SYLLABUS

ELECTRICAL DESIGN, DRAWING AND ESTIMATING-II

L	T	P
5	–	8

RATIONALE

A diploma holder in Electrical Engineering is supposed to have ability to :

(i) Read, understand and interpret electrical engineering drawings

(ii) Communicate and correlate through sketches and drawings

(iii) Prepare working drawings of electrical circuits, motor control, earthing and motor parts

The contents of this subject has been designed to develop requisite knowledge and skills of electrical drawings in the students of diploma in electrical engineering.

LEARNING OUTCOMES

After undergoing the subject, students will be able to :

- recognize contactor and its use in various applications of three phase induction motor
- recognize different types of earthing
- name relevant IS specification for earthing
- read and interpret key diagrams
- read and interpret schematic and wiring diagrams
- prepare estimate of wiring installation.
- prepare estimate of small sub-station.

DETAILED CONTENTS

1. Contractor Control Circuits (10 Periods)

Design of circuit drawing of schematic diagram and power wiring diagram of following circuits, specification of contactors

1.1 DOL starting of 3-phase induction motor

1.2 3-phase induction motor getting supply from selected feeder

1.3 Forwarding/reversing of a 3-phase induction motor

1.4 Two speed control of 3-phase induction motor

1.5 Limit switch control of a 3-phase induction motor

1.6 Sequential operating of two motors using time delay relay

1.7 Manually generated star delta starter for 3-phase induction motor

1.8 Automatic star delta starter for 3-phase induction motor

1.9 Control circuit for cross road signal

2. Earthing : (08 Periods)

2.1 Concept and purpose of earthing

2.2 Different types of earthing, drawings of plate and pipe earthing.

2.3 Procedure of earthing, test of materials required and costing and estimating

2.4 Method of reducing earth resistance

2.5 Relevant IS specification of earth electrode for earthing a transformer, a high building.

2.6 Earthing layout of distribution transformer

2.7 Substation earthing layout and earthing materials

2.8 Line diagram of 11 kV, 33 kV, 66 kV, 132 kV sub-stations

3. Schematic Diagram of lighting system of conference room/Theatre/sports stadium (indoor and outdoor) and Circuits using timers using CAD and, Drawing sheets.

(08 Periods)

4. Estimation of Internal Wiring Installation : (12 Periods)

Estimation of wiring installation for commercial and industrial buildings such as multi-storied hotels, hospitals, schools, colleges, cinema, community centers, public library, high rise residential buildings, etc., including design of layout, load estimation, Demand factor and diversity factor, power distribution scheme, list of material with specifications, estimation of Cost Preparing Relevant Electrical Schedule of rate (CPWD or PWD) using latest practices, materials and accessories.

5. Estimation of Power Wiring : (08 Periods)

I.S. specifications and I.E. rules, calculation of current for single and three phase motors. Determination of sizes of cables, conductors distribution board, main switches and starters for power circuits. Cost of equipments and accessories and schedule of materials. Estimation and cost of material and work for motors upto 20 H.P., pumpsets and small workshops.

6. Estimation of Overhead and Underground Distribution Lines : (08 Periods)

Main components of overhead lines-line supports, cross-arm, clamps, conductors and staysets, lightning arrestors, danger, plates, anticlimbing devices, bird guards, jumpers etc., concreting of poles, earthing of transmission line, formation of lines, specification of materials for OH limes. IS. specification and I.E. rules. Cost of material and work for overhead and undergoing lines upto 11 kV only.

7. Estimation of Service Connections : (08 Periods)

Service connection, types of service connections-overhead and underground for single storey and double storey buildings, estimate of materials required for giving service connection to domestic consumers, commercial consumers and industrial consumers at L.T. and H.T. costing of material and work in above cases.

8. Estimation of Small Sub-station : (08 Periods)

Main equipments and auxiliaries installed on the sub-station. Estimation of materials required for a small distribution sub-station (indoor and outdoor type-platform and pole mounted). Costing of material and work of above sub-stations.

Note : *Draw various schematic and wiring diagrams using graphic package (preferably CAD)*

LIST OF PRACTICALS

1. Earthing
2. Commercial and industrial buildings
3. Power wiring layout and circuits
4. Stays, line crossing, line earthing, end poles and terminal poles, junction poles/towers and transposition pole/towers.
5. Service connection domestic, industrial and agriculture.
6. Substation layout and bus bar arrangements
7. Machine drawings-induction and synchronous machines.
8. Winding of induction machine, 3-phase; single-phase.
9. Reading and interpreting practical drawing of wiring installation and control circuits.
10. Winding of synchronous machine 3-phase. (alternator and synchronous motor)

Means of Assessment

- Design and drawing
- Assignments and quiz / class tests, mid-term and end-term written tests, model / prototype making.

"Please like Share and Subscribe My Youtube Channel
"Electrical Study 2.0"

विषय-सूची

क्रम सं.	अध्याय		पृष्ठ संख्या
1.	सम्पकर्क नियंत्रण परिपथ (Contractor Control Circuit)	......	1-26
2.	भू-सम्पर्कन (Earthing)	......	27-45
3.	प्रकाश प्रणाली का योजना आरेख (Schematic Diagram of Lighting System)	......	46-49
4.	आंतरिक तार स्थापन का आगणन एवं मूल्यांकन (Estimation and Costing of Internal Wiring)	......	50-103
5.	शक्ति तार स्थापन का आगणन (Estimation of Power Wiring)	......	104-131
6.	शिरोपरि लाइनों का आगणन (वितरण लाइन) (Estimation of Overhead Distribution Lines)	......	132-180
7.	भूमिगत लाइनों का आगणन (Estimation of Underground Distribution Lines)	......	181-194
8.	सेवा संयोजन का आगणन (Estimation of Service Connections)	......	195-210
9.	छोटे विद्युत उपकेन्द्रों का आगणन (Estimation of Small Sub-stations)	......	211-233
10.	चित्रण कार्य (Drawing Work)	......	234-257
11.	भारतीय विद्युत अधिनियम-1956 (Indian Electricity Act. 1956)	......	258-283

- परीक्षा प्रश्न-पत्र

1

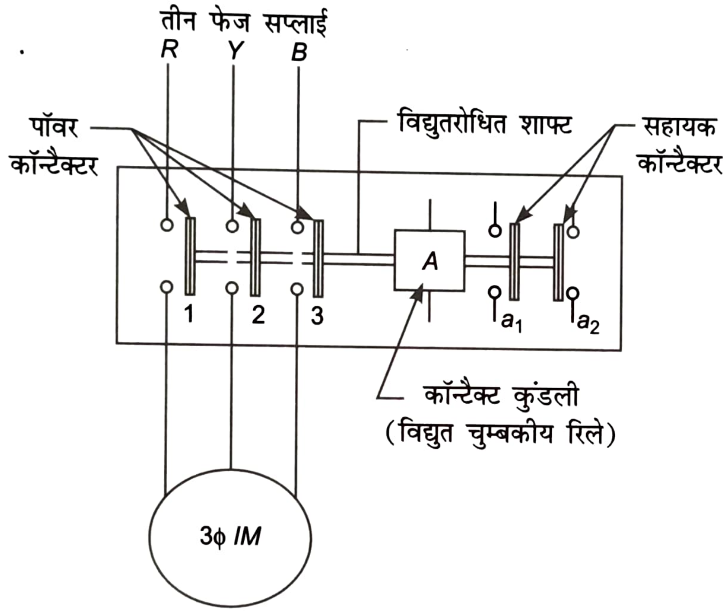
सम्पकर्क नियंत्रण परिपथ

(Contactor Control Circuit)

1.1 परिचय (Introduction)

उद्योगों (Industries) में मोटरों के परिचालन के लिए सामान्यत: स्वचलित नियंत्रण परिपथ (Automatic Control Circuit) का उपयोग किया जाता है। इंडस्ट्री में विभिन्न मोटरों की विभिन्न आवश्यकताएँ होती हैं; जैसे—मोटर को बार-बार चलाना, बन्द करना, गति को नियंत्रित करना तथा एक मोटर के बाद दूसरी मोटर को चलाना आदि। विद्युत मशीनों को भार के सापेक्ष परिचालन हेतु नियंत्रण परिपथ की आवश्यकता होती है।

अधिक धारा या बहुत अधिक शक्ति वाले परिपथ को नियंत्रित करने के लिए या मोटरों की स्विचिंग हेतु जिस डिवाइस का उपयोग किया जाता है, उसे सम्पकर्क (Contactor) कहते है। अत: हम कह सकते हैं, कि यह एक प्रकार का विद्युत नियंत्रित स्विच है, जिसका उपयोग मोटर की सप्लाई को जोड़ने व तोड़ने (Close / Open) के लिए किया जाता है।



चित्र 1.1 सम्पकर्क नियंत्रण परिपथ

कॉन्टैक्टर का एक भाग मैकेनीकली तथा दूसरा भाग इलैक्ट्रीकली कार्य करता है। यह विद्युत चुम्बक (Electromagnete) के सिद्धान्त पर कार्य करता है। मोटर परिचालन में उपयोग किए जाने वाले कॉन्टेक्टर में तीन मुख्य सम्पकर्क तथा दो सहायक सम्पकर्क a_1, a_2 (Auxiliary Contacts) होते हैं। मुख्य सम्पकर्क के अन्तर्गत तीन निविष्ट (Input) सम्पकर्क तथा तीन निर्गत (Output) सम्पकर्क होते हैं, सहायक सम्पकर्क में सामान्यत: दो बन्द (Normaly Closed) तथा दो खुले (Normaly Open) सम्पकर्क होते हैं।

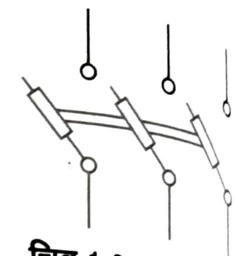
1.2 कॉन्ट्रैक्टर नियंत्रण परिपथ के अवयव (Components of Contractor Control Circuit)

1. मुख्य स्विच (Main Switch)
2. वितरण बोर्ड (Distribution Board)
3. पुश बटन (Push Button)
4. विद्युत चुम्बकीय सम्पकर्क (Electromagnet Contactor)
5. अतिभार सुरक्षा रिले (Overload Protection Relay)

6. फ्यूज (Fuse)
7. सीमा स्विच (Limit Switch)
8. फ्लोट स्विच (Float Switch)

1.2.1 मुख्य स्विच (Main Switch)

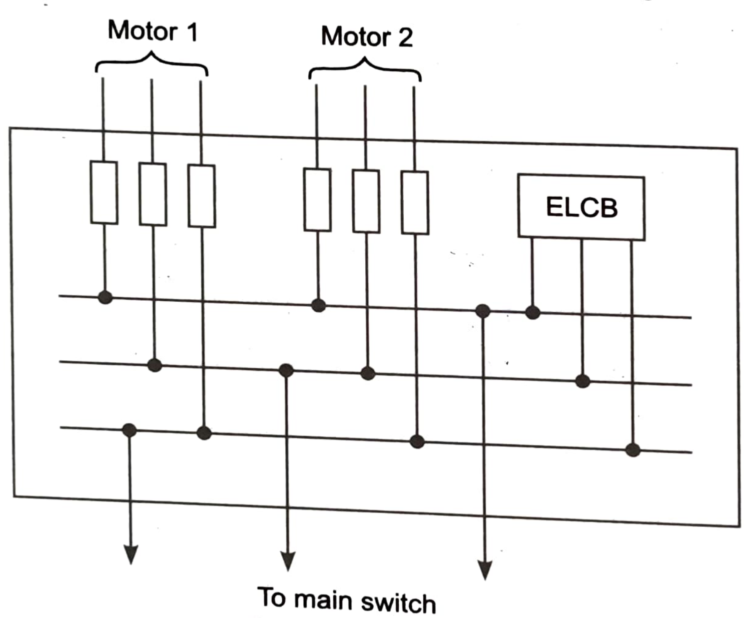
यह एक नियंत्रण उपकरण है जिसका उपयोग मोटर की मुख्य सप्लाई को जोड़ने व बन्द करने के लिए किया जाता है। मुख्य स्विच में सामान्यत: 15 A, 30 A, 50 A, 100 A, 300 A के 500 V ग्रेडिंग के HRC फ्यूज लगे होते हैं।



चित्र 1.2 मुख्य स्विच

1.2.2 वितरण बोर्ड (Distribution Board)

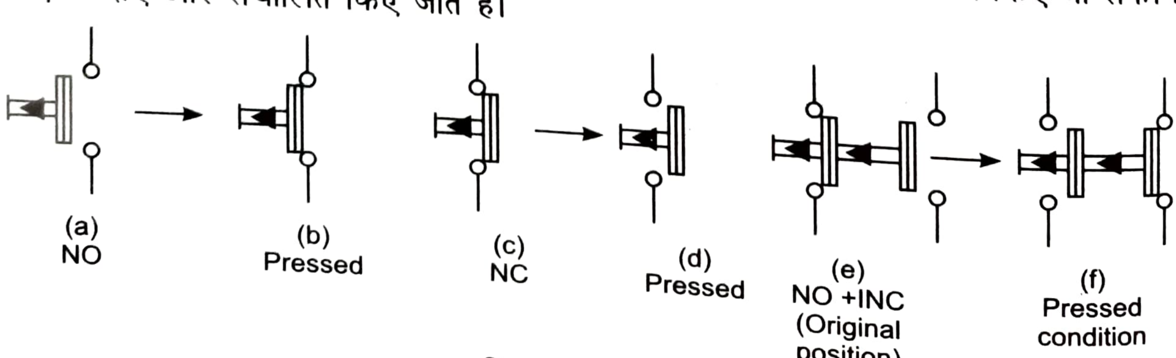
मोटर के स्टार्टर को सप्लाई देने के लिए निर्धारित रेटिंग के वितरण बोर्ड का उपयोग किया जाता है। वितरण बोर्ड मे फ्यूज, बसबार आदि लगे होते हैं, साथ ही भू-क्षरण परिपथ वियोजक (Earth Leakage Circuit Breaker) ELCB भी लगा होता है।



चित्र 1.3 वितरण बोर्ड

1.2.3 पुश बटन (Push Button)

पुश बटन को दबाकर विद्युत परिपथ को जोड़ा या तोड़ा (Close or Open) जाता है, पुश बटन में दो सेट कॉन्टैक्ट उपायेग में लाए जाते हैं—एक सेट खुला ON तथा दूसरा सेट बन्द NC होता है। जब पुश बटन को दबाए रखते हैं और छोड़ने पर पुश बटन पुन: अपनी वास्तविक स्थिति में आ जाता है, क्योंकि इसके अन्दर स्प्रिंग लगी होती है। ये 2 से 3 A, 500 V ग्रेडिंग के होते हैं तथा कॉन्टैक्टर की टिप चाँदी की बनी होती है, जिससे हजारों बार संचालित किए जा सकें। चित्र के अनुसार पुश बटन बाएँ से दाएँ ओर संचालित किए जाते हैं।



चित्र 1.4 पुश बटन

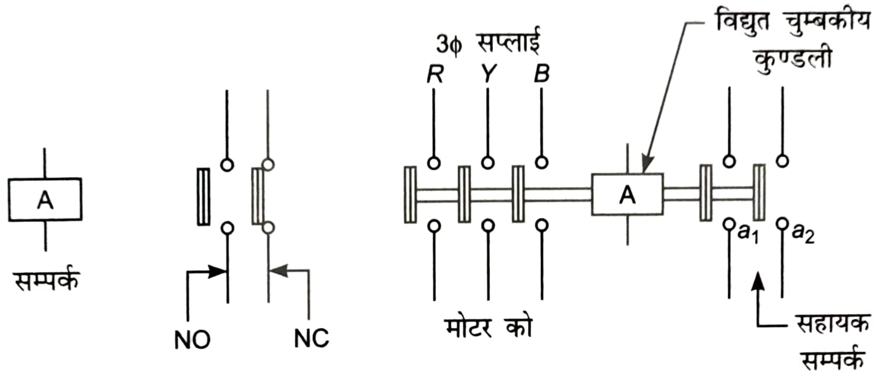
1.2.4 विद्युत चुम्बकीय सम्पकर्क (Electromagnet Contractor)

विद्युत परिपथ को जोड़ने व खोलने के लिए सम्पकर्क को हस्त दाब के बजाय विद्युत चुम्बकीय बल के द्वारा संचालित किया जाता है। विद्युत चुम्बकीय सम्पकर्क की कुण्डली को आवश्यक वोल्टेज सप्लाई से जोड़ा जाता है। एक सामान्य विद्युत चुम्बकीय सम्पकर्क की विशिष्टता :

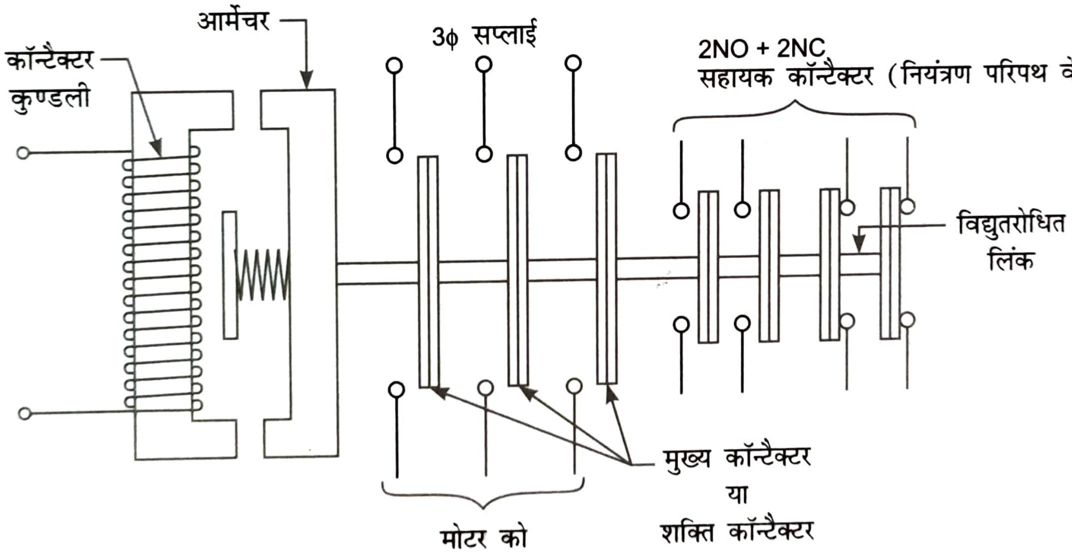
कुंडली वोल्टेज — 440 V या 220 V

धारा — 10A, 15A, 30A, 60A आदि

सम्पकर्क संयोजन — 2 No + 2 Nc, 2 No + 3 Nc या 3 No + 3 Nc आदि।



चित्र 1.5 विद्युत चुम्बकीय सम्पकर्क



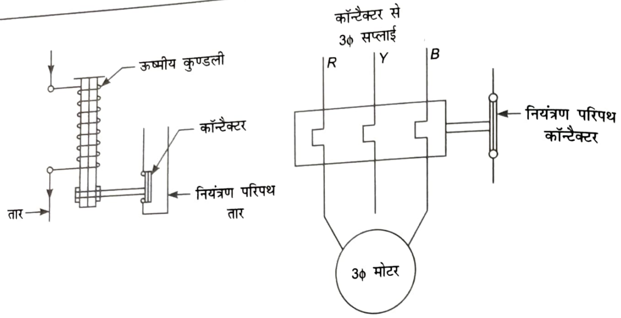
चित्र 1.6

1.2.5 अतिभार सुरक्षा रिले (Overload Protection Relay)

मोटर को अतिभार धारा से बचाने के लिए, मोटर नियत्रंण परिपथ में अतिभार रिले (Overload relay) का उपयोग किया जाता है। अत्यधिक धारा होने पर OLR स्टार्टर को निष्क्रीय (de-energised) कर मोटर को पॉवर परिपथ से अलग कर देती है। यह दो प्रकार की होती है—

1. चुम्बकीय अतिभार रिले (Magnetic OLR)
2. ऊष्मीय अतिभार रिले (Thermal OLR)

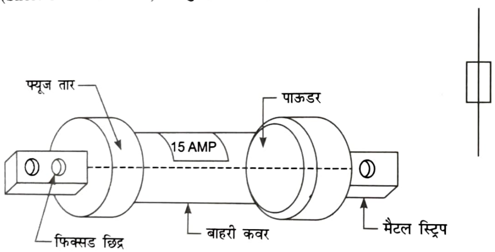
चुम्बकीय अतिभार रिले मोटर में लघु परिपथ, बीयरिंग खराबी तथा मोटर लॉकिंग से सुरक्षा प्रदान करती है तथा ऊष्मीय अतिभार रिले मोटर की अतिभार धारा से सुरक्षा करती है।



चित्र 1.7 अतिभार सुरक्षा रिले

1.2.6 फ्यूज (Fuse)

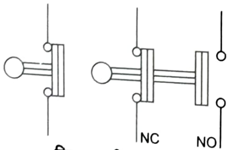
लघुपथ धारा (Short Circuit Current) से सुरक्षा के लिए HRC फ्यूज का उपयोग किया जाता है।



चित्र 1.8 फ्यूज

1.2.7 सीमा स्विच (Limit Switch)

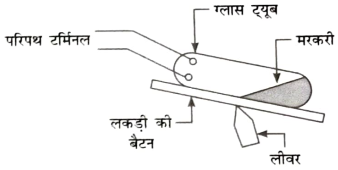
लिमिट स्विच भौतिक विस्थापन को पढ़ता है तथा मैकेनिकली संचालित होता है। यह 1No + 1Nc पुश बटन की तरह होता है, जैसे—गाड़ी का दरवाजा खोलने पर लाइट जल जाती है।



चित्र 1.9 सीमा स्विच

1.2.8 फ्लॉट स्विच (Float Switch)

इस प्रकार के स्विच ओवरहैड पानी के टैंक में उपयोग किए जाते हैं, जो पानी की सतह पर तैरते हैं। एक ग्लास ट्यूब में दो टर्मिनल होते हैं तथा अन्दर मरकरी भरा होता है। मरकरी के द्वारा ही परिपथ पूर्ण होता है।



चित्र 1.10 फ्लॉट स्विच

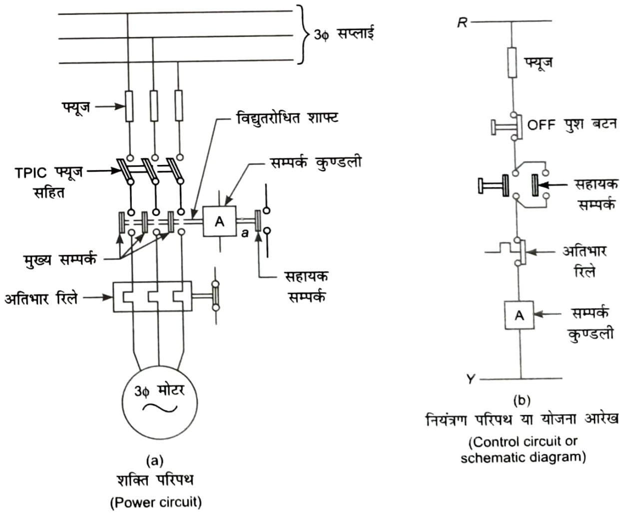
1.3 कॉन्टैक्टर नियंत्रण परिपथ तथा चित्र (Contactor Control Circuit and Diagram)

मोटर नियंत्रण परिपथ के लिए परिपथ दो प्रकार के बनाए जाते हैं—

1. योजना चित्र (Schematic diagram)
2. वायरिंग चित्र (Wiring diagram)

योजना चित्र में आसान, सरल व स्पष्ट रूप से वास्तविक (Practically) वायरिंग चित्र होता है, कॉन्टैक्टर कुण्डली तथा इसके सहायक कॉन्ट्रैक्टर एक-दूसरे के पास होते हैं, परन्तु योजना चित्र में ये अलग-अलग स्थानों पर होते हैं और ये दोनों एक विद्युतरोधी साफ्ट पर लगे होते हैं।

नियंत्रण परिपथ (Control Circuit) में विभिन्न अवयव (Components), जैसे—फ्यूज, ऑफ पुश बटन, स्टार्ट बटन, अतिभार रिले तथा कॉन्टैक्टर श्रेणी में लगे होते हैं। जब START पुश बटन को दबाया जाता है, तो सम्पर्क कुण्डली (Contactor Coil) सक्रिय हो जाती है और शक्ति सम्पर्क (Power Contactor) द्वारा मोटर को सप्लाई मिल जाती है।



चित्र 1.11 कॉन्टैक्टर नियंत्रण परिपथ

तथा सहायक सम्पर्कक (Auxiliary Contractor) बन्द हो जाता है, तब Start का NO तथा *a* का NC बन जाता है। वा... चित्र मे वास्तव में विभिन्न अवयव के सम्बंध (Connection) दिखते हैं। नियंत्रण परिपथ बनाने से पहले योजना चित्र बना... जाता है।

अभिकलपन दिशा-निर्देश (Design Guideline) में निम्नलिखित बिन्दुओं को अपनाया जाता है—

1. रिले या सम्पर्क कुण्डली को सप्लाई देने के लिए START पुश बटन को दबाया जाता है।
2. स्टार्ट पुश बटन को छोड़ने पर भी सप्लाई मिलती रहती है।
3. योजना चित्र पहले बनाते हैं।
4. योजना चित्र के अनुसार विभिन्न अवयव की योजना बनाते हैं।
5. 3 φ सप्लाई क्षैतिज व पॉवर परिपथ लाइन उर्ध्वाधर में दर्शाते हैं।
6. सम्पर्क का परिचालन तथा पुश बटन बाएँ से दाएँ दर्शाते हैं।
7. मुख्य स्विच तथा अन्य स्विच off में दर्शाते हैं।
8. लाइन पार (Crossing) को कम-से-कम दर्शाते हैं।
9. सम्पर्क तथा पुश बटन Non Actuated दिखाते हैं।
10. प्रत्येक अवयव का नाम स्पष्ट रूप से लिखते हैं।

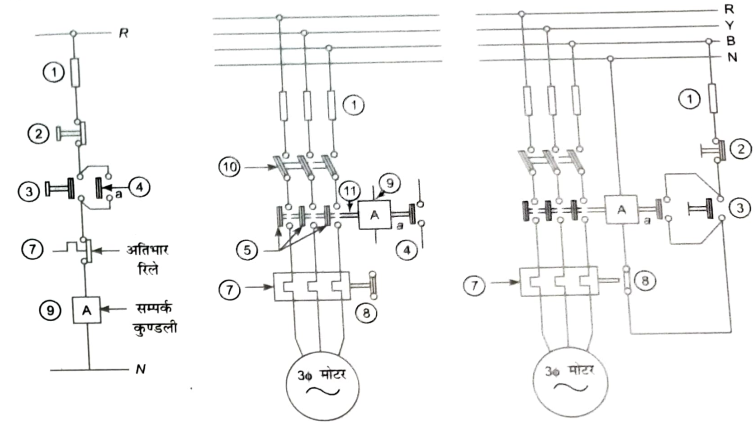
1.3.1 तीन फेस की प्रेरण मोटर का DOL स्टार्टिंग (DOL Starting of 3 φ Motor)

मोटर नियंत्रण के लिए परियोजना चित्र में फ्यूज, पुश बटन, अतिभार रिले तथा विद्युत चुम्बकीय कुण्डली श्रेणी में लगाए जाते है। शक्ति परिपथ में लाइन सप्लाई तथा मीटर के मध्य फ्यूज, TPIC मुख्य स्विच, शक्ति सम्पर्क, नो वोल्ट रिले तथा अतिभार रिले श्रेणी में जुड़े हैं। विद्युत चुम्बकीय कुण्डली 220 V के लिए बनायी जाती है इसलिए उदासीन तार से जोड़ते हैं, सहायक सम्पर्कक पुश बटन को समान्तर में जोड़ते हैं।

1. फ्यूज (Fuse)
2. ऑफ पुश बटन (Off Push Button) — o
3. स्टार्ट पुश बटन (Start Push Button) — s
4. सहायक सम्पर्क (Auxiliary Contactor) —a
5. शक्ति सम्पर्क (Power Contactor)
6. सहायक रिले (Auxiliary Relay)
7. ऊष्मीय अतिभार रिले (Thermal Overlead Relay)
8. अतिभार सम्पर्क (Overload Condactor)
9. रिले कुण्डली (Relay Coil) — A
10. मुख्य स्विच (TPIC Main Switch)
11. विद्युतरोधी साफ्ट (Insulated Link)

जब स्टार्ट पुश बटन को दबाया जाता है, तो रिले कुण्डली सक्रिय हो जाती है और सहायक सम्पर्क को अपनी ओर खींचती है, तब तीनों शक्ति सम्पर्क तथा सहायक सम्पर्क इंटरलॉक हो जाते हैं, जो विद्युतरोधी साफ्ट पर लगे होते हैं। अर्थात् जैसे ही रिले कुण्डली को सप्लाई मिलती है, मोटर को सप्लाई मिल जाती है। जब स्टॉप पुश बटन को दबाया जाता है, तो सम्पर्क कुण्डली अपनी वास्तविक स्थिति (off) में आ जाती हैं, यदि सप्लाई चली जाए, तो भी सम्पर्क कुण्डली (off) स्थिति में आ जाती हैं। जब मोटर किसी कारणवश गर्म हो जाती है, तब अतिभार रिले निष्क्रिय हो जाती है, और परिपथ की सप्लाई को काट देती है, तब फिर से मोटर को चलाने के लिए स्टार्ट पुश बटन को दबाया जाता है।

यदि मोटर को एक स्थान से अधिक स्थानों से नियंत्रित करना हो, तो दो या दो से अधिक स्टार्ट व ऑफ पुश बटन लगाए जाते हैं तथा एक इमर्जेंसी मुख्य स्विच भी लगाया जाता है।



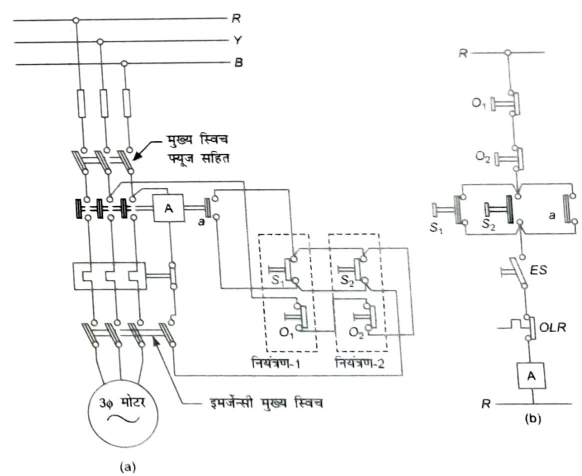
(a) योजनाचित्र या नियंत्रण परिपथ

(b) शक्ति परिपथ

(c) वायरिंग आरेख

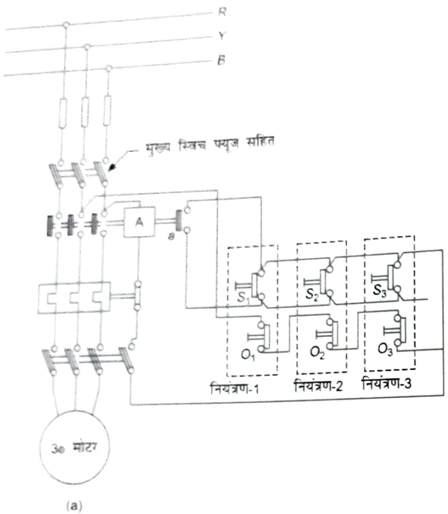
चित्र 1.12

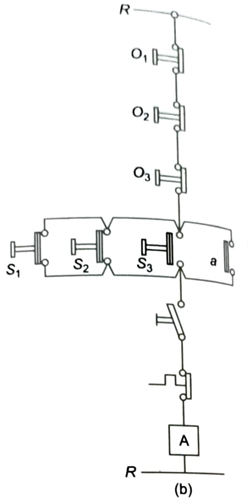
1. दो स्थानों से नियंत्रण



चित्र 1.13 तीन-फेस की प्रेरण मोटर का DOL स्टार्टिंग

2. तीन स्थानों से नियंत्रण





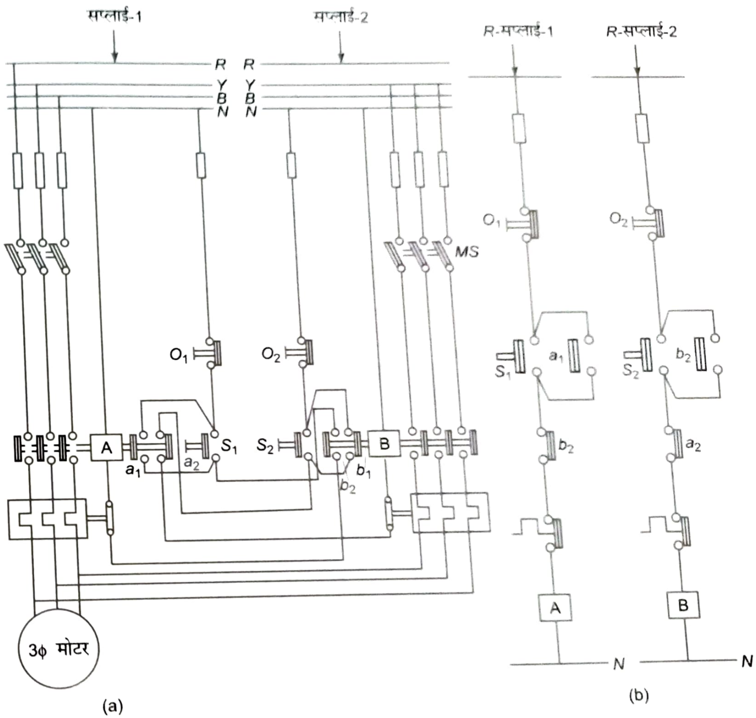
चित्र 1.14 तीन स्थानों से नियंत्रण

1.3.2 दिए गए फीडर से सप्लाई नियंत्रण (3 φ I M Getting Supply From Selected Feeder)

इंडस्ट्री में उत्पादन के समय मोटर के लिए सप्लाई में किसी प्रकार की रुकावट नहीं आनी चाहिए, यदि मोटर एक फीडर से सप्लाई ले रही है और अचानक बिजली चली जाए, तो मोटर बिना रूके दूसरे फीडर से जुड़ जानी चाहिए। मोटर को एक सप्लाई से दूसरी सप्लाई में जोड़ने के लिए दो सम्पकर्क रिले *A* व *B* तथा दो सहायक सम्पकर्क और दो सेट पुश बटन का उपयोग किया जाता है।

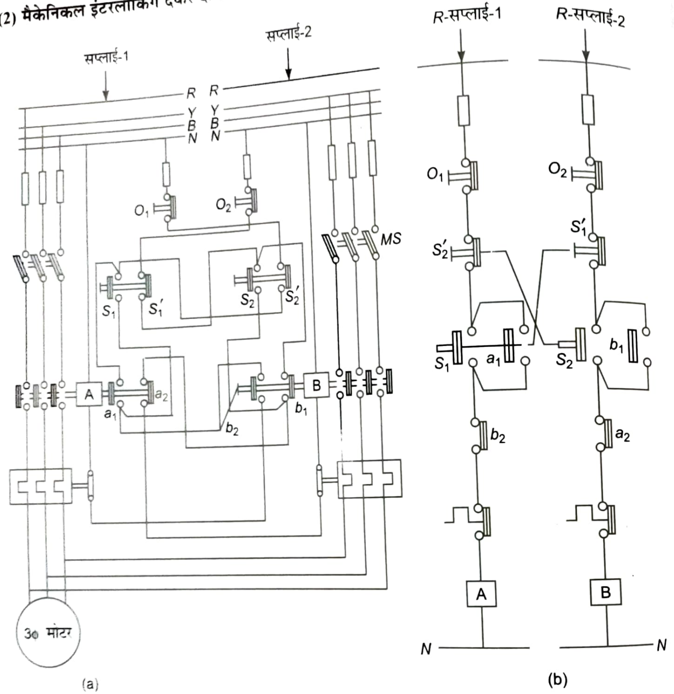
इस स्थिति में सम्पकर्क रिले के NC सम्पकर्क को श्रेणी में दूसरी सप्लाई से जोड़ देते हैं, ठीक इसी प्रकार दूसरी रिले को NC सहायक सम्पकर्क को श्रेणी में पहली सप्लाई से जोड़ देते हैं। इस नियंत्रण से मोटर को एक साथ दोनों सप्लाई से पॉवर नहीं मिलती है एक समय में एक ही सप्लाई से मोटर को पॉवर मिलेगी।

(1) दो सप्लाई से बदल-बदलकर चलाना—



चित्र 1.15 दो सप्लाई बदल-बदलकर चलाना

(2) मैकेनिकल इंटरलॉकिंग देकर दो सप्लाई से बदल-बदलकर चलाना—

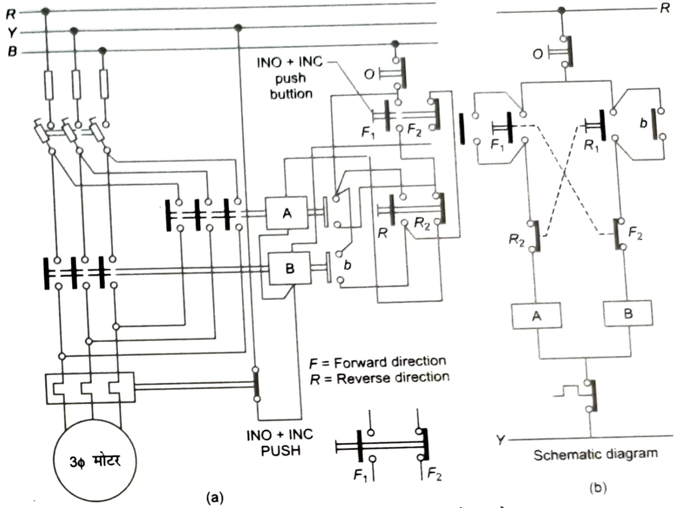


चित्र 1.16 मैकेनिकल इंटरलॉकिंग देकर दो सप्लाई से बदल-बदलकर चलाना

1.3.3 फॉरवर्ड / रिवर्स नियंत्रण 3 ϕ प्रेरण मोटर (Forwarding / Reversing Control of 3 ϕ I M)

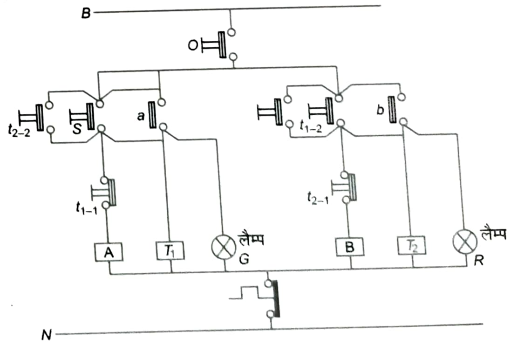
मोटर की दिशा परिवर्तन के लिए 1 NO + 1 NC पुश बटन का उपयोग किया जाता है। मोटर को फॉरवर्ड दिशा में चलाने के लिए F_1 पुश बटन को दबाया जाता है, जो सम्पर्कक *A* को सक्रिय करेगा तथा रिले *A* को सहायक सम्पर्कक *a* के द्वारा सप्लाई मिलेगी।

मोटर को रिवर्स दिशा में चलाने के लिए R_1 को दबाया जाता है और यह रिले *B* को सक्रिय करेगा तथा साथ ही इसका R_2 रिले *A* को निष्क्रिय कर देगा और *a* अपनी पहले की स्थिति में आ जाएगा। मोटर को बन्द करने के लिए *o* पुश बटन को दबाकर सम्पर्कक कुण्डली को निष्क्रिय किया जाता है।



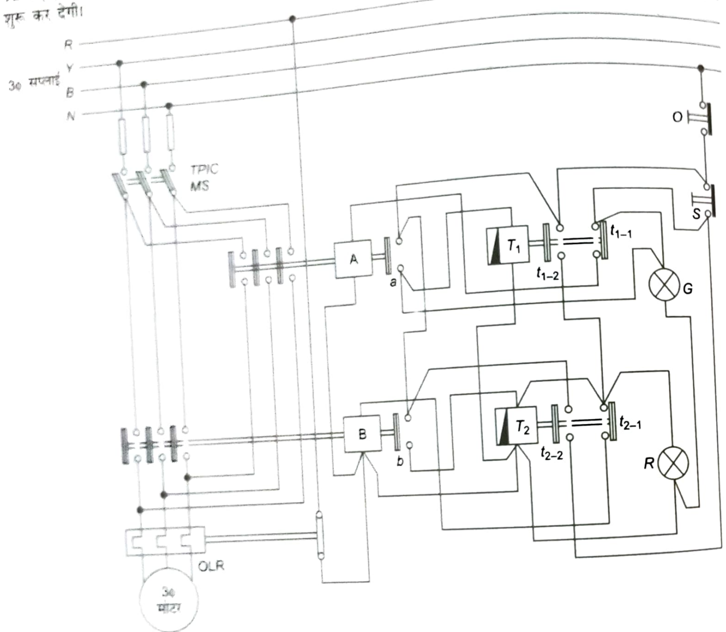
चित्र 1.17 फॉरवर्ड / रिवर्स नियंत्रण 3 ϕ प्रेरण मोटर

यदि मोटर की दिशा स्वत: (Automatic) बदलती हो, तो टाइमर परिपथ (Timer Circuit) का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार के परिपथ के लिए दो सम्पर्कक कुण्डली *A* तथा *B* एवं दो टाइम डिले रिले *TDR* उपयोग में लाए जाते हैं। टाइमर के साथ-साथ सूचक बल्व भी लगाए जाते हैं।



चित्र 1.18

मोटर को चालू करने के लिए s पुश बटन को दबाया जाता है, तो सम्पकर्क कुण्डली A तथा TDR T_1 सक्रिय होगा और परिपथ a के द्वारा पूरा होगा यद्यपि s पुश बटन को छोड़ भी दे, तो भी मोटर फॉरवर्ड दिशा में चलती रहेगी। TDR में सेट किए गए समय के बाद t_{1-1} तथा t_{1-2} चालू होंगे, तब t_{1-2} सम्पकर्क कुण्डली B तथा टाइमर T_2 को सक्रिय करेगा, तब दूसरा TDR t_{1-1} का NC सम्पकर्क रिले A तथा टाइमर T_1 की सप्लाई को बन्द करेगा और मोटर विपरीत दिशा (Reverse) में घूमना शुरू कर देगी।

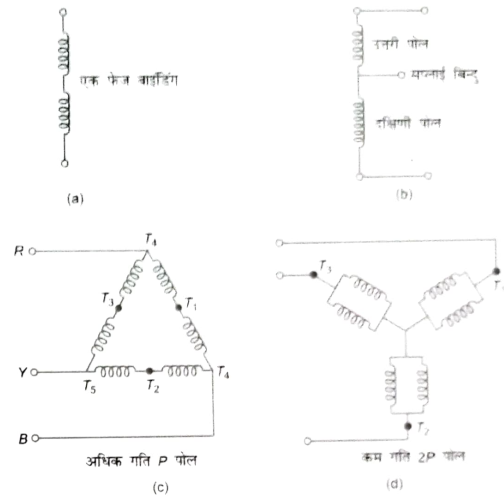


चित्र 1.19

दिए गए समय के बाद TDR का सम्पकर्क T_2 चालू होगा और इसका सम्पकर्क t_{2-2} रिले A तथा टाइमर T_1 को सक्रिय करेगा और t_{2-1} रिले B व टाइमर T_2 को सप्लाई को बन्द कर देगा, तब मोटर फिर से उसी दिशा (Forward) में घूमने लगेगी। यह क्रिया तब तक चलती रहेगी, जब तक ऑफ पुश बटन को नहीं दबाया जाएगा।

1.3.4 तीन-कलीय प्रेरण मोटर की दो गति नियंत्रण (Two Speed Control of 3 φ I M)

मोटर को दो स्पीड मे चलाने के लिए, मोटर की संरचना मे परिवर्तन किया जाता है, स्टॉटर पर विभिन्न संख्या के पोल की दो वाइंडिंग होती एक कम स्पीड के लिए तथा दूसरी ज्यादा गति के लिए होती है। प्रत्येक वाइंडिंग अलग-अलग सप्लाई से जुड़ी होती है।



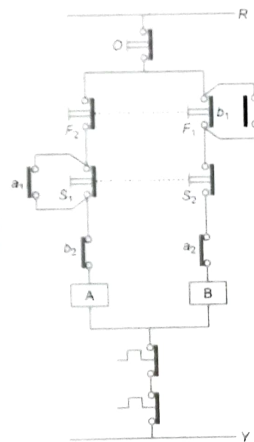
चित्र 1.20

कम गति के लिए .... T_4, T_5, T_6 Short and T_1, T_2, T_3 Supplied

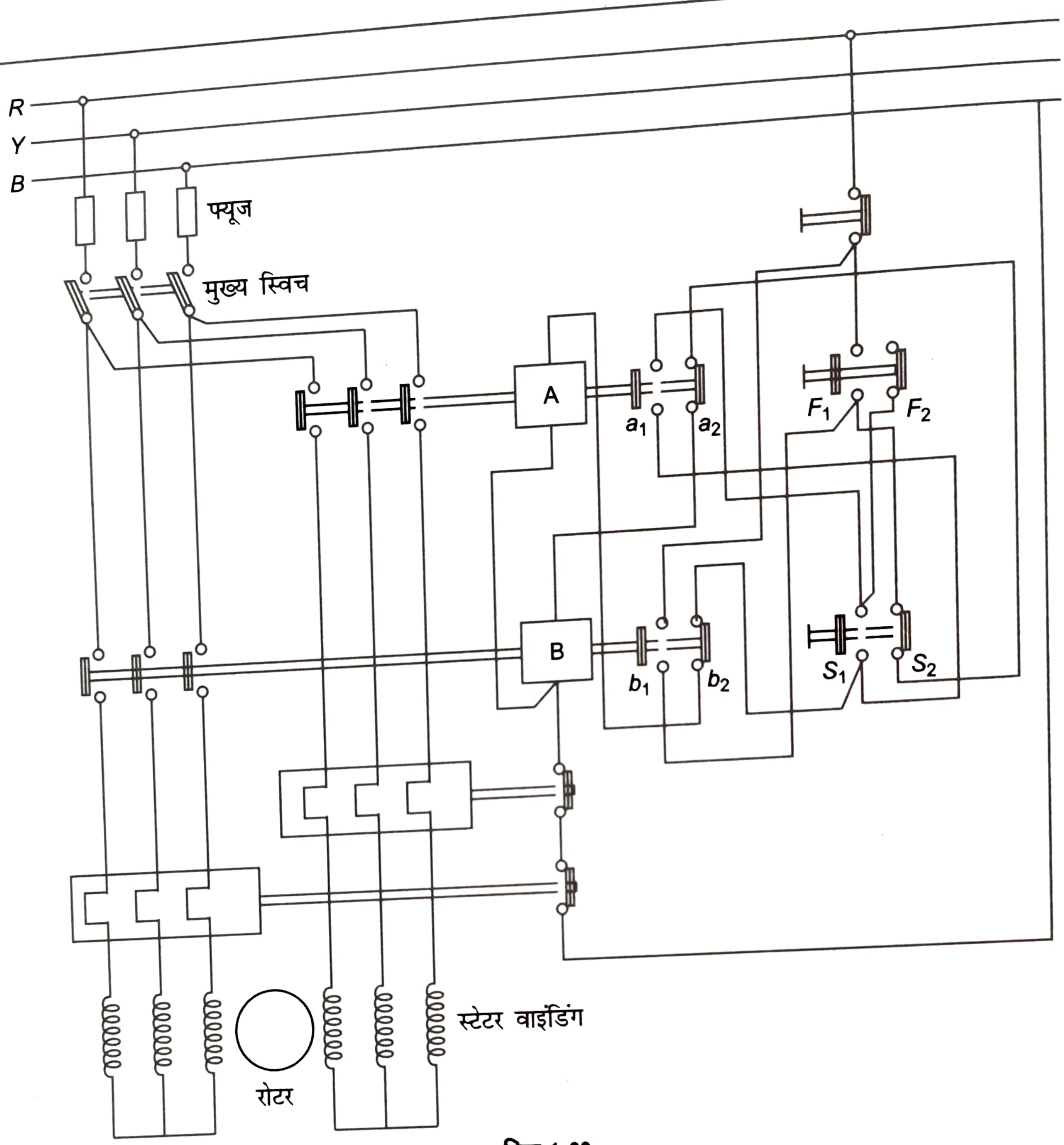
अधिक गति के लिए .... T_4, T_5, T_6 Supplied and T_1, T_2, T_3 Open

जब S_1 स्टॉर्ट पुश बटन कम गति के लिए दबाया जाता है, तो S_2 खुला रहेगा और B सप्लाई से अलग (disconnect) होगा साथ ही A सक्रिय होगा तथा a_1 से सप्लाई लेगा उक्त कार्य के लिए 1 NO + 1 NC पुश बटन उपयोग किए जाते है।

तब मोटर कम गति पर चलेगी। जब मोटर की गति बढ़ानी होगी, तो F_2 को दबाएँगें, तो F_1 तथा F_2, 1 NO - 1 NC को सम्पकर्क होगे जो F_1 के द्वारा A को सप्लाई बन्द हो जाएगी, तब मोटर B सम्पकर्क से सप्लाई लेगी तथा सहायक सम्पकर्क b_1 बन्द स्थिति में होगा तथा b_2 सक्रिय नहीं होगा। मोटर को बन्द करने के लिए off पुश बटन को दबाना होगा।

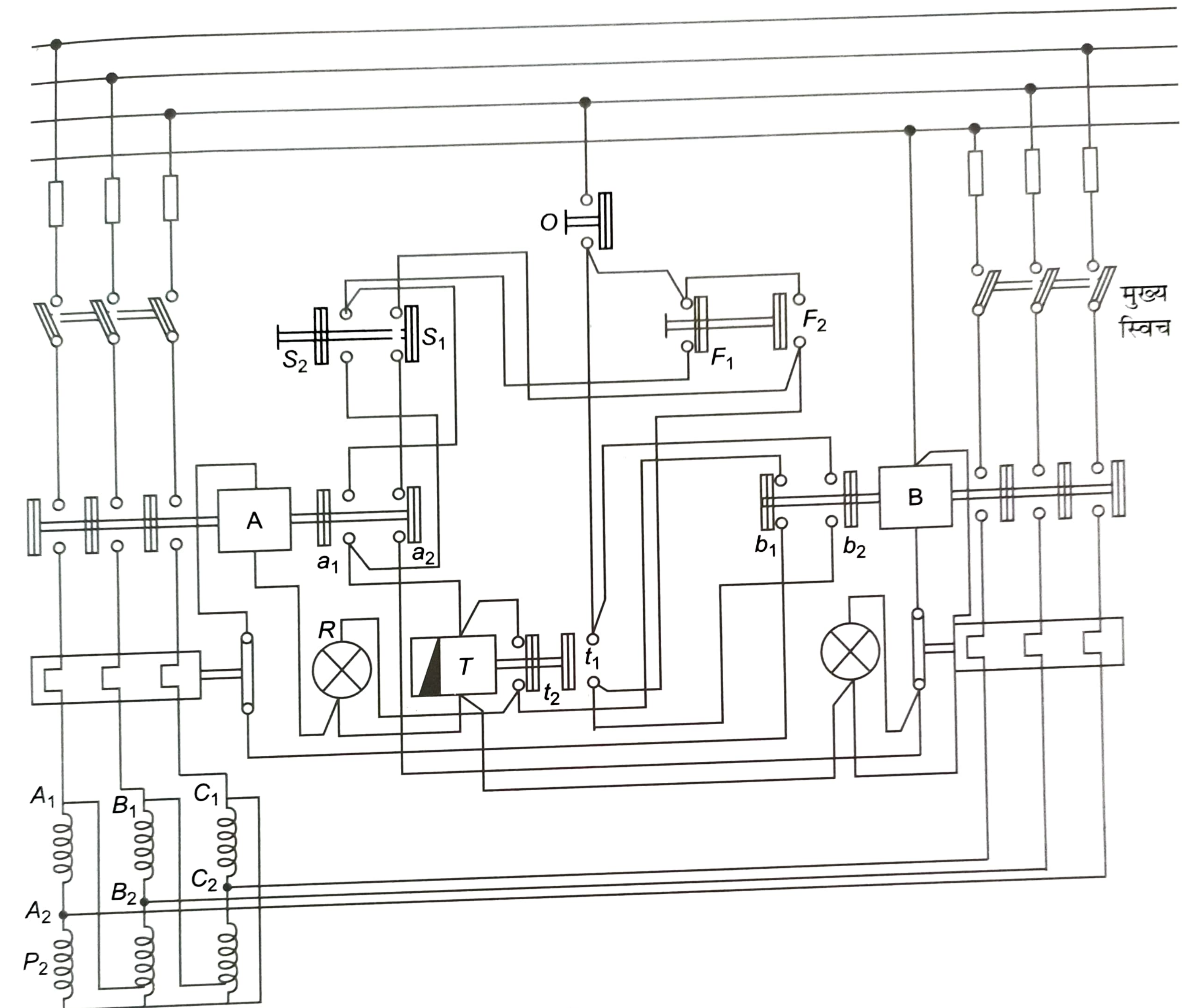


चित्र 1.21



चित्र 1.22

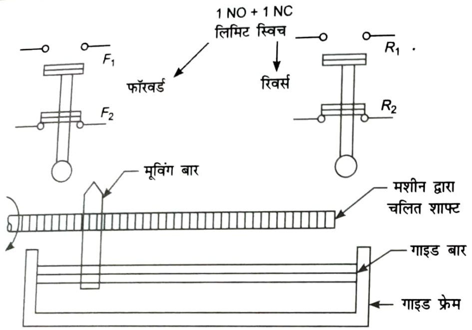
जब मोटर को 1 NO + 1 NC पुश बटन के स्थान पर स्वचालित (Automatic) नियंत्रित करना होगा, तो टाइम डिले रिले TDR का उपयोग किया जाता है। कम गति के लिए S_2 को दबाते हैं, तो A सक्रिय होगा और मोटर कम गति पर चलेगी साथ ही टाइमर T सक्रिय होगा। कुछ समय पश्चात् सम्पकर्क t_2 तथा t_1 कार्य करेगें। सम्पकर्क t_2 सम्पकर्क A की सप्लाई को काट देगा तथा t_1 सम्पकर्क B को सक्रिय करेगा और मोटर कम गति से तेज गति पर चलेगी। यदि मोटर को तेज गति से कम गति पर लाना है, तो फिर S_2 को दबाएँगे और इसका दूसरा सम्पकर्क S_1 सम्पकर्क B की सप्लाई को बन्द कर देगा।



चित्र 1.23

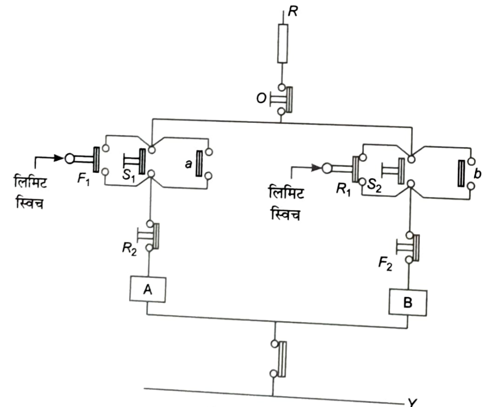
1.3.5 लिमिट स्विच से तीन-कलीय प्रेरण मोटर का नियंत्रण (Limit Switch Control of 3 ϕ I M)

लिमिट स्विच के उपयोग से भी मोटर की गति को फॉरवर्ड, रिवर्स तथा बन्द कर सकते हैं लिमिट स्विच नियंत्रण में फ्रेम पर लिमिट स्विच की दूरी के साथ-साथ आवृत्ति (समय) भी बदलती है। लिमिट स्विच की सहायता से किन्हीं दो फेज को बदल दिया जाता है, जिससे मोटर की गति की दिशा बदल जाती है।

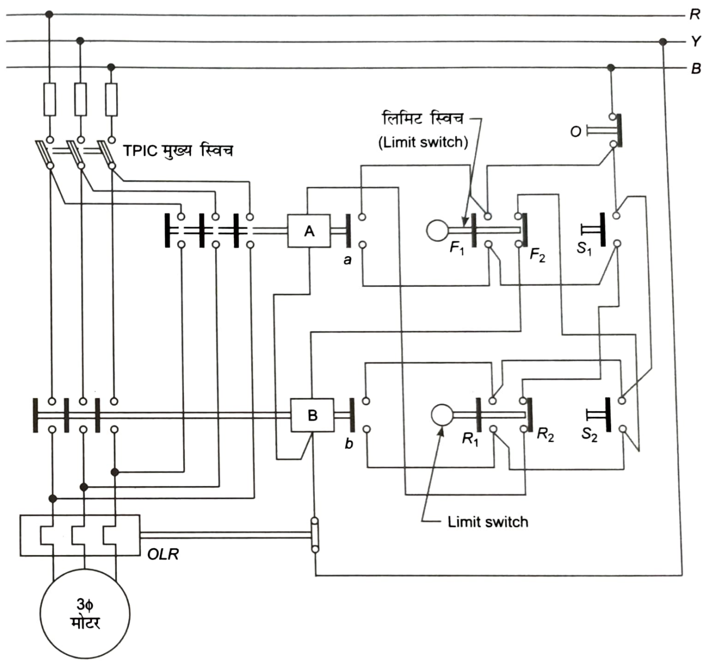


चित्र 1.24

जब S_1 को दबाया जाता है, तो लिमिट स्विच F_1 कार्य करेगा और जब मोटर की गति की दिशा बदलनी होगी, तो S_2 को दबाएँगे।

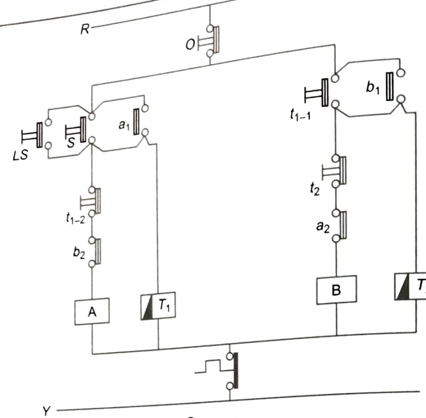


चित्र 1.25

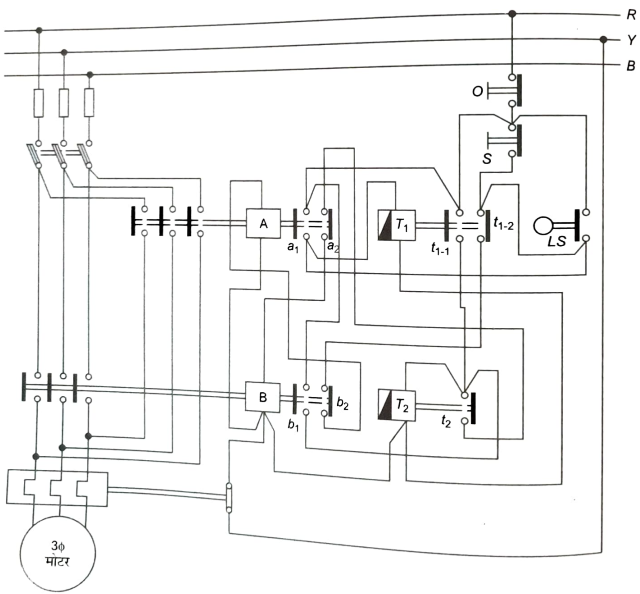


चित्र 1.26

स्वसंचालन (Automatic Control) के लिए टाइमर रिले का उपयोग किया जाता है, जब स्टार्ट पुश बटन को दबाते हैं, तो सम्पकर्क A तथा साथ ही TDR रिले T_1 सक्रिय होती है। दिए गए समय के पश्चात् सम्पकर्क f_{1-1} ऑपरेट होगा और दूसरी रिले B सम्पकर्क T_2 को सक्रिय करेगा, सम्पकर्क B मोटर की गति की दिशा को बदल देगा।



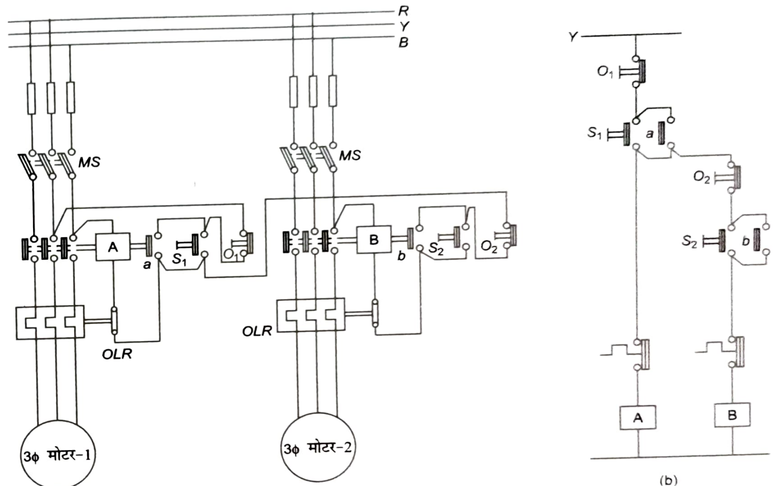
चित्र 1.27



चित्र 1.28

1.3.6 टाइम रिले द्वारा दो मोटरों का अनुक्रम परिचालन (Sequential Operating of Two Motors using Time Delay Relay)

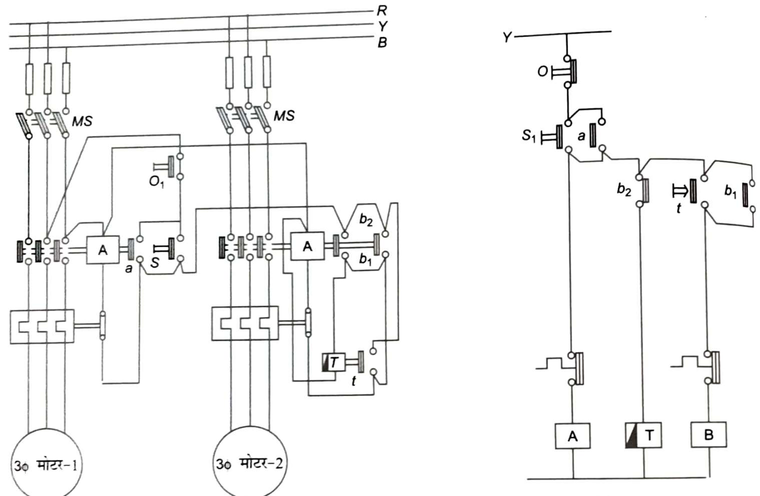
एक के बाद एक मोटर को चलाने के लिए, एक ही सप्लाई से दोनों मोटरों को जोड़ा जाता है। पहली मोटर को चलाने के लिए सम्पर्कक *A* को सक्रिय किया जाता है तथा दूसरी मोटर को चलाने के लिए सम्पर्कक *B* को सक्रिय किया जाता है। जब पहली मोटर चल रही है, तो दूसरी मोटर बन्द रहेगी। जब स्टार्ट बटन दबाकर *A* को सक्रिय किया जाता है, तो *a* क्लोज होगा, तो पहली मोटर चलेगी। जब S_2 को दबाया जायेगा तो *B* सक्रिय होगा एवं *b* से सप्लाई मिलेगी।



(a) (b)

चित्र 1.29

स्वसंचालन (Automatic Operation) के लिए टाइमर का उपयोग किया जाता है। जब पहली मोटर को चलाया जाता है, तो *S* को दबाते हैं, तब *A* सक्रिय होगा और *a* बन्द हो जाएगा और TDR को सप्लाई मिलेगी। TDR का सम्पर्कक *t* सम्पर्कक *B* को क्लोज कर देगा। दिए गए समय के पश्चात् दूसरी मोटर चलना प्रारम्भ कर देगी और b_1 के द्वारा *B* क्लोज हो जाएगा। साथ ही *B* सक्रिय होगा, तो सम्पर्कक b_2 खुल जाएगा और TDR की सप्लाई बन्द होगी तथा सम्पर्कक *t* तुरन्त वास्तविक स्थिति में आ जाएगा। पुश बटन off को दबाने पर दोनों मोटरें बन्द हो जाएँगी।

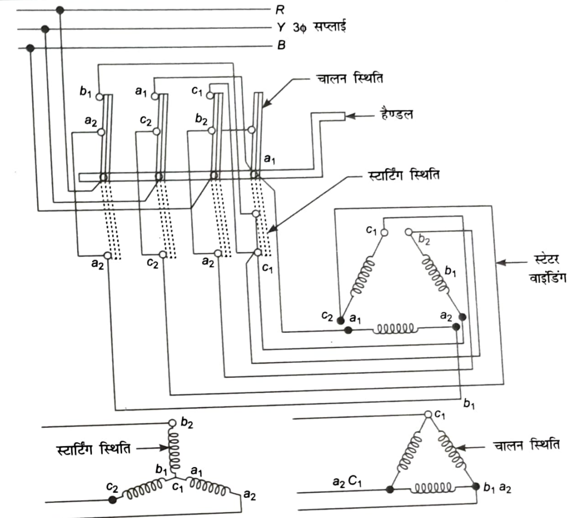


(a) (b)

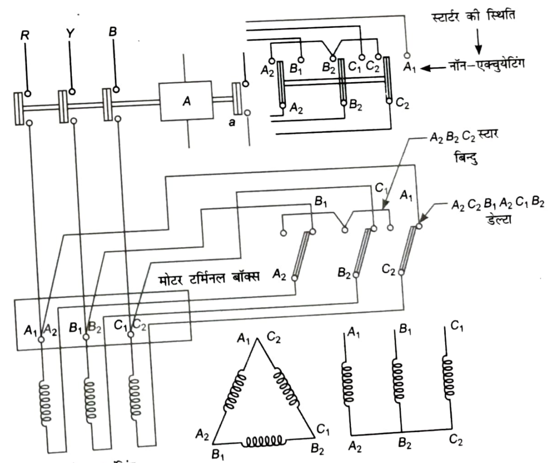
चित्र 1.30

1.3.7 तीन-कलीय प्रेरण मोटर के लिए हस्त-चलित स्टार डेल्टा स्टार्टर (Manually Generated Star Delta Starter For 3 φ I M)

स्टार्ट डेल्टा स्टार्टर का उपयोग मोटर की प्रारम्भिक धारा को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। यह प्रारम्भ में मोटर के स्टेटर कुण्डलन को स्टार में जोड़ता है, जैसे-ही मोटर सामान्य गति प्राप्त कर लेती है, स्टार्टर को चालन दिशा में कर देते हैं, जिससे स्टेटर के कुण्डलन डेल्टा में जुड़ जाते हैं। जब स्टेटर के कुण्डलन स्टार में जुड़ते हैं, तब प्रत्येक कुण्डलन को लाइन वोल्टता का $\frac{1}{\sqrt{3}}$ वोल्ट मिलता है इस प्रकार धारा कम हो जाती है।

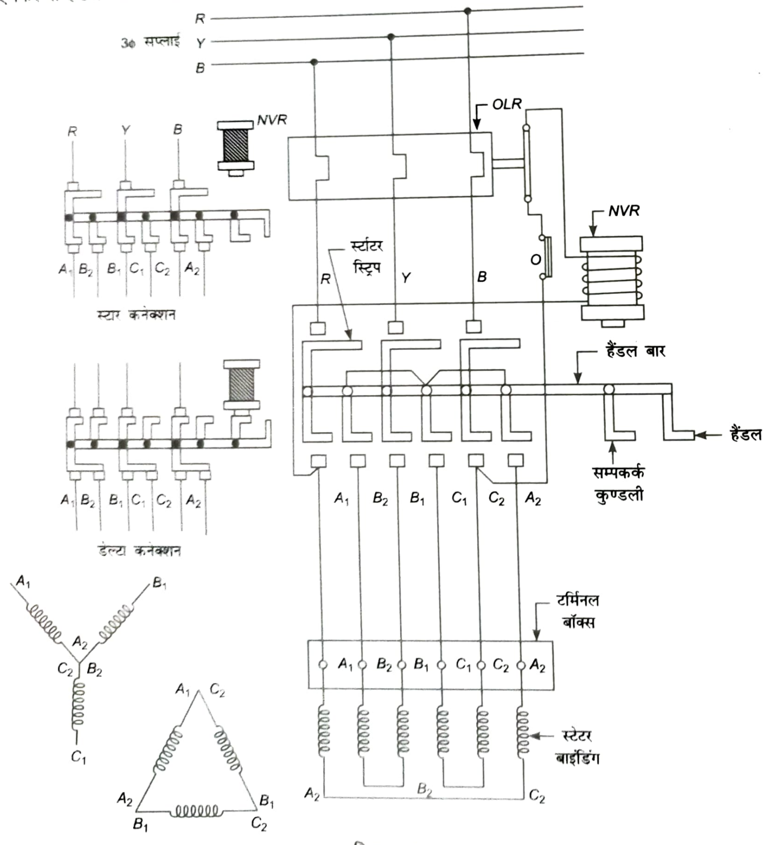


चित्र 1.31



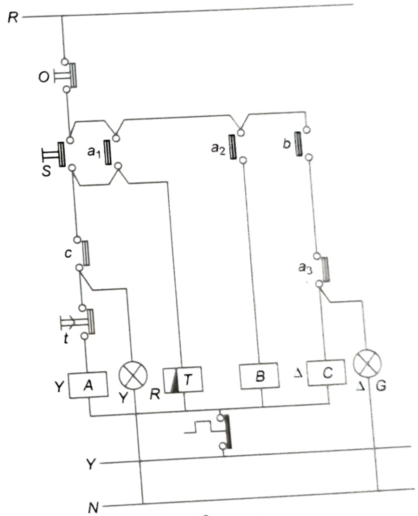
चित्र 1.32

चित्र के अनुसार मैन्युअली ऑपरेटिड स्टार डेल्टा स्टार्टर में जब हैंडल को नीचे की ओर ले जाते हैं, तो ऊपर की पत्ती सप्लाई से जुड़ती है, तथा नीचे की पत्ती स्टेटर कुण्डलन (A_1, B_1, C_1) से जुड़ती हैं, हैंडल के ऊपर लगी अन्य तीन पत्तियाँ सम्पकर्क B_2 C_2 तथा A_2 की ओर चलती हैं, जो कि स्टार बनाती हैं और मोटर स्टार में परिचलित होती है। जैसे-ही मोटर अपनी निर्धारित गति के पास पहुँचती है, हैंडिल को ऊपर की ओर ले जाते हैं, ऊपर की पत्ती (Upper large strips) नीचे की ओर जाती है तथा नीचे की पत्ती ऊपर की ओर चलती है। नीचे की पत्ती सप्लाई से जुड़ती है तथा ऊपर की पत्ती नीचे आकर A_1 B_2, B_1 C_2 तथा C_1 A_2 डेल्टा बनाती है। इलेक्ट्रोमैगनैटिक कुण्डली OLR रिले व NC पुश बटन से लाइन सप्लाई से जुड़ती है और (No Volt Relay) सक्रिय रहती है। NC पुश बटन दबाने पर NVR निष्क्रिय हो जाती है, तो स्ट्रिप को छोड़ देती है और स्ट्रिप यानी पत्ती मोटर को सप्लाई से हटा देती है, इस प्रकार मोटर बन्द हो जाती है। मोटर की पुनः स्टार्ट करने के लिए फिर से हैंडल को ऑपरेट करते हैं।

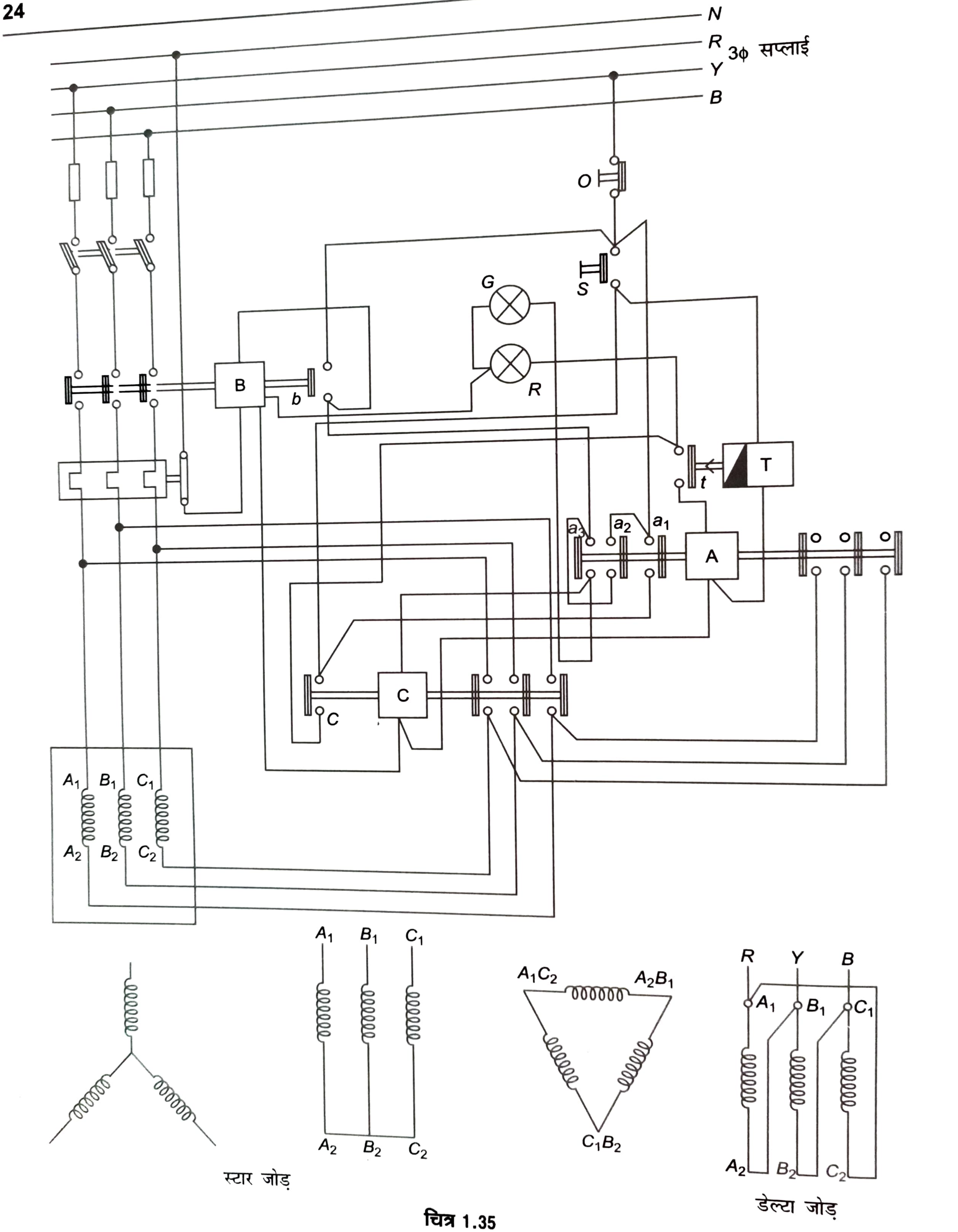


1.3.8 तीन-कलीय प्रेरण मोटर के लिए स्वचलित स्टार डेल्टा स्टार्टर
(Automatic Star Delta Starter for 3 φ I M)

स्वचलित स्टार्टर में टाइम डिले रिले (TDR) के द्वारा दिए गए समय में स्टेटर की वाइंडिंग स्टार से डेल्टा में परिवर्तित हो जाती है। जब स्टार्ट पुश बटन को दबाया जाता है, तो सम्पकर्क कुण्डली A सक्रिय होकर स्टेटर टर्मिनल को स्टार में जोड़ती है। जब सम्पकर्क A सम्पकर्क a_1 तथा a_2 को बन्द करती है, तो मोटर को सम्पकर्क B के द्वारा TDR के साथ सप्लाई मिलती है और मोटर स्टार में चलती है। जब मोटर सामान्य गति प्राप्त करती है, तो TDR सम्पकर्क t को खोल देती है, साथ ही सम्पकर्क A निष्क्रिय हो जाता है और सम्पकर्क A के सम्पकर्क a_1 व a_2 खुल जाते हैं तथा a_3 बन्द हो जाता है और सम्पकर्क C सक्रिय हो जाता है, तो मोटर के टर्मिनल डेल्टा में सप्लाई से जुड़ जाते हैं। सम्पकर्क C का सहायक सम्पकर्क c बन्द रहता है और मोटर चलती रहती है। सम्पकर्क A के साथ एक सूचक बल्व जलता रहेगा जब तक मोटर स्टार में है, तथा दूसरा सम्पकर्क के साथ सूचक बल्व जलेगा जब मोटर डेल्टा में चलती है।



चित्र 1.34

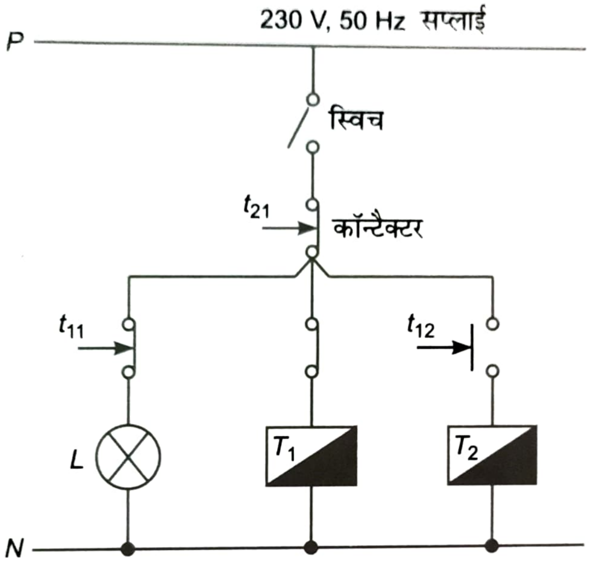

N
R
3ϕ सप्लाई
Y
B
O
S
G
R
B
b
T
t
a_3
a_2
a_1
A
C
c
A_1 B_1 C_1
A_2 B_2 C_2
स्टार जोड़
A_1 B_1 C_1
A_2 B_2 C_2
A_1C_2
A_2B_1
C_1B_2
R Y B
A_1 B_1 C_1
A_2 B_2 C_2
डेल्टा जोड़

चित्र 1.35

1.3.9 क्रॉस-रॉड नियंत्रण परिपथ (Control Circuit for Cross Road Signal)

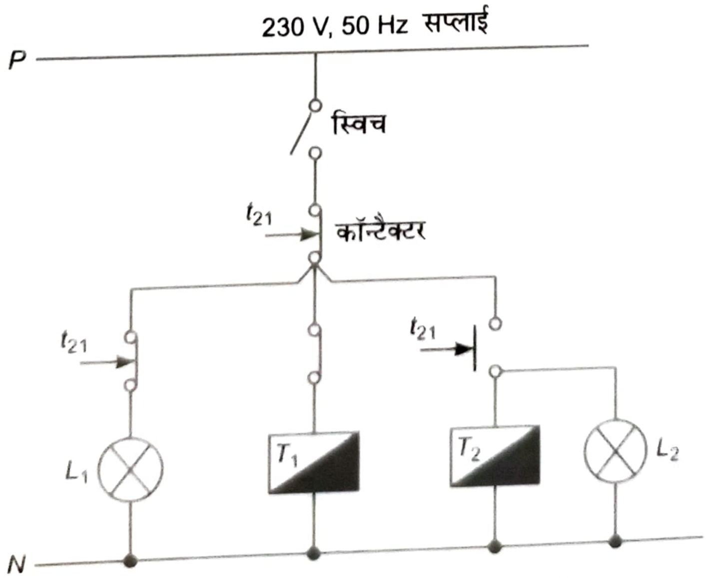
क्रॉस-रॉड पर यातायात नियंत्रण हेतु विभिन्न प्रकार के प्रकाश संकेत उपयोग में लाए जाते है, जहाँ पर विभिन्न सूचक बल्वों के जलने (ON) तथा बुझने (OFF) का एक निश्चित क्रम व समय होता है।

1. एक सूचक बल्व का क्रमशः जलना व बुझना (Continuous On-Off Control of One Indicating Lame) समय अन्तराल रिले (Time Delay Relay) का उपयोग करते हुए सूचक बल्व जलते व बुझते हैं। नियंत्रण परिपथ को एक स्विच द्वारा सप्लाई दी जाती है, TDR में सेट किए गए समय के अनुसार प्रथम अवधि में बल्व जलता है तथा द्वितीय अवधि में बल्व बुझता है यह प्रक्रिया लगातार होती रहती है।



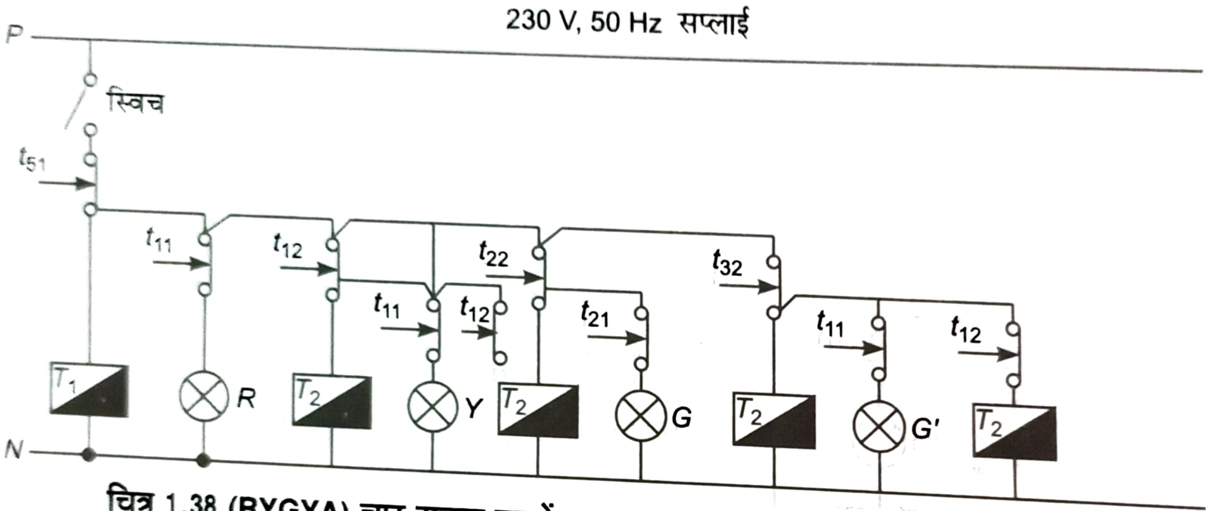
चित्र 1.36 एक बल्ब का सतत अनुक्रम चालन

2. दो सूचक बल्वों का सतत अनुक्रम चालन (Continuous Sequencial Operation of Two Indicating Lamps) दो सूचक बल्व L_1 व L_2 क्रमशः ON तथा OFF होते हैं, एक स्विच द्वारा परिपथ को सप्लाई देते हैं तत्पश्चात् TDR में सेट किए गए समय के अनुसार प्रत्येक समय अवधि के पश्चात् $L_1 - L_2 - L_1 - L_2$ क्रम में सतत जलते हैं।



चित्र 1.37 दो बल्ब हेतु सतत अनुक्रम आरेख

3. चार सूचक बल्वों का सतत अनुक्रम चालन (Continuous Sequencial Operation of Four Indicating Lamps) जहाँ पर चार रास्ते वाला चौराहा होता है, वहाँ पर चार सैट सूचक बल्वों का उपयोग किया जाता है तथा पाँच ही TDR रिले उपयोग में लाए जाते हैं। इस परिपथ में पहला बल्व लाल से दूसरा पीला व चौथा पीला तथा तीसरा हरा रंग में प्रकाशित होगा। यह क्रम सतत चलता रहेगा $L_1 - L_2 - L_3 - L_4 - L_1$ जिस समय के लिए रिले सेट की गई है। इस प्रकार चार सैट यानी $3 \times 4 = 12$ बल्व उपयोग किए जाते हैं। उपरोक्त रंग का क्रम R – Y – G – Y – R होगा जो सतत जलते-बुझते रहेंगे।



चित्र 1.38 (RYGYA) चार सूचक बल्बों का सतत अनुक्रम चालक हेतु योजना आरेख

"Please- like Share and Subscribe My- Youtube- Channel-

"Electrical-Study-2.0"

2 भू-सम्पर्कन (Earthing)

2.1 भू-सम्पर्कन (Earthing)

वितरण प्रणाली (Distribution System) में उदासीन तार (Neutral wire) तथा विद्युत उपकरणों के धारा न वहन करने वाले धातु भागों को नगण्य प्रतिरोध द्वारा भू-भाग से जोड़ने की प्रक्रिया को भू-सम्पर्कन कहते हैं।

विद्युत उपकरणों के धारा न वहन करने वाले भाग को जिस नगण्य प्रतिरोध तार से भू-भाग को जोड़ते हैं, वह तार सतत बिना इंसूलेशन कवचित होना चाहिए।

2.2 भू-सम्पर्कन के विचार तथा उद्देश्य (Concept and Purposes of Earthing)

भू-सम्पर्कन का मुख्य उद्देश्य क्षरणीय धारा को पृथ्वी में विसर्जित करना होता है। जब कभी केबल का विद्युत रोधन खराब हो जाता है, तो केबल धातु भाग को छू रही होती है, जिससे उपकरण के धातु भाग में धारा वहन होने लगती है, यही धारा क्षरण धारा (Leakage Current) कहलाती है और इस प्रकार हम कह सकते हैं, कि उपकरण आवेशित है, यदि कोई इसको छूता है, तो आवेश धारा व्यक्ति के शरीर से भूमि में विसर्जित होती है, जिससे उस व्यक्ति को विद्युत का झटका लगता है। अत: उपकरण के धातु भाग पर प्राप्त सम्पूर्ण क्षरणीय धारा को भू-सम्पर्कन के द्वारा भू-भाग में विसर्जित करते हैं और नगण्य प्रतिरोध होने के कारण धारा का मान बढ़ जाता है, जिससे सप्लाई में लगा फ्यूज गल जाता है और विद्युत परिपथ भंग हो जाता है, अर्थात् विद्युत उपकरण के धारा वहन न करने वाले भाग तथा उदासीन तार को भू-विभव (Zero Potential) पर बनाए रखा जाता है। यही Earthing का मुख्य उद्देश्य (Purpose) है।

2.3 भू-सम्पर्कन की आवश्यकता (Need of Earthing)

भू-सम्पर्कन, विद्युत संस्थानों तथा उपकरणों के लिए अति अवाश्यक है, क्योंकि—

1. संस्थान के सभी उपकरणों के धातु के भाग पर, विद्युत क्षरण होने पर यदि कोई व्याक्ति, उपकरण को छूता है, तो उसे विद्युत का झटका लगने का खतरा बना रहेगा। अत: विद्युत का झटका न लगे इसके लिए भू-सम्पर्कन अति आवश्यक है।
2. उपकरणों का धातु वाला भाग व भू के बीच शून्य विभवान्तर (Zero Potential) रहना चाहिए अर्थात् भू-विभव (Earth Potential) पर रहना चाहिए।
3. आकाशीय तड़ित (Lightning Voltage) से सुरक्षा करने के लिए भू-सम्पर्कन आवश्यक है, जिससे (Lightning Discharge) हो सके।
4. विद्युत क्षरण (Leakage Current) का मान बढ़ाने के लिए भू-सम्पर्कन होना आवश्यक है, जिससे फ्यूज तार गल सके और दुर्घटना से पूर्व विद्युत परिपथ भंग हो सके।
5. उदासीन तार के भू-सम्पर्कन होने से तीन-कलीय विद्युत सप्लाई में असंतुलन की स्थिति नहीं आती है।

2.4 भू-सम्पर्कित किए जाने वाले बिन्दु (Points to be Earthed)

भारतीय विद्युत नियम 61 (I.E.R. 61) के अनुसार किसी विद्युत संस्थान में निम्नलिखित बिन्दुओं को भू-सम्पर्कित किया जाना अति आवश्यक है—

1. 3 पिन सॉकेट तथा 5 पिन पॉवर प्लग सॉकेट।
2. 4 तार विद्युत वितरण प्रणाली में उदासीन तार को।
3. सभी उपकरण; जैसे—मोटर, जनरेटर, कूलर, रेफ्रीजरेटर, गीजर के धातु भाग।

2.5 अप्रभावी भू-सम्पर्कन (Improper Earthing)

अप्रभावी भू-सम्पर्कन के निम्नलिखित कारण होते हैं—

1. भू-तार की उपयुक्त माप न होना।
2. भू-इलैक्ट्रोड की उपयुक्त माप न होना।
3. जोड़ ढीले होना।
4. इलैक्ट्रोड की गहराई कम होना।
5. भू-सम्पर्कन में नमी न होना।

उपरोक्त के कारण भू-तार तथा भू के बीच विभवान्तर की स्थिति बनी रहती है, जिस कारण क्षरण विद्युत धारा फ्यूज को गला नहीं पाती है और क्षरण धारा की स्थिति बनी रहती है।

उपरोक्त कारणों को दूर करके भूसम्पर्कन को प्रभावी बनाया जाता है; जैसे—सही माप हो, गहराई सही हो तथा नमी के लिए समय-समय पर नमक व चारकोल को पानी में घोलकर भू-सम्पर्कन में डालते रहना चाहिए।

2.6 भू-तार व भू-इलैक्ट्रोड की माप ज्ञात करना (Determination of Size of Earth Wire and Earth Electrode)

घरेलू उपभोक्ताओं को निम्न वोल्ट प्रदाय (Low Voltage Supply) से जोड़ा जाता है तथा प्रदायता (Supplier) द्वारा बोर्ड तक 8 SWG ताम्र या GI तार, भू-तार के रूप में जोड़ा जाता है। घरेलू तार स्थापन में वितरण बोर्ड के बाद परिपथ के लिए 14 SWG ताम्र या 12 SWG एल्युमिनियम तार को भू-तार के रूप में उपयोग किया जाता है अथवा भू-तार की माप, धारावाही चालक की माप के आधे से कम नहीं होनी चाहिए। सामान्यत: घरेलू उपभोक्ताओं के लिए 8 SWG, GI तार का उपयोग भू-तार के रूप में किया जाता है।

लाइन पोलों को 8 SWG, GI तार से भू-सम्पर्कित किया जाता है। मोटर अथवा शक्ति स्थापन की स्थिति में उपभोक्ता को भू-सम्पर्कन की व्यवस्था स्वयं करनी होती है, जिसके लिए भू-तार तथा भू-सम्पर्कन के इलैक्ट्रोड की माप मोटरों की शक्ति के अनुसार ज्ञात की जाती है। अगले पेज पर दी गई सारणी 2.1 में भू-तार व इलैक्ट्रोड की माप दर्शाई गई है।

2.7 भू-प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले घटक (Factors Effecting the Earth Resistance)

भू-प्रतिरोध निम्नलिखित तत्वों पर निर्भर करता है—

1. भूमि की स्थिति (Soil Condition)
2. भूमि का तापमान (Soil Temperature)
3. भूमि में नमी की मात्रा (Moisture Content)
4. भू-इलैक्ट्रोड का आकार (Size of Electrode)
5. बीच की दूरी (Spacing of Earth Plate)
6. भू-तार की माप (Size of Conductor)
7. भू-इलैक्ट्रोड का पदार्थ (Metal of Electrode)
8. भू-तार का पदार्थ (Metal of Earth Wire)
9. चारकोल व नमक की मात्रा (Quantity of Charcoal and Salt)

2.8 भू-प्रतिरोध कम करने की विधि (Methods of Reducing Earth Resistance)

भू-सम्पर्कन में भू-प्रतिरोध निम्नलिखित विधियों से कम किया जाता है—

1. भू-इलैक्ट्रोड को समान्तर क्रम में जोड़कर।
2. भू-इलैक्ट्रोड की माप बढ़ाकर।
3. भू-सम्पर्कन की गहराई बढ़ाकर।
4. भू-पाइप के चारों ओर का क्षेत्र बढ़ाकर, उसके चारों ओर नमक व चारकोल का मिश्रण भर देना चाहिए।
5. भू-पाइप के चारों ओर कॉपर सल्फेट का सोल्यूशन भर देने से भी भू-प्रतिरोध कम किया जा सकता है।

2.9 भू-सम्पर्कन के लाभ (Advantages of Earthing)

भू-सम्पर्कन किसी भी संस्थान के लिए अति आवश्यक है और यह भी ध्यान रखना पड़ता है, कि भू-सम्पर्कन, अप्रभावी (Improper) नहीं होना चाहिए। भू-सम्पर्कन के निम्नलिखित लाभ हैं—

1. विद्युत क्षरण होने पर उपकरण को छूने पर झटका नहीं लगता है।
2. विद्युत क्षरण होने पर क्षरण विद्युत धारा का मान बढ़ जाता है, जो कि फ्यूज को गला देता है और विद्युत परिपथ भंग हो जाता है।
3. उपकरण के धारा वहन न करने वाले धातु भाग भू-विभव (Earth Potential) पर बने रहते हैं।
4. आकाशीय बिजली (Lightning) के कारण विद्युत लाइन पर उच्च वोल्टता आने पर भू-सम्पर्कन प्रणाली के द्वारा इसे भूमि में विसर्जित कर दिया जाता है, जिससे विद्युत लाइन को हानि नहीं हो पाती।
5. इस तरह उपकरण भवन तथा संस्थान की भी आकाशीय बिजली से सुरक्षा की जाती है।
6. उदासीन तार को भू-सम्पर्कित करने से तीन फेज सप्लाई में असन्तुलन की स्थिति उत्पन्न नहीं होती है।

2.10 भू-सम्पर्कन की हानियाँ (Disadvantages of Earthing)

1. भू-तार टूटने पर भू-क्षरण की स्थिति में छू जाने पर विद्युत झटका लग सकता है।
2. भू-तार को उदासीन तार की तरह उपयोग नहीं करना चाहिए।
3. भू-तार टूट जाने पर तीन फेज वोल्टता प्रणाली को असंतुलित कर देता है, जिस कारण किसी एक फेज में वोल्टता ज्यादा होने की स्थिति उत्पन्न हो जाती है, जो विद्युत उपकरण के लिए हनिकारक होता है।

2.11 भू-सम्पर्कन की विधियाँ (Methods of Earthing)

1. तार व स्ट्रिप भू-सम्पर्कन (Wire or Strip Earthing)
2. छड़ भू-सम्पर्कन (Rod Earthing)
3. कुण्डली भू-सम्पर्कन (Coil Earthing)
4. पाइप भू-सम्पर्कन (Pipe Earthing)
5. प्लेट भू-सम्पर्कन (Plate Earthing)

लकड़ी के पोल, PCC पोल तथा RCC पोल के लिए कुण्डली भू-सम्पर्क किया जाता है। घरेलू संस्थान, औद्योगिक, स्टील के लाइन, उपकेन्द्र की बाड़, उपकेन्द्र पोल, स्विचगियर के धातु भाग, स्विचयार्ड के धातु भाग सदा अन्य सभी विद्युत उपकरणों के धातु भाग आदि को पाइप या प्लेट भू-सम्पर्कित किया जाता है।

2.12 तार व स्ट्रिप भू-सम्पर्कन (Wire and Strip Earthing)

इस प्रकार की भू-सम्पर्कन पथरीली (Rocky) मिट्टी में उपयोग की जाती है, क्योंकि यहाँ पर गड्ढा खोदना कठिन होता है। भू-सम्पर्कन 5मी० से कम नहीं होनी चाहिए, यद्यपि गहराई नमी पर निर्भर करती है। सामान्यत: गहराई 8 से 15मी० रखी जाती है। इस भू-सम्पर्कन में इलैक्ट्रोड तार या स्ट्रिप के रूप में उपयोग किया जाता है।

इलैक्ट्रोड प्रकार	माप
ताम्र तार	3 mm^2
GI तार	6 mm^2
ताम्र स्ट्रिप	25 mm × 1·6 mm
GI स्ट्रिप	25 mm × 2 mm

2.13 छड़ भू-सम्पर्कन (Rod Earthing)

Rod Earhing बलुआ जमीन (Sandy Earth) के लिए उपयोग में लाई जाती है। यहाँ पर गड्ढा खोदने की आवश्यकता नहीं होती। छड़ को शक्ति हथौड़ा (Power Hammer) की सहायता से जमीन में गाड़ दिया जाता है भू-इलैक्ट्रोड की गहराई नमी पर निर्भर करती है सामान्यत: भू-इलैक्ट्रोड की गहराई 2·5 मी० से 6 मी० तक रखी जाती है।

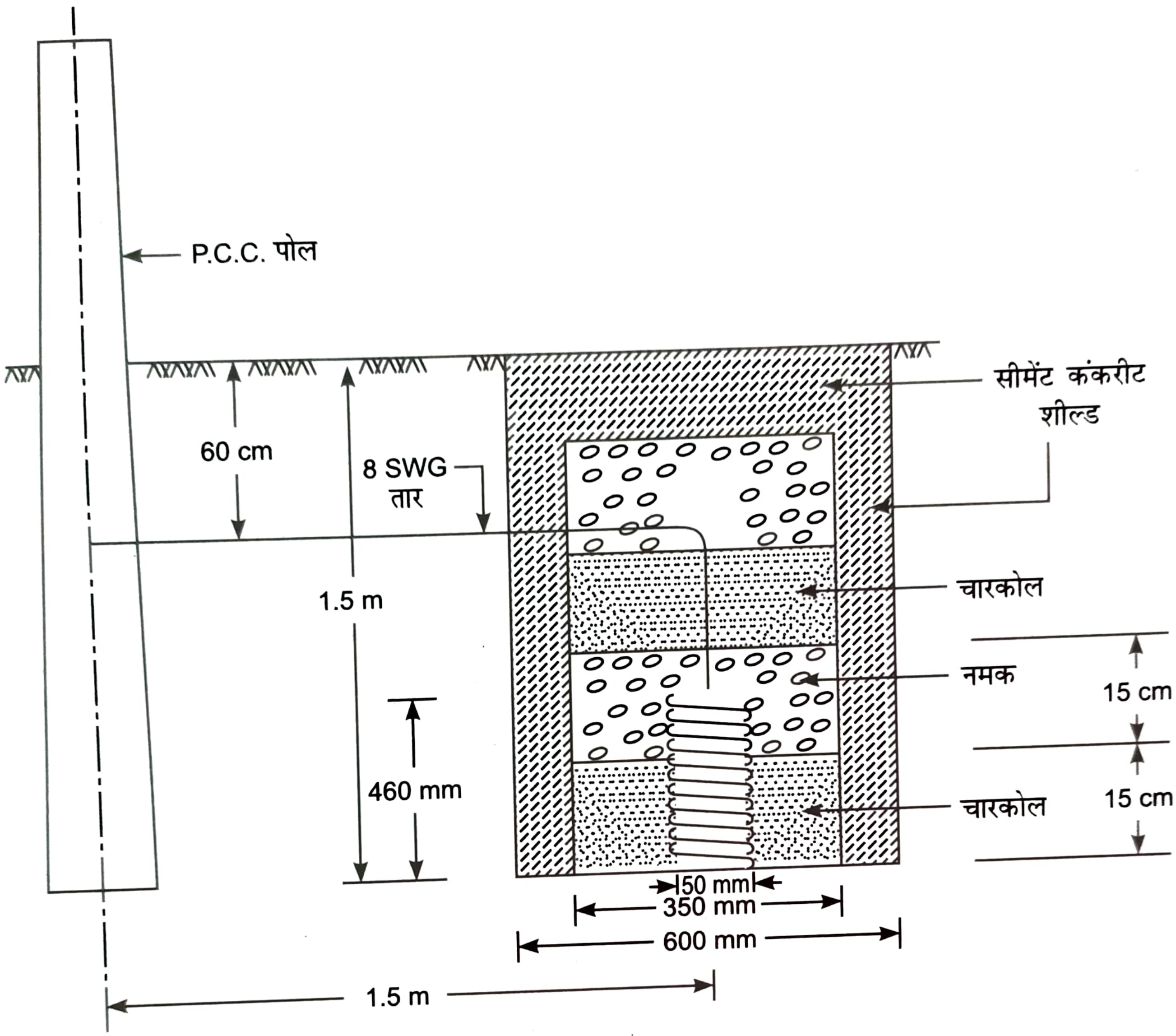
इलैक्ट्रोड प्रकार	माप
ताम्र छड़ ठोस	12 mm व्यास
GI छड़ ठोस	19 mm व्यास
GI छड़ खोखली	25 mm व्यास

2.14 कुण्डली भू-सम्पर्कन (Coil Earthing)

Coil Earthing का उपयोग लाइन पोलों को भू-सम्पर्कित करने के लिए उपयोग में लाया जाता था। 8 SWG GI तार की 50 mm व्यास 460 mm लम्बी कुण्डली को 1·5 m गहराई में इसके चारों ओर नमक व चारकोल की पर्तों से बन्द कर देते हैं यद्यपि यह भू-सम्पर्कन कुछ दिनों में अप्रभावी हो जाने के कारण इस भू-सम्पर्कन का उपयोग नहीं किया जाता है। पाइप या प्लेट भू-सम्पर्कन ही प्रभावी होता है।

"Please - like Share and Subscribe - My - Youtube - Channel -

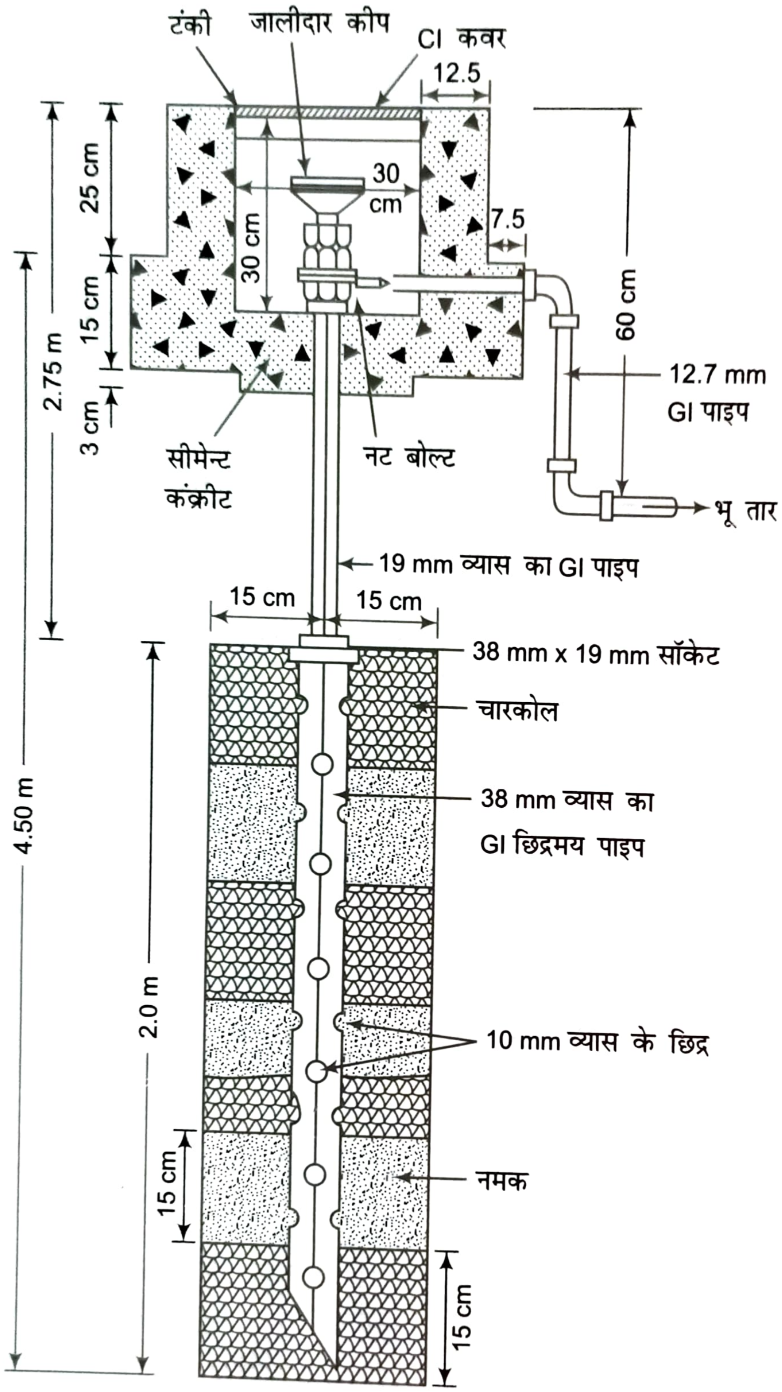
"Electrical - Study - 2.0"



चित्र 2.1 कुण्डली भू-सम्पर्कन

2.15 पाइप भू-सम्पर्कन (Pipe Earthing)

Pipe Earthing सस्ती एवं टिकाऊ होती है और अच्छा भू-सम्पर्कन प्राप्त होता है। इस विधि में 2 मी० लम्बे 38 mm व्यास का गैल्वेनाइज्ड इस्पात (GI) छिद्रमय पाइप इलैक्ट्रोड के रूप में प्रयोग किया जाता है। जमीन शुष्क होने पर इस इलैक्ट्रोड की लम्बाई 2 मी० से बढ़ाकर 2·75 मी० तक कर दी जाती है। इस पाइप को जमीन के अन्दर 4·75 मी० की गहराई तक डाल देते हैं। यह गड्डा (30 cm × 30 cm) का 4·75 मी० गहरा होता है। इस इलैक्ट्रोड में 10 mm व्यास के तथा 15 cm की एक समान दूरी पर समकोणीय छिद्र होते हैं। इलैक्ट्रोड के चारों ओर 15 mm मोटी क्रमशः नमक व चारकोल से पाट देते हैं। 38 mm × 19 mm के सॉकेट के द्वारा एक 19 mm व्यास का पाइप इस इलैक्ट्रोड से जोड़ दिया जाता है। जमीन की सतह पर (30 cm×30 cm) की सीमेंट कंक्रीट की टंकी बना दी जाती है, जिस पर कास्ट आयरन का ढक्कन रख दिया जाता है। 19 mm व्यास के पाइप से भू-तार जोड़ दिया जाता है, इस भू-तार को यांत्रिक क्षति से बचाने के लिए 12·7 mm GI पाइप के अन्दर से ले जाया जाता है, जिसे जमीन से 60 cm नीचे रखते हैं। 19 mm व्यास के पाइप के मुँह पर जाली युक्त कीप लगायी जाती है, जिससे समय-समय पर पानी डाला जाता है, जो छिद्रित भू-इलैक्ट्रोड के चारों ओर फैलकर नमी बनाए रखता है। पाइप भू-सम्पर्कन की संरचना चित्र 2·2 में दिखाई गई है।

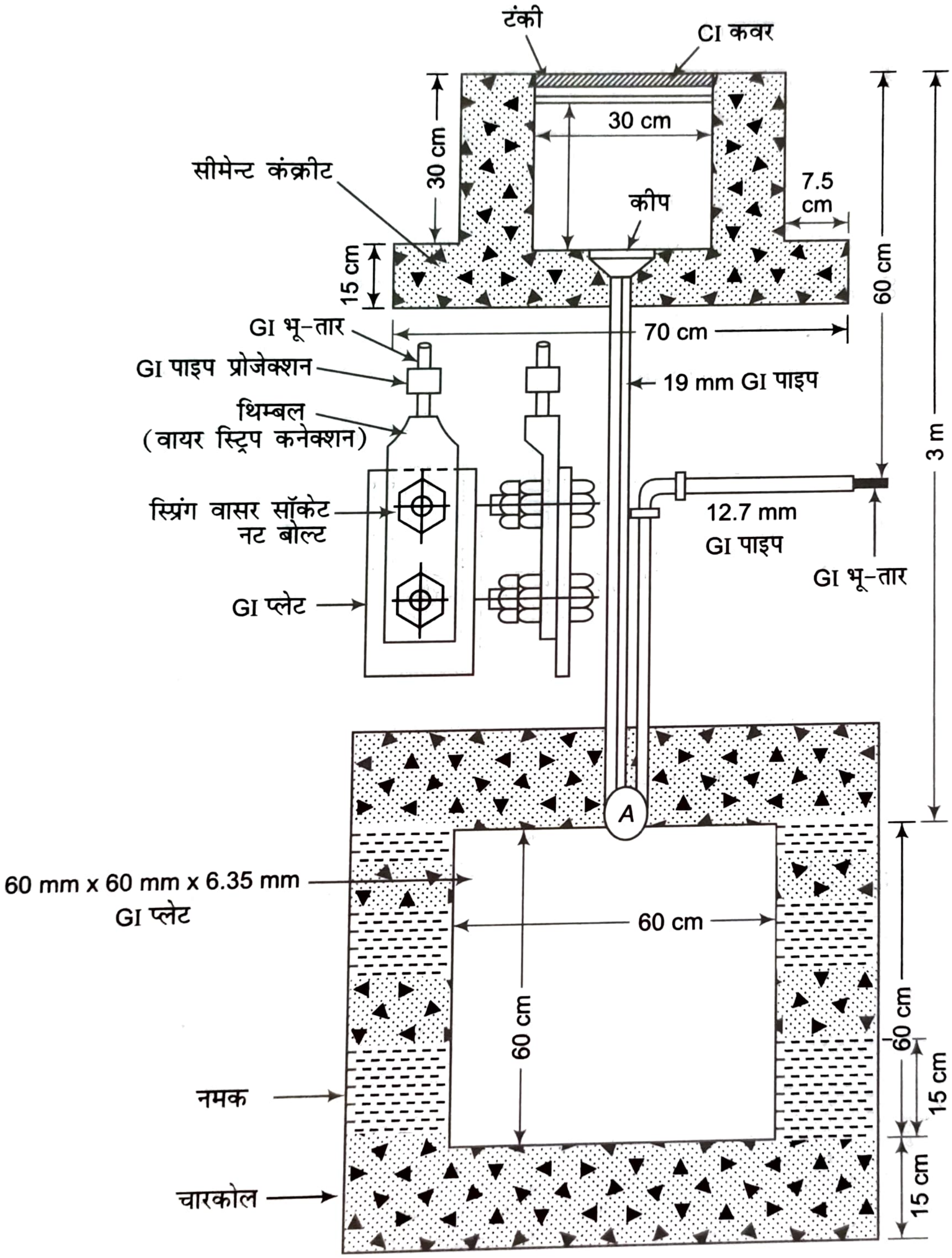


चित्र 2.2 पाइप भू-सम्पर्कन

2.16 प्लेट भू-सम्पर्कन (Plate Earthing)

Plate Earthing में 60 cm × 60 cm × 3·18 mm की ताँबे की प्लेट या 60 cm × 60 cm × 6·35 mm G.I. प्लेट को जमीन की सतह से 2·5 cm से 3.0 m तक नीचे रखकर 15 cm मोटी नमक तथा चारकोल की क्रमश: सतहों से पाट दिया जाता है। यह प्लेट इलैक्ट्रोड कहलाती है। जिस पदार्थ की प्लेट होती है, उसी पदार्थ का भू-तार उपयोग में लाया जाता है। भू-तार को यांत्रिक क्षति से बचाने के लिए 12·7 cm पाइप के अन्दर से ले जाया जाता है और जमीन की सतह से 60 cm नीचे रखते हैं। भू-तार को नट बोल्ट की सहायता से प्लेट में कस दिया जाता है। 19 cm GI पाइप का एक सिरा प्लेट से कस देते हैं तथा दूसरा सिरा ऊपर 30 cm × 30 cm ढक्कन युक्त सीमेन्ट कंक्रीट की टंकी में खुलता है, जिस पर जालीदार कीप लगा दी

जाती है, जिसमें समय-समय पर पानी डाला जाता है, जो प्लेट के चारों ओर नमी बनाए रखता है। संरचना चित्र 2·3 में दिखाई गई है।



चित्र 2.3 प्लेट भू-सम्पर्कन

2.17 भू-सम्पर्कन सामग्री का विवरण व मूल्य
(Earthing Materials with Specification and Cost)

क्रम संख्या	सामग्री का नाम पूर्ण विवरण सहित	इकाई	मूल्य
1.	ताम्र प्लेट नट, बोल्ट और वॉशर सहित Coppr Plate with Nut, Bolt and Washer (i) 60 cm × 60 cm × 3·18 mm (ii) 90 cm × 90 cm × 6·35 mm	 प्रति नग प्रति नग	 ₹ 900·00 ₹ 1200·00
2.	जस्तीकृत लौह प्लेट नट, बोल्ट व वाशर सहित G.I Plate with Nut Bolt and Washer (i) 60 cm × 60 cm × 6·35 mm (ii) 90 cm × 90 cm × 6·35 mm	 प्रति नग प्रति नग	 ₹ 350·00 ₹ 400·00
3.	38 mm व्यास का GI पाइप प्रति 15 cm पर समकोण पर 10 mm व्यास के छेद हों।	प्रति मी०	₹ 45·00
4.	19 mm व्यास का GI पाइप	प्रति मी०	₹ 30·00
5.	12·7 mm व्यास का GI पाइप	प्रति मी०	₹ 20·00
6.	38 mm × 19 mm का GI साकेट	प्रति नग	₹ 12·00
7.	12·7 mm व्यास का GI कोहनी (Bend)	प्रति नग	₹ 10·00
8.	19 mm व्यास के GI नट, बोल्ट व वाशर	प्रति नग	₹ 15·00
9.	30 cm × 30 cm कास्ट आयरन (CI) टंकी ढक्कन सहित	प्रति नग	₹ 150·00
10.	जाली सहित कीप	प्रति नग	₹ 12·00
11.	कोयला (Charcoal)	प्रति किग्रा	₹ 20·00
12.	नमक (Salt)	प्रति किग्रा	₹ 5·00
13.	भू-तार (Earth wire) (i) 14 SWG कॉपर तार (ii) 12 SWG एल्युमिनियम तार (iii) 8 SWG GI तार (iv) 6 SWZ GI तार (v) 4 SWZ GI तार (vi) 2 SWZ GI तार	 प्रति किग्रा प्रति किग्रा प्रति किग्रा प्रति किग्रा प्रति किग्रा प्रति किग्रा	 ₹ 250·00 ₹ 200·00 ₹ 75·00 ₹ 75·00 ₹ 75·00 ₹ 75·00
14.	भू-चालक स्ट्रिप (Earth Conductor Strip) (i) 12·7 mm × 2·54 mm कॉपर स्ट्रिप (ii) 25·4 mm × 2·54 mm कॉपर स्ट्रिप (iii) 20 mm × 4 mm कॉपर स्ट्रिप	 प्रति किग्रा प्रति किग्रा प्रति किग्रा	 ₹ 250·00 ₹ 250·00 ₹ 250·00
15.	सीमेंट, कांक्रीट व बालू 1 : 4 : 8 अनुपात में	प्रति घन मी०	₹ 175·00

2.18 भू-सम्पर्कन से सम्बंधित भारतीय अधिनियम
(Indian Electricity Act Related to the Earthing)

भारतीय विद्युत अधिनियम, नियम—32, 33, 52 (I-b), 61, 62, 67, 88, 90 व 92 भू-सम्पर्कन से सम्बंधित हैं, जो पुस्तक के अन्त में दिए गए हैं।

2.19 पाइप भू सम्पर्कन हेतु आगणन एवं मूल्यांकन
(Estimating and Costing of Pipe Earthing)

क्रम संख्या	सामग्री का नाम व पूर्ण विवरण	आवश्यक मात्रा	दर ₹	मूल्य ₹
1.	38 mm व्यास का 2.5 m लम्बा जस्तीकृत लौह पाइप (G.I. pipe) भू-इलैक्ट्रोड जिसमें प्रति 15 cm पर परस्पर समकोण पर 10 mm व्यास के छेद हो।	2.0 मीटर	45/मी०	90.00
2.	19 mm व्यास का G.I. पाइप	2.5 मीटर	30/मी०	75.00
3.	12.7 mm व्यास का G.I. पाइप	0.75 मीटर	20/m	20.00
4.	38 mm × 19 mm व्यास का G.I. रिड्यूसिंग सॉकेट	1 संख्या (No.)	12/No.	12.00
5.	12.7 mm व्यास की G.I. कोहनी	2 संख्या (No.)	10/No.	20.00
6.	30 × 30 cm कास्ट आयरन (C.I.) फ्रेम ढक्कन सहित	1 (No.)	150/No.	150.00
7.	G.I. नट वाशर 19 mm व्यास	2 Set	15/set.	15.00
8.	तार की जाली सहित कीप	1 No.	12/No.	12.00
9.	लकड़ी के कोयले का चूर्ण	25 kg	20/kg	500.00
10.	नमक (Salt)	25 kg	5/kg	125.00
11.	भू-तार (Earth wire) 8 S.W.G. G.I. तार	1 kg	75/kg	75.00
12.	सीमेंट, कंक्रीट अनुपात 1 : 4 : 8	L.S.	—	175.00

एक सामान्य GI पाइप का इलैक्ट्रोड लिया गया है तथा यदि टॉन्सफार्मर के लिए भू-सम्पर्कन करना हो, तो भू तार की माप बदल जाएगी (5 KVA ट्रॉन्सफार्मर के लिए 8 SWG) उक्त सामग्री लागत के अतिरिक्त 15% श्रम मूल्य, 5% आकस्मिक व्यय, 15% परिनिरीक्षण प्रकार को जोड़ दें, तो भू-सम्पर्कन की कुछ लागत कहलाएगी।

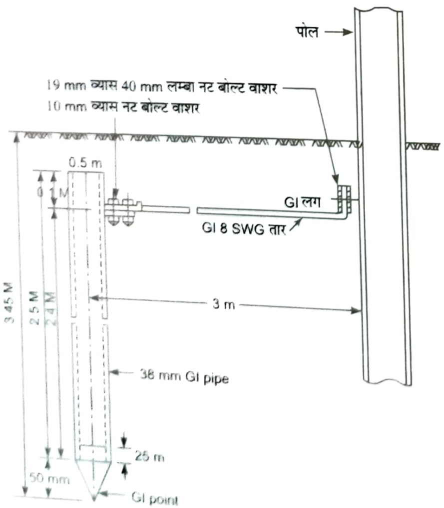
2.20 प्लेट भू सम्पर्कन हेतु आगणन एवं मूल्यांकन
(Estimating and Costing of Plate Earthing)

क्रंम संख्या	सामग्री का नाम व पूर्ण विवरण	आवश्यक मात्रा	दर ₹	मूल्य ₹
1.	रन्ध्र व खरोंच रहित स्वच्छ व चिकनी सतह की उच्च चालकता वाली ताम्र भू- प्लेट (High conducting copper earth plate having reasonably clean and smooth surface free from scratches and porosity) 90 cm × 90 cm × 6.30 mm	1 No.	1200	1200

2.	19 mm व्यास का G.I pipe	2.55 metre	30/m	61.6
3.	12.7 mm व्यास का G.I. pipe	3.10 metre	20/m	30.0
4.	12.7 mm व्यास की G.I. कोहनी	1 No.	10/No.	10.0
5.	30 cm × 30 cm कास्ट आयरन (C.I.) फ्रेम ढक्कन सहित	1 No.	150/No.	150.0
6.	तार की जाली सहित कीप	1 No.	12/No.	12.0
7.	लकड़ी के कोयले का चूर्ण	20 kg	20/kg	400.0
8.	नमक (Salt)	25 kg	5/kg	125.0
9.	G.I. लग, नट व वाशर	2 Set	10/Set	20.00
10.	भू-तार Cu 8 SWG	1 kg	75/kg	75.00
11.	सीमेंट क्रक्रीट अनुपात 1 : 4 : 8	L.S.	—	150.00

उपरोक्त मे प्लेट साइज तथा भू-तार की माप बड़े मकान, विद्युत मशीनों की क्षमता के अनुसार आगणन करते हैं जैसे-10 HP की मोटर के लिए प्लेट साइज 60 cm × 60 cm × 6.35 mm तथा भू-तार 8 SWG माप का तथा एक बड़े बिल्डिंग के लिए प्लेट साइज 90 cm × 90 cm × 6.35 mm तथा भू-तार 8 SWG माप का GI तार।

2.21 सामान्य स्टील पोल को पाइप भू-सम्पर्कन (Pipe Earthing of Steel Pole)



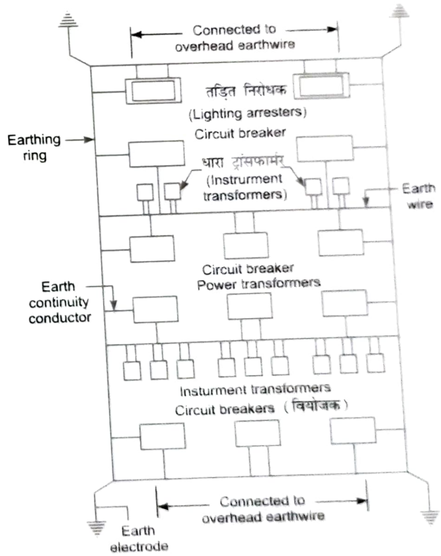
चित्र 2.4 सामान्य स्टील पोल को भू-सम्पर्कन

सामग्री—

1. 38 mm व्यास का G.I. पाइप — 2.5 m लम्बा
2. 8 SWG G.I. तार — 2 kg
3. G.I. लग — 2 No.
4. 19 mm / 10 mm G.I. नट बोल्ट व वाशर — 1 सेट
5. नमक — 25 kg
6. चारकोल — 20 kg
7. सीमेंट कांकरीट 1 : 4 : 8 — आवश्यकतानुसार

2.22 उपकेन्द्र का भू- सम्पर्कन योजना चित्र (Layout of Sub-Station Earthing)

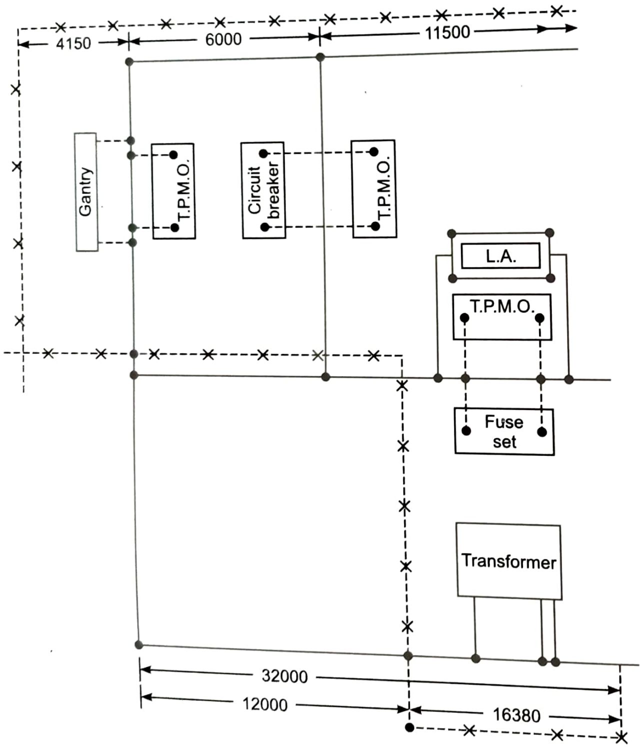
एक बाहरी उपकेन्द्र में लगे सभी उपकरणों की कम-से-कम दो भू-सम्पर्कन किए जाते हैं, जिसका योजना चित्र (Layout) निम्नवत् है।



चित्र 2.5 उपकेन्द्र का भू-सम्पर्कन योजना चित्र

2.23 स्विचयार्ड का भू-योजना चित्र (Layout of Switchyard)

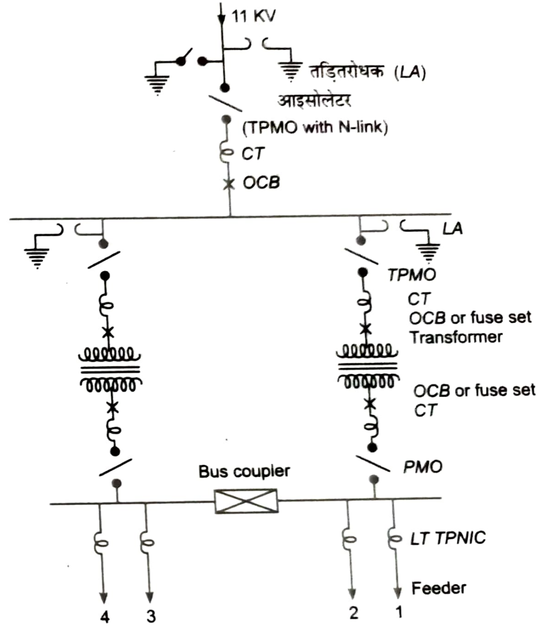
किसी उपकेन्द्र के स्विचयार्ड में पाइप भू-सम्पर्कन किया जाता है। स्विचयार्ड के प्रत्येक उपकरण; जैसे-ट्रॉन्सफार्मर, पोल, सीटी, पीटी, सर्किट ब्रेकर आदि को GI स्ट्रिप (35 mm × 6 mm) के द्वारा जुड़े भू-इलैक्ट्रोड से जोड़ दिया जाता है सतत चालक द्वारा जोड़ दिया जाता है। सतत चालक भी GI स्ट्रिप का होता है। स्विचयार्ड की बाड़ को भू-सम्पर्कित किया जाता है। एक स्विचयार्ड व उसमें लगे उपकरणों का भू-सम्पर्कन योजना चित्र (Layout) निम्नवत् है।



चित्र 2.6 स्विचयार्ड का भू-योजना चित्र

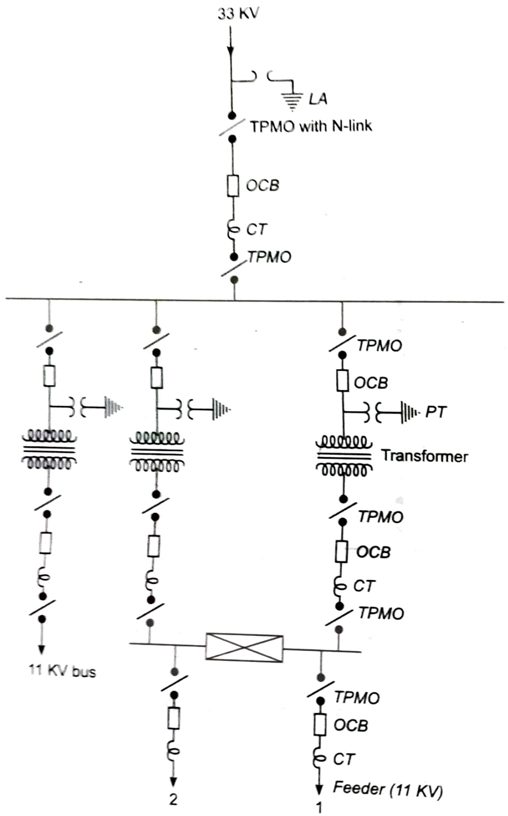
2.24 सब-स्टेशन का लाइन चित्र (Line Diagram of Sub-Station)

1. 11 KV सब-स्टेशन :



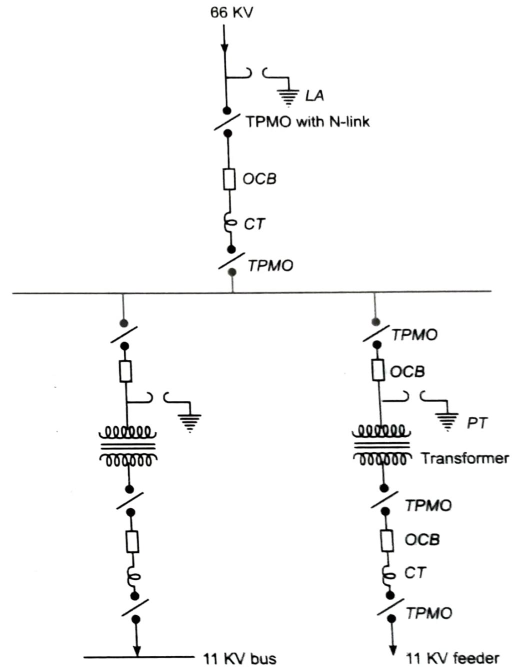
चित्र 2.7 सब-स्टेशन का लाईन चित्र

2. 33 KV सब-स्टेशन :



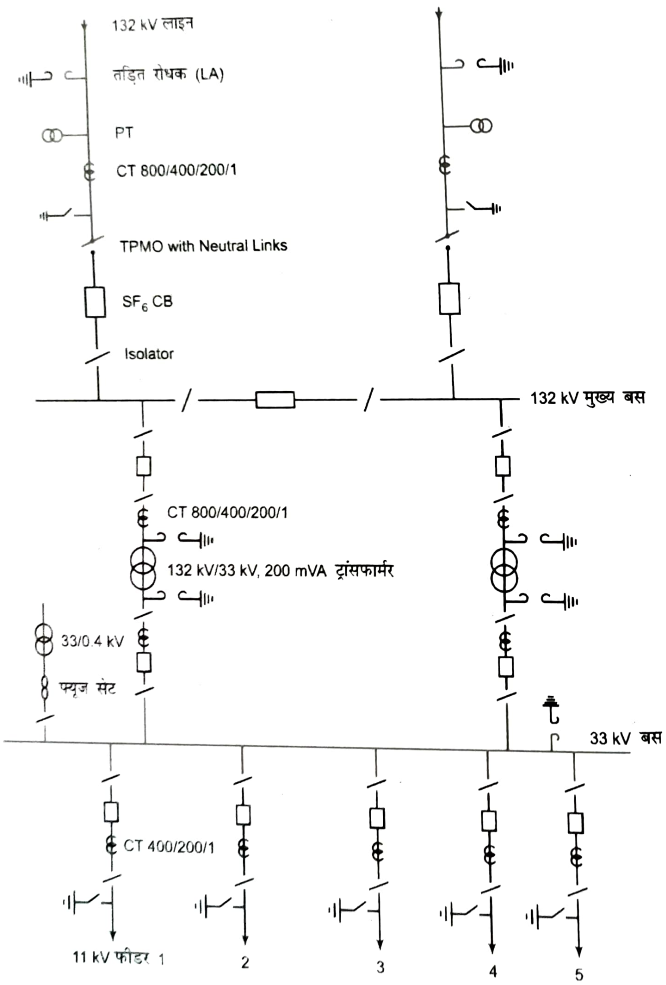
चित्र 2.8 33 KV सब-स्टेशन

3. 66 KV सब-स्टेशन :



चित्र 2.9 66 KV सब-स्टेशन

4. 132 KV सब-स्टेशन :



चित्र 2.10 : एक रेखीय चित्र (132/33 kV उपकेन्द्र)

अभ्यास

1. भू-सम्पर्कन से आप क्या समझते हैं?
2. भू-सम्पर्कन आवश्यकता क्यों होती है?
3. विद्युत प्रणाली में किन-किन बिन्दुओं को भू-सम्पर्कित किया जाता है?
4. भू-सम्पर्कन में भू-तार की SI विशेषताएँ लिखिए।
5. भू-सम्पर्कन में भू-तार तथा भू-इलैक्ट्रोड की माप कितनी होनी चाहिए?
6. भू-सम्पर्कन में भू-प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले घटकों का उल्लेख कीजिए।
7. निम्नलिखित पर टिप्पणी लिखिए—
   (i) भू-प्रतिरोध कम करने की विधि
   (ii) भू-सम्पर्कन के लाभ
   (iii) तार व स्ट्रिप भू-सम्पर्कन
   (iv) छड़ सम्पर्कन
8. पाइप भू-सम्पर्कन का सचित्र वर्णन कीजिए।
9. प्लेट भू-सम्पर्कन का सचित्र वर्णन करते हुए लागत का आगणन कीजिए।
10. पाइप भू-सम्पर्कन का स्वच्छ चित्र बनाइए तथा उसमें लगने वाली सामग्री का आगणन व मूल्यांकन कीजिए।
11. भू-सम्पर्कन से सम्बंधित भारतीय विद्युत नियमों को लिखिए।

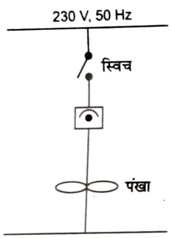
❑

3 प्रकाश प्रणाली का योजना आरेख

(Schematic Diagram of Lighting System)

3.1 परिचय (Introduction)

घरेलू तथा औद्योगिक संस्थानों में प्रकाश, पंखा तथा मोटरों की वायरिंग में एक फेज या तीन फेज की सप्लाई दी जाती है प्रत्येक प्रकाश प्रणाली (Lighting System) को जब सप्लाई देते हैं, तो उसका एक योजना आरेख (Schematic Diagram बनाया जाता है। जब बड़े संस्थानों का योजना आरेख बनाते हैं, तो सबसे पहले यह देखते हैं, कि उस संस्थान में कौन-कौन- ऐसे उपकरण लगे हैं, जिनको सप्लाई दी जानी है। उदाहरण के लिए—

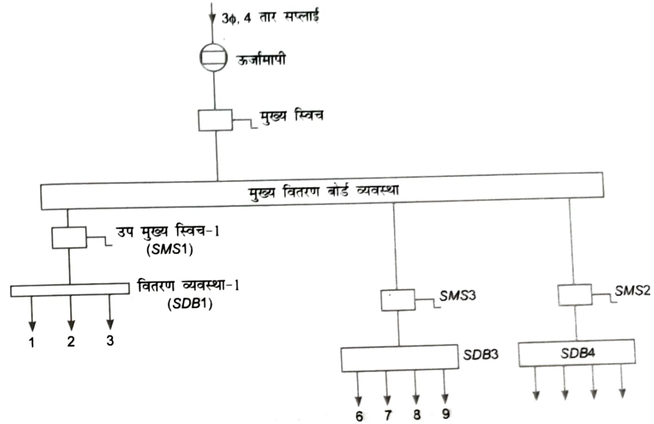


चित्र 3.1 एक पंखे का योजना आरेख

चित्र 3.2 : एक बल्व का योजना आरेख

3.2 सम्मेलन कक्ष (Conference Room)

एक आधुनिक सम्मेलन कक्ष में प्रकाश पंखा, प्रोजेक्टर, साउण्ड सिस्टम आदि की आवश्यकता होती है। कक्ष में प्रकाश तथा कन्ट्रोल सिस्टम अच्छा होना चाहिए, जिसमें सेंसर भी लगे हों। सम्मेलन कक्ष में विद्युत एवं अन्य व्यवस्थाओं को दर्शाने के लिए CAD सॉफ्टवेयर का प्रयोग किया जाता है। यहाँ पर केवल विभिन्न प्रायोजनों के लिए वितरण व्यवस्था का एक चित्र दिखाया गया है।

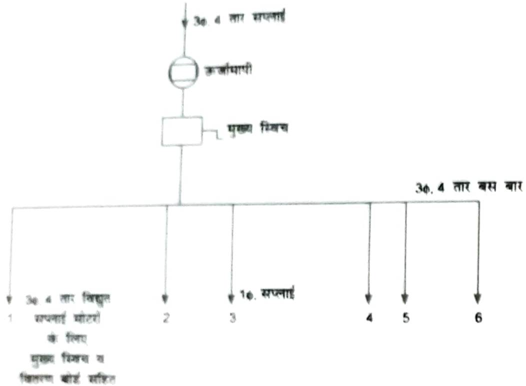


चित्र 3.3 सम्मेलन कक्ष व्यवस्था

1. प्रकाश पंखा परिपथ 1
2. प्रकाश पंखा परिपथ 2
3. प्रकाश पंखा परिपथ 3
4. पॉवर पाइंट परिपथ 1
5. पॉवर पाइंट परिपथ 2
6. नियंत्रण कक्ष परिपथ
7. प्रोजेक्टर कक्ष परिपथ
8. ऑडियो / वीडियो परिपथ
9. सेंसर परिपथ

3.3 सिनेमा (Theatre)

एक आधुनिक थिएटर में प्रकाश पंखा, पॉवर पाइंट, निकास पंखा, ग्लोब लाइट, गलियारा लाइट, प्रोजेक्टर, स्क्रीन, सेंसर, ऑडियो / वीडियो आदि परिपथों की व्यवस्था की जाती है, जिसको डिजाइन करने के लिए CAD सॉफ्टवेयर का उपयोग किया जाता है। यहाँ पर वितरण व्यवस्था चित्र दिखाया गया है।

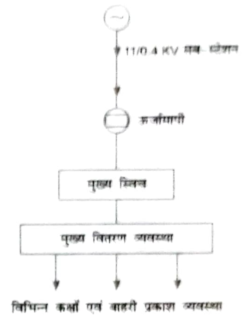


चित्र 3.4 सिनेमा वितरण व्यवस्था

1. प्रोजेक्टर नियंत्रण कक्ष परिपथ
2. लाइट परिपथ
3. गलियारा परिपथ
4. स्क्रीन, सेफ्टी परिपथ
5. ऑडियो वीडियो परिपथ
6. अन्य परिपथ

3.4 स्टेडियम (Sport Stadium)

स्टेडियम दो प्रकार के होते हैं—इंडोर तथा आउटडोर। दोनों में ही स्थिति में प्रकाश पंखा तथा पॉवर पाइंट की व्यवस्था की जाती है। स्टेडियम में अलग-अलग विभिन्न कक्ष होते हैं, जैसे—कम्प्यूटर, कम्युनिकेशन फिटनेस, मल्टीमीडिया, टेक्नोलॉजी उपकरण, चिकित्सा, ऑफिस, पत्रकार, फायर, इलैक्ट्रॉनिक स्क्रीन, एयर कंडीशन, नेटवर्क कक्ष आदि। स्टेडियम में विद्युत सप्लाई देने के लिए एक सब-स्टेशन भी होता है स्टेडियम की प्रकाश व्यवस्था हेतु CAD सॉफ्टवेयर का उपयोग किया जाता है।



चित्र 3.5 स्टेडियम में वितरण व्यवस्था

1. कम्प्यूटर नियंत्रण कक्ष परिपथ
2. कम्युनिकेशन नियंत्रण कक्ष परिपथ
3. टेक्नीकल उपकरण कक्ष परिपथ
4. मल्टीमीडिया कक्ष परिपथ
5. चिकित्सा कक्ष
6. ऑफिस
7. फायर
8. गलियारा
9. एयर कंडीशन
10. इलैक्ट्रानिक स्क्रीन
11. प्रकाश-पंखा
12. पॉवर पाइंट

"Please like Share and Subscribe My Youtube Channel "Electrical Study 2.0"

4 आन्तरिक तार स्थापन का आगणन एवं मूल्यांक
(Estimation and Costing of Internal Wiring

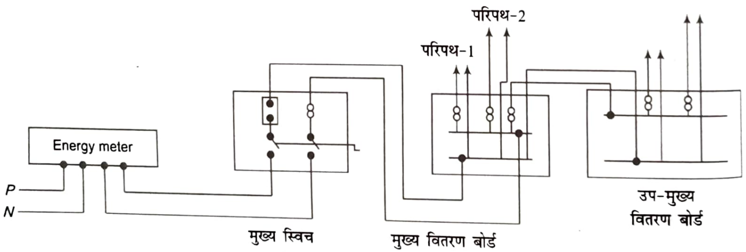
4.1 परिचय (Introduction)

आन्तरिक तार स्थापन (Internal wiring) के अन्तर्गत प्रकाश, पंखा, हीटर, कूलर, 5 A सॉकेट तथा 15 A सॉकेट आ आते हैं। उक्त के लिए विद्युत बिन्दु लगाना, आन्तरिक तार स्थापन कहलाता है। आन्तरिक तार स्थापन में दो परिपथ होते हैं अ दोनों परिपथ अलग-अलग होने चाहिए। प्रकाश, पंखा तथा 5 A सॉकेट परिपथ तथा दूसरा 15 A सॉकेट परिपथ।

4.2 आन्तरिक वितरण प्रणालियाँ (Internal Distribution Systems)

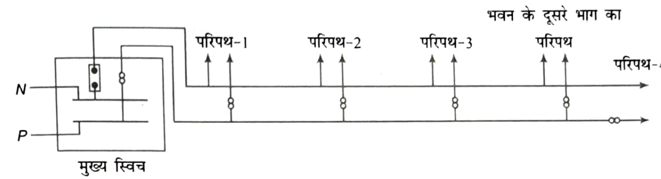
विद्युत उपभोक्ता को विद्युत ऊर्जामापी तक विद्युत सप्लाई दी जाती है, ऊर्जामापी के बाद संस्थान में उपभोक्ता द्वा विभिन्न विद्युत बिन्दुओं के लिए विद्युत देना आन्तरिक वितरण प्रणाली कहलाती हैं। यह दो प्रकार की होती हैं—

1. वितरण बोर्ड प्रणाली (Distribution Board System)—यह एक सामान्य विधि है। भवन के प्रत्येक परिपथ एक-एक फ्यूज लगाकर एक जगह (मुख्य स्विच के पास) एकत्रित कर एक बोर्ड में लगा दिया जाता है, जिसे मुख्य वितर बोर्ड (Main Distribution Board) कहते हैं। मुख्य वितरण बोर्ड में एक कॉपर की स्ट्रिप यानी बस-बार लगी होती है त एक न्यूट्रल लिंक लगा होता है। परिपथों के अनुसार प्रत्येक परिपथ के लिए एक फेज वायर बस-बार से फ्यूज में होते हु निकालते हैं तथा एक उदासीन तार न्यूट्रल लिंक से निकालते हैं। यदि परिपथों की संख्या अधिक है या भवन का दूसरा भाग द है, तो एक और *DB* लगाई जाती है, जिसे उप-वितरण बोर्ड (SDB) कहते हैं। चित्र 4.1 देखें।



चित्र 4.1 वितरण बोर्ड प्रणाली

2. वृक्ष प्रणाली (Tree System)—इस प्रणाली में एक मुख्य शाखा पूरे भवन में दौड़ाई जाती है जिससे छोटी-छोटी शाखाएँ निकलती हैं। फ्यूज भी अलग-अलग शाखाओं में लगाया जाता है अर्थात् प्रत्येक परिपथ का फ्यूज शाखा में लगा होता है। यदि भवन का कोई सिरा दूर है, तो एक उप-वितरण परिपथ निकाला जाता है, जैसा कि चित्र 4.2 में दर्शाया गया है। इस प्रणाली में यदि किसी परिपथ में आयी खराबी को ठीक करना हो, तो मुख्य स्विच बन्द करना पड़ता है। फ्यूज जगह-जगह बिखरे रहते हैं तथा लाइन में परिपथ निकालने के लिए जगह-जगह जोड़ लगाने पड़ते हैं, जिससे खराबी आने की सम्भावना बढ़ जाती है। वोल्टेज भी सभी परिपथों का एक समान नहीं होता है।

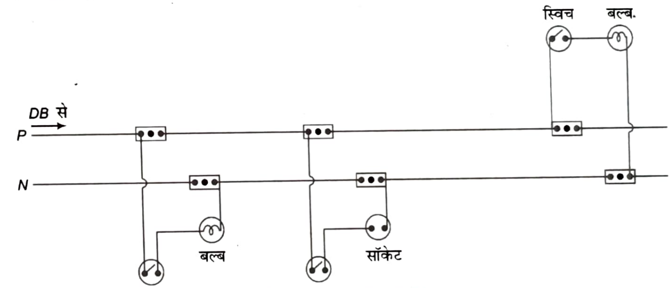


चित्र 4.2 वृक्ष प्रणाली

4.3 तार स्थापन विधियाँ (Methods of Wiring)

तार स्थापन में वितरण करने के बाद परिपथ में विद्युत बिन्दुओं के संयोजन करने के लिए दो विधियाँ हैं—

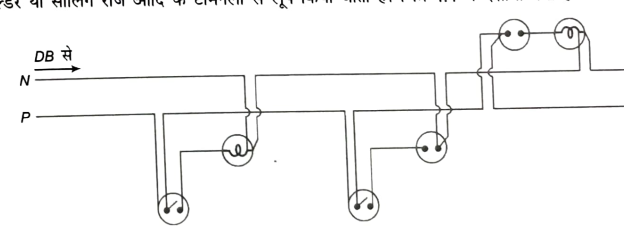
1. संगम बॉक्स विधि (Junction Box)—इस विधि में प्रकाश बिन्दु तथा अन्य बिन्दुओं को जोड़ने के लिए परिपथ में जगह-जगह संगम बॉक्स लगा दिए जाते हैं और संगम बॉक्स से तार जोड़कर विद्युत बिन्दु निकाले जाते हैं, इस विधि में चालक तार की बचत होती है, जैसा कि चित्र 4.3 में दर्शाया गया है।



चित्र 4.3 संगम बॉक्स विधि

इस विधि में जगह-जगह तारों में जोड़ आ जाते हैं, जिससे वायरिंग कमजोर रहती है।

2. पाश विधि (Loop in Method)—इस विधि में फेज वायर को तो बोर्ड में लगे स्विच से ही गुजारा जाता है तथा अगले स्विच के लिए पहले स्विच से जाएगा इस कारण कहीं जोड़ नहीं पड़ते हैं। उदासीन तार को एक विद्युत बिन्दु से दूसरे और दूसरे से तीसरे से जोड़ा जाता है। उदासीन तार में भी जोड़ नहीं पड़ते हैं, क्योंकि एक से दूसरे बिन्दु तक जाने के लिए बल्ब होल्डर या सीलिंग रोज आदि के टर्मिनलों से लूप किया जाता है। चित्र 4.4 में दर्शाया गया है।



चित्र 4.4 पाश विधि

4.4 तार स्थापन के प्रकार का चुनाव (Selection of Types of Wiring)

तार स्थापन का चुनाव करते समय निम्नलिखित घटकों को ध्यान में रखना चाहिए—

1. टिकाऊपन (Durability)—संस्थान के लिए तार स्थापन टिकाऊ होना चाहिए इसलिए क्लीट तार स्थापन की सलाह नही दी जाती है।

2. सुरक्षा (Safety)—किसी संस्थान में सबसे बड़ा खतरा आग का रहता है, जिससे जान-माल का नुकसान हो सकता है ऐसी दृष्टि से तार स्थापन के प्रकार का चुनाव करते समय यह देखना अति आवश्यक है, कि संस्थान में आग का खतरा तो नहीं है। अत: कन्सील्ड वाहक नली तार स्थापन को प्राथमिकता देते हैं।

3. दर्शनीयता (Appearance)—तार स्थापन देखने में सुन्दर लगे इस बात का भी ध्यान रखा जाता है। ऐसी जगह क्लीट या कैसिंग कैपिंग वायरिंग नहीं की जाती है। PVC केबिल या छिपी वाहक नली (Concealed Conduit Wiring) की जानी चाहिए।

4. लागत (Cost)—लागत को ध्यान में रखते हुए, भवन स्वामी के अनुसार वायरिंग का चुनाव करना चाहिए। यदि महंगा लगता है, तो बैटन वायरिंग करनी चाहिए तथा सार्वजनिक भवनों में वाहक नली तार स्थापन को प्राथमिकता देनी चाहिए। वाहक नली तार स्थापन अच्छी परन्तु महंगी होती है।

5. परिवर्तनीय (Accessibility)—तार स्थापन इस तरह का होना चाहिए, कि आवश्यकतानुसार परिवर्तित किया जा सके अर्थात् तार स्थापन को बढ़ाया एवं नया किया जा सके।

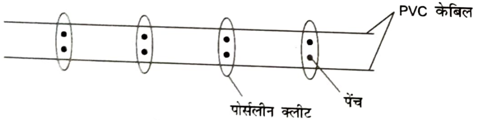
6. रख-रखाव (Maintenance)—रख-रखाव सरल हो तथा न्यूनतम व्यय आए।

7. विद्युत बिन्दु की जगह (Location of Electric Points)—भवन में विद्युत बिन्दुओं की जगह ऐसी होनी चाहिए कि बिन्दुओं तक आसानी से पहुँचा जा सके।

4.4 तार स्थापन के प्रकार (Types of Wiring)

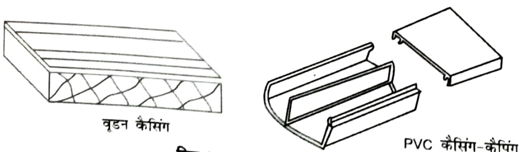
आन्तरिक तार स्थापन निम्न प्रकार का होता है—

1. क्लीट (Cleat) तार स्थापन—30 से 60 cm की दूरी पर पेंच की सहायता से दीवार पर गुल्ली लगायी जाती है। इन गुल्लियों पर VIR या PVC केबिल क्लीट में से ले जायी जाती है। यह वायरिंग सस्ती एवं अस्थायी होती है।



चित्र 4.5 क्लीट तार स्थापन

2. वूडन कैसिंग कैपिंग (Wooden Casing Capping)—इस वायरिंग में VIR या PVC केबिल उपयोग में लायी जाती है। दीवार पर 60 cm - 60 cm की दूरी पर गुल्ली के सहारे वूडन कैसिंग लगायी जाती है तथा कैसिंग में तार/केबिल बिछाकर ऊपर से कैप लगा देते हैं। वर्तमान में वूडन कैसिंग कैपिंग की जगह PVC कैसिंग कैपिंग का उपयोग किया जाता है।



चित्र 4.6 वूडन कैसिंग कैपिंग

3. सीसा कोषित तार स्थापन (Lead Sheathed or Metal Sheathed Wiring)—इस तरह की वायरिंग में गुल्ली के सहारे सीसा कोषित केबिल को लगाया जाता है। यह वायरिंग भी अस्थायी होती है।

4. बैटन तार स्थापना (Batten Wiring)—यह सुन्दर व टिकाऊ तार स्थापन है। बैटन की चौड़ाई चालक की संख्या पर निर्भर करती है। सारणी 4.1 में बैटन की माप व चालकों की संख्या दर्शायी है। बैटन की चौड़ाई 13 mm से कम नहीं होती, बैटन दीवार पर 45 cm की एक समान दूरी पर गुल्ली से फिट की जाती है।

सारणी 4.1

चालकों की संख्या	बैटन माप चौड़ाई (mm) × मोटाई (mm)	वायरिंग क्लिप	
		संख्या	माप (mm)
2	13 × 13	1	25
3	19 × 13	1	32
4	19 × 13	2	38
5	25 × 13	1	44
6	25 × 13	1	50
7	32 × 13	1	56
8	38 × 13	1	63
9	38 × 13	2	44
10	44 × 13	2	50
11	50 × 13	2	50
12	50 × 13	3	38
13	56 × 13	3	44
14	63 × 13	3	50
15	67 × 13	3	50

बैटन सागवन की लकड़ी की होती है। बैटन के सहायक के रूप में बैटन कोहनी (corner), मोड़ (bend) आदि का प्रयोग किया जाता है।

5. वाहक नली तार स्थापन (Conduit Wiring)—वाहक नली वायरिंग सबसे अधिक टिकाऊ होती है अति उत्तम, आग से सुरक्षित, नमी से सुरक्षित होती है। वाहक नली तार स्थापन दो प्रकार की होती है—

(i) सतह वाहक नली तार स्थापन (Surface Conduit Wiring)

(ii) छिपी वाहक नली तार स्थापन (Concealed Conduit Wiring)

सामान्यत: PVC वाहक नली उपयोग में लायी जाती है, लेकिन आवश्यकतानुसार Metal या Flexible Conduit भी उपयोग में लायी जाती है।

सारणी 4.2
$1{\cdot}5\ mm^2$ ऐल्युमिनियम चालकों के लिए वाहक नली की माप

चालकों की संख्या	वाहक नली की माप mm
3 तक	16 mm
4 से 5 तक	19 mm
6 से 8 तक	25 mm
9 से 12 तक	32 mm
13 से 15 तक	38 mm

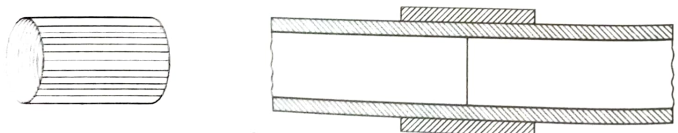
सारणी 4.3
विभिन्न माप के चालक व वोल्टेज ग्रेड के अनुसार

चालक की माप $(mm)^2$	वाहक नली की माप (mm)									
	19		25		32		38		50	
	250 V	660 V	250 V	660 V	250 V	660 V	250 V	660 V	250 V	660 V
2·5	5	3	8	6	12	8	14	10	–	–
4	3	2	6	5	10	7	12	8	–	–
6	2	–	5	4	8	6	10	7	–	–
10	–	–	4	3	7	5	8	6	–	–
12	–	–	4	3	6	5	8	6	–	–
14	–	–	3	2	4	3	7	5	–	–
16	–	–	2	–	4	3	7	5	–	–
18	–	–	–	–	4	3	6	4	10	7
25	–	–	–	–	2	–	4	2	6	5

4.5 वाहक नली की सहायक युक्तियाँ (Conduit Accessories)

वाहक नली तार स्थापन में निम्नलिखित वाहक नली की सहायक युक्तियाँ व फिटिंग उपयोग में लायी जाती हैं।

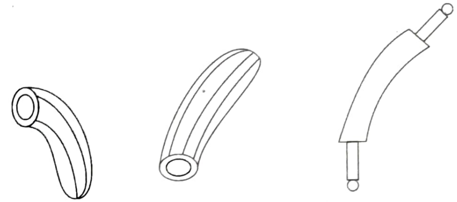
1. वाहक नली कपलर (Conduit Couplers)—दो वाहक नलियों को आपस में जोड़ने के लिए कपलर या सॉकेट का उपयोग किया जाता है।



चित्र 4.7 वाहक नली कपलर

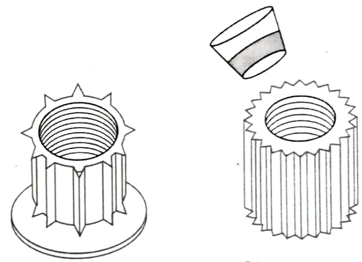
2. वाहक नली कोहनी (Conduit Elbow)—वायरिंग में 90° मोड़ देने के लिए कोहनी का उपयोग किया जाता है।

3. वाहक नली मोड़ (Conduit Bend)—वायरिंग में मोड़ देने के लिए मोड़ का उपयोग किया जाता है।



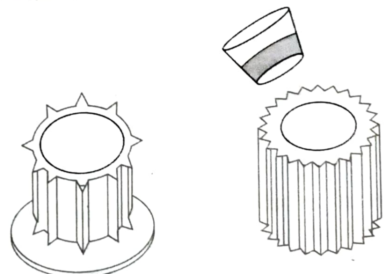
चित्र 4.8 वाहक नली कोहनी व मोड़

4. वाहक नली बुशिंग (Conduit Bushing)—जब दृढ़ वाहक नली (Rigid Conduit) कण्ड्यूट बॉक्स या स्विच बोर्ड में प्रवेश करती है, तब बुशिंग का उपयोग किया जाता है। बुशिंग की आन्तरिक सतह पर चूड़ी होती है।



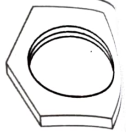
चित्र 4.9 वाहक नली बुशिंग

5. वाहक नली निपल (Conduit Nipples)—निपल, बुशिंग की तरह ही होती है, बस अन्तर केवल इतना है, कि निपल के अन्दर की सतह चिकनी होती है।



चित्र 4.10 वाहक नली निपल

6. **लॉक नट** (Lock Nut)—जब दृढ़ वाहक नली (Rigid Conduit) स्विच बोर्ड या बॉक्स में लगायी जाती है, तो लॉक नट के द्वारा कसी जाती है।

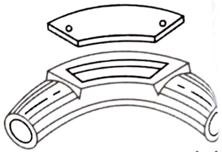


चित्र 4.11 लॉक न

7. **वाहक नली सैडल** (Conduit Saddle)—दीवार की सतह पर, वाहक नली को लगाने (Fix) करने के लिए सैडल का उपयोग किया जाता है।

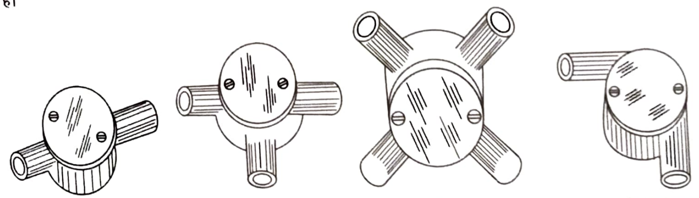
चित्र 4.12 सैडल

8. **निरीक्षण मोड़ व कोहनी** (Inspection Bend and Elbow)—निरीक्षण मोड़ या कोहनी, वायरिंग का निरीक्षण करने के लिए लगायी जाती है। इस पर टिन (Tin) का कवर दो स्क्रू की सहायता से कस दिया जाता है।



चित्र 4.13 निरीक्षण मोड़ व कोहनी

9. **निरीक्षण/जंक्शन बॉक्स** (Junction/Inspection Box)—निरीक्षण या जंक्शन बॉक्स आगे के बिन्दुओं को सप्लाई देने के लिए किया जाता है। दो मार्गी निरीक्षण बॉक्स (Two way inspection box) का उपयोग आगे के बिन्दु को 90° मोड़ पर सप्लाई देने के लिए उपयोग किया जाता है। टी-निरीक्षण (T-Inspection) या तीन मार्गी निरीक्षण बॉक्स (Three way inspection box) का उपयोग एक सीधी लाइन की वाहक नली को जोड़ने के लिए किया जाता है। आवश्यकतानुसार चार मार्गी निरीक्षण बॉक्स का भी उपयोग कि जाता है।



दो मार्गी निरीक्षण | T-निरीक्षण | चार मार्गी निरीक्षण | 90° दो मार्गी निरीक्षण

चित्र 4.14 निरीक्षण जंक्शन बॉक्स

10. **वाहक नली रिड्यूसर** (Conduit Reducer)—विभिन्न माप की दो वाहक नलियों को जोड़ने के लिए रिड्यूसर क उपयोग किया जाता है।

4.6 आन्तरिक प्रकाश व्यवस्था का अभिकल्पन (Design of Indoor Lighting Schemes)

आन्तरिक प्रकाश व्यवस्था देने के लिए निम्नलिखित बिन्दुओं को ध्यान में रखना आवश्यक है—

1. **आवश्यक प्रदीपन स्तर** (Required Illumination Level)—प्रदीपन स्तर का ज्ञात होना अति आवश्यक है। विभिन्न कार्यों के लिए एक निर्धारित प्रदीपन स्तर होता है।

	स्थान व कार्य का प्रकार	प्रदीपन स्तर लक्स (Lux) में
1.	**आवासीय (Domestic)**	
	शयन कक्ष (Bed Room)	150 से 200
	रहने का कक्ष (Drawing Room)	250
	भोजन कक्ष (Dining Room)	125
	रसोईघर (Kitchen)	200
	स्नानागार दर्पण (Bathroom Mirror)	200
	सिलाई कक्ष (Sewing Room)	500
	प्रवेश द्वार, सीढ़ी व हॉल	100
	स्नानघर (Bathroom)	75
	अध्ययन कक्ष (Study Room)	300
	मनोरंजन कक्ष (Table Game)	300
2.	**फैक्ट्री (Industry)**	
	सामान्य कार्य	200
	सूक्ष्म मशीनी कार्य	500
	अति सूक्ष्म मशीनी कार्य	1000 से 2000
3.	**अस्पताल**	
	लेबोरेट्री	250
	मरीज वार्ड	100
	ऑपरेशन टेबल	3000
4.	**स्कूल/कॉलिज**	
	कक्षा	250
	कार्यशाला	400
	ड्राइंग हॉल	400
	प्रयोगशाला	150
5.	**होटल**	
	रसोईघर	200
	जलपान कक्ष	150
	शयन कक्ष	75
6.	**दुकान**	
	सामान्य	250

	प्रदर्शन कक्ष	500
	मरम्मत कार्य	1000 से 2000
7.	अन्य	
	ऑफिस	250
	पुस्तकालय	300
	सभा भवन	350

2. एकसमान प्रदीपन (Uniformity Illumination)—प्रदीपन की व्यवस्था ऐसी होनी चाहिए, कि प्रकाश एकसमान रूप से रहे। दो प्रकाश बिन्दुओं के बीच की दूरी 3 मी० से कम नहीं होनी चाहिए।

3. रंग (Colour)—दीवारों का रंग ऐसा होना चाहिए, कि दीवार से प्रकाश परिवर्तित होकर कार्यतल पर पड़े। सफेद दीवारों का परावर्तन अधिक होता है।

4. प्रदीपन व्यवस्था का प्रारूप (Types of Lighting Scheme)—प्रदीपन व्यवस्था; जैसे—प्रत्यक्ष, अप्रत्यक्ष, अर्ध-प्रत्यक्ष आदि ऐसी होनी चाहिए, कि अधिक-से-अधिक प्रकाश मिल सके।

5. स्थान ऊँचाई का अनुपात (Hight-Space Ratio)—प्रकाश की ऊँचाई 2 मी० से 3 मी० के बीच रखी जाती है तथा स्पेस इस प्रकार देना चाहिए, ताकि स्थान ऊँचाई का अनुपात 1 या 2 से अधिक न हो सके।

6. उपयोगिता गुणांक (Utilization Factor)—कार्यतल पर पड़ने वाली ज्योति (Lumens) तथा प्रकाश स्रोत द्वारा कुल ज्योति का अनुपात उपयोगिता गुणांक कहलाता है। इसका मान 0·5 से 0·8 तक लिया जाता है।

7. ह्रास गुणांक (Depreciation Factor)—समय के साथ-साथ दीवारों, प्रकाश स्रोत आदि पर धूल जम जाने के कारण पूरा प्रदीपन नहीं हो पाता है। ह्रास गुणांक को अनुरक्षण गुणांक भी कहते हैं।

$$\text{ह्रास गुणांक} = \frac{\text{वास्तविक प्राप्त प्रदीपन}}{\text{पूर्णतः स्वच्छ दशा में प्रदीपन}}$$

इसका मान 0·8 से कम नहीं होना चाहिए।

4.7 प्रकाश बिन्दुओं की गणना (Calculation of Light Points)

प्रकाश बिन्दुओं की गणना करने से पहले यह जान लेना आवश्यक है, कि विभिन्न प्रकाश स्रोतों द्वारा कितना प्रकाश निर्गत किया जाता है।

	प्रकाश स्रोत	शक्ति (watt)	प्रकाश निर्गत (lumen)
1.	प्रतिदीप्ति नलिका (Fluorescent Tube)	20	920
		40	2400
		80	4640
2.	उद्दीपन बल्ब (Incandescent Lamp)	40	400
		60	720
		100	1380
		150	2100
		200	2950
		300	4800
		500	8450
		1000	1900
3.	सोडियम बल्ब (Sodium Lamp)	45	2250
		60	3420
		100	5400
		200	9500
4.	मरकरी बल्ब (Mercury Lamp)	80	2480
		125	3875
		250	8750
		400	15600

$$\text{प्रकाश स्रोतों की संख्या } N = \frac{E\,.\,A}{P\,.\,\text{CU}\,.\,\text{MF}}$$

जहाँ E = प्रदीपन तीव्रता (lumen/m^2)

A = तल का क्षेत्रफल (m^2)

P = प्रति लैम्प द्वारा ल्यूमन फ्लक्स (lumen/watt) या ज्योति दक्षता (lumen/watt)

CU = उपयोगिता गुणांक

MF = अनुरक्षण गुणांक या ह्रास गुणांक

4.8 पंखों की गणना (Calculation of Fans)

पंखों तथा निकास पंखों (Fan and Exhaust Fan) का निर्धारण पंखों की माप, हवा विसरण (Air deliver) तथा कक्ष की माप के अनुसार किया जाता है।

	पंखे की माप (Blade Sweep mm)	हवा विसरण (Air Delivery) m^3/min
1.	**छत का पंखा** (Ceiling Fan)	
	900	145
	1200	220
	1400	270
	1500	300
2.	**पेडेस्टल पंखा** (Pedestal Fan)	
	300	1800
	500	5400
	600	9000

3.	निकास पंखा (Exhaust Fan)	
	230	700
	300	1900
	380	3610

दो पंखों के बीच की दूरी—

900 mm माप के लिए	2·9 m
1200 mm माप के लिए	3·75 m
1400 mm माप के लिए	4·2 m
1500 mm माप के लिए	4·75 m

कक्ष के आयतन के अनुसार पंखे की माप—

1. निकास पंखा	200 mm	—	1·5 m × 1·5 m × 3·0 m	रसोइघर, स्नान कक्ष आदि।
	300 mm	—	2·5 m × 2·5 m × 3 m	दुकान, फैक्ट्री, कार्यालय आदि।
	380 mm	—	4 m × 4 m × 4 m	कार्यशाला, प्रयोगशाला आदि।
	450 mm	—	4·5 m × 4·5 m × 4·5 m	सिनेमाघर, फैक्ट्री आदि।
2. पंखा	600 mm	—	10 m × 4 m × 4 m	फैक्ट्री, सिनेमाघर आदि।
	900 mm	—	2·5 m × 2·5 m × 3·5 m	सामान्य भवन
	1200 mm	—	2 m × 3 m × 3·5 m	शयन कक्ष, दुकान
	1400 mm	—	4 m × 4 m × 3·5 m	बैठक कक्ष, कार्यशाला
	1500 mm	—	4·5 m × 4·5 m × 4 m	फैक्ट्री, कार्यशाला
3. कूलिंग पंखा	1200 mm	—	18 m × 6 m × 6 m	फैक्ट्री व अन्य बड़ी इकाई
	1500 mm	—	20 m × 6 m × 6 m	ट्रांसफार्मर

4.9 विद्युत बिन्दुओं की गणना (Calculation of Electrical Points)

आन्तरिक तार स्थापन में बिन्दुओं की संख्या की गणना निम्नलिखित विवरणानुसार की जाती है—

स्थिति (Location)	बल्ब (Lamp)	प्रतिदीप्ति नली (Fluorescent Tube)	सॉकेट 5A	सॉकेट 15 A	पंखा Fan	निकास पंखा Ex. Fan
शयन कक्ष 3×3 m^2	1	1	1	—	1	—
शयन कक्ष 4×4 m^2	1	1	2	1	1	—
शयन कक्ष 5×4 m^2	1	1	2	1	1	—
शयन कक्ष 6×4 m^2	1	1	2	1	2	—
बैठक (Drawing Room)	1	2	2	1	2	—
भोजन कक्ष (Dining Room)	1	2	2	—	1	—

रसोइघर (Kitchen)	1	1	—	1	—	1
गैराज (Garage)	1	—	1	1	1	—
स्नानघर (Bathroom)	1	—	1	1	—	1
बरामदा (Verandah)	1	—	1	1	—	—
स्टोर (Store)	1	—	—	—	—	—
लॉबी (Loby)	1	1	2	1	2	—

4.10 भार की गणना (Calculation of Load)

विद्युत भार की गणना संस्थान में लगे विद्युत बिन्दुओं के भार के अनुसार की जाती है।

विद्युत बल्ब	—	60 watt
ट्यूब लाइट	—	40 watt
पंखा (900 mm)	—	60 watt
पारद बल्ब	—	125 watt
5 A सॉकेट	—	100 watt
15 A सॉकेट	—	1000 watt

अधिकतम माँग (Maximum Demand)—किसी संस्थान में लगा कुल भार जब एक ही समय में कार्य करता है, तो वह भार अधिकतम भार (Maximum load) कहलाता है, इसी माँग को अधिकतम माँग कहते हैं।

औसत भार (Average Load)—किसी संस्थान में कुल संयोजित भार एक समय में कार्य नहीं करते हैं, आवश्यकतानुसार ही भार उपयोग में लाए जाते हैं, जैसे—कि किसी संस्थान में गीजर बिन्दु तथा एयर कण्डीशनर बिन्दु लगे है, मौसम की स्थिति के अनुसार एक बिन्दु उपयोग में लाया जाएगा। इस प्रकार किसी एक समय में उपयोग भार को औसत भार कहते हैं, जिसका मान अधिकतम भार से कम होगा।

माँग गुणांक (Demand Factor)—यह औसत भार तथा अधिकतम भार के अनुसार होता है।

$$\text{माँग गुणांक} = \frac{\text{औसत भार या माँग}}{\text{अधिकतम भार या माँग}} < 1$$

भार विचलन (Diversity of Load)—संस्थान में कई प्रकार के भार बिन्दु लगे होते है, जैसे—प्रकाश, पंखा, कूलर हीटर आदि। इन सभी भार को एक साथ उपयोग में नहीं लाते है। गर्मी में कूलर तो सर्दी में होटर का उपयोग किया जाता है किस मौसम में किस समय अवधि में संस्थान की विद्युत शक्ति माँग अधिकतम होगी, तो संस्थान में विद्युत शक्ति की मितव्ययी गणना आसानी से की जा सकती है, इसी को भार विचलन कहते है।

विचलन गुणांक (Diversity Factor)—किसी संस्थान को कुल अधिकतम माँग तथा किसी विशेष अवधि में कार्यरत अधिकतम माँग का अनुपात विचलन गुणांक कहलाता है।

$$\text{विचलन गुणांक} = \frac{\text{कुल अधिकतम भार माँग}}{\text{कार्यरत अधिकतम भार माँग}} > 1$$

$$= \frac{\text{संस्थान का कुल अधिकतम भार}}{\text{संस्थान में एक साथ कार्यरत भार}}$$

जैसे किसी संस्थान में 40 वॉट की 10 ट्यूबलाइट लगी हैं और इनमें से 7 ट्यूबलाइट एक साथ उपयोग में लायी जाती हैं

तो —

$$\text{विचलन गुणांक} = \frac{40 \times 10 \text{ watt}}{40 \times 7 \text{ watt}}$$

$$= \frac{400}{280}$$

$$= 1.43$$

4.11 परिपथों की गणना (Calculation of Circuits)

लाइट, पंखा तथा 5 A के सॉकेट, कुल मिलाकर 10 बिन्दु या 800 watt के लिए एक परिपथ होगा। 15 A के सॉकेट शक्ति परिपथ की श्रेणी में आते हैं, जिसके लिए दो बिन्दु या 3000 watt का एक परिपथ होगा।

4.12 चालक की माप (Size of Conductor)

प्रकाश-पंखा-5A के सॉकेट परिपथ के कॉपर 1/1·2 mm (0·96 mm^2) उपयोग में लाते हैं तथा एल्युमीनियम 1/1·40 mm (1·5 mm^2) उपयोग में लाते हैं।

शक्ति परिपथों के लिए ताम्र 3/0·915 (1·93 mm^2) या एल्युमीनियम चालक 1/1·80 mm (2·5 mm^2) से कम माप का नहीं होना चाहिए।

परिपथों के अलावा मुख्य स्विच से वितरण बोर्ड तक, चालक की माप संस्थान के कुल विद्युत भार के अनुसार ली जाती है।

सारणी 4.4–ताम्र चालकों की माप के अनुसार विद्युतधारा क्षमता एवं वोल्टतापात

चालक की माप		विद्युतधारा वहन क्षमता A		लगभग वोल्टतापात ऐम्पियर-मीटर/वोल्ट
तार संख्या/व्यास mm	परिच्छेद क्षेत्रफल mm^2	2-क्रोड केबिल	3 या 4-क्रोड केबिल	
1/1·2	0·96	5	5	55
3/0·736	1·29	10	10	72
3/0·915	1·93	15	13	110
7/0·735	2·90	20	15	165
7/0·915	4·52	28	22	260
7/1·12	6·45	36	29	380
7/1·32	9·35	43	34	545
7/1·626	14·50	53	42	820
19/1·12	19·35	62	50	1050
19/1·32	25·80	74	59	1475
19/1·626	38·70	97	78	2200

सारणी 4.5–एल्युमिनियम चालक की माप के अनुसार विद्युतधारा एवं वोल्टतापात

चालक की माप		विद्युतधारा वहन क्षमता A		लगभग वोल्टतापात ऐम्पियर-मीटर/वोल्ट
तार संख्या/व्यास mm	परिच्छेद क्षेत्रफल mm^2	2-क्रोड केबिल	3 या 4-क्रोड केबिल	
1/1·40	1·5	10	9	22·5
1/1·80	2·5	15	11	37·4
1/2·24	4·0	20	15	61·5
1/2·80	6·0	27	21	90·3
1/3·55	10·0	34	27	145·8
7/1·70	16·0	43	35	238·0
7/2·25	25·0	59	48	408·0
7/2·50	35·0	60	55	495·0
7/3·00	50·0	91	69	690·0

सारणी 4.6—VIR या PVC सुनम्य चालक की माप के अनुसार विद्युतधारा क्षमता एवं वोल्टतापात

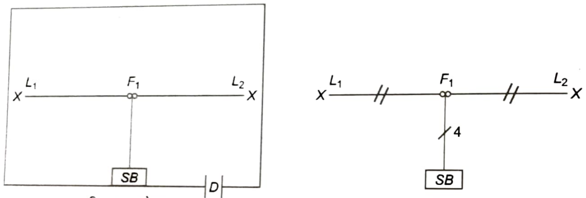
चालक की माप		2, 3 या 4-क्रोड के लिए विद्युत वहन क्षमता A	विद्युत वहन क्षमता पर प्रति मीटर वोल्टतापात V
तार संख्या/व्यास mm	परिच्छेद क्षेत्रफल mm^2		
14/0·193	0·4	3	0·40
16/0·200	0·5	3	0·33
23/0·193	—	6	0·36
24/0·200	0·75	6	0·37
32/0·200	1·00	10	0·45
40/0·193	—	13	0·46
48/0·200	1·5	15	0·40
70/0·193	—	18	0·36
80/0·200	2·5	20	0·32
110/0·193	—	24	0·30
128/0·200	4·0	25	0·30
162/0·200	—	31	0·26

4.13 बैटन, वाहक नली व केबल की लम्बाई की गणना (Calculation of Length of Batten, Conduit and Cable)

बैटन, वाहक नली व केबल की लम्बाई ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित की जानकारी होना आवश्यक है—

1. बैटन या वाहक नली में जाने वाली चालकों की संख्या कितनी है।
2. बैटन या वाहक नली वायरिंग का क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर लम्बाई कितनी है।
3. संस्थान का विद्युत आयोजन व उसका चित्रण।

जिस संस्थान में वायरिंग की जानी है, उस संस्थान में ऊर्जामापी के बाद मुख्य स्विच, वितरण बोर्ड लगाकर आगे परिपथों की संख्या के आधार पर विद्युत आयोजन (Electrical Plan) बनाया जाता है, जिसमें सामान्य नियमों के तहत विद्युत बिन्दुओं व स्विच बोर्ड को दर्शाया जाता है। उदाहरण के लिए एक कमरे की वायरिंग इस प्रकार है—



चित्र 4.15 कमरे की वायरिंग की योजना

विद्युत आयोजन चित्र से स्विच बोर्ड से स्विच बोर्ड, स्विच बोर्ड से विद्युत बिन्दु तक का बैटन/वाहक नली की लम्बाई प्रत्येक कमरे के लिए अलग-अलग निकालकर जोड़ लेते हैं।

दूसरी विधि में विद्युत आयोजन का एक लाइन चित्र बनाते हैं और चालक की संख्या के आधार पर बैटन/वाहक नली की लम्बाई तथा चालक की लम्बाई ज्ञात करते हैं। उदाहरण के लिए SB से F_1 की दूरी 2 मी० तथा F_1 से L_1 व L_2 की दूरी क्रमश: 2·5 मी०-2·5 मी० है, तो—

चालक की संख्या	बैटन की माप (mm × mm)	बैटन की लम्बाई	चालक की लम्बाई
2	13 × 13	2·5 + 2·5 = 5 मी०	5 × 2 = 10 मी०
4	19 × 13	2 मी०	2 × 4 = 8 मी०

उक्त आधार पर—

बैटन की लम्बाई

19 mm × 13 mm .... 2 मी०

13 mm × 13 mm .... 5 मी०

चालक की लम्बाई ...... 10 + 8 = 18 मी०

4.14 राउण्ड ब्लॉक, होल्डर, रोज तथा स्विच की गणना

1. **राउण्ड ब्लॉक** (Round Blocks)—बैटन होल्डर, सीलिंग रोज, ब्रैकेट तथा कभी-कभी एक स्विच होने पर राउण्ड ब्लॉक लगाए जाते हैं।
2. **बल्ब होल्डर** (Bulb Holder)—बल्बों की संख्या के अनुसार होल्डर की गणना की जाती है।
3. **सीलिंग रोज** (Ceiling Roses)—प्रत्येक ट्यूब लाइट, पंखा या घण्टी के लिए रोज का प्रयोग किया जाता है।
4. **स्विचों की संख्या** (No. of Switches)—संस्थान में लगे कुल सॉकिट तथा कुल विद्युत बिन्दुओं के बराबर स्विच लगाए जाएँगे।

4.15 मुख्य स्विच व वितरण बोर्ड का निर्धारण (Rating of Main Switch and Distribution Board)

मुख्य स्विच का विद्युत धारा निर्धारण संस्थान में नियंत्रित कुल धारा के बराबर तथा वोल्टता, परिपथ की लाइन वोल्टता के अनुसार किया जाता है, जैसे—15 A, 250 V, DPIC।

एक कलीय परिपथ के लिए DPIC

तीन कलीय परिपथ के लिए TPIC

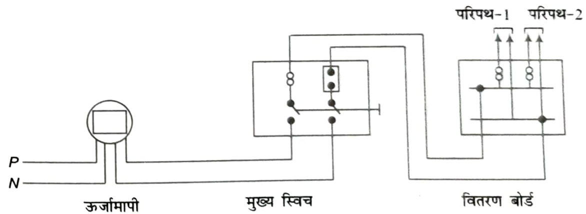
तीन कलीय उदासीन तार के साथ TPNIC

इसी तरह वितरण बोर्ड एक कलीय, तीन कलीय तथा परिपथों के अनुसार दो मार्गी, तीन मार्गी, ... एवं विद्युत धारा कुल धारा के बराबर व वोल्टता, लाइन वोल्टता के अनुसार निर्धारण किया जाता है।

4.16 तार स्थापन व्यवस्था (Wiring Arrangement)

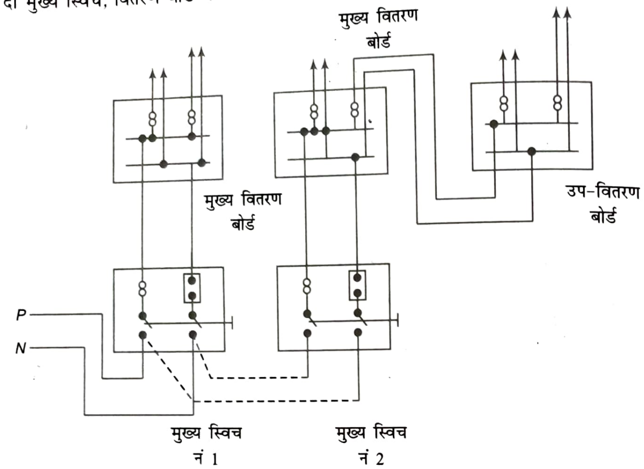
ऊर्जामापी तक सप्लायर द्वारा सप्लाई प्रदान की जाती है। इसके बाद संस्थान में विभिन्न विद्युत बिन्दुओं के लिए मुख्य स्विच व वितरण बोर्ड लगाकर विद्युत प्रदान की जाती है। संस्थान में अधिक कक्ष या तल अधिक होने पर उप-वितरण बोर्ड का भी उपयोग किया जाता है। एक कलीय तार स्थापन हेतु—

1. एक मुख्य स्विच व एक वितरण बोर्ड



चित्र 4.16 मुख्य स्विच व एक वितरण बोर्ड

2. दो मुख्य स्विच, वितरण बोर्ड व उप-वितरण बोर्ड



चित्र 4.17 दो मुख्य स्विच, वितरण बोर्ड व उप-वितरण बोर्ड

4.17 तार स्थापन के सामान्य नियम (General Rules of Wiring)

किसी संस्थान में तार स्थापन करते समय निम्नलिखित सामान्य नियमों का पालन करना चाहिए—

1. ऊर्जामापी की फर्श से ऊँचाई 1·5 मी० होती है तथा ऊर्जामापी के भवन में प्रवेश करते ही सुरक्षित स्थान पर लगाना चाहिए।
2. ऊर्जामापी के तुरन्त बाद एक मुख्य स्विच व वितरण बोर्ड लगाना चाहिए, जिसकी फर्श से ऊँचाई भी 1·5 मी० होगी।
3. मुख्य स्विच व वितरण बोर्ड फ्यूज यूनिट सहित होने चाहिए।
4. दूर स्थित कक्षों के लिए उप-वितरण बोर्ड का उपयोग करना चाहिए।
5. मुख्य स्विच व वितरण बोर्ड सही रेटिंग के होने चाहिए।
6. लाइट-पंखा परिपथ व शक्ति परिपथ अलग-अलग होने चाहिए।
7. लाइट-पंखा व 5 A सॉकेट के एक परिपथ के लिए 10 बिन्दु या 800 W से अधिक नहीं होना चाहिए।
8. शक्ति परिपथ में एक परिपथ के लिए 15 A के दो बिन्दु या 3000 W से अधिक नहीं होना चाहिए।
9. प्रकाश-पंखा परिपथ के लिए 1·5 mm^2 ऐल्युमिनियम का चालक व शक्ति परिपथ के लिए 2·5 mm^2 ऐल्युमीनियम चालक से कम माप का नहीं होना चाहिए।
10. मुख्य स्विच से वितरण बोर्ड तक के चालक की माप कुल भार के अनुसार होनी चाहिए।
11. गुल्लियों के बीच अन्तराल 30 से 45 cm तक रखा जाता है।
12. प्रकाश-पंखा परिपथ में वायरिंग का क्षैतिज रन, फर्श से 3·5 मी० ऊँचाई या 4 मी० से अधिक सीलिंग पर सीलिंग से 0·5 मी० नीचे रखना चाहिए।
13. शक्ति परिपथ हेतु वायरिंग का क्षैतिज रन फर्श से 2·5 मी० ऊँचाई पर होना चाहिए।
14. बैटन वायरिंग में वायरिंग क्लिपों की दूरी, क्षैतिज रन में 10 cm तथा ऊर्ध्वाधर रन में 15 cm होनी चाहिए।
15. वायरिंग में केबलों में जोड़ नहीं होना चाहिए।
16. सभी उपकरणों के धातु भाग व तीन पिन सॉकेट का एक पिन भू-सम्पर्कित होना चाहिए।
17. प्रकाश बिन्दु की फर्श से ऊँचाई 2·5 मी० होनी चाहिए।
18. पंखे की फर्श से ऊँचाई 2·55 मी० होनी चाहिए।
19. स्विच बोर्ड/स्विच की फर्श से ऊँचाई 1·25 मी० होनी चाहिए।
20. 5 A के सॉकेट की फर्श से ऊँचाई 1·25 मी० होनी चाहिए।
21. 15 A के सॉकेट की फर्श से ऊँचाई 1·50 मी० या 25 cm होनी चाहिए।
22. 14 SWG, GI वायर भू-सम्पर्कन के लिए पूरी वायरिंग में उपयोग करना चाहिए।
23. जहाँ तक सम्भव हो, दरवाजे में घुसते समय दायीं ओर स्विच बोर्ड लगा होना चाहिए।
24. दरवाजे से 0·5 मी० की दूरी पर स्विच बोर्ड लगाना चाहिए।
25. बैटन वायरिंग को दीवार से पार करते समय पोर्सलीन पाइप का उपयोग करना चाहिए।
26. दीवार की मोटाई सामान्यत: 25 cm होती है।
27. बाथरूम में सॉकेट की ऊँचाई फर्श से 1·5 मी० होनी चाहिए।
28. एयर कंडीशन्स के लिए अलग से स्विच व सॉकेट लगाना चाहिए और वायरिंग भी अलग से होनी चाहिए।

4.18 अभिकल्पन, आगणन एवं मूल्यांकन का क्रम (Sequence to be followed in Carrying Out the Design, Estimating and Costing)

1. यदि विद्युत बिन्दु नहीं दिए गए हैं, तो उनका आकलन करना।
2. विद्युत बिन्दुओं के अनुसार कुल बिन्दु व विद्युत भार ज्ञात करना।
3. परिपथों की संख्या ज्ञात करना।
4. केबल की माप ज्ञात करना।
5. मुख्य स्विच व वितरण बोर्ड की रेटिंग ज्ञात करना।
6. विद्युत वितरण बोर्ड व्यवस्था का चित्र बनाना।
7. विद्युत वितरण आयोजन चित्र बनाना।
8. जो विवरण प्रश्न में नहीं दिए गए हैं, उनका पूर्वानुमान लगाना।
9. बैटन/वाहक नली (विभिन्न माप) की लम्बाई ज्ञात करना/बैटन/वाहक नली की लम्बाई ज्ञात करने के लिए सबसे आसान विधि एक रेखीय तार स्थापन चित्र है।
10. चालक की लम्बाई ज्ञात करना।
11. अर्थवायर की लम्बाई ज्ञात करना।
12. सामग्री हेतु सारणी तैयार करना।
13. सारणी में ही मजदूरी व्यय दर्शाना।
14. अन्य व्यय के साथ कुल लागत ज्ञात करना।

4.19 सामग्री की सूची (Schedule of Wiring Materials)

आन्तरिक तार स्थापन में लगने वाली सामग्री का पूर्ण विवरण, मूल्य सहित निम्नलिखित है—

क्रम संख्या	सामग्री का नाम पूर्ण विवरण सहित	दर ₹ / पैसे	प्रति इकाई
1.	**द्वि-ध्रुवी लौह आवरण स्विच, फ्यूज इकाई के साथ (Main Switch DPIC)**		
	(i) 5 A, 250 V	125·00	प्रति
	(ii) 15 A, 250 V	135·00.	प्रति
	(iii) 30A, 250 V	150·00	प्रति
	(iv) 60A, 250 V	200·00	प्रति
	(v) 100 A, 250 V	275·00	प्रति
2.	**तीन ध्रुवीय लौह आवरण मुख्य स्विच, फ्यूज के साथ (Main TPIC) तथा उदासीन तार के साथ (TPNIC)**		
	(i) 30 A, 500 V	400·00	प्रति
	(ii) 60 A, 500 V	450·00	प्रति
	(iii) 100 A, 500 V	550·00	प्रति
	(iv) 200 A, 500 V	625·00	प्रति
3.	**मिनिएचर परिपथ ब्रेकर (DP-MCB)**		
	(i) 5 A, 250 V	150·00	प्रति
	(ii) 10 A, 250 V	175·00	प्रति
	(iii) 15 A, 250 V	200·00	प्रति
	(iv) 30 A, 250 V	225·00	प्रति
	(v) 45 A, 250 V	250·00	प्रति
	(vi) 60 A, 250 V	300·00	प्रति
4.	**तीन ध्रुवीय (TPMCB)/उदासीन तार सहित (TPN-MCB)**		
	(i) 15 A, 500 V	275·00	प्रति
	(ii) 30 A, 500 V	300·00	प्रति
	(iii) 60 A, 500 V	350·00	प्रति
	(iv) 100 A, 500 V	450·00	प्रति
	(v) 200 A, 500 V	525·00	प्रति
5.	**एक कलीय लौह आवरण वितरण बोर्ड फ्यूज सहित (DP-IC-DB)**		
	(i) 15 A, 250 V द्विमार्गी (two way)	250·00	प्रति
	(ii) 15 A, 250 V तीन मार्गी (three way)	300·00	प्रति

	(iii) 15 A, 250 V Four Way	300·00	प्रति
	(iv) 15 A, 250 V Five Way	350·00	प्रति
	(v) 15 A, 250 V Six Way	350·00	प्रति
	(vi) 15 A, 250 V Seven/Eight Way	375·00	प्रति
	(vii) 15 A, 250 V Nine/Ten Way	375·00	प्रति
	(viii) 15 A, 250 V Eleven/Twelve Way	375·00	प्रति
	(ix) 30 A, 250 V Two Way	450·00	प्रति
	(x) 30 A, 250 V Three/Four Way	450·00	प्रति
	(xi) 30 A, 250 V Five/Six Way	500·00	प्रति
	(xii) 30 A, 250 V Seven/Eight Way	525·00	प्रति
	(xiii) 30 A, 250 V Nine/ Ten Way	600·00	प्रति
6.	**TPIC-DB with fuse unit**		
	(i) 15 A, 500 V Six/Eight Way	465·00	प्रति
	(ii) 30 A, 500 V Six/Eight Way	500·00	प्रति
	(iii) 60A, 250 V Six/Eight Way	650·00	प्रति
	(iv) 100 A, 500 V Six/Eight Way	750·00	प्रति
	(v) 200 A, 500 V Six/Eight Way	875·00	प्रति
7.	**सागवान की लकड़ी का बोर्ड (Teak Wood Board)**		
(a)	**इकहरा (Single) (cm × cm)**		
	(i) 18× 10 — तीन बिन्दु तक	30·00	प्रति
	(ii) 20 × 15 — चार बिन्दु तक	35·00	प्रति
	(iii) 30 × 20 — छः बिन्दु तक	40·00	प्रति
	(iv) 30 × 25 — सात बिन्दु तक	45·00	प्रति
	(v) 38 × 30 — आठ बिन्दु तक	48·00	प्रति
	(vi) 45 × 30 — दस बिन्दु तक	50·00	प्रति
	(vii) 60 × 30 — पन्द्रह बिन्दु तक	55·00	प्रति
	(viii) 60 × 45 — बीस बिन्दु तक	60·00	प्रति
(b)	**दोहरा (Double)**		
	(i) 18 × 10	55·00	प्रति
	(ii) 20 × 15	60·00	प्रति
	(iii) 30 × 20 — 5 A DPIC व 2 Way DB के लिए	70·00	प्रति

	(iv) 30 × 25 — 15 A DPIC व 3 Way DB के लिए	85·00	प्रति
	(v) 38 × 30 — 15 A DPIC व 4 Way DB के लिए	95·00	प्रति
	(vi) 45 × 30 — 15 A DPIC व 5 Way DB के लिए	110·00	प्रति
	(vii) 60 × 30 — 30 A व DB के लिए	115·00	प्रति
	(viii) 60 × 45 — 60 A व DB के लिए	120·00	प्रति
8.	**सागवन की लकड़ी का बैटन (Teak Wood Batten) (mm × mm)**		
	(i) 13 × 13	5·00	प्रति मी॰
	(ii) 19 × 13	5·50	प्रति मी॰
	(iii) 25 × 13	6·00	प्रति मी॰
	(iv) 32 × 13	7·00	प्रति मी॰
	(v) 38 × 13	7·50	प्रति मी॰
	(vi) 44 × 13	8·00	प्रति मी॰
	(vii) 50 × 13	8·50	प्रति मी॰
9.	**सागवन की लकड़ी का बैटन मोड़ (Batten Bend) (mm × mm)**		
	(i) 13 × 13	4·00	प्रति दर्जन
	(ii) 19 × 13	4·00	प्रति दर्जन
	(iii) 25 × 13, 32 × 13	5·00	प्रति दर्जन
	(iv) 38 × 13, 44 × 13	6·50	प्रति दर्जन
	(v) 50 × 13	7·50	प्रति दर्जन
10.	**सागवन की लकड़ी का गोल ब्लॉक (Round Block)**		
	(i) इकहरा 10 cm व्यास (Diameter)	4·00	प्रति
	(ii) दोहरा 10 cm व्यास	4·50	प्रति
11.	**सागवन की लकड़ी की गुल्ली (Teak Wood Gulli)**		
	(i) 25 mm^2 × 19 mm^2 × 50 mm long	2·50	प्रति दर्जन
	(ii) 25 mm long PVC Gulli	3·00	प्रति दर्जन
12.	**अन्दरूनी स्विच बोर्ड बेकेलाइट शीट (Teak Wood Switch board concealed type with Bakelite Sheet)**		
	(i) 20 cm × 10 cm	18·00	प्रति
	(ii) 20 cm × 25 cm	25·00	प्रति
13.	**कील (Nail)**		
	(i) 125 mm	3·00	प्रति दर्जन
	(ii) 19 mm	3·00	प्रति दर्जन
14.	**वायरिंग क्लिप**		
	(i) 25 mm, 32, 38 mm	8·00	प्रति 100
	(ii) 45, 50, 56 mm	12·00	प्रति 100
15.	**पेंच (Screw)**		
	12·5 mm, 19 mm, 25 mm, 32 mm, 38 mm 45 mm, 50 mm	4·00	प्रति दर्जन
16.	**आयरन स्विच बोर्ड बेकेलाइट शीट सहित (cm × cm)**		
	(i) 18 × 10	50·00	प्रति
	(ii) 20 × 15	55·00	प्रति
	(iii) 30 × 20	60·00	प्रति
	(iv) 30 × 25	70·00	प्रति
	(v) 38 × 30	80·00	प्रति
17.	**PVC वाहक नली दृढ़ (Rigid) (mm)**		
	(i) 16	10·00	प्रति मी॰
	(ii) 19	12·00	प्रति मी॰
	(iii) 25	15·00	प्रति मी॰
	(iv) 32	18·00	प्रति मी॰
	(v) 38	22·00	प्रति मी॰
18.	**PVC कपलर (mm)**		
	(i) 16, 19, 25	36·00	प्रति दर्जन
	(ii) 32, 38	40·00	प्रति दर्जन
19.	**PVC मोड़ (mm)**		
	(i) 16, 19, 25	68·00	प्रति दर्जन
	(ii) 32, 38	72·00	प्रति दर्जन
20.	**PVC निरीक्षण/बॉक्स कवर सहित 16 से 50 mm विभिन्न मार्गी**	60·00	प्रति दर्जन
21.	**वाहक नली रिड्यूस विभिन्न मार्गी**	36·00	प्रति दर्जन
22.	**वाहक नली निपल 16 से 50 mm**	38·00	प्रति दर्जन
23.	**वाहक नली सैडल 16 से 50 mm**	32·00	प्रति दर्जन
24.	**1·5 mm^2 ऐल्युमिनियम चालक 250 V ग्रेड PVC केबिल एक क्रोड**	2·00	प्रति मी॰
25.	**2·5 mm^2 ऐल्युमिनियम चालक 250 V ग्रेड PVC केबिल एक क्रोड**	2·50	प्रति मी॰
26.	**4 mm^2 ऐल्युमिनियम चालक 250 V ग्रेड PVC केबिल एक क्रोड**	2·75	प्रति मी॰

27.	**PVC विद्युतरोधित ताम्र चालक (PVC insulated copper conductor)**		
	(i) 1/1·12 mm 250 V	2·50	प्रति मी०
	(ii) 3/0·736 mm 250 V	3·00	प्रति मी०
	(iii) 3/0·915 mm 250 V/500V	3·50	प्रति मी०
	(iv) 7/0·736 mm 250 V/500V	4·50	प्रति मी०
	(v) 9/0·915 mm 250 V/500V	5·00	प्रति मी०
28.	**PVC विद्युतरोधी सुनम्य केबिल (PVC insulated flexible cable)**		
	(i) 14/0·193 mm 250 V ग्रेड	1·00	प्रति मी०
	(ii) 16/0·200 mm 250 V ग्रेड	1·50	प्रति मी०
	(iii) 23/0·193 mm 250 V ग्रेड	1·75	प्रति मी०
	(iv) 24/0·200 mm 250 V ग्रेड	2·00	प्रति मी०
29.	**सीलिंग रोज (Ceiling Rose)**		
	(i) 2 प्लेट बैकेलाइट/पोर्सलीन 5 A, 250 V ग्रेड	8·00	प्रति
	(ii) 3 प्लेट बैकेलाइट/पोर्सलीन 5 A, 250 V ग्रेड	10·00	प्रति
30.	**बल्ब होल्डर**		
	5A, 250 V पीतल/बैकेलाइट-बैटन/पेन्डेंट/एन्गल प्रारूपी	12·00	प्रति
31.	**टम्बलर स्विच (Tumbler Switch)**		
	(i) 5A, 250 V एक मार्गी	9·00	प्रति
	(ii) 5A, 250 V द्वि मार्गी	11·00	प्रति
32.	**फ्लश प्रारूपी स्विच**		
	(i) 5A, 250 V एक मार्गी	10·00	प्रति
	(ii) 5A, 250 V द्वि मार्गी	15·00	प्रति
33.	**प्लग सॉकेट-सतह/फ्लश प्रारूपी**		
	(i) 5A, 250 V द्वि-पिन	10·00	प्रति
	(ii) 5A, 250 V तीन-पिन	12·00	प्रति
	(iii) 15 A, 250 V तीन पिन	15·00	प्रति
34.	**भू-तार**		
	(i) ताम्र (Cu)	3·75	प्रति मी०
	(ii) ऐल्युमीनियम (Al)	2·75	प्रति मी०
	(iii) जस्तीकृत लौह (GI)	2·00	प्रति मी०

5 शक्ति तार स्थापन का आगण

(Estimation of Power Wirin

5.1 परिचय (Introduction)

शक्ति तार स्थापन दो प्रकार का होता है—

1. **15 A का सॉकेट**—15 A के सॉकेट में हीटर, कूलर, रेफ्रीजरेटर, ओवन आदि विद्युत उपकरण जोड़े जा इनकी वायरिंग घरेलू वायरिंग (Domestic Wiring) के अनुसार की जाती है, जिसका अध्ययन पिछले अध्या कर चुके हैं।
2. **मोटर के लिए**—मोटर सामान्यत: फैक्ट्रियों, मिलों, कार्यशालाओं, पंप सैटों में उपयोग की जाती है। मोट शक्ति तार स्थापन में भारी गेज की धातु वाहक नली का उपयोग किया जाता है। शक्ति तार स्थापन (Pow wiring) भारतीय विद्युत अधिनियम 50 व 51 के अनुसार किया जाता है।

5.2 शक्ति तार स्थापन के सामान्य नियम (General Rules for Power Wiring)

शक्ति तार स्थापन में निम्नलिखित सामान्य नियम को ध्यान में रखना चाहिए—

1. शक्ति तार स्थापन में भारी गेज धातु वाहक नली (Metal conduit pipe) दृढ़ व सुनम्य (Rigid & flexible उपयोग चालकों को ले जाने में किया जाना चाहिए।
2. प्रत्येक मोटर के लिए अलग-अलग परिपथ का उपयोग किया जाता है।
3. स्विच, वितरण बोर्ड, स्टार्टर धातु आवरण युक्त होने चाहिए।
4. सभी स्विच, वितरण बोर्ड, स्टार्टर आदि को लोहे के बोर्ड (Iron clad board) पर लगाने चाहिए।
5. वाहक नली के अन्दर केबल में जोड़ नहीं लगा होना चाहिए।
6. मोटर के लिए कम-से-कम दो भू-सम्पर्कन का उपयोग करना चाहिए।
7. मोटर स्विच व स्टार्टर मोटर के पास ही लगा होना चाहिए।
8. शक्ति तार स्थापन में कम-से-कम $2\cdot5\ mm^2$ (1/1·80 mm) एल्युमीनियम चालक $1\cdot93\ mm^2$ (3/0·915 mm) कॉपर चालक का उपयोग करना चाहिए।
9. मोटर को निर्मित नींव पर स्थापित करना चाहिए।
10. मुख्य स्विच, वितरण बोर्ड, मोटर स्विच व स्टार्टर दीवार पर या स्टेण्ड पर लगाए दिये जाते हैं।
11. यदि स्विच बोर्ड, वितरण बोर्ड आदि स्टैण्ड पर लगाए गए हैं, तो स्विच बोर्ड आदि के पीछे कम-से-कम 0· मी० की खुली जगह होनी चाहिए।
12. मोटर की स्थिति भी दीवार से कम-से-कम 0·70 मी० की दूरी पर होनी चाहिए।
13. मुख्य स्विच, वितरण बोर्ड, मोटर स्विच व स्टार्टर की फर्श से ऊँचाई 1·5 मी० रखी जाती है।
14. निर्मित नींव की फर्श की ऊँचाई 20 cm से 50 cm तक रखी जाती है।
15. वायरिंग का क्षैतिज रन फर्श से 2·5 मी० या मुख्य स्विच की ऊँचाई पर होना चाहिए।
16. यदि वायरिंग भूमिगत ट्रंच (Trunch) से ले जायी जाती है, तो ट्रंच की गहराई 20 cm रखी जाती है।
17. मुख्य स्विच से मोटर स्विच तक — दृढ़ (Rigid) वाहक नली
    मोटर स्विच से स्टार्टर तक — सुनम्य (flexible) वाहक नली 0·5 मी०
    स्टार्टर से मोटर टर्मिनल तक — दृढ़/सुनम्य

5.3 मोटर की विद्युत धारा की गणना (Calculation of Current for Motor)

मोटर की निर्गत शक्ति $Q = HP \times 735 \cdot 5 = ... \text{ watt}$

विद्युत धारा $= \dfrac{Q}{\eta . v}$ amp .... DC मोटर के लिए।

$= \dfrac{Q}{\eta . v . \cos\phi}$ amp .... एक फेस की AC मोटर के लिए

$= \dfrac{Q}{\sqrt{3}\, \eta . v . \cos\phi}$ amp .... तीन फेस की AC मोटर के लिए

मोटर की दक्षता η (Efficiency) तथा शक्ति गुणक (Power factor) cosϕ का मान निम्न विवरणानुसार लिया जाता है।

अश्व शक्ति HP	1 HP से कम	1 HP से 2·5 HP तक	2·5 HP से 5 HP तक	5 HP से 20 HP तक	20 HP से अधिक
दक्षता	0·5 से 0·65 तक	0·7 से 0·75 तक	0·75 से 0·8 तक	0·8 से 0·85 तक	0·85 से 0·90 तक
शक्ति गुणक	0·60	0·70	0·75	0·80	0·90

5.4 केबल माप की गणना (Calculation of Cable Size)

हम जानते हैं, कि विद्युत मशीनें, पूर्ण कार्यभार धारा की 5 से 7 गुना अधिक विद्युत धारा लेती है। अत: केबिल की माप, पूर्ण कार्यभार धारा (Full load current) के 1·5 गुना विद्युत धारा के अनुसार ज्ञात की जाती है। अत: केबल की माप निम्न सारणी के अनुसार ज्ञात की जाती है।

सारणी 5.1

PVC विद्युतरोधी, PVC कोषित कवच युक्त या कवच रहित एल्युमीनियम चालक (PVC insulated, PVC sheathed Armoured or Unarmoured Aluminium Conductor Cable)

चालक की माप mm^2	नम्बर व व्यास mm	एक कोर के लिए विद्युत धारा (Single core)	नली में स्थापित केबल के लिए विद्युत धारा		हवा में स्थापित केबल के लिए विद्युत धारा	
			2 कोर (2 Core)	3 कोर व अधिक के लिए (3 Core & multicore)	2 कोर (2 Core)	3 कोर व अधिक कोर (3 & multicore)
		amp	amp	amp	amp	amp
2·5	1/1·80	24	27	23	27	23
4	1/2·24	30	35	30	35	30
6	1/2·80	37	53	47	43	38
10	1/3·55	51	70	63	59	50
16	7/1·70	68	91	86	76	69
25	7/2·24	90	120	106	99	82

35	7/2·50	112	142	129	123	106
50	19/1·80	139	175	156	152	129
70	19/2·24	172	215	191	189	156
95	19/2·5	207	248	231	227	188
120	37/2·06	242	282	266	262	215
150	37/2·24	278	323	305	301	246
185	37/2·50	316	380	350	320	285
240	37/3·00	381	445	410	365	330
300	61/2·50	440	500	470	410	375
400	61/3·00	500	600	560	490	450
500	91/2·65	540	—	—	—	—

सारणी 5.2

कॉपर चालक केबल (Copper Conductor Cable) के लिए विद्युत धारा का मान (PVC विद्युतरोधी)

केबल माप		एक क्रोड केबल (Single core)	दो क्रोड (Two core)	तीन/अधिक क्रोड (Three/multicore)
mm^2	mm			
1·93	3/0·915	18	15	13
6·0	7/1·06	28	25	15
8·0	7/1·12	36	32	28
10·0	7/1·40	43	39	36
15·00	7/1·63	52	48	42
20·00	19/1·12	62	56	50
25·00	19/1·40	74	67	55
35·00	19/1·63	97	88	59
50·00	19/1·80	160	155	70

5.5 वाहक नली की माप (Size of Conduit Pipe)

वाहक नली सामान्यत: 5 मी० में उपलब्ध होती है। वाहक नली वायरिंग में वाहक नली ऐसेसरीज की भी आवश्यकता पड़ती है। HG स्टील वाहक नली 14/16 गेज माप। 16 SWG माप 32 mm वाहक नली के लिए, 14 SWG माप 32 mm के ऊपर।

लॉक नट—वाहक नली को बॉक्स में लगाने के लिए लॉक नट (Lock nut) की सहायता से कस दिया जाता है।

सैडल या क्लिप—इसका प्रयोग वाहक नली को दीवार पर फिक्स करने के लिए किया जाता है। सैडल माप 24 गेज की 25 mm व्यास वाहक नली के लिए तथा 25 mm व्यास से ऊपर के लिए सैडल माप 20 गेज से कम नहीं होनी चाहिए।

कप्लर या सॉकेट—वाहक नली को जोड़ने के लिए। निपल से सुनम्य वाहक नली को जोड़ने निपल के साथ।

बुश व निप्पल—बॉक्स में वाहक नली को लगाने के लिए उपयोग करते हैं तथा लॉक नट से कस देते हैं। बुश में चूड़ी होती है, जबकि निप्पल की सतह चिकनी होती है।

बैंड—मोड़ के लिए उपयोग किए जाते हैं।

वाहक नली की माप, उसमें जाने वाली केबल की संख्या व केबल की मोटाई पर निर्भर करती है। सारणी 5.3 के अनुसार केबिल की माप ज्ञात की जाती है।

सारणी 5.3

वाहक नली की माप (Size of Conduit Pipe)

केबल की माप		वाहक नली की माप (mm)									
mm	mm^2	19		25		32		38		50	
		250V	500V	250V	500V	250V	500V	250V	500V	250V	500V
1·5	1/1·40	5	4	10	9	14	10	—	—	—	—
2·5	1/1·80	5	3	8	6	12	8	—	—	—	—
4	1/2·24	3	2	6	5	10	7	—	—	—	—
6	1/2·80	2	—	5	4	8	6	—	7	—	—
10	1/3·55	—	—	4	3	7	5	—	6	—	—
16	7/1·70	—	—	3	2	3	3	6	4	—	7
25	7/2·24	—	—	—	—	2	—	4	2	6	5

5.6 मुख्य स्विच, वितरण बोर्ड, फ्यूज तथा स्टार्टर (Main Switch, Distribution Board, Fuse and Starter)

मुख्य स्विच की धारा परिपथों में लगी कुल पूर्ण कार्य भार धारा की 1·5 गुना होगी तथा इसके फ्यूज की भी यही माप होगी। वितरण बोर्ड की विद्युत धारा की माप, मुख्य स्विच के बराबर होगी एवं वितरण बोर्ड के फ्यूज की माप उसके परिपथ की मोटर की पूर्ण भार धारा का 1·5 गुना होगी।

स्टार्टर की माप उनके मोटर की पूर्ण कार्यभार विद्युत धारा पर आधारित होती है।

0·25 HP एक फेज तक अथवा 20 amp एक फेज तक — DPIC Main Switch

5 HP तीन फेज तक अथवा 25 amp. तीन फेज — TPIC Main Switch

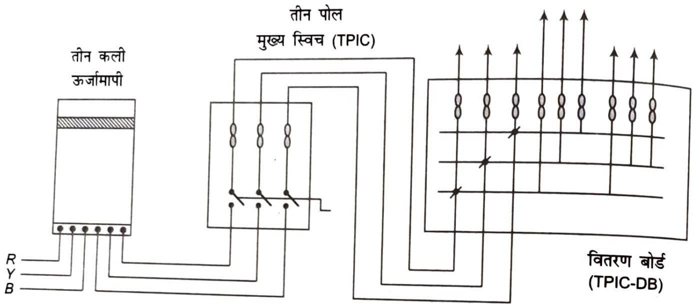
5 HP तीन फेज से अधिक के लिए भी — TPIC Main Switch/TPNIC Main Switch

- DOL Starter — 5 HP तक
- Star/Delta Starter — 20 HP तक
- Auto Transformer Starter — 20 HP से अधिक
- Rotor Resistance Starter — स्लिप रिंग इंडक्शन मोटर

5.7 वितरण प्रणाली (Distribution System)

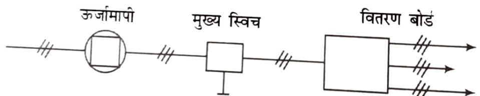
ऊर्जामापी के बाद उपभोक्ता द्वारा वितरण व्यवस्था करनी होती है, जिसके लिए मुख्य स्विच तथा वितरण बोर्ड लगाना होता है।

1. **वितरण प्रणाली का बहुलाइन चित्र—**



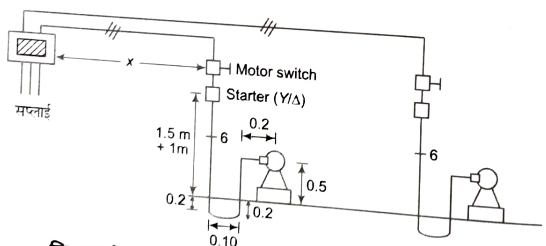
चित्र 5.1 वितरण प्रणाली

2. **वितरण व्यवस्था का एक लाइन चित्र—**



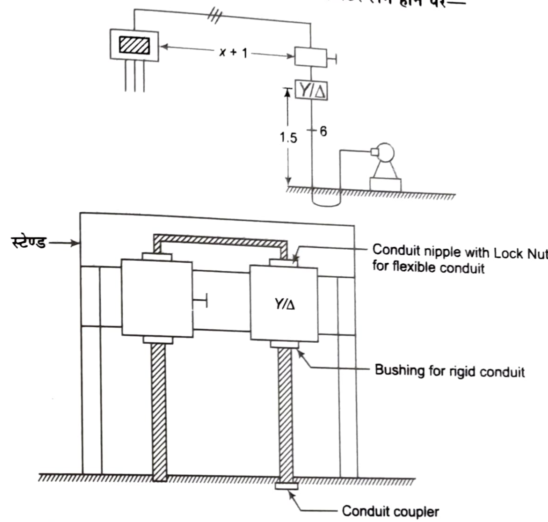
चित्र 5.2 वितरण व्यवस्था का एक लाईन चित्र

3. **दीवार पर स्थापित स्विच बोर्ड व वितरण बोर्ड से तार स्थापन—**



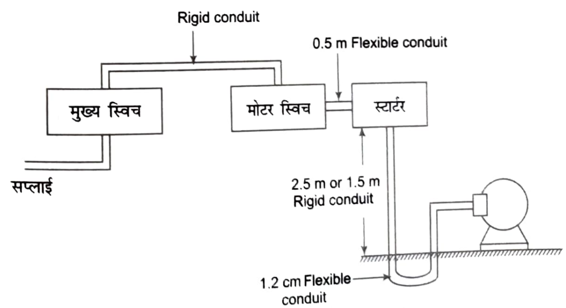
चित्र 5.3 दीवार पर स्थापित स्विच बोर्ड व वितरण बोर्ड से तार स्थापन

4. **दीवार से एक मीटर हटकर स्टैंड पर मोटर स्विच व स्टार्टर लगे होने पर—**



चित्र 5.4 दीवार से एक मीटर हटकर स्टैंड पर मोटर स्विच व स्टार्टर लगे होने पर

5. **एक मोटर का शक्ति तार स्थापन—**



चित्र 5.5 एक मोटर का शक्ति तार स्थापन

5.8 शक्ति तार स्थापन (Power wiring) हेतु आवश्यक सामग्री की मूल्य सूची (Rate List)

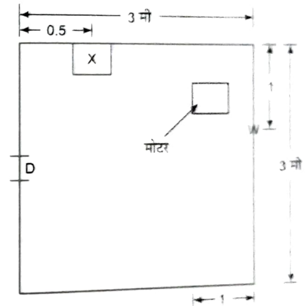
क्रम संख्या	सामग्री का नाम पूर्ण विवरण सहित	दर ₹ पैसे	इकाई
1.	मुख्य स्विच फ्यूज इकाई सहित (दो ध्रुवीय व तीन ध्रुवीय), मिनिऐचर परिपथ ब्रेकर (दो ध्रुवीय व तीन ध्रुवीय) तथा वितरण बोर्ड (विभिन्न माप के)	पिछले अध्याय में दिए गए हैं।	
2.	धातु आवरण बोर्ड ताला व्यवस्था सहित (Iron clad board with locking arrangement)		
	(i) 25 cm × 30 cm × 7·5 cm	150·00	प्रति
	(ii) 45 cm × 60 cm × 7·5 cm	450·00	प्रति
	(i) 60 cm × 90 cm × 7·5 cm	900·00	प्रति
	(i) 90 cm × 105 cm × 7·5 cm	1250·00	प्रति
3.	भारी गैज इस्पात वाहक नली (Heavy gauge Metal conduit)		
	(i) दृढ़ (Rigid) mm		
	19	20·00	प्रति मी०
	25	30·00	प्रति मी०
	32	32·00	प्रति मी०
	38	35·00	प्रति मी०
	45	40·00	प्रति मी०
	50	45·00	प्रति मी०
	(ii) सुनम्य (Flexible) mm		
	19	15·00	प्रति मी०
	25	21·00	प्रति मी०
	32	24·00	प्रति मी०
	38	27·00	प्रति मी०
	45	30·00	प्रति मी०
	50	35·00	प्रति मी०
4.	धातु वाहक नली (Metal Conduit)		
	(i) सॉकेट/कप्लर (Socket/Coupler)		
	19	2·00	प्रति
	25	2·50	प्रति
	32	3·00	प्रति

	38	3·50	प्रति
	45	4·00	प्रति
	50	4·75	प्रति
	(ii) मोड़ (Bend)		
	19	3·00	प्रति
	25	3·50	प्रति
	32	4·00	प्रति
	38	4·75	प्रति
	45	5·00	प्रति
	50	5·50	प्रति
5.	सागवान/PVC गुल्ली, कील, पेंच, लॉक नट, सैडल	पिछले अध्याय में	
6.	बुशिंग 19 mm, 25 mm, 32 mm, 45 mm, 50 mm	1·50 से 3·50	प्रति
7.	ऐंगल आयरन धातु बोर्ड (Angle Iron Metal Board)		
	10 cm × 18 cm	60·00	प्रति
	15 cm × 20 cm	70·00	प्रति
	20 cm × 20 cm	85·00	प्रति
	20 cm × 30 cm	100·00	प्रति
	25 cm × 30 cm	120·00	प्रति
	30 cm × 45 cm	156·00	प्रति
8.	भू-तार (Earth wire)		
	(i) कॉपर (Cu) 8/12/14 SWG	300·00	प्रति किग्रा
	(ii) एल्युमीनियम (Al) 8/12 SWG	90·00	प्रति किग्रा
	(iii) जस्तीकृत लौह (GI) 2/4/8 SWG	35·00	प्रति किग्रा
9.	शॉक ट्रीटमेंट/कॉशन प्लेट	10·00	प्रति
10.	PVC विद्युतरोधी एल्युमीनियम चालक, (Al conductor PVC insulated)		
	(i) एकल क्रोड (Single core)		
	2·5 mm^2 500 V क्रोड	2·50	प्रति मी०
	4 mm^2 500 V क्रोड	2·75	प्रति मी०
	6 mm^2 500 V क्रोड	3·50	प्रति मी०
	10 mm^2 500 V क्रोड	5·00	प्रति मी०

16 mm^2 500 V ग्रेड	6·00	प्रति मी०
25 mm^2 500 V ग्रेड	7·50	प्रति मी०
35 mm^2 500 V ग्रेड	8·50	प्रति मी०
50 mm^2 500 V ग्रेड	10·00	प्रति मी०
(ii) 3 व $3\frac{1}{2}$ ग्रेड		
2·5 mm^2 500 V ग्रेड	3·00	प्रति मी०
4 mm^2 500 V ग्रेड	3·50	प्रति मी०
6 mm^2 500 V ग्रेड	4·50	प्रति मी०
10 mm^2 500 V ग्रेड	7·00	प्रति मी०
16 mm^2 500 V ग्रेड	9·00	प्रति मी०
25 mm^2 500 V ग्रेड	12·00	प्रति मी०
35 mm^2 500 V ग्रेड	13·00	प्रति मी०
50 mm^2 500 V ग्रेड	15·00	प्रति मी०
11. PVC विद्युतरोधी कॉपर चालक (PVC insulated copper conductor) 500 V ग्रेड		
(i) एकल ग्रेड		
3/0·915	4·50	प्रति मी०
7/1·06	5·00	प्रति मी०
7/1·12	5·50	प्रति मी०
7/1·40	6·50	प्रति मी०
7/1·63	7·75	प्रति मी०
19/1·12	9·00	प्रति मी०
19/1·40	9·50	प्रति मी०
19/1·63	11·00	प्रति मी०
19/1·80	12·00	प्रति मी०
(ii) दो ग्रेड या इससे अधिक (2 core, 3 core & $3\frac{1}{2}$ core)		
3/0·915	9·00	प्रति मी०
7/1·06	12·00	प्रति मी०

7/1·12	14·00	प्रति मी०
7/1·40	17·50	प्रति मी०
7/1·63	19·00	प्रति मी०
19/1·12	23·00	प्रति मी०
19/1·40	25·00	प्रति मी०
19/1·63	27·00	प्रति मी०
19/1·80	29·00	प्रति मी०
12. भू-सम्पर्कन सेट (Earthing Set)		
(i) पाइप भू-सम्पर्कन सेट	3000·00	प्रति सेट
(ii) प्लेट भू-सम्पर्कन सेट	4500·00	प्रति सेट

उदाहरण 5.1 : चित्र में प्रदर्शित एक पंपिंग सेट में लगी 5 HP की मोटर का शक्ति तार स्थापन कीजिए यदि सप्लाई 440 V, 50 Hz तीन फेज की है। साथ ही कुल लागत ज्ञात कीजिए।



हल—पूर्वानुमान (Assumptions)

1. मोटर की $\eta = 0{\cdot}80$, PF $= 0{\cdot}80$ है।
2. फर्श से वायरिंग की क्षैतिज रन, मुख्य स्विच, मोटर स्विच व स्टार्टर की ऊँचाई 1·5 मी० है। एक मोटर होने के कारण वितरण बोर्ड की आवश्यकता नहीं है।
3. मोटर की फर्श से ऊँचाई 50 cm है।
4. मोटर का स्विच बोर्ड व स्टार्टर दीवार पर लगाया गया है।
5. 5 HP तक DOL स्टार्टर का उपयोग करते है।

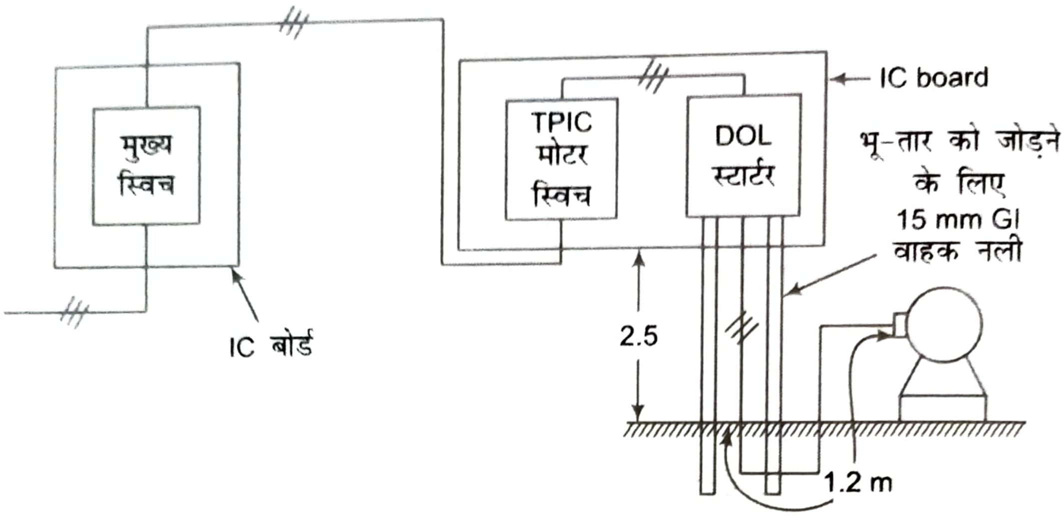
$$\text{मोटर विद्युत धारा } I = \frac{Q}{\sqrt{3}\,.\,\eta\,.\,v\cos\phi} = \frac{5 \times 735{\cdot}5}{\sqrt{3} \times 0{\cdot}8 \times 440 \times 0{\cdot}8}$$

$$= 7{\cdot}54 \text{ amp.}$$

प्रभावी धारा $I' = 1{\cdot}5 \times 7{\cdot}54 = 11{\cdot}31$ amp.

केबल की माप $= 2{\cdot}5\ mm^2$ एल्युमीनियम चालक एकल कोर PVC विद्युतरोधी

5 HP की मोटर के लिए शक्ति तार स्थापन का एक रेखीय चित्र



वाहक नली व केबल की लम्बाई—5 HP की मोटर के लिए

तार स्थापन खण्ड	चालकों की संख्या	वाहक नली का प्रारूप	वाहक नली की माप mm	वाहक नली की लम्बाई m	चालक की लम्बाई m
मुख्य स्विच से मोटर स्विच तक	3	दृढ़ (Rigid)	19	1·5	4·5
मोटर स्विच से स्टार्टर तक	3	सुनम्य (Flexible)	19	0·5	1·5
स्टार्टर से मोटर टर्मिनल तक	3	(i) दृढ़	19	2·5	7·5
		(ii) सनम्य	19	1·2	3·6

कुल = 17·1 मी०

मैटल वाहक नली की लम्बाई

1. दृढ़ = 4·0 मी०
2. सुनम्य = 1·7 मी०

केबल की लम्बाई = 17·1 मी०

क्रम संख्या	सामग्री का नाम पूर्ण विवरण सहित	आवश्यक मात्रा	दर ₹	मूल्य ₹	टिप्पणी
1.	धातु आवरण बोर्ड 25 cm × 30 cm × 7·5 cm ताला व्यवस्था सहित	1	150·00 प्रति	150·00	मुख्य स्विच हेतु
2.	ऐंगल आयरन धातु बोर्ड 30 cm × 45 cm	1	156·00 प्रति	156·00	मोटर स्विच व स्टार्टर हेतु

3.	15 A, 500 V ग्रेड TPIC स्विच फ्यूज यूनिट सहित	2	300·00 प्रति	300·00	मुख्य स्विच व मोटर स्विच
4.	दृढ़ वाहक नली (19 mm)				
	(i) दृढ़	4·20 m	20·00 प्रति मी०	84·00	10% अतिरिक्त
	(ii) सुनम्य	1·87 m	15·00 प्रति मी०	28·00	10% अतिरिक्त
5.	PVC विद्युतरोधी, एक क्रोड एल्युमीनियम केबल $2 \cdot 5\ mm^2$, 500 V ग्रेड	18·81 m	2·50 प्रति मी०	47·00	10% अतिरिक्त
6.	वाहक नली मोड़ 19 mm	03	3·00 प्रति	9·00	
7.	कपलर 19 mm	02	2·00 प्रति	4·00	Rigid व Flexible conduit को जोड़ने हेतु
8.	दृढ़ वाहक नली निप्पल 19 mm	04	1·50 प्रति	6·00	Flexible वाहक नली को बोर्ड में जोड़ने के लिए।
9.	बुशिंग 19 mm	04	2·0 प्रति	8·00	Rigid वाहक नली को बोर्ड में जोड़ने हेतु
10.	लॉक नट 19 mm	04	2·00 प्रति	8·00	Flexible वाहक नली को कसने हेतु
11.	सागवान गुल्ली $30\ mm^2 \times 25\ mm^2 \times 50\ mm^2$	30	2·50 प्रति दर्जन	7·50	
12.	सैडल 19 mm	30	32 प्रति दर्जन	80·00	
13.	रेग बोल्ट (Reg Bolt) 12 mm × 20 cm	8	5·00 प्रति	40·00	बोर्ड को दीवार पर लगाने हेतु
14.	नट बोल्ट 10 mm × 30 mm	8	2·00 प्रति	16·00	मुख्य स्विच व स्टार्टर लगाने हेतु
15.	स्क्रू (Wooden Screw) 25 mm लम्बे	36	5·00 प्रति 100	1·80	सैडल लगाने हेतु
16.	भू-सम्पर्कन हेतु				
	(i) दो भू-सम्पर्कन सेट	2	3000·00 प्रति	3000·00	
	(ii) 15 mm GI वाहक नली	8 मी०	30·00 प्रति मी०	240·00	भू-तार को स्टार्टर व मोटर में जोड़ने हेतु
	(iii) 8 SWG GI वायर	24 मी०	2·00 प्रति मी०	48·00	
17.	कॉशन प्लेट	1	10·00 प्रति	10·00	
18.	शॉक ट्रीटमैंट चार्ट	1	10·00 प्रति	10·00	

कुल = 4,037·30

लागत = 4,038·00

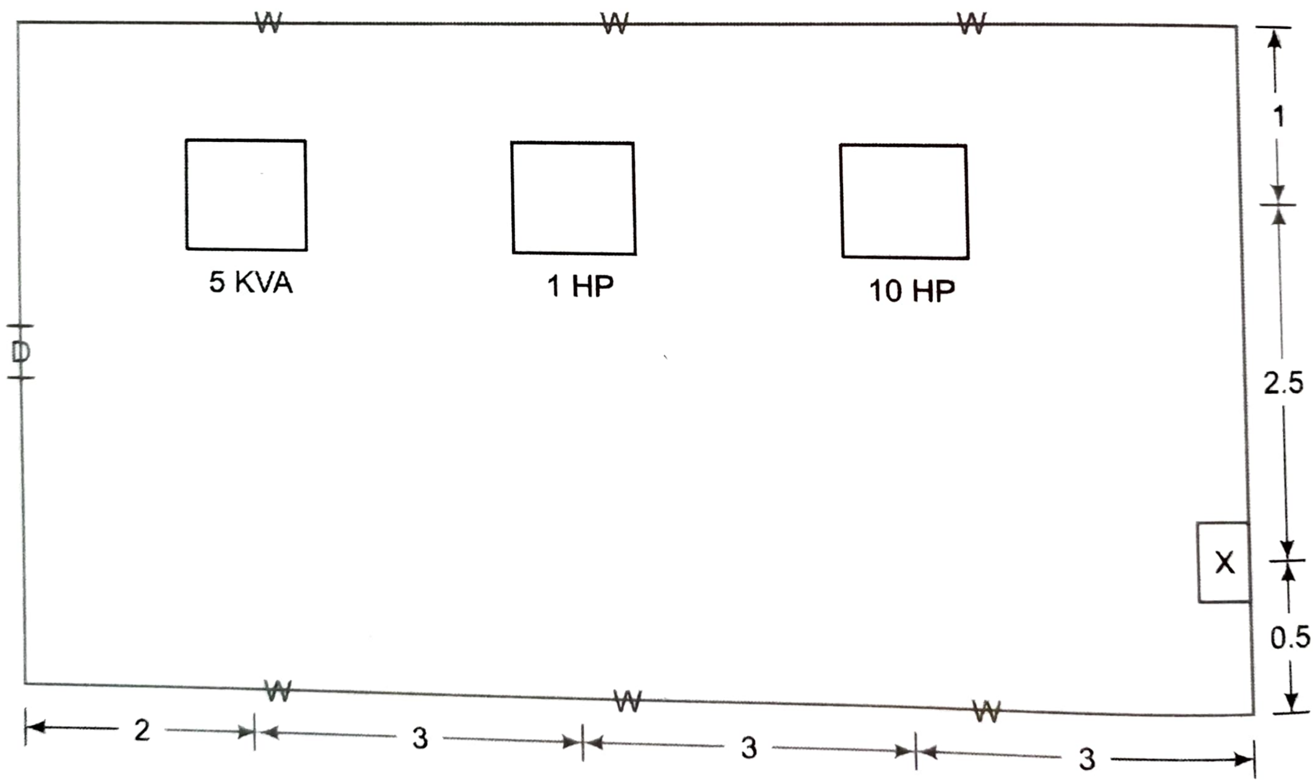
मजदूरी व्यय

1. सिविल वर्क = 650·00
2. वायरिंग = 720·00 @ [(250 + 150) × 2 days]
3. आकस्मिक व्यय = 404·00 @ 10 % लागत
4. भू-सम्पर्कन मजदूरी = 1500·00

कुल लागत = रु० 7,292·00

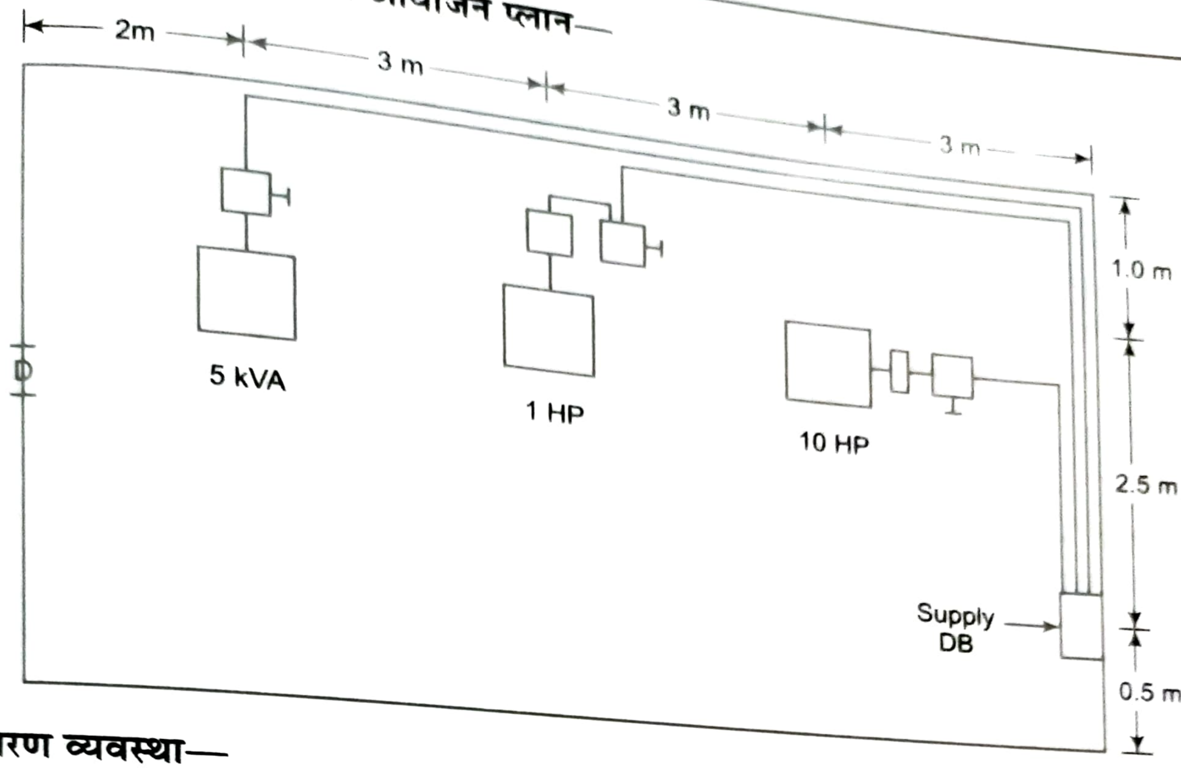
उदाहरण 5.2 : एक कार्यशाला, जिसमें तीन विद्युत मशीन लगी हैं, तो

1. **वेल्डिंग मशीन — 5 kVA, 400 V, 3 ϕ, 50 Hz**
2. **ड्रिल मशीन — 1 HP, 400 V, 3 ϕ, 50 Hz**
3. **प्रेरण मोटर — 10 HP, 400 V, 3 ϕ, 50 Hz**

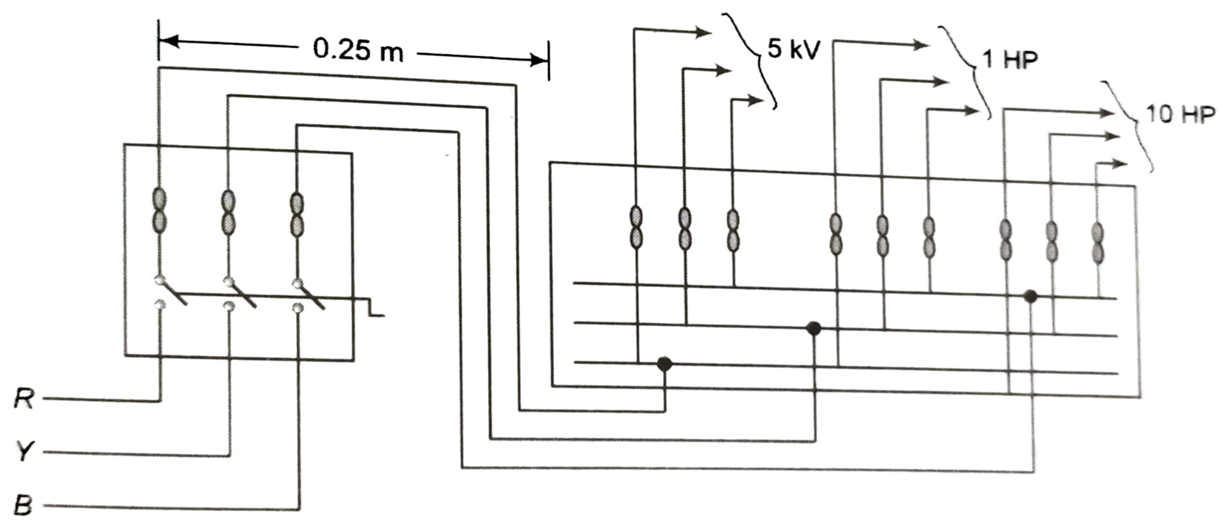


1. **शक्ति तार स्थापन आयोजन चित्र**
2. **वितरण व्यवस्था का बहुलाइन चित्र**
3. **शक्ति तार स्थापन का एक रेखीय परिपथ चित्र**
4. **5 kVA ट्रांसफार्मर, 1 HP, 10 HP का वाहक नली तार स्थापन का चित्र**
5. **संस्थापन में लगने वाली सामग्री का विवरण एवं कुल लागत ज्ञात कीजिए।**

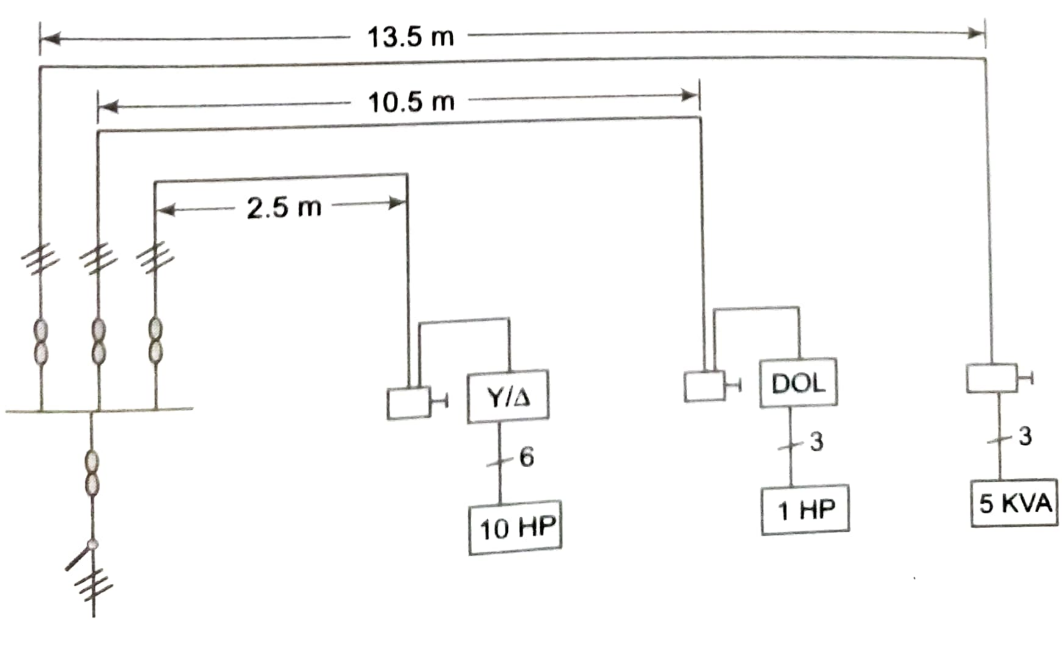
हल—1. शक्ति तार स्थापन का आयोजन प्लान—



2. वितरण व्यवस्था—



3.

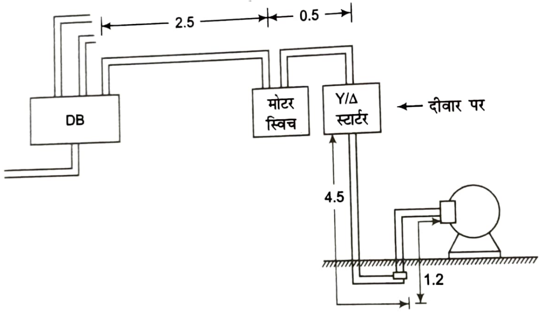


पूर्वानुमान—

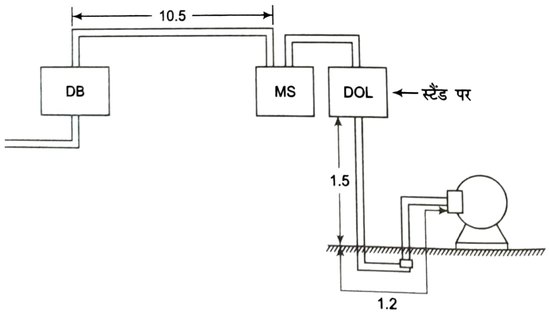
1. 10 HP की मोटर के लिए $\eta = 0.80$, PF = 0·80
   1 HP की मोटर के लिए $\eta = 0.60$, PF = 0·60
   5 kVA का ट्रांसफार्मर $\eta = 0.90$
2. मुख्य स्विच, वितरण बोर्ड, मोटर स्विच, ट्रांसफार्मर स्विच, स्टार्टर तथा वायरिंग का क्षैतिज रन फर्श से 1·5 मी० की ऊँचाई पर लगाए गए हैं।
3. सभी मशीनें 50 cm ऊँची नींव पर स्थापित की गई हैं।
4. 10 HP का मोटर स्विच व स्टार्टर दीवार पर लगा है।
5. 1 HP व 5 kVA का स्विच-स्टार्टर तथा स्विच दीवार से 1 मी० की दूरी पर स्टैंड पर लगाया गया है।

4. वाहक नली पर तार स्थापन का वायरिंग चित्र—

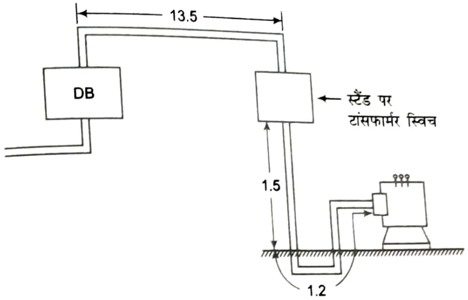
(i) 10 HP का वायरिंग चित्र—



(ii) 1 HP का वायरिंग चित्र—



(iii) 5 kVA का वायरिंग चित्र—



5. सामग्री विवरण व लागत हेतु—

विद्युत मशीन	विद्युत धारा (Rated current *I* amp.)	प्रभावी धारा (Effective current *I'* amp.)	मशीन स्विच की माप
10 HP	$\dfrac{Q}{\sqrt{3}\,.\,\eta\,.\,v\,.\cos\phi}$ $= \dfrac{10 \times 735.5}{\sqrt{3} \times .8 \times 400 \times 0.8}$ $= 16.59$	$1.5 \times I$ 24·87	30 A, 500 V TPIC
1 HP	$\dfrac{Q}{\sqrt{3}\,.\,\eta\,.\,v\,.\cos\phi}$ $= \dfrac{1 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 0.6 \times 400 \times 0.6}$ $= 2.95$	$1.5 \times I$ 4·43	15 A, 500 V TPIC
5 kVA	$\dfrac{Q}{\sqrt{3}\,.\,v\,.\,\eta}$ $= \dfrac{5 \times 1000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.90}$ $= 8.02$	I 8·02	15 A, 500 V TPIC

कुल प्रभावी धारा = 24·87 + 4·43 + 8·02 = 37·32 amp.

मुख्य स्विच की माप = 60 A, 500 V TPIC

वितरण बोर्ड की माप = 60 A, 500 V TPIC चार मार्गी

केबल की माप—

1. $2 \cdot 5\ mm^2$ Al conductor, single core PVC insulated — 1 HP व 5 kVA के लिए
2. $4\ mm^2$ Al conductor, single core PVC insulated — 10 HP के लिए
3. $10\ mm^2$ Al conductor, single core PVC insulated — मुख्य स्विच व वितरण बोर्ड के मध्य

केबल व वाहक नली की लम्बाई—

क्रम संख्या	खंड	चालक की संख्या	वाहक नली का प्रारूप व माप		वाहक नली की लम्बाई (m)	केबिल की लम्बाई (m)
1.	मुख्य स्विच से वितरण बोर्ड तक	3	दृढ़	25 mm	0·25	0·75 m
2.	10 HP की मोटर के लिए					
	(i) वितरण बोर्ड से मोटर के स्विच तक	3	दृढ़	25 mm	2·50	7·50
	(ii) मोटर के स्विच से स्टार्टर तक	3	सुनम्य	25 mm	0·50	1·50
	(iii) स्टार्टर से मोटर के टर्मिनल तक	(a) 6	दृढ़	32 mm	2·50	15·00
		(b) 6	सुनम्य	32 mm	1·20	7·20
3.	1 HP की मोटर के लिए					
	(i) वितरण बोर्ड से मोटर के स्विच तक	3	दृढ़	19 mm	10·50	31·50
	(ii) मोटर स्विच से स्टार्टर तक	3	सुनम्य	19 mm	0·50	1·50
	(iii) स्टार्टर से मोटर के टर्मिनल तक	(a) 3	दृढ़	19 mm	1·50	4·50
		(b) 3	सुनम्य	19 mm	1·20	7·20
4.	5 kVA के ट्रांसफार्मर के लिए					
	(i) वितरण बोर्ड से ट्रांसफार्मर के स्विच तक	3	दृढ़	19 mm	13·50	40·50
	(ii) ट्रांसफार्मर के स्विच से ट्रांसफार्मर तक	(a) 3	दृढ़	19 mm	1·50	4·50
		(b) 3	सुनम्य	19 mm	1·20	3·60

केबल की लम्बाई—

1. $10\ mm^2$ .... $= 0 \cdot 75\ m$
2. $4\ mm^2 = 7 \cdot 5 + 1 \cdot 5 + 15 \cdot 00 + 7 \cdot 20$ $= 31 \cdot 20\ m$
3. $2 \cdot 5\ mm^2 = 31 \cdot 5 + 1 \cdot 5 + 4 \cdot 5 + 7 \cdot 2 + 40 \cdot 5 + 4 \cdot 5 + 3 \cdot 6 = 93 \cdot 3\ m$

वाहक नली की लम्बाई—

1. 32 mm दृढ़ $= 2 \cdot 5\ m$
2. 32 mm सुनम्य $= 1 \cdot 2\ m$
3. 25 mm दृढ़ $= 0 \cdot 25 + 2 \cdot 5 = 2 \cdot 75\ m$
4. 25 mm सुनम्य $= 0 \cdot 5\ m$
5. 19 mm दृढ़ $= 10 \cdot 50 + 1 \cdot 5 + 13 \cdot 5 + 1 \cdot 5 = 27\ m$
6. 19 mm सुनम्य $= 0 \cdot 5 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 2 = 2 \cdot 9\ m$

शक्ति तार स्थापन हेतु आवश्यक सामग्री की सूची—

क्रम संख्या	सामग्री का नाम पूर्ण विवरण सहित	आवश्यक मात्रा	दर ₹	मूल्य ₹	टिप्पणी
1.	धातु आवरण बोर्ड 45 cm × 60 cm × 7·5 cm ताला व्यवस्था सहित	1	450·00 प्रति	450·00	मुख्य स्विच व वितरण बोर्ड के लिए
2.	ऐंगल आयरन धातु बोर्ड				
	(i) 25 cm × 30 cm	1	120·00 प्रति	120·00	5 kVA के लिए
	(ii) 30 cm × 45 cm	2	156·00 प्रति	156·00	10 HP, 1 HP के लिए
3.	TPIC स्विच फ्यूज इकाई				
	(i) 15 A, 500 V ग्रेड	2	300·00 प्रति	600·00	1 HP व 5 kVA के लिए
	(ii) 30 A, 500 V ग्रेड	1	400·00 प्रति	400·00	10 HP के लिए
	(iii) 60 A, 500 V ग्रेड	1	450·00 प्रति	450·00	मुख्य स्विच के लिए
4.	धातु आवरण का वितरण बोर्ड 60 A, 500 V TPIC चार मार्गी	1	700·00 प्रति	700·00	
5.	स्टैंड	2	500·00 प्रति	1000·00	
6.	PVC विद्युतरोधी एल्युमीनियम चालक एक क्रोड केबल				
	(i) $10\ mm^2$	0·83 मी०	5·00 प्रति मी०	4·15	10% अतिरिक्त
	(ii) $4\ mm^2$	31·51 मी०	2·75 प्रति मी०	86·65	10% अतिरिक्त
	(iii) $2 \cdot 5\ mm^2$	94·23 मी०	2·50 प्रति मी०	235·58	10% अतिरिक्त
7.	धातु वाहक नली				
	(i) 32 mm दृढ़	2·7 मी०	32·00 प्रति मी०	86·40	10% अतिरिक्त
	32 mm सुनम्य	1·3 मी०	24·00 प्रति मी०	31·20	10% अतिरिक्त
	(ii) 25 mm दृढ़	3·02 मी०	30·00 प्रति मी०	90·60	10% अतिरिक्त
	25 mm सुनम्य	0·55 मी०	21·00 प्रति मी०	11·55	10% अतिरिक्त
	(iii) 19 mm दृढ़	27·27 मी०	20·00 प्रति मी०	545·40	10% अतिरिक्त
	19 mm सुनम्य	3·19 मी०	15·00 प्रति मी०	47·85	10% अतिरिक्त

8.	दृढ़ वाहक नली सॉकेट/कपलर			
	(i) 32 mm	5	3·00 प्रति	15·00
	(ii) 25 mm	3	2·50 प्रति	7·50
	(iii) 19 mm	10	2·00 प्रति	20·00
9.	निपल			
	(i) 19 mm	9	1·50 प्रति	13·50
	(ii) 25 mm	2	2·00 प्रति	4·00
	(iii) 32 mm	4	2·50 प्रति	10·00
10.	बुशिंग, लॉक नट सहित			
	(i) 19 mm	8	3·00 प्रति	24·00
	(ii) 25 mm	4	4·00 प्रति	16·00
	(iii) 32 mm	2	5·00 प्रति	10·00
11.	वाहक नली सैडल			
	(i) 19 mm	95	32·00 प्रति दर्जन	256·00
	(ii) 25 mm	05	35·00 प्रति दर्जन	15·00
	(iii) 32 mm	05	37·00 प्रति दर्जन	16·50
12.	सागवान गुल्ली $30\ mm^2 \times 25\ mm^2 \times 50\ mm$	125	2·50 प्रति दर्जन	312·50
13.	रेग बोल्ट 12 mm × 20 cm	12	5·00 प्रति	60·00
14.	नट बोल्ट 10 mm × 30 mm	24	2·00 प्रति	48·00
15.	25 mm स्क्रू	275	5·00 प्रति 100	14·00
16.	भू-सम्पर्कन सेट	2	3000 प्रति	3000·00
17.	15 mm GI वाहक नली	16 मी०	30 · 00 प्रति मी०	480·00
18.	8 SWG GI वायर	5 kg	300 प्रति किग्रा	1500
19.	कॉशन प्लेट व शॉक ट्रीटमेंट चार्ट	1 प्रत्येक	10 प्रति	20·00

लागत = ₹ 10,856·00 कुल = 10,855·98

मजदूरी व्यय—

1. सिविल वर्क ₹ 950·00
2. वायरिंग ₹ 1800·00
3. आकस्मिक व्यय ₹ 1085·60 @ 10% लागत
4. भू-सम्पर्कन मजदूरी ₹ 2000·00

कुल लागत = ₹ 16,691·60

≈ ₹ 16,692·00

6 शिरोपरि लाइनों का आगणन (वितरण लाइ...

(Estimation of Overhead Line...

6.1 विद्युत प्रदाय तन्त्र (Electrical Supply System)

हम जानते हैं, कि विद्युत ऊर्जा 10·5 या 11 kV पर विद्युत शाक्ति केन्द्रों पर उत्पादित की जाती हैं तथा उत्पादित के... विद्युत ऊर्जा को, विभिन्न वितरण स्टेशन तक संचरण लाइन (Transmission line) द्वारा भेजा जाता है। वितरण के... (Distribution station) से वितरण लाइनों (Distribution lines) से उपभोक्ता तक, प्रदाय (Feeder), वि... (Distributor) तथा सेवा लाइन (Service line) के द्वारा वितरित किया जाता है।

प्रदाय, वितरण सब-स्टेशन से उपभोक्ता तक पहुँचाने का कार्य करता है, इसमें कहीं भी बीच में अन्य उपभोक्ता के... विद्युत लाइन नहीं निकाली जाती है, जबकि वितरण से अन्य उपभोक्ताओं को भी बीच में विद्युत लाइन या सेवा लाइन दी जाती है।

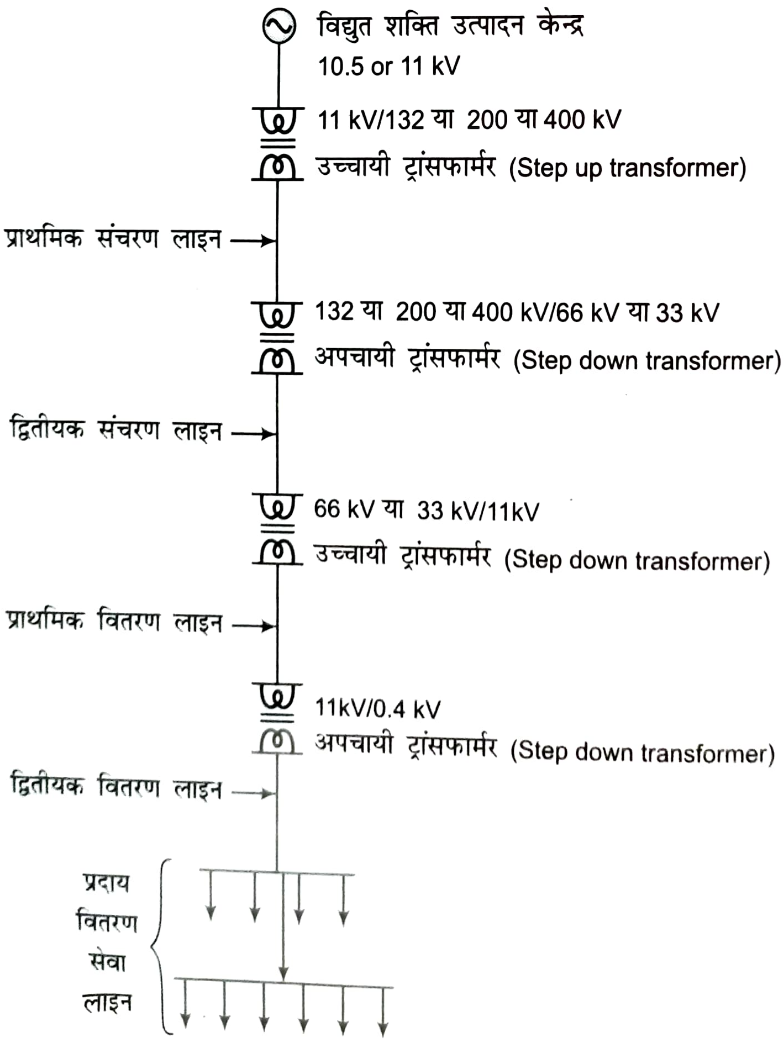
प्राथमिक संचरण (Primary transmission line) लाइन—132 kV, 200 kV, 400 kV तथा 800 kV

द्वितीयक संचरण लाइन (Secondary transmission line)—66 kV तथा 33 kV

प्राथमिक वितरण लाइन (Primary distribution line)—11 kV, 6·6 kV, 3·3 kV तथा 1·1 kV

द्वितीयक वितरण लाइन (Secondary distribution line)—440 V तथा 220 V

प्रदाय (Feeder), वितरक (Distributor) तथा सेवा लाइन (Service mains) वितरण लाइन के ही भाग हैं।



चित्र 6.1विद्युत प्रदाय तंत्र

6.2 शिरोपरि लाइन के मुख्य अवयव (Main Components of Overhead Line)

1. लाइन आधार (Line supports)
2. अनुप्रस्थ बाहु (cross-arms)
3. क्लैम्प तथा ब्रेकेट (Clamps & bracket)
4. लाइन पृथक्कारक (Line insulators)
5. चालक (Conductor)
6. तड़ित रोधक (Lightning arresters)
7. भू-तार (Earth wire)
8. ऊपर चढ़ने हेतु रोक (Anti-climbing devices)
9. पक्षी रक्षक (Bird guard)
10. टेक व्यवस्था (Stay arrangement)
11. जम्पर (Jumpers)
12. डेम्पर (Damper), रक्षण तार (Protective wire)
13. लाइन आधार (Stone pad or muffs)

6.2.1 लाइन आधार (Line Support)

लाइन आधार, विद्युत लाइन के विभिन्न भागों; जैसे—अनुप्रस्थ बाहु, लाइन पृथक्कारक आदि को धारित किए हुए चालक को भूमि से एक निश्चित ऊँचाई पर रखता है। लाइन आधार की पूरी लम्बाई का $\frac{1}{6}$ भाग जमीन के अन्दर रखा जाता है।

लाइन चालक की लम्बाई व प्रकार निम्नलिखित घटकों पर निर्भर करता है—

1. शक्ति (Power)
2. वोल्टेज (Voltage)
3. पाट (Span)
4. वायुमंडलीय प्रभाव (Climate Conditions)

एक अच्छे व टिकाऊ लाइन आधार में निम्नलिखित गुण होने चाहिए—

1. उच्च यांत्रिक शक्ति (High mechanical strength) का होना चाहिए।
2. लम्बाई में सीधा होना चाहिए तथा कहीं भी गाँठ नहीं होनी चाहिए।
3. हल्का (Light weight) होना चाहिए।
4. टिकाऊ (Durable) व अधिक समय (Long life) तक टिकने वाला होना चाहिए।
5. सस्ता होना चाहिए। (Cheap in cost)
6. कम रख-रखाव मूल्य का होना चाहिए (Low maintenance cost)
7. दीमक (White ant) नहीं लगनी चाहिए।
8. मौसम का प्रभाव (Weather proof) नहीं पड़ना चाहिए।
9. धातु आधार, जंगरोधी (Non-corrosive) होने चाहिए।
10. लचीला (Flexible) होना चाहिए।
11. आसानी से उपलब्ध (Availablilty) होना चाहिए।
12. देखने में सुन्दर व पेंट करने योग्य होना चाहिए।

लाइन आधार निम्नलिखित प्रकार के होते हैं—

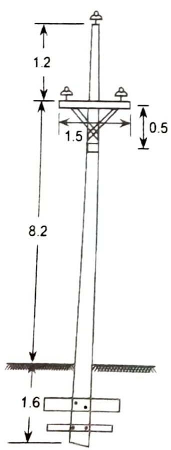
6.2.1.1 लकड़ी के स्तंभ (Wooden Pole)

ये स्तंभ सस्ते व आसानी से उपलब्ध होते हैं। चीड़, सागवान, देवदार आदि वृक्ष के होते हैं। विवरण निम्नवत् हैं—

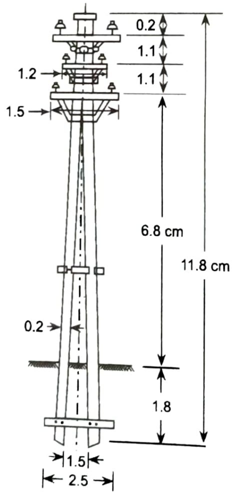
लम्बाई	—	10 से 14 मी०
ऊपरी परिधि	—	38 cm
नीचे की परिधि	—	66 cm
जीवन काल	—	25 से 35 साल
सुरक्षा घटक (Safety Factor)	—	3·5

ये तीन रूपों में प्रयोग किए जाते हैं—

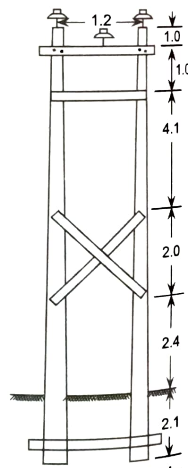
	प्रारूपी का प्रारूप	लम्बाई m	वोल्टेज तक kV	पाट (Span) m	उपयोग
1.	एकल (Single)	10 से 11	22	60	सामान्य
2.	A प्रारूपी (A-Type)	11 से 12·75	22	80	स्पेशल
3.	H प्रारूपी (H-type)	12 से 13·65	132	150	दिशा बदलने, लाइन समाप्ति, ट्रांसफार्मर रखने आदि।



चित्र 6.2 : एकल स्तंभ



चित्र 6.3 : A-प्रारूपी स्तंभ



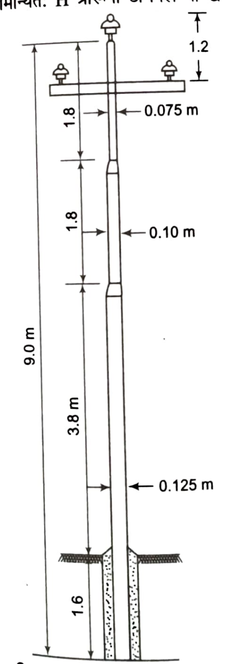
चित्र 6.4 : H-प्रारूपी स्तंभ

6.2.1.2 इस्पात के स्तंभ (Steel Pole)

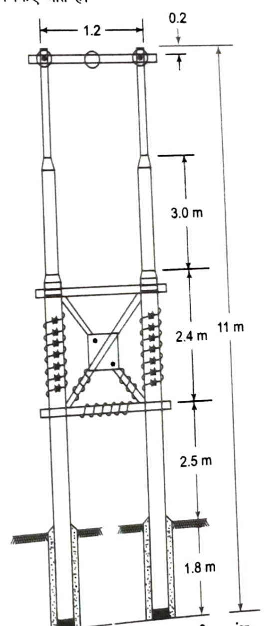
ये स्तंभ लकड़ी के पृथक्कार को की अपेक्षा अधिक टिकाऊ एवं यांत्रिक शक्ति के होते हैं। इस्पात के स्तंभ निम्नलिखित प्रकार के होते हैं। इनका सुरक्षा गुणांक 2·5 होता है। तीन चरणों के इस्पात नलीय स्तंभ में ऊपरी व्यास 0·075 मी०, मध्य व्यास 0·10 मी० व नीचे का व्यास 0·125 मी० होता है।

	प्रकार	प्रारूप	वोल्टेज kV तक	पाट (Span)	लम्बाई m	आयु
1.	इस्पात के नलीय पृथक्कारक तीन चरणों के (Steel tabular pole three step)	एकल व H-प्रारूपी	11	100 मी०	8·5 मी० से 12·00 मी० तक	50 साल
2.	रेल पृथक्कारक (Rail Pole)	एकल H-प्रारूपी	33 66 kV	150 200	11 से 13 मी० 12 से 15 मी०	80 साल 100 साल
3.	इस्पात जालक पृथक्कारक (Steel Lattice Pole)	ऐंगल आयरन को जोड़कर	66	150	9 से 15 मी०	150 साल

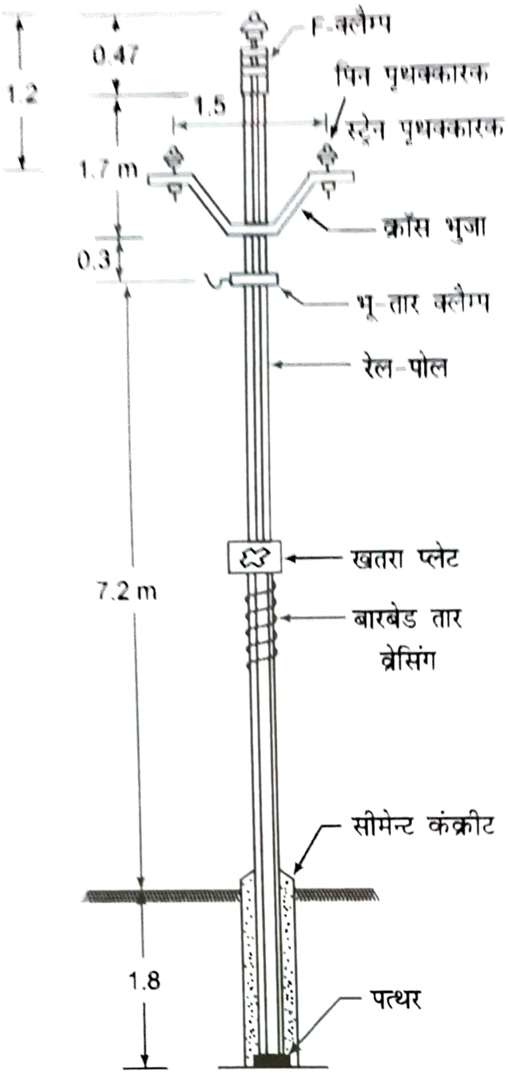
सामान्यत: H प्रारूपी टर्मिनल या खण्ड स्तंभ के रूप में उपयोग किए जाते हैं।



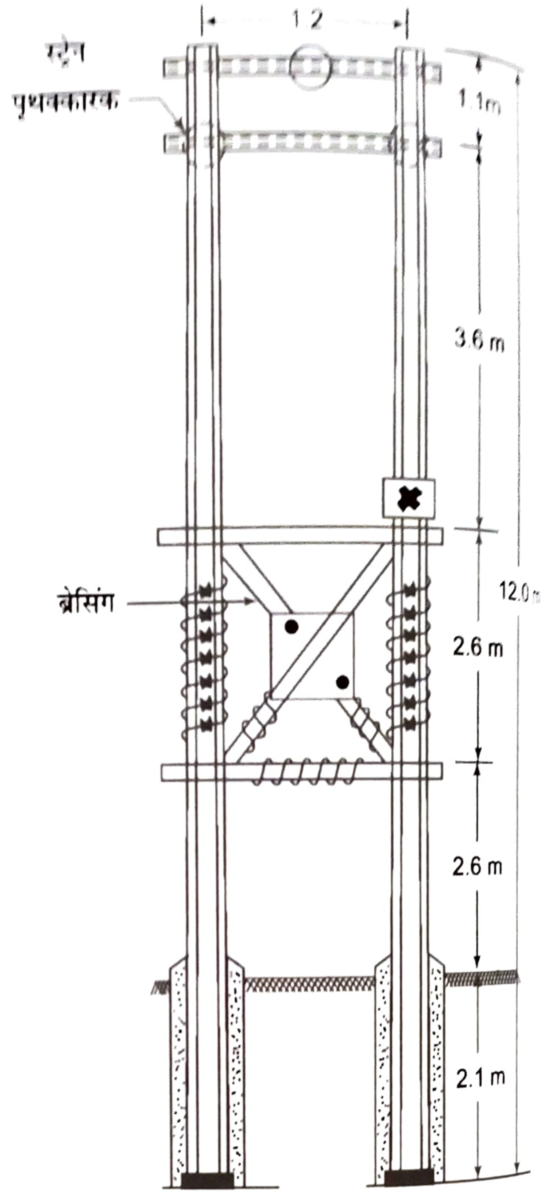
चित्र 6.5 : एकल स्टील नलीय स्तंभ



चित्र 6.6 : H-प्रारूपी स्टील नलीय स्तंभ



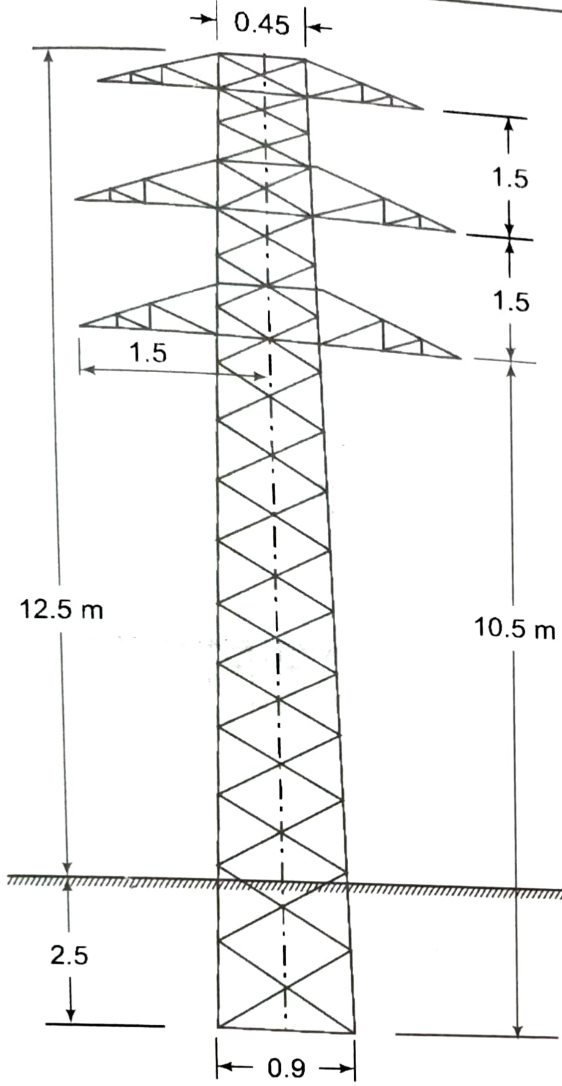
चित्र 6.7 : रेल स्तंभ



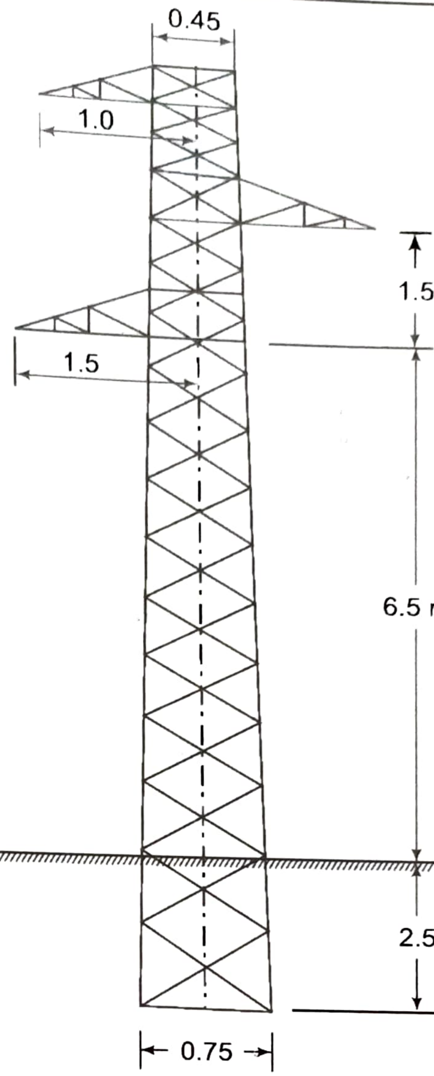
चित्र 6.8 : H-प्रारूपी रेल स्तंभ

"Please- like Share and Subscrib
My - Youtube - Channel -

"Electrical-Study-2.0"



चित्र 6.9 दो परिपथ हेतु स्पात जालक स्तंभ

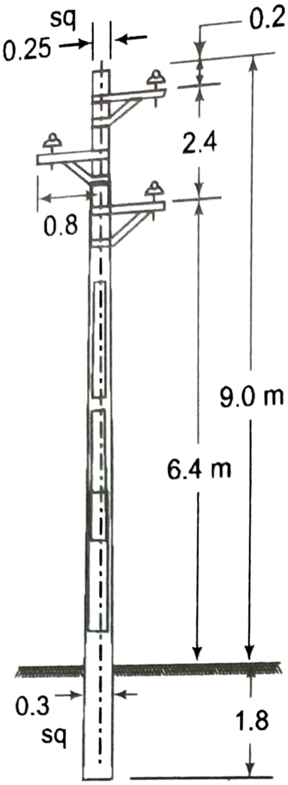


चित्र 6.10 एक परिपथ हेतु स्पात चालक स्तंभ

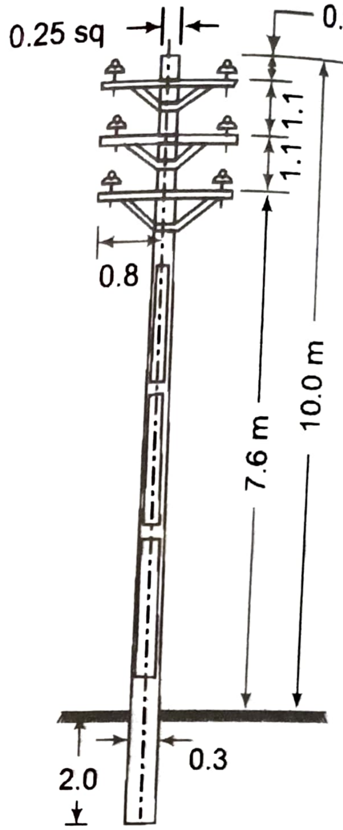
6.2.1.3 सीमेन्ट कंक्रीट स्तंभ (Cement Concrete Pole)

सीमेन्ट कंक्रीट स्तंभ की संरचना दो प्रकार के होते हैं—एक प्रीकास्ट व दूसरा प्रतिबलित सीमेन्ट कंक्रीट स्तंभ। इनकी आयु अधिक होती है तथा ये आसानी से निर्मित किए जा सकते हैं। इनका सुरक्षा गुणांक 2·5 तथा आयु 100 वर्ष होती है। ये काफी दृढ़ व रासायनिक या वातावरण प्रभाव से मुक्त होते हैं। ऊपर की 0·25 मी^{2} तथा नीचे की 0·30 मी^{2} होती है और ऊपर जाकर वर्गाकार हो जाते हैं।

	प्रकार	लम्बाई m	वोल्टेज तक kV	पाट (Span) (m)	आयु
1.	प्रीकास्ट सीमेन्ट कंक्रीट स्तंभ (PCC) (Precast Concrete Pole)	8 से 11 मी०	11 kV	100	100 वर्ष
2.	प्रतिबलित सीमेन्ट कंक्रीट स्तंभ (RCC) (Reinforced Cement Concrete Pole)	7 से 12 मी०	11 kV	100	100 वर्ष



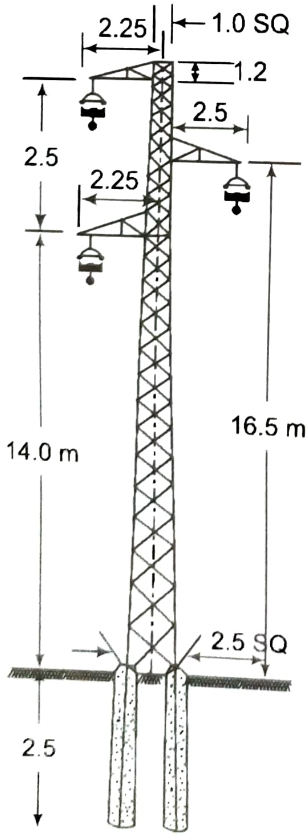
चित्र 6.11 : एक परिपथ हेतु



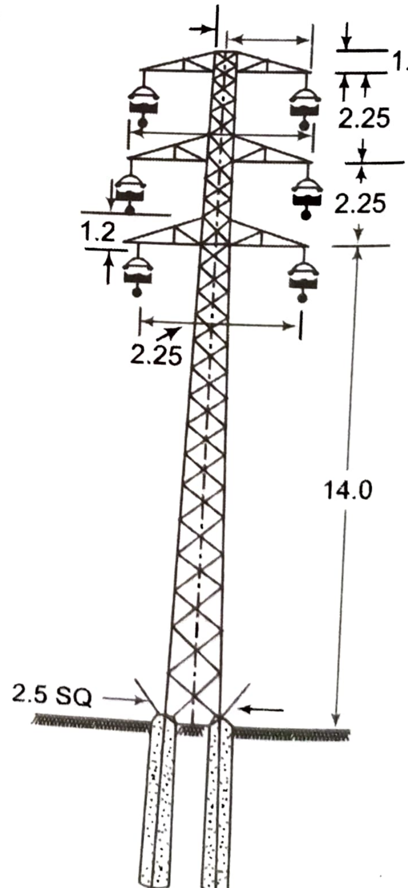
चित्र 6.12 : दो परिपथ हेतु

6.2.1.4 इस्पात के टॉवर (Steel Tower)

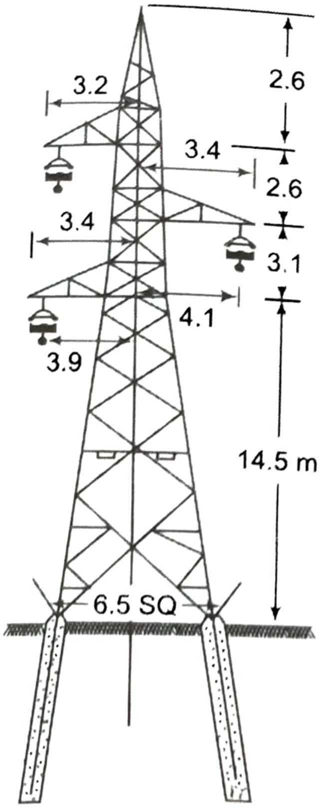
इस्पात के टॉवर का उपयोग 66 kV या उससे अधिक के लिए किया जाता है तथा पाट भी 200 मी० से अधिक होग टॉवरों की लम्बाई जमीन से 19·6 मी० से 31·01 मी० तक होती है। इनका सुरक्षा गुणांक 1·5 होता है।



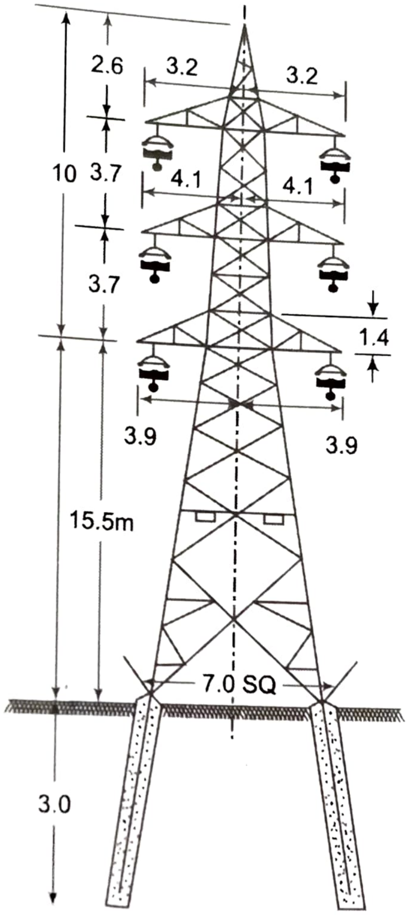
चित्र 6.13 66 kV एक परिपथ के लिए



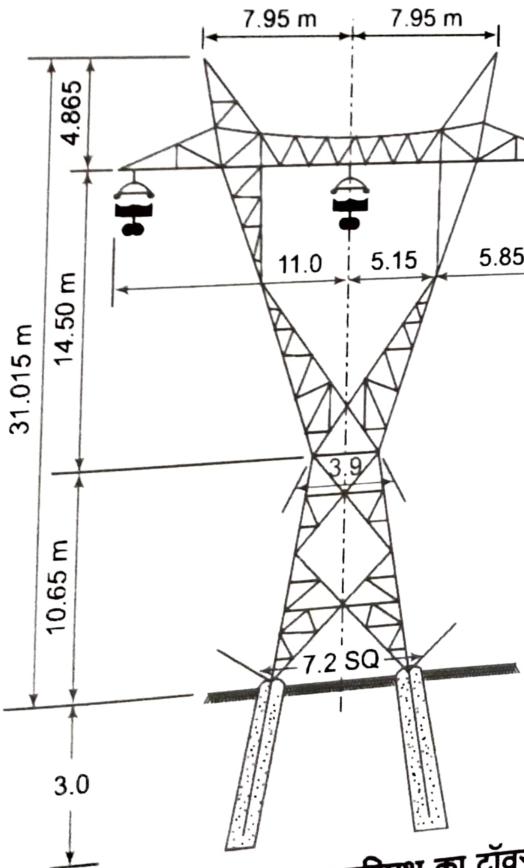
चित्र 6.14 66 kV दो परिपथ के लिए



चित्र 6.15 : 220 kV एक परिपथ के लिए



चित्र 6.16 : 220 kV दो परिपथ के लिए



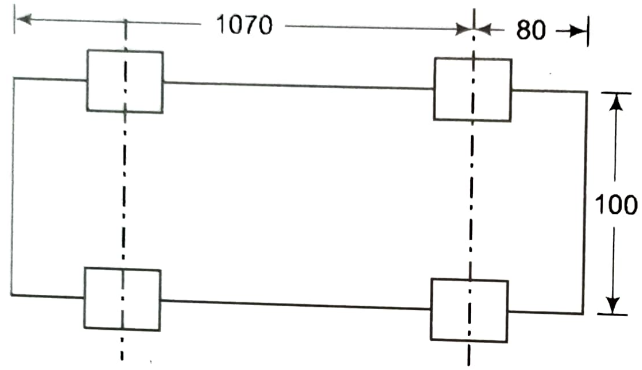
चित्र 6.17 : 400 kV एक परिपथ का टॉवर

6.2.2 अनुप्रस्थ बाहु (Cross Arm)

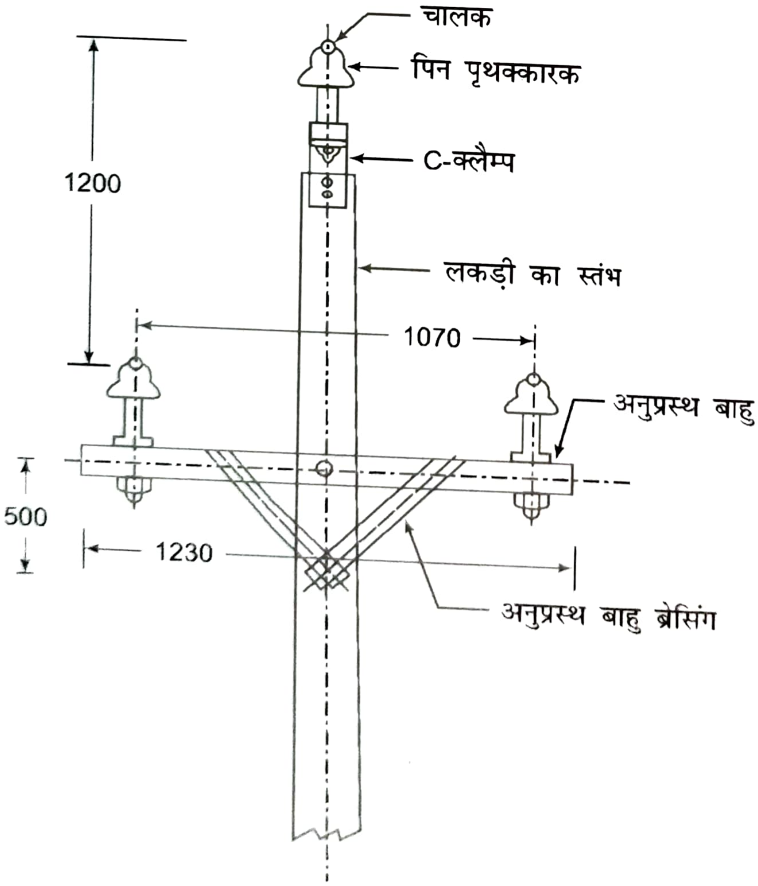
अनुप्रस्थ बाहु लकड़ी या इस्पात की बनी होती है। इस्पात (Steel) अनुप्रस्थ बाहु आकार के आधार पर MS तथा MS चैनल के नाम से जानी जाती है। अनुप्रस्थ बाहु का उपयोग निम्नलिखित के लिए किया जाता है—

1. लाइन पृथक्कारक को सहारा देने के लिए।
2. रक्षण तार को बाँधने के लिए।
3. ब्रेसिंग के लिए।

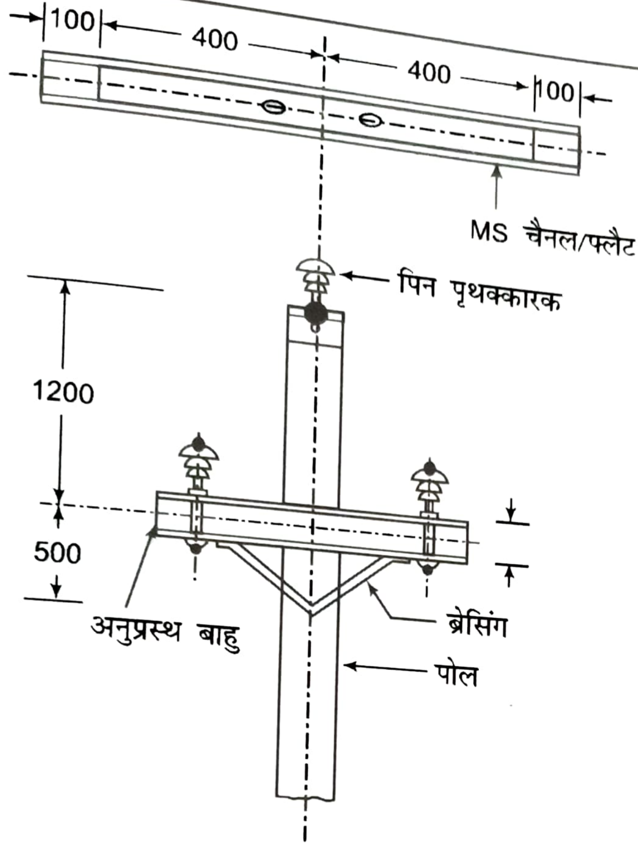
सामान्यत: सीधी तथा V आकार में प्रचलित हैं।



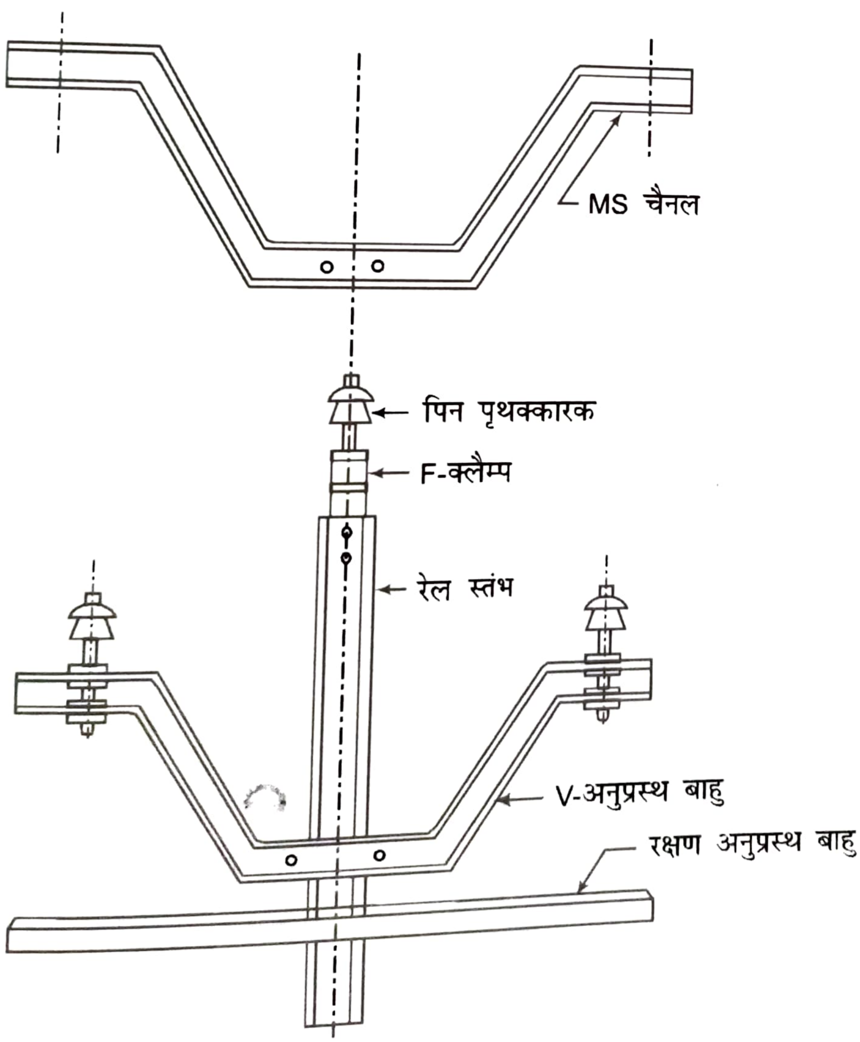
चित्र 6.18 : लकड़ी की अनुप्रस्थ बाहु



चित्र 6.19 : लकड़ी की अनुप्रस्थ बाहु व ब्रेसिंग



चित्र 6.20 : सीधी अनुप्रस्थ बाहु व ब्रेसिंग



चित्र 6.21 : V-अनुप्रस्थ बाहु व रक्षण अनुप्रस्थ बाहु

6.2.3 क्लैम्प तथा ब्रेकेट (Clamp and Bracket)

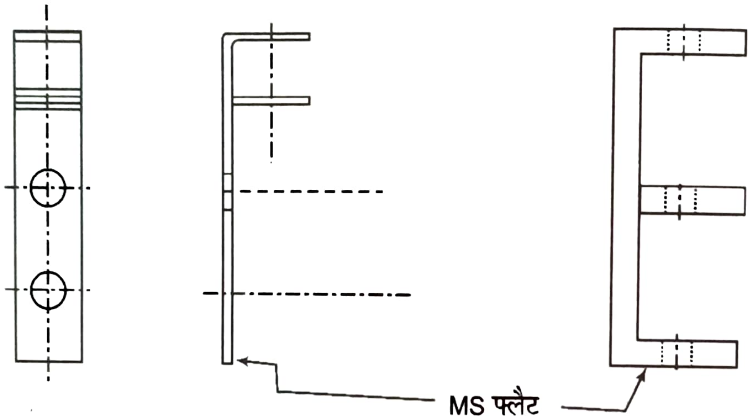
क्लैम्प का उपयोग अनुप्रस्थ बाहु पर पृथक्कारक, पोल पर पृथक्कारक, ब्रेसिंग, भू-तार, टेक तार, खतरा प्लेट आदि स्थापित करने के लिए किया जाता है। कम-से-कम माप 50 mm × 6 mm होगी।

F तथा E क्लैम्प — पिन पृथक्कारक के लिए

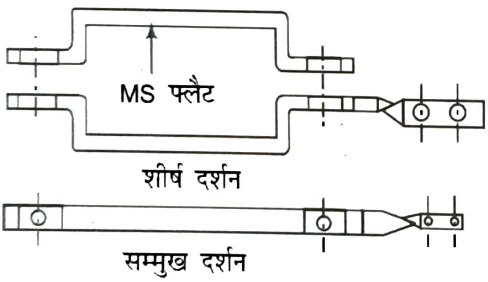
D तथा I क्लैम्प — शैकल पृथक्कारक के लिए

अन्य क्लैम्प नाम के अनुसार

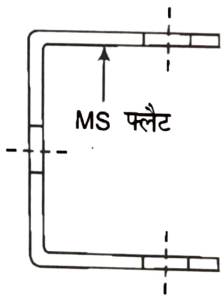
आकार के अनुसार सामान्यत: MS फ्लैट/चैनल की संरचना के होते हैं। चालकों के क्लैम्प CI संरचना के होते हैं।



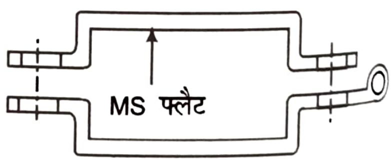
चित्र 6.22 : F व E प्रारूपी पिन पृथक्कारक क्लैम्प



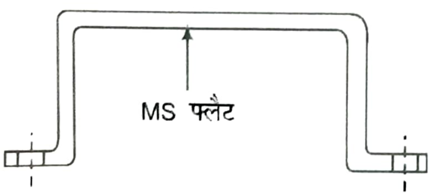
चित्र 6.23 : भू-तार क्लैम्प



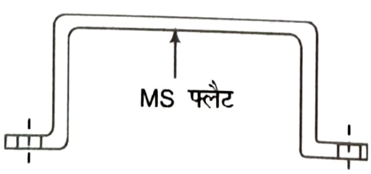
चित्र 6.24 : D-प्रारूपी शैकल क्लैम्प



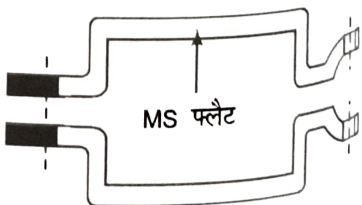
चित्र 6.25 : I-प्रारूपी शैकल क्लैम्प



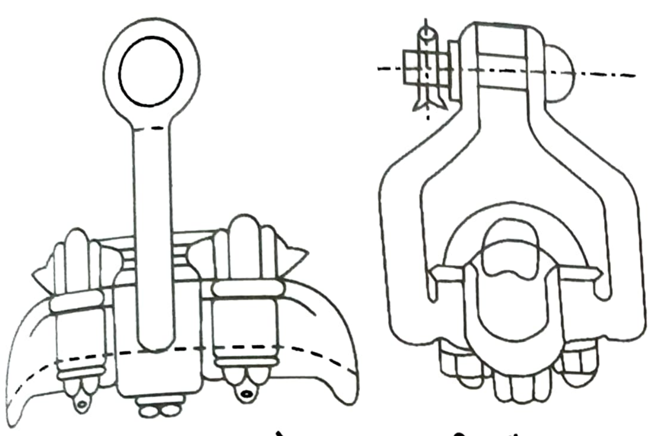
चित्र 6.26 : अनुप्रस्थ बाहु क्लैम्प



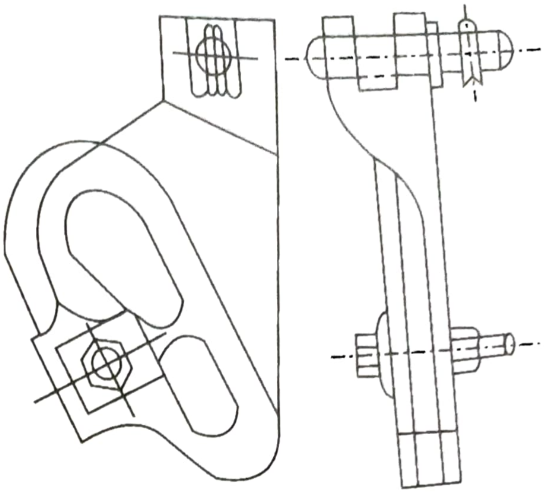
चित्र 6.27 : खतरा प्लेट क्लैम्प



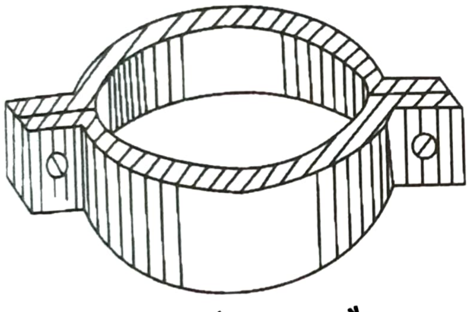
चित्र 6.28 : टेक तार क्लैम्प



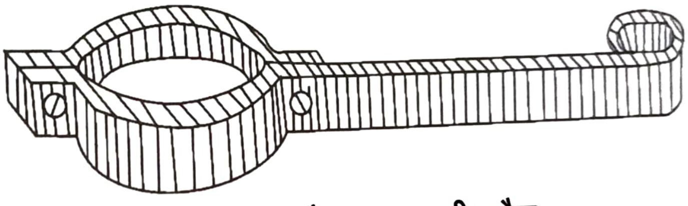
चित्र 6.29 : ससपेन्शन पृथक्कारी क्लैम्प



चित्र 6.30 : स्ट्रेन पृथक्कारी क्लैम्प



चित्र 6.31 : टेक तार क्लैम्प



चित्र 6.32 : शैफल पृथक्कारी क्लैम्प

6.2.4 लाइन पृथक्कारक (Line Insulators)

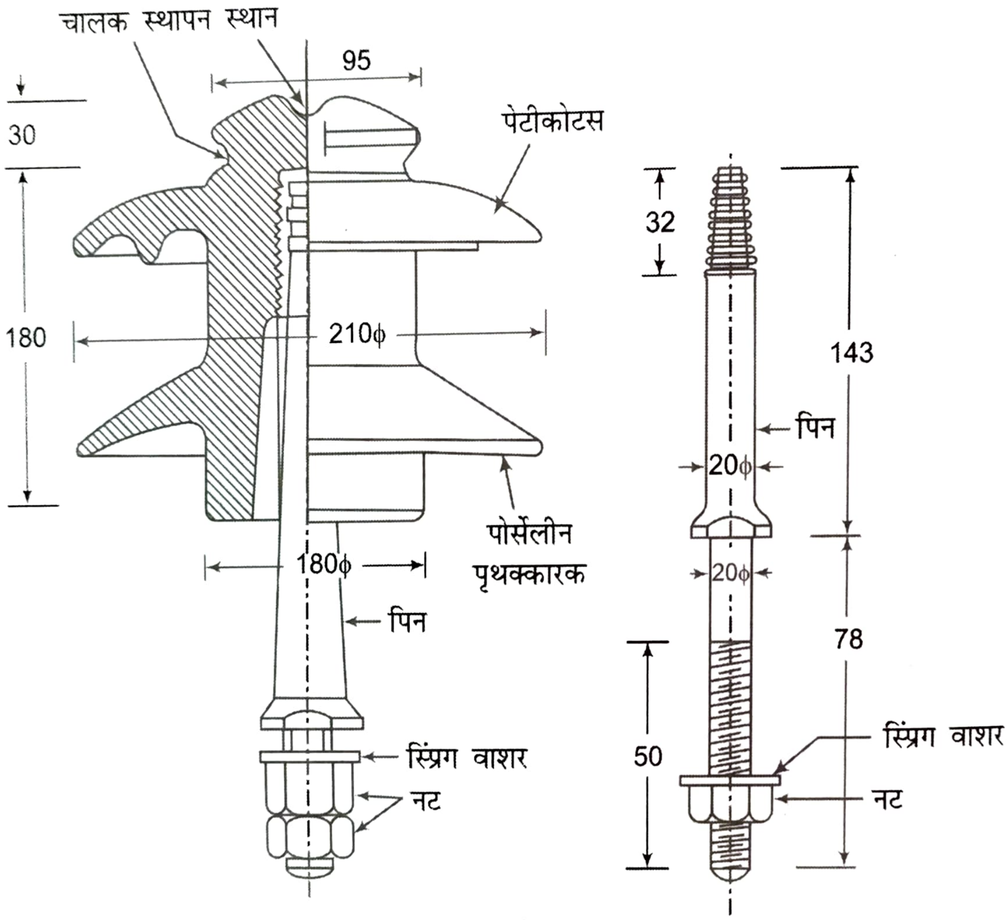
शिरोपरि लाइन में चालक को सहारा देने के लिए पृथक्कारक का उपयोग किया जाता है और लाइन स्तंभ से अलग रहती है। पृथक्कारक पोर्सलीन (Porcelain) के बनाए जाते हैं। इनकी संरचना इस प्रकार की होती है, कि क्षरण धारा को लम्बा रास्ता दिया जाता है इसलिए इन पर पेटीकोट (Petticots) बनाए जाते हैं। एक अच्छे पृथक्कारक में निम्नलिखित गुण होने चाहिए—

1. यांत्रिक सुदृढ़ (Mechanically strong) होने चाहिए।
2. इनकी सतह चिकनी व चमकीली होनी चाहिए।
3. इन पर वायुमण्डलीय गैसों, नमी आदि का प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।
4. परावैद्युत सामर्थ्य (Dielectric strength) उच्च होनी चाहिए।
5. विद्युतरोधन प्रतिरोध अनन्त होना चाहिए।
6. सरन्ध्र-रहित (Non-porous) होना चाहिए।
7. दरारों से मुक्त होना चाहिए।
8. सतह का प्रतिरोध उच्च होना चाहिए, ताकि उत्स्फुरण वोल्टेज (Flash-over voltage) अधिक सहन कर सके।
9. सस्ता व टिकाऊ होना चाहिए।

उपयोग व वोल्टेज के आधार पर पृथक्कारक निम्न प्रकार के होते हैं—

6.2.4.1 पिन पृथक्कारक (Pin Insulators)

पिन पृथक्कारक सस्ते व साधारण होते हैं। इन पृथक्कारकों को पिन पर चूड़ियों से कसा जाता है। इनका उपयोग 33 लाइन वोल्टेज तक उपयोग में लाया जाता है। विशेष परिस्थितियों में 66 kV वोल्टेज के लिए भी उपयोग कर सकते हैं, लेकिन इस वोल्टता पर उपयोग करने पर काफी महंगें पड़ते हैं। पिन पृथक्कारक की निचली सतह को नट-बोल्ट की सहायता अनुप्रस्थ बाहु पर कस दिया जाता है। कम-से-कम आप (60 mm dia × 100 mm high)

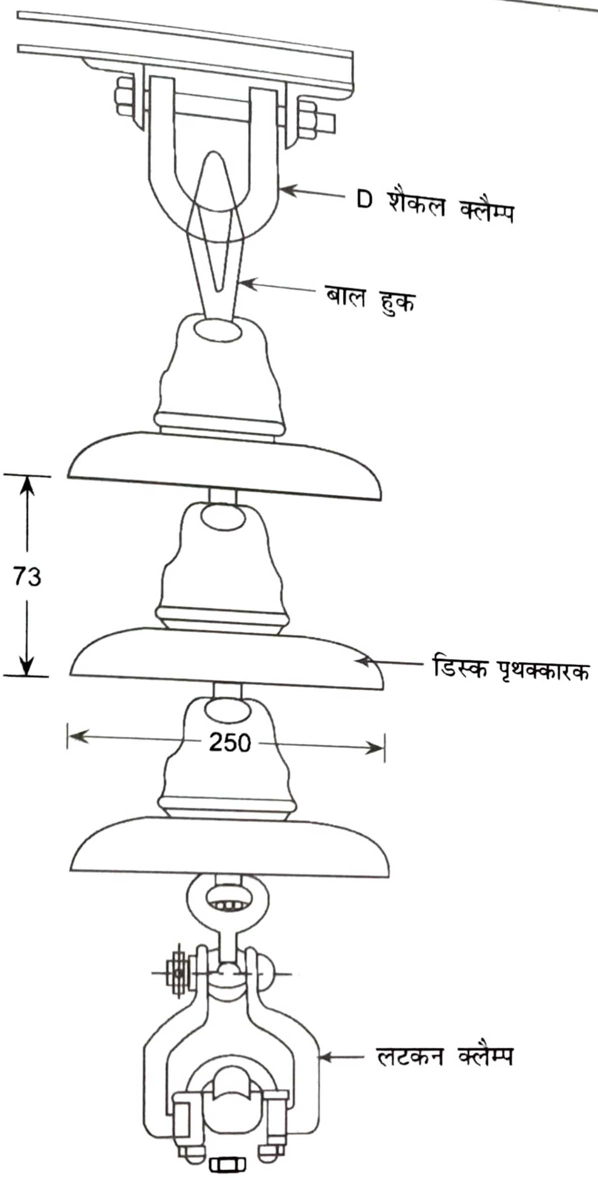


चित्र 6.33 : पिन पृथक्कारक

6.2.4.2 चकती पृथक्कारक (Disc Insulators)

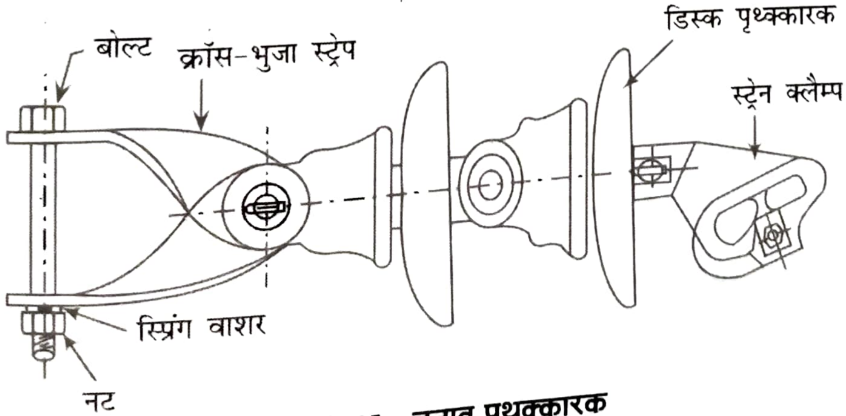
चकती प्रकार की संरचना के कारण इनका नाम चकती पृथक्कारक है। एक चकती (One disc) 11 kV की लाइन वोल्टता के लिए उपयोग की जाती है। इन चकती का प्रयोग दो प्रारूपों में किया जाता है।

1. लटकन पृथक्कारक (Suspension Insulators)—लाइन की वोल्टेज बढ़ने पर 11 kV के गुणक में चकती संख्या बढ़ती है और एक माला (String) के रूप में उपयोग किए जाते हैं। जब इस माला को ऊर्ध्वाधर लटकाकर उपयोग किया जाता है, तो इसे लटकन पृथक्कारक कहते हैं। 11 kV के गुणक के अलावा सुरक्षा की दृष्टि से एक चकती अधिक उपयोग की जाती है।



चित्र 6.34 : लटकन पृथक्कारक

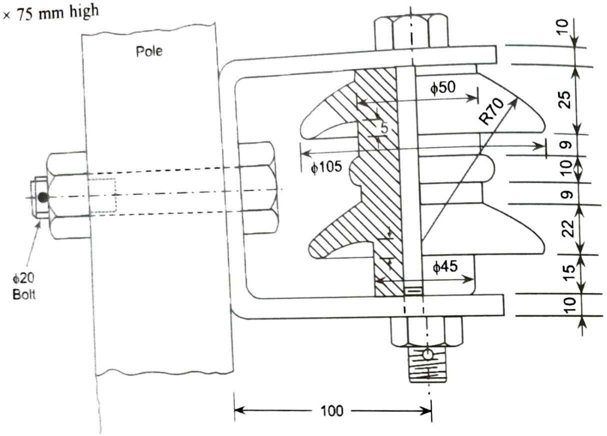
2. तनाव पृथक्कारक (Strain Insulators)—जब चकती की माला को क्षैतिज स्थिति में उपयोग किया जाता है तो इसे तनाव पृथक्कारक कहते हैं। लाइन की वोल्टेज के अनुसार तनाव पृथक्कारक की लम्बाई में चकती की संख्या निर्भर करती है।



चित्र 6.35 : तनाव पृथक्कारक

6.2.4.3 शैकल पृथक्कारक (Shackle Insulators)

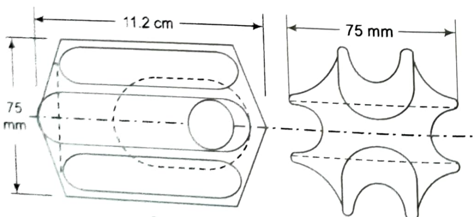
शैकल पृथक्कारक 650 V तक उपयोग में लाए जाते हैं। ये पृथक्कारक D या I क्लैम्प के साथ अनुप्रस्थ बाहु पर लगाए जाते हैं। ये सामान्यतः उपयोग में लाए जाने वाले पृथक्कारक है। ये पाट समाप्ति, मोड़, विभागीय लाइन तथा नदी पार करने के उपयोग में भी लाए जाते हैं। शैकल पृथक्कारक रील या स्पूल (Reel or spool) के नाम से भी जाने जाते हैं। कम-से-कम माप 90 mm dia × 75 mm high



चित्र 6.36 : शैकल पृथक्कारक पर

6.2.4.4 टेक पृथक्कारक (Stay Insulators)

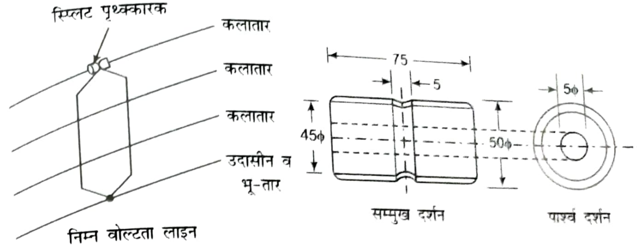
ये पृथक्कारक टेक तार व लाइन के आधार के मध्य में लगाए जाते हैं। टेक पृथक्कारक को हम अण्डा पृथक्कारक (Egg Insulator) के नाम से भी जानते हैं।



चित्र 6.37 : टेक पृथक्कारक

6.2.4.5 स्पिलट पृथक्कारक (Split Insulators)

स्पिलट पृथक्कारक का उपयोग लूप रक्षक (Loop guard) के रूप में किया जाता है और कला तार भाग पर ही बाँधा जाता है।



चित्र 6.38 : स्प्लिट पृथक्कारक

6.2.4.6 पोस्ट पृथक्कारक (Post Insulators or Support Insulators)

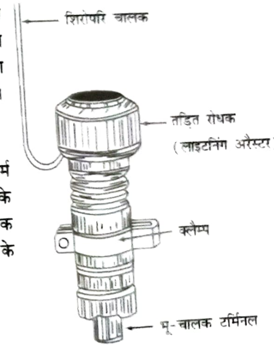
ये पिन पृथक्कारक की तरह ही होते हैं, लेकिन इनकी ऊँचाई अधिक तथा पतले होते हैं।

6.2.4.7 बुशिंग पृथक्कारक (Bushing Insulators)

ट्रांसफार्मर तथा सर्किट ब्रेकर में उपयोग होने वाले पृथक्कारक बुशिंग पृथक्कारक कहलाते हैं।

6.2.4.8 तड़ित रोधक (Lightning Arresters)

तड़ित रोधक सामान्य अवस्था में लाइन चालक भू के बीच खुले परिपथ का कार्य करता है, लेकिन तड़ित या आकाशीय विद्युत आने पर निम्न प्रतिबाधा का कार्य करता है और भू-सम्पर्कित कर देता है। ये छड़ अन्तराल, गोला अन्तराल, शृंग अन्तराल (Horn gap), वाल्व आदि आकृतियों में उपलब्ध हैं।



चित्र 6.39 : तड़ित रोधक

6.2.4.9 पक्षी रक्षक (Bird Guard)

शिरोपरि लाइन में लाइन आधार, पृथक्कारक, जम्परों तथा क्रॉस आर्म आदि स्थानों पर पक्षी के बैठने से लघु परिपथ या भू-दोष उत्पन्न न हो, इसके लिए पृथक्कारक, जम्परों आदि स्थानों पर लकड़ी के टुकड़े या विद्युतरोधक मनके (Beads) लगा दिए जाते हैं, जिन्हें पक्षी रक्षक कहते हैं। एयर गैप हार्न के मध्य 2 cm से अधिक नहीं होना चाहिए।

6.3 रोक युक्ति (Anti-climbing Device)

पोल पर कोई न चढ़ सके इसके लिए 2·5 मी० से ऊपर 90 cm दूरी का GI कटीला तार (Barbed wire) लपेट देते हैं, जिसे ऊपर चढ़ने से रोक युक्ति के नाम से जानते हैं।

6.4 खतरा प्लेट, जम्पर, रक्षण तार

पोल पर आधार से 3·5 मी० की ऊँचाई पर खतरा/सावधान को प्लेट 10 SWG MS की लगायी जाती है। विभागीय पोल, मोड़ पर लाइन चालकों को जोड़ने के लिए जम्पर लगाए जाते हैं। कोई क्रॉसिंग होने पर रक्षण तार का उपयोग किया जाता है। लाइन चालक को तनाव देने के लिए डैम्पर या वजन का उपयोग किया जाता है।

6.5 चालक (Conductors)

शिरोपरि लाइन में उपयोग होने वाले चालकों में निम्न गुण होने चाहिए—

1. उच्च चालकता (High conductivity)
2. निम्न प्रतिरोध (Low resistance)
3. उच्च तन्य सामर्थ्य (Tensile strength)
4. कम आपेक्षित घनत्व (Low specific gravity) जिससे प्रति आयतन में कम वजन हो।
5. कम प्रतिरोध ताप व प्रसार गुणांक (Low temperature coefficient and linear expension coefficient)
6. सस्ता व वातावरण प्रभाव से मुक्त।

इन गुणों के आधार पर निम्न प्रकार के लाइन चालक उपयोग किए जाते हैं—

6.5.1 कठोर कर्षित ताँबे का तार (Hard Drawn Copper Conductor)

कॉपर को कोल्ड रोल्ड करने पर HDCC प्राप्त होता है। ऐसा तन्य सामर्थ्य बढ़ाने के लिए किया जाता है और यदि इस्पात की कोर का उपयोग किया जाए, तो स्टील कोर कॉपर चालक (SCC) कहलाएगा। HDCC की विशेषताएँ निम्नलिखित हैं—

1. चालकता (Conductivity) — 97%
2. प्रतिरोधकता (Resistivity) — $1{\cdot}771 \times 10^{-8}\ \Omega\text{-m}$
3. घनत्व (Density) — $8{\cdot}89\ \text{gm/cm}^2$
4. लम्ब प्रसार गुणांक (Linear Expansion Coefficient) — $17 \times 10^{-6}/°\text{C}$ } 20° C पर
5. प्रतिरोध ताप गुणांक (Temperature Coefficient Resistance) — $3{\cdot}81 \times 10^{-3}/°\text{C}$ } 20° C पर
6. तन्य सामर्थ्य (Tensile Strength) — $42{\cdot}2\ \text{kg/mm}^2$

6.5.2 एल्युमीनियम (Aluminium)

ये चालक भी कठोर कर्षित (Hard drawn) के रूप में उपयोग किए जाते हैं, जिन्हें लड़ीदार (Stranded) बनाया जाता है।

1. All Aluminium Conductor—AAC
2. Aluminium Conductor Steel Reinforced—ACSR कम-से-कम माप Squirrel है

कठोर कर्षित एल्युमीनियम की विशेषताएँ निम्नलिखित हैं—

1. चालकता (Conductivity) — 68%
2. प्रतिरोधकता (Resistivity) — $2{\cdot}176 \times 10^{-8}\ \Omega\text{-m}$
3. घनत्व (Density) — $2{\cdot}703\ \text{gm/cm}^2$
4. लम्ब प्रसार गुणांक (Linear Expansion Coefficient) — $23 \times 10^{-6}/°\text{C}$
5. प्रतिरोध ताप गुणांक (Temperature Coefficient of Resistance) — $4{\cdot}03 \times 10^{-3}/°\text{C}$
6. तन्य सामर्थ्य (Tensile Strength) — $16{\cdot}5\ \text{kg/mm}^2$

6.5.4 इस्पात (Steel)

इनकी यांत्रिक शक्ति अधिक होती है। जंग से बचाने के लिए इन्हें जस्तीकृत (Galvanized) किया जाता है। इस्पात चालकों में क्रोड के रूप में तथा भू-तार, टेक तार आदि के लिए भी किया जाता है। चालकता 13%, घनत्व $7{\cdot}78\ \text{gm/cm}^2$, यांत्रिक शक्ति $36\ \text{kg/mm}^2$ होती है।

6.5.4 कैडमियम ताम्र (Cadmium Copper)

कैडमियम से तन्य सामर्थ्य को 40 से 50% तक बढ़ाया जा सकता है। यदि 1 से 2% कैडमियम को कॉपर में मिलाया जाए। किन्तु चालकता 15 से 17% तक कम हो जाती है अर्थात् 80%, प्रतिरोधकता $2{\cdot}18 \times 10^{-8}\ \Omega\text{m}$, घनत्व $8{\cdot}95\ \text{g/cm}^2$ तथा तन्य सामर्थ्य $63{\cdot}6\ \text{kg/mm}^2$ होती है।

6.5.5 फॉस्फर ब्राँज (Phosphor Bronze)

मौसम के प्रभाव तथा अमोनिया जैसी गैसों से रक्षा के लिए कैडमियम ताम्र चालक के ऊपर फॉस्फर ब्रांज की परत चढ़ा दी जाती है।

6.5.6 कॉपर क्लेड वायर (Copper Clad Wire)

स्टील के तार पर कॉपर की परत चढ़ा दी जाती है। इसका उपयोग तन्य सामर्थ्य बढ़ाने के लिए किया जाता है।

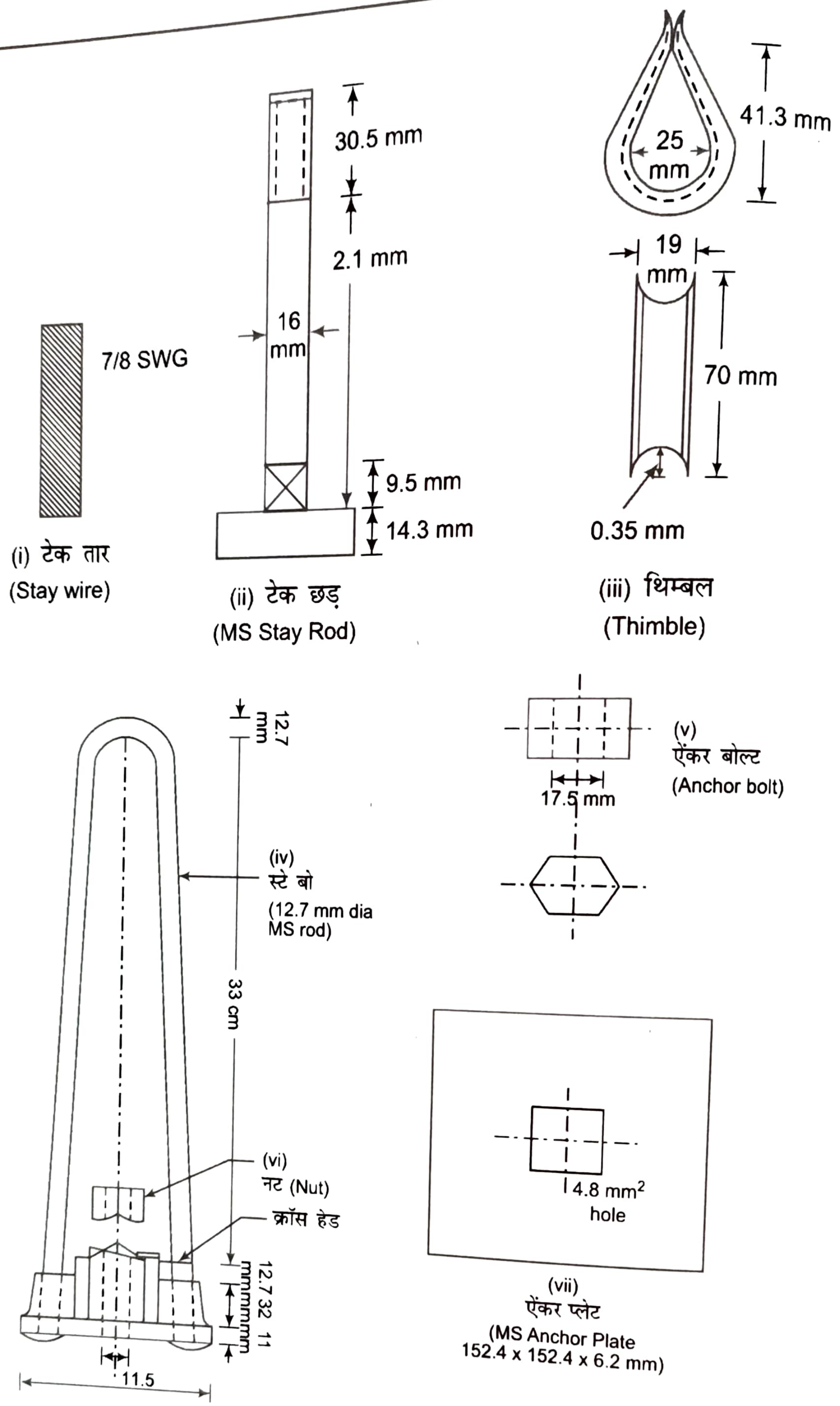
6.6 टेक व्यवस्था (Stay Arrangement)

लाइन पोल पर निम्न स्थितियों में टेक व्यवस्था की जाती है—

1. विभागीय पोल
2. टर्मिनल पोल
3. लाइन में मोड़, दोहरे पोल, अधिक तनाव, शाखा लाइन आदि।

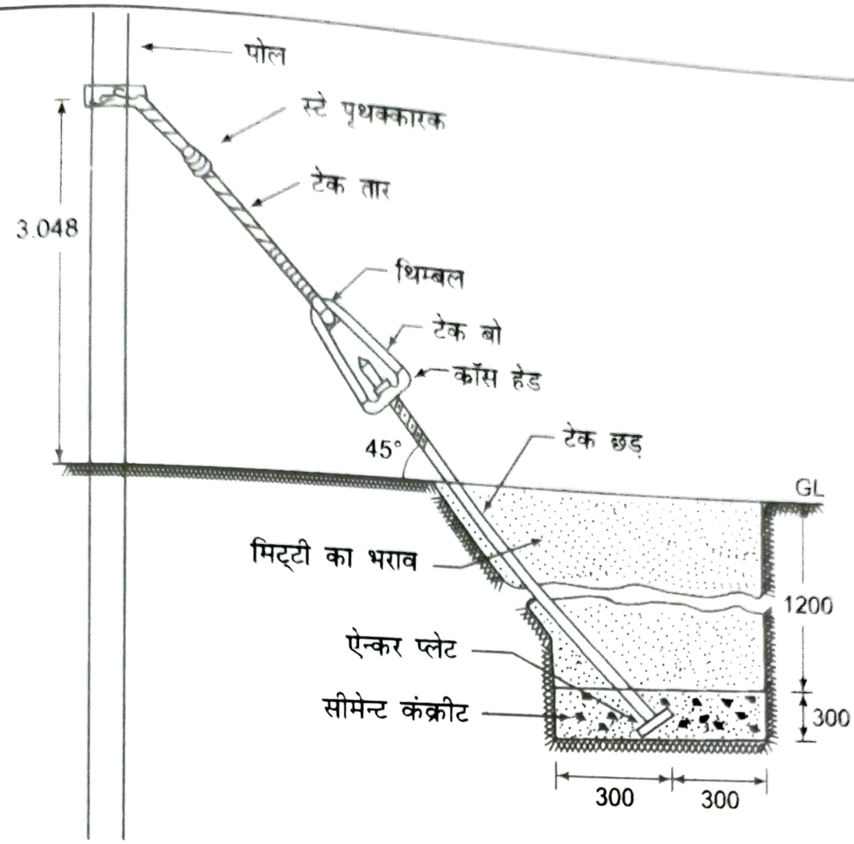
लाइन आधारों पर टेक व्यवस्था 45° पर की जाती है। विशेष परिस्थिति में 30° पर भी की जाती है। टेक व्यवस्था में निम्नलिखित सामग्री उपयोग में लायी जाती है—चित्र 5.40 में विभिन्न भाग दर्शाए गए हैं।

1. टेक तार (Stay wire)—7/10 SWG GI (LT व 11 kV के लिए)
   7/8 SWG GI (33 kV के लिए)
2. टेक छड़ (Stay Rod)—15 mm व्यास (LT व 11 kV) 1.80 m से कम न हो।
   20 mm व्यास (33 kV)
3. थिम्बल (Thimble)
4. टेक-बो (Stay Bow)
5. ऐन्कर नट (Anchor Nut)
6. क्रॉस हेड (Cross Head)
7. ऐन्कर प्लेट (Anchor Plate), 30 cm × 30 cm × 6 mm से कम न हो।
8. टेक पृथक्कारक (Stay Insulator)—भूमि से कम से कम 3·048 मी० की ऊँचाई पर।



चित्र 6.40 : स्टे व्यवस्था के विभिन्न भाग

चित्र 6.41 में टेक व्यवस्था का भू-स्थापन दर्शाया गया है। टेक तार को टेक पृथक्कारक के साथ भू-तल से 3·048 मी॰ की ऊँचाई पर टेक क्लैम्प की सहायता से कस दिया जाता है।



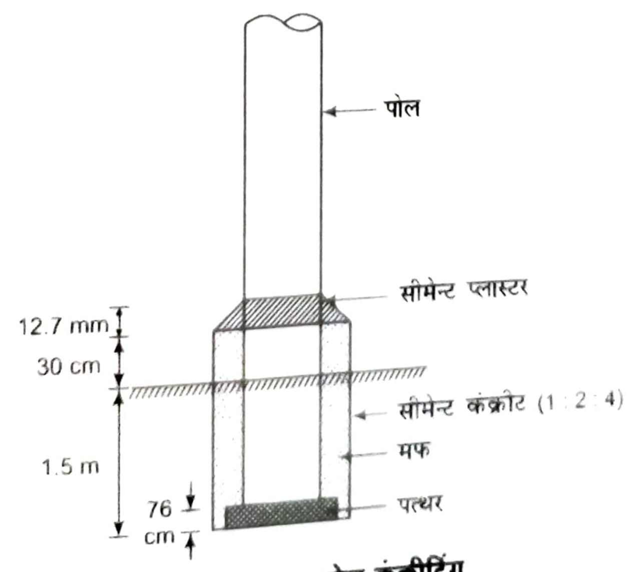
चित्र 6.41 : भू-स्थापन

5.7 लाइन आधार की कंक्रीटिंग (Concreting of Line Support)

लाइन आधारों को भूमि में लगाने के लिए दो मफ (Muffs) पहले से सीमेंट कंक्रीट के बनाए जाते हैं। नीचे एक पत्थर (Stone) लगाया जाता है। सीमेंट कंक्रीट की संरचना के बने दो मफ लगाए जाते हैं।

मफ की माप	—	46 cm × 46 cm ऊपर
		30·5 cm × 30·5 cm नीचे
मफ की लम्बाई	—	1·8 m
बेलनाकार मफ	—	254 cm व्यास

सीमेंट कंक्रीट के मफ बनाने के लिए 3 mm मोटी इस्पात की सीट का उपयोग किया जाता है।

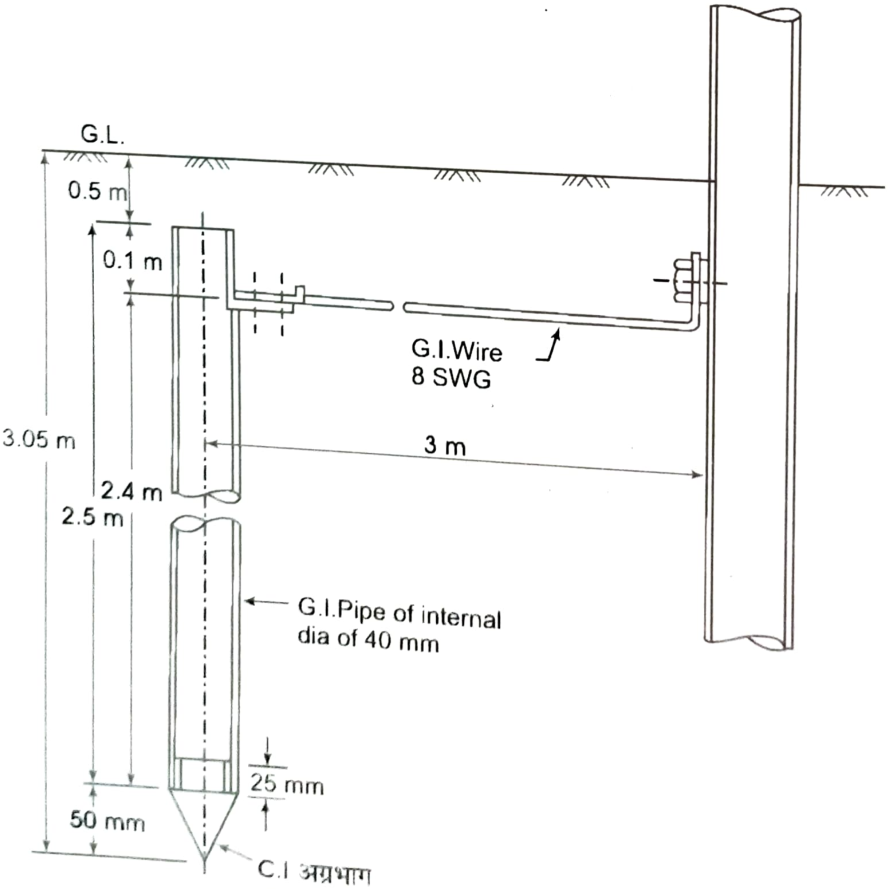


चित्र 6.42 : पोल कंक्रीटिंग

6.8 स्तंभ का भू-सम्पर्कन (Earthing of Pole)

भारतीय विद्युत अधिनियम-90 के अनुसार 1·609 km में कम-से-कम चार भू-सम्पर्कन होने चाहिए। स्तंभ भू-सम्पर्कन करने के लिए पाइप भू-सम्पर्कन की व्यवस्था की जाती है। स्तंभ से भू-सम्पर्कन की दूरी 3 मी० से 5 मी० रखी जाती है यांत्रिक क्षति से बचाने के लिए भू-सम्पर्कन पाइप (भू-इलैक्ट्रोड) को जमीन से 60 cm नीचे रखा जाता है। के भू-सम्पर्कन में प्रयुक्त सामग्री का विवरण निम्नवत है—

क्रम संख्या	सामग्री का नाम व विवरण	मात्रा
1.	40 mm आन्तरिक व्यास व 2·9 mm मोटाई का GI पाइप 50 mm नोक के साथ	2·5 मी० लम्बाई
2.	8 SWG GI तार/7/16 SWG GS तार	5 मी०
3.	GI — लग 8 SWG	1
4.	10 mm व्यास व 32 mm लम्बा GI बोल्ट, नट व वाशर सहित	2
5.	नमक	20 किग्रा०
	चारकोल	20 किग्रा०
6.	सीमेंट कंक्रीट	आवश्यकतानुसार



चित्र 6.42 : स्तंभ का भू-सम्पर्कन

6.9 क्रॉसिंग (Crossing)

शिरोपरि लाइन के मार्ग में निम्नलिखित क्रासिंग हो सकती है—

1. नदी (River)
2. सड़क (Road)
3. रेलवे लाइन (Railway line)
4. टेलीफोन लाइन (Telephone line)
5. दूसरी शिरोपरि लाइन (Other overhead line)
6. भवन (Building)

6.9.1 नदी क्रॉसिंग (River Crossing)

नदी सामान्य पाट (Span) पर ही पार की जाती है। यदि नदी पाट सामान्य पाट से अधिक है, तो दोहरे स्तंभ का उपयोग किया जाता है। 11 kV लाइन के लिए जल स्तर व लाइन के बीच 4·5 m से कम स्थिति अन्तर (Clearance) नहीं होना चाहिए।

6.9.2 सड़क पार (Road Crossing)

सड़क पार करने पर लाइन के नीचे रक्षण तार (Protective wire) लगाए जाते हैं, जिन पर जाल (Lacing) लगायी जाती है। Lacing स्तंभ के पास 7 cm तथा उसके बाद 3 m की एक समान दूरी पर लगायी जाती है। सड़क पार करते समय,

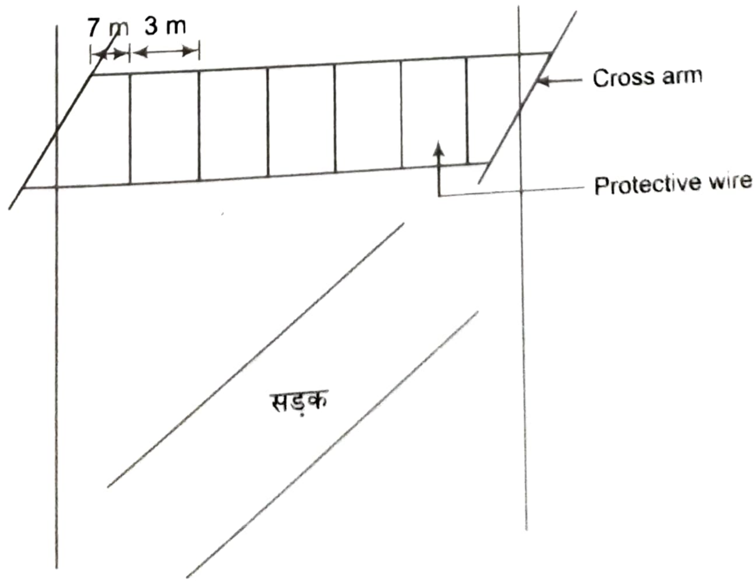
अधिकतम पाट = 67 cm

झुकाव कोण = 90°

स्पेशल केस = 60° तक

न्यूनतम अन्तराल (Clearance)

1. सड़क पार करते हुए = 5·8 m – 650 V तक
   6·1 m – 11 kV & 33 kV
2. सड़क के साथ = 5·5 m – 650 V तक
   = 5·8 m – 11 kV
   = 6·1 m – 33 kV



6.9.3 भवन पार (Building Crossing)

यथासम्भव लाइन को भवन के ऊपर से नहीं ले जाते हैं। भवन ऊपर या पास से लाइन गुजरने पर भारतीय वि[illegible] अधिनियम 79 व 80 के अनुसार न्यूनतम अन्तराल (Clearance) का पालन करते हैं।

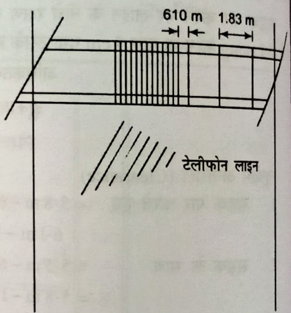
न्यूनतम अन्तराल (Clearance)—

1. भवन के ऊपर (Vertical clearance) = 2·5 m – 650 V तक
   3·66 m – 11 kV व 33 kV
   3·66 m + 0·305 m प्रति 33 kV – 33 kV से अधिक के लिए
2. भवन के साथ (Horizontal clearance) = 1·25 m – 11 kV तक
   1·83 m – 33 kV
   +0·305 m प्रति 33 kV – 33 kV से ऊपर के लिए

6.9.4 टेलीफोन लाइन पार (Telephone Line Crossing)

टेलीफोन लाइन को पार करते समय विशेष सावधानी बरतनी पड़ती