है। *U* signal ($R-Y$) के phase में होता है तथा *V* signal एक लाइन के लिये ($B-Y$) के phase में तथा अगली line के लिये – ($B-Y$) के phase में होता है। अत: *V* का phase हर लाइन के बाद alternate करता

रहता है (180° बदलता रहता है) (चित्र 6.28 देखें)। अत: इस system को PAL system या Phase Alternation by line system कहा जाता है। *V* के Phase को हर लाइन के बाद Alternate करने से यह फायदा होता है कि रिसीवर पर पिक्चर में उत्पन्न फेज़ त्रुटियों द्वारा दोष समाप्त हो जाते हैं PAL का burst भी NTSC से भिन्न होता है। यह एक line के लिये – ($R-Y$) से 45° anticlockwise तथा अगली line के लिये – ($R-Y$) से 45° clockwise रहता है। इसका मान NTSC burst का 0.707 गुना रहता है। चूँकि PAL का burst हर line पर swing (झूला झूलना) करता है। अत: यह swinging burst कहा जाता है।



चित्र 16.28



चित्र 6.28

(iii) SECAM : In this system, the weighted colour difference signals are called D_B and D_R. They do not appear simultaneously on any, line. If D_B appears on one line, ten D_R appears on the next line. So, the question of phase difference and hence phase-error does not arise. Modulation technique is FM. It is the cheapest system, but resolution is reduced to 50%. For colours, high resolution is not needed.

SECAM : इस सिस्टम में weighted colour systems को D_B तथा D_R कहा जाता है। यह दोनों एक साथ किसी लाइन में नहीं आते। यदि एक लाइन में D_B आता है तो अगली लाइन में D_R आता है। अत: इसमें फेज़ डिफ्रेंस का कोई महत्व नहीं होता तथा न ही phase errors उत्पन्न होते हैं। इसमें FM का प्रयोग होता है। यह एक किफायती system है किन्तु इसकी resolution poor होती है।

Television standards consist of a set of specifications of transmission of TV programmes. Broadly speaking, these specifications pertain to the scanning process, colour encoding system, composite vidwo signal, modulation methods, bandwidth, intercarrier frequency, channel width and radio frequency spectrum utilisation, etc.

A TV receiver cannot receive TV programmes unless it conforms to the specifications adopted for transmission. For example, a TV receiver needs scanning identical and synchronised to the scanning process that was used in the transmitter. Similarly, for detection of colour signals, the same subcarrier is required to be generated in the receiver as was employed in the transmitter. Due to this essential requirement, synchronisation pulses and colour-burst signals are transmitted along with the video signal. These are separated out in the receiver to trigger the oscillations and hence to produce identical scanning currents

ad colour subcarrier. Further, different colour-encoding processes adopted for transmission require compatible colour-decoding processes in the receiver.

Different countries adopt different standards. Hence, the receivers in a country are designed to receive TV transmissions of the specifications followed by that country. Even a minor difference in the transmitter specifications of a country may not allow receivers in some other countries to receive TV programmes of that country. On account of this, the TV signals have to be specified exactly and hence the need to TV standards.

§ 6.25. NTSC सिस्टम (NTSC System) :

NTSC कलर सिस्टम American 525 line मोनोक्रोम सिस्टम से compatable है। बैंडविड्थ को save करने के लिये इस बात का फायदा उठाया जाता है कि human eyes की resolution (विभेदन क्षमता) reddish blue—yellowish green axis के वाले colours के प्रति कम है तथा yellowish red-greenish blue axis के colours के प्रति अधिक है। अत: दो नये colour video signals generate किये जाते हैं जो कि इन colour regions को correspond (व्यक्त) करते हैं। इनको I व Q सिग्नल कहते हैं। I signal + $(R-Y)$ से 33° counter clockwise होता है, जहाँ eyes की resolution अधिक होती है। $I = 0.60\,R - 0.28\,G - 0.32\,B$. इसको $(R-Y)$ व $(B-Y)$ सिगनल से derive किया जाता है।

$$I = 0.74\,(R-Y) - 0.27\,(B-Y)$$

Q सिगनल + $(B-Y)$ signal से 33°counter clockwise होता है।

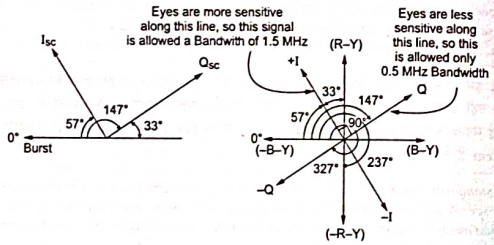
$$Q = 0.21\,R - 0.52\,G + 0.31$$

अत: यह I सिगनल के quadrature (90°) मे होता है।

इसको भी colour difference signals से derive (प्राप्त) किया जा सकता है—

$$Q = 0.48\,(R-Y) + 0.41\,(B-Y)$$

NTSC सिस्टम Q के बारे में निम्न बातें नोट करने योग्य हैं—(चित्र 6.29 (a))



चित्र 6.29 (a)—Phasor diagrams of the I and Q signals in the NTSC system.

(i) NTSC सिस्टम में दो नये सिगनल generate किये जाते हैं जिनको I सिगनल व Q सिगनल कहते हैं।

(ii) I signal + $(R-Y)$ सिग्नल में 33° anti-clockwise होता है तथा Q सिगनल इसके quadrature में, अर्थात् + $(B-Y)$ सिग्नल से 33° anti-clockwise होता है।

(iii) I signal colour burst से 57° पर located होता है।

(iv) Q सिगनल magenta तथा yellowish-green shades वाली regions को cover करता है। इसी प्रकार + I orange hues व − I signal cyan के आसपास के क्षेत्रों को cover करता है। चूँकि eyes I सिगनल के क्षेत्र में ज्यादा resolving power रखती है, अत: I signals को 1.5 MHz तकी आवृत्तियाँ allow की जाती हैं। इसी प्रकार + Q सिगनल के आसपास eyes कम sensitive होती है। इसलिये इनको comparative कम bandwidth दी जाती है (लगभग ± 0·5 MHz)।

(v) अत: 0·5 MHz तक दोनो I व Q सिगनल active रहते हैं। 0.5 MHz से 1.5 MHz तक Q drop करने लगता है जबकि I continue करता है।

(vi) Only one colour difference signal is sufficient for producing colours which are a mixture of only two colours. Thus the Q signal is not necessary for producing colours lying in the region of orange and cyan hues. Hence when only I signal is acitve the colours produced on the screen will be reddish orange to bluish green.

(vii) Q Signal के लिये DSB transmission किया जाता है। I signal upper sideband 0.5 MHz व lower sideband 1.5 MHz तक extend (विस्तार) किया जाता है, और इस प्रकार यह एक प्रकार का VSB modulation होता है। अत: $(R-Y)$ के direct transmission की तुलना में (जहाँ 3 MHz की आवश्यकता पड़ती है), यहाँ केवल 2 MHz से काम चल जाता है और इस प्रकार 1 MHz की बचत होती है।

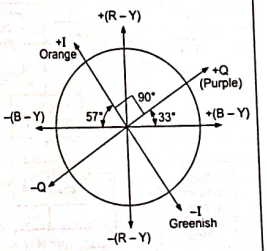
(viii) NTSC सिस्टम में colour subcarrier frequency का मान 3.579545 MHz रखा गया है। इतनी exact व precise value (exact मान) monochrome व colour system की compatability बनाने हेतु चयन की गयी है। Subcarrier frequency को इस exact value पर maintain करने (बनाये रखने) से chrominance signal तथा higher video frequencies के मध्य interference की समस्या समाप्त हो जाती है।

Monochrome तथा Colour TV के मध्य समरूपता (compatibility) बनाये रखने के लिये यह आवश्यक पाया गया कि शुद्ध रंग R, G, व B ट्रांसमिट करने के बजाय कलर अंतर सिगनल $(B-Y)$ तथा $(R-Y)$ को ट्रांसमिट किया जाये। ओवरमॉडुलेशन से बचाने हेतु इन कलर अंतर सिगनलों को weight (भारित) किया जाता है। NTSC प्रणाली में इन भारित सिगनलों को I तथा Q सिगनल (या phasors) कहा जाता है। I का तात्पर्य in-phase अर्थात् समान कला से है जबकि Q का तात्पर्य quadrature phase अर्थात् 90° कलान्तर से है। अत: I तथा Q आपस में 90° के कलान्तर पर होते हैं।

भारित I तथा Q phasors कलर डिफरेंस सिगनल का भारित (reduce अर्थात् कम किया हुआ) भाग होते हैं—

$$I = 0.74\,(R-Y) - 0.27\,(B-Y)$$

$$Q = 0.48\,(R-Y) + 0.41\,(B-Y)$$

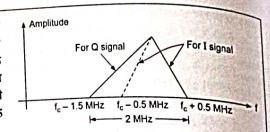


चित्र 16.29 (b)—NTSC कलर फेज़र्स

NTSC सिस्टम में $-(B-Y)$ को reference phasor (संदर्भ फेज़र अर्थात् 0°) माना जाता है। I का फेज angle $-(B-Y)$ अक्ष से 57° clockwise होता है। Q का phase angle $-(B-Y)$ से 57° + 90 = 147° clockwise (या I से 90° clockwise या + $(B-Y)$ से 33° anticlockwise होता है (चित्र 6.29 (b))। अत: I cos 123° द्वारा + $(B-Y)$ सिगनल तथा Q cos 57° द्वारा $(R-Y)$ signal उत्पन्न किया जा सकता है।

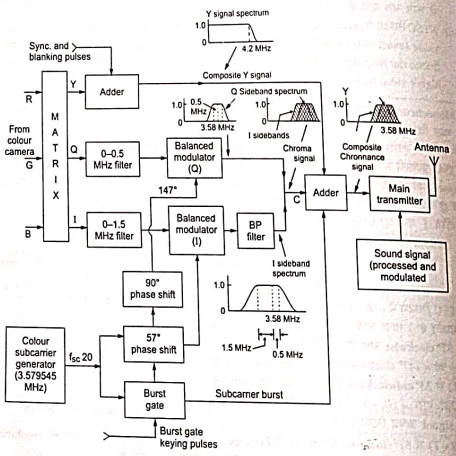
$-(B-Y)$ से 57° clockwise होने के कारण I orange कलर क्षेत्र को व्यक्त करता है। आँखों की resolution इस क्षेत्र में सर्वाधिक होती है, तथा कलर के सूक्ष्म विवरण भी दिखाई दे जाते हैं।

अतः, *I* को 1.5 MHz के Bandwidth प्रदान की जाती है। *Q*-signal जो कि *I*-सिग्नल से 90° clockwise होता है, purple कलर के क्षेत्र को व्यक्त करता है। इस दिशा में आँखों की संवेदनशील कम होती है, तथा इसको अधिक बैंडविड्थ देने की आवश्यकता नहीं होती। अतः, *I* को केवल 0.5 MHz बैंडविड्थ दी जाती है (चित्र 6.29 (c))।



चित्र 6.29(c)

NTSC कोडर (NTSC Coder) : मुझे लगता है कि NTSC ट्रांजिस्टर पर colour signal की encoding आपको समझ में आ गई होगी। देखिये, कैमरा से प्राप्त RGB सिग्नल से luminance signal *Y* प्राप्त होगा तथा matrix की सहायता से *I* तथा *Q* सिग्नल भी प्राप्त किये जायेंगे। Sync तथा blanking pulses luminance signal *Y* से add की जायेगी। अब colour subcarrier का QAM होगा। colour subcarrier से burst signal उत्पन्न करके luminance signal की back porch पर add किया जायेगा।



चित्र 6.30—(a) NTSC coder.

(नोट करें कि NTSC के कलर burst—(*B* – *Y*) सिग्नल के same phase में होता है तथा इसकी peak-to peak amplitude sync के बराबर होती है)

Subcarrier का 57° shift करने के पश्चात् उसको balanced modulator को दिया जायेगा जिसको *I* मॉडुलेट करेगा तथा फिर 90° पुनः shift करके दूसरे balanced modulator दो दिया जायेगा जिसे *Q* मॉडुलेट करेगा। इन दोनों को add करके QAM सिग्नल प्राप्त होगा जिसको luminance signal से add करके finally composite chrominance signal प्राप्त किया जाता है। फिर इस सिग्नल में modulated sound add किया जाता है। तथा इस सिग्नल को antenna को भेजा जाता है तो यह है short में NTSC ट्रांसमिशन की कहानी। आइये एक बार फिर revise करते हैं, point-by-point) (चित्र 6.30 देखें)।

(i) एक matrix की सहातया से camera outputs से *I* तथा *Q* signals प्राप्त किये जाते हैं चूँकि $I = 0.60\,R - 0.28\,G - 0.32\,B$, अतः इसे प्राप्त करने हेतु potential (matrix) को देने से पहले *G* व *B* को इनवर्ट करते हैं। इसी प्रकार $Q = 0.21\,R - 0.52\,G + 0.31\,B$ को matrix फीड करने से पहले green camera की आउटपुट को invert किया जाता है।

(ii) जैसे कि मैंने आपको पहले भी बताया था, *Q* सिग्नल को 0 से 0.5 MHz बैंड में लिमिट कर दिया जाता है जबकि *I* सिग्नल को ज्यादा बैंडविड्थ (0 से 1.5 MHz) दी जाती है क्योंकि इसके लिये eyes की resolution better होती है। अतः इन सिग्नलों को band limited करने हेतु filters use किये जाते हैं।

(iii) *I*-modulator के subcarrier को colour burst के respect में 57° का फेज शिफ्ट दिया जाता है (बताइये, क्यों), तथा *Q*-मॉडुलेटर को apply करने से पहले sub-carrier को 90° का extra phase shift दिया जाता है (QAM प्राप्त करने हेतु)।

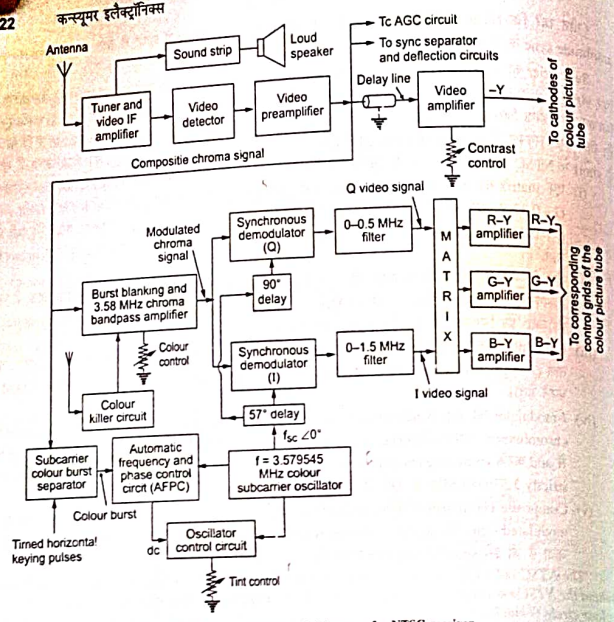
(iv) *I*-modulator की side band restricted (VSB) output तथा *Q*-modulator की output को combine करके chrominance (अर्थात् colour) signal composite प्राप्त होता है। इसको composite *Y*-signal व colour burst में add करके composite chrominance signal प्राप्त किया जाता है। ध्यान रखें कि colour sub carrier आवृत्ति strictly 3.579545 MHz ही रखी जाती है।

(v) Composite chrominance signal channel की picture carrier frequency को modulate करता है। इस modulated signal को sound transmitter से प्राप्त modulated sound से combine करके, antenna को भेजा जाता है जो इसे space में radiate कर देता है।

"The NTSC colour system is compatible with the American 525 line mono-chrome system. The idea behind the NTSC system is that eye resolution of colours along the reddish blue-yellowish green axis on the colour circle is much less than those colours which lie around the yellowish red-greenish blue axis. Hence two new colour video signals I and Q which correspond to these colour regions, are generated. The I signal stands in a region 33° anti clockwise to + (R – Y) where the eye has maximum colour resolution. I = 0.60 R - 0.28 G – 0.32 B. It is located at an angle of 57° with respect to the colour burst. Now Q = 0.21 R – 0.52 G + 0.31 B. It stands 33° counter clockwise to the + (B – Y) signal and is thus in quadrature with the I signal. The Q signal covers the regions around magenta (reddish-blue) and yellow-green shades. Similarly cyan hues correspond to phase angles centred around + I and the complementary blue-green (cyan) hues located around the diametrically opposite – I signal. Since the eye is capable of resolving fine details in these regions, I signal is allowed to possess frequencies up to 1.5 MHz. However, the eye is least sensitive to colours that lie around the ± Q signals, and therefore it is allowed a bandwidth of only ± 0.5 MHz with respect to the colour subcarrier."

NTSC कलर रिसीवर (NTSC Colour Receiver) : चित्र 6.30 (b) में NTSC colour receiver प्रदर्शित है। सिग्नल को antenna द्वारा रिसीव करने के पश्चात् tuner, IF amplifier व video dectector stage से receiver की भाँति ही कार्य होता है। Sound signal को separate करके उसका demodulation व amplification करके उसे loudspeaker को feed किया जाता है। इसी प्रकार AGC, sync. separator व deflection circuits receiver की तरह होते हैं, किन्तु इसमें purity, convergence व pincushion correction circuits भी होते हैं।





चित्र 6.30—(b) Simplified block diagram of a NTSC receiver.

Video detector की आउटपुट पर composite video तथा chrominance signal demodulate होकर प्राप्त होते है। इस *Y* सिगनल को monochrome receiver के समान process किया जाता है, अंतर सिर्फ इतना होता है कि यहाँ video amplifier के पहले एक डिले लाइन use की जाती है। यह डिले लाइन, जो *Y*-signal को लगभग 500 ns का delay (देरी) प्रदान करती है, luminance तथा chroma signal के time coincidence (दोनों का एक ही समय पर आना) को ensure करने हेतु आवश्यक होती है, क्योंकि chroma signal की bandwidth restricted होती है।

क्रोमा सिगनल का डिटैक्शन करके उससे *R–Y*, *G–Y* तथा *B–Y* colour difference signal उत्पन्न किये जाते है जो colour पिक्चर ट्यूब को फीड किये जाते हैं। इस क्रोमा signal के active trace time में picture की colour information होती है जबकि retrace time में colour burst information होती है। आप चित्र में देखेंगे तो पायेंगे कि composite chroma signal को एक bandpass amplifier को दिया जा रहा है। यह bandpass amplifier composite signal में से chrominance signal को separate करेगा तथा इसके demodulation हेतु synchronous demodulators को भेजेगा। ध्यान दें कि burst signal को यहाँ पर रोक दिया जायेगा। Burst signal को extract (प्राप्त) करने हेतु एक अन्य परिपथ जिसे colour burst separator कहते हैं का use किया जाता है जो bursts की लगभग 10 cycles को colour phase discriminator (phase के प्रति संवेदनशील परिपथ) को भेजता है जिससे कि demodulation हेतु correct frequency तथा phase (उपयुक्त आवृत्ति एवं कला सम्बन्ध) को carrier local colour subcarrier oscillator द्वारा उत्पन्न किया जा सके।

Colour signal को demodulation हेतु sunchronous demodulation का use किया जाता है। यह demodulators इस प्रकार से amplitude व phase demodulators का combination होते है। Demodulation हेतु भी *QAM* की तरह हमें दो 90° phase shifted subcarriers generate किये जाते है। *I* demodutalion के लिये use किया गये oscillator को reqd phase से 57° phase shift दी जाती है जबकि सिगनल demodulator हेतु use किये जाने वाले oscillator को additional phase shift दी जाती है। इन *I* व *Q* सिगनलों को band pass filters पास कराकर एक matrix को दिया जाता है जो तीन difference signal उत्पन्न करती है जिनको amplify करके colour picture tube को apply किया जाता है। Amplification के समय ट्रांसमिशन के समय किये गये compression (weighting factors द्वारा) को समाप्त करने के लिये उसमें ही boosting (बढ़ाना) प्रदान कर दी जाती है।

Colour killer circuit (जो कि कलर्स को समाप्त कर देता है) colour TV द्वारा monochrome reception के समय on होकर chroma bandpass amplifier को disable कर देता है। इससे screen पर होने वाली colour interference समाप्त हो जाती है। तो इस प्रकार समाप्त होती है NTSC decoding की कहानी। आइये, आगे बढ़ने से पहले इसको भी point-by-point revise कर लिया जाये—

(i) NTSC colour receiver के tuner, IF video detectors stage monochrome receiver के समान ही processing करते है। Sound signal का demodulation भी monochrome receiver के समान होता है। AGC, sync separator व deflection भी उसी तरह होते है किन्तु कुछ correction circuits जैसे purity, convergence व pincushion correction यहाँ include किये जाते है।

(ii) *Y*-signal की processing भी monochrome receiver की तरह होती है किन्तु यहाँ *Y* : signal को 500 ns का delay दिया जाता है।

(iii) Composite colour signal में से colour information को chrominance bandpass filter (bandpass ≈ 2 MHz) द्वारा filter करके synchronous demodulators को दिया जाता है जबकि burst information को sub-carrier colour burst separator द्वारा separate करके (flyback के time on करके) automatic frequency and phase control circuit (*AFPC*) को दी जाती है। यह *AFPC* circuit colour subcarrier को control करता है जिससे उसकी आवृत्ति strictly 3.579545 MHz तथा correct phase पर बनी रहती है।

(iv) Synchronous demodulation द्वारा chroma signal का demodulation करके *I* तथा *Q* प्राप्त signal प्राप्त किये जाते है। *I* demodulator को burst phase से 57° phase shifted carrier व *Q*-demodulator को 147° (अर्थात् 57° + 90° = 147°) phase shifted signal दिया जाता है। Synchronous demodulators से प्राप्त *I* व *Q* सिगनल को उपरोक्त Bandpass filters से pass कराकर एक matrix को दिया जाता है। इस matrix से colour difference signal उत्पन्न होते है। इनको amplify किया जाता है तथा weighting factors का प्रभाव समाप्त करने हेतु boost (बढ़ाना) भी किया जाता है। इन difference signals को camera को दे दिया जाता है।

नोट करें कि picture tube की ग्रिड व cathode पर एक अन्य मैट्रिक्स होती है। ग्रिड को positive difference signals व cathode को $-Y$-signal दिया जाता है। अत: grid व cathode के मध्य $(R-Y)-(-Y) = R$, $(G-Y)-(-Y) = G$ तथा $(B-Y)-(-Y) = B$ इस प्रकार transmitter में camera द्वारा उत्पन्न original *R*, *G* तथा *B* signal recover हो जाते है।

(v) Colour killer circuit monochrome reception के समय on हो जाता है तथा chroma bandpass amplifier को disable कर देता है। इस प्रकार यदि कोई अवांछित सिगनल जिसकी आवृत्ति chroma signal bandpass के अन्दर आती हो, demodulators से पहले ही रुक जायेगा तथा colour interference की समस्या नहीं होगी। इस प्रकार की colour noise को confetti कहा जाता है। Receiver colour sync burst के presence या absence से ही colour तथा monochrome की पहचान कर लेता है तथा यदि burst signal होता है तो *AFPC* circuit एक dc वायस देकर colour killer को cut-off कर देता है तथा burst signal की absence होने पर colour killer को on कर दिया जाता है।

(vi) NTSC colour receivers में दो अतिरिक्त controls होते हैं जो colour तथा tint control कहलाते हैं। Colour control द्वारा chrominance bandpass को gain change करके picture में colour का amount change किया जा सकता है। Tint (या hue) control 3.579545 MHz oscillator व colour sync burst के मध्य phase को control करता है।

NTSC सिस्टम के दोष (Demerits of NTSC System) : (i) NTSC ट्रांसमिशन का मुख्य दोष यह है कि यह transmission path differences के प्रति sensitive होता है जिससे phase errors उत्पन्न होते हैं जो कि picture में colour changes कर देते हैं। (ii) Transmitter पर phase changes तब होते हैं जब local व television system network के programmes के मध्य changeover होता है। (iii) सिगनल के विभिन्न circuits से pass होते समय chroma phase angle प्रभावित होता है। (iv) Receiver पर demodulator outputs के मध्य cross talks colour distortion उत्पन्न करती है। (v) इन दोषों को दूर करने हेतु automatic tint control circuit या manual tint (या hue) control की सहायता ली जा सकती है।

"The signal from the selected channel is processed by the tuner, IF and video detector stages. The sound signal is separately detected, demodulated and amplified to the loudspeaker. The Y signal is processed as in a monochrome receiver except that the video amplifier needs a delay line, which is necessary to ensure time coincidence of the luminance and chroma signals. The Y-signal goes to the picture tube matrix through the delay line and Y amplifier of 4.2 MHz bandwidth. The two chrominance components I and Q are separated by two synchronous demodulators, which are supplied along with the modulated I and Q signals, locally generated subcarrier 90° phase shifted with respect to each other. The subcarrier oscillator is frequency and phase locked to the subcarrier burst signal separated from the detected signal by the sync separator and burst keyer, with the help of the AFC circuit.

The purpose of the bandpass amplifier is to separate the chrominance signal from the composite video signal, amplify it and then pass it on to the synchronous demodulators. The colour burst is prevented from appearing at its output by horizontal blanking pulses which disable the bandpass amplifier during the horizontal blanking intervals.

Synchronous demodulators are used to detect the modulating signal. The I demodulator oscillator voltage has a phase of 57° with respect to the burst phase, the oscillator voltage, to the Q [illegible] is delayed by 147° for detecting the Q colour-difference signal.

This matrix is designed to produce (R – Y), (G – Y) and (B – Y) signals from the [illegible]. The burst separator circuit has the function of extracting 8 to 11 cycles of refer[illegible] it is tun[illegible] transmitted on the back porch of every horizontal sync pulse [illegible] and is keyed on during the fly back time by pulses deriv[illegible] subcarrier oscillator generates a carrier wave output at [illegible]

The colour killer disables the chroma bandpass [illegible] prevents any spurious signals which happe[illegible] getting through the demodulators and caus[illegible] called 'confetti' and looks like snow but[illegible] transmission path differences which int[illegible] the transmitter, phase changes in the ch[illegible] of local and television network system[illegible] relationship with respect to the subc[illegible] receiver and the subcarrier at the tra[illegible] colour hues in the reproduced pict[illegible]

विचार प्रश्न

(i) Verify that for NTSC colour signals,

$$I = 0.74\,(R-Y) - 0.27\,(B-Y)$$
$$= 0.60\,R - 0.28\,G - 0.32\,B$$
$$Q = 0.48\,(R-Y) + 0.41\,(B-Y)$$
$$= 0.21\,R - 0.52\,G + 0.31\,B$$

(ii) What is a matrix circuit ? Explain. Draw a matrix to generate a signal
$$M = 0.3\,P + 0.5\,K + 0.8\,D$$

(iii) The I and Q synchronous demodulation is a polar to rectangular conversion. Comment on this statement.

(iv) The boost required for colour difference signals to compensate for weighting factors at the transmitter is 1.14 for $(R-Y)$, 2.03 for $(B-Y)$ but for $(G-Y)$ a reduction of 0.70 is required. Explain this statement.

(v) In a way, the *AFPC* circuit holds the hue of the colours at their proper values. Explain this statement.

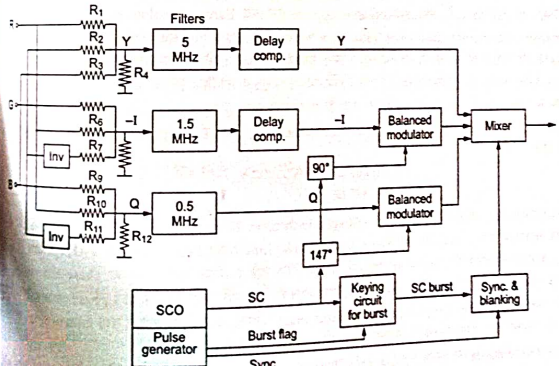
(vi) Confetti can also be termed as coloured snow. Do you agree? Discuss.

(vii) Although both the Csignal and colour burst are present at 3.579545 MHz, but they are not present at the same time. Explain this statement.

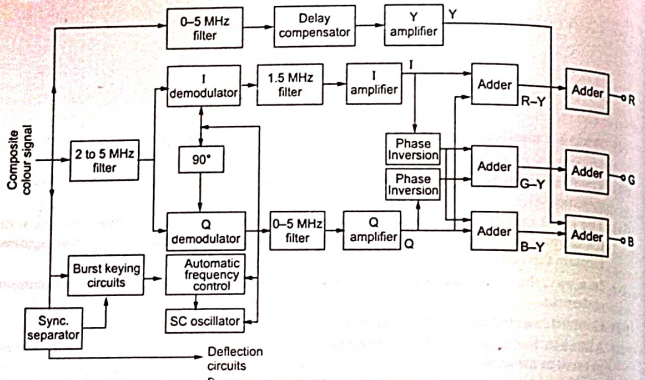
(viii) The burst separator amplifier should be keyed in only during the back porch. Do you agree? Give reasons.

(ix) In the NTSC receiver, a hue control in essentially provided to correct the phase errors and needs adjustments occasionally (Most Important). Dou you agree?

(x) चित्र 6.31 (a) में I व Q प्राप्त करने हेतु विभिन्न Matrix प्रतिरोधों के मानों की गणना कीजिये।



(xi) चित्र 6.31 (b) प्रदर्शित NTSC decoder का एक सरल परिपथ प्रदर्शित है। इसे समझाइये।



चित्र 6.31—(b) NTSC decoder (Receiver)

(xii) Americans Jokingly call their NTSC system as "NEVER THE SAME COLOUR"! Why?

(xiii) Draw a composite video signal for colour transmission and show the position of colour Burst.

§ 6.26. PAL सिस्टम (The PAL System) : (V. Imp.)

PAL की full form है, Phase Alternation by Line तथा यह European colour system standard है। इसको Germany की Telefunken laboratories में Professor Walter Bruch द्वारा विकसित किया गया। इसमें NTSC की phase errors के प्रति संवेदनाओं का काफी हद तक निदान किया गया है। यह NTSC से मिलता-जुलता सिस्टम है, लेकिन कुछ अन्तर है —(i) पहला difference तो यह है कि इसमें $(B-Y)$ व $(R-Y)$ signals को बिना 57° का phase shift दिये (जो कि NTSC सिस्टम में दिया जाता है) ही modulate किया जाता है। अत: इसमें I व Q signal generate नहीं किये जाते और $(R-Y)$ तथा $(B-Y)$ की weighting करके (to prevent over modulation) इनको ही simply chroma signals के रूप में use किया जाता है अर्थात्

$$U = 0.493\,(B-Y)$$
$$V = 0.877\,(R-Y)$$

(ii) दूसरा अंतर यह है कि प्रत्येक line के बाद colour subcarrier का phase reverse (कला उत्क्रमण) कर दिया जाता है। इसी कारण से इस system का नाम Phase Alternation by Line अर्थात् PAL system है। PAL system में U व V signal NTSC की तरह ही quadrature (90°) में ट्रांसमिट किये जाते हैं। किन्तु V सिगनल का phase alternating lines (अर्थात् एक-एक लाइन छोड़कर) पर reverse कर दिया जाता है। अत: एक लाइन में होने वाले phase errors अगली लाइन में होने वाले equal व opposite phase errors द्वारा counteract (अर्थात् cancel) हो जाते हैं तथा human eyes पर phase error के कारण होने वाला colour shift का प्रभाव भी cancel हो जाता है।

इस modification के कारण PAL system studio chain व transmission path में होने वाले differential phase errors के प्रति कम संवेदनशील हो जाता है।

The weighted $(B-Y)$ ad $(R-Y)$ signals are modulated with the subcarrier in the same way as in the NTSC system (QAM) but with the difference, that phase of the subcarrier to one of the modulators (V modulator) is reversed from + 90° to 90° at the line frequency. This technique of modulation cancels hue errors which result from unequal phase shifts in the transmitted signal.

(iii) Modulation के पश्चात् दोनों colour difference signals को समान bandwidth दी जाती है जिससे better colour reproduction (बेहतर कलर पुनरोत्पादन) होता है (आपको याद होगा कि NTSC system में I व Q signals, को अलग-अलग bandwidth दी जाती है)।

(iv) इस सिस्टम में colour subcarrier frequency 4.43361875 MHz रखी जाती है। यह आवृत्ति dot pattern interference को कम करती है।

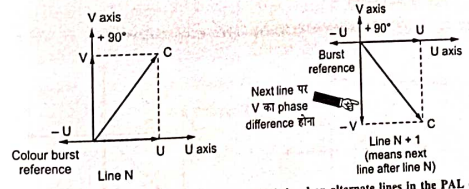
PAL is very similar to the NTSC, except that simple colour difference signals $R-Y$ and $B-Y$ called U and V after weighting, are used as chroma signals and the colour subcarrier phase is reversed on every other line. These modifications make the PAL system less sensitive to differential phase errors (as compared to NTSC system) that can occur at a number of places in the studio chain and the transmission path, Since colours are represented by the phase angles of the colour subcarrier vector, the phase errors or unequal phase rotations of individual frequencies of the colour subcarrier spectrum, relative to the phase of the subcarrier transmitted in the form of the burst, cause colour shifts in the reproduced picture. When the phase error is constant it can be corrected by a phase adjustment, as can be done in the NTSC system by providing the tint control in the decoder at the receiver.

In the PAL system, the U and V signals are transmitted as simultaneous pairs of chrominance components in the form of amplitude modulated sidebands of a pair of suppressed subcarrier (as QAM), as in the NTSC system. But the phase of the V signal is reversed on alternating lines, Phase errors that may be present in one line are counteracted by equal and opposite errors produced in the next line. These opposite phase errors in the colour subcarrier vectors for every alternate line tend to cancel out the effect of colour shifts on the human eye.

V सिगनल का फेज चेंज (Phase Change of V Signal) : जैसा कि आपको बताया गया है कि PAL सिस्टम की प्रत्येक alternate line पर V का subcarrier अपना फेज reverse करता है। इसको चित्र 6.32(a) में प्रदर्शित किया गया है। आप देखें कि U का phase दोनों lines में समान है जबकि V का फेज next line मे रिवर्स हो गया है। अत:

$$C_{PAL} = U \sin \omega_s t \pm \omega \sin \omega_s t = \sqrt{U^2 + V^2}\, \sin(\omega_s t + \theta)$$

जहाँ $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{V}{U}\right)$



चित्र 6.32—(a) Sequence of modulation *i.e.*, phase change of '*V*' signal on alternate lines in the PAL colour system.

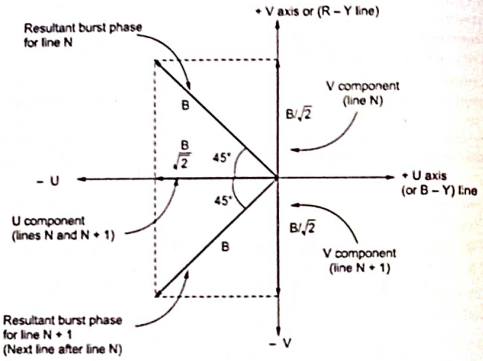
यहाँ पर एक लाइन के लिये V से पहले +ve sign आयेगा जबकि अगली लाइन में फेज चेंज होने के कारण –ve sign आयेगा। यह phase change (या switching) blanking period के दौरान की जाती है, जिससे कोई visible disturbance न हो।

PAL बर्स्ट (PAL Burst) : आपको यह तो लगने लगा होगा कि PAL decoder का काम NTSC decoder से कुछ ज्यादा typical है क्योंकि उसको V सिगनल के demodulation हेतु हर लाइन के बाद अपने oscillator की switching करनी होगी। साथ में PAL के ट्रांसमिटर को भी correct स्विचिंग के लिये NTSC से ज्यादा समझदार, बुद्धिमान व चतुर colour burst भेजना होगा और इस burst को तैयार करने हेतु उसे NTSC coder से ज्यादा मेहनत भी करनी पड़ेगी। पर दोस्तों, कुछ पाने के लिये मेहनत तो करनी ही पड़ती है न! इसीलिये PAL system को phase errors से मुक्त कराने के लिये PAL coder और decoder यह मेहनत करते हैं। आइये देखें कि किस प्रकार PAL का Burst NTSC burst से अलग होता है?

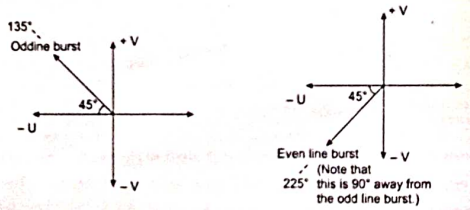
PAL के colour burst का कार्य receiver को synchronize (समक्रमिकता प्रदान करना) करना होता है ताकि U तथा V demodulator में correct carrier का re-insertion (कैरियर को demodulation हेतु रिसीवर पर use करना) किया जा सके। जहाँ NTSC का कलर बर्स्ट $-(B-Y)$ के फेज में तथा sync के बराबर peak-to-amplitude का होता है, वहीं PAL burst के दो components होते हैं—

(i) $-(B-Y)$ component (NTSC बर्स्ट के समान कला लेकिन $\frac{1}{\sqrt{2}}$ times NTSC burst amplitude तथा

(ii) $(R-Y)$ component जिसका फेज हर लाइन के बाद रिवर्सकरता रहेगा। इस $\pm(R-Y)$ component का amplitude भी पहले कम्पोनेन्ट $-(B-Y)$ के बराबर अर्थात् NTSC का $\frac{1}{\sqrt{2}}$ times होगा। (चित्र 6.32(b) देखें)



चित्र 6.32—(b) Illustration of PAL colour burst swing.

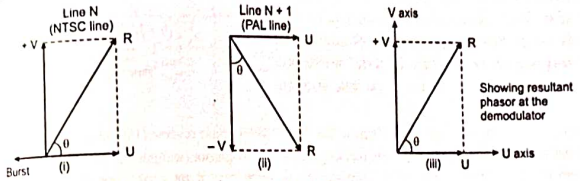


चित्र 6.32—(c) Swinging burst to synchronise phase alternation.

इन दो components का resultant burst amplitude (परिणामी मान) NTSC के समान होगा। Note करें कि PAL burst phase alternate lines के लिये $-(B-Y)$ axis से $\mp 45°$ झूलता रहता है। लेकिन $(R-Y)$ burst component का sign (+) picture signal के समान रहता है। अत: switching mode information इस burst पर उपलब्ध रहती है। चूँकि PAL का colour burst alternate lines पर zero reference phase से $\pm 45°$ पर झूलता रहता है, इसलिये इसको swinging burst भी कहा जाता है।

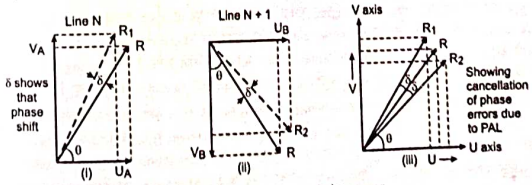
फेज त्रुटियों का निरस्तीकरण (Cancellation of phase errors): आइये, अब मुद्दे की बात करते हैं। ट्रांसमिटर में ट्रांसमिशन पथ में क्रोमा सिगनल के जिस error से प्रभावित होने की ज्यादा सम्भावना होती है, वह होता है फेज शिफ्ट तथा इस प्रभाव को differential phase error कहा जाता है और यह reproduced picture में changes उत्पन्न कर सकता है और यह होता है colour burst phase के respect में colour sideband frequencies में phase shift हो जाने से। इतनी देर से हम यही कहते जा रहे हैं कि PAL system में दो consecutive lines (एक लाइन तथा उसकी अगली लाइन) की phase errors एक दूसरे को cancel कर देती हैं। पर कैसे? आइये अब देखते हैं कि किस प्रकार PAL सिस्टम chroma signal को बनाता है इन, phase shift errors से।

चित्र 6.33 (a) में किसी field की दो consecutive lines के लिये U तथा V chroma signals के phasors दिखाये गये हैं इस स्थिति में कोई phase error नहीं है तथा pictures की hue ठीक reproduce होती हैं।



चित्र 6.33—(a) No phase error

चित्र 6.33(b) में दिखाया गया है कि फेजर R में phase shift δ हो जाता है और वह R_1 पर पहुँच जाता है। अब यदि NTSC system द्वारा reproduction होगा तो यह error remove नहीं होगा तथा reproduced picture की hue change हो जायेगी। लेकिन PAL system में अगली लाइन में भी δ की फेज शिफ्ट होगी। इस प्रकार demodulator R_1 व R_2 के मध्य शिफ्ट करेगा। अत:, यदि दोनों lines same time पर display होगी तो phase error cancel हो जायेगा। किन्तु scanning time के कारण picture की hue में थोड़ा सा ही difference आयेगा। किन्तु persistance of vision के कारण eyes R_1 व R_2 के बीच का कोई colour perceive करेगी जो कि लगभग actual colour के समान होगा।

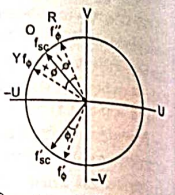


चित्र 6.33—(b) Cancellation of phase error.

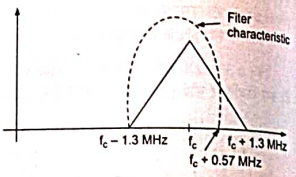
PAL कलर प्रणाली में भारित कलर अंतर सिगनलों (weighted colour difference signals) को U तथा V signal कहा जाता है। U सिगनल $-(B-Y)$ अक्ष की ओर होता है, U तथा V सिगनल कलर डिफरैंस सिगनल्स से निम्नवत् (भारित गुणांक (Weighting factors) लगाकर उत्पन्न किये जाते है—

$$U = 0.477\,(R-Y)$$
$$V = 0.895\,(B-Y)$$

PAL सिस्टम में sub-carrier आवृत्ति का मान 4.43361875 MHz रखा जाता है। U तथा V दोनों सिगनल्स की बैंडविड्थ 1.3 MHz तक सीमित कर दी जाती है। अत: यह band limited U and V सिगनल्स कहलाते हैं। AM-suppressed carrier–vestigial side band modulation (AM-SC-VSB modulation) तकनीक का प्रयोग करके subcarrier का modu-lation U तथा V द्वारा quadrature में किया जाता है। U तथा V signals के लिये LSB की bandwidth 1.3 MHz तथा USB की bandwidth 0.57 MHz रखी जाती है।



चित्र 16.33—(c) Cancellation of phase errors in PAL system



चित्र 16.33(d)

चूँकि PAL system में LSB U तथा V दोनों के लिये full bandwidth use करता है, अत: इस सिस्टम में सभी colours के लिये आँखों की पूरी resolving क्षमता का utilization (उपयोग) होता है। अत: इस सिस्टम में colour phasors को shift करने की कोई आवश्यकता नहीं रह जाती (जैसा कि NTSC में किया जाता है, जहाँ I तथा Q को $-(B-Y)$ अक्ष से फेज शिफ्ट किया जाता है)।

PAL system का V-phasor प्रत्येक alternate line के बाद अपना phase reverse (180° change) करता है। इसका तात्पर्य यह हुआ है कि यदि एक लाइन में V-phasor (weighted $R-Y$), U-phasor (weighted $B-Y$) से $+90°$ पर (अर्थात् 90° आगे है) तो अगली लाइन में वह उससे $-90°$ आगे है) तो अगली लाइन मे वह उससे $-90°$ पर (अर्थात 90° पीछे हो जायेगा)। अत:, हालांकि U तथा V सदा एक दूसरे के लम्बवत् (perpendicular) रहते हैं किन्तु V हर लाइन के बाद अपना phase change करता है ($90°$ से $-90°$ एक लाइन के लिये तथा $-90°$ से $+90°$ अगली लाइन के लिये)। इसी को phase alternation by line या संक्षेप में PAL कहा जाता है। $+90°$ वाली लाइन NTSC line कहलाती है, जबकि $-90°$ वाली line PAL लाइन कहलाती है। अत:, इस प्रकार की व्यवस्था से NTSC system में होने वाले phase corruption का समाधान PAL system द्वारा कर दिया जाता है। प्रत्येक alternate line पर phase के change होने के कारण PAL लाइन के identification (पहचान) हेतु identification (या ident) pulses की आवश्यकता होती है जबकि NTSC में ऐसी कोई आवश्यकता नहीं होती।)

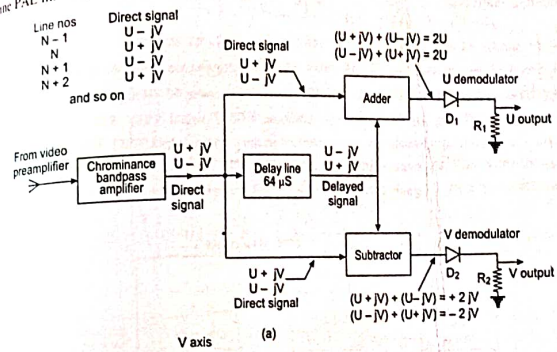
PAL line की पहचान हेतु colour burst signal अपना phase $\pm 45°$ पर change करता रहता है (7812.5 Hz अर्थात् half line frequency पर)। अत: इसको swinging burst कहा जाता है। Phase change की timing को accurately control करने हेतु PAL switch नामक एक electronic switch का use किया जाता है। Swinging colour burst signal से 7812.5 Hz का एक control signal उत्पन्न करके इस PAL switch को operate किया जाता है।

PAL-D कलर प्रणाली (PAL-D colour system)—आपने चित्र 6.33 (b) में देखा कि PAL सिस्टम में eyes R_1 व R_2 के बीच का colour perceive कर लेती हैं तथा fast scanning के कारण alternate lines में होने वाले changes को महसूस नहीं कर पातीं। लेकिन eyes को भी एक limit से ज्यादा बेवकूफ नहीं बनाया जा सकता। एक limit से ज्यादा phase error होने पर eyes उस प्रभाव को देखने लगेंगी। ऐसी स्थिति से निपटने के लिये PAL system को थोड़ा modify किया गया। इस modification के अनुसार एक delay line लगाकर दो lines का average निकालकर उसके बाद eyes को colour दिखाया जाता है।

यह system PAL-D system कहलाता है। जहाँ D का अर्थ है delay। अत:, इसको delay line PAL method कहा जाता है।

Instead of of relying on the human eye to combine the hues on adjacent lines, shifted in opposite directions by any differential phase error, the chroma signals may be combined electronically by means of a delay line and additional circuits in the receiver, when it is known as PAL-D now considered to be the standard PAL. Note that here D stands for Delay.

चित्र 6.34 में PAL-D के सिद्धान्त को समझाया गया है। इस चित्र में दिखाया गया है कि किस प्रकार chorminance signal में से U तथा V separate किये जाते हैं। पहली लाइन में V modulator product + U axis से $+90°$ है ($U+jV$), तथा इसको NTSC line कहा जाता है। अगली लाइन में V phase को reverse ($-90°$ पर) कर दिया जाता है ($U-jV$) और यह line PAL line कहलाती है।



चित्र 6.34—Basic principle of PAL-D demodulation and summation of consecutive line phasors in a PAL-D receiver.

क्रोमिनैंस सिगनल को delay लाइन (delay time = one line period = 64 µs) को feed किया जाता है। अत; adder व subtractor को एक तो direct signal मिलेगा तथा उसी के साथ पिछली लाइन भी delay होकर साथ में ही मिलेगी। माना कि जब adder व subtractor को N^{th} line direct मिल रही है तो $(N-1)$ line भी उसी समय मिलेगी (delay circuit के द्वारा)। अत: चित्र के अनुसार adder व subtractor की आउटपुट output होंगी।

Output of adder = $\underbrace{U+jV}_{N^{th}\text{ line}\atop\text{Direct}} + \underbrace{U+jV}_{(N-1)^{th}\text{ line}\atop\text{Delayed}} = 2U$

इसी प्रकार

Output of subtractor $(U+jV)-(U-jV)$
$= 2jV$

अब next line [$(N+1)^{th}$ line] के case में,

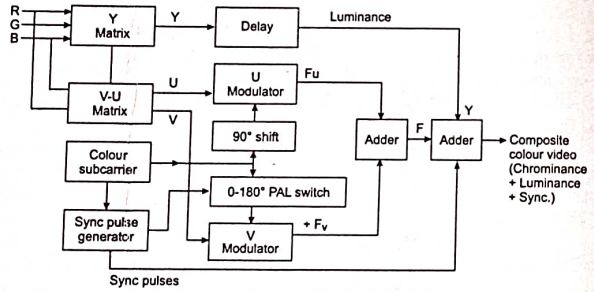
Output of Adder = $\underbrace{U+jV}_{(N^{th}+1)\text{ line}\atop\text{direct}} + \underbrace{U-jV}_{N^{th}\text{ line}\atop\text{delayed}} = 2U$

Output of subtractor
$(U-jV)-(U+jV) = -2jV$

अब इन signals का demodulation करके U तथा V output obtain की जाती है।

इस circuit के proper operation के लिये delay time को chrominance cycle का half होना चाहिये।

PAL कोडर (PAL coder) : चित्र 6.35 में PAL system के encoder का सरलीकृत ब्लॉक डायग्राम प्रदर्शित है। Gamma corrected *RGB* signals को *Y*-matrix में combine करके *Y*-signal बनाया जाता है। (Note the gamma correction is applied to compensate for non-linearities in the camera output अर्थात् कैमरा की आउटपुट में non linearties को समाप्त करने हेतु gamma correction apply किया जाता है)। $U-V$ matrix द्वारा R, B व $-Y$ signals combine करके $R-Y$ व $B-Y$ signals obtain किया जाते हैं, जिनको weighting factors लगाकर U तथा V सिगनल मिलते हैं।



चित्र 6.35—PAL encoder (Simplified).

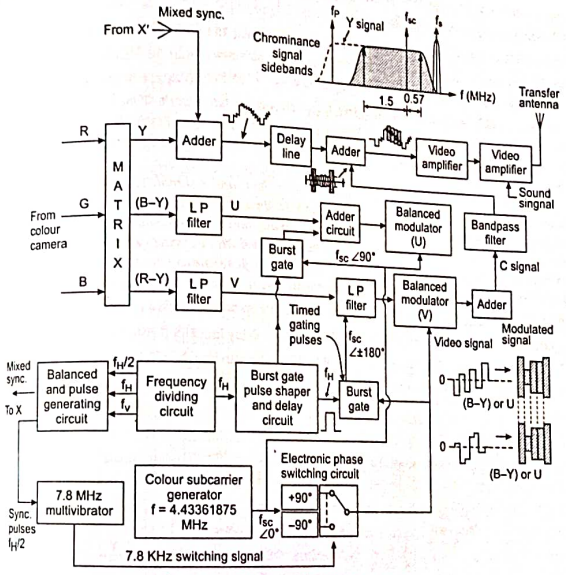
अत:

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$
$$U = 0.493(B-Y)$$
$$V = 0.877(R-Y)$$

U तथा V signal colour subcarrier को quadrature में modulate करते हैं (*QAM*) तथा फिर इन दोनों को 0-1.2 MHz band pass filter से pass कराया जाता है। Subcarrier को 90° phase shift network लगाकर U modulator को दिया जाता है जबकि V modulator को subcarrier एक PAL switch के द्वारा मिलता है जो हर लाइन के बाद इसका phase reverse (180°) करता रहता है। इस प्रकार प्राप्त यह दोनों *QAM* modulated U तथा V सिगनल add किये जाते हैं

का फिर sync व blanking pulses से mix किये जाते है तथा swinging colour burst signal भी insert किया जाता है। swinging burst को composite signal में move करने के लिये burst gating व ident switch का use किया जाता है। V signal को delay compensation प्रदान की जाती है तथा फिर इसे chroma signal के साथ add करके composite colour video signal उत्पन्न किया जाता है।

PAL कोडर का विस्तृत ब्लॉक डायग्राम (Detailed Block Diagram of PAL Coder) : चित्र 6.36 में PAL coder का detailed block diagram है। Process वही है, जो आपने अभी पढ़े, लेकिन थोड़ा detail में दिखाया गया है, आइये point-by-point note करते हैं—



चित्र 6.36—Basic organization of the PAL coder.

i) Gamma corrected R, G, व B signals को matrix करके $Y, (R-Y)$ व $(B-Y)$ signal उत्पन्न किये जाते हैं। $(R-Y)$ व $(B-Y)$ के वैडविड्थ band pass फिल्टर द्वारा लगभग 1.2 MHz restrict की जाती है। यह सब कार्य करने में जो देरी होती है उसको compensate करने के लिये Y-signal को भी उतना ही delay दिया जाता है।

ii) $(R-Y)$ व $(B-Y)$ सिग्नलों की weighting करके (अर्थात् U तथा V सिगनल प्राप्त करके) quadrature में इनका modulation किया जाता है। महत्वपूर्ण बात यह है कि V modulator, को मिलने वाले subcarrier को (जो कि हमेशा U को मिलने वाले carrier से 90° पर होता है) PAL सिस्टम में हर लाइन के बाद phase reversal प्रदान की जाती है। इन दोनों quadrature modulated signals को add करके QAM chrominance signal प्राप्त किया जाता है। इस chroma signal

के sidebands को filter द्वारा उचित values पर restrict (सीमित) करने के बाद इसे luminance signal *Y* से add किया जाता है, जिससे composite colour video signal प्राप्त होता है।

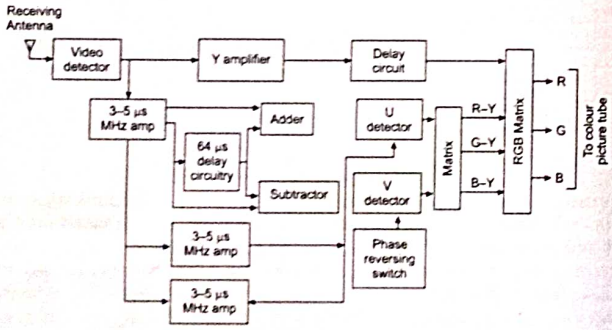
(iii) Adders में *U* तथा *V* signals के साथ-साथ colour burst को भी insert किया जाता है। ध्यान दें कि burst signals उन्हीं circuits से obtain किये जाते हैं जो *U* तथा *V* modulators को carriers supply करते हैं। किन्तु इन सिगनल्स को burst gate से pass करने के पश्चात् ही adders को apply किया जाता है। यह gating pulses back porch के समय appear होती है। इन intervals के दौरान *U*-modulator $-U$ के along burst प्रदान करता है जबकि *V* modulator line-by-line $-U$ के respect में $\pm 90°$ shift पर burst प्रदान करता है। इन burst components को combine करके $-U$ phasor के $\pm 45°$ burst (अर्थात् swinging burst) उत्पन्न होती है।

(v) इस प्रकार उत्पन्न किया गया colourplexed composite signal सामान्य तरीके से station channel के picture carrier को amplitude modulate करता है जबकि sound signal एक अन्य carrier को frequency modulate करता है। फिर यह सिगनल combine करके antenna system को भेजे जाते हैं जो कि इन्हें space में radiate कर देता है।

In PAL encoder, the gamma corrected RGB signals are combined in the Y matrix to form the Y signal. The U – V matrix combined the R, B and –Y signals to obtain R – Y and B – Y, which are weighted to obtainU and V signals. Weighting by the factor 0.477 for R – Y, and 0.895 for B – Y prevents over modulation on saturated colours.

The colour subcarrier is modulated in quadrature by the U and V signal. The subcarrier is fed to the U modulator over a 90° phase shift network while the V modulator gets the subcarrier over a PAL switch to obtain phase inversion means 180°. phase shift on alternate lines. The two modulated chrominance carrier signals are combined in the adder stage and are further mixed with the sync and blanking signals, as also the swinging burst obtained from the sync and blanking generator. The Y signal is provided delay compensation and added together with the chroma signals to form the colourplexed video signal.

PAL डिकोडर (PAL Decoder) : PAL डिकोडर का सरलीकृत ब्लॉक डायग्राम चित्र 6.37 में प्रदर्शित है। PAL system का decoder NTSC decoder की तरह होता है किन्तु इसमें 64 µs की delay line होती है तथा एक electronic commutator होता है जो कि colour burst द्वारा operated होता है तथा प्रत्येक alternate line के बाद *V*-modulator के subcarrier के phase को बदलकर correct sequence (उचित क्रम) प्रदान करता है। (चित्र 6.37 देखें)



चित्र 6.37—PAL decoder (simplified).

(delay line एक ultrasonic delay line होती है जिसमें दो piezoelectric ceramic transducer लगे होते हैं। इनमें से a chroma signal द्वारा driven होता है जबकि दूसरा एक line period द्वारा delay किये गये chroma signal द्वारा driven ल है। इन direct व delayed signals को add करके तथा subtract करके *U* तथा *V* सिगनल separate किये जाते हैं (चित्र के अनुसार)। *U*, *V* तथा *Y* सिगनलों को matrix करके *RGB* colour signal obtain किये जाते हैं जो कि पिक्चर ट्यूब को feed किये जाते हैं।

PAL रिसीवर का विस्तृत ब्लॉक डायग्राम (Detailed Diagram of PAL Receiver): आइये, इस चैप्टर को समाप्त करने के पूर्व एक बार विस्तार से PAL receiver को देख लिया जाये। चित्र 6.38 में PAL receiver का विस्तृत ब्लॉक डायग्राम दिया गया है। हालांकि प्रक्रियायें सब वही हैं, किन्तु थोड़ा detail में दी गई हैं। आइये point-by-point study करते हैं—

(i) **ट्यूनर (Tuner) :** यह तो आप जानते होंगे कि ट्यूनर यूनिट antenna द्वारा pick किये गये picture तथा sound signals को amplify करती है तथा इनको intermediate frequency (तथा सम्बन्धित sidebands) में कनवर्ट करती है। इस ट्यूनर में एक additional circuit (अतिरिक्त परिपथ) होता है जिसको automatic frequency timing या *AFT* circuit कहते हैं। यह unit local oscillator frequency को correct value पर maintain करके रखता है ताकि exact colour IF frequency प्राप्त की जा सके तथा picture में colours का proper reproduction किया जा सके। यह circuit local oscillator frequency को control करके exactly 38.9 MHz picture *IF* उत्पन्न करता है। *AFT* का discriminator IF को sample (भांपन) करके एक dc कन्ट्रोल वोल्टेज उत्पन्न करता है तथा यदि कोई frequency deviation (विचलन) होता है तो इससे उत्पन्न error voltage local oscillator की frequency को correct कर देता है तथा deviation को zero कर देता है।

(ii) **साउण्डट्रिप (Sound Strip) :** कलर रिसीवर में साउन्ड की प्रोसेसिंग मोनोक्रोम रिसीवर की तरह होती है। *FM* detector साउन्ड की प्रोसेसिंग डिटैक्शन, तथा एम्प्लीफिकेशन करके उसे लाउडस्पीकर को फीड किया जाता है जो कि ऑडियो आउटपुट उत्पन्न करता है।

(iii) **AGC, सिंक सैपरेटर तथा डिफ्लैक्शन परिपथ (AGC, Sync Separator and Deflection Circuits) :** PAL रिसीवर के *AGC* व सिंक सैपरेटर monochrome receiver की तरह ही फंक्शन करते हैं। किन्तु deflection circuits को normal horizontal तथा vertical scanning currents उत्पन्न करने के साथ-साथ dynamic convergence तथा pin cushion correction हेतु waveforms भी उत्पन्न करते हैं।

(iv) **ल्यूमिनैंस चैनल (Luminance Channel) :** ल्यूमिनैंस चैनल में एक dc coupled video amplifier होता है जो कि डेढ़विंदथ मोनोक्रोम रिसीवर के समान होती है। Luminance signal को delay प्रदान की जाती है, जिससे colour signal की processing में होने वाली delay को compensate किया जा सके। इससे luminance व chrominance signal में coincidence (साथ साथ चलना) बना रहता है। इस चैनल में लगा notch filter (जो कि subcarrier को लगभग 10 dB क्षीणन देता है)। Colour picture के साथ आने वाले किसी unwanted dot structure को suppress (समाप्त) करता है। ल्यूमिनैंस चैनल के आउटपुट पर available inverted composite video signal (अर्थात् $-Y$) को picture tubes के cathodes के junction को feed किया जाता है। यह section black level की setting व colours के correct reproduction हेतु आवश्यक drive adjustments करने में भी सहायता करता है।

(v) **कलर सिगनल प्रोसैसिंग (Colour Signal Processing) :** Video detector की आउटपुट पर प्राप्त सिगनल का amplification करके उसकी processing की जाती है। आधुनिक receivers processing हेतु intergrated circuits (ICs) का use करते हैं। कलर सिगनल की processing के सम्बन्ध में निम्न बिन्दु महत्वपूर्ण हैं—

(a) Chroma bandpass amplifier chrominance signal को select करता है तथा दूसरे unwanted components को reject करता है। इसमें एक burst blanking परिपथ भी होता है जो colour burst interval के समय circuit को cut-off करके colour burst signal को demodulators तक पहुँचने से रोकता है। इसका automatic colour control या *ACC* circuit एक dc control voltage उत्पन्न करता है जो colour burst के amplitude के proportional होती है, तथा परिपथ का transistor के operating point को shift करके, chroma signal के output को constant रखता है इसमें एक

के sidebands को filter द्वारा उचित values पर restrict (सीमित) करने के बाद इसे luminance signal *Y* से add किया जाता है, जिससे composite colour video signal प्राप्त होता है।

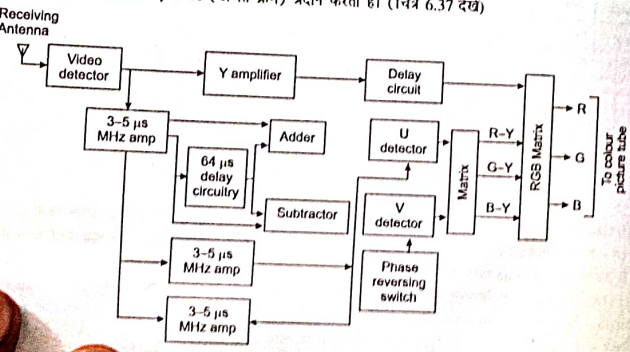
(iii) Adders में *U* तथा *V* signals के साथ-साथ colour burst को भी insert किया जाता है। ध्यान दें कि burst signals उन्हीं circuits से obtain किये जाते हैं जो *U* तथा *V* modulators को carriers supply करते हैं। किन्तु इन सिगनल्स को burst gate से pass करने के पश्चात् ही adders को apply किया जाता है। यह gating pulses back porch के समय appear होती हैं। इन intervals के दौरान *U*-modulator $-U$ के along burst प्रदान करता है जबकि *V* modulator line-by-line $-U$ के respect में $\pm 90°$ shift पर burst प्रदान करता है। इन burst components को combine करके $-U$ phasor के $\pm 45°$ burst (अर्थात् swinging burst) उत्पन्न होती है।

(v) इस प्रकार उत्पन्न किया गया colourplexed composite signal सामान्य तरीके से station channel के picture carrier को amplitude modulate करता है जबकि sound signal एक अन्य carrier को frequency modulate करता है। फिर यह सिगनल combine करके antenna system को भेजे जाते हैं जो कि इन्हे space में radiate कर देता है।

In PAL encoder, the gamma corrected RGB signals are combined in the Y matrix to form the Y signal. The U – V matrix combined the R, B and –Y signals to obtain R – Y and B – Y, which are weighted to obtainU and V signals. Weighting by the factor 0.477 for R – Y, and 0.895 for B – Y prevents over modulation on saturated colours.

The colour subcarrier is modulated in quadrature by the U and V signal. The subcarrier is fed to the U modulator over a 90° phase shift network while the V modulator gets the subcarrier over a PAL switch to obtain phase inversion means 180°. phase shift on alternate lines. The two modulated chrominance carrier signals are combined in the adder stage and are further mixed with the sync and blanking signals, as also the swinging burst obtained from the sync and blanking generator. The Y signal is provided delay compensation and added together with the chroma signals to form the colourplexed video signal.

PAL डिकोडर (PAL Decoder) : PAL डिकोडर का सरलीकृत ब्लॉक डायग्राम चित्र 6.37 में प्रदर्शित है। PAL system का decoder NTSC decoder की तरह होता है किन्तु इसमें 64 µs की delay line होती है तथा एक electronic commutator होता है जो कि colour burst द्वारा operated होता है तथा प्रत्येक alternate line के बाद *V*-modulator के subcarrier के phase को बदलकर correct sequence (उचित क्रम) प्रदान करता है। (चित्र 6.37 देखें)



चित्र 6.37—PAL decoder (simplified).

Delay line एक ultrasonic delay line होती है जिसमें दो piezoelectric ceramic transducer लगे होते हैं। इनमें से एक chroma signal द्वारा driven होता है जबकि दूसरा एक line period द्वारा delay किये गये chroma signal द्वारा driven होता है। अतः direct व delayed signals को add करके तथा subtract करके *U* तथा *V* सिगनल separate किये जाते हैं (चित्र 6.11 के अनुसार)। *U*, *V* तथा *Y* सिग्नलों को matrix करके *RGB* colour signal obtain किये जाते हैं जो कि पिक्चर ट्यूब को फीड किये जाते हैं।

PAL रिसीवर का विस्तृत ब्लॉक डायग्राम (Detailed Diagram of PAL Receiver): आइये, इस चैप्टर को समाप्त करने में पहले एक बार विस्तार से PAL receiver को देख लिया जाये। चित्र 6.38 से PAL receiver का विस्तृत ब्लॉक डायग्राम प्रदर्शित है। हालांकि प्रक्रियायें सब वही हैं, किन्तु थोड़ा detail में दी गई है। आइये point-by-point study करते हैं—

(i) **ट्यूनर (Tuner) :** यह तो आप जानते होंगे कि ट्यूनर यूनिट antenna द्वारा pick किये गये picture तथा sound signals को amplify करती है तथा इनको intermediate frequency (तथा सम्बन्धित sidebands) में कनवर्ट करती है। रिसीवर के ट्यूनर्स में एक additional circuit (अतिरिक्त परिपथ) होता है जिसको automatic frequency timing या *AFT* unit कहते हैं। यह unit local oscillator frequency को correct value पर maintain करके रखता है ताकि exact colour burst frequency प्राप्त की जा सके तथा picture में colours का proper reproduction किया जा सके। यह circuit local oscillator frequency को control करके exactly 38.9 MHz picture *IF* उत्पन्न करता है। *AFT* को discriminator IF को दी जाती है जो उससे उत्पन्न error voltage local oscillator की frequency को correct कर देता है तथा deviation को zero कर देता है।

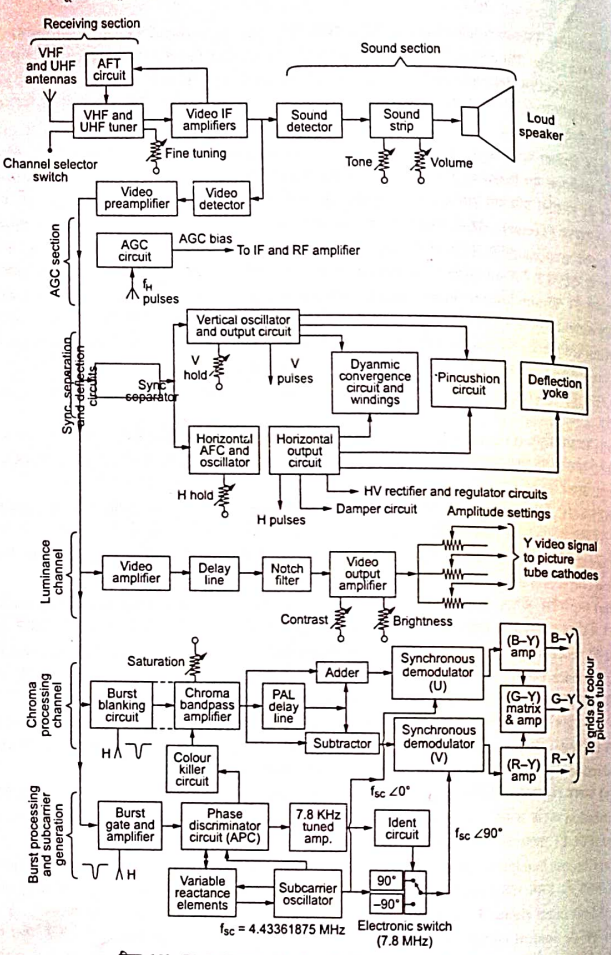
(ii) **साउण्डट्रिप (Sound Strip) :** कलर रिसीवर में साउण्ड की प्रोसेसिंग मोनोक्रोम रिसीवर की तरह होती है। *FM* डिटेक्टर साउण्ड की प्रोसेसिंग डिटैक्शन, तथा एम्प्लीफिकेशन करके उसे लाउडस्पीकर को फीड किया जाता है जो कि ऑडियो आउटपुट उत्पन्न करता है।

(iii) **AGC, सिंक सैपरेटर तथा डिफलैक्शन परिपथ (AGC, Sync Separator and Deflection Circuits) :** PAL इस रिसीवर के *AGC* व सिंक सैपरेटर monochrome receiver की तरह ही फंक्शन करते हैं। किन्तु deflection circuits इसी normal horizontal तथा vertical scanning currents उत्पन्न करने के साथ-साथ dynamic convergence तथा pin cushion correction हेतु waveforms भी उत्पन्न करते हैं।

(iv) **ल्यूमिनैंस चैनल (Luminance Channel) :** ल्यूमिनैंस चैनल में एक dc coupled video amplifier होता है जबकि ब्लैक-एण्ड-ह्वाइट मोनोक्रोम रिसीवर के समान होती है। Luminance signal को delay प्रदान की जाती है, जिससे colour signal की processing में होने वाली delay को compensate किया जा सके। इससे luminance व chrominance signal में coincidence (साथ साथ चलना) बना रहता है। इस चैनल में लगा notch filter (जो कि subcarrier को लगभग 10 dB का अटेन्यूएशन देता है)। Colour picture के साथ आने वाले किसी unwanted dot structure को suppress (समाप्त) करता है। ल्यूमिनैंस चैनल के आउटपुट पर available inverted composite video signal (अर्थात् $-Y$) को picture tubes के three cathodes के junction को feed किया जाता है। यह section black level की setting व colours के correct reproduction हेतु आवश्यक drive adjustments करने में भी सहायता करता है।

(v) **कलर सिगनल प्रोसैसिंग (Colour Signal Processing) :** Video detector की आउटपुट पर प्राप्त सिगनल का amplification करके, उसकी processing की जाती है। आधुनिक receivers processing हेतु intergrated circuits (IC's) का use करते हैं। कलर सिगनल की processing के सम्बन्ध में निम्न बिन्दु महत्वपूर्ण है—

(a) Chroma bandpass amplifier chrominance signal को select करता है तथा दूसरे unwanted components को reject करता है। इसमें एक burst blanking परिपथ भी होता है जो colour burst interval के समय circuit को cut off कर देता है ताकि colour burst signal को demodulators तक पहुँचने से रोका जा सके। इसका automatic colour control या *ACC* circuit एक dc control voltage उत्पन्न करता है जो colour burst के amplitude के proportional होती है, तथा परिपथ में लगे transistor के operating point को shift करके, chroma signal के output को constant रखती है। इसमें एक



चित्र 6.38—Block diagram of a PAL D colour receiver (Detailed).

manual colour control परिपथ भी होता है। जिसके द्वारा colour को control किया जा सकता है। इसका colour killer circuit monochrome reception (अर्थात जब रिसीव किया गया सिगनल मोनोक्रोम हो) के समय chroma bandpass amplifier को disable कर देता है जिससे coloured snow या confetti को समाप्त किया जा सकता है।

(b) Separation of *U* and *V* Signals : जैसा कि पहले बताया जा चुका है कि current line को पिछली लाइन के delayed version से add तथा subtract करके क्रमशः $2U$ तथा $2V$ सिगनल प्राप्त होते हैं।

(c) Demodulation of *U* and *V* Signal : एडर तथा सब्ट्रैक्टर से प्राप्त *U*-modulation product तथा line-by-line phase inversed *V*-modulation product (जो कि $DSB - SC$ modulated होते हैं) को synchronous demodulators द्वारा demodulate किया जाता है। Demodulators को correct phase का controlled sub-carrier भी दिया जाता है जिससे colour difference waveforms को recover (वापस प्राप्त) किया जा सके। यहाँ यह बात उल्लेखनीय है कि PAL में स्थिर होने के गुण के कारण इनको प्राथमिकता दी जाती है।

(d) Colour Difference Amplifiers and Matrixing : Synchronous demodulators की output पर प्राप्त $(B - Y)$ व $(R - Y)$ सिगनल को amplify किया जाता है, तथा इससे तीसरा difference signal $(G - Y)$ प्राप्त किया जाता है। Transmitter पर की गयी weighting को compensate करने हेतु boosting भी की जाती है। इसके बाद इन difference signals को picture tube की grid को दिया जाता है। $-Y$ सिगनल को तीन cathodes के junction को दिया जाता है तथा R, G व B सिगनल उत्पन्न किये जाते हैं।

Difference Signals	Weighting Factors (At transmission) (WF)	Boost Factors (At reception) $BF = \frac{1}{WF}$
$(R - Y)$	0.877	1.14
$(B - Y)$	0.493	2.03
$(G - Y)$		0.7 (Attenuation)

(vi) Subcarrier Generation : यह section correct frequency तथा phase का subcarrier generate करता है ताकि demodulators द्वारा proper demodulation किया जा सके। Local oscillator के रूप में एक crystal oscillator को use किया जाता है तथा automatic phase control (APC) circuit इस crystal oscillator को ठीक उसी frequency तथा phase का subcarrier उत्पन्न करने के लिये मजबूर करता है जिसके द्वारा transmitter पर modulation किया था तथा जिसको transmitter पर power saving के उद्देश्य से suppress कर दिया था। इसके लिये *APC* circuit burst gate amplifier circuit से burst signal प्राप्त करता है तथा burst signal व locally geneated subcarrier को compare (तुलना) करता रहता है तथा यदि locally geneated subcarrier जरा भी शैतानी करता है तो *APC* को control voltage इसको फौरन सुधार देती है। Subcarrier generation circuitry में कुछ अन्य circuits भी होता है जिसे identification circuit या ident circuit कहा जाता है इसके साथ एक two-way switch (electronic switch) होता है जिसके द्वारा *V*-modulator के subcarrier की switching करके हर लाइन के बाद उसका phase alternation किया जाता है। यह स्विच एक bi-stable multivibrator होता है जो कि flyback transformer की line pulses द्वारा controlled होता है। अत: यह 7.8 KHz की required rate से ही स्विच करता है (Because the switching must occur at half of the line frequency *i.e.* $\frac{15625}{2} = 7.8$ KHz)। इसके साथ-साथ यह भी जरूरी है कि switching का sequence व instant (क्रम व समय) transmitter के swinging colour burst से synchronize (समक्रमिक) हो। इसके लिये identification signal develope किया जाता है। यह एक discriminator circuit होता है जो एक particular polarity (विशेष ध्रुवता) की voltage उत्पन्न करता है। यह voltage 7.8 KHz oscillator को इस प्रकार control करती है जिससे subcarrier oscillator सही समय व phase पर trigger करता है। अत:, इनकी alertness के कारण ही demodulators proper demodulation कर पाते हैं।

PAL सिस्टम के गुण तथा सीमायें (Merits and Demerits of PAL system) :

(i) PAL system का मुख्य गुण है कि differential phase errors की समस्या लगभग समाप्त हो जाती है।

(ii) PAL-D technique जिसमें delay circuits लगाकर दो lines की averaging की जाती है, hue errors की समस्या को समाप्त कर देती है। अत: इसमें manual hue control की आवश्यकता नहीं रह जाती। हालांकि delay line के use से vertical resolution reduce होती है परन्तु इसका बहुत अधिक प्रभाव नहीं होता।.

(iii) PAL system की तकनीक NTSC से ज्यादा complicated है, अत: यह भी स्पष्ट है कि circuits complex हो जाते हैं, expensive हो जाते हैं, receiver की cost high हो जाती है। पर क्या आप इन्हें वास्तव में PAL के दोष कहना पसंद करेंगे क्योंकि जब कोई ज्यादा मेहनत करेगा, ज्यादा बढ़िया काम करेगा तो salary तो ज्यादा लेगा ही! आपकी इस बारे में क्या राय है?

In addition to an NTSC decoder "The PAL decoder has a 64 ls delay line, an electronic commutator operated by the colour burst signal to reverse the phase of the subcarrier for the V modulator on every alternate line in the correct sequence. A colour receiver tuners employ an additional circuit known as automatic frequency tuning (AFT). This circuit actually controls the local oscillator frequency to obtain a picture IF of exactly 38.9 MHz at the converter output. The discrimination in the AFT circuit measure the intermediate frequency deviations if any.

Sound is treated in the same way as in monochrome receivers AGC and sync separator are also same. Deflection circuits have additional dynamic convergence and pin cushion correction responsibility the luminance circuit is also treated the same way as in monochrome counterpart, with an additional delay of 64 µs.

The delay line is typically an ultrasonic delay line fitted with two piezoelectric ceramic transducers one acting as the input driven by the chroma signal while the other gives out a chroma signal delayed by one line period. The U and V signals are separated by combining the direct signal and the delayed output in an add and subtract network, a combination referred to as delay line matrix. Here it must be remembered that the V signal is phase reversed every alternate line, so that if one has chroma signal U + jV, the next line has U – jV.

When the output of the delay line is added to the direct signal, the output will be (U + jV) + (U – jV) = 2U. This enables us to separate the subcarrier component U. When the output of the delay line is subtracted from, the direct signal, the output is (U + jV) – (U – jV) = 2jV. Thus we obtain the Vsignal free from the U components. The regenerated subcarrier is phase reversed on every alternate line after identification to produce correctly phased Vsignals. These V, U signals and the Y signals are the matrixed together to produce equivalent RGB colour primaries that feed to tri-colour picture tube.

The problem of differential phase errors has been successfully solved the PAL system. Hue errors problem is also solved. Thus a manual hue control becomes unnecessary. The delay line technique of reception of the chrominance signal. The use of phase alternation by line technique and associated control circuitry together with the need of a delay line in the receiver makes the PAL system more complicated and expensive.

विचार प्रश्न

(i) Each Burst gate in a PAL gate in a PAL coder is controlled by delayed pulses at f_H rate obtained from the frequency dividing circuits. Explain this statement.

(ii) One of the demerits of PAL system over NTSC is that PAL system presents problem in magnetic recording since a complete colour coding sequence requires eight fields instead of only four fields necessary in the NTSC system. Explain this statement.

(iii) What do you mean by pull-in range of an APC circuits?

(iv) Synchronous demodulators are compulsory for NTSC demodulation but only optional for PAL demodulation. Do you agree ? Give reasons.

(v) What are the main features of a crystal oscillator?

(vi) A Hue control is essential provided in a NTSC receiver and needs occasional adjustments while it is not necessary in a PAL receiver. Why?

§ 6.27. SECAM सिस्टम (SECAM System) :

NTSC सिस्टम में hue के कारण होने वाले phase errors से छुटकारा पाने के लिये 1958 में France के Henri Georges de France ने SECAM system अर्थात् Sequential Colour with Memory (Sequential Couleur Avec Memoire) प्रस्तावित किया जिसका अर्थ है कि एक समय में दो में से एक difference signal ही transmit किया जायेगा। अत: यदि एक line में red difference signal transmit किया जायेगा तो अगली लाइन में blue difference signal transmit किया जायेगा।

SECAM system में दो chrominance सिगनल alternate लाइन में क्रमिक रूप से ट्रांसमिट किये जाते हैं। अत: प्रत्येक line पर आधी colour information lost हो जाती है जिससे vertical colour resolution कम हो जाती है। Weighted (B–Y) को D_B तथा weighted (R–Y) को D_R कहा जाता है। प्रत्येक colour difference signal का अलग subcarrier होता है। SECAM system में use किया जाने वाला modulation NTSC तथा PAL system से भिन्न होता है तथा weighting factors भी इन दो systems से भिन्न होते हैं।

SECAM system में एक scanning line में केवल एक colour difference signal भेजा जाता है तथा उसी फील्ड की अगली लाइन में दूसरा colour difference signal भेजा जाता है। दोनों signals हेतु sub-carrier frequencies भिन्न (किन्तु निकट) होती हैं। अत: transmission व reception में सामंजस्य स्थापित करने हेतु (कि किस लाइन में कौन सा सिगनल है) मैमोरी परिपथ की आवश्यकता होती है। ट्रांसमिटर में D_B तथा D_R अलग-अलग timings पर प्रेषित होते हैं किन्तु receiver पर इन्हें एक साथ रिसीव करने की आवश्यकता होती है। अत: एक 64 µs delay line का use किया जाता है जो कि one line memory का कार्य करती है तथा यह सुनिश्चित करती है कि decoder परिपथ पर दोनों signals एक साथ उत्पन्न हों। अत:, हम देखते हैं कि SECAM सिस्टम में QAM का use नहीं किया जाता तथा दोनों difference signals के subcarriers अलग-अलग होते हैं।

SECAM system में एक अन्य अंतर यह होता है कि subcarrier को modulate करने हेतु एक समय में एक ही colour phasor होता है। इस system में chroma signal हेतु frequency modulation तथा sound signal हेतु amplitude modulation use किया जाता है। Luminance signal NTSC तथा PAL की तरह ही उत्पन्न किया जाता है (ताकि compatability बनी रहे)। कैमरा भी अन्य colour systems के समान होता है तथा अन्य systems की तरह ही (B–Y) व (R–Y) signals उत्पन्न किये जाते है तथा (G–Y) को use नहीं किया जाता। Receiver पर demodulation के पश्चात् weighted colour difference signal प्राप्त किये जाते हैं। तत्पश्चात् इन्हें deweight किया जाता है तथा साधारण resistive matrix का use करके B–Y व R–Y उत्पन्न किये जाते हैं। R, G व B सिगनल प्राप्त करने हेतु Y को basic colour difference signals में add किया जाता है। यह तीन colour signals amplify करके colour picture tube में feed किये जाते हैं।

In SECAM system the two chrominance signals are transmitted on alternate line in sequence. As a result, half of the colour information is lost on each line. This reduces the vertical colour resolution. The weighted (B – Y) is called D_B and the weighted (R – Y) is called D_R. Each colour difference signal has a separate subcarrier. The type of modulation used in SECAM system is different from that used in NTSC and PAL system. The weighing factors are also different form the other two systems.

In SECAM, only one colour difference signal appears on one scanning line and other appears on the next line of the same field. The two signals use two closely spread but distinct frequencies of two sub carriers. A memory circuit is required to determine which signal would appear on which line to give the

Description	NTSC	PAL	SECAM
Bandwidth of modulated subcarrier	For *I*, 1.5 MHz for LSB and 0.5 MHz for USB. For *Q*, 0.5 MHz for both LSB and USB	USB = 0.56 MHz LSB = 1.3 MHz for *U* and *V* both	50 KHz
Polarity of final modulation	Negative	Negative	Negative
Colour burst used	In phase colour	Switching between +45° and −45° relative to refereene axis	In phase with colour subcarrier.
Video bandwidth used	4 MHz	5 MHz	6 MHz
Y-signal used	Y = 0.3 R + 0.58 G + 0.11 B	Y = 0.3 R + 0.59 G + 0.11 B	Y = 0.3 R + 0.59 G + 0.11 B
Demodulation used	*I* and *Q* phasors are demoduated by synchronous demodulation inserting subcarrier in phase in one balanced demodulator and in quadrature phase in the other.	*U* and *V* phasors are detected by using delay line, causing delay of 64 µs (one line) so as to being $U+jV$ and $U-jV$ together and detect them by synchronous demodulation.	A delay line of 64 µs is used as a one line memory device to produced decoded output of both signals simultaneously. FM detector is used for detection.
Intercarrier frequency	4.5 MHz	5.5 MHz	6.5 MHz
Colour resolution			
Vertical	Full	Half	Half
Horizontal	Full	Full	Half
Phase distortion posibility	Differential phase errors occur, which are corrected by a manual hue control	Differential phase errors are averaged between $U+jV$ and $U-jV$ signals and hence are automatically corrected	No error.

विचार प्रश्न

(i) Each burst gate in PAL coder is controlled by delayed pulses at F_H rate obtained from the frequency dividing circuit : Explain this statement.

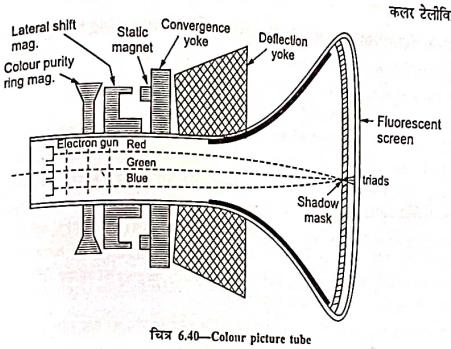
§ 6.29. कलर पिक्चर ट्यूब (Colour Picture Tube) :

कलर पिक्चर ट्यूब की स्क्रीन तीन अलग-अलग phosphors से coated होती है, जो कि red, green व blue colours के लिये होते हैं। यह तीनों phosphors एक दूसरे से physically separate होने के बावजूद अत्यंत नजदीक होते हैं (चित्र 6.40 देखें)। अत: जब यह तीनों phosphor अपनी-अपनी beam (अर्थात् *R*, *G* व *B*) से energize होते हैं तो additive mixing के कारण eyes इन तीनों के प्रभाव को integrate (एकीकृत) करके देखती हैं तथा वही कलर स्क्रीन पर दिखाई पड़ता है, जो कि actual scene का था। वास्तव में, सभी पिक्चर ट्यूब इसी सिद्धान्त पर कार्य करती हैं, बस अंतर होता है gun configuration का या फिर तीन प्रकार के phosphors के screen पर arrangement (व्यवस्था) का, इसलिये colour picture tubes तीन प्रकार के हैं—

(i) Delta gun colour picture tube.

(ii) Precision-in-Live or PIL Colour picture tube तथा

(iii) Single Gun or Trintron Colour picture tube.



चित्र 6.40—Colour picture tube

The colour television picture tube screen is coated with three different phosphors, one for each of the red, green and blue colours. The three phosphors are physically separate from one another and each is energized by an electron beam of intensity that is proportional to the respective colour voltage reproduced in the television receiver. To produce three coincident rasters which produce the red, green and blue contents of the transmitted picture. The eye integrates the three colour information to convey the sensation of the hue at each part of the picture. Based on the gun configuration and the way in which phosphors are arranged on the screen. There are three different types of colour picture :

(i) Delta-gun colour picture tube

(ii) Guns-in-line or precision-in-line (P-I-L) colour picture tube.

(iii) Single gun or Trintron Colour picture tube.

§ 6.30. मोनोक्रोम पिक्चर ट्यूब व कलर पिक्चर ट्यूब की तुलना तालिका 6.7 में की गई हैं—

Table 6.7 Monochrome Picture Tube vs Colour Picture Tube

Monochrome Picture Tube	Colour Picture Tube
(i) The monochrome picture tube reproduces the picture in form of grey shades from black to white.	(i) The colour picture tube reproduces the coloured picture of the scene being televised.
(ii) A monochrome picture tube has one electron gun and a continuous phosphors coating that produces a picture in black and white.	(ii) A coloured picture tube screen is formed of three different phosphors and there are three electron beams one for each phosphor. The additive mixing of three primary colours is integrated by the eye to see the actual colour of the scene.
(iii) The electron gun is controlled by luminance signal, it is deflected by the deflection Circuits.	(iii) The electron guns are controlled by luminance and chrominance signals. Apart from the normal monochrome circuits, the colour picture tube has purity, convergence and pincushion correction circuits.

§ 6.31. कनवर्जेन्स, डिगॉसिंग तथा प्योरिटी (Convergence, Degausing and Purity) :

कुछ परिपथ ऐसे होते हैं जिनकी आवश्यकता केवल कलर पिक्चर ट्यूब में होती है, तथामोनोक्रोम पिक्चर ट्यूब में इनकी आवश्यकता नहीं है। Convergence, degausing व purity ऐसे परिपथों के उदाहरण हैं। आइये, इस खण्ड में यह जानने की कोशिश करते हैं कि यह परिपथकलर पिक्चर ट्यूब में क्या-क्या कार्य करते हैं।

(i) प्योरिटी (Purity) : यह तो आप समझ गये होंगे कि कलर पिक्चर ट्यूब में एक नहीं, बल्कि तीन इलैक्ट्रॉन गन होती हैं। जब horizontal तथा vertical deflection coils इन beams को deflect करती हैं तो यह सुनिश्चित करना आवश्यक होता है कि प्रत्येक beam pure colour उत्पन्न करे तथा तीनों colour rasters पूरी तरह से एक दूसरे को overlap करें। Colour purity obtain करने के लिये प्रत्येक beam को अपने phosphor के ठीक center में पहुँच कर attack करना चाहिये। इसके लिये colour beams का अत्यंत accurate allignment (सही तरीके से line में होना) होना चाहियें क्योंकि यदि बीम जरा भी अपने रास्ते से भटकी तो पूरा सीन चौपट कर देगी। अत: beam के proper allignment हेतु कलर पिक्चर ट्यूब में एक circular magnet use की जाती है जिसे purity magnet कहते हैं। इस purity magnet का अधिक वर्णन delta gun picture ट्यूब तथा अन्य ट्यूब्स के संदर्भ में अगले खण्डों में किया जायेगा।

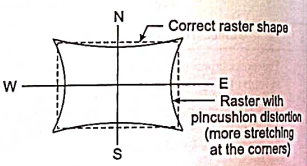
कनवर्जेंस (Convergence) : तीन इलैक्ट्रॉन guns से निकली तीन इलैक्ट्रॉन बीम को एक साथ converge कराना जिससे कि वह तीन coincident (एक ही बिन्दु पर पड़ने वाले) rasters उत्पन्न करें, convergence कहलाता है। Convergence errors विभिन्न कारणों से उत्पन्न होते हैं जैसे non-coincidence convergence planes, non uniformity of the deflection field (विचलन क्षेत्र का अरेखीय होना) तथा picture tube screen का flat (समतल) होना। चित्र 6.42 में beam के correct व incorrect convergence को प्रदर्शित किया गया है। इसको सही करने के लिये अर्थात् proper convergence प्राप्त करने के लिये individual beams का positional adjustment करना पड़ता है। इसको दो प्रकार से किया जाता है—

(i) Static convergence
(ii) Dynamic convergence

Static convergence में beam को permanent magnetic field के प्रभाव में लाकर correct किया जा सकता है तथा एक बार correct set हो जाने के बाद beam screen के central area पर आकर convergence हो जाती है।

स्क्रीन के बाकी portion में continuously varying (लगातार change होने वाली) अर्थात् dynamic magnetic fields द्वारा dynamic convergence स्थापित किया जाता है। यह fields electromagnets द्वारा set होती हैं। Convergence coils प्राय: Yoke windngs के series में होती हैं।

पिनकुशन करैक्शन (Pincushion Correction) : TV screens पर होने वाली एक समस्या है pincushion distortion चूँकि electron beam का magnetic deflection एक arc के path के along होता है जिसका center डिफ्लैक्शन point होता है, अत: linear deflection हेतु screen को curved होना चाहिये। अत: यदि screen flat होगी तो electron gun तथा face plate के center की दूरी उसके चार corners की दूरी की तुलना में कम होगी। अत: electron beam को corners में पहुँचने में ज्यादा distance तय करना होगा तथा उस पर deflection भी ज्यादा लगेगा। इससे एक खिंचाव या stretching effect उत्पन्न होता है (चित्र 6.41) तथा pincushion type का raster बनने लगता है। इसी को pincushion distortion कहा जाता है।



चित्र 6.41—Pincushion effect.

मोनोक्रोम receivers में pincushion distortion की समस्या का समाधान yoke के proper design द्वारा तथा yoke के करीब small permanent magnet को mount (स्थापित) करके किया जा सकता है। यह magnets इस प्रकार position की जाती हैं ताकि यह pictures को side पर थोड़ा stretch करती हैं तथा pincushion प्रभाव को खत्म करती हैं। किन्तु कलर पिक्चर ट्यूब्स में इन magnets का use करने से purity सम्बंधी समस्यायें उत्पन्न होने लगती हैं। अत: colour picture tubes में dynamic pincushion correction use किया जाता है। इस प्रकार का correction raster के उन क्षेत्रों को horizontal width तथा vertical size का अपने आप बढ़ा देता है, जो कि pincushion distortion के कारण सिकुड़ जाते हैं।

डिगॉसिंग (Degaussing) : Picture tube की mountings के iron तथा steel parts को demagnetise (चुम्बकीय प्रभाव से मुक्त) करने की प्रक्रिया degaussing कहलाती है। picture tube के mask तथा mounting frame earth magnetic field तथा किसी अन्य magnetic field से magnetise हो जाते हैं तथा purity को खराब करते हैं। ऐसे में एक degaussing coil द्वारा इनको demagnetize करना ही degaussing कहलाता है। इसका विस्तृत विवरण Delta-gun पिक्चर ट्यूब एवं अन्य ट्यूब्स के अंतर्गत अगले खण्डों में किया जायेगा।

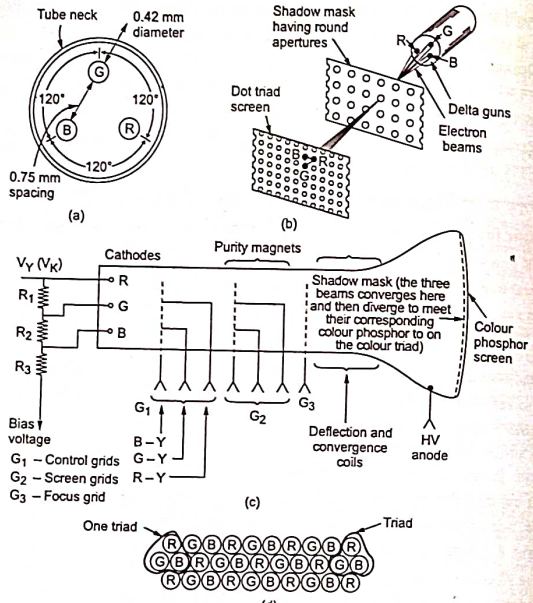
§ 6.32. डेल्टा गन कलर पिक्चर ट्यूब (Delta Gun Colour Picture Tube) :

डेल्टा गन कलर पिक्चर ट्यूब तीन अलग-अलग guns प्रयोग करती हैं, अर्थात् प्रत्येक कलर फॉस्फर के लिये एक-एक गन। यह gun एक दूसरे के सापेक्ष 120° पर spaced होती हैं तथा ट्यूब की axis की ओर झुकी (tilted) होती हैं, तथा equilateral triangle configuration (समबाहु त्रिभुज संरचना) बनाती हैं।

"The Delta gun colour picture tube three separate guns, one of each phosphor. The guns are equally spaced at 120° interval with respect to each other and tilted inwards in relation to the axis of the tube. They form an equilateral triangular configuration."

इस ट्यूब का विकास Radio Corporation of America अर्थात् RCA द्वारा किया गया। चित्र 6.42 में इसकी संरचना प्रदर्शित है। इसमें screen पर तीन कलर phosphor डॉट्स (of about 0.42 mm diameter and spacing about 0.75 mm, arranged triangularly) groups में arranged होते हैं, तथा इन्हें triad (ट्रायड) कहा जाता है। प्रत्येक phosphor dot एक primary colour को correspond (व्यक्त) करता है। अत: यह phosphors एक दूसरे से separate होने के बावजूद अत्यंत नज़दीक होते हैं तथा मिलकर एक triad बनाते हैं। पूरी स्क्रीन पर इस तरह के लगभग तीन लाख triads होते हैं। स्क्रीन से लगभग 1cm पीछे एक पतली छेदयुक्त (perforated) धातु की शीट होती है जिसको shadow mask कहा जाता है। इस mask में प्रत्येक triad के लिये एक छेद (hole) होता है। एक delta gun assembly, जिसमें 120° spacing पर तीन अलग-अलग electron guns होती हैं, द्वारा तीन high velocity electron beams (by an acceleration of about 25 kV) उत्पन्न की जाती है। यह guns tube की center line की ओर हल्की सी झुकी होती हैं (tilted towards the center line of the tube) जिससे तीनों beams shadow mask के hole पर converge होती हैं और screen की face plate पर अपने अपने colour वाले dot पर ही जाकर चोट करती हैं। Holes का orientation (झुकाव) इस प्रकार होता है कि तीनों इलैक्ट्रॉन बीम इस hole से pass होकर उस hole के corresponding triad के तीन dots पर strike करती है। लेकिन shadow mask पर पहुँचने वाले electrons में से केवल 20% ही holes को pass करते हैं तथा the remaining 80% of the total beam energy is dissipated as heat loss in the shadow mask, यानि शेष 80% beam energy शैडो मास्क में heat loss के रूप में नष्ट हो जाती है। हालांकि शैडो मास्क beam current का अच्छा खासा portion block करती है (रोकती है) तथा कई watt power भी खा जाती हैं किन्तु फिर भी ज़रूरी इसलिये है क्योंकि इसके न होने पर beams सभी dots को excite करेंगी तथा colour reproduction में mixing हो जायेगी जिससे proper colour reproduce नहीं हो पायेंगे। अत:, आपको यह तो अंदाज़ा लगने लगा होगा कि कलर पिक्चर ट्यूब्स में होने वाली इस wastage के कारण यह ट्यूब्स मोनोक्राम ट्यूब्स की तुलना में उच्च एनोड वोल्टेज तथा larger beams तथा cathode currents use करती हैं।

तीनों electrons guns के अलग-अलग cathodes तथा control grids होती हैं जिससे individual colour signal को grid cathode circuit से connect किया जा सके तथा beam intensity को modulate किया जा सके। Accelerating anodes को लगभग 25 kV की EHT supply की जाती है जबकि focusing grids को focus adjust करने हेतु लगभग 5 से 8 kV की adjustible potential प्रदान की जाती है।



चित्र 6.42—Delta-gun colour picture tube (a) gun construction (b) electron beams, converging at shadow mask and dot-triad phosphor screen (c) application of 'Y' and colour difference signals between the cathodes and control grids (d) arrangement of triads on a colour screen.

डिफरैंस सिगनल्स से प्राइमरी कलर सिगनल्स प्राप्त करना (Obtaining primary colour signals from difference signals) : आपने देखा कि रिसीवर के demodulators द्वारा colour difference signals $(R-Y)$ व $(B-Y)$ recover किये जाते हैं। फिर उपयुक्त matrix का use करके $(G-Y)$ सिगनल रिकवर किया जाता है, अर्थात् $(G-Y) = -0.51\,(R-Y) - 0.186\,(B-Y)$। इन तीन difference signals को colour picture tube की तीन grids को feed किया जाता है तथा Inverted luminance signal $(-Y)$ को तीन cathodes के junction पर apply किया जाता है। इससे तीनों guns के लिये control voltages R, G तथा B उत्पन्न हो जाती हैं, अर्थात्

$$V_{GK\,(Red)} = (R-Y)-(-Y) = R$$

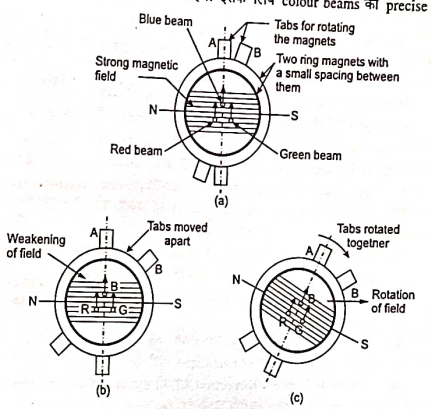
$$V_{GK\,(Green)} = (G-Y)-(-Y) = G$$

तथा $$V_{GK\,(Blue)} = (B-Y)-(-Y) = B$$

कलर रास्टर्स का उत्पन्न होना (Generation of the Colour Rasters) : स्क्रीन पर उत्पन्न पिक्चर्स के कलर्स beam की intensity bombard किये गये phospors (अर्थात् कौन से phosphors पर beam आकर टकराई है) पर निर्भर करती

है। यदि एक beam on है तो एक कलर दिखाई देगा। यदि एक beam cut off है तो बाकी दोनों colours का complementary colour दिखाई देगा तथा exact line दोनों beams की relative strength पर depend करेगी। यदि तीनों guns एक साथ active होगी, तो screen पर lighter shades दिखाई देंगे। ऐसा इसलिये क्योंकि red, green व blue मिलकर whiteness उत्पन्न करते हैं तथा colour को कुछ हद तक desaturate करते हैं। एक बात ओर नोट करें कि तीनों colour difference signals zero हो जाने की स्थिति में केवल Y ही guns को control करता है तथा black and white picture दिखाई देती है।

प्योरिटी (Purity) : Horizontal तथा Vertical coils से तीनों beams का deflection इस प्रकार होना चाहिये जिससे प्रत्येक beam pure colour उत्पन्न करे तथा तीनों colour rasters एक दूसरे को overlap करें। Colour purity प्राप्त करने हेतु प्रत्येक beam को अपने phosphor के center पर जाकर गिरना चाहिये। इसके लिये colour beams का precise alignment (एक line में या सीध में होना) जरूरी है और यह एक circular magnet assembly द्वारा किया जाता है जिसको purity magnet कहा जाता है। यह tube की neck पर deflection yoke के निकट mount की जाती है। Purity magnet assembly में springs द्वारा बंधी कई washer जैसी magnets होती हैं तथा इनको freely rotate किया जा सकता है। इन magnets के tabs को घुमा कर field strength को कम या ज़्यादा किया जा सकता है (चित्र 6.43 देखें)। यदि tabs एक साथ घुमाये जायें, तो magnetic field का direction बदला जा सकता है। इस प्रकार दो, चार या छः pole magnet units use करके individual (व्यक्तिगत) या collective (सामूहिक) beam deflection प्राप्त किया जा सकता है। अतः purity एवं convergence प्राप्त करने के लिये beams को purity magnets की सहायता से ऊपर, नीचे, दायें, बायें या diagonally deflect किया जा सकता है।



चित्र 6.43—(a) Two pole purity magnet assembly; (b) Weakling of field due to tabs moved apart; (c) Rotation of fields due to tabs rotated together.

Tube की neck पर yoke की position electron beams के deflection center की location को determine करती है। अतः, yoke की गलत setting होने पर shadow mask की openings में beam की improper entry होगी तथा purity खराब हो जायेगी। चूंकि beam का screen पर उचित बिन्दु पर गिरना yoke field की deflection द्वारा प्रभावित होता है तथा edges पर इसका प्रभाव ज्यादा होता है, अतः tube की neck के along yoke को move करके purity बेहतर की जा सकती है।

"While deflecting the three beams by vertical and horizontal deflecting coils it is ensured that each beam produces a pure colour and all the three coolour rasters fully overlap each other. To obtain colour purity each beam should fall at the centre of the corresponding phosphor dot irrespective of the location of the beams on the raster. This needs precise alignment of the location of the beams on the raster and is carried out by a circular magnet assembly known as the purity magnet. It is mounted externally on the neck of the tube and close to the deflection yoke. The purity magnet assembly consists of many flat washer like magnets held together by spring clamps in such a way that these can be rotated freely. The tabs on the

magnets can be moved apart to reduce resultant field strength. The tabs when moved together change the direction of magnetic field. Two, four and six pole magnet units may be employed to achieve individual and collective beam deflections. Hence to affect purity and static convergence the beams can be deflected up or down, right or left and diagonally by suitably orienting the purity magnets."

कनवर्जेन्स (Convergence) : कलर पिक्चर ट्यूब की तीनों beams को एक साथ लाना, जिससे वह screen के किसी part पर एक साथ strike करें तथा तीन coincident rasters उत्पन्न करें, कनवर्जेन्स कहलाता है।

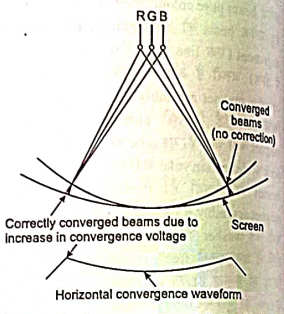
"The technique of bringing the beams together so that they strike the same part of the screen to produce three coincident rasters is called convergence."

कनवर्जेन्स त्रुटियाँ कई कारणों से होती है जैसे कि deflection field की non-uniformity, non-coincident convergence planes तथा flat screen surface। इन beams का positional adjustment करके convergence प्राप्त की जाती है (चित्र 6.44 देखें)। Convergence दो प्रकार की होती है—(i) static and (ii) dynamic.

Permanents magnet द्वारा beam को screen के central area पर converge कराने की प्रक्रिया static convergence कहलाती है जबकि dynamic fields (electromagnets) द्वारा बाकी screen पर convergence dynamic convergence कहलाता है। Dynamic fields की instantaneous strength spot की screen पर position पर निर्भर करती है। Dynamic convergence हेतु दो प्रकार की dynamic magnet field use की जाती है—

(i) पहली फील्ड deflection yoke की yoke ring पर एक additional winding (अतिरिक्त वायरिंग) use करके की जाती है तथा यह adjustible sawtooth current द्वारा drive की जाती है।

(ii) दूसरी फील्ड sawtooth (आरीदंत) तथा parabolic (परावलीय) currents द्वारा generate होती है जोकि scanning currents से synchronized होती है।

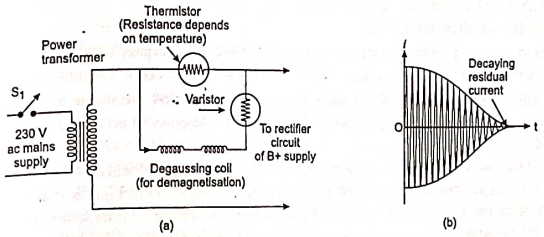


चित्र 6.44—Over-convergence of electron beams at the screen edges unless a corrective deflection field is applied.

कलर पिक्चर में पिनकुशन correction हेतु भी dynamic fields का use किया है क्योंकि permanent fields द्वारा pincushion correction कराये जाने पर purity problems उत्पन्न हो जाती है।

डिगॉसिंग (Degausing) : प्योरिटी खराब होने का मुख्य कारण mask तथा mounting frame का Earth's magnetic field व आसपास की अन्य प्रभावशाली magnetic fields द्वारा magnetize हो जाना है। यह external magnetic fields beam को अपने normal रास्ते से भटकाती हैं तथा इनके बहकावे में आकर beam मदहोश होकर गलत phosphors की गोद में चली जाती है जिससे उसकी purity प्रभावित हो जाती है। इस प्रभाव से बचाने के लिये picture tubes की magnetic shielding की जाती हैं तथा tube की bell के आसपास Mu-metal (thin silicon steel) की housing (सुरक्षात्मक कवच) लगाई जाती है। Shield की high retentivity के कारण वह बाहरी magnetic fields के प्रभावों से mask को बचा लेती है। किन्तु कई बार, shielding के बावजूद बाहरी तथा अवांछित magnetic field purity को प्रभावित कर ही देती है। ऐसे में, सभी colour receivers में automatic degausing का प्रावधान रखा जाता है। Degausing का तात्पर्य यह है कि picture tube mounting (अर्थात जहाँ picture ट्यूब स्थापित है) के सभी iron तथा steel parts का demagnetize हो जाना। इसके लिये magnetic object को alternating magnetic field में रखा जाता है जो कि समय के साथ कम होती जाती है। ऐसे में magnetic object को external degausing field की strength assume करने के लिये बाध्य किया जाता है तथा degausing field धीरे-धीरे magnetic object को चुम्बकीय प्रभावों से मुक्त कर देती है। एक degausing coil का use करके, तथा receiver की switch on होने के समय इस coil में एक strong current pass किया जाता है तथा थोड़ी देर में बहुत कम हो जाता है, Local magnetic fields का प्रभाव समाप्त हो जाता है।

चित्र 6.45 में एक Automatic degausing (ADG) circuit प्रदर्शित है। यह circuit degausing coil के through alternating current के flow को control करने के लिये एक thermistor तथा varistor का use करता है। जब रिसीवर turn-on होता है तो thermistor का resistance ज्यादा होता है तथा इस पर ac voltage drop उच्च (लगभग 65 volt) होता है, जिससे degausing coil में उच्च धारा प्रवाहित होती है। इस heavy current के कारण thermistor heat होता है, उसकी resistance कम होती जाती है तथा उसपर voltage drop भी कम होती जाती है, इससे varistor voltage घटती है, तथा उसका resistance increase होता है किन्तु इससे degausing coil की धारा बहुत कम हो जाती है। (components की value ऐसे रखी जाती है कि degausing coil धारा की initial surge धारा लगभग 5A होती है, जो घटकर एक सैकण्ड में मात्र 300 mA रह जाती है। थर्मिस्टर के हीट होने पर degausing समाप्त हो जाती है)।



चित्र 6.45—Automatic degaussing (ADG) circuit an decay of current in the degaussing coil when receiver is just switched on.

कलर फॉस्फर्स (Colour phosphors) : सामान्यत: red colour के लिये Zinc Sulphide, green कलर के लिये Zinc Silicate तथा blue colour के लिये Europium तथा Yttrium phosphors use किये जाते हैं। यह P_{22} type phosphors होते हैं तथा इनका persistance tune लगभग 1 ms होता है।

डेल्टा गन कलर पिक्चर ट्यूब की मुश्किलें (Limitations of Delta-Gun Colour Picture Tube) :

(i) **मुश्किल कनवर्जेन्स (Difficult convergense) :** डेल्टा गन ट्यूब का convergence जटिल परिपथों युक्त तथा मुश्किल होता है। इसके लिये चार static convergence magnets तथा एक dynamic convergence assembly आवययक होती है। screen पर convergence प्राप्त करने हेतु लगभग 12 preset controls आवश्यक होते हैं।

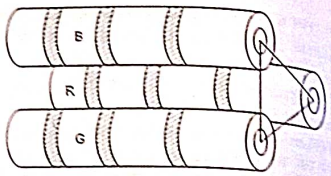
(ii) **फोकिसस समस्यायें (Focusing Problems) :** डेल्टा गन ट्यूब का फोकस पूरी स्क्रीन पर sharp नही हो सकता क्योंकि तीनों beams के लिये focus व convergence planes same नहीं हो सकते (क्योंकि यह beams 120° पर positioned guns से निकलती है।)

(iii) Shadow mask की electron transparency केवल 20% होती है, अर्थात् electron beam current का 80% waste हो जाता है।

उक्त मुश्किलों के कारण अब Delta-gun tube का स्थान PIL ट्यूब व Trinron tubes ने ले लिया है तथा इसको ज्यादातर replacement हेतु निर्मित किया जाता है।

डेल्टा गन पिक्चर ट्यूब : इस पिक्चर ट्यूब में एक दूसरे के सापेक्ष 120° विस्थापित तीन इलैक्ट्रान गन होती हैं। यह एक समबाहु त्रिभुज (equilateral triangle) के तीन कोनों (corners) पर स्थापित (mounted) की जाती हैं, तथा इनकी स्थापना

शेक अक्षर Δ (डेल्टा) के रूप में होती है, अतः इस ट्यूब को डेल्टा गन पिक्चर ट्यूब कहा जाता है। यह तीनों गन ट्यूब अक्ष की ओर (अंदर की ओर झुकी (tilted) होती है जिससे तीन गन से निकले इलैक्ट्रान बीम एक बिन्दु पर आता convergence (इकट्ठी) कर जाये।



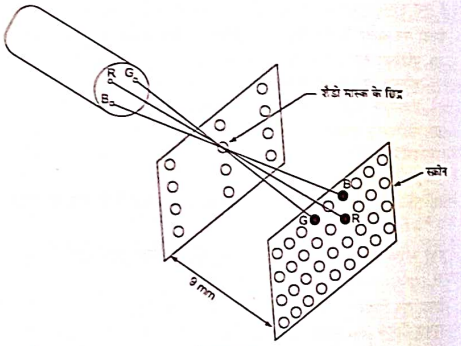
चित्र 6.45 (c)

इन इलैक्ट्रान गन पर R, G, B फिलामेन्ट एलाई किये जाती है, अतः इनसे निकलने वाली electron beam की तीव्रता क्रमशः R, G व B कलर फिलामेन्ट के समानुपाती होती है। डेल्टा गन की तीनों गन का अपना अलग कैथोड सैट, कन्ट्रोल ग्रिड, त्वरण ग्रिड तथा फोकस ग्रिड होता है।

स्क्रीन पर R, G, B के लगभग तीन लाख trials होते है। यह फेस प्लेट के पीछे deposit (जमाये) किये जाते है। R, G, B का प्रत्येक dot लगभग 0.42 mm diameter होता है तथा दो पड़ोसी trials के dot के मध्य लगभग 0.72 mm की spacing (दूरी) होती है। Red colour के लिये zink sulphide, green colour के लिये zinc silicate तथा blue colour के लिये Europium तथा Yattrium का phosphor use किया जाता है। इन phosphors का persistance time लगभग 1 मिलीसैकेंड होता है।

तीनों गन से निकली electron beam screen पर पहुँचकर अपने-अपने phosphor को strike करती है। इन इलैक्ट्रान गन से निकले R, G, B कॉडियो फिलामेन्ट अपने-अपने phosphor dot से जाकर टकराते है जिससे trial के तीनों dots में एक साथ चमक उत्पन्न होती है, तथा इस चमक की तीव्रता कॉडियो फिलामेन्ट में उस विशेष रंग की तीव्रता के समानुपाती होती है। आंखें इन तीन रंगों को एकीकृत (integrate या add) करती हैं, जिससे इन तीन रंगों का परिणामी रंग (resultant colour of the concerned picture as was there in the original picture) या वास्तविक रंग दिखाई देता है जो कि televise किये गये दृश्य में था। Trials एक के बाद एक बहुत तेजी से चमकते हैं, जिससे पूरी पिक्चर वास्तविक रंगों के साथ स्क्रीन पर दिखाई देने लगती है।

यह सुनिश्चित करने के लिये कि beam सही phosphor से टकराये, एक शैडो मास्क (shadow mask) का प्रयोग किया जाता है। यह एक पतली छिद्र युक्त धात्विक शीट होती है जो कि स्क्रीन से लगभग 9 mm पीछे होती है। इसको मजबूती प्रदान करने के लिये एक फ्रेम में स्थापित किया जाता है। प्रत्येक trial के लिये एक छिद्र होता है। छिद्र conical आकार का होता है ताकि mask से द्वितीयक उत्सर्जन (secondary emission) न हो। तीन बीम आकार shadow mask के छिद्र पर converge करती है (इकट्ठी होती है) तथा फिर diverge करके (फैल के) अपने फॉस्फर से टकराती है। मास्क की पारदर्शिता (transparency) मात्र 20% होती है।



चित्र 6.45(d)

स्क्रीन के डॉट्स का तथा शैडोमास्क के छिद्रों का alignment (एक सीध में होना) अत्यंत महत्वपूर्ण फास्फर्स को पराबैंगनी प्रकाश (ultraviolet light) की सहायता से स्क्रीन पर फिक्स किया जाता है। फेस प्लेट को हरे रंग के फास्फर पदार्थ से कोट (coat) किया जाता है तथा उसके ऊपर प्रकाशरोधी (photoresist) का प्रयोग किया जाता है। ग्रीन यीम के डिफ्लैक्शन बिन्दु से ultraviolet light को स्क्रीन से टकराया जाता है, जिससे हरे डाट्स का photoresist सख्त (hard) हो जाता है। बचा हुआ फोटोरेसिस्ट हटा दिया जाता है (etched)। इसी प्रकार blue तथा red dots fix किये जाते हैं। इस प्रकार शैडो मास्क के लिंदों के सापेक्ष हरे, नीले तथा लाल डॉट्स का alignment बहुत सावधानीपूर्वक किया जाता है।

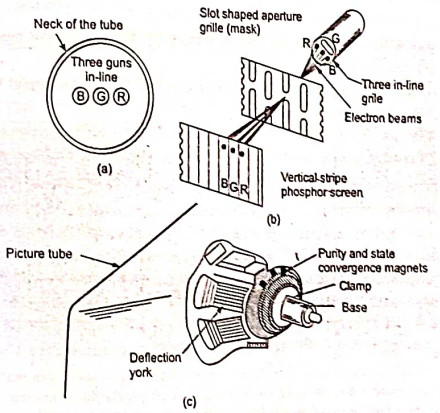
डेल्टा गन की प्रमुख सीमाये है, तीन डॉट्स के convergence की समस्या, blunt (धुंधला) focus, तथा shadow mask की खराब पारदर्शिता (only 20% transparency) जिसके कारण PIL tube ने इसका स्थान ले लिया है।

§ 6.33. प्रीसिज़न-इन-लाइन कलर पिक्चर ट्यूब (Precision-in-line or PIL Colour Picture Tube or Cathode-in-line) :

प्रीसिजन-इन-लाइन पिक्चर ट्यूब में तीनों guns एक लाइन में (horizontally) arranged होती हैं जिससे convergence का set-up काफी सरल हो जाता है।

"In precision-in-line or PIL colour picture tube, the three electron guns are alligned precisely in horizontal line, and this arrangement simplifies the convergence set-up considerably."

चित्र 6.46 में PIL ट्यूब की संरचना प्रदर्शित है। आप देखें कि स्क्रीन पर phosphors vertical strips (ऊर्ध्वाधर पट्टियों) के रूप में क्रमवार R, G व B के triads के रूप में deposited हैं तथा यह क्रम screen की breadth (चौड़ाई) पर repeat होता रहता है। डेल्टा गन ट्यूब जैसी colour fineness प्राप्त करने हेतु दो पड़ोसी triads की same colour की strips के मध्य दूरी (spacing) delta gun में दो same colour dots की दूरी के समान होती है। इसमें भी aperture mask होता है लेकिन इसमें vertical slots (ऊर्ध्वाधर खाने) होते हैं, तथा एक vertical slot red, blue व green की एक fine strip के लिये होता

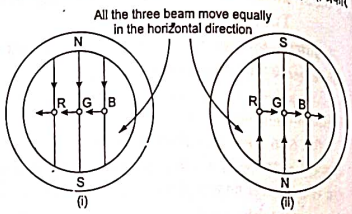


चित्र 6.46—Precision in-line picture tube (a) gun construction (b) electron beams, aperture grille and striped three colour phosphor screen (c) basic construction and mountings.

है। चूँकि इस ट्यूब की तीनों guns एक horizontal line में स्थापित होती हैं, अत: center beam (green) ट्यूब की axis के along चलती है जबकि right तथा left guns के हल्का सा तिरछापन (inward tilt) दिया है जिससे तीनों beams aperture grille mask पर पहुँचकर converge होती हैं तथा फिर screen पर जाकर अपने-अपने phosphor की गोद में समा जाती है।

PIL ट्यूब ज्यादा efficient (दक्ष) होती है, इसकी इलैक्ट्रॉन पारदर्शिता (Electron Transparency) अधिक होती है, तथा convergence simple होता है क्योंकि guns एक line में होती हैं।

प्योरिटी तथा स्टैटिक कनवर्जेन्स (Purity and Static Convergence) : आधुनिक PIL ट्यूब्स इतनी precision (परिशुद्धता) से बनाई जाती है तथा इन्हें purity तथा static convergence adjustments की आवश्यकता नहीं होती। फिर भी stray fields (अवांछनीय चुम्बकीय क्षेत्रों) के कारण होने वाले छोटे-मोटे errors से निपटने के लिये इसमें multipole permanent magnets provide की जाती है। सामान्यत:, screen के flat होने (अर्थात् spherical न होने के कारण) दो प्रकार की convergence errors उत्पन्न हो सकती हैं— astigmatism तथा coma effect. Astigmatism error guns की allignment (एक line में या एक सीध में होना) पर निर्भर करता है जबकि coma effect deflection field की non-uniformity के कारण होता है। इन errors को ठीक करने के लिये field configuration को adjust करना पड़ता है। Purity व static convergence adjustment हेतु एक multipole magnet assembly (बहुपोल चुम्बकीय संरचना) use की जाती है जिसमें चार ring-shaped permanent magnet units होते हैं। इस magnetic ring में 2-pole magnets के 2 pairs, 4-pole magnet का 1 pair तथा 6 pole magnets का 1 pair होता है। प्रत्येक pair में एक outer व एक inner ring होता है।



चित्र 6.47—Horizontal colour purity.

एक ring rotate करके resultant magnetic field की strength तथा दोनों ring एक साथ rotate करके resultant magnetic field की direction adjust की जा सकती है।

Horizontal colour purity प्राप्त करने के लिये 4-pole magnet के मध्य से 2-pole magnet स्थापित करके उसकी field strength change की जाती है (चित्र 6.47)।

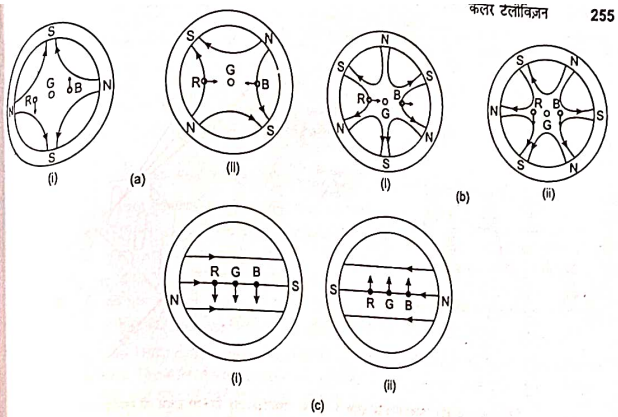
स्टैटिक कनवर्जेंस प्राप्त करने हेतु 4-pole व 6-pole magnet की field strength व direction change की जाती है।

Horizontal व raster symmetry obtain करने के लिये भी 2-pole magnet की field strength को adjust किया जाता है।

डायनैमिक कनवर्जेन्स एडजस्टमेंटस (Dynamic Convergence Adjustments) : जैसे कि पहले भी बताया गया था कि screen के flat होने के कारण convergence problems होती हैं जिनको adjust करने के लिये दो प्रकार की four-pole dynamic magnetic fields use की जाती हैं (चित्र 6.48)। पहली field deflection yoke ring पर लगी एक additional winding को adjustable sawtooth currents (synchronize by scanning) देकर प्राप्त की जाती है जबकि दूसरी प्रकार की dynamic field sawtooth व parabolic धाराओं द्वारा उत्पन्न होती है जो कि scanning से synchronized होती हैं तथा deflection coils में flow होती है।

Note that :

Colour purity adjustment is done with the help of magnetic ring mounted externally. Adjustment of convergence at the centre is done by using external magnet to couple the flux to internal pole pieces while convergence at the edges required modification of the magnetic field by small ac current fed to the convergence coils.



चित्र 6.48—(a) Static convergence (b) the outer electron beams move equally in opposite directions (b) the outer electron beams move equally in the same direction (c) Raster symmetry. All beams move equally in the vertical direction.

In colour picture tube, gray scale tracking is done so that equal video signals should produce white for bright as well as dull light screen.

Display using liquid crystal devices have all the advantages of solid state components over vacuum tubes.

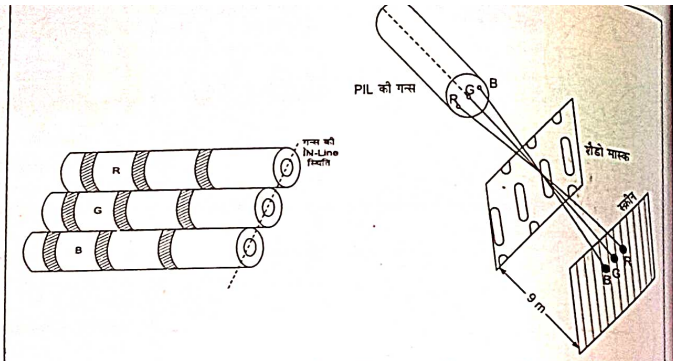
The commonly used phosphors are P_4 for white and P_{22} for red, green and blue in colours picture tubes.

The deflection in the electrostatic field is independent of the mass of the charge carriers and is inversely proportional to the accelerating EHT potential.

PIL पिक्चर ट्यूब : Precision-in-line tube में तीन इलैक्ट्रान गन होती है जो कि एक क्षैतिज रेखा (horizontal line in the same plane) पर स्थिर होती हैं। हरी गन बीच में होती है तथा इसके दोनों ओर blue तथा red guns होती हैं जो कि थोड़ी सी अंदर की ओर झुकी होती है (tilted inwards)। प्रत्येक गन का अपत्र कैथोड, कन्ट्रोल ग्रिड, स्क्रीन ग्रिड व फोकस ग्रिड होता है।

स्क्रीन पर कलर फास्फर्स RGB की ऊर्ध्वाधर पट्टियों (Vertical stripes) के रूप में deposit (जमा) किये जाते हैं। शैडो मास्क को स्क्रीन से लगभग 9 mm पीछे स्थापित किया जाता है तथा इसमें कलर फास्फर स्ट्रिप्स हेतु ऊर्ध्वाधर छिद्र (vertical slots) होते हैं। ग्रीन बीम सीधी चलती है जबकि नीली व लाल बीम (अंदर की ओर) तिरछी चलती हैं तथा यह तीनों बीम मास्क पर आकर converge करती हैं, तथा फिर diverge (अलग-अलग) होकर फास्फर स्ट्रिप्स से टकराती हैं। मास्क को इस प्रकार स्थापित किया जाता है जिससे प्रत्येक बीम अपने-अपने फास्फर से ही टकराये। Slots (छिद्रों) के alignment में delta gun picture tube के समान विधि का प्रयोग किया जाता है। तीनों beams फास्फर से टकराकर तीन कलर्स एक साथ (simultaneously) उत्पन्न करती हैं तथा आँखें इन तीन रंगों को integrate करके दृश्य का वास्तविक रंग देख सकती हैं।

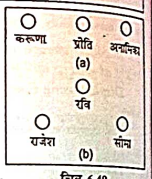
PIL ट्यूब के मुख्य लाभ हैं: मास्क की बेहतर पारदर्शिता (about 50% transparency), बेहतर दक्षता, ऊर्ध्वाधर कनवर्जेंस की आवश्यकता न होना, शार्प फोकस।



चित्र 6.48—(d) PIL कलर पिक्चर ट्यूब में गन्स की स्थिति (e) PIL पिक्चर ट्यूब की कार्यप्रणाली

विचार प्रश्न

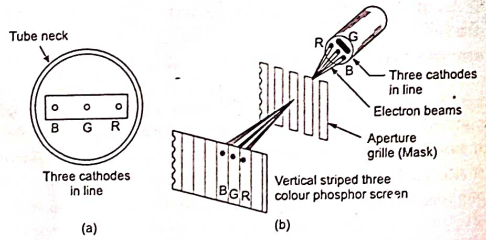
करूणा, प्रीति तथा अनामिका एक सीधी लाइन में खड़े हैं (चित्र 6.49 (a)) जबकि रवि, राजेश व सीमा चित्र 6.49 (b) के अनुसार खड़े हैं। इसमें से किसकी तुलना आप delta gun construction से करेंगे तथा किसी PIL construction से?



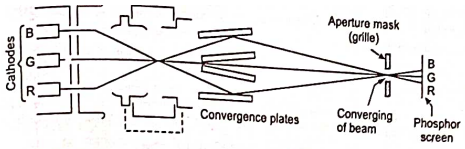
चित्र 6.49

§ 6.34. ट्रिनट्रॉन कलर पिक्चर ट्यूब (Trintron Colour Picture Tube):

ट्रिनट्रॉन या थ्री-इन-लाइन कैथोड्स कलर पिक्चर ट्यूब का विकास 1970 के आसपास Japan की SONY कम्पनी द्वारा किया गया। इस पिक्चर ट्यूब में केवल एक गन होती है, जिसमें तीन in-line cathodes होती है। केवल एक electron gun assembly होने के कारण इसका construction simple हो जाता है। Screen प्र



चित्र 6.50 (a)—Trinitron picture tube gun structure



चित्र 6.50 (b)—Convergence and focus details in trinitron colour picture tube

phosphor के (triads) (three colours) vertical strip में ठीक वैसे ही arrange होती है, जैसे कि PIL ट्यूब में होते हैं (चित्र 6.50(a)) प्रत्येक स्ट्रिप की width लगभग cm के कुछ हजारवें हिस्से (few thousandth of a centimeter) के बराबर होती है। स्क्रीन के पास एक metal aperture grille या mask होता है तथा इसमें प्रत्येक triad के लिये एक hole होता है। किन्तु ट्रिनट्रॉन की grille डेल्टा गन व PIL ट्यूब्स से बनावट में आसान व अधिक electron transparency वाली होती है। तीन electron beams को एक electrostatic lens system द्वारा bent (मोड़ना) किया जाता है जिससे वह एक ही बिन्दु से आती हुई प्रतीत होती है। इनकी focusing अन्य colour picture tubes से बेहतर प्राप्त होती है।

In Precision-in-line (PIL) picture tubes. Three guns are used for video signals corresponding to red, green and blue colours. These beams are focused on a shadow mask containing vertical slots. There are three stripes for each slot one of red phosphors, the other of green phosphors and the third of blue phosphors on the screen). The three beams, diverging from a slot, strike the three stripes causing the red, green and blue phosphors to glow. The eyes integrate the three colours to impart the impression of one resultat colour. The intensity of the glow is proportional to the intensity of the respective electron beams. Hence, original colour is reproduced on the screen.

Advantages of Trinitron tube :

(i) Transparency of electron beam is about 80% so efficiency is high against delta gun picture tube and PIL picture tube.

(ii) Only 6 controls are required because it employs a single gun having three in line cathodes.

(iii) H provides improved vertical resolution.

(iv) During servicing there is no need of convergence adjustments.

(v) Brighter picture and sharper focus.

The trinitron or three in line cathodes colour picture tube was developed by SONY corporation of Japan around 1970. This picture tube consists of three cathodes but with only one control grid, one screen grid and one focus grid for all the three beams. All the three cathodes are in line. This simplifies the construction problem because one electron gun can be easily accommodated. The three phosphor triads are arranged in vertical strips as in the case of PIL picture tube. A metal aperture grille or mask is provided very close to the screen. The shadow mask has long slots, one slot per vertical line and has electron transparency of about 80%.

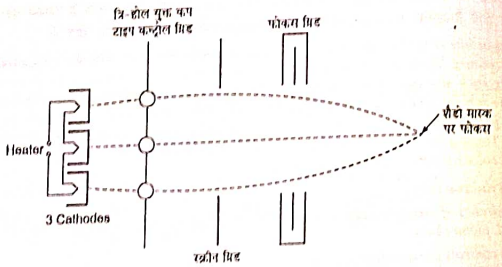
Fluorescent screen is of the same type as in PIL picture tube, consisting of phosphor stripes in groups of three, one for each primary colour (red, green and blue). The three beams are bent by an electrostatic lens system and appears to emerge from the same point in the lens assembly. Sharper image with good focus over the entire picture area is obtained because the beams have a common focus plane. Because of the convergence problem is simplified and less adjustment are required

A picture tube converts video signal into proportionate variations in the intensity of light by using a special cathode ray tube.

A monochrome picture tube consists of an electron gun with accelerating anode, focussing anode and control grid. The high velocity electron beams strike the phosphor elements of a fluorescent screen and make them glow and emitting the light of intensity proportional to the strength of the electron beam.

Deflection is being done by the variation of magnetic field with the help of sawtooth currents flowing through the deflection coils.

Trinitron Colour Picture Tube : तीन कन्ट्रोल ग्रिड, तीन स्क्रीन ग्रिड, तथा तीन फोकस ग्रिड होने के कारण delta gun का PIL colour picture tubes काफी जटिल (complex) हो जाती है जिससे कन्ट्रोल्स की संख्या तथा पिन्स की संख्या काफी बढ़ जाती है। नौ ग्रिड्स, तीन कैथोड्स तथा हीटर के कारण पिक्चर ट्यूब के बेस से नौ कनैक्शन ग्रिड्स से, तीन कनैक्शन कैथोड्स से तथा दो कनैक्शन हीटर्स से पिन पर लाना एक मुश्किल कार्य हो जाता है। अतः ग्रिड्स की संख्या घटाने का प्रयास किया गया, जिसके फलस्वरूप Sony Corporation of Japan द्वारा Trinitron tube (ट्राइनाइट्रॉन ट्यूब) का विकास किया गया।



चित्र 6.50 (c)—ट्राइनाइट्रॉन पिक्चर ट्यूब में इलैक्ट्रोड्स

ट्राइनाइट्रॉन पिक्चर ट्यूब में तीन कैथोड होते हैं, लेकिन तीनों beams के लिये केवल एक कन्ट्रोल ग्रिड, एक स्क्रीन ग्रिड तथा एक फोकस ग्रिड होती है। कन्ट्रोल ग्रिड एक कप के आकार का इलैक्ट्रोड (cup type electrode) होता है जिसमें तीन बीम के लिये तीन छिद्र (holes) होते हैं। तीनों बीम्स के स्क्रीन ग्रिड तथा फोकस ग्रिड संयुक्त (common) होते हैं।

शैडो मास्क में लम्बे खांचे (slots या छिद्र) होते हैं, (प्रत्येक vertical line में एक slot) तथा व्यवस्था से पारदर्शिता काफी बढ़ जाती है। (transparency is about 80%)। Fluorescent screen PIL tube के समान होती है जिसमें तीनों primary colours हेतु तीन ऊर्ध्वाधर पट्टियाँ होती हैं।

फोकसिंग हेतु ट्राइनाइट्रॉन ट्यूब कम voltage वाला focussing system use करती है (परिवर्ती 400 V), तथा focus grid के left तथा right में दो छोटे ultor cylinders use किये जाते हैं।

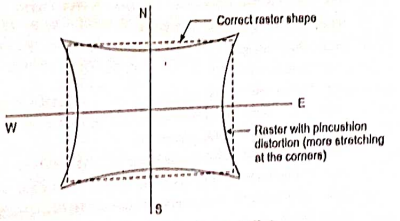
ट्राइनाइट्रॉन ट्यूब के मुख्य लाभ हैं—बेहतर ऊर्ध्वाभर रैजोल्यूशन, बेहतर ट्रांसपैरेंसी, कन्ट्रोल की कम संख्या (मात्र 6), बेहतर focus, brighter picture, convergence समस्या का समाधान इत्यादि।

§ 6.35. Colour Pictures Tubes की तुलना

S. No.	Item Name	Delta gun	PIL	Trinitron
(i)	Developed by	RCA		SONY
(ii)	Alignment	Difficult	Difficult	Easy
(iii)	Construction of three guns	Equally spaced at and inclined towards the axis and mounted on three corners of a delta	Guns precisely alignned in a horizontal line in the same plane	Three cathodes are aligned in a line producing three beams
(iv)	No of cathodes	3	3	3
(v)	No. of control grids	3	3	1
(vi)	No. of screen grids	3	3	1
(vii)	Screen phosphors on which three beam strike	Dots arranged in triads (groups of three)	Vertical stripes arranged in groups of three	Vertical stripes arranged in groups of three
(viii)	Shadow mask where convergence occurs	Conical holes	Vertical slots (not of full lengths)	Vertical slots of full lengths
(ix)	Convergence (i) Vertical (ii) Horizontal	Needed Needed	Not needed Needed at manufacturing stage	Not needed Needed at manufacturing state
(x)	Colour purity adjustment	Needed	Needed	Needed
(xi)	Brightness	Good	Better	Best
(xii)	Focus	Sharp	Sharp	Sharpest
(xiii)	Transparency	20%	50%	80%

Pincushion vs. Barrel Effect

Pincushion effect : Since the screen of a picture tube is not circular, it is rectangular, the magnetic deflection would not be uniform. The distance of corners is more as compared to the central portion. Deflection of electron beam under magnetic field along the circular arc and on a rectangular surface (Ref. Fig. 6.51 (a)).



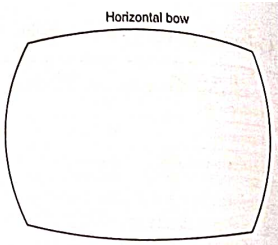
चित्र 6.51 (a)—Pincushion effect

Therefore the deflection distance for the rectangular screen is more than for the circular screen. This causes the raster to be stretched at the corners. This is called pincushion effect. It will cause distortion in the picture and it is more severe for those tubes whose angle of deflection is more than 90°.

Barrel Effect : *This is opposite to the pincushion effect and is shown in Fig. 6.51 (b).*

Because of the distortion in magnetic field, the scanning lines bow outwards. The horizontal deflection current is more at the centre and less at the corners i.e., parabolic in shape. Vertical deflection current is bowl shaped.

It is corrected by superimposing an opposite type of magnetizing current in the respective deflection coils.



चित्र 6.51 (b)—Barrel effect

Grey Scale Tracking : *The ability of the picture tube to maintain output at white, when the input varies from very bright parts to dark part of a picture, or when the brightness control is varied for high to low is called grey scale tracking. To ensure correct tracking, the two steps are followed.*

(i) Adjustment of Low Lights : *To reproduce dark grey shades, the three guns should remain in almost cut-off condition. This is achieved by making the screen grid (i.e., 1st anode) voltages different from each other and usually potentiometers are used for this purpose in the dc voltage supply to the three screen grids. Result in the dark grey shade with out any colour tint.*

(ii) Adjustment of High Lights : *It is also required that all the levels of white are also correctly reproduced. This is achieved by varying the video (luminance) signal drive to the three guns. Red phosphors has the minimum efficiency and therefore the maximum signal is fed to the red gun. Then luminance signal to green and blue gun are varied to obtain optimum reproduction of high lights.*

प्रश्नावली

1. (a) Colour Television व Monochrome Television की compatibility से आप क्या समझते है?
   (b) Primary व secondary colours क्या होते है?
   (c) Colour mixing क्या होती है?
   (d) Colour triangle क्या होता है?
   (e) PAL coder व decoder (Transmitter व Receiver) के विषय में बताइये।
   (f) NTSC, PAL व SECAM की तुलना कीजिये।
2. (a) Explain the following :
   (i) Chroamticity charts.
   (ii) Primary and secondary colours.
   (iii) Chrominance and luminance signals.
   (iv) Colour response curve of human eye.
   (v) Mechanism of colour vision of human eye.
   (vi) Colour standard : Measurement and sources.
   (vii) Colour temperature and standard illumianats (3000 K ad 7500 K)
   (viii) Hne, Brightness and satruation.
   (ix) Lux, Lumen and Candela.
   (a) Explain the need of compatibility between monochrome and Colour Television systems?
   (b) Explain the luminance and colour difference signals used in Colour Television system.

(c) Write short note on Chrominance Bandwidth requirement.
(d) Explain the principles of Quadrature Amplitude Modulation (QAM).
(e) Describe the Quadrature Amplitude Modulation of colour difference signal on colour subcarrier.
(f) Show the calculations of luminance, colour difference and chrominance, amplitude of different types of colour bar signals (110% amplitude, 100% saturated, weighted and unweighted)?
(g) NTSC सिस्टम के मुख्य सिद्धान्तो का वर्णन कीजिये।
(h) PAL coder तथा decoder का ब्लॉक डायग्राम बनाइये तथा final output signal की expression लिखिये।
(i) Basic PAL transmitter का operation ब्लॉक डायग्राम की सहायता से समझाइये।
(j) निम्न कलर पिक्चर ट्यूब्स की संरचना व कार्यप्रणाली समझाइये व आपस मे तुलना कीजिये—
   (i) Delta three gun shadow mask tube
   (ii) In line three gun shadow mask tube
   (iii) Single gun trintron tube
(k) Convergence degaussing व purity के सामान्य सिद्धान्त समझाइये।
(l) Static व dynamic convergese में अंतर स्पष्ट कीजिये।

3 निम्न पदो की व्याख्या कीजिए :
(i) ह्यू (Hue) (ii) एडिटिव कलर मिक्सिंग
(iii) क्रोमिनैन्स (iv) सैचुरेशन
(v) कॉम्पलीमैन्टरी कलर्स (BTE UP)

4 मनुष्य की आँख के अनुक्रिया वक्र पर टिप्पणी लिखिये। (BTE UP)

5 (a) Camera output से वाद सिग्नल कैसे विकसित किया जाता है? (BTE UP)
(b) Colour synchronisation से आपका क्या अभिप्राय है? इसे कैसे प्राप्त किया जाता है? (BTE UP)

6 वर्ण मिश्रण पर टिप्पणी लिखिए। (BTE UP)

7 प्रयोगी रंगीन मिक्सिंग (Additive colour mixing) को समझाइये। (BTE UP)

8 रंग व चमक पर टिप्पणी लिखिये। (BTE UP)

9 एक रंगीन पिक्चर ट्यूब का आरेख खींचिये तथा इस पर सिगनल वोल्टेज (input) को दिखाइये। संक्षेप में समझाइये कि यह ट्यूब R, G एवं B matrix के रूप में कैसे प्रयोग की जा सकती है? (BTE UP)

10 Delta three gun shadow mask tube की बनावट एवं कार्य प्रणाली को समझाइये। (BTE UP)

11 दूरदर्शन चित्र नलिका के कार्य की व्याख्या कीजिए। (BTE UP)

12 दूरदर्शन रंगीन चित्र नलिका के मुख्य लक्षणों का वर्णन कीजिए। समझाइए कि यह डेल्टा गन तथा पी० आई० एल० चित्र नलिकाओं से उत्कृष्ट क्यों मानी जाती है? (BTE UP)

13 क्वाडेचर आयाम मॉडुलेशन (QAM) से क्या तात्पर्य है? क्रोमिनैन्स फॉर्म (form) करने में इसका क्या महत्व है?

14 मॉडुलेशन प्राइंसपल के मुख्य अभिलक्षण क्या है?

15 $+(B-Y)$ अक्ष के सापेक्ष समस्त प्राइमरी तथा कॉम्पलीमैन्टरी कलर्स के आयाम तथा स्थिति (location) ज्ञात कीजिये।

16 स्पष्ट कीजिये कि कम्बाइंड (combined) क्रोमिनैन्स (C) तथा ल्यूमिनैन्स (Y) सिगनल, एम्पलीट्यूट मॉडुलेशन पर, पिक्चर कैरियर को ओवर-मॉडुलेट करेगी।

17 वेटिंग फैक्टर्स (weighting factors) का क्या अर्थ है? इन्हें कलर-डिफ्रैन्स सिगनल के लिए किस प्रकार ज्ञात किया जाता है?

18 हरेपने कलर्स के लिए (weighted) क्रोमिनैन्स कलर फेजर्स के मान ज्ञात कीजिये तथा कलर के साथ ओवर मॉडुलेशन 33% से अधिक नहीं होना।

19. विभिन्न कलर बार सिगनलों के ल्यूमिनैन्स, कलर-डिफ्रैन्स तथा क्रोमिनैन्स 100% आयामा एव 100% सैचुरेशन के लिए unweighted एवं weighted मानों की गणना कीजिये तथा एक तालिका में सूचीबद्ध कीजिये।
20. कलर बर्स्ट सिगनल से क्या तात्पर्य है? टेलिविजन ट्रांसमिशन में इसका क्या उपयोग है? कम्पोजिट वीडियो सिगनल में कलर बर्स्ट की स्थिति दर्शाइये।
21. रंगीन TV रिसीवर में रंगीन Burst का क्या कार्य है? (BTE UP)
22. निम्न पदों को समझाइये— (BTE UP)
    (i) प्राथमिक रंग (ii) परिपूरक रंग
    (iii) ह्यू (Hue) (iv) क्रोमिनेन्स
23. समकोणिक आयाम मॉडुलेशन के मूल सिद्धान्त की विवेचना कीजिये। (BTE UP)
24. कलर मिक्सिंग की संरचना को संक्षिप्त मे समझाइये। सबट्रैक्टिव एवं एडिटिव मिक्सिंग क्या है? (BTE UP)
25. एक कलर टेलिविजन रिसीवर का ब्लॉक डायग्राम बनाइये तथा प्रत्येक ब्लॉक का कार्य समझाइये। (BTE UP)
26. भारत में रंगीन टी०वी० प्रणाली प्रयोग में है : (NTSC/SECAM/PAL-D)
27. SECAM एवं अन्य कलर TV प्रणालियों में मुख्य अन्तर क्या है?
28. NTSC डिकोडर पर टिप्पणी लिखिये। (BTE UP)
29. NTSC प्रणाली के सिद्धान्त का वर्णन कीजिए। (BTE UP)
30. कम्पोजिट वीडियो सिगनल से $R-Y$ सिगनल कैसे प्राप्त किया जाता है? (BTE UP)
31. PAL एनकोडर पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (BTE UP)
32. भारत में प्रयुक्त रंगीन TV प्रणालियों की मुख्य विशेषताओं को संक्षेप में समझाइये। (BTE UP)
33. पाल ट्रांसमीटर का ब्लॉक डायग्राम खींचकर इसका वर्णन कीजिए। (BTE UP)
34. एक रंगीन पिक्चर ट्यूब का आरेख खींचिये तथा इस पर सिगनल वोल्टेज (input) को दिखाइये। संक्षेप में समझाइये कि यह ट्यूब R, G एवं B matrix के रूप मे कैसे प्रयोग की जा सकती है? (BTE UP)
35. Delta three gun shadow mask tube की बनावट एवं कार्य प्रणाली को समझाइये। (BTE UP)
36. ट्रीनिट्रॉन चित्र नलिका के कार्य की व्याख्या कीजिए। (BTE UP)
37. ट्रीनिट्रॉन रंगीन चित्र नलिका के मुख्य लक्षणों का वर्णन कीजिए। समझाइए कि यह डेल्टा गन तथा पी० आई० एल० चित्र नलिकाओं से उत्कृष्ट क्यों मानी जाती है? (BTE UP)

7 डिजिटल ट्रांसमिशन एन्ड रिसैप्शन (DIGITAL TRANSMISSION AND RECEPTION)

THINK ABOUT IT

Develop success from failures. Discouragement and failure are two of the surest stepping stones to success.

—Dale Carnegie

§7.1. परिचय (Introduction) :

बात करेंगे डिजिटल वीडियो की, क्योंकि digitialization ही वह माध्यम है जो कि सूचना को computer में storage में सहायक होता है। चूँकि Video signal analog होता है अत: इसके digitalization हेतु इसे भी उन सभी प्रक्रियाओं से गुजरना पड़ता है जो कि PCM में आपने पढ़ी होंगी अर्थात् sampling, quantization, encoding इत्यादि। अत:, एक बार इन सब प्रक्रियाओं का revision करना जरूरी है।

§7.2. डिजिटल वीडियो के मूल तत्व (Basics of Digital Video) :

(A) PCM ट्रांसमिटर (PCM Transmitter) :

एक PCM ट्रांसमिटर में अग्रलिखित मुख्य क्रियाएँ होती हैं—

(i) **सैम्पलिंग (Sampling)**—मॉडुलेटिंग सिगनल को एक पल्स ट्रेन द्वारा सैम्पल किया जाता है जिससे पल्स ट्रेन का आयाम मॉडुलेटिंग सिगनल के समानुपाती हो जाता है (PAM की भाँति)।

सैम्पलिंग दर को निक्विस्ट दर (Nyquist rate) से अधिक रखा जाता है। शैनॉन सैम्पलिंग थ्योरम (Shannon's sampling theorem) के अनुसार सैम्पलिंग दर को मॉडुलेटिंग सिगनल के उच्चतम आवृत्ति घटक W से दोगुना (2 W) या उससे अधिक रखा जाना चाहिये, तभी सैम्पल्स से मूल सिगनल को पूर्णत: पुन: प्राप्त (recover) किया जा सकता है।

अत:, सैम्पलिंग की सहायता से एक continuous time मैसेज सिगनल को discrete time सिगनल में बदला जा सकता है।

दूसरे शब्दों में, सैम्पलिंग के पश्चात् एक PAM सिगनल प्राप्त हो जाता है।

(ii) **क्वांटाइज़िंग (Quantizing)**—सैम्पलिंग के पश्चात् प्राप्त सिगनल discrete-time continuous value होते हैं। Continuous-valued से तात्पर्य है कि प्रत्येक सैम्पल के मान पर कोई प्रतिबन्ध नहीं होता, तथा वह अनन्त सम्भव मानों में से कोई भी मान ले सकता है।

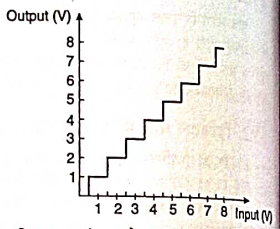
क्वांटाइज़िंग द्वारा discrete time continuous valued signal to discrete-time discrete valued signal में बदला जाता है। Discrete valued से तात्पर्य है कि सिगनल के कुछ निर्धारित मान ही होते हैं तथा वह उन निर्धारित मानों में से कोई एक मान ही ले सकता है। अत: प्रत्येक सैम्पल के मान को उसके निकटतम निर्धारित मान पर Round-off कर दिया जाता है।

मान लीजिये कि किसी क्वांटाइज़र में आठ निर्धारित मान हैं— 0 V, 1 V, 2 V, 3 V, 4 V, 5 V, 6 V, 7 V। अत: इनपुट का मान कुछ भी हो, उन्हें इन आठ मानों में से किसी एक पर राउन्ड ऑफ कर दिया जायेगा। मान लीजिये कि इनपुट 2.2 V है, तो इसे 2 V पर राउन्ड ऑफ कर दिया जायेगा तथा यदि इनपुट 2.9 V है, तो इसे 3 V पर राउन्ड ऑफ कर दिया जायेगा। इस क्वांटाइज़र के इनपुट आउटपुट सम्बन्ध तालिका 7.1 या चित्र 7.1 द्वारा दर्शाये जा सकते हैं—

तालिका 7.1–क्वाटाइजर के इनपुट आउटपुट

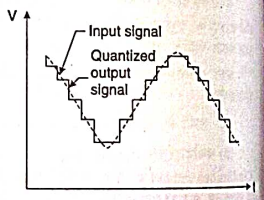
इनपुट वोल्टेज (V)	आउटपुट वोल्टेज (V)
0.0–65 V	0 V
0.5–1.5 V	1 V
1.5–2.5 V	2 V
2.5–3.5 V	3 V
3.5–4.5 V	4 V
4.5–5.5 V	5 V
5.5–6.5 V	6 V
6.5–7.5 V	7 V

क्वांटाइज़र के इनपुट आउटपुट अभिलक्षण सीढ़ीनुमा (staircase shape) होते हैं। क्वांटाइज़र के इनपुट-आउटपुट अभिलक्षणों से स्पष्ट है (तालिका 7.1 या चित्र 7.1) कि यदि इनपुट 0 – 0.5 V के मध्य है तो उसे राउन्ड ऑफ करके 0 V, यदि 0.5 V व 1.5 V के मध्य है, तो उसे राउन्ड ऑफ करके 1 V कर दिया जायेगा, इत्यादि। चित्र 7.2 से स्पष्ट है कि यदि इनपुट 0.5 V से 1.5 V के मध्य कुछ भी हो, आउटपुट 1 V ही रहेगी। अत: आउटपुट का मान निर्धारित स्तरों में से कोई एक ही होगा।



चित्र 7.1—क्वांटाइज़र के इनपुट-आऊटपुट अभिलक्षण

दो निकटतम स्तरों के मध्य का अंतर क्वांटम (quantum) या स्टेप साइज (step size) कहलाता है। (जैसे, पिछले उदाहरण में step size 1 V) है। एक क्वांटाइज़र को इनपुट व आउटपुट तरंगें चित्र 7.2 में प्रदर्शित है, इससे स्पष्ट है कि इनपुट एक continuous valued signal है (अर्थात् उनके मान पर कोई प्रतिबन्ध नहीं है) जबकि आउटपुट एक discrete valued signal है (अर्थात् उसके कुछ निर्धारित मान हैं, जिनमें से वह कोई एक मान ले सकता है)।



चित्र 7.2—क्वांटाइज़र के इनपुट-आऊटपुट तरंग (Dotted लाइन इनपुट तरंग तथा solid लाइन आऊटपुट तरंग प्रदर्शित करती है।)

क्वांटाइज़िंग शोर (Quantizing Noise)—क्वांटाइज़िंग में प्रत्येक सैम्पल को उसके निकटतम उपलब्ध स्तर पर Round-off कर दिया जाता है। स्पष्ट है कि प्रत्येक सैम्पल के मूल मान (original value) तथा क्वांटाइज्ड मान (quantized value) में अंतर आ जाता है।

सैम्पल के वास्तविक मान व क्वांटाइज़ेशन के पश्चात् प्राप्त क्वांटाइज्ड मान में अंतर (difference) को क्वांटाइज़िंग त्रुटि (quantizing error) या क्वांटाइज़िंग शोर (quantizing noise) कहते हैं।

यदि निर्धारित स्तरों (levels) की संख्या बढ़ा दी जाये तो इससे क्वांटाइज़िंग शोर (Noise) को कम किया जा सकता है।

PCM सिस्टम की आउटपुट SNR (dB में)—

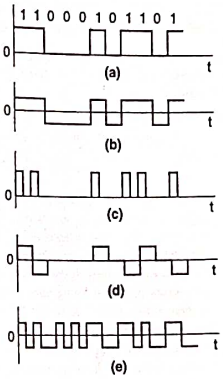
$$10 \log_{10} (SNR)_0 = 1.8 + 6n$$

जहाँ n = क्वांटाइज़ेशन हेतु प्रयुक्त बाइनरी कोड में बिटों की संख्या।

अत:, बिटों की संख्या n बढ़ाने से आउटपुट SNR बढ़ता है तथा क्वांटाज़िंग शोर का प्रभाव कम होता है।

किन्तु स्तरों को बढ़ाने पर अधिक बिट्स ट्रांसमिट करने की आवश्यकता होती है। इसके लिये अधिक बैंडविड्थ की आवश्यकता होती है, क्योंकि बैंडविड्थ का मान Number of bits transmitted per second पर निर्भर करता है।

(iii) **एनकोडिंग (Encoding)**—क्वांटाइज़िंग के पश्चात् सिगनल में कुछ निर्धारित स्तर होते हैं तथा प्रत्येक निर्धारित स्तर का एक बाइनरी कोड (Binary code) होता है। अत:, क्वांटाइज्ड सिगनल को बाइनरी रूप में कनवर्ट किया जाता है। फिर इस बाइनरी सिगनल को उचित विद्युतीय प्रारूप (appropriate electrical form) दिया जाता है, ताकि यह बाइनरी डाटा आसानी से एक स्थान से दूसरे स्थान पर ट्रांसमिट किया जा सके। बाइनरी डाटा को विद्युतीय प्रारूप में change करने हेतु प्रयोग की जाने वाली कुछ विधियाँ चित्र 7.3 में प्रदर्शित हैं।



चित्र 7.3—बाइनरी डाटा की विद्युतीय तरंगें (a) On-Off coding, (b) Polar coding, (c) Return to zero coding, (d) Bipolar coding, (e) Manchester coding.

डिजीटल प्रारूप—कुछ डिजीटल प्रारूप के उदाहरण निम्न हैं—

(i) **ऑन ऑफ कोडिंग (On-off coding)**—इसमें 1 ट्रांसमिट करने हेतु पॉज़िटिव पल्स व 0 ट्रांसमिट करने हेतु कोई पल्स नहीं भेजी जाती।

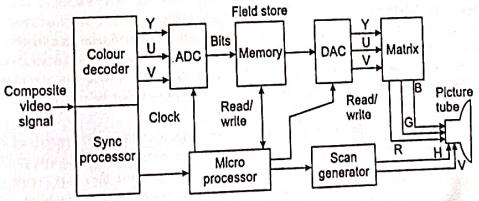
(ii) **पोलर कोडिंग (Polar coding)**— इसमें 1 ट्रांसमिट करने के लिये पॉज़िटिव पल्स व 0 ट्रांसमिट करने के लिये निगेटिव पल्स भेजी जाती हैं।

(iii) **रिटर्न टू जीरो कोडिंग (Return to zero coding)**—इसमें 1 के लिये आधी पल्स व 0 के लिये कोई पल्स नहीं भेजी जाती।

(iv) **बाइपोलर कोडिंग (Bipolar coding)**—इसमें 1 ट्रांसमिट करने एक बार पॉज़िटिव, फिर अगला 1 ट्रांसमिट करने के लिये निगेटिव पल्स भेजी जाती हैं। 0 के लिये कोई पल्स नहीं भेजी जाती।

(v) **मेनचेस्टर या स्पिलिट फेज कोडिंग (Manchester or split phase coding)**—इसमें 1 ट्रांसमिट करने हेतु पहले आधी पॉज़िटिव पल्स तत्पश्चात् आधी निगेटिव पल्स भेजी जाती है। 0 ट्रांसमिट करने हेतु पहले आधी निगेटिव पल्स तत्पश्चात् आधी पॉज़िटिव पल्स भेजी जाती है।

The video signal obtained by converting variations of the intenity of light and colour in picture into electrical variations, is an analog signal for digitial processing it must be converted into digitial pulses using analog to digitial converter (ADC) circuitandthen to display it digital pulse must be converted into analog signal using digititat to analog converter (DAC) circuit. (Refer Fig. 7.4)



चित्र 7.4—Production and reproduction of digital video

Disadvantages :

(i) For long distance it requires the use of optical fibers or microwave satellites because high bit rate has high bandwidth.

(ii) In digital system, after a certain C/N ratio picture quality degrades very rapidly.

(iii) High bit rate requires high speed logic families, like ECL or Schottky TV, which are costly.

§ 7.3. मूविंग पिक्चर-कोडिंग एकपर्ट ग्रुप (Moving Picture-Coding Expert Group or MPEG) :

MPEG या moving picture coding expert group एक समूह या ग्रुप है जो audio visual के digital compressed format की coding के लिये international standard तैयार करता है। इसके द्वारा तैयार किये गये standards अर्थात् मानक है—MPEG1, MPEG-2, MPEG-4 तथा MPEG-7। Moving picture expert group का गठन moving picture तथा उससे सम्बन्धित audio को coloed form में प्रदर्शित करने हेतु मानक तैयार करने के लिये 1988 में किया गया था। MPEG के अतिरिक्त कई अन्य सगठन जैसे ISO (International Organisation for Standardization), IEC (International Electrotechnical Commission) तथा ITU (International Telecommunication Union) भी समान कार्य करते है।

MPEG-2 is a standard for "the generic coding of moving pictures and associated audio information" It describes a combination of lossy video compression and lossy audio data compression methods which permit storage and transmission of moves usin currently available stroage media and transmission bandwidth,. MPEG-2 is widely used as the format of digiital television signals that are broadcast by terrestrial (over-the-air), cable, and direct broadcast satellite TV systems. It also specifies the format of movies and other programs tat are distributed on DVD and similar discs. As such , TV stations, TV receivers, DVD players, and other equipment are often designed to this standard. MPEG-2 was the second of several standards developed by the Moving Pictures Expert Group (MPEG) and is an international standard (ISO/ IEC 13818). Parts 1 and 2 of MPEG-2 were developed in a joint collaborative team with ITU-T, and they have a respective catalog number in the ITU-T Recommednation Series.

MPEG-2 includes a Systems section, part 1, that defines two distinct, but related, containwer formats. One is the MPEG transport stream, designed to carry digital video and audio over possibly lossy media, where the beginning and the end of the stream may to be identified, such as broadcasting or magnetic tape, examples of which include ATSC broadcasting DVB, SBTVD broadcasting, and HDV recording on tap. MPEG-2 Systems also defines the MPEG program stream, a container format designed for file-based media such as hard disk drives, optical discs and flash memory.

The video section, part 2 of MPEG-2, is similar to the previous MPEG-1 standard, but also provides support for interlaced video, the format used by along broadcast TV systems. MPEG-2 video is not optimized for low bit-rates, especially less than 1 Mbit/s at standard definition resolutions. All standard-compliant MPEG-2 video decoders are fully capable of playing back MPEG-1 video streams conforming to the Constrained Pasrameters Bitstream syntax. MPEG-2/video is formally known as ISO/IEC 1381802 ad as ITU-T Rec. H.262.

With some enhancements, MPEG-2 video and systems are also used in some HDTV transission systems.

टेलीविज़न का शाब्दिक अर्थ होता है दूरदर्शन। आमतौर पर, television का अर्थ हमें अपने द्वार पर पहुँचने वाले broadcast टी० वी० ट्रांसमिशन ही समझते हैं जिस पर हम दुनिया भर की जानकारी अपने रिमोट कंट्रोल पर मचलती ऊँगलियों से बटन दबाकर लेते रहते हैं। किन्तु टी० वी० के कुछ अन्य types भी हैं (non-radiating TV systems) जो प्रचलन में हैं जैसे (CCTV, CATV, MATV, satellite TV इत्यादि।

इनका वर्णन इस अध्याय के अगले खण्डों में किया जायेगा।

Programming broadcast is the transmission of television stations' programming channels that is often directed to a specific audience. There are several types of TV broadcast systems:

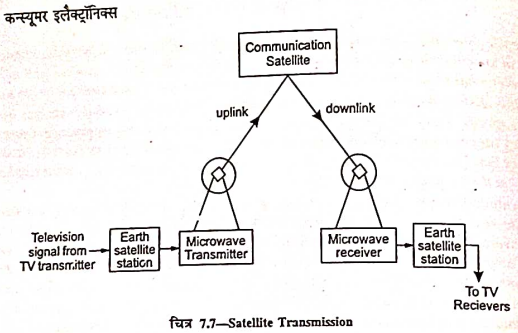
- *Analogue Terrestrial TV*
- *Systems for sound transmission*
- *Digital Satellite TV*
- *Cable TV: analogue and digital systems*
- *New technologies:*
  - *Digital terrestrial TV (DTTV)*
  - *High Definition Television (HDTV)*
  - *Pay-per-view*
  - *Video-on-demand*
  - *Web TV*
  - *IPTV*

§ 7.4. सैटेलाइट टेलीविज़न (Satellite Television):

डिजिटल सैटेलाइट टेलीविजन—सैटेलाइट टेलीविजन का तात्पर्य है, communication satellites के माध्यम से टेलीविजन सिगनल्स का सम्प्रेषण तथा set-top boxes व satellites के माध्यम से इन सिगनल्स का reception। यह satellites पृथ्वी से 35730 km (22200 मील) की ऊँचाई पर स्थित होती हैं तथा geosynchronous orbit पर होती हैं (अर्थात् इनकी कक्षीय चाल (orbital velocity) पृथ्वी के समान होती है)। यह satellites पृथ्वी से प्राप्त सिगनल्स को रिसीव करके व प्रवर्धित करके उन्हें वापस पृथ्वी पर भेज देती हैं तथा subscribers की dishes इन्हें रिसीव कर लेती हैं। फिर इस digital satellite signal को in-home receivers द्वारा process किया जाता है तथा टेलीविजन receivers इनकी सहायता से audio-video signals को reproduce करते हैं।

Satellite receiver satellite से प्राप्त सिगनल को decrypt (डिक्रिप्ट) करता है (चूँकि satellite को transmit किया गया सिगनल encrypt (अर्थात् coded) होता है तथा यह encrypted सिगनल ही रिसीवर को प्राप्त होता है)। चूँकि Transmission के समय video का compression व encryption किया जाता है, अत: रिसीवर इस प्राप्त signal को decompress करता है तथा interpret (decrypt या decode) करता है। रिसीवर signal को सही प्रकार से तभी interpret कर सकता है यदि service provide द्वारा उसे correct security code द्वारा program किया गया हो। कुछ digital satellite TV receivers programs को record करने की क्षमता भी रखते हैं। कुछ systems live television को Digital Video Recorder (DVR) की भाँति pause या rewind भी कर सकते हैं। Receiver से HD (High definition) channels receive करने हेतु subscriber के पास HD television तथा cable उपलब्ध होनी चाहिये।

- Satellite TV Geostationary satellites के माध्यम से video व audio signals को Earth's surface पर satellite dishes को broadcast करता है।
- इन satellites में transponders नामक उपकरण लगे होते हैं।
- यह transponders satellite पर सिगनल्स रिसीव करके व उनकी processing करके उन्हें वापस पृथ्वी पर भेजते हैं।
- यह signals सामान्यत: C band, Ku band व Ka band में होते हैं।
  (Ku band 12 GHz for terrestrial reception, 14 GHz for transmission, Ka-band uplink around 27.5 GHz or 31 GHz, Band range is 4 to 8 GHz)



चित्र 7.7—Satellite Transmission

Satellite broadcast आवृत्ति बैंड 620 MHz से 790 MHz, 2.5 GHz से 2.7 GHz, 11.7 GHz से 12.2 GHz इत्यादि है।

In satellite communication, the signal is communciated from transmitter to receiver via a satellite.

"The satellite which is always at a fixed location with respect to the earth i.e., which is at rest with respect to the earth is called geo-stationary satellite.

The basic requirements of a geo-stationary satellite are—(i) The time period of the satellite around the earth is equal to the time period of rotation of earth about its polar axis, i.e., 24 hours (ii) The sense of revolution of the satellite around the earth is same as that of the earth about its polar axis, i.e., from west to east (iii) The orbital plane of revolution of the satellite is concentric and coplanar with the equatorial plane of the earth and (iv) The height of geostationary satellite above the earth surface is nearly 36000 km and its orbital velocity is nearly 3.1 km/s.

The orbit in which geo-stationary satellite revolves around the earth is called geo-synchronous orbit. A geo-stationary satellite can provide a cummunication link between two station on earth large distance apart, but a single satellite cannot cover the whole globe for UHF and microwave communication. It is so because the large part of the earth is out of sight due to curvature of the earth. In order to have UHF/ microwave communication link over the entire globe of the earth, at least three geo-staionary satellies, 120° apart from each other are required.

Satellite television, like other communications relayed by satellite, starts with a transmitting antenna located at an uplink facility. Uplink satallite dishes are very large, as much as 9 to 12 meters (30 to 40 feet) in diameter. The increasesd diameter results in more accurate aiming and increased signal strength at the satellite. The uplink dish is pointed toward a specific satellite and the uplinked signals are transmitted within a specific frequency range, so as to be received by one of the transponders tuned to that frequency range aboard that satellite. The transponder 'retransmits' the signals back to Earth but at a different frequency band (a process known as translation, used to avoid interference with the uplink signal), typically in the C-band (4-8 GHz) or K -band (12-18 GHz) or both. The leg of the signal path from the satellite to the receiving. Earth station is called the downlink. High power, highly directive land based transmitters uplink the wideband microwave signals to the geostationary satellite above the transmitter. Each microwave channel has a bandwidth of several tens of megahertz and can accommodate many TV signals and thousands of telephone channels. The satellites have solar batteries receive the transmission, demodulate and amplify it and again modulate it on a different carrier (downlink) before transmitting again. The transmitting antenna on the satellite, by the use of a suitable-reflector, can direct the radiated beam to a narrow region

of the earth and economize on power to provide a good service. The 'downlink' transmission is received by large cross-section antenna and processed in low noise receivers and finally reradiated from the regular transmitters.

Frequency modulation is used for both uplink and downlink transmission. FM, though it needs a larger bandwidth, offers good immuninity from interference and require less power in the satellite transmitter".

विचार प्रश्न

(i) Uplink व Downlink क्या होती हैं?
(ii) Active व Passive Satellite क्या होती हैं?
(iii) The life of satellite is limited thereby increasing cost of satellite communication. Comment on this statement.
(iv) Satellite के Payload से आप क्या समझते हैं?
(v) PSLV क्या होता है?
(vi) INSAT क्या है?
(vii) ISRO क्या है?
(viii) IMD क्या है? इसको Satellites से क्या लाभ हैं?
(ix) Apogee and Perigee क्या हैं?
(x) Escape velocity क्या है?
(xi) Ku-band की Uplink व Downlink आवृत्ति कितनी है?
(xii) INTELSAT व INSAT में क्या अंतर है?

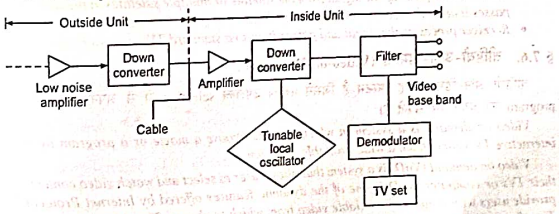
7.5. डायरैक्ट-टू-होम सिस्टम (DTH) और डायरैक्ट ब्रोडकास्ट सैटेलाइट (DBS) सिस्टम (Direct to Home (DTH) or Direct Broadcast Satellite (DBS) System) :

Direct broadcasting system में TV signal को satellite से सीधे receive किया जाता है और इसको individual या community reception के लिए use किया जाता है। इसमें Ku-band (downlink frequency 12 GHz तथा uplink frequency 14.5 से 14.8 GHz) का use किया जाता है हालांकि भौगोलिक क्षेत्र के अनुसार frequencies में थोड़ा बहुत change किया जा सकता है। इसके earth station को domestic area में स्थापित किया जा सकता है तथा Dish का size लगभग 0.2 से 0.8 मीटर रखा जाता है।

DBS में Ku-band का उपयोग करने के कई लाभ हैं जैसे कि—

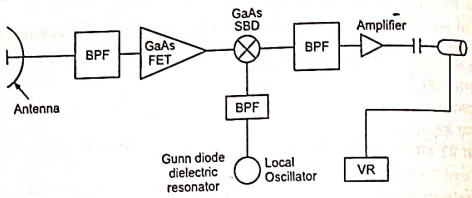
(1) Receiver का deflected diameter 1 meter से कम होता है। अधिक gain प्राप्त होती है। TIRP उच्च होती है तथा 32 channels को accommodate किया जा सकता है।

DBS system का block diagram चित्र 7.8(a) में प्रदर्शित है इसके दो भाग होते हैं—Outside unit तथा inside unit।



चित्र 7.8(a)—DBS system का block diagram

Outside Unit—इसमें एक receiving antenna होता है जो कि low noise amplifier, converter combination को directly feed करता है। Receiving antenna में एक parabolic reflector होता है जिसमें active element के रूप में horn का use किया जाता है। Horn को सीधे reflector के सामने रखा जा सकता है या offset feed का use किया जा सकता है। Receiving horn signal को LNA तथा converter में feed करता है। यह दोनों मिलकर Low Noise Block या LNB कहलाते हैं। इनसे broadband 12 GHz signal को gain प्रदान किया जाता है और फिर lower frequency range में convert किया जाता है ताकि coaxial cable की सहायता से इसको indoor unit में feed, किया जा सके। Outside unit का block diagram चित्र 7.8(b) में प्रदर्शित है।



चित्र 7.8(b)—DBS system का outside unit

Inside Unit—Coaxial cable से प्राप्त signal को (950-1450 MHz) को inside unit amplify करता है और channel selector circuit को देता है जो कि wanted channel को select करता है। Selected channel को फिर से down convert किया जाता है। इसके लिए एक local oscillator और mixer का use करके 70 MHz की IF प्राप्त की जाती है। इस FM-IF carrier को demodulate किया जाता है और प्राप्त baseband सूचना कि सहायता से मूल picture उत्पन्न किया जाता है।

There are five major components involved in a direct to home (DTH) or direct broadcasting (DBS) satellite system: the programming source, the broadcast center, the satellite, the satellite dish and the receiver.

- *Programming sources are simply the channels that provide programming for broadcast. Provider doesn't create original programming itself; it pays other companies (HBO, for example, or ESPN) for the right to broadcast their content via satellite. Hence, the provider is kind of like a broker between you and the actual programming sources.*
- *Broadcast center is the central hub of the system. At the broadcast center, the TV provider receives signals from various programming sources and beams a broadcast signal to satellites in geosynchronous orbit.*
- *Satellites receive the signals from the broadcast station and rebroadcasts them to Earth.*
- *Viewer's dish picks up the signal from the satellite or multiple satellites in the same part of the sky and passes it on to the receiver in the viewer's house.*
- *Receiver processes the signal and passes it on to a standard TV.*

§ 7.6. वीडियो-ऑन-डिमान्ड (Video-on-Demand) :

वीडियो-ऑन-डिमान्ड वह सिस्टम है जिसमें users उपलब्ध selection में से अपनी इच्छानुसार कोई भी film या program का चयन कर सकते हैं।

Video on demand is a system in which viewers choose a movie or a program by means of a PC or interactive TV system from a wide available selection.

Video on demand (VoD) is a system that allows user to select and watch video content of their choice on their TVs or computer. VoD is one of the dynamic features offered by Internet Protocol Television. VoD provide users with a menu of available video from which to choose. The video data is transmitted via Real-Time Streaming Protocol.

their TVs or computers. Video on demand is one of the dynamic features offered by Internet Protocol TV. VoD provides users with a menu of available videos from which to choose. The video data is transmitted via Real-Time Streaming Protocol.

- *Video on demand allows viewers to request immediate access to video content on their PCs or TVs. VoD provides a wide selection of video programming including sports, entertainment, educational programs and feature films.*
- *In general, TV is based on broadcast technology, while VoD is provided as a unicast transmission. VoD is also very commonly used for videoconferencing. Although VoD is very popular, it is not widely used due to the bandwidth limitations of current networks.*
- *Video on demand (VoD) is an interactive TV technology that allows subscribers to view programming in real time or download programs and view them later. A VoD system at the consumer level can consist of a standard TV receiver along with a set-top box. Alternatively, the service can be delivered over the Internet to home computers, portable computers, high-end cellular telephone sets and advanced digital media devices.*
- *A system for delivering video content that allows viewers to choose the right content (Video) and watch it at a convenient time (on Demand) on any device designed to play videos (Smart TVs, tablets, smartphones, gaming consoles, etc.).*

VoD can be made available in networks:

- *Cable TV*
- *Direct to Home Television (Satellite TV, Broadcast TV, etc.)*
- *OTT and IPTV services*

Three of the most common options for implementing VoD service: *Interactive video on demand (iVOD) - real interactive VoD provides streaming of a video that is ordered and specially developed for a subscriber at a time convenient for them. The viewer can use features like pausing, rewinding, and bookmarking.*

Near video on demand (nVOD): *Multiple copies of a video are broadcast at short intervals (10-20 minutes). This gives the user the opportunity to choose the right time to watch the video. The viewer can choose from multiple options offered by the provider.*

Push video on demand (pVOD): *A video that has been ordered is saved on a digital video recorder device (DVR) possessed by the user. On this type of recorder, video programs usually accumulate until the device runs out of free space, and they are then automatically deleted.*

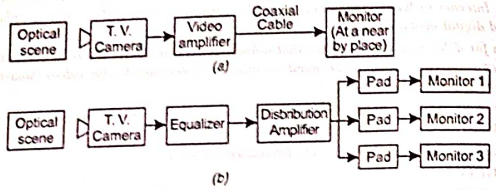
- *Video-on-demand (VOD), technology for delivering video content, such as movies and television shows, directly to individual customers for immediate viewing, regardless of broadcast schedules.*
- *In a cable television video-on-demand system, video content is stored on a centralized server in the form of compressed digital files.*
- *A customer navigates a programming menu via the cable set-top box and makes a selection, available either at no cost or for a small charge.*
- *Server immediately begins streaming the program to a dedicated channel on the set-top box.*
- *The viewer may pause, fast-forward, rewind, or stop and later resume the program.*
- *Program will be available for viewing for a short set time period. VOD systems may also use a download-based model, in which the program is stored on a hard disk in the set-top box, or they may transmit over the Internet to a personal computer.*
- *Satellite television services, which broadcast the same signal over an entire service area, cannot accommodate true VOD, though they can offer multiple fixed starting times for the same program on a pay-per-view basis.*

§ 7.7. क्लोज्ड सर्किट टेलीविज़न (Closed Circuit Television or CCTV) :

"CCTV टेलीविज़न का एक ऐसा अनुप्रयोग है जिसमें कैमरा सिगनल केवल सीमित रिसीवर्स (अर्थात् मॉनीटर्स) को ही उपलब्ध कराये जाते हैं।"

"Closed Circuit Television is a special Television application in which the camera signals are made available only to a limited number of receivers. The type of link depends on distance between scene and receiver, number and spread of receivers and the mobility of these two."

चित्र 7.9 (a) मे CCTV का सरलतम ब्लॉक डायग्राम प्रदर्शित किया गया है। इसमे scene को camera द्वारा televise करके तथा amplify करके coaxial cable द्वारा सीधे monitor को feed किया गया है। अत: इसमे television monitor को reception हेतु tuned RF तथा IF प्रवर्धको की आवश्यकता नहीं होती। 1V का peak value signal ही ऐसी reception हेतु sufficient (पर्याप्त) होता है। चित्र 7.9 (b) के CCTV सिस्टम मे receivers एक से अधिक है, अत: distribution amplifiers (वितरण प्रवर्धको) का use किया गया है।



चित्र 7.9—क्लोज्ड सर्किट टेलीविज़न सिस्टम का ब्लॉक डायग्राम
(a) CCTV linked to a single Monitor, (b) CCTV linked to multiple monitors.

CCTV अनुप्रयोग (CCTV Applications) :

(i) शिक्षण प्रशिक्षण मे, जहाँ lectures या practicals को कई students को CCTV द्वारा एक साथ demonstrate किया जा सकता है।

(ii) व्यापारिक तथा अन्य संगठनो की सुरक्षा हेतु, जहाँ CCTV द्वारा safety हेतु कर्मचारियो व ग्राहको पर नज़र रखी जाती है।

(iii) चिकित्सा मे, operation theatres मे camera install (स्थापित) करके operations को monitor किया जा सकता है। इसी प्रकार ICU इत्यादि की monitoring भी CCTV द्वारा की जा सकती है।

(iv) Surveillance हेतु CCTV का काफी प्रयोग किया जाता है। हवाई अड्डे, रेलवे स्टेशन, संवेदनशील स्थान, bank इत्यादि की monitoring हेतु CCTV का प्रयोग किया जाता है।

(v) Industries मे, nuclear stations मे, chemical equipments की मॉनीटरिंग मे CCTV द्वारा रिमोट मॉनीटरिंग की जाती है

(vi) Transport safety मे, जहाँ operator द्वारा सीधे नज़र नहीं रखी जा सकती जैसे subway train इत्यादि मे CCTV द्वारा मॉनीटरिंग की जाती है।

Closed-circuit television (CCTV) is the use of video cameras to transmiit a signal to a specific place, on a limited set of monitors.

It differs from broadcast television in that the signal is not openly transmitted, though it may employ point to point (P2P), point to multipoint, or mesh wireless links. It is used for surveillance in areas that may need monitoring such as banks, casinos, airports, military installations, and convenience stores.

In industrial plants, CCTV equipment may be used to observe parts of a process from a central control room, for example when the environment is not suitable for humans. CCTV systems may operate continuously or only as required to monitor a particular event. CCTV may utilize Digital Video Recorders (DVRs) to provide recording for possibly many years, with a variety of quality and performance options and extra features (such as motion-detection and email alerts).

Closed circuit television is a special application in which camera signals are made available only to a limited number of monitors or receivers. The particular type of link used depends on distance between the locations, the number and dispersion of receivers and mobility of either camera or receiver. A television monitor, which is a receiver, without RF and IF circuits, is required for reception in such a link arrangement. About two volt peak-to-peak signal is required by the monitor. SInce the video signal is normally delivered via Modern CCTV cameras with megapixel sensors, provide recording directly to network-attached storage devices, or internal flash for completely stand-alone operation.

Surveillance of the public using CCTV is particularly becoming common nowa days to monitor terrorist attacks.

Cameras have also been installed on public transport in the hope of deterring crime, and in mobile police surveillance vans, often with automatic number plate recognition.

Hackers and guerrilla artists have exposed the vulnerabilities of the video systems in an act dubbed "video sniffing". They have crossed feeds, uploaded their own video feeds and used the videro footage for artistic purposes.

Industrial processes that take place under conditions dangerous for humans are today often supervised by CCTV. These are mainly processes in the chemical industry, the interior of reactors or facilities for manufacture of nuclear fuel. Special cameras for some of these purposes include line-scan cameras and thermographic cameras which allow operators to measure the temperature of the processes.

Many cities and motorway neworks have extensive traffic-monitoring systems, using closed-circuit television to detect congestion and notice accidents.

A CCTV system may be installed where an operator of a machine cannot directly observe people who may be injured by some unexpected machine operation. For example, on a subway train, CCTV cameras may allow the operator to confirm that people are clear of doors before closing them and starting the train.

In closed circuit television systems, camera signals are generally supplied through coaxial cables or low power wireless links to TV monitors or receivers located at nearby locations. Since the signal is not radiated into space. Large RF powers are not required, and hence the system costs are lower. Compact, high quality cameras using small camera tubes or CCD image sensors and VCRs of reliable solid state circuitry have been developed to suit various applications. CCTV and video systems have found wide-ranging applications in education, industry, medicine, aerospace, surveillance, traffic control, security monitors, data transmission, remote monitoring, surveillance in places of hazardous surroundings where human monitoring may be risky or impossible. CCTV systems are also particularly useful in educational demonstrations of scientific experiments, surgical operations, and in the viewing of microscope plates by many students or classes at a time".

विचार प्रश्न

(i) CCTV's का निम्न स्थानों पर क्या Use है—
  (a) Schools में
  (b) ATMs में
  (c) Hospltals में
  (d) Shops तथा Departmental Stores में

(e) Factories में
(f) Nuclear reactors में
(g) Chemical factories में
(h) Toll Plaza में
(i) Malls में
(j) Railway Stations तथा Airports में
(k) Sensitive Public Places में।

(ii) एक CCTV लगाने में लगभग कितना खर्च आता है?

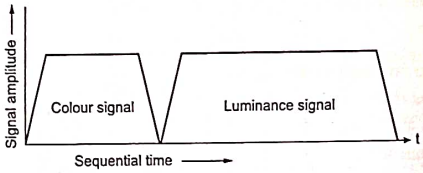
(iii) अपनी कक्षा में समाचार पत्रों में छपने वाली कुछ ऐसी घटनाओं की चर्चा कीजिये जहाँ CCTV की कोई भूमिका रही हो।

§ 7.8. हाइडैफीनिशन टेलीविजन (High Definition Television or HDTV):

High Definition Television(HDTV) या wide dimension television या (WDTV) सिस्टम में वर्तमान समय में प्रयुक्त की जा रही 625 लाइन प्रति फ्रेम टेलीविजन प्रणाली में, रिसीवर्स में छोटे आकार की, 50 सेमी या अधिक से अधिक 60 सेमी स्क्रीन वाली पिक्चर ट्यूब प्रयोग की जा सकती हैं जिससे कि लाइनें अलग-अलग न दिखाई दे बल्कि पिक्चर की निरन्तरता (continuity) के लिए एक साथ मिली हुई (integrated) प्रतीत हों। इस कारण से इन छोटे आकार की पिक्चर ट्यूब प्रणाली का रिजॉल्यूशन सीमित (limited) होता है। रिजॉल्यूशन (or definition) को सुधारने के लिए बड़े आकार के स्क्रीन की आवश्यकता है। परन्तु प्रति फ्रेम लाइनों की संख्या बढ़ाये बिना स्क्रीन का आकार बढ़ाने पर लाइनें अलग-अलग दिखायी देंगी तथा पिक्चर (continuity) प्रभावित होगी जिससे पिक्चर एक सम्पूर्ण पिक्चर (whole picture) की भाँति नहीं प्रतीत होगी। इसके अतिरिक्त ल्यूमिनैन्स तथा कलर सिगनलों के मध्य, इन्टरलीविंग होने के कारण क्रॉस-टॉक (cross talk) भी काफी अप्रिय एवं स्पष्ट हो सकती हैं पिक्चर भी काफी धुंधली (blurred) एवं फेड (fade) हो जाती है। अत: उच्च डैफिनिशन (definition) प्राप्त करने के लिए, स्क्रीन का आकार बढ़ाने के साथ अन्य स्टैन्डर्ड्स में भी परिवर्तन करना आवश्यक हैं यह नई प्रणाली 'high definition television' अथवा HDTV कहलाता है।

Wide-screen TV systems in which the size of the screen is 1 metre or more can give real life-size display as on a cinema screen. Such a system is called Wide Dimension Television (WDTV) or High Definition Television (HDTV). The large size gives naturalness to the display and is more enjoyable than the display on the small screen. Wide-screen light-definition TV systems require different techniques, and thwerefore the present-day 625/525 line systems are designated as convention TV systems to distinguish them from wide-screen HDTV systems.

ल्यूमिनैन्स तथा कलर सिगनल परस्पर इन्टरलीव (interleaved) नहीं होते, बल्कि ये, टाइम डिविजन मल्टीप्लैक्सिंग (TDM) के सिद्धान्त पर, टाइम अक्ष पर, चित्र 7.10 के अनुसार अलग-अलग स्थितियाँ ग्रहण करते हैं।



चित्र 7.10—ल्यूमिनैन्स तथा कलर सिगनलों का टाइम डिविजन मल्टीप्लैक्सिंग

द्वारा डिविजन मल्टीप्लैक्सिंग के कलर ल्यूमिनैन्स-इन्टरफेरन्स (Cross-talk interference) समाप्त हो जाती है क्योंकि रंग तथा ल्यूमिनैन्स सिगनल एक साथ ट्रांसमिट नहीं किये जाते। यह क्रिया मल्टीप्लैक्सिंग एनेलॉग कम्पोनैन्ट्स (MAC) प्रणाली करती है।

HDTV प्रणाली के मान (standards) निम्न प्रकार हैं—

स्क्रीन का आकार (Screen size) : 1 meter
प्रति फ्रेम लाइनों की संख्या (Line perfame) : 1975
ऑस्पैक्ट अनुपात (Aspect ratio) : 16 : 19
सिंक पल्स (Sync pulse) : Not required

बड़े आकार के स्क्रीन के लिये aspect ratio का मान 16 : 9 तथा छोटे आकार के स्क्रीन के लिये 5 : 3 उपयुक्त माना जाता है।

High-definition television (HDTV) is video that has resolution substantially higher than that of traditional television systems (standard-definition television). HDTV has one or two million pixels per frame, roughly five times that of SD (1280 × 720 = 021, 600 for 720 p, or 1920 × 1080 = 2,0073, 600 for 1080p). HDTV is digititally broadcast using video compression. HDTV is a digital TV broadcasting format where the broadcast transmits widescreen pictures with more detail and quality than found in a standard analog television, or other digital television formats. HDTV is a type of Digital Television (DTV) broadcast, and is considered to be the best quality DTV format available. Types of HDTV displays include direct-view, plasma, rear screen, and front screen projection.

The question arises that why the luminance and colour are time division multiplexed in HDTV instead of being interleaved as in conventional T.V. well, the answer to this is that the TDM technique eliminates mutual interference between colour and luminance as they appear separate from each other in the time frame. In a conventional TV, they are interleaved and so appear in between each other, i.e., chroma signals lie in between luminance signals and vice versa. Despite favourable energy distribution for two signals of interleaving, a bit of overlapping does occur and causes interference, called cross-talk, on the analogy of interference between two sound channels. This cross-talk becomes more apparent when the picture of a conventional TV system is presented on a wide dimension screen.

The TDM technique used in high-definition TV is called Multiplexing Analog components or MAC technique. a basic MAC encoder is described in section.

Standards of HDTV

Number of Scanning Lines : (1) To get high resolution and due to the absence of crosstalk type interference, wider screen require greater number of scanning likes per frame.

(2) The number of scanning lives depends on the viewing distance.

(3) For a good quantity picture the viewer should sit at a distance of about 3 times the height of screen.

(5) The number of scanning lines per frame should be 1146, out of which 1035 lines are active.

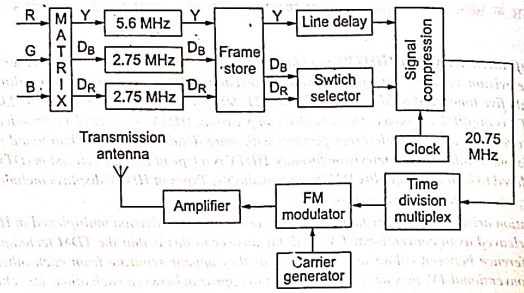
Aspect Ratio : For HDTV, the aspect ratio is 16 : 9 and it is best for new types of three dimension (3-D) inner screens.

Field frequency	*60*
Interface ratio	*2 : 1*
Line frequency	*33750 Hz*
Vertical retracee	*45 lines per field*
Video bandwidth	*24.9 MHz*
Luminance signal	*20 MHz*

Wideband colour signal	*7 MHz*
Narrowband colour signal	*5.5 MHz*
Modulation	*FM*

The TDM technique used in high definition TV is called multiplexing analog components (MAC). A basic MAC encoder and MAC receiver and decoder are described here.

MAC Encoder : Video signals R, G and B, produced by the colour camera tubes represent the intensity of light of three primary colours red, green and blue, present in each pixel of the picture. These signals are fed to a resistor matrix to give luminance signal Y and colour weighted difference signals designated as D_B and D_B (Ref: Fig. 7.11 (a)).



चित्र 7.11–(a) Block diagram of a MAC encoder.

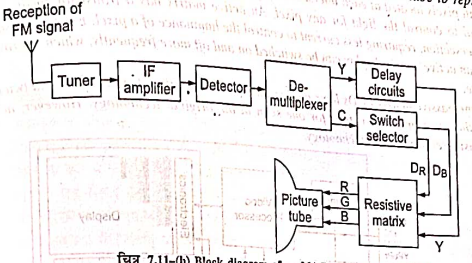
There are bandpass filters, it allow bandwidth of 5:6 for Y-signal and 2.75 MHz for D_B and D_R signals. The filtered signals are sampled for digitization. The minimum sampling rate is equal to twice the maximum bandwidth frequency. The samples are coded as 8-bit codes, producing a word of 8-bits for each samples of the analog waveform taken. Digital pulses are fed to a frame. The frame store isolates the input and the output, and hence synchronization is not required. The total storage capacity is about 20.25 million samples per second. Luminance signal Y is delayed by one line and this is done by using two RAM's. One is to store the luminance signal for the current live and other for the previous line. Automatically it synchronizes the sequence of luminance signal and the chroma signal.

The selector line select and the D_B signal for an odd numbered lines and D_R signal for an even numbered lines. The luminance signal sampled at 13.5 MHz and chrominance signal at 6.75 MHz. Then they are compressed by clocking at a higher frequency of 20.25 MHz. There is a time multiplex switch, the Y and C signals are multiplexed so that odd line contains Y and D_B signal and the even line Y and D_R signal. The Y and C-bits are divided into time slots.

The multiplexed signal modulates a sine wave are carrier using frequency modulation. Thus we get a modulated signal duly multiplexed for Y and C. Power amplifier amplifies the power and delivers it at the transmitting antenna.

***MAC decoder and receiver.** In the receiver sectin and information received is detected by FM detector. The output of detector consist of wards of 8-bits which are demultiplexed to give Y and C words in separate time slot. Then these works are expended to neutralize the effect of comparession. Thus after expansion Y+*

D_B signal occupies one full line and Y + D_R signal another full line. Now these multiplexed signals are combined in a matrix to recover RGand B signals, which are fed to the picture tube to reproduce the original picture. (Ref. Fig. 7.11 (b)).



चित्र 7.11–(b) Block diagram of an MAC receiver.

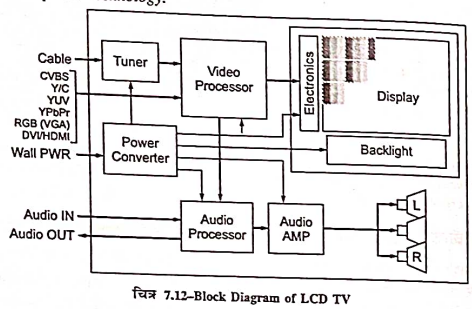
Thus the important function of the MAC system is to eliminate the need of interleaving of chroma signal in between luminance signals within common frequency spectrum. This eliminate crosstalk interference and allows wide screen to be used.

§7.9. लिक्विड क्रिस्टल व LED स्क्रीन टेलीविज़न (Liquid Crystal and LED Screen Television):

LCD TV एक television display technology है जो कि liquid crystal display पर आधारित होती है। LCD TV's plasma display से काफी कम power consume (खर्च) करते हैं क्योंकि यह light emit (उत्सर्जित) करने के वजाय light block करने (रोकने) के सिद्धान्त पर कार्य करते हैं। LCD TV passive matrix या active matrix display grid का use करते हैं। LCD TV में liquid crystals की सहायता से pixels को switch ON या switch OFF किया जाता है (Pixels are switches OFF or ON electronically using liquid crystals to rotate polarized light). LCD में दो polarized glasses होते हैं (जिन्हें substrate कहा जाता है) तथा उनके बीच liquid crystal होता है। Backlight first substrate से pass करती है। इसके साथ-साथ electric current के द्वारा liquid crystal के molecules को light की intensity (प्रकाश तीव्रता) के अनुसार align किया जाता है, अत: second substrate से pass करने वाली प्रकाश की मात्रा (amount of light passing through the second substrate) varying level (परिवर्ती स्तर) की होती है अर्थात् second substrate से pass होने वाले प्रकाश का स्तर बदलता रहता है (electric current के अनुसार) जिससे रंग उत्पन्न होते हैं तथा आप स्क्रीन पर उसी के अनुसार चित्रों को देख सकते हैं।

- अधिकांश LCD डिस्प्ले active matrix तकनीक का प्रयोग करते हैं। एक thin film transistor, बहुत छोटे transistors व capacitors को display के glass पर matrixs के रूप में व्यवस्थित करता है। किसी pixel को address करने हेतु proper row को switch ON किया जाता है तथा proper column पर charge sent किया जाता है। अत:, उस row व column के intersection वाला pixel ON हो जाता है, तथा उसका capacitor आवेशित हो जाता है। यह capacitor अगली refresh cycle तक charge build कर सकता है।
- Passive matrix LCD technology में LCD display conductive metal (चालक धातु) का grid use करते हैं जो प्रत्येक pixel को charge करता है। हालांकि यह तकनीक सस्ती होती है, किन्तु active matrix technology की तुलना में slow response time व imprecise voltage control के कारण इसे use नहीं किया जाता।
- *LCD TV is a television display technology based on a liquid crystal display. LCD TVs consume much less power than plasma displays because they work on the principle of blocking light rather than emitting it.*

- *An LCD display uses either a passive matrix or an active matrix display grid. The active matrix LCD is also known as a thin film transistor (TFT) display. The passive matrix LCD has a grid of conductors with pixels located at each intersection in the grid. A current is sent across two conductors on the grid to control the light for any pixel. An active matrix has a transistor located at each pixel intersection, requiring less current to control the luminance of a pixel. For this reason, the current in an active matrix display can be switched on and off more frequently, which improves the refresh rate.*
- *Some passive matrix LCDs have dual scanning, meaning that they scan the grid twice with current in the same time that it took for one scan in the original technology. However, active matrix is considered a superior technology.*



चित्र 7.12–Block Diagram of LCD TV

LED TV—LED TV एक flat panel display होता है जिसमें LCD screen का use किया जाता है किन्तु backlighting हेतु LED (Light emitting diodes) का use किया जाता है। अत:, LED TV backlighting हेतु CCFL's (Cold Cathode Fluorescent Lights) के बजाय LED's का प्रयोग करते हैं। इससे कम power, better contrast वाला display, thinner panel, lesser heat dissipation आदि लाभ प्राप्त होते हैं। इसके साथ-साथ brightness में भी सुधार आता है। Energy efficiency improve होती है।

An LED TV is a type of LCD TV that uses LEDs to backlight the display, rather than the cold cathode fluorescent lights (CCFLs) used in most LCD TVs. Its a flat panel LCD TV set that uses LEDs (light emitting diodes) for its backlight source rather than the earlier cold cathode fluorescent lamps (CCFL).

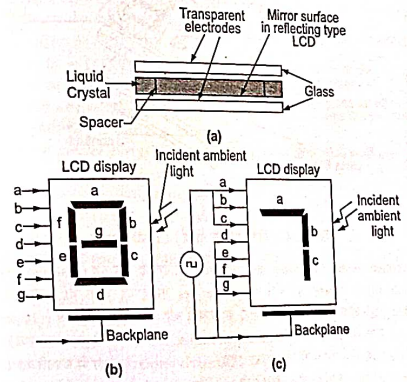
- *Smaller, more power efficient and having a greater optical range than the fluorescents, LED TV: produce deeper blacks and more saturated color.*
- *LED TV uses less power, provides a brighter display with better contrast, a thinner panel, and lesser heat dissipation than a conventional LCD TV.*
- *LED TV uses light-emitting diodes for backlighting as opposed to the CCFLs of conventional LCD TVs.*
- *LED screen is actually an LCD screen, but instead of having a normal CCFL backlight, it uses light-emitting diodes (LEDs) as a source of light behind the screen.*
- *LED is more energy efficient and a lot smaller than a CCFL, enabling a thinner television screen.*

LCD Monitor—LCD या liquid crystal display ऐसे organic compounds होते हैं, जिनकी physical properties crystals की तरह जबकि behaviour liquids की तरह होता है। अत: इनको liquid crystals कहा जाता है।

आपने LCD डिस्प्ले अवश्य देखें होंगे? क्या आप बता सकते हैं कि कहाँ देखे हैं? आपके कैलकुलेटर में, घड़ी में, डिजिटल स्पीडोमीटर में। यह डिस्प्ले अन्य डिस्प्ले से भिन्न इसलिये होते हैं क्योंकि यह प्रकाश का उत्सर्जन नहीं करते बल्कि प्रकाश को प्रदर्शित करते हैं। इनका appearance भी अलग प्रकार का होता है। इसमें light या silvery background पर dark characters दिखते होते हैं, हालांकि कुछ सिस्टम ऐसे भी होते हैं जहाँ बैकग्राउन्ड dark होती है तथा कैरेक्टर्स light होते हैं। LCD के प्रचलित होने का मुख्य कारण यह है कि इनका power consumption LED की तुलना में बहुत कम होता है।

संरचना की दृष्टि से LCD दो प्रकार के होते हैं—

(i) **डायनैमिक स्कैट्रिंग टाइप LCD** (Dynamic Scattering Type LCD)—डाइनैमिक स्कैट्रिंग टाइप LCD की संरचना चित्र 7.13 (a) की सहायता से समझी जा सकती है। इसमें प्रयुक्त द्रव क्रिस्टल पदार्थ (liquid crystal material) वास्तव में कार्बनिक कम्पाउन्ड (organic compound) होता है जो द्रव अवस्था में प्रकाशीय गुण प्रदर्शित करता है। द्रव क्रिस्टल दो ग्लास प्लेटों के मध्य एक परत के रूप में फैलाया जाता है (layered) तथा शीटों के मध्य पारदर्शी (transparent) इलैक्ट्रोड लगाये जाते हैं (चित्र 7.13 (a))। जब सैल (अर्थात् LCD) के across पोटैन्शियल सप्लाई किया जाता है, तब द्रव में प्रवाहित होने वाले आवेश परमाणवीय संरेखीयता को भंग कर देते हैं (disturb molecular alignment) तथा परमाणवीय क्षोभ (turbulence) उत्पन्न करते हैं। सामान्य अवस्था में (अर्थात् जब पोटैन्शियल एप्लाई न किया गया हो) द्रव पारदर्शी होता है जिसके कारण LCD सैल नहीं चमकता (अर्थात् दिखाई नहीं देता)। पोटैन्शियल एप्लाई करने पर turbulence के कारण प्रकाश सभी दिशा में scatter हो जाता है तथा LCD सैल चमकने लगता है। यह प्रक्रिया डायनैमिक स्कैट्रिंग कहलाती है।

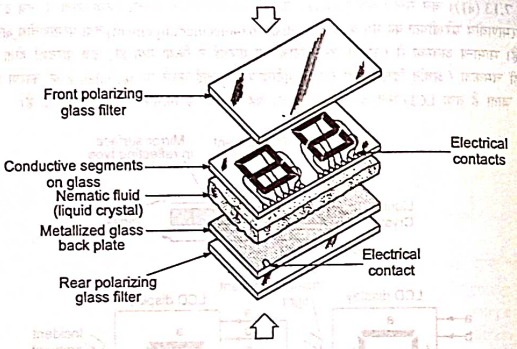


चित्र 7.13—(a) डायनैमिक स्कैट्रिंग टाइप LCD की संरचना (b) 7-सैगमैंट डिस्प्ले व्यवस्था (c) डैसीमल 7 को डिस्प्ले करने हेतु selected segments पर voltage apply करना

LCD low voltage (3 से 15 V rms) तथा low frequency (25 से 50 Hz) सिगनल पर ऑपरेट करते हैं तथा इनको बहुत कम धारा की आवश्यकता होती है। LCD को 7-सैगमैंट डिस्प्ले के रूप में प्रयोग करने की विधि चित्र 7.13 (b) में प्रदर्शित है। सैगमैंट को on करने हेतु a.c. वोल्टेज सैगमैंट व बैकप्लेन (backplane) के मध्य एप्लाई की जाती है। बैकप्लेन सभी सैगमैंट्स से कॉमन होता है। जिस सैगमैंट को डिस्प्ले कराना है, उस पर पौटैन्शियल एप्लाई किया जायेगा तथा जिस सैगमैंट को डिस्प्ले नहीं कराना है, उस पर पौटैन्शियल एप्लाई नहीं किया जायेगा। उदाहरणत:, डैसीमल संख्या 7 डिस्प्ले करने हेतु *d*,

e, *f*, *g* को off रखा जाना चाहिए (चित्र 7.13 (c)) तथा *a*, *b*, *c* को on किया जाना चाहिए। चित्र 7.13 (c) में प्रदर्शित कनैक्शन से स्पष्ट है कि *d*, *e*, *f*, *g* पर पौटेन्शियल apply नहीं किया गया है, अत: यह non activated (off) रहेगी, तथा incident light को reflect करेंगी अत: invisible रहेगी। *a*, *b*, *c* पर पोटैन्शियल apply किया गया है, अत: यह incident light को reflect नहीं करेंगी तथा background पर dark प्रतीत होगी अत:, visible होंगी। इस प्रकार डैसीमल 7 डिस्प्ले हो जायेगा।

(ii) फील्ड एफैक्ट टाइप LCD (Field Effect type LCD)—चित्र 7.14 में फील्ड एफैक्ट टाइप LCD की संरचना प्रदर्शित है। इसमें प्रत्येक ग्लास शीट के अन्दर दो पतले ध्रुवीय ऑप्टीकल फिल्टर (thin polarizing optical filters) रखे जाते हैं। इसमें प्रयुक्त liquid crystal पदार्थ डायनैमिक स्कैट्रिंग टाइप LCD में प्रयुक्त liquid पदार्थ से भिन्न होता है (twisted nematic type)। इस प्रकार की LCD में प्रयुक्त पदार्थ विद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में सैल से गुजरने वाले प्रकाश को twist कर देता है जिसके कारण प्रकाश ऑप्टीकल फिल्टरों से गुजरता है तथा LCD सैल चमकता हुआ दिखाई देता है। जब सैल पर पोटैन्शियल एप्लाई किया जाता है तब प्रकाश twist नहीं होता तथा LCD सैल अप्रकाशित (invisible) प्रतीत होता है।



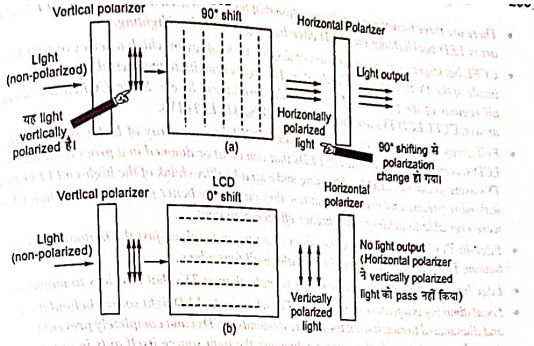
चित्र 7.14—फील्ड एफैक्ट टाइप LCD की संरचना

LCD cell पर applied electric field molecules को twist कर देती है तथा यह twist signal voltage के समानुपाती होती है। Electric field liquid crystal के अक्ष के right angles पर लगाई जाती है। LCD element में thin (10 micrometer) liquid crystal होता है (दो पारदर्शी प्लेटों के मध्य)। यदि plate पर applied voltage change होती है, तो liquid crystal से pass होने वाली light का polarization change होता है (0 से 90° के मध्य)।

एक प्रैक्टिकल सिस्टम में एक लाख से चार लाख LCD pixels matrix के रूप में व्यवस्थित होते हैं। प्रत्येक pixel TFT (thin film transistor) द्वारा नियंत्रित होता है। इसको open या close करके light intensity नियंत्रित की जाती है तथा monochrome picture उत्पन्न की जा सकती है। Colour display हेतु Green, Red व Blue filters का use किया जाता है।

LCD and LED TV's

- *LCD stands for Liquid Crystal Display and technically, both LED and LCD TVs are liquid crystal displays.*
- *Basic technology is the same in that both television types have two layers of polarized glass through which the liquid crystals both block and pass light.*



चित्र 7.15—LCD display system

- *LED TVs are a subset of LCD TVs.*
- *LED, which stands for Light Emitting Diodes, differs from general LCD TVs in that LCDs use fluorescent lights while LEDs use those light emitting diodes.*
- *Placement of the lights on an LED TV can differ.*
- *Fluorescent lights in an LCD TV are always behind the screen. On an LED TV, the light emitting diodes can be placed either behind the screen or around its edges.*
- *Difference in lights and in lighting placement results in that LED TVs can be thinner than LCDs, although this is starting to change.*
- *LED TVs run with greater energy efficiency and can provide a clearer, better picture than the general LCD TVs.*
- *LED TVs provide a better picture for two basic reasons.*
- *First, LED TVs work with a color wheel or distinct RGB-colored lights (red, green, blue) to produce more realistic and sharper colors.*
- *Second, light emitting diodes can be dimmed.*
- *The dimming capability on the back lighting in an LED TV allows the picture to display with a truer black by darkening the lights and blocking more light from passing through the panel. This capability is not present on edge-lit LED TVs; however, edge-lit LED TVs can display a truer white than the fluorescent LED TVs.*
- *Because all these LCD TVs are thin-screen, each has particular angle-viewing and anti-glare issues.*
- *The backlit TVs provide better, cleaner angle viewing than the edge-lit LED TV.*
- *However, the backlit LED TV will usually have better angle viewing than the standard LCD TV. Both LED and LCD TVs have good reputations for their playback and gaming quality.*
- *An LED TV uses a liquid crystal display (LCD) panel to control where light is displayed on your screen. These panels are typically composed of two sheets of polarizing material with a liquid crystal solution between them. When an electric current passes through the liquid, it causes the crystals to align so that light can or can't pass through.*

8 विभिन्न प्रकार के घरेलू/व्यवसायिक उपकरणों का परिचय (INTRODUCTION TO DIFFERENT TYPES OF DOMESTIC COMMERCIAL APPLIANCE)

THINK ABOUT IT

"Press forward. Do not stop, do not linger in your journey, but strive for the mark set before you."
—George Whitefield

§ 8.1. परिचय (Introduction) :

कन्स्यूमर इलैक्ट्रॉनिक्स का तात्पर्य विभिन्न प्रकार की इलैक्ट्रॉनिक युक्तियों से है जो कि विभिन्न घरेलू कार्यों तथा गैर-व्यवसायिक कार्यों/व्यवसायिक कार्यों हेतु उपभोक्ताओं द्वारा use की जाती हैं जैसे– Television, DVD players, Refrigerators, Washing machines, Computers, Laptops, Tablets, Microwave oven, Digital locks, Food processors, Scanners, Xerox Machines, Vacuum cleaners आदि।

"Consumer electronic refers to any device containing an electronic circuit board that is intended for everyday use by individuals for example television, cameras, PDA's, calculators, clocks, audio devices, tablets, smartphones, microwave ovens, digital locks, food processors, scanners, xerox machines, vacuum cleaners etc."

§ 8.2. माइक्रोवेव अवन (Microwave Oven) :

माइक्रोवेव अवन एक वैद्युत अवन होता है जो microwave आवृत्ति रेंज की वैद्युत चुम्बकीय तरंगों की सहायता से खाद्य पदार्थों को गर्म करने व पकाने का कार्य करता है। वैद्युत चुम्बकीय तरंगों से expose होने पर खाद्य पदार्थों के polar molecules rotate होते हैं जिससे thermal energy उत्पन्न होती है। यह प्रक्रिया dielectric heating कहलाती है। Microwave oven खाद्य पदार्थों में microwave radiations pass करके उसको गर्म करता है। Microwaves non-ionizing electromagnetic radiations होते हैं जो कि microwave आवृत्ति range (अर्थात् 300 MHz से 300 GHz के अंतर्गत) होते हैं। Microwave ovens में प्रयुक्त आवृत्ति लगभग 2.45 GHz की होती है (जो कि 12.2 cm wavelength की होती है तथा 2.4 GHz से 2.5 GHz के ISM band (Industrial Scientific and Medical band) में स्थित होती है। जब खाद्य पदार्थों में microwaves pass होती हैं, तो खाद्य पदार्थों में water, fat तथा अन्य पदार्थ इन microwaves से energy absorb करते हैं (अर्थात् ऊर्जा अवशोषित करते हैं), तथा इस प्रक्रिया को dielectric heating कहा जाता है। कई molecules (जैसे कि water) electric dipoles होते हैं (अर्थात् इनके एक सिरा आंशिक रूप से positively charge व दूसरा सिरा आंशिक रूप से negatively charged होता है), अतः यह microwaves की alternating electric field की दिशा में align होने के प्रयास में rotate करते हैं। यह rotating molecules दूसरे molecules को hit करके उन्हें गति प्रदान करते हैं तथा energy disperse करते हैं। इस प्रकार solids व liquids में molecular rotations, vibrations या translations के कारण dispersed energy से food का temperature बढ़ता है तथा वह heat हो जाता है।

घटक (components) एक microwave oven में निम्न components होते हैं—

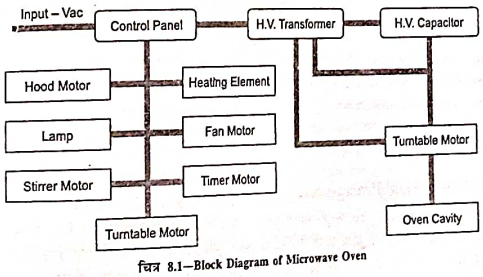
- Microwave oscillations उत्पन्न करने हेतु magnetron तथा एक उच्च वोल्टेज power source जो कि magnetron को energy pass करता है।
- एक उच्च वोल्टेज capacitor जो magnetron, transformer से connected होता है तथा diode के through chasis से connected होता है।

- एक magnetron control circuit (सामान्यतः microcontroller).
- A short waveguide (जो कि magnetron से उत्पन्न microwave power को cooking chamber में couple करती है।
- Metal cooking chamber।
- Turn table या metal waveguide stirring fan।
- Control panel।

माइक्रोवेव oven में magnetron microwaves को उत्पन्न करता है तथा waveguide के माध्यम से यह microwaves food compartment तक पहुँचती है। खाद्य पदार्थ को एक turn table पर रखा जाता है जो कि धीरे-धीरे घूमती रहती है। Microwaves food compartment की reflective metal walls (परावर्ती धात्विक walls) पर bounce करती रहती हैं (जैसे कि light, mirror से bounce करती है)। लेकिन यह खाद्य पदार्थ में प्रवेश करके उसके molecules में vibrations (कम्पन) उत्पन्न करती है। इन vibrations के कारण खाद्य पदार्थ heat हो जाता है।

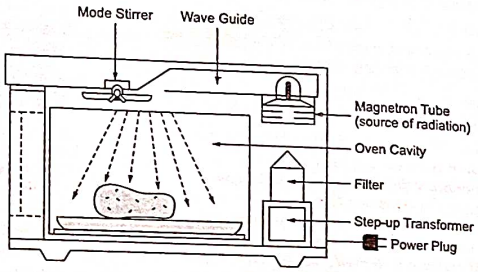
A microwave oven is an electric oven that heats and cooks food by exposing it to electromagnetic radiation in the microwave frequency range. This induces polar molecules in the food to rotate and produce thermal energy in a process known as dielectric heating. Microwave ovens are so quick and efficient because they channel heat energy directly to the molecules ie.tiny particles inside food. A microwave is much like the electromagnetic waves that zap through the air from TV and radio transmiters.

- *The name Microwave is derived from the energy used to cook the food, microwaves, which pass through the cells and molecules of the food, the frequency of the waves causes the water molecules to vibrate, this movement generates heat.*
- *Microwaves are produced by a device called a magnetron within the microwave oven.*
- *Microwaves heat food like the sun heats your face by radiation.*
- *A microwave oven heats and cooks food by exposing it to electromagnetic radiation in the microwave frequency range.*
- *Induces polar molecules in the food to rotate and produce thermal energy in a process known as dielectric heating.*
- *Heat foods quickly and efficiently because excitation is fairly uniform in the outer 25-38 mm (1-1.5 inches) of a homogeneous, high water content food item.*
- *Microwave oven is a relatively small, boxlike oven that raises the temperature of food by subjecting it to a high-frequency electromagnetic field.*
- *Microwaves are absorbed by water, fats, sugars, and certain other molecules, whose consequent vibrations produce heat.*



चित्र 8.1—Block Diagram of Microwave Oven

- *Heating thus occurs inside the food, without warming the surrounding air; this greatly reduces cooking time, and baking and other cooking tasks that require hours in a conventional oven can be completed in minutes in a microwave oven.*
- *Microwave ovens generate radiation at a frequency of about 2,450 megahertz by means of a magnetron, which is a kind of electron tube.*



चित्र 8.2—Microwave Oven

Typical Specifications of a Microwave Oven

Power Source	:	*120 V, 60 Hz*
Power Consumption	:	*12.7 Amps, 1.460 W*
Cooking Power	:	*1,250 W*
Outside Dimensions	:	$11\frac{7}{8}$"×$20\frac{3}{8}$"×$15\frac{15}{16}$"
(H × W × D)	:	*(301 mm × 518 mm × 404 mm*
Oven Cavity Dimensions	:	$8\frac{7}{8}$"×$14\frac{3}{4}$"×$15\frac{3}{16}$"
(H × W × D)	:	*(225 mm × 375 mm × 386 mm)*
Operating Frequency	:	*2,450 MHz*
Net Weight	:	*Approx. 23 lbs. (10.7 kg)*

Advantages

- *It saves time and energy.*
- *It is safer than general fuel stoves.*
- *Taste of the foods remain same.*
- *If properly used, microwave cooking does not affect the nutrient content of foods.*
- *Reduces the consumption of oil.*

§ 8.3. फूड प्रोसैसर्स (Food Processors) :

फूड प्रोसेसर (food processor) एक वैद्युत चालित युक्ति (वैद्युत मोटर चालित उपकरण) होती है जो भोज्य पदार्थों को काटने व मिश्रित करने संबंधित विभिन्न कार्य करती है। यह सामान्यत: रसोईघर में प्रयुक्त होने वाला उपकरण होता है जो कि भोजन को तैयार करने हेतु विभिन्न कार्य कर सकता है। इस उपकरण की सहायता से भोज्य पदार्थों को chop, slice, shred, grind या puree किया जा सकता है। आधुनिक food processors कई प्रकार के कार्य कर सकते हैं जैसे कि making vegetable and citrus juices (जूस तैयार करना), kneading bread dough (आटा गूंथना), beating egg whites, grinding meat and vegetables etc.

फूड प्रोसेसर के बेस में एक electric motor होती है जो कि vertical shaft का turn करती है। एक Bowl, जो कि सामान्यत: पारदर्शी प्लास्टिक का बना होता है, shaft में fit होता है। इस shaft से cutting blades भी attached होते हैं जो कि bowl के bottom में लगे होते हैं। इसके अतिरिक्त slicing disks भी attach किये जा सकते हैं जो कि bowl के top पर spin कर सकते हैं।

फीड ट्यूब की सहायता से chopping या slicing के वक्त ingredients (सामग्री) को add किया जा सकता है। एक pusher की व्यवस्था भी होती है जो कि feed tube में slide कर सकता है जोकि प्रयोगकर्ता की अंगुलियों को सुरक्षा प्रदान करता है।

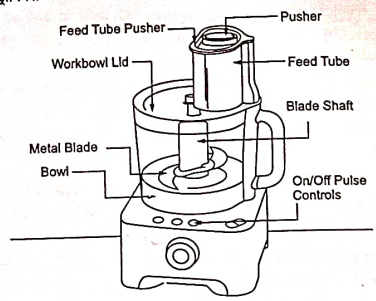
आधुनिक फूड प्रोसैसर्स में सुरक्षा उपकरण भी लगे होते हैं जो कि Bowl के base से ठीक प्रकार से connect न होने या bowl की lid ठीक प्रकार से न लगे होने की स्थिति में motor को operate नहीं होने देते ताकि किसी अपरिहार्य स्थिति से बचाव किया जा सके।

A food processor is a versatile kitchen appliance that can ...ly and easily chop, slice, shred, grind, and puree almost any food. Some models can also assist the ... cook in making citrus and vegetable juice, beating cake batter, kneading bread dough, beating egg w...s, and grinding meats and vegetables. A food processor is a kitchen appliance used to facilitate repetitive tasks in the preparation of food. Today, the term almost always refers to an electric-motor-driven appliance, although there are some manual devices also referred to as food processors. Food processors are similar to blenders in many forms. A food processor typically requires little to no liquid during use, unlike a blender, which requires a set amount of liquid in order for the blade to properly blend the food. Food processors are used to blend, chop, dice, and slice, allowing for quicker meal preparation.

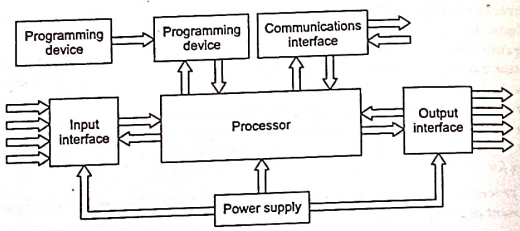
- *Food processors normally have multiple functions, depending on the placement and type of attachment or blade.*
- *The base of the unit houses a motor which turns a vertical shaft. A bowl, usually made of transparent plastic, fits around the shaft.*
- *Cutting blades can be attached to the shaft; these fit so as to operate near the bottom of the bowl. Shredding or slicing disks can be attached instead; these spin near the top of the bowl.*
- *A lid with a feed tube is then fitted onto the bowl.*
- *The feed tube allows ingredients to be added while chopping or slicin... also serves as a chute through which items are introduced to shredding or slicing disks.*
- *A pusher is provided, sized to slide through the feed tube, protecting the user's fingers.*

Almost all modern food processors have safety devices which prevent the motor from operating if the bowl is not properly secured to the base or if the lid is not properly secured to the bowl. A food chopper is basically a food processor of a smaller size. It also suits better for chopping food than for making smoothies.

- *Food processors can be used to blend soups, salsa, dips, and sauces.*
- *Save time by quickly chopping, slicing, or shredding a variety of vegetables, fruits, and hard cheeses. First, assemble the food processor and attach the blade. There are a variety of different blade attachments that can be used to chop, slice, or grate food. Next, add your recipe ingredients and screw the lid onto the processor. Blend or pulse the food until it's as smooth or chunky as you like it.*



चित्र 8.3—Food Processor



चित्र 8.4—Block Diagram of a Food Processor

General Specifications

- *Size (cm): 36 H × 20 W × 20 D.*
- *Wattage: 750 W.*
- *Weight: 4.06 kg.*
- *Body material: Brushed metal.*
- *Bowl material: Plastic.*
- *Colour: Silver.*
- *Guarantee: Yes.*
- *Stainless steel knife blade: Yes.*

Advantages:

- *Fast Food Preparation.*
- *Cooking Large Meals.*
- *Chopping.*
- *New To Cooking.*
- *Healthy Cooking.*
- *Multi Use.*
- *Soups.*

§ 8.4. डिजिटल इलैक्ट्रॉनिक लॉक (Digital Electronic Lock) :

डिजिटल इलैक्ट्रॉनिक लॉक (Digital electronic lock) एक electronic लॉकिंग युक्तियाँ होती हैं जो कि वैद्युत धारा द्वारा ड्रिन्स) द्वारा unlock होती हैं।

Electric locks में lock को actuate करने हेतु magnets, solenoids या motors को use किया जाता है तथा power को supply (या remove) करके इनको actuate किया जा सकता है। इनको एक स्विच की भाँति use किया जाता है (जैसे कि apartment intercom door release या biometric आधारित access control systems में)। यह locks सामान्यत: दो प्रकार के होते हैं—preventive mechanism आधारित या operation mechanism आधारित।

जिस प्रकार पारम्परिक तालों को चाबी (key) द्वारा खोला या बंद किया जा सकता है, इसी प्रकार electronic locks को खोलने या बंद करने हेतु authentication विधियों (प्रमाणीकरण विधियों) का प्रयोग किया जाता है। यह authentication numerical codes, passwords या passphrases की सहायता से किया जा सकता है। Electronic locks को authenticate करने का सबसे सरल तरीका है कि इसके keypad की सहायता से numerical code या password द्वारा operate किया जा सकता है (जैसे कि आप बैंक में ATM card operate करते समय PIN का use करते हैं या अपने mobile के keypad को unlock करने हेतु password का use करते हैं, इत्यादि)। इसके अतिरिक्त कई अन्य विधियाँ भी होती हैं जैसे कि security tokens, biometrics, RFID (Radio frequency identification) आदि। Security tokens के अंतर्गत smart card को scan या swipe किया जा सकता है (उदाहरणत: credit cards द्वारा भुगतान करना) आदि। Biometrics के अंतर्गत fingerprint scanning, retinal scanning, iris scanning, voice print identification द्वारा user को पहचान की जाती है। RFID identification के द्वारा किसी object (जिसको RFID tag कहा जाता है) को, किसी product (उत्पाद), व्यक्ति (person), या पशु (animal) पर apply करके radiowaves द्वारा उसकी tracking या पहचान की जाती है। इन tags को कई मीटर तक की दूरी पर भी प्रयोग किया जा सकता है।

- Keys की आवश्यकता नहीं होती।
- चाभी के गुम हो जाने की समस्या नहीं होती।
- घरों में परिवार के सदस्य use कर सकते हैं।
- तीव्र प्रचालन।
- Home, offices, flats, apartments, schools, colleges, restricted areas के विभिन्न अनुप्रयोगों में use किये जा सकते हैं।
- इनको reprogram किया जा सकता है। PIN change की जा सकती है।

An electronic lock is a locking device which operates by means of electric current. Electric locks are sometimes stand alone with an electronic control assembly mounted directly to the lock. Electric locks may be connected to an access control system, the advantages of which include: key control, where keys can be added and removed without re-keying the lock cylinder; fine access control, where time and place are factors; and transaction logging, where activity is recorded. Electronic locks can also be remotely monitored and controlled, both to lock and to unlock. Digital door locks provide a low cost, easy to install security solution for buildings that require a reliable means of access control but where the allocation of keys or cards is unpractical due to the volume of people entering and exiting the building. They also provide a keyless way to enter business premises, homes & schools without the need for always having to carry a set of keys.

- *In the present scenario of the world, security is a major concern for all, and the security problem is being faced by every person.*
- *Usual means of securing anything is through mechanical locks, which operate with a specific key or a few keys.*

- *For locking a large area many locks are necessary.*
- *Conventional locks are heavy and do not offer the desired protection as they can be easily broken down by using some tools.*
- *Security breaching problems are associated with the mechanical locks.*
- *Nowadays, many devices operations are based on digital technology.*
- *For example, digital based door lock systems for auto door opening and closing, token-based-digital-identity devices are all based on digital technology.*
- *These locking systems are controlled by a keypad and are installed at the side hedge of the door.*
- *Intelligent electronic security lock system offers freedom from physical and mental stress faced by a person while moving away from their home.*



चित्र 8.5

Types of Electronic Digital Locks :

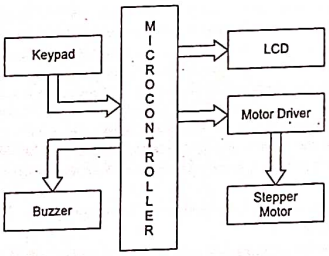
- *Electronic keypad which is just a enter a code to gain access.*
- *Biometric e.g. Fingerprint recognition.*
- *Smart Cards which are mostly used in hotels and office building.*

Depending on the model chosen, digital door locks can be installed on a range of doors, including timber and multi-point UPVC.

- *UPVC Doors*
- *Timber and Wood Doors*
- *Aluminium and Glass Doors*
- *External Doors*

Password Based Door Locking System:

In password based door locking system project, a keypad is arranged to open and close the door. After entering a password, if it matches with the stored one, then the door will unlock for a limited period of time. After extending the unlocking process for a fixed period of time, the relay energizes, and then the door gets locked again. If any unauthorized person enters a wrong password in an attempt to open the door, then this system immediately switches a buzzer.



चित्र 8.6—Block Diagram of Password Based Door Locking System

- *The keypad is an input device which helps to enter a password to open the door. Then, it gives the entered code signals to the microcontroller.*
- *The LCD and buzzer are the indicating devices for alarming and displaying the information.*
- *The stepper motor moves the door to open and close and the motor driver drives the motor after receiving the code signals from the microcontroller.*
- *The microcontroller is from 8051 families and that is programmed with the help of a software.*
- *When a person enters a password through a keypad, then the microcontroller reads the data and contrasts it with the stored data.*
- *If the entered password matches with the stored data, then the microcontroller sends the information to the LCD, which displays this information: the code is valid.*
- *Also, it sends the command signals to the motor driver to rotate the motor in a particular direction such that the door opens.*
- *After some time, the spring system with a particular time delay closes its relay, and then the door gets to its normal position.*
- *If a person challenging to open the door enters a wrong password, then the microcontroller switches the buzzer for further action.*

Advantages:

- *Digital door locks are quick and easy to fit as they are completely self-contained.*
- *Require no additional hardware.*
- *Ideally suited for small budget systems.*
- *Digital door locks can easily and quickly be reprogrammed means that security can be instantly reinstated if compromised or if there is a changeover in staff.*

§8.5. वैक्यूम क्लीनर (Vacuum Cleaner) :

वैक्यूम क्लीनर्स (vacuum cleaner) एक वैद्युत युक्ति है जो कि कालीन (या फर्श) की धूल सोखकर उसकी सफाई करने का कार्य करती है।

Vacuum cleaner में धूल को एकत्रित करने हेतु एक dustbag या cyclone लगा होता है तथा इस dustbag में इकट्ठी हुई धूल को बाद में dispose किया जा सकता है। Vacuum cleaners को घरेलू तथा औद्योगिक अनुप्रयोगों में प्रयुक्त किया जाता है तथा यह विभिन्न size तथा models में उपलब्ध होते हैं अर्थात् छोटे बैटरी प्रचालित vacuum cleaners जो कि घरों में use किया जा सकते हैं तथा बड़े-बड़े vacuum cleaners जो कि कई सौ लीटर की dust handle कर सकते है तथा बड़े-बड़े उद्योगों में use किया जा सकते हैं। कुछ vacuum cleaners dust के साथ-साथ तरल पदार्थों को भी absorb कर सकते हैं। Vacuum cleaner का vacuum suction, air pressure के difference (अर्थात् वायु दाब में अंतर) पर आधारित होता है। इसमें एक वैद्युत मोटर (जो कि एक universal motor होती है) द्वारा एक fan (पंखे) को drive किया जाता है जिससे कि मशीन के अंदर pressure कम हो जाता है। अत: atmospheric pressure कालीन से हवा को nozzle में push करता है जिससे dust (धूल) bag में जाकर इकट्ठी होने लगती है।

Vacuum cleaner is a household appliance for cleaning floors, carpets, upholstery, etc. by suctio, called also vacuum sweeper. A vacuum cleaner is a device that causes suction in order to remove debris from floors, upholstery, draperies and other surfaces. It is generally electrically driven.

The dirt is collected by either a dustbag or a cyclone for later disposal. Vacuum cleaners, which are used in homes as well as in industry, exist in a variety of sizes and models small battery-powered hand-held devices, wheeled canister models for home use, domestic central vacuum cleaners, huge stationary industrial appliances that can handle several hundred litres of dust before being emptied, and self-propelled vacuum

trucks for recovery of large spills or removal of contaminated soil. Specialized shop vacuums can be used to suck up both dust and liquids.



चित्र 8.7

Negative Pressure :

- *Vacuum cleaner can suck up debris like drinks are suck using a straw. When you take a sip of drink through a straw, the action of sucking creates a negative air pressure inside the straw: a pressure that is lower than that of the surrounding atmosphere. Just like in space films, where a breach in the spaceship's hull sucks people into space, a vacuum cleaner creates a negative pressure inside, which causes a flow of air into it.*

Electric Motor :

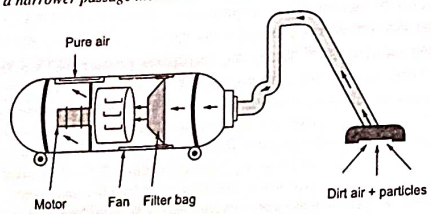
- *The vacuum cleaner uses an electric motor that spins a fan, sucking in air and any small particles caught up in it and pushing it out the other side, into a bag or a canister, to create the negative pressure.*
- *Has an exhaust port that vents the air out the other side, allowing the motor to continue functioning normally.*

Filter

- *The air, however, does not just pass through and get ejected out the other side.*
- *It would be very harmful to people using the vacuum.*
- *On top of the dirt and grime that a vacuum picks up, it also collects very fine particles that are almost invisible to the eye.*
- *If they are inhaled in large enough quantities, they can cause damage to the lungs.*
- *Since not all of these particles are trapped by the bag or canister, the vacuum cleaner passes the air through at least one fine filter and often a HEPA (High Efficiency Particulate Arresting) filter to remove almost all of the dust.*
- *Only now is the air safe to be breathed again.*

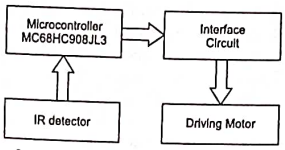
Attachments

- *The power of a vacuum cleaner is determined not just by the power.*
- *Of its motor, but also the size of the intake port, the part that sucks up the dirt.*
- *Smaller the size of the intake, the more suction power is generated, as squeezing the same amount of air through a narrower passage means that the air must move faster.*



चित्र 8.8—Vacuum Cleaner

- *Vacuum cleaner attachments with narrow, small entry ports seem to have a much higher suction than a larger one.*
- *Work on the principle of creating negative pressure using a fan, trapping the sucked-up dirt, cleaning the exhaust air and then releasing it.*



चित्र 8.9—Block Diagram of a Vacuum Cleaner

Typical Specifications of a Vacuum Cleaner :

Net Weight	:	*5.1 kg*
Input Power Supply	:	*Single Phase 220 V, AC 50 Hz*
Max. Vacuum Pressure	:	*> 24 kpa*
Noise	:	*< 79 dB (A)*
Airflow	:	*> 1.8 m^3/min.*
Maximum Power	:	*2000 W*

Advantages of Vacuum Cleaner :

- *Vacuum Cleaner Saves Time and Energy.*
- *Easy to use.*
- *Removes allergen from breathing air.*
- *Removes pet hair.*
- *Vacuum cleaner comes with advanced features.*
- *Vacuum cleaner is a low cost tool.*
- *Discern the quantity of dirt and set settings.*
- *Clean your home even when you are away.*

§8.6. ज़ीरॉक्स मशीन (Xerox Machine) :

ज़ीरॉक्स मशीन (Xerox Machine) एक इलैक्ट्रॉनिक मशीन है जो किसी document (या image) की duplicate (photocopy) निकालने का कार्य करती है।

Xerography electrostatic charges पर आधारित होती है। इस मशीन के ऊपर एक glass होता है तथा जिस document की copy करनी होती है उसे इस glass के ऊपर रखा जाता है। अब नीचे से प्रकाश डालकर इस document को scan किया जाता है तथा यह light document से reflect होकर नीचे एक ड्रम पर जाती है। लाइट केवल वहीं पर से reflect होती है जहाँ पर document में कुछ लिखा होता है। चूँकि लाइट के साथ-साथ ड्रम भी घूमता है, अत: ड्रम पर document का electrostatic pattern तैयार हो जाता है।

इसी मशीन में toner भी होता है जिसमें प्रिंट के लिये powder भरा होता है। अत: सादा कागज़ मशीन में डालने पर ड्रम से इंक कागज़ पर चिपक जाती है तथा हीटर की मदद से इसका कागज़ पर permanent चिपका दिया जाता है तथा यह कागज़ प्रिंट होकर मशीन के बाहर आ जाता है।

Charging—Cylindrical drum को एक उच्च voltage wire (जिसको कि वायर या charge rotter भी कहा जाता है) द्वारा electrostatically charge किया जाता है। इस drum में photoconductive material की coating होती है। यह photoconductor एक semiconductor होता है जो कि प्रकाश पड़ने पर conductive हो जाता है।

Expose—एक bright lamp द्वारा original document को illuminate (प्रकाशित) किया जाता है तथा original document के white areas photoconductive drum की surface (सतह) पर प्रकाश को reflect (परावर्तित) कर देते

हैं। अत: drum के वह areas (क्षेत्र) जो light द्वारा exposed होते हैं, conductive हो जाते हैं तथा discharge हो जाते हैं (discharge to the ground). ड्रम के जो areas light से exposed नहीं होते (अर्थात् original document के black portion के corresponding areas i.e. those areas which correspond to the black portion of the original document) negatively charged रहते हैं।

Developing—चूँकि toner positively charged (घनावेशित) होता है, अत: जब इसको drum को apply किया जाता है (Image develope करने हेतु) तो यह negatively charged areas (Black areas अर्थात् original document के लिखित areas) द्वारा attract होकर उनसे चिपक जाता है (stick कर जाता है)।

Transfer—अब ड्रम के surface पर बनी इस toner image को paper पर transfer किया जाता है। चूँकि paper पर charge, drum के charge से भी अधिक निगेटिव होता है, अत: toner image paper पर transfer हो जाती है।

Fusing—Heat तथा pressure rollers की सहायता से toner को melt करके (पिघला कर) paper पर bond कर दिया जाता है।

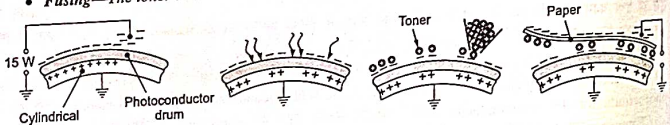
A photocopier (copier or copy machine) is a machine that makes copies of documents and other visual images onto paper or plastic film quickly and cheaply. Most modern photocopiers use a technology called xerography, a dry process that uses electrostatic charges on a light-sensitive photoreceptor to first attract and then transfer toner particles (a powder) onto paper in the form of an image. Heat, pressure or a combination of both is then used to fuse the toner onto the paper. Copiers can also use other technologies such as ink jet, but xerography is standard for office copying.



चित्र 8.10—Xerox Machine

Working Principle:

- ***Charging***—*Cylindrical drum is electrostatically charged by a high voltage wire called a corona wire or a charge roller. The drum has a coating of a photoconductive material. A photoconductor is a semiconductor that becomes conductive when exposed to light.*
- ***Exposure***—*A bright lamp illuminates the original document, and the white areas of the original document reflect the light onto the surface of the photoconductive drum. The areas of the drum that are exposed to light become conductive and therefore discharge to the ground. The area of the drum not exposed to light i.e. those areas that correspond to black portions of the original document, remains negatively charged.*
- ***Developing***—*The toner is positively charged. When it is applied to the drum to develop the image, it is attracted and sticks to the areas that are negatively charged black areas, just as paper sticks to a balloon with a static charge.*
- ***Transfer***—*The resulting toner image on the surface of the drum is transferred from the drum onto a piece of paper that has an even greater negative charge than the drum has.*
- ***Fusing***—*The toner is melted and bonded to the paper by heat and pressure rollers.*



चित्र 8.11—Working of a Xerox Machine

- *Place the document you want to copy upside down on the glass.*
- *Extremely bright light scans across the document. Much more light reflects off the white areas (less ink) than off the black, inked areas.*
- *Electrical shadow of the page forms on the photoconductor. The photoconductor in a photocopier is a rotating conveyor belt coated with a chemical called selenium.*
- *As the belt rotates, it carries the electrical shadow around with it.*
- *An ink drum touching the belt coats it with tiny particles of powdered ink or toner.*
- *Toner has been given an electrical charge, so it sticks to the electrical shadow and makes an inked image of the original page on the belt.*
- *Sheet of paper from a hopper on the other side of the copier feeds up toward the first belt on another conveyor belt. As it moves along, the paper is given a strong electrical charge.*
- *When the paper moves near the upper belt, its strong charge attracts the charged toner particles away from the belt. The image is rapidly transferred from the belt onto the paper.*
- *The inked paper passes through two hot rollers or the fuser unit. The heat and pressure from the rollers fuse the toner particles permanently onto the paper.*
- *The final copy emerges from the side of the copier.*

A photocopier uses electrostatic charge to produce a copy. The original is placed onto a sheet of glass. An image of this page is projected onto a positively charged drum.The drum has a coating that conducts electricity when light falls on it. The parts of the drum which are lit by the projected image lose their electrostatic charge when they start to conduct. A black powder called toner is negatively charged. The toneris attracted to the positively charged parts of the drum.The drum rotates and rolls against a piece of copier paper.The toner is transferred from the drum to the paper making a black and white image of the original. Finally, the paper is heatedwhich makes the toner stick to it. This is called fixing the image. When you use a photocopieryou can feel that the copier paper is still warm.

Typical Specifications of a Xerox Machine :

Maximum Copies	:	*999 copies*
Copy Resolution	:	*1,200 dpi × 600 dpi*
Warm Up Time	:	*29 seconds*
Zoom Minimum	:	*25%*
Zoom Maximum	:	*800%*

Paper Handling :

ADF Capacity	:	*50 sheets*
Paper Tray Capacity	:	*300 sheets*
Paper Cassette Capcity	:	*500 sheets*
Maximum Output Capacity	:	*1,000 sheets*
Scan Resolution	:	*600 dpi × 600 dpi*
Functionality	:	*Document Imaging Printing Scanning*
Memory	:	*128 MB*
Hard Drive Capacity	:	*5.1 GB*

Benefits of Xerox Machine :

- *Multiple copying.*
- *High quality printed document.*
- *Many xerox have feature of recieving and sending faxes.*
- *Low cost of operating.*
- *Based on the concept of paper and data handling.*
- *Fast and easy way to make copies.*

§ 8.7. स्कैनर्स (Scanners) :

स्कैनर एक input युक्ति है जो image या text को computer को transfer करने हेतु प्रयुक्त की जाती है। यह एक प्रकार का कम्प्यूटर हार्डवेयर है जो कि reflect light का प्रयोग करके images को capture करता है तथा उनको files के रूप में translate करता है जिसे computer द्वारा read या display किया जा सके। Scanners low-resolution या high-resolution version में आते हैं तथा black-and-white या colour में images को scan कर सकते हैं। अत: computer scanner एक प्रकार का digitizer है जो कि real world की सूचना (Information from the real world i.e. document or a picture) लेकर उसे digital information में convert कर देते हैं ताकि उसे computer द्वारा store या magnitude किया जा सके।

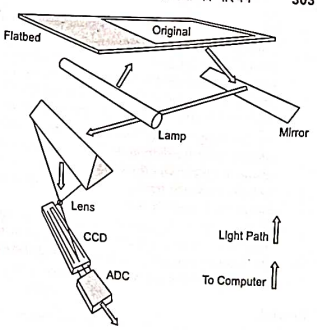
क्या आप जानते हैं—

• स्कैनर का आविष्कार Ray Kurzweil द्वारा किया गया।

A scanner is an input device that scans documents such as photographs and pages of text. When a document is scanned, it is converted into a digital format. Most scanners are flatbed devices, which means they have a flat scanning surface. This is ideal for photographs, magazines, and various documents. Scanners operate by shining light at the object or document being digitized and directing the reflected light usually through a series of mirrors and lenses onto a photosensitive element. In most scanners, the sensing medium is an electronic, light-sensing integrated circuit known as a charged coupled device (CCD). The four common scanner types are: Flatbed, Sheet-fed, Handheld, and Drum scanners. Flatbed scanners are some of the most commonly used scanners as it has both home and office functions.

- *Scanner is a device that is used for producing an exact digital image replica of a photo, text written in paper, or even an object.*
- *This digital image can be saved as a file to your computer and can be used to alter/enhance the image or apply it to the web.*
- *Most commonly used scanner is the flatbed scanner, in which you keep the object on top of the glass window. The scanned output will be obtained in your computer.*
- *The image and text are obtained exactly through the process of optical character recognition [OCR].*
- *Scanner consists of a flat transparent glass bed under which the CCD sensors, lamp, lenses, filters and also mirrors are fixed.*
- *Document has to be placed on the glass bed. There will also be a cover to close the scanner.*
- *Cover may either be white or black in colour.*
- *This colour helps in providing uniformity in the background.*
- *This uniformity will help the scanner software to determine the size of the document to be scanned. If a page from a book is to be scanned, you may not be able to use the cover.*
- *The lamp brightens up the text to be scanned. Most scanners use a cold cathode fluorescent lamp (CCFL).*

- *Stepper motor under the scanner moves the scanner head from one end to the other. The movement will be slow and is controlled by a belt. T*
- *Scanner head consists of the mirrors, lens, CCD sensors and also the filter.*
- *Scan head moves parallel to the glass bed and that too in a constant path. As deviation may occur in its motion, a stabilizer bar will be provided to compromise it.*
- *Scan head moves from one end of the machine to the other.*
- *When it has reached the other end the scanning of the document has been completed.*
- *For some scanners, a two way scan is used in which the scan head has to reach its original position to ensure a complete scan.*



चित्र 8.1—Scanner Working

- *As the scan head moves under the glass bed, the light from the lamp hits the document and is reflected back with the help of mirrors angled to one another.*
- *According to the design of the device there may be either 2-way mirrors or 3-way mirrors.*
- *Mirrors will be angled in such a way that the reflected image will be hitting a smaller surface.*
- *In the end, the image will reach a lens which passes it through a filter and causes the image to be focussed on CCD sensors.*
- *CCD sensors convert the light to electrical signals according to its intensity.*
- *Electrical signals will be converted into image format inside a computer.*
- *Reception may also differ according to the variation in the lens and filter design.*
- *Method called three pass scanning is commonly used in which each movement of the scan head from one end to another uses each composite colour to be passed between the lens and the CCD sensors.*
- *After the three composite colours are scanned, the scanner software assembles the three filtered images into one single -colour image.*
- *There is also a single pass scanning method in which the image captured by the lens will be split into three pieces. These pieces will pass through any of the colour composite filters. The output will then be given to the CCD sensors. Thus the single-colour image will be combined by the scanner.*

Parameters of a Scanner:

- *Resolution of the image is one of the main parameters of the scanner. Each scanner varies according to its resolution and hence the cost. The resolution may be expressed in pixels per inch [ppi] and also samples per inch (spi). Manufacturers mostly define the interpolated resolution of the scanner. The latest flatbed scanner has an interpolated resolution of 5400 ppi and almost 12,000 ppi for a drum scanner.*
- *Interpolated resolution actually refers to the increase in the resolution of the image with the help of the scanning software. This is done by adding extra pixels in between the ones actually scanned by*

12 तैरते का नाव का सहारा
(TAIRTE KOH NAAV KA SAHARA)

THINK ABOUT IT

"Never give up, for that is just the place and time that the tide will turn."

—Harriet Beecher Stow

प्रश्न 1. माइक्रोफोन क्या होते हैं? Colour, Moving coil व Cordless Microphones के विषय में बताइये।

उत्तर—माइक्रोफोन एक ट्रांसड्यूसर होता है जो कि ध्वनि दाब परिवर्तनों को समान आवृत्ति व कला की वैद्युत तरंगों में कनवर्ट कर देता है। इन वैद्युत तरंगों का आयाम ध्वनि दाब परिवर्तनों के समानुपाती होता है (चित्र 12.1 देखें)।



चित्र 12.1—माइक्रोफोन

माइक्रोफोन एक वैद्युत-ध्वनि ट्रांसड्यूसर (electro-acoustic transducer) है जो कि ध्वनि ऊर्जा को समानुपाती वैद्युत ऊर्जा में कनवर्ट करता है।

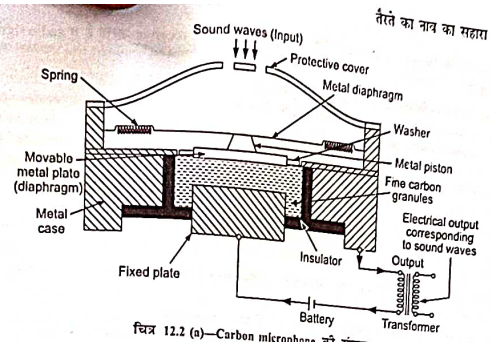
ध्वनि सूचना वायु दाब के पैटर्न में exist करती है, इस सूचना को वैद्युत धारा (या वोल्टेज) के पैटर्न में कनवर्ट करने वाली युक्ति माइक्रोफोन कहलाती है।

कार्बन माइक्रोफोन—जब कार्बन के चूर्ण (carbon granules) को एक case में बंद कर दिया जाता है तथा इसमें ध्वनि तरंगों का pressure पड़ता है, तो ग्रैन्यूल्स का प्रतिरोध परिवर्तित होता है। यदि इन ग्रैन्यूल्स के श्रेणी में एक बैटरी तथा लोड प्रतिरोध संयोजित कर दिया जाये, तो लोड में परिवर्ती धारा (एवं वोल्टेज) उत्पन्न होते हैं, जो कि ध्वनि तरंगों के समानुपाती होते हैं। कार्बन माइक्रोफोन में दो प्लेट्स का प्रयोग किया जाता है जिसमें से एक fixed होती है, जबकि दूसरी प्लेट moveable डायफ्राम से अटैच्ड होती है तथा डायफ्राम पर ध्वनि तरंगों के strike करने पर आगे-पीछे move करती है जिससे carbon granules का प्रतिरोध परिवर्तित होता रहता है।

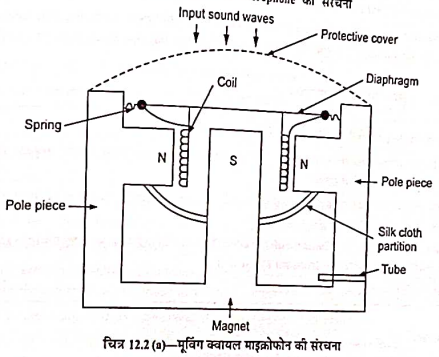
इसकी sensitivity अन्य माइक्रोफोन्स से अधिक होती है (20 dB below 1 V)

SNR खराब होती है, आवृत्ति अनुक्रिया लगभग 200 Hz से 5 kHz तक होती है, डिस्टॉर्शन अधिक होता है (10%) आउटपुट इम्पीडैंस 100 Ω से 150 Ω के बीच होता है, directivity pattern omnidirectional होता है। इसको टैलीफोन्स तथा छोटे रेडियो सैट्स में प्रयोग किया जाता है।

मूविंग कॉयल माइक्रोफोन (जिसको कि dynamic microphone भी कहा जाता है) वैद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धान्त पर आधारित होता है। जब ध्वनि दाब परिवर्तन चुम्बकीय क्षेत्र में रखी कुण्डली को move करते हैं तो कुण्डली से pass करने वाली magnetic flux में परिवर्तन होता है। अतः, कुण्डली में एक e.m.f. प्रेरित होता है, जो कि microphone की आउटपुट पर प्राप्त होता है।



चित्र 12.2 (a)—Carbon microphone की संरचना



चित्र 12.2 (a)—मूविंग कॉयल माइक्रोफोन की संरचना

अतः, उत्पन्न emf ध्वनि के कारण डायफ्राम में होने वाली गति पर निर्भर करता है, जिससे sound waves के समानुपाती emf (वैद्युत सिग्नल) उत्पन्न हो जाता है।

Cordless (or Radio or Wireless) Microphone—इसमें एक छोटा सा FM modulated VHF transmitter होता है, जिसके कारण इसमें wire (cable) की आवश्यकता नहीं होती। इसको sports meet (खेलकूद आयोजन) में use किया जाता है। Wireless microphone का तात्पर्य है बिना cable का microphone. इस प्रकार के microphone में एक छोटा सा radio transmitter होता है, जो कि audio signal को microphone से radiowaves द्वारा किसी निकटवर्ती स्थित receiver को ट्रांसमिट करता है। वायरलैस microphones को मनोरंजन उद्योग, टेलीविज़न ब्रॉडकास्टिंग, public speaking में use किया जाता है। इस प्रकार के माइक्रोफोन का use करके स्टेज पर कोई प्रोग्राम प्रस्तुत करने वाला व्यक्ति या कोई वक्ता या लैक्चर देने वाला व्यक्ति freely move कर सकता है। वायरलैस microphone system के मुख्य घटक हैं—

- Microphone जो कि वक्ता अपनी पॉकेट के ऊपर लगा लेता है (उदाहरण Lavalier microphone)।
- Transmitter जो कि microphone में ही होता है, तथा radio signal transmit करता है।

- *FM modulation is usually used, although some models use digital modulation to prevent unauthorized reception by scanner radio receivers; these operate in the 900 MHz, 2.4 GHz or 6 GHz ISM bands.*
- *Some models use antenna diversity i.e. two antennas to prevent nulls from interrupting transmission as the performer moves around.*
- *Some models use infrared light, although these require a direct line of sight between microphone and receiver.*

Advantages

- *Greater freedom of movement for the artist or speaker*
- *Avoidance of cabling problems common with wired microphones, caused by constant moving and stressing the cables*
- *Reduction of cable trip hazards in the performance space*
- *Galvanic isolation of microphone, avoiding ground loops between microphone and other electrical instruments on stage*

Limitations

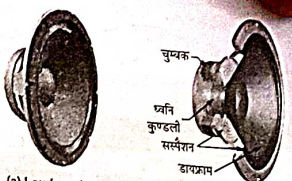
- *limited range i.e. a wired balanced XLR microphone can run up to 300 ft or 100 meters.*
- *Some wireless systems have a shorter range, while more expensive models can exceed that distance.*
- *Possible interference with or, more often, from other radio equipment or other radio microphones, though models with many frequency-synthesized switch-selectable channels are now plentiful and cost effective.*
- *Operation time is limited relative to battery life; it is shorter than a normal condenser microphone due to greater drain on batteries from transmitting circuitry, and from circuitry giving extra features, if present.*
- *Noise or dead spots i.e. places where it doesn't work, especially in non-diversity systems*
- *Limited number of operating microphones at the same time and place, due to the limited number of radio channels or frequencies.*
- *Higher cost in proportion to fewer other features*
- *Lower sound quality*



चित्र 12.3—Cordless microphone

प्रश्न 2. Loudspeakers क्या होते हैं? Direct radiating व horn loudspeaker के विषय में बताइये।

उत्तर—लाउडस्पीकर एक ऐसा ट्रांसड्यूसर है जो वैद्युत ऊर्जा को ध्वनि ऊर्जा में कनवर्ट कर देता है। अतः, यह एक वैद्युत-ध्वनि (electro-acoustic) ट्रांसड्यूसर है (चित्र 12.4 देखें)।



(a) Loudspeaker (b) Parts of the loudspeaker

चित्र 12.4

लाउडस्पीकर्स का वर्गीकरण (Classification of Loudspeakers)—लाउडस्पीकर दो प्रकार के होते हैं—Direct radiating type तथा Indirect radiating type.

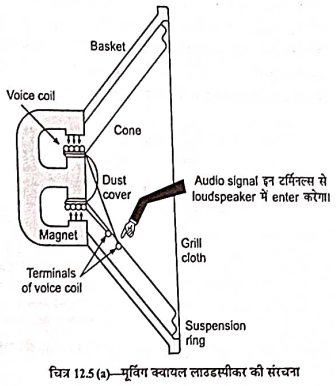
(i) Direct radiating type loudspeaker—इस प्रकार के loudspeaker द्वारा cone का प्रयोग किया जाता है तथा यह सीधे open space को sound deliver करते हैं। इसमें लगी coil के vibrations cone को transmit होते हैं तथा कोन इन vibrations को सीधे वायु में transmit कर देता है जिससे ध्वनि उत्पन्न होती है। Moving coil cone type loudspeaker तथा electrodynamic loudspeaker इस श्रेणी में आते हैं।

"In direct radiating type loudspeakers, the vibrations of coil are transmitted to the attached cone which creates the sound waves in the air for the listener. Hence, the radiate sound energy directly to the air."

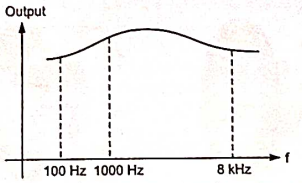
(ii) Indirect radiating or horn type loudspeakers—इन लाउडस्पीकर्स में ध्वनि ऊर्जा को सीधे वायु में विकिरित कर देने के बजाय power को पहले एक horn को दिया जाता है तथा horn द्वारा यह power वायु को देकर ध्वनि उत्पन्न की जाती है। Horn type loudspeaker इस श्रेणी में आते हैं।

"In indirect radiating type loudspeakers, instead of radiating acoustic power directly to the open space, it is first delivered to the air trapped in a fixed non-vibrating tapered or flared horn, and then it is transferred to the air in the listeners area via this horn."

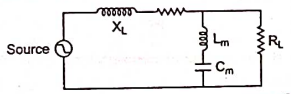
"मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर चुम्बकीय क्षेत्र व धारा के मध्य परस्पर सम्बन्ध के सिद्धान्त पर कार्य करता है। एक voice coil को uniform चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है। जब इस voice coil से ऑडियो धारा प्रवाहित होती है तो चुम्बकीय क्षेत्र व प्रवाहित ऑडियो धारा के मध्य परस्पर सम्बन्ध के कारण movable voice coil (चल ध्वनि कुण्डली) पर बल उत्पन्न होता है। यह बल ऑडियो धारा के समानुपाती होता है तथा coil में कम्पन उत्पन्न होते हैं। इससे एक conical paper diaphragm में कम्पन उत्पन्न होते हैं तथा वायु में परिवर्ती दाब उत्पन्न होते हैं, जो कि मूल ध्वनि को उत्पन्न करते हैं। अतः, moving coil cone type loudspeaker ac motor के समान सिद्धान्त पर कार्य करता है। कुण्डली पर लगने वाला बल (F) (Newton में)



चित्र 12.5 (a)—मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर की संरचना



चित्र 12.5 (b)—मूविंग क्वायल लाउडस्पीकर की आवृत्ति अनुक्रिया

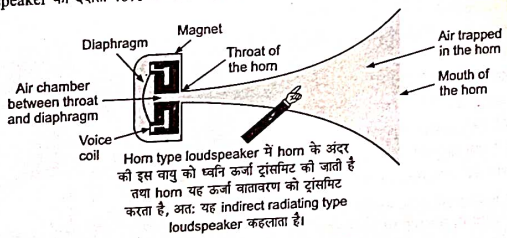


चित्र 12.5 (c)—Moving coil loudspeaker का तुल्य परिपथ

चल-कुण्डली लाउडस्पीकर (moving coil loudspeaker) चुम्बकीय क्षेत्र तथा धारा के मध्य परस्पर सम्बन्ध (interaction) के सिद्धान्त पर कार्य करता है (same as the principle of working of a.c. motor)।

एक कुण्डली जिसको कि ध्वनि कुण्डली या voice coil कहा जाता है, शक्तिशाली (तथा uniform) चुम्बकीय क्षेत्र में रखी जाती है। जब voice coil से audio धारा pass करती है तो चुम्बकीय क्षेत्र तथा धारा के मध्य interaction होता है जिससे कि चल कुण्डली (moveable coil) पर बल लगता है। यह बल ऑडियो धारा के समानुपाती होता है जिससे कुण्डली अपने अक्ष के अनुदिश कम्पन करती है (causes vibratory motion of the coil), जिससे conical paper diaphragm में कम्पन होती है, अत: वायु में दाब परिवर्तन होते हैं तथा ध्वनि तरंगें उत्पन्न होती हैं।

हार्न टाइप लाउडस्पीकर भी चुम्बकीय क्षेत्र में रखी moving coil का use करता है किन्तु ध्वनि को सीधे Space में विकरित (radiate) करने के बजाय यह ध्वनि पॉवर को horn के अन्दर की वायु (air trapped in fixed non-vibrating tapered or flared हार्न) को deliver करता है (प्रदान करता है) तथा हार्न के माध्यम से यह ध्वनि ऊर्जा (acoustic power) listener area की वायु को मिलती है। अत: horn type loudspeaker में sound power diaphragm से सीधे space में विकरित न होकर horn के माध्यम से space में विकरित होती है। इसी कारणवश horn type loudspeaker को indirect radiating लाउडस्पीकर कहा जाता है। अत: horn एक ध्वनि ट्रांसफार्मर का कार्य करता है जिससे free air की low impedance (निम्न प्रतिवाधा) व voice coil assembly की high impedance के मध्य वेहतर impedance matching प्राप्त होती है। परिणामत:, दक्षता में सुधार आता है। Horn type loudspeaker की दक्षता 40% से अधिक होती है जबकि cone type loudspeaker में यह मात्र 5% होती है।



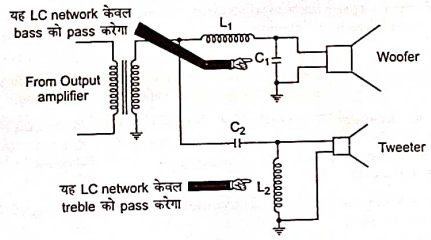
चित्र 12.6 (a)—हॉर्न टाइप लाउडस्पीकर

Characteristics	Direct radiating type (Cone type)	Indirect radiating type (Horn type)
(i) Principle of produ-cing driving force (same in both types)	Interaction between two magnetic fields (motor-action)	Interaction between two magnetic fields (motor-action)
(ii) Diaphragm	Light diaphragm of aluminium which is extended in the form of paper cone.	Light diaphragm of aluminium. No paper cone.
(iii) Transfer of mechani-cal energy to the air in the listeners area in the form of acoustic energy (or sound)	The paper cone directly transfers acoustic energy to the listener's air.	Mechanical energy of diaphragm is transferred to the throat through air chamber and then to the horn, and finally to the air.
(iv) Matching of mechanical impedance of diaphragm to the acoustic impedance	No matching (hence, low efficiency)	Matching is achieved as the horn works as an acoustic transformer. Low impedance of free air is matched with high impedance of diaphragm. (Leading to higher efficiency)
(v) Efficiency	About 5%	More than 40%
(vi) Frequency response	Poor, 500-5000 Hz. Needs woofer for lower frequencies and tweeter for higher frequencies.	Much better as it acts as a high pass filter. The cut of frequency may be as low as 30 Hz. Frequency response is 30-10000 Hz.
(vii) Signal to noise ratio	30 dB	40 dB
(viii) Distortion	About 5-10%	Less than 5%
(ix) Directivity	Broad cone about the axis of the radiator. It is more directive for high audio frequencies.	Almost same as that of direct radiating counterpart.
(x) Power handling capacity	Moving coil type works up to 20 watts. Electro-dynamic type can work 20 to hundred watts.	20 watts and above up to a few hundred watts. (Much more power handling capacity than direct radiating counterparts.)
(xi) Impedance	2 to 32 Ω for moving coil type and up to 200 Ω for electro-dynamic type.	16 Ω
(xii) Size	Compact	Larger
(xiii) Cost	Low	Higher
(xiv) Applications	Radio receivers, TV receivers, record players, video cassette players, small audience.	Public address system for large audience, music shows big auditorium, stadium.

प्रश्न 3. Multispeaker system से आप क्या समझते हैं?

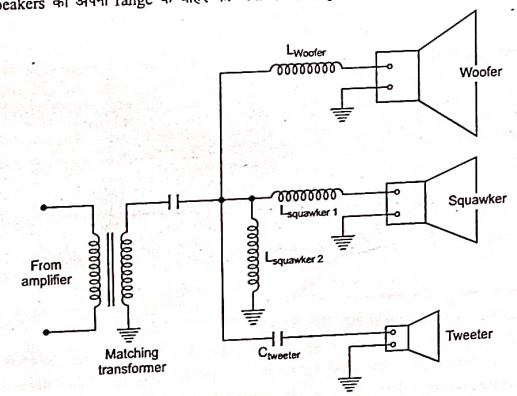
उत्तर—Audio frequency range को cover करने हेतु तीन प्रकार के speakers, (woofers, tweeters तथा squawkers) का use किया जाता है। यदि किसी सिस्टम में flat response प्राप्त करने हेतु multiway speaker system (बहुपथ स्पीकर सिस्टम) का प्रयोग किया जाता है, तो यह आवश्यक हो जाता है कि incoming signal को भी अलग-अलग आवृत्ति range में बाँट दिया जाये। ऐसे network जो कि आने वाले audio सिगनल को दो या तीन भागों में विभाजित कर

देते हैं (woofer–tweeter system के लिए दो भागों में तथा woofer–squawker–tweeter system के लिये तीन भागों में), cross over networks कहलाते हैं।



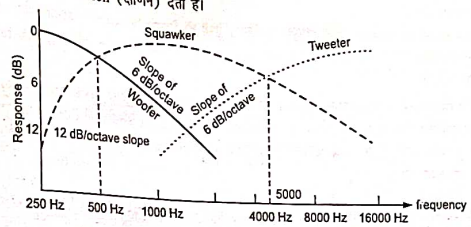
चित्र 12.7 (a)—Basic cross-over network

Cross over networks की अनुपस्थिति में speakers (i.e., woofers, tweeters तथा squawkers) को उनकी आवृत्ति रेंज के बाहर के सिगनल भी अनावश्यक रूप से प्राप्त होते हैं जिससे speakers में overheating (अधिक गर्म होना) हो जाती है तथा output में विरूपण उत्पन्न हो जाता है। इससे system की दक्षता (efficiency) बहुत कम हो जाती है। एक cross over system चित्र 12.7 में प्रदर्शित है। Woofer की इनपुट पर एक low pass filter (जिसमें L_1 series में तथा C_1 shunt में हैं जिससे low frequencies (bass) pass होती है तथा उच्च आवृत्तियाँ block हो जाती है) दिया गया है जबकि tweeter की input पर एक high pass filter दिया गया है (इसमें C_2 series में तथा L_2 shunt में हैं जिससे उच्च आवृत्तियाँ (treble) pass होती हैं तथा निम्न आवृत्तियाँ block हो जाती हैं) इन फिल्टर्स में L व C की values को इस प्रकार चयनित किया जाता है ताकि यह filters अपने-अपने स्पीकर्स के लिये आवश्यक range को ही पास करते हैं तथा शेष आवृत्तियों को रोक देते हैं। इस प्रकार speakers को अपनी range के बाहर की अनावश्यक आवृत्तियाँ नहीं मिलती जिससे system की efficiency



चित्र 12.7 (b)—Three way speaker system
(separating the frequency range into three parts)

बेहतर प्राप्त होती है। चित्र 12.7 (c) में एक cross over network का frequency response curve प्रदर्शित है। यह प्रत्येक octave में 12 dB का attenuation (क्षीणन) देता है।



चित्र 12.7(c)—Response curves for three-way speaker system

प्रश्न 4. Hi-fi stereo क्या होते हैं?

उत्तर—Fidelity शब्द का अर्थ है (faithfulness) अर्थात् वफादारी। ऑडियो सिस्टम्स में इसको sound को faithfully reproduce (अर्थात् आउटपुट पर साउन्ड को इनपुट के ठीक समान (ज्यो का त्यो) पुनरोत्पादित कर देना) करने के तात्पर्य में use किया जाता है। अत: **किसी audio system की output signal में उन सभी अभिलक्षणों को reproduce (पुर्नोत्पादित) कर देने की क्षमता, जो इनपुट सिगनल में मौजूद हैं, उसकी fidelity कहलाती है।**

"Faithful reproduction of sound is called fidelity"

" The property of a sound system to reproduce the sound with all characteristics which are present in the original sound, is called fidelity"

किसी सिस्टम की fidelity को ideal (आदर्श) तभी कहा जा सकता है, जब उसमें निम्नलिखित गुण हों—

(i) Sound से noise को पूरी तरह से समाप्त कर दिया जाये अर्थात् SNR का मान अनन्त (infinite) हो।
(ii) आयाम विरूपण (amplitude distortion) शून्य हो।
(iii) सम्पूर्ण ऑडियो रेंज (16 Hz से 20000 Hz तक) में Flat आवृत्ति अनुक्रिया (0 dB) प्राप्त हो, अर्थात् आवृत्ति विरूपण शून्य हो।
(iv) मूल प्रोग्राम में उत्पन्न विभिन्न ध्वनियों की सापेक्ष स्थिति तथा दिशा की पूर्ण जानकारी देने में सक्षम हो अर्थात् स्पैशियल डिस्टॉर्शन भी शून्य हो।
(v) 0 dB से 130 dB सिगनल पॉवर तक उच्च डायनैमिक रेंज हो।
(vi) साउन्ड के पुर्नोत्पादन के समय मूल साउन्ड की वातावरणीय स्थितियों (original environmental condition) का भी simulation (मूल वातावरण के समान स्थितियाँ उत्पन्न करना) किया जा सकता हो।

अत:, उपरोक्त शर्तें पूर्ण होने पर किसी साउन्ड सिस्टम की fidelity को ideal (आदर्श) कहा जा सकता है। लेकिन यह तो आप जानते ही होंगे कि कोई भी सिस्टम पूर्णत: आदर्श नहीं हो सकता। किन्तु यदि कोई सिस्टम काफी हद तक ideal fidelity की conditions को पूर्ण करता है, तो इसको high fidelity system या संक्षेप में hi-fi system कहा जाता है। किसी system को hi-fi तभी कहा जा सकता है जब वह निम्नलिखित शर्तों (conditions) को पूरा करता है—

(i) SNR का मान 50 dB से अधिक हो।
(ii) Non linear distortion 1% से अधिक न हो।
(iii) 40 Hz से 15 kHz की आवृत्ति रेंज में आवृत्ति अनुक्रिया ± 1 dB की limit में हो अर्थात् लगभग flat हो।
(iv) स्टीरियोफोनी प्रभाव की व्यवस्था हो।

(v) सिस्टम की डायनैमिक रेंज कम से कम 80 dB हो (अर्थात् 20 dB whisper से 100 dB pop music above the range of hearing)।

(vi) environmental conditions (वातावरणीय स्थितियाँ) ऐसी हों जिससे कि कमरे के अन्दर बाहरी शोर का प्रभाव न हो, तथा ध्वनिक अनुरणन (acoustic reverberation) हेतु पर्याप्त समय मिले। (acoustic reverberation पर चर्चा आगे की जायेगी)।

किसी ऑडियो सिस्टम की fidelity उसके माइक्रोफोन्स, रिकार्डिंग प्रवर्धक, पिक-अप्स (pick-ups), प्लेबैक प्रवर्धक तथा लाउडस्पीकर्स द्वारा प्रभावित होती है। Reflections, reverberation, ambient noise इत्यादि भी fidelity पर प्रभाव डालते है। अत: high fidelity प्राप्त करने हेतु कम न्वाइस वाले घटक (low noise components) तथा परिपथों तथा युक्तियों का उचित डिज़ाइन अत्यन्त आवश्यक है।

प्रश्न 5. Dolby system क्या होता है?

उत्तर—डॉल्बी न्वायस रिडक्शन सिस्टम (Dolby noise reduction system) किसी सिस्टम की SNR (Signal to noise ratio) को बेहतर बनाने की तकनीक है जिसमें रिकार्डिंग के समय preemphasis व playback के समय deemphasis का use किया जाता है। Dolby noise reduction system (या Dolby NR) Dolby laboratories द्वारा विकसित Noise reduction system (अर्थात् noise को कम करने हेतु प्रयुक्त तकनीकों) की श्रेणी में से एक है, जिसको analog audio tape recording हेतु use के लिये develope किया गया था। इसके अंतर्गत Dolby A को 1965 में introduce किया गया (Dolby A को सामान्यत: recording audios में professional use के लिए विकसित किया गया)। उसके पश्चात् 1968 में Dolby B को introduce किया गया तथा यह cassette tape में प्रयुक्त की जाती थी तथा बाद मे इसका उपयोग hi-fi stereo tape recorders में भी किया गया। Dolby A तथा Dolby SR professional use (व्यवसायिक उपयोग) हेतु विकसित किय गये जबकि Dolby B, C तथा S consumer market (उपभोक्ताओं) हेतु विकसित किये गये। Dolby HX के अतिरिक्त अन्य सभी Dolby systems में recording के समय sound की dynamic range को compress (अर्थात् companding) करने तथा playback के समय उसी अनुपात में decompress (अर्थात् expanding) पर आधारित थे।

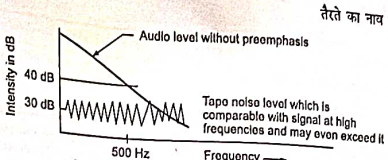
डॉल्बी डिजिटल (Dolby Digital): Dolby Digital (या Dolby AC-3) एक digital audio coding तकनीक है जिसमें उच्च क्वालिटी साउन्ड उत्पन्न करने हेतु आवश्यक डेटा की मात्रा को कम किया जाता है। Dolby Digital इस बात का लाभ उठाती है कि मानव के कान साउन्ड को किस प्रकार process करते है। जब coding noise audio signal की आवृत्ति के आस-पास होती है तो audio signal noise को mask कर देता है तथा मानव के कान को केवल audio signal सुनाई देता है। लेकिन जब coding noise audio signal के आवृत्ति से भिन्न होती है तो इसको reduce या eliminate करना आवश्यक हो जाता है। Noise को reduce, eliminate या mask करके CD (अर्थात् compact disk) पर data को $1/10^{th}$ तक reduce किया जा सकता है। Digital dolby को DVDs (Digital Versatile Disks), HDTV (High Definition Television), digital cable तथा satellite transmission में use किया जाता है।

The Name Dolby is synonymous with Noise-Reduction Systems. (Here Nr represents for Noise-reduction).

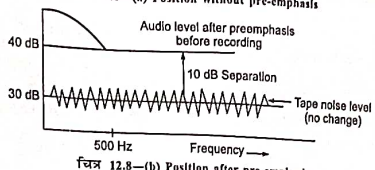
In practice, Dolby system is used for pre-emphasis of high notes and de-emphasis of low notes by equalization. Dolby system provides 10-15 dB improvement in SNR.

Weak signals below 40 dB, above noise are boosted before recording. All signals which are 40 dB or higher, pass through Dolby system direct without change.

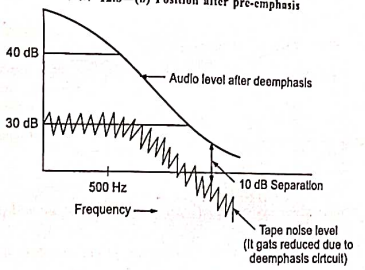
Signal in the absence of boosting is shown in Fig. 12.8(a). After boosting, recording noise remains unchanged but signals is boosted as shown in Fig. 12.8(b). During playback, signal and noise both are reduced a shown in Fig. 12.8(c).



चित्र 12.8—(a) Position without pre-emphasis

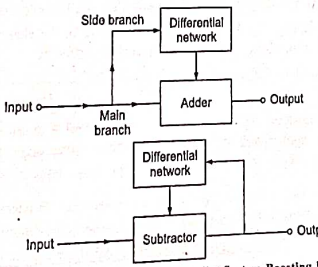


चित्र 12.8—(b) Position after pre-emphasis



चित्र 12.8—(c) Position after de-emphasis

Dolby A System



चित्र 12.8—(d) Reduction of Noise by 10 dB in Dolby System Boosting is done in 4 bands

Below 80 Hz.

80 Hz to 2999.

3 kHz and above.

9 kHz and above.

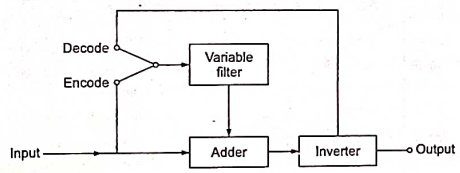
Bands 3 and 4 overlap above 9 kHz, so that the high frequency noise, in the form of hissing sound is considerably reduced. Each frequency band is processed separately by using low pass, band pass and high pass filters and limiters.

Dolby B System

More simplified system than Dolby A system has been developed for home use and is known as Dolby B System.

The encoded signal covers a signal frequency band from 500 Hz upwards.

Signal below a specified threshold value in level are pass through a variable filter which increases the level by about 1 dB at 500 Hz.



चित्र 12.8—(e)

The processed signal from the variable filter and the direct input signal are added. The adder gives the Dolby output.

For playback, the signal inverted and fed to the variable filter. The output of the filter gives to the adder to give decoded output.

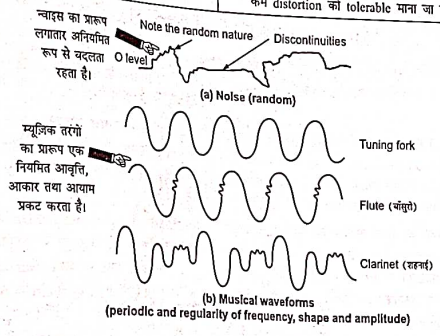
प्रश्न 6. Noise व distortion क्या होते हैं? Audio system में विभिन्न प्रकार के noise व distortion बताइये।

उत्तर—न्वाइस तथा डिस्टॉर्शन में अंतर (Difference Between Noise and Distortion)—

वांछनीय सिगनल में deformation (विकार अर्थात् undesired change in the shape of wanted signal) को distortion कहा जाता है। Noise व distortion में मुख्य अन्तर तालिका में प्रदर्शित हैं।

Noise	Distortion
(i) Noise consists of signal outside the wanted signal अर्थात् noise का तात्पर्य उन बाहरी सिगनलों से है जो wanted signal को प्रभावित करते हैं।	(i) Wanted सिगनल में ही deformation (विकार) उत्पन्न हो जाना अर्थात् उसका shape change हो जाना distortion कहलाता है।
(ii) Noise एक external affair (बाहरी मामला) है, अर्थात् wanted signal के अलावा अन्य आसपास के अवांछित सिगनलों के प्रभाव को noise कहा जाता है।	(ii) Distortion signal का internal अर्थात् अंदरुनी affair है।

Noise	Distortion
(iii) Audible noise दो प्रकार की होती है—environmental तथा electrical.	(iii) डिस्टॉर्शन पाँच प्रकार का हो सकता है—frequency, phase, amplitude, spatial तथा transient.
(iv) Shielding, grounding, trap परिपथ, decoupling परिपथ, servo systems, mechanical filters, stablized power supply, SNR improving methods like dolby method इत्यादि का प्रयोग करके noise को कम किया जा सकता है।	(iv) अच्छी dynamic range वाले प्रवर्धक, परिपथों का उचित डिज़ाइन, negative feedback system, stereophonic system द्वारा distortion को 1% से भी कम किया जा सकता है।
(v) इसको dB में व्यक्त किया जाता है, noise को SNR के रूप में अधिकतर व्यक्त किया	(v) इसको percentage के रूप में व्यक्त किया जाता है। 1% से कम distortion को tolerable माना जा सकता है।



चित्र 12.9

Environmental Noise—यह वातावरण में उपस्थित अवांछनीय शोर होता है। इसके साथ-साथ अकस्मात् उत्पन्न होने वाले शोर जैसे कि बादलों का गरजना (thunder), विस्फोट, shrieks इत्यादि जो कि transients या क्षणिक शोर कहलाते हैं, environmental noise की श्रेणी में आते हैं। Transients को छोड़ कर, जो सामान्य noise वातावरण में उपस्थित रहती है, ambient noise कहलाती है।

वैद्युतीय शोर (Electrical Noise)—विभिन्न इलैक्ट्रॉनिक घटकों में electrons के random motion तथा आवंछित सिगनलों के reception के कारण होने वाली न्वाइस इलैक्ट्रिकल न्वाइस कहलाती है। टेप में रैन्डम magnetism (अनियमित चुम्बकत्वीकरण) तथा grooves की irregularities से भी वैद्युत न्वाइस उत्पन्न होती है। वैद्युत न्वाइस कई प्रकार की होती है—

(i) डायोड्स, ट्रांजिस्टर्स तथा परिपथ के अन्य सक्रिय/निष्क्रिय घटकों में उत्पन्न होने वाली noise (noise produced due to diodes, transistors and other active and passive devices in a circuit)—किसी प्रतिरोध में electrons के random movement के कारण noise उत्पन्न होती है। इस न्वाइस को निम्नवत् व्यक्त किया जाता है—

$$= kT\Delta f$$

जहाँ k = Boltzman's constant (1.38×10^{-23} Joules per degree kelvin)

T = Absolute temperate (temperature expressed in kelvin)

Δf = Bandwidth of interest.

यह न्वाइस व्हाइट न्वाइस या जॉनसन न्वाइस (White Noise or Johnson Noise) भी कहलाती है तथा सभी आवृत्तियों के लिये इसकी flat response (एकसार अनुक्रिया) होती है।

डायोड्स, ट्रांजिस्टर्स तथा अन्य सैमीकन्डक्टर युक्तियो मे electrons तथा होल्स की random velocity के कारण, transit effect के कारण तथा जंक्शन ताप प्रभाव के कारण self noise भी उत्पन्न होती है। यह सभी न्वाइस संयुक्त होकर लाउडस्पीकर की आउटपुट पर hissing noise (hiss अर्थात् सिसकारना) उत्पन्न करती है। पिक्चर ट्यूब मे यह noise snow उत्पन्न करती है।

(ii) स्पार्क तथा RF ट्रांसमिशन के कारण उत्पन्न न्वाइस (Noise Created by Sparks and Radio Frequency Transmissions)—वैद्युत स्पार्क से RF सिगनल उत्पन्न होते है तथा जब यह डिटैक्ट किये जाते है, तो noise के रूप मे प्रकट होते है। स्पार्क प्राकृतिक (natural) हो सकते है (आकाशीय बिजली चमकने से, stars से उत्पन्न RF radiations से इत्यादि) या फिर man made अर्थात् मानव जनित्र हो सकते है (ignition units से, उच्च वोल्टेज लाइन्स से होने वाली leakage के कारण, fluorescent tubes के कारण, RF ट्रांसमिशन द्वारा) यह सभी RF न्वाइस receiver द्वारा detect होकर व amplify होकर लाउडस्पीकर तक पहुँच जाती है तथा लाउडस्पीकर इन्हें साउन्ड मे कनवर्ट कर देता है।

(iii) Hum न्वाइस (Hum Noise)—पॉवर सप्लाई की उर्मिकाओं (ripples) के कारण hum noise (hum अर्थात् buzzing sound) उत्पन्न होती है। यदि AC पॉवर सप्लाई तथा इनपुट लीड्स ज्यादा नज़दीक तथा parallel हो, तो भी यह उत्पन्न हो सकती है।

(iv) साउन्ड रिकार्ड तथा पुर्नोत्पादित करने वाली ट्रांसपोर्ट मैकेनिज्म द्वारा उत्पन्न न्वाइस (noise generated by sound recording and reproducing transport systems) टेप रिकार्डर तथा डिस्क की स्पीड मे होने वाले सूक्ष्म परिवर्तन से wow तथा Flutter नामक न्वाइस उत्पन्न होती है। मोटर्स की बॉडी (body) में होने वाले कम्पन्न (body vibrations of motors) rumble नामक न्वाइस को जन्म देते है।

(v) दो परिपथों के मध्य अवांछनीय युग्मन के कारण उत्पन्न न्वाइस (Noise Generated Due to Undesired Coupling Between Circuits)—कभी-कभी दो परिपथो के मध्य या किसी परिपथ की आउटपुट से इनपुट को होने वाली अवांछित पॉजिटिव फीडबैक से प्रवर्धक मे स्वत: दोलन (self oscillations) उत्पन्न होने लगते है। यह unwanted oscillations (अवांछित दोलन) लाउडस्पीकर द्वारा प्रवर्धित होकर न्वाइस उत्पन्न करते है। स्टीरियो सिस्टम के दो चैनल्स के मध्य unwanted coupling (अवांछनीय युग्मन) से cross talk नामक न्वाइस उत्पन्न होती है।

(vi) डिस्क ग्रूव में अनियमितता से उत्पन्न न्वाइस (Noise caused by Irregularities in Disc Grooves)—यदि grooves की सतह पूर्णत: smooth (चिकनी) न हो, उसमे irregularities (ऊबड़ खाबड़) हों, friction तथा roughness के कारण stylus द्वारा playback के समय न्वाइस उत्पन्न हो जाती है।

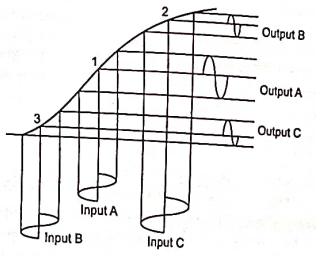
वांछनीय सिगनल में deformation (विकार अर्थात् undesired change in the shape of wanted signal) को distortion कहा जाता है। Noise व distortion मे मुख्य अन्तर तालिका 3.2 मे प्रदर्शित है।

(i) आवृत्ति विरूपण (Frequency Distortion)—यदि आवृत्ति अनुक्रिया एकसार नहीं होती (frequency response not being flat) तो आवृत्ति विरूपण (या attenuation विरूपण) होता है। आदर्श रूप में, पूरी ऑडियो रेंज में आवृत्ति अनुक्रिया flat (एकसार अर्थात् straight line) होनी चाहिये। यदि audio range मे आवृत्ति अनुक्रिया पूर्णत: flat नहीं है, तो ± 1 dB के fluctuations tolerate (बर्दाश्त या सहन) किये जा सकते है। किन्तु ± 1 dB से अधिक variations होने पर tonal balance प्रभावित होता है तथा frequency distortion उत्पन्न हो जाता है। Frequency distortion का अभिप्राय यह है कि सभी ऑडियो आवृत्तियों पर frequency response same नहीं है, अर्थात् किसी आवृत्ति पर कम है तथा किसी आवृत्ति पर अधिक।

कला विरूपण (Phase Distortion)—यदि किसी नैटवर्क जिसमे प्रतिघातीय घटक (reactive components) लगे हो, या फिर किसी एम्प्लीफायर से pass होते समय विभिन्न आवृत्तियों मे अलग-अलग फेज़ शिफ्ट होने लगे, तो यह स्थिति फेज़ डिस्टॉर्शन कहलाती है (विभिन्न frequencies को अलग-अलग फेज़ शिफ्ट मिलने पर उनका एक-दूसरे के सापेक्ष फेज़ सम्बन्ध (phase relationship) गड़बड़ा जाता है)। वास्तव मे, सभी आवृत्तियों को यदि कोई नैटवर्क समान फेज़ शिफ्ट न देकर अलग-

अलग फेज़ शिफ्ट देने लगे (जैसे कि 300 Hz के सिगनल को 50° का फेज़ शिफ्ट, 400 Hz के सिगनल को 80° का, 800 Hz के सिगनल को 90° का इत्यादि) तो समझिये कि परिपथ फेज़ शिफ्ट की समस्या से ग्रस्त है। चूंकि कान फेज़ विरूपण के प्रति insensitive (असंवेदनशील) होती है, अत: sound में फेज़ डिस्टॉर्शन का प्रभाव नहीं पड़ता जबकि TV पिक्चर गिरीपान तथा पल्स handle करने वाले परिपथ phase distortion से प्रभावित हो जाते हैं। Sound reception मे भी यदि एक ही sound दो अलग-अलग paths (पथों) से receiver पर पहुँचता है, तो इससे उत्पन्न phase delay sound reception को प्रभावित करता है। यदि इन दो अलग-अलग पथों से आने वाले sounds के मध्य 180° का path difference हो जाता है तो यह sound एक दूसरे को cancel कर देते हैं। इसी प्रकार यदि sound दो लाउडस्पीकर्स से आ रहा है तथा यह लाउडस्पीकर्स इस प्रकार से connected (संयोजित) है जिससे इन दोनों के signals में 180° का phase difference है तो इन दोनों sounds को सुनने वाले श्रोता को कुछ भी सुनाई नहीं देगा (या अत्यंत कम तीव्रता का sound सुनाई देगा)। अत: लाउडस्पीकर्स को same phase (समान कला) में कनैक्ट किया जाना चाहिये अर्थात् सभी स्पीकर्स की coils का एक सिरा line wire से कनैक्ट किया जाना चाहिये।

आयाम विरूपण या अरेखीय विरूपण (Amplitude Distortion or Non-linear Distortion)—जब प्रवर्धक की nonlinear characteristics (अरेखीय अभिलक्षणों) के कारण तरंगाकार के आयाम में विरूपण उत्पन्न हो जाता है तो इसे आयाम विरूपण कहा जाता है। इसको nonlinear distortion भी कहा जाता है।

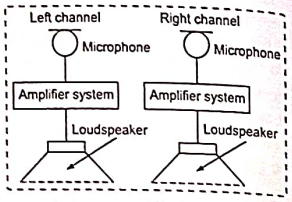


चित्र 12.10

स्पैशियल डिस्टार्शन (Spatial Distortion)—स्टेज पर होने वाले किसी प्रोग्राम में ध्वनि के विभिन्न स्रोत अलग-अलग स्थान पर positioned (स्थित) होते हैं। अत:, प्रोग्राम के विभिन्न musical instruments (वाद्य यंत्रों) तथा गायकों को श्रोता के कर्णों (ears या कानों) के सापेक्ष एक निश्चित दिशा होती है। मानव के कान इस दिशा के प्रति संवेदनशील होते हैं तथा instruments तथा singers की दिशा का भली प्रकार से interpretation (अनुमान लगाना या पहचान करना) कर सकते हैं। यह phenomenon (प्रक्रिया) स्टीरियोफोनिक प्रभाव (stereophonic effect) कहलाता है तथा hi-fi सिस्टम्स में यह प्रभाव अवश्य होना चाहिये। स्टीरियोफोनिक प्रभाव का न होना (absence of stereophonic effect) स्पैशियल विरूपण कहलाता है अर्थात् यदि श्रोता प्रोग्राम को सुनने के पश्चात् विभिन्न musical instruments तथा गायकों की स्टेज पर position का interpretation (अंदाज़ा) न कर पाये, तो यह स्थिति spatial distortion कहलाती है।

स्पैशियल डिस्टार्शन को कम करने हेतु स्टेज के right तथा left sides के लिये दो (या अधिक) अलग स्वतंत्र चैनल्स (independent channels) का use किया जा सकता है। अत:, यह दोनों चैनल्स independently recording, amplifications व reproduction करते हैं तथा यह process stereophony कहलाता है। (चित्र 12.11 देखें) स्टीरियोफोनी का विस्तृत विवरण इसी अध्याय के आगे के खण्डों में किया जायेगा।

ट्रांज़ियैन्ट डिस्टॉर्शन (Transient Distortion)—यदि कोई सिस्टम ध्वनि स्तर में अकस्मात् (बहुत तेजी से) होने वाले तीव्र परिवर्तनों का अनुसरण (follow) कर पाने में असफल हो जाता है, तो इसे transient distortion कहा जाता है। Transient distortion से loudspeaker में उसकी natural frequency के दोलन (oscillations) उत्पन्न होने की संभावना हो जाती है, तथा यदि यह दोलन उत्पन्न हो जाते हैं तो transients के समाप्त हो जाने के पश्चात् भी यह दोलन continue रहते हैं। यह प्रभाव हैंगओवर (hangover) कहलाता है।



चित्र 12.11—स्टीरियोफोनिक सिस्टम

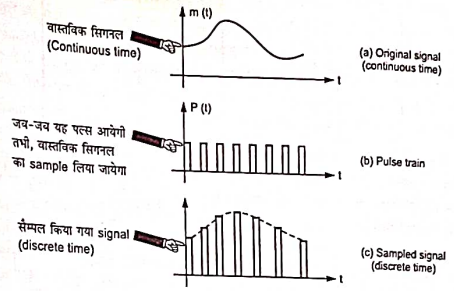
प्रश्न 7. Audio को data व signal के रूप में कैसे व्यक्त किया जाता है? Digital audio processor को समझाइये।

उत्तर—डिजिटल रिकॉर्डिंग विधि में साउन्ड को digital रूप में (1's व 0's के form) में record किया है। किन्तु साउन्ड को डिजिटल रूप में स्टोर करने से पहले उसका डिजिटल कनवर्जन किया जाता है जिसे digitisation of sound कहते हैं। Sound के digitisation हेतु विभिन्न steps (sampling, quantisation, aliasing, encoding) का वर्णन यहाँ किया जा रहा है।

Since Thomas Edison made the first audio recording on a foil covered cylinder in 1877, the field of audio recording has grown and matured a lot. Edison's process and many others that followed were all raised on the reproduction of an audio signal from a mechanical or electrical contact with the recording media-this is the realm of analog audio. After nearly 100 years, analog audio has reached a mature state and nearly all of its shortcomings have been addressed to the stage that further improvements become financially prohibitive for the average consumer. The very nature of the analog signal leads to its own shortcomings (अर्थात् एनालॉग तकनीकों की कई सीमायें हैं). In the analog domain, any waveform is allowable; therefore the playback mechanism has no means to differentiate noise and distortion from the original signal (एनालॉग सिगनल में न्वाइस व वास्तविक सिगनल के मध्य विभेद करना सम्भव नहीं हो पाता). Further, in an analog system every copy made introduces more noise than its parent (प्रत्येक नई कॉपी अपने जनक से ज़्यादा noisy हो जाती है). This fact is due to both the playback and recording mechanism which must physically contact the media, further damaging it after every pass (प्रत्येक stage के बाद न्वाइस बढ़ जाती है). Every analog system also carries the side effect that the total system noise is the summation of all distortion and noise from each component in the signal path. Finally, analog equipment is of limited performance, exhibiting: an uneven frequency response (एनालॉग उपकरणों की आवृत्ति अनुक्रिया समतल नहीं होती) (which requires extensive equalization), a limited 60 dB dynamic range, and a 30 dB channel separation-which affects stereo imaging and staging. The need for a new audio format is apparent, and digital audio fills the performance shortcomings of analog audio. The beauty of the digital audio signal is that noise and distortion can be separated from the audio signal (डिजिटल सिस्टम में न्वाइस तथा विरूपण को वास्तविक सिगनल से पृथक किया जा सकता है). A digital audio signal's quality is not a function of the reading mechanism nor the media in a properly engineered system. Performance parameters such as frequency response, linearity, and noise are only functions of the digital-to-analog converter (DAC). Performance parameters indicative of a digital audio system include full audio band frequency response of 5-22,000 Hz, 90+ dB dynamic range, and a flat response across the entire audio band. The final strength of digital audio is the circuitry upon which it is built First, due to a large degree of circuit integration digital circuits do not degrade with time as analog circuits do. Further, a digital signal will suffer no degradation until distortion and noise has become so great that the signal is out of its voltage threshold. However, this threshold has been made large. The high level of circuit integration means that the digital circuitry will cost far less than its analog counterpart The only real theoretical limitation to the accuracy of a digital signal is the quantity of numbers in the signal representation and the accuracy of those numbers. These are both known and controllable design parameters.

Digitising of Sound—

(i) सैम्पलिंग (Sampling)—Audio सिगनल (चित्र 12.12 (a) देखें) को एक पल्स ट्रेन (चित्र 12.12 (b) देखें) द्वारा सैम्पल किया जाता है जिससे पल्स ट्रेन का आयाम audio सिगनल के समानुपाती हो जाता है (चित्र 12.12 (c) देखें) (PAM की भाँति) यह प्रक्रिया sampling कहलाती है।



चित्र 12.12

सैम्पलिंग दर को निक्विस्ट दर (Nyquist rate) से अधिक रखा जाता है। शैनॉन सैम्पलिंग थ्योरम (Shannon's sampling theorem) के अनुसार सैम्पलिंग दर को मॉडुलेटिंग सिगनल के उच्चतम आवृत्ति घटक W से दोगुना (2 W) या उससे अधिक रखा जाना चाहिये, तभी सैम्पल्स से मूल सिगनल को पूर्णत: पुन: प्राप्त (recover) किया जा सकता है।

अत:, सैम्पलिंग की सहायता से एक continuous time मैसेज सिगनल को discrete time सिगनल में बदला जा सकता है। दूसरे शब्दों में, सैम्पलिंग के पश्चात् एक PAM सिगनल प्राप्त हो जाता है।

विचार प्रश्न

एक वैंड लिमिटेड ऑडियो सिगनल में अधिकतम आवृत्ति घटक 12 kHz का है। इसके 1 सैकेंड में कितने सैम्पल्स लिये जाने चाहिये ताकि सैम्पल्स से वास्तविक सिगनल को पुन: प्राप्त किया जा सके।

(ii) क्वांटाइज़िंग (Quantizing)—सैम्पलिंग के पश्चात् प्राप्त सिगनल discrete-time continuous value होते हैं। Continuous-valued से तात्पर्य है कि प्रत्येक सैम्पल के मान पर कोई प्रतिबन्ध नहीं होता, तथा वह अनन्त सम्भव मानों में से कोई भी मान ले सकता है।

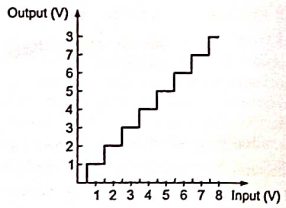
क्वांटाइज़िंग द्वारा Discrete time continuous valued signal to discrete-time discrete valued signal में बदला जाता है। Discrete Valued से तात्पर्य है कि सिगनल के कुछ निर्धारित मान ही होते हैं तथा उन निर्धारित मानों में से कोई एक मान ही ले सकता है। अत: प्रत्येक सैम्पल के मान को उसके निकटतम निर्धारित मान पर Round-off कर दिया जाता है। अर्थात् अनंत संभव मानों वाले सिगनल को पूर्व निर्धारित limited मानों में से किसी एक मान पर बदलना quantization कहलाता है।

मान लीजिये कि किसी क्वांटाइज़र में आठ निर्धारित मान है—0 V, 1 V, 2 V, 3 V, 4 V, 5 V, 6 V, 7 V। अत: इनपुट का मान कुछ भी हो, उन्हें इन आठ मानों में से किसी एक पर राउन्ड ऑफ कर दिया जायेगा। मान लीजिये कि इनपुट 2.2 V है, तो उसे 2 V पर राउन्ड ऑफ कर दिया जायेगा तथा यदि इनपुट 2.9 V है, तो उसे 3 V पर राउन्ड ऑफ कर दिया जायेगा। इस क्वांटाइज़र के इनपुट आउटपुट सम्बन्ध तालिका या चित्र 12.13 द्वारा दर्शाये जा सकते हैं—

तालिका 12.1—क्वांटाइज़र के इनपुट आउटपुट

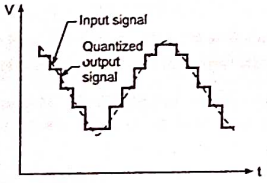
इनपुट वोल्टेज (V)	आउटपुट वोल्टेज (V)
0–0.5 V	0 V
0.5–1.5 V	1 V
1.5–2.5 V	2 V
2.5–3.5 V	3 V
3.5–4.5 V	4 V
4.5–5.5 V	5 V
5.5–6.5 V	6 V
6.5–7.5 V	7 V

क्वांटाइज़र के इनपुट आउटपुट अभिलक्षण सीढ़ीनुमा (Staircase Shape) होते हैं। क्वांटाइज़र के इनपुट-आउटपुट अभिलक्षणों से स्पष्ट है (तालिका 12.1 या चित्र 12.13 (d)) कि यदि इनपुट 0–0.5 V के मध्य है तो उसे राउन्ड ऑफ करके 0 V, यदि 0.5 V व 1.5 V के मध्य है, तो उसे राउन्ड ऑफ करके 1 V कर दिया जायेगा, इत्यादि। चित्र 12.13 से स्पष्ट है कि यदि इनपुट 0.5 V से 1.5 V के मध्य कुछ भी हो, आउटपुट 1 V ही रहेगी। अत: आउटपुट का मान निर्धारित स्तरों में से एक ही होगा।



चित्र 12.13 (d)—क्वांटाइज़र के इनपुट-आउटपुट अभिलक्षण

दो निकटतम स्तरों के मध्य का अंतर क्वांटम (quantum) या स्टेप साइज़ (step size) कहलाता है। जिसे, पिछले उदाहरण में step size 1 V है। एक क्वांटाइज़र की इनपुट व आउटपुट तरंगें चित्र 12.13 (e) में प्रदर्शित है, इससे स्पष्ट है कि इनपुट एक continuous valued signal है अर्थात् उनके मान पर कोई प्रतिबन्ध नहीं है) जबकि आउटपुट एक discrete valued signal है (अर्थात् उसके कुछ निर्धारित मान हैं, जिनमें से वह कोई एक मान ले सकता है।



चित्र 12.13 (e)—क्वांटाइज़र के इनपुट-आउटपुट तरंग
(Dotted लाइन इनपुट तरंग तथा solid लाइन आउटपुट तरंग प्रदर्शित करती है)।

क्वांटाइज़िंग शोर (Quantizing Noise)—क्वांटाइज़िंग में प्रत्येक सैम्पल को उसके निकटतम उपलब्ध स्तर पर round-off कर दिया जाता है। स्पष्ट है कि प्रत्येक सैम्पल के मूल मान (original value) तथा क्वांटाइज्ड मान (quantized value) में अंतर आ जाता है।

सैम्पल के वास्तविक मान व क्वांटाइज़ेशन के पश्चात् प्राप्त क्वांटाइज्ड मान में अंतर (difference) को क्वांटाइज़िंग त्रुटि (quantizing error) या क्वांटाइज़िंग शोर (quantizing noise) कहते हैं।

यदि निर्धारित स्तरों (levels) की संख्या बढ़ा दी जाये तो इससे क्वांटाइज़िंग शोर (noise) को कम किया जा सकता है।

PCM सिस्टम की आउटपुट SNR (dB में)—

$$10\log_{10}(\text{SNR})_0 = 1.8 + 6n$$

जहाँ n = क्वांटाइज़ेशन हेतु प्रयुक्त बाइनरी कोड में बिटों की संख्या।

अत:, बिटों की संख्या n बढ़ाने से आउटपुट SNR बढ़ता है तथा क्वांटाइज़िंग शोर का प्रभाव कम होता है।

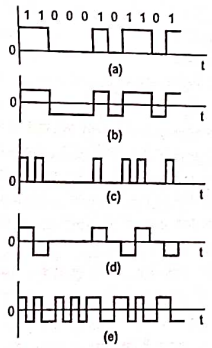
किन्तु स्तरों को बढ़ाने पर अधिक बिट्स ट्रांसमिट करने की आवश्यकता होती है (उदाहरणत:, यदि 8 स्तर हैं तो प्रत्येक sample की encoding के लिये तीन bits की आवश्यकता है ($\therefore \log_2 8 = 3$), यदि 16 स्तर हैं तो चार bits की आवश्यकता होगी, यदि 32 हैं तो पाँच bits की आवश्यकता होगी)। अत:, bits की संख्या अधिक होने पर अधिक बैंडविड्थ की आवश्यकता होती है, क्योंकि बैंडविड्थ का मान number of bits transmitted per second पर निर्भर करता है।

(iv) एनकोडिंग (Encoding)—क्वांटाइज़िंग के पश्चात् सिगनल में कुछ निर्धारित स्तर होते हैं तथा प्रत्येक निर्धारित स्तर का एक बाइनरी कोड (binary code) होता है। अत:, क्वांटाइज्ड सिगनल को बाइनरी रूप में कनवर्ट किया जाता है। फिर इस बाइनरी सिगनल को उचित विद्युतीय प्रारूप (appropriate electrical form) दिया जाता है, ताकि यह बाइनरी डाटा आसानी से एक स्थान से दूसरे स्थान पर ट्रांसमिट किया जा सके। Quantized signal को binary train (अर्थात् 1's तथा 0's) के form में charge करना encoding कहलाता है। बाइनरी डाटा को विद्युतीय प्रारूप में change करने हेतु प्रयोग की जाने वाली कुछ विधियाँ चित्र 12.14 में प्रदर्शित हैं।

डिजिटल प्रारूप (Formats of Digital Audio Recording)—कुछ डिजिटल प्रारूप के उदाहरण निम्न हैं—

(i) ऑन ऑफ कोडिंग (On-off coding)—इसमें 1 ट्रांसमिट करने हेतु पॉज़िटिव पल्स व 0 ट्रांसमिट करने हेतु कोई पल्स नहीं भेजी जाती।

(ii) पोलर कोडिंग (Polar coding)—इसमें 1 ट्रांसमिट करने के लिये पॉज़िटिव पल्स व 0 ट्रांसमिट करने के लिये निगेटिव पल्स भेजी जाती हैं।



चित्र 12.14—बाइनरी डाटा की विद्युतीय तरंगें (a) On-off coding (b) Polar coding (c) Return to zero coding (d) Bipolar coding (e) Manchester

प्रश्न 8. Time compression व expansion क्या होता है?

उत्तर—टाइम कम्प्रैशन तथा एक्सपैंशन (अर्थात् समय संकीर्णन तथा विस्तार) वह process होता है जिसमें दी गई लम्बाई की साउन्ड फाइल को इलैक्ट्रॉनिक युक्तियों द्वारा speed up (अर्थात् तेज़) या slow down (सुस्त) किया जा सकता है जिससे कि वह क्रमश: कम समय (shorter period) या अधिक समय (longer period) में playback की जा सके।

"Time compression and expansionis a processes where a sound file of a given length is electronically speed up or slowed down so as to play it in shorter or longer period of time respectively."

"The speeding up or slowing down of an audio recording without change in the pitch is called audio compression and expansion."

प्रश्न 9. Television क्या होता है? एक TV communication system के विभिन्न elements पर चर्चा कीजिये।

उत्तर—

(i) ध्यान रखें कि पूरी पिक्चर स्क्रीन आपको भले ही एक दिखाई पड़ती हो पर तकनीकी रूप से, यह पिक्चर छोटे-छोटे picture elements अर्थात् pixels में बंटी हुई है। एक-एक pixel की brightness information की scanning होती है, तथा इस प्रकार पूरा scene एक electrical signal की shape ले लेता है।

(ii) दूसरी बात यह, कि स्कैनिंग एक ऐसी प्रक्रिया है जिससे पूरी पिक्चर की brightness information (चमक सूचना), pixel by pixel, एक इलैक्ट्रॉन बीम की सहायता से electrical रूप में convert की जाती है। स्कैनिंग के लिये बीम को लाइन के आरम्भ से अंत तक deflect किया जाता है जिसको horizontal deflection कहा जाता है। इसके साथ-साथ beam को एक downward pull भी मिलता रहता है, जिसे vertical deflection कहते हैं। कुल मिला कर बात यह है, कि स्कैनिंग प्रक्रिया में पिक्चर का प्रत्येक pixel scan किया जाता है (Top to bottom) जब एक स्कैन समाप्त हो जाता है, तो अगला स्कैन शुरू हो जाता है। यह सब इतनी तेज़ी से होता है जिससे human eyes की persistance of vision property के कारण image continuous move होती हुई प्रतीत होती है।

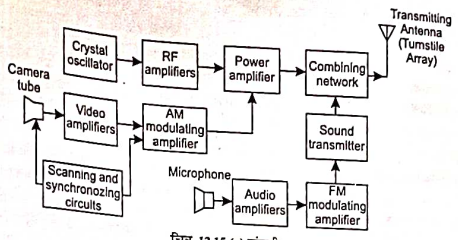
(iii) कैमरा के बारे भी जानने की कोशिश करें। यहाँ खास तौर पर समझें कि photosensitive materials क्या होते हैं। इस पदार्थों से बनी target plate की surface पर large number of elementry areas से बनी एक mosaic होती है। जब इस पर सीन को focus किया जाता है, तो scene की light sensitive image (या pattern) इस target plate पर बन जाता है। तो इस प्रकार scene का electrical pattern बन गया, अब इस pattern को electrical signal का रूप दिया जाना है, और यह काम करती है, scanning electron beam।

(iv) इस electron beam को pixel by pixel horizontally तथा साथ-साथ vertically deflect करने के लिये (तथा पूरी plate को pixel by pixel cover करने के लिये) horizontal तथा vertical deflection coils use की जाती हैं। इस प्रकार प्राप्त Video information का VSB मॉडुलेशन करके इसे भेजा जाता है। यहाँ यह बात बहुत important है कि रिसीवर पर पिक्चर ट्यूब की beam की scanning transmitter के synchronism में हो, अत: पिक्चर information के साथ-साथ sync व blanking signals भी भेजे जाते हैं। इस संयुक्त सिगनल को composite video सिगनल कहा जाता है।

(v) Audio Signal को FM मॉडुलेट करके भेजा जाता है। इसको एक अलग कैरियर पर मॉडुलेट किया जाता है। फिर ऑडियो तथा वीडियो सिगनल को Combine करके Antenna द्वारा ट्रांसमिट किया जाता है।

(vi) रिसीवर पर antenna द्वारा टी० वी० सिगनल को रिसीव तथा amplify किया जाता है। वीडियो सिगनल electron beam को intensity modulate करता है तथा इस Electron की स्कैनिंग pixel by pixel transmitter के synchronism में phosphor screen पर कराई जाती है। इस प्रकार phosphor screen पर original scene प्राप्त हो जाते हैं। साथ में sound signal को demodulate करके original sound प्राप्त किया जाता है।

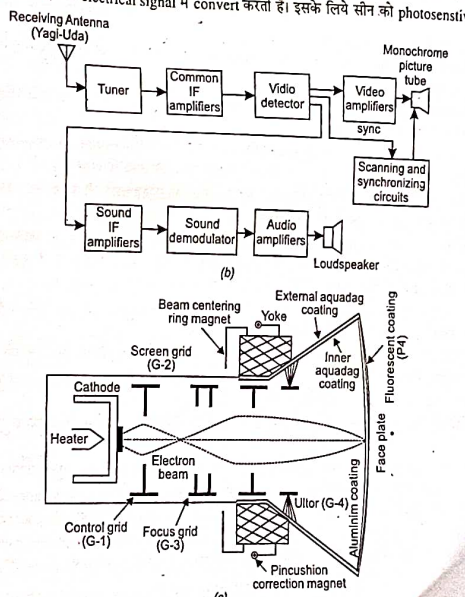
चित्र 12.15 (a) व (b) में टी० वी० ट्रांसमिटर व रिसीवर के सरलीकृत ब्लॉक डायग्राम प्रदर्शित किये गये हैं। टी० वी० ट्रांसमिशन व रिसैप्शन की detailed study तो आप अगले चैप्टर से करेंगे ही, परन्तु कुछ महत्वपूर्ण बातें आपको पहले से ही पता होनी चाहिये—



चित्र 12.15 (a) ट्रांसमीटर

टी० वी० ट्रांसमिटर (TV Transmitter)—टी० वी० ट्रांसमिटर का संक्षिप्त वर्णन निम्नवत् है—

(i) **कैमरा ट्यूब** (Camera Tube)—कैमरा ट्यूब optical image (वास्तविक दृश्य जिसको एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजा जाता है) को electrical signal में convert करती है। इसके लिये सीन को photosenstive target plate



चित्र 12.15—मोनोक्रोम टेलीविज़न सिस्टम, (b) रिसीवर (c) पिक्चर ट्यूब

पर डाला जाता है। टारगेट plate पर picture elements का जाल होता है, तथा प्रत्येक elements की state (स्थिति) उस पर पड़ने वाले प्रकाश पर निर्भर करती है। अत: जब epicture को लैन्स द्वारा target पर focus किया जाता है तो इस target plate पर image का electrical pattern (प्रत्येक element पर brightness के संगत वैद्युत प्रारूप) तैयार हो जाता है। अब इस प्लेट को electron beam द्वारा scan कराया जाता है जो कि target को element by element (एक-एक element करके) scan कर के पूरा frame scan करती है तथा पुन: लौट कर यह प्रक्रिया दोहराती रहती है। इस प्रकार camera द्वारा optical image को electrical form में convert कर दिया जाता है। वीडियो प्रवर्धक (video amplifiers) द्वारा कैमरा ट्यूब से प्राप्त electric सिगनल को वीडियो प्रवर्धकों द्वारा प्रवर्धित किया जाता है।

स्कैनिंग व सिन्क्रोनाइजेशन परिपथ (Scanning and synchronizing circuits)—स्कैनिंग वह प्रक्रिया है जिसमें सभी picture elements को element by element (एक-एक element करके) electron beam द्वारा एक प्रकार से read किया जाता है। जब receiver पर picture tube में original scene के reproduction हेतु इलैक्ट्रॉन बीम phosphor को scan करती है, तो यह scanning ट्रांसमिटर पर की गई स्कैनिंग से synchronized (समक्रमिक, अर्थात् समान क्रम में) होनी चाहिये। इसके लिये sync signals भी transmitter द्वारा ट्रांसमिट किये जाते हैं।

AM मॉडुलेटर (AM Modulator)—टेलीविज़न में पिक्चर सिगनल के लिये आयाम मॉडुलेशन का use किया जाता है। अगले चैप्टर में आप देखेंगे कि वैंडविड्थ बचत हेतु वैस्टीजियल साइडबैंड आयाम मॉडुलेशन (VSB-AM) use किया जाता है।

क्रिस्टल दोलित्र (Crystal Oscillator)—क्रिस्टल दोलित्र मॉडुलेशन हेतु high stability (उच्च स्थिरता) का *RF* कैरियर उत्पन्न करता है जिसको RF amplifier द्वारा amplify किया जाता है।

साउन्ड ट्रांसमिशन (Sound Transmission)—साउन्ड ट्रांसमिशन हेतु साउन्ड सिगनल को एक अन्य कैरियर पर आवृत्ति मॉडुलेट (FM) किया जाता है।

कम्बाइनिंग नैटवर्क (Combining Network)—यह नेटवर्क AM मॉडुलेटेड वीडियो तथा FM मॉडुलेटेड ऑडियो सिगनलों को combine करके एन्टीना को भेजता है।

ट्रांसमिटिंग एन्टीना (Transmitting Antenna)—एन्टीना द्वारा टेलीविज़न सिगनल को electromagnetic form में space में radiate कर दिया जाता है।

तो यह तो हुई संक्षेप में टी० वी० ट्रांसमिटर की गाथा। आइये, संक्षेप में रिसीवर को भी समझ लेते हैं।

टी० वी० रिसीवर (TV Receiver)—टी० वी० रिसीवर का संक्षिप्त विवरण निम्नवत् है—

रिसीविंग एन्टीना (Receiving Antenna)—एन्टीना द्वारा टी० वी० सिगनल को रिसीव किया जाता है।

ट्यूनर (Tuner)—ट्यूनर सर्किट को वांछित आवृत्ति पर tune करने पर वही आवृत्ति पास करती है जबकि शेष आवृत्तियाँ रिजैक्ट हो जाती है। आधुनिक टी० वी० रिसीवर VHF व UHF के लिये अलग ट्यूनर use करते हैं।

मिक्सर तथा IF प्रवर्धक (Mixer and IF प्रवर्धक)—मिक्सर द्वारा (super heterodyening सिद्धान्त के अनुसार) IF उत्पन्न की जाती है जिसको IF प्रवर्धक प्रवर्धित करते हैं।

वीडियो डिटैक्टर (Videro Detector)—यह एक diode detector होता है जो वीडियो सिगनल को Demodulate करता है। यहाँ पर साउन्ड सिगनल को एक lower frequency पर convert किया जाता है (जिसे intercarrier frequency कहते हैं) तथा फिर sound demodulator को भेजा जाता है।

साउन्ड डिमॉडुलेटर (Sound demodulator)—साउन्ड डिमॉडुलेटर साउन्ड की FM detection करके लाउडस्पीकर को दे देता है।

पिक्चर ट्यूब (Picture Tube)—पिक्चर ट्यूब की स्क्रीन पर सीन का reproduction (पुनरोत्पादन) किया जाता है (चित्र 12.15 (c))। पिक्चर ट्यूब के इलैक्ट्रॉन गन से उत्पन्न बीम की intensity (तीव्रता) video signal द्वारा controlled (नियंत्रित) होती है। इस बीम को horizontal व vertical deflecting coils की सहायता से phosphor screen पर transmitter की synchronism (समान क्रम में) में scan कराया जाता है जिससे screen phosphors beam की intensity के अनुसार glow करते है (बीम की तीव्रता के अनुसार चमक उत्पन्न करते हैं)। अत: screen पर scene का reproduction हो जाता है।

तो इस प्रकार टी० वी० सिस्टम कार्य करता है। हालांकि, अभी यह अत्यंत संक्षिप्त जानकारी है किन्तु आगे के चैप्टर्स पढ़ते समय उक्त सभी बातें आपको detail में समझनी पड़ेंगी तथा उनको समझने के बाद यदि आप वापस लौट कर पुन: यह section पढ़ेंगे तो आपको अपने हिसाब से अन्य कई points इसमें add करने की इच्छा करेगी क्योंकि explanation को simple बनाने के लिये अभी यहाँ मैं बहुत ज्यादा details नहीं दे पा रहा हूँ।

प्रश्न 10. Scanning क्या होती है?

उत्तर—स्कैनिंग वह प्रक्रिया है जिसमें टेलीविज़न कैमरे के अंदर इमेज प्लेट पर उत्पन्न चार्ज इमेज को एक इलैक्ट्रॉन बीम को क्रमिक ढंग से बायें से दायें (and next line) तथा ऊपर से नीचे गति कराकर वैद्युत सिगनल में परिवर्तित किया जाता है।

"Scanning is the process of conversion of optical informaton to electrical form element by element once at a time in a sequential manner to cover the entire screen which is to be televised."

"स्कैनिंग वह प्रक्रिया है, जिसके द्वारा किसी दृश्य के तुल्य वैद्युत सिगनल उत्पन्न किया जाता है।" स्कैनिंग की क्रिया ट्रांसमिटर पर कैमरा ट्यूब के अंदर इमेज को पिक्चर एलीमैंट्स में विभाजित करने हेतु तथा रिसीवर में पिक्चर ट्यूब पर पिक्चर के resassemble कर के उसके पुनरोत्पादन के लिये की जाती है। पिक्चर ट्यूब पर distortionless पिक्चर उत्पन्न करने के लिये पिक्चर ट्यूब पर स्कैनिंग, कैमरा ट्यूब पर स्कैनिंग के पूर्णतया एक समान तथा सिन्क्रोनिज्म में होनी चाहिये। इसके लिये sync pulses use की जाती हैं जिनकी सहायता से पिक्चर ट्यूब के स्क्रीन पर उत्पन्न इमेज कैमरा ट्यूब के स्क्रीन पर निर्मित पिक्चर एलीमेंट्स की relative position (सापेक्ष स्थिति) के समान होती है।

स्कैनिंग दो प्रकार की होती है—

Sequential या Interlaced

सीक्वैंशल स्कैनिंग में line by line scanning होती है अर्थात् पहली horizontal लाइन, फिर दूसरी horizontal लाइन, फिर तीसरी horizontal लाइन इत्यादि की क्रमवार scanning होती है तथा पिक्चर के अंतिम element (अर्थात् bottommost and right most element) को scan करने के पश्चात् beam पुन: retrace होकर प्रथम element (अर्थात् topmost and leftmost element) तक पहुँच जाती है तथा पुनः वही प्रक्रिया दोहरायी जाती है।

इंटरलेस्ड स्कैनिंग थोड़ी जटिल है किंतु इसको समझना आवश्यक है क्योंकि टी० वी० सिस्टम interlaced scanning का ही प्रयोग करते हैं। Interlaced scanning में horizontal lines क्रमवार scan नहीं की जाती हैं। इसने स्क्रीन (या frame) को दो या दो से अधिक fields में बाँट दिया जाता है और एक-एक करके फील्ड स्कैन की जाती हैं। टी० वी० system में 2 : 1 interlaced ccanning use की जाती है। यदि 2 : 1 की interlaced scanning है, तो frame को दो fields में विभाजित किया जाता है। इस स्थिति में horizontal lines electron बीम द्वारा alternately (एक-एक लाइन छोड़कर) scan की जाती है अर्थात् पहली horizontal line, फिर तीसरी horizontal line, फिर पाँचवी horizontal line और इस प्रकार पूरी screen कवर करने के बाद बीम वापस लौटती है और इस बार बची हुई lines अर्थात दूसरी horizontal line, चौथी horizontal line, छठी horizontal line को scan करती है। कहने का तात्पर्य यह है कि पहले सारी odd numbered horizontal lines (1, 3, 5 (अर्थात् विषय संख्या वाली लाइन्स) इत्यादि) scan होती हैं जिसको कि पहली फील्ड (field) कहा जाता है। तत्पश्चात्, सभी even numbered horizontal lines (2, 4, 6 (अर्थात् सम संख्या वाली लाइन्स) इत्यादि) scan होती हैं जिसको कि दूसरी field कहा जाता है। टी० वी० सिस्टम में interlaced scanning का use इसलिये किया जाता है क्योंकि इससे flickering का दोष समाप्त हो जाता है।

प्रश्न 11. Synchronising व Blanking pulses की क्या आवश्यकता है?

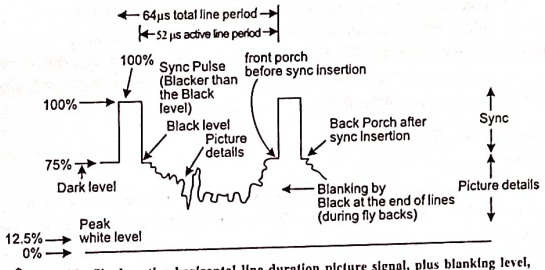
उत्तर—वीडियो सिगनल घटक (Video Signal Components)—वीडियो कम्पोज़िट सिगनल के तीन घटक होते हैं—

(i) वीडियो सिगनल जिसमें कि कैमरा पर scan की गई लाइन्स के corresponding picture information electrical form में होती है (अर्थात् picture के scanning के पश्चात् उत्पन्न संगत वैद्युत सिगनल video signal कहलाता है)।

(ii) Synchronizing (या Sync) pulses जो कि ट्रांसमिटर तथा रिसीवर की horizontal तथा vertical scanning को synchronize करती हैं (अर्थात् समक्रमिकता प्रदान करती है) तथा

(iii) Blanking pulses जो कि flyback (अर्थात् retrace) को अदृश्य (invisible) बनाती हैं।

सिन्क पल्सों की आवश्यकता केवल horizontal तथा vertical scans के अंत में पड़ती है, जब flyback का समय आता है। शेष line scannng (जिसको हम forward scan भी कह सकते है) के समय केवल पिक्चर information (video signal) की आवश्यकता होती है। forward scan में video signal ब्लैक तथा व्हाइट के मध्य के किसी level पर बदलता रहता है (तथा picture सूचना के अनुसार intermediate grey level (पिक्चर सूचना के अनुसार black तथा मध्य का कोई स्तर) पर रहता है) ब्लैक पर level maximum (dark level is about 75% of maximum) तथा व्हाइट पर level minimum (चित्र 12.16 देखें) रहता है (white level is about 12.5% of the maximum)। synchronizing pulses का amplitude वीडियो सिगनल black level से भी अधिक (blacker than the black) (चित्र 12.16 देखें) रखा जाता है जिससे रिसीवर पर आवश्यकता पड़ने पर उसे simple amplitude separator circuits (आयाम पृथक्कारी परिपथ) लगा कर separate (पृथक) किया जा सके। पिक्चर डिटेल तथा sync pulse amplitude के आयाम का अनुपात लगभग 7 : 3 रखा जाता है।

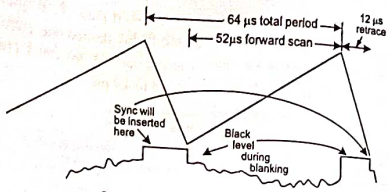


चित्र 12.16—Single active horizontal line duration picture signal, plus blanking level, sync insertion, front porch, back porch (at both ends) and peak white level.

नोट : यदि sync pulse amplitude की expense पर (अर्थात् कम करके) picture content को बढ़ाया जाता है, तो sync pulse amplitude उस स्थिति में picture को lock रखने के लिये अपर्याप्त रहेगा, विशेषकर जब received signal की signal to noise ratio (SNR) कम हो जाती है। इसके विपरीत यदि picture content की expense पर (अर्थात् कम करके) sync pulse amplitude को बढ़ाया जाता है तो picture content का amplitude कम हो जायेगा (अर्थात् black and white के मध्य का ampltude कम हो जायेगा) जिससे picture का contrast poor हो जायेगा। अतः, 7 : 3 का picture to sync ratio एक optimum level है, जिसमें sync pulse का noise पर प्रभाव भी नहीं पड़ता तथा picture का contrast भी maintained रहता है।

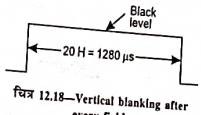
ब्लैंकिंग सिगनल (Blanking Signal)—प्रत्येक फॉरवर्ड स्कैन (left to right) के बाद का return movement अत्यंत तेजी से होना चाहिये तथा उस दौरान (अर्थात flyback या retrace के दौरान) unwanted luminuous traces (अवांछित चमक) स्क्रीन पर नहीं होनी चाहिये। हालाँकि actual return बहुत ही कम समय लेती है किन्तु deflection circuits की damped oscillatory धारायें* स्क्रीन की left पर light तथा dark stripes show करती हैं। इन दोनों प्रभावों को suppress (समाप्त) करने हेतु प्रत्येक horizontal retrace के समय ब्लैंक लैवल पर horizontal blanking insert की जाती है जो कि line period का लगभग 19% होती है (चित्र 12.17)। ब्लैंकिग के लिये flyback के समय screen को black कर दिया जाता है।

* नोट: यदि कोई सिगनल तेजी से एक स्तर से दूसरे स्तर पर जाता है तो दूसरे स्तर पर एकदम से स्थिर नही होता बल्कि कुछ क्षणिक दोलनो के पश्चात् स्थिर होता है, जैसे कि ball bounce करने के बाद स्थिर होती है, यही दोलन damped oscillatory currents कहलाते हैं।



चित्र 12.17—Blanking by black during retrace.

इसी प्रकार जब वर्टिकल स्कैन (top to bottom) समाप्त होता है (प्रत्येक field के बाद) तो bottom to top retrace तथा frame तथा line की oscillatory conditions को भी vertical blanking pulse द्वारा blank किया जाता है (यह प्रत्येक फील्ड के बाद होता है तथा लगभग 20 line period का समय लेता है (6.5% of field period) (चित्र 12.18 देखें)।



चित्र 12.18—Vertical blanking after every field.

"Though the level of the blanking pulses is above the picture signal information, these are not used as sync pulses. The reason is that any occasional signal corresponding to any extreme black portion in the picture may rise above the blanking level and might conceivably interfere with the synchronization of the scanning generators. Therefore, the sync pulses, specially designed for triggering the sweep oscillators are placed in the upper 25 per cent of the video signal, and are transmitted along with the picture signal".

हारिज़ॉनटल सिन्क तथा ब्लैंकिंग स्टैंडर्ड (Horizontal Sync and Blanking Standards)—CCIR-B स्टैंडर्ड के अनुसार हारिज़ॉनटल पीरियड H (= 64 µs) में कम्पोजिट वीडियो तथा RF सिगनल के amplitude level तथा time period distribution चित्र 12.19 में प्रदर्शित है।

(i) **लाइन पीरियड** H (Line period)—यह एक लाइन को complete करने में लगने वाला समय है। चूँकि लाइन आवृत्ति

$$5 = 625 \times 25 = 15{,}625 \text{ lines per second}$$

अतः $$\text{Line period, } H = \frac{1}{f_H} = \frac{1}{15625} = 64\,\mu s$$

(ii) **लाइन ब्लैंकिग पीरियड LB** (Line Blanking Period)—यह प्रत्येक लाइन का वह part है, जब Line sync insert की जाती है। इस period में flyback शुरू होता है तथा पूरा होता है तथा beam video signal के black level amplitude द्वारा कट-ऑफ हो जाती है।

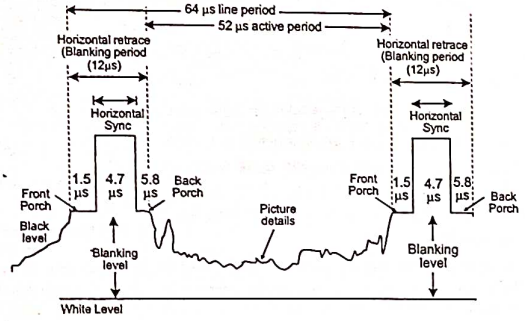
$$HB \text{ or } LB = 0.19\,H$$
$$= 0.19 \times 64\,\mu s$$
$$= 12\,\mu s$$

Tolerance : 11.8 to 12.3 µs

आगे आप देखेंगे कि लाइन ब्लैंकिंग पीरियड को तीन भागों में विभाजित किया जाता है तथा सिंक पल्स मध्य भाग में mount (सवार या स्थापित) की जाती है।

"The compositie video signal contains blanking pulses to make the retrace line invisible by raising the signal amplitude slightly above the black level (75 per cent) during the time the scanning circuits produce retraces".

(iii) लाइन सिंक पल्स (Line Sync Pulse)—यह एक महत्वपूर्ण short pulse है जो ट्रांसमिटर से रिसीवर को horizontal scanning rate correct करने के लिये भेजी जाती है, यदि रिसीवर desired rate (वांछित दर) से deviate (विचलन) कर रहा हो, तो इस पल्स की सहायता से वह अपनी scanning rate ठीक कर लेता है (चित्र 12.16 व 12.19 देखें)। इसकी width Hs = 0.075 H ; 4.7 µs होती है। Tolerance : 4.5 to 4.9 µs.



चित्र 12.19—Sync signal of 4.7 µs (Along with a Front Porch of 1.5 µs and Back Porch of 5.8 µs) inserted on the top of Blanking level during retrace period of 12 µs.

प्रश्न 12. VSB व composite video signal पर चर्चा कीजिये।

उत्तर—(i) वीडियो सिगनल के लिये amplitude modulation use किया जाता है। मॉडुलेशन दो प्रकार से किया जाना सम्भव होता है—

Positive modulation वह होता है जिसमें peak white level को maximum level (100%) पर रखा जाता है तथा black के ओर बढ़ने पर carrier का amplitude घटाया जाता है। black तथा sync levels का lower (minimum) modulation रखा जाता है।

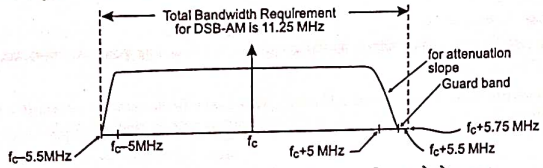
Negative modulation वह होता है जिसमें sync tip को maximum level (100%) पर रखा जाता है। blanking level black को correspond करते हैं तथा 75% पर रखे जाते हैं। whiteness बढ़ने पर कैरियर amplitude घटता जाता है तथा peak white पर यह minimum (around 10%) हो जाता है।

निगेटिव मॉडुलेशन प्रयुक्त किये जाने के मुख्य कारण—

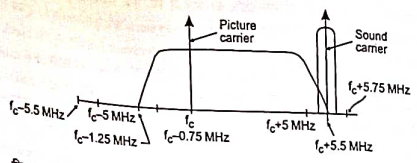
(i) निगेटिव मॉडुलेशन use करने से पिक्चर सिगनल पर न्वाइस का प्रभाव कम हो जाता है।

(ii) निगेटिव मॉडुलेशन use करके ट्रांसमिटर की peak power output लगभग 30 प्रतिशत बढ़ाई जा सकती है।

(iii) निगेटिव मॉडुलेशन का use करके receiver पर AGC (automatic gain circuits) का प्रयोग किया जा सकता है।

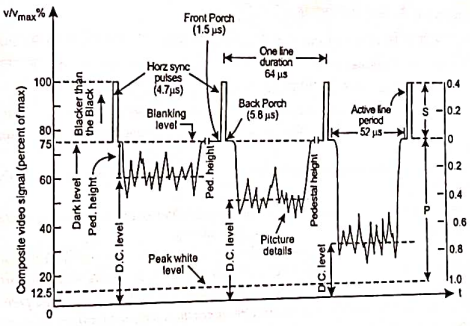


चित्र 12.20—यदि Picture modulation हेतु DSB-AM use किया जाये तो लगभग



चित्र 12.21—VSB-AM से Bandwith requrement घटकर केवल 7 MHz रह जाती है।

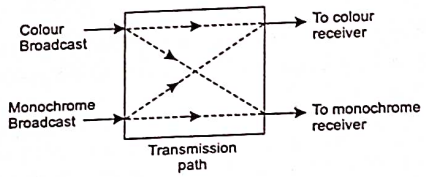
कम्पोजिट वीडियो सिगनल (Composite Video Signal)—आइये, अब कम्पोज़िट वीडियो सिगनल बनाकर देखते हैं जिसमें हम picture details, sync pulses, flyback हेतु blanking pulses show करेंगे। यदि आपने इस chapter को अभी तक ध्यान से पढ़ा है तो मुझे लगता है कि यहाँ आपको मेरी help को कोई खास जरूरत नहीं पड़ेगी। आपको सिर्फ इतना करना है कि तीन horizontal lines के लिये video signal बनाकर मुझे दिखाना है। CCIR system-B standards के एक horizontal line 64 µs की होती है, जिसमे से 52 µs मे picture details होती हैं जहाँ signal का amplitude scene के अनुसार peak white तथा peek black के बीच किसी न किसी grey shade में रहता है तथा इसके लिये आप एक random curve बना कर दिखा सकते हैं, अत: इन 52 µs की tension तो आपको लेनी ही नहीं है। अब बचे शेष 12 µs जिसमें retrace के लिये black level की blanking pulse insert की जाती है, अत: इन 12 µs के लिये सिगनल black level (अर्थात् 75%) पर रहेगा। इसके साथ-साथ blanking pulse के ऊपर 1.5 µs की front porch, 4.7 µs का horizontal sync pulse (75% से 100% तक) तथा 5.8 µs का back porch होता है, तो मेरी सलाह यह है कि पहले आप खुद बना कर देखो, और सुनो cheating बिल्कुल मत करना और चित्र 12.22 को तो बिल्कुल भी मत देखना, और जब बना लो फिर चैक करके देखना कितना ठीक बना लिया और क्या-क्या छूट गया। तो, किताब बंद कीजिये और शुरू हो जाइये फटाफट, All the best!



चित्र 12.22—Composite video signal for three horizontal scanning lines.

प्रश्न 13. Colour Television व Monochrome Television की compatibility से आप क्या समझते हैं?

उत्तर—Compatability (तदरूपता या समानता) का अर्थ है कि नया सिस्टम पुराने सिस्टम के अनुरूप होना चाहिये। जब colour TV system introduce (अर्थात् जब कलर टी० वी० system की शुरूआत हुई) हुआ तो यह आवश्यक था कि उस समय existing (पहले से उपस्थित) black and white TV receivers (अर्थात् पुराने black and white रिसीवर्स) colour transmissions को receive करके black and white के रूप में show कर सके तथा conversely, colour TV receiver black and white transmissions को अपनी screen पर उत्पन्न कर सके (black and white के रूप में)। इस उद्देश्य को पूरा करने के लिये composite colour signal को निम्न आवश्यकताओं को पूरा करना चाहिये (चित्र 12.23)।



चित्र 12.23—Compatability of monochrome and colour TV systems.

(i) कलर system की bandwidth भी monochrome system के समान होनी चाहिये।
(ii) Picture तथा sound frequencies की location (स्थिति) व spacing (दूरी) same होनी चाहिये।
(iii) Colour transmission की luminance information monochrome transmission के समान होनी चाहिये।
(iv) Composite colour signal में colour information के साथ-साथ इसकी decoding हेतु सहयोगी signals भी होने चाहिये।
(v) Colour information को monochrome reception को प्रभावित नहीं करना चाहिये।
(vi) Colour system की deflection frequencies (विचलन आवृत्तियाँ) व sync information (सिंक सूचना) भी monochrome के समान होनी चाहिये।

अतः, उक्त से स्पष्ट है कि colour information को coding इस प्रकार की जानी चाहिये कि यह luminance signal को प्रभावित किये बगैर monochrome system में used 7 MHz bandwidth में transmit की जा सके। Receiver पर colour information को decode करने हेतु परिपथ होने चाहिये।

The compatibility of monochrome and colour T.V. system demands the following requirements :

(i) It should occupy the same bandwidth as the corresponding monochrome signal. (same bandwidth requirement)
(ii) The location and spacing of picture and sound carrier frequencies should remain the same. (Same carrier spacings)
(iii) The colour signal should have the same luminance (brightness) information as would a monochrome signal, transmitting the same scene. (Same luminance)
(iv) The composite colour signal should contian colour information together with the ancillary signals needed to allow this to be decoded. (Colour information to be included in composite signal)
(v) The colour information should be carried in such a way that it does not affect the picture reproduced on the screen of a monochrome receiver. (No interaction between two)
(vi) The system must employ the same deflection frequencies and sync signals as used for monochrome transmission and reception frequencies. (Same deflection, and sync informations).''

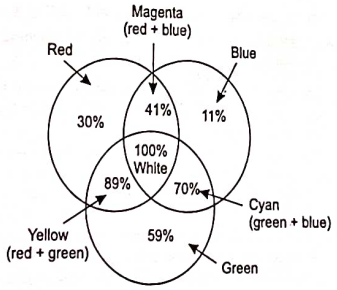
प्रश्न 14. Colour mixing क्या होती है?

उत्तर—जैसा कि हमने देखा कि आखों की सभी light sensations (प्रकाश संवेदनायें) तीन main groups अर्थात् red, green व blue पर आधारित होती हैं (जबकि cones पर brightness stimulus पर्याप्त मात्रा में पड़ रहा हो)। उसके बाद optical nerve system इन कलर impressions को integrate (एकीकृत) करता है। और object के actual colour (वास्तविक रंग) को perceive करता है। यह process additive mixing कहलाता है तथा colour TV सिस्टम इसी सिद्धान्त पर आधारित होते हैं।

एडिटिव तथा सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग (Additive and Subtractive Mixing) : कलर की मिक्सिंग दो प्रकार से होती है—सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग तथा एडिटिव मिक्सिंग।

सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग (Subtractive Mixing) : सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग में pigments की reflecting properties (परावर्तन गुण) use होती है, अर्थात् pigments अपनी characteristic wavelength को reflect करते हैं तथा शेष सभी wavelengths को absorb (अवशोषित) कर लेते हैं। जिस wavelength को pigment reflect करता है, वस्तु उसी colour की दिखाई देती है। यदि दो या अधिक colours को mix किया जाता है, तो यह mixture दोनों pigments की common wavelength को reflect करती है। चूँकि pigments saturated (pure in colour) नहीं होते, अतः यह wavelength का एक band reflect करते हैं। इस प्रकार कि मिक्सिंग सब्ट्रैक्टिव मिक्सिंग कहलाती है तथा यह पेंटिंग, कलर प्रिंटिंग में होती है।

एडिटिव मिक्सिंग (Additive Mixing) : कलर टेलीविज़न सिस्टम एडिटिव मिक्सिंग पर आधारित होते हैं। इसमें दो या अधिक colours से प्रकाश को independent sources द्वारा (या filters द्वारा) प्राप्त करके एक नये कलर का combined sensation (एकीकृत संवेदन) प्राप्त किया जा सकता है। इसमें mix किये जाने वाले colours का pure होना आवश्यक है। तीन प्राइमरी रंगों, red, green व blue को additive mixing करके (in adjustable intensities) लगभग सभी कलर्स (including white) को उत्पन्न किया जा सकता है। (चित्र 12.24)।



चित्र 12.24—Additive colour mixing.

Red, green व blue प्राइमरी कलर्स कहलाते हैं तथा इनको suitable intensities में add करके जो कलर्स प्राप्त होते हैं, उनको complementary कलर्स कहा जाता है। प्राइमरी कलर्स को suitable intensities में add करके complementary colours निम्नवत् प्राप्त किये जा सकते हैं।

Red + Green = Yellow
Red + Blue = Magenta (Purplish Red)
Green + Blue = Cyan (Greenish Blue)

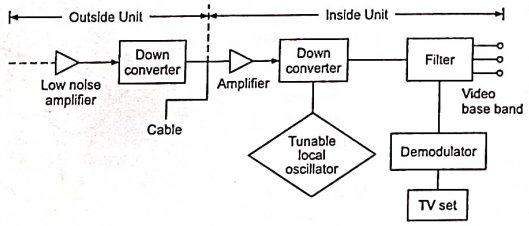
प्रश्न 18. DTH क्या होता है?

उत्तर—Direct broadcasting system में TV signal को satellite से सीधे receive किया जाता है और इसको individual या community reception के लिए use किया जाता है। इसमें Ku-band (downlink frequency 12 GHz तथा uplink frequency 14.5 से 14.8 GHz) का use किया जाता है हालांकि भौगोलिक क्षेत्र के अनुसार frequencies में थोड़ा बहुत change किया जा सकता है। इसके earth station को domestic area में स्थापित किया जा सकता है तथा Dish का size लगभग 0.2 से 0.8 मीटर तक रखा जाता है।

DBS में Ku-band का उपयोग करने के कई लाभ हैं जैसे कि—

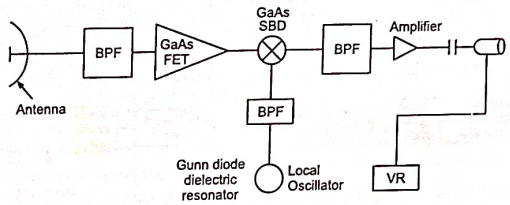
(1) Receiver का deflected diameter 1 meter से कम होता है। अधिक gain प्राप्त होती है। TIRP उच्च होती है तथा कई channels को accommodate किया जा सकता है।

DBS system का block diagram चित्र 12.33(a) में प्रदर्शित है इसके दो भाग होते हैं—Outside unit तथा inside unit।



चित्र 12.33(a)—DBS system का block diagram

Outside Unit—इसमें एक receiving antenna होता है जो कि low noise amplifier, converter combination को directly feed करता है। Receiving antenna में एक parabolic reflector होता है जिसमें active element के रूप में horn का use किया जाता है। Horn को सीधे reflector के सामने रखा जा सकता है या offset feed का use किया जा सकता है। Receiving horn signal को LNA तथा converter में feed करता है। यह दोनों मिलकर Low Noise Block या LNB कहलाते हैं। इनसे broadband 12 GHz signal को gain प्रदान किया जाता है और फिर lower frequency range में convert किया जाता है ताकि coaxial cable की सहायता से इसको indoor unit में feed, किया जा सके। Outside unit का block diagram चित्र 12.33(b) में प्रदर्शित है।



चित्र 12.33(b)—DBS system का outside unit

प्रश्न 19. निम्न पर चर्चा कीजिये—
(i) VoD (Video on Demand) (ii) CCTV (iii) HDTV

उत्तर—वीडियो-ऑन-डिमान्ड वह सिस्टम है जिसमें users उपलब्ध selection में से अपनी इच्छानुसार कोई भी film या program का चयन कर सकते हैं।

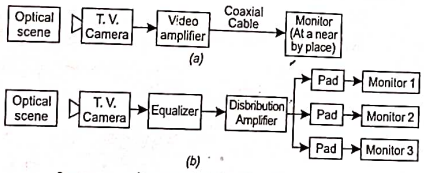
Video on demand is a system in which viewers choose a movie or a program by means of a PC or interactive TV system from a wide available selection.

Video on demand (VoD) is a system that allows user to select and watch video content of their choice on their TVs or computer. VoD is one of the dynamic features offered by Internet Protocol Television. VoD provide users with a menu of available video from which to choose. The video data is transmitted via Real-Time Streaming Protocol.

क्लोज्ड सर्किट टेलीविज़न (Closed Circuit Television or CCTV)—CCTV टेलीविज़न का एक ऐसा अनुप्रयोग है जिसमें कैमरा सिगनल केवल सीमित रिसीवर्स (अर्थात् मॉनीटर्स) को ही उपलब्ध कराये जाते हैं।

"Closed Circuit Television is a special Television application in which the camera signals are made available only to a limited number of receivers. The type of link depends on distance between scene and receiver, number and spread of receivers and the mobility of these two."

चित्र 12.34 (a) में CCTV का सरलतम ब्लॉक डायग्राम प्रदर्शित किया गया है। इसमें scene को camera द्वारा televise करके तथा amplify करके coaxial cable द्वारा सीधे monitor को feed किया गया है। अतः इसमें television monitor को reception हेतु tuned RF तथा IF प्रवर्धकों की आवश्यकता नहीं होती। 1V का peak value signal ही ऐसी reception हेतु sufficient (पर्याप्त) होता है। चित्र 12.34 (b) के CCTV सिस्टम में receivers एक से अधिक है, अतः distribution amplifiers (वितरण प्रवर्धकों) का use किया गया है।



चित्र 12.34—क्लोज्ड सर्किट टेलीविज़न सिस्टम का ब्लॉक डायग्राम
(a) CCTV linked to a single Monitor, (b) CCTV linked to multiple monitors.

High Definition Television(HDTV) या wide dimension television या (WDTV) सिस्टम में वर्तमान समय में प्रयुक्त की जा रही 625 लाइन प्रति फ्रेम टेलीविजन प्रणाली में, रिसीवर्स में छोटे आकार की, 50 सेमी या अधिक से अधिक 60 सेमी स्क्रीन वाली पिक्चर ट्यूब प्रयोग की जा सकती हैं जिससे कि लाइनें अलग-अलग न दिखाई दें बल्कि पिक्चर की निरन्तरता (continuity) के लिए एक साथ मिली हुई (integrated) प्रतीत हों। इस कारण से इन छोटे आकार की पिक्चर ट्यूब प्रणाली का रिजॉल्यूशन सीमित (limited) होता है। रिजॉल्यूशन (or definition) को सुधारने के लिए बड़े आकार के स्क्रीन की आवश्यकता है। परन्तु प्रति फ्रेम लाइनों की संख्या बढ़ाये बिना स्क्रीन का आकार बढ़ाने पर लाइनें अलग-अलग दिखायी देंगी तथा पिक्चर (continuity) प्रभावित होगी जिससे पिक्चर एक सम्पूर्ण पिक्चर (whole picture) की भाँति नहीं प्रतीत होगी। इसके अतिरिक्त ल्यूमिनैन्स तथा कलर सिगनलों के मध्य, इन्टरलीविंग होने के कारण क्रॉस-टॉक (cross talk) भी काफी अप्रिय एवं स्पष्ट हो सकती हैं पिक्चर भी काफी धुंधली (blurred) एवं फेड (fade) हो जाती हैं। अतः उच्च डैफिनिशन (definition) प्राप्त करने के लिए, स्क्रीन का आकार बढ़ाने के साथ अन्य स्टैन्डर्ड्स में भी परिवर्तन करना आवश्यक हैं यह नई प्रणाली 'high definition television' अथवा HDTV कहलाता है।

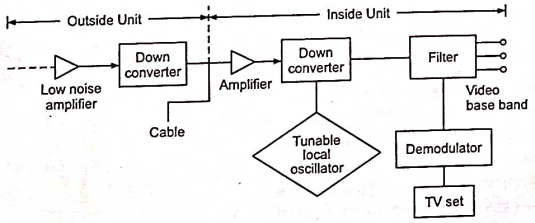
प्रश्न 18. DTH क्या होता है?

उत्तर—Direct broadcasting system में TV signal को satellite से सीधे receive किया जाता है और इसको individual या community reception के लिए use किया जाता है। इसमें Ku-band (downlink frequency 12 GHz तथा uplink frequency 14.5 से 14.8 GHz) का use किया जाता है हालांकि भौगोलिक क्षेत्र के अनुसार frequencies में थोड़ा बहुत change किया जा सकता है। इसके earth station को domestic area में स्थापित किया जा सकता है तथा Dish का size लगभग 0.2 से 0.8 मीटर तक रखा जाता है।

DBS में Ku-band का उपयोग करने के कई लाभ हैं जैसे कि—

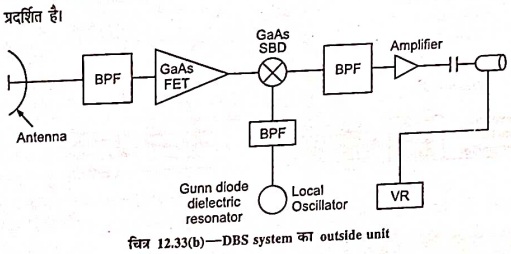
(1) Receiver का deflected diameter 1 meter से कम होता है। अधिक gain प्राप्त होती है। TIRP उच्च होती है तथा कई channels को accommodate किया जा सकता है।

DBS system का block diagram चित्र 12.33(a) में प्रदर्शित है इसके दो भाग होते हैं—Outside unit तथा inside unit।



चित्र 12.33(a)—DBS system का block diagram

Outside Unit—इसमें एक receiving antenna होता है जो कि low noise amplifier, converter combination को directly feed करता है। Receiving antenna में एक parabolic reflector होता है जिसमें active element के रूप में horn का use किया जाता है। Horn को सीधे reflector के सामने रखा जा सकता है या offset feed का use किया जा सकता है। Receiving horn signal को LNA तथा converter में feed करता है। यह दोनों मिलकर Low Noise Block या LNB कहलाते हैं। इनसे broadband 12 GHz signal को gain प्रदान किया जाता है और फिर lower frequency range में convert किया जाता है ताकि coaxial cable की सहायता से इसको indoor unit में feed, किया जा सके। Outside unit का block diagram चित्र 12.33(b) में प्रदर्शित है।



चित्र 12.33(b)—DBS system का outside unit

प्रश्न 19. निम्न पर चर्चा कीजिये—

(i) VoD (Video on Demand) **(ii) CCTV** **(iii) HDTV**

उत्तर—वीडियो-ऑन-डिमान्ड वह सिस्टम है जिसमें users उपलब्ध selection में से अपनी इच्छानुसार कोई भी flim या program का चयन कर सकते हैं।

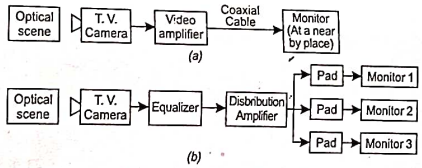
Video on demand is a system in which viewers choose a movie or a program by means of a PC or interactive TV system from a wide available selection.

Video on demand (VoD) is a system that allows user to select and watch video content of their choice on their TVs or computer. VoD is one of the dynamic features offered by Internet Protocol Television. VoD provide users with a menu of available video from which to choose. The video data is transmitted via Real-Time Streaming Protocol.

क्लोज्ड सर्किट टेलीविज़न (Closed Circuit Television or CCTV)—CCTV टेलीविज़न का एक ऐसा अनुप्रयोग है जिसमें कैमरा सिगनल केवल सीमित रिसीवर्स (अर्थात् मॉनीटर्स) को ही उपलब्ध कराये जाते हैं।

"Closed Circuit Television is a special Television application in which the camera signals are made available only to a limited number of receivers. The type of link depends on distance between scene and receiver, number and spread of receivers and the mobility of these two."

चित्र 12.34 (a) में CCTV का सरलतम ब्लॉक डायग्राम प्रदर्शित किया गया है। इसमें scene को camera द्वारा televise करके तथा amplify करके coaxial cable द्वारा सीधे monitor को feed किया गया है। अत: इसमें television monitor को reception हेतु tuned RF तथा IF प्रवर्धकों की आवश्यकता नहीं होती। 1V का peak value signal ही ऐसी reception हेतु sufficient (पर्याप्त) होता है। चित्र 12.34 (b) के CCTV सिस्टम में receivers एक से अधिक है, अत: distribution amplifiers (वितरण प्रवर्धकों) का use किया गया है।

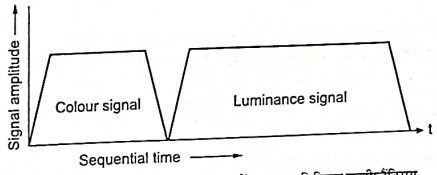


चित्र 12.34—क्लोज्ड सर्किट टेलीविज़न सिस्टम का ब्लॉक डायग्राम
(a) CCTV linked to a single Monitor, (b) CCTV linked to multiple monitors.

High Definition Television(HDTV) या wide dimension television या (WDTV) सिस्टम में वर्तमान समय में प्रयुक्त की जा रही 625 लाइन प्रति फ्रेम टेलीविजन प्रणाली में, रिसीवर्स में छोटे आकार की, 50 सेमी या अधिक से अधिक 60 सेमी स्क्रीन वाली पिक्चर ट्यूब प्रयोग की जा सकती हैं जिससे कि लाइनें अलग-अलग न दिखाई दें बल्कि पिक्चर की निरन्तरता (continuity) के लिए एक साथ मिली हुई (integrated) प्रतीत हों। इस कारण से इन छोटे आकार की पिक्चर ट्यूब प्रणाली का रिजॉल्यूशन सीमित (limited) होता है। रिजॉल्यूशन (or definition) को सुधारने के लिए बड़े आकार के स्क्रीन की आवश्यकता है। परन्तु प्रति फ्रेम लाइनों की संख्या बढ़ाये बिना स्क्रीन का आकार बढ़ाने पर लाइनें अलग-अलग दिखायी देंगी तथा पिक्चर (continuity) प्रभावित होगी जिससे पिक्चर एक सम्पूर्ण पिक्चर (whole picture) की भाँति नहीं प्रतीत होगी। इसके अतिरिक्त ल्यूमिनैन्स तथा कलर सिगनलों के मध्य, इन्टरलीविंग होने के कारण क्रॉस-टॉक (cross talk) भी काफी अधिक एवं स्पष्ट हो सकती हैं पिक्चर भी काफी धुंधली (blurred) एवं फेड (fade) हो जाती है। अत: उच्च डैफिनिशन *(definition)* प्राप्त करने के लिए, स्क्रीन का आकार बढ़ाने के साथ अन्य स्टैन्डर्ड्स में भी परिवर्तन करना आवश्यक है यह *नई* प्रणाली 'high definition television' अथवा HDTV कहलाता है।

Wide-screen TV systems in which the size of the screen is 1 metre or more can give real life-size display as on a cinema screen. Such a system is called Wide Dimension Television (WDTV) or High Definition Television (HDTV). The large size gives naturalness to the display and is more enjoyable than the display on the small screen. Wide-screen light-definition TV systems require different techniques, and thwerefore the present-day 625/525 line systems are designated as convention TV systems to distinguish them from wide-screen HDTV systems.

ल्यूमिनैन्स तथा कलर सिगनल परस्पर इन्टरलीव (interleaved) नहीं होते, बल्कि ये, टाइम डिविजन मल्टीप्लैक्सिंग (TDM) के सिद्धान्त पर, टाइम अक्ष पर, चित्र 12.35 के अनुसार अलग-अलग स्थितियाँ ग्रहण करते हैं।



चित्र 12.35—ल्यूमिनैन्स तथा कलर सिगनलों का टाइम डिविजन मल्टीप्लैक्सिंग

टाइम डिविजन मल्टीप्लैक्सिंग के कलर ल्यूमिनैन्स-इन्टरफेरन्स (Cross-talk interference) समाप्त हो जाती है क्योंकि कलर तथा ल्यूमिनैन्स सिगनल एक साथ ट्रांसमिट नहीं किये जाते। यह क्रिया मल्टीपलैक्सिंग एनेलॉग कम्पोनैन्ट्स (MAC) प्रणाली कहलाती है।

HDTV प्रणाली के मान (standards) निम्न प्रकार हैं—

स्क्रीन का आकार (Screen size) : 1 meter

प्रति फ्रेम लाइनों की संख्या (Line perfame) : 1975

ऑसपैक्ट अनुपात (Aspect ratio) : 16 : 19

सिंक पल्स (Sync pulse) : Not required

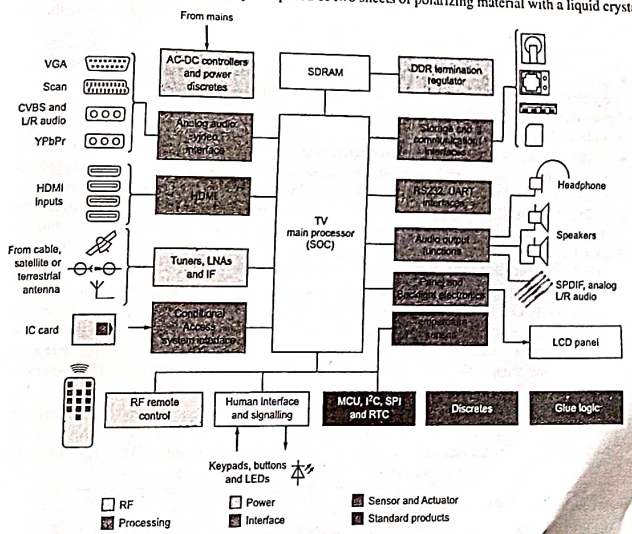
बड़े आकार के स्क्रीन के लिये aspect ratio का मान 16 : 9 तथा छोटे आकार के स्क्रीन के लिये 5 : 3 उपयुक्त माना जाता है।

प्रश्न 20. LCD व LED TV क्या होते हैं? इनकी तुलना कीजिये।

उत्तर—LCD and LED TV's

- LCD stands for Liquid Crystal Display and technically, both LED and LCD TVs are liquid crystal displays.
- Basic technology is the same in that both television types have two layers of polarized glass through which the liquid crystals both block and pass light.
- LED TVs are a subset of LCD TVs.
- LED, which stands for Light Emitting Diodes, differs from general LCD TVs in that LCDs use fluorescent lights while LEDs use those light emitting diodes.
- Placement of the lights on an LED TV can differ.
- Fluorescent lights in an LCD TV are always behind the screen. On an LED TV, the light emitting diodes can be placed either behind the screen or around its edges.

- Difference in lights and in lighting placement results in that LED TVs can be thinner than LCDs, although this is starting to change.
- LED TVs run with greater energy efficiency and can provide a clearer, better picture than the general LCD TVs.
- LED TVs provide a better picture for two basic reasons.
- First, LED TVs work with a color wheel or distinct RGB-colored lights (red, green, blue) to produce more realistic and sharper colors.
- Second, light emitting diodes can be dimmed.
- The dimming capability on the back lighting in an LED TV allows the picture to display with a truer black by darkening the lights and blocking more light from passing through the panel. This capability is not present on edge-lit LED TVs; however, edge-lit LED TVs can display a truer white than the fluorescent LED TVs.
- Because all these LCD TVs are thin-screen, each has particular angle-viewing and anti-glare issues.
- The backlit TVs provide better, cleaner angle viewing than the edge-lit LED TV.
- However, the backlit LED TV will usually have better angle viewing than the standard LCD TV. Both LED and LCD TVs have good reputations for their playback and gaming quality.
- An LED TV uses a liquid crystal display (LCD) panel to control where light is displayed on your screen. These panels are typically composed of two sheets of polarizing material with a liquid crystal



चित्र 12.36—Block Diagram of LCD Television

परीक्षा में पूछे जाने वाले महत्वपूर्ण प्रश्न
(IMPORTANT QUESTIONS FREQUENTLY ASKED IN EXAMINATION)

1. (a) माइक्रोफोन क्या होते हैं? Carbon, Moving coil व Cordless Microphones के विषय में बताइये।
   (b) Loudspeakers क्या होते हैं? Direct radiating व horn loudspeaker के विषय में बताइये।
   (c) Multispeaker system से आप क्या समझते हैं?
2. (a) Hi-Fi stereo क्या होते हैं?
   (b) Dolby system क्या होता है?
   (c) Fidelity क्या होती है?
   (d) Noise व distortion क्या होते हैं? Audio system में विभिन्न प्रकार के noise व distortion बताइये।
3. (a) Audio को data व signal के रूप में कैसे व्यक्त किया जाता है?
   (b) Digital audio processor को समझाइये।
   (c) Time compression व expansion क्या होता है?
4. (a) Explain in brief :
      (i) TV camera
      (ii) TV transmitter
      (iii) Propagation of Television signal
      (iv) Reception through antenna
      (v) TV receiver
      (vi) Aspect Ratio.
   (b) Briefly mentoin the following TV cummunication types
      (i) CCTV
      (ii) Cable TV
      (iii) CATV
      (iv) MATV
      (v) Satellite TV
   (c) Explain the factors affecting range of TV coverage with proper emphasis on the following :
      (i) Line of sight Propagation
      (ii) Effect of Earth curvature
      (iii) Transmittng and Receiving antenna heights
      (iv) Power of the transmitter.
5. (a) Television क्या होता है? एक TV communication system के विभिन्न elements पर चर्चा कीजिये।
   (b) Scanning क्या होती है?
   (c) Synchronising व Blanking pulses की क्या आवश्यकता है?
   (d) VSB व composite video signal पर चर्चा कीजिये।
6. (a) Colour Television व Monochrome Television की compatibility से आप क्या समझते हैं?
   (b) Primary व secondary colours क्या होते हैं?
   (c) Colour mixing क्या होती है?

   (d) Colour triangle क्या होता है?
   (e) PAL coder व decoder (Transmitter व Receiver) के विषय में बताइये।
   (f) NTSC, PAL व SECAM की तुलना कीजिये।
7. (a) Digital satellite television क्या होता है।
   (b) DTH क्या होता है?
   (c) निम्न पर चर्चा कीजिये—
      (i) VoD (Video on Demand)
      (ii) CCTV
      (iii) HDTV
   (d) LCD व LED TV क्या होते हैं? इनकी तुलना कीजिये।
8. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये—
   (a) Microwave Oven
   (b) Food Processors
   (c) Digital Electronic Lock
   (d) Vacuum Cleaner
   (e) Xerox Machine
   (f) Scanner

(ODD SEMESTER) MARCH-2021 EXAMINATION

कन्स्यूमर इलैक्ट्रॉनिक्स

(CONSUMER ELECTRONICS)

[Time : 2:30 Hours] [Maximum Marks : 5

नोट: सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिये।

1. निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये— [2 × 5 =
   (अ) मोडुलेशन क्या है? संचार पद्धति में इसका क्या महत्व है?
   (ब) Scanning क्या है? इसकी आवश्यकता क्यों पड़ती है?
   (स) T.V. के Composite वीडियो सिग्नल का चित्र बनाकर प्रत्येक भाग को दर्शाइये।
2. निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये— [2 × 5 =
   (अ) Hi-Fi स्टीरियो तथा dolby सिस्टम की कार्यप्रणाली समझाइये।
   (ब) Companding क्या है? संचार पद्धति में इसका उपयोग कैसे होता है?
   (स) ध्वनि संकेत का विद्युत संकेत में बदलने के लिए प्रयुक्त किसी इलेक्ट्रानिक युक्ति का नाम बताइये तथा इ कार्यविधि लिखिए।
3. निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये— [2 × 5 =
   (अ) LCD तथा LED में मुख्य अंतर स्पष्ट कीजिये।
   (ब) DTH से क्या अभिप्राय है? इसके उपयोग लिखो।
   (स) किसी स्मार्ट फोन के मुख्य घटकों का वर्णन कीजिये। यह हमारे लिये कैसे उपयोगी है?
4. निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये— [2 × 5 =
   (अ) किसी माइक्रोवेव ओवन के कार्य करने की क्रिया विधि समझाइये।
   (ब) क्लोज्ड सर्किट टी० वी० एवं इसके अनुप्रयोग लिखो।
   (स) T.V. कैमरा ट्यूब की सचित्र कार्यप्रणाली लिखो।
5. निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये— [2 × 5 =
   (अ) फाइडेलिटी तथा सेलेक्टिविटी (सुग्राहिता)
   (ब) डायरेक्ट रेडियेटिंग टाइप लाउडस्पीकर
   (स) वेस्टीजियल साइडबैंड (VSB)

(ODD SEMESTER) MARCH-2022 EXAMINATION

कन्स्यूमर इलैक्ट्रॉनिक्स

(CONSUMER ELECTRONICS)

[Time : 2:30 Hours] [Maximum Marks : 50]

नोट: सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिये।

1. निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये— [2 × 5 = 10]
   (अ) एनॉलाग तथा डिजिटल मॉडुलेशन विधि में क्या अन्तर है? उदाहरण सहित समझाइये।
   (ब) सैटेलाइट टी०वी० में Video on Demand क्या है?
   (स) LCD की कार्यप्रणाली समझाइये तथा इसके मुख्य उपयोग बताइये।
2. निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये— [2 × 5 = 10]
   (अ) किसी Dish एन्टीना की कार्यप्रणाली समझाइये तथा Best Reception के लिए इसे कैसे स्थापित करें?
   (ब) पब्लिक एड्रेस सिस्टम की कार्यप्रणाली का वर्णन कीजिए, इसका उपयोग कहाँ होता है?
   (स) किसी LED टेलिविजन रिसीवर का ब्लाक डायग्राम बनाकर कार्यविधि समझाइये। इसके Conventional T.V. रिसीवर की तुलना में क्या लाभ हैं?
3. निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये— [2 × 5 = 10]
   (अ) डिजिटल टी०वी० सिस्टम क्या है? विभिन्न प्रकार के T.V. Systems की तुलना कीजिए।
   (ब) SECAM सिस्टम की विशिष्टयां लिखिये।
   (स) किसी टी०वी० रिसीवर के रिमोट कंट्रोल का कार्य समझाइये।
4. निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये— [2 × 5 = 10]
   (अ) Moving Coil माइक्रोफोन की कार्यप्रणाली समझाइये।
   (ब) लाउडस्पीकर की कार्यप्रणाली सिद्धान्त सहित समझाइये।
   (स) मल्टीस्पीकर सिस्टम क्या है? इसके कुछ उपयोग बताइये।
5. निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये— [2 × 5 = 10]
   (अ) विडिकॉन कैमरा ट्यूब
   (ब) PAL टी०वी० रिसीवर
   (स) HD T.V. रिसीवर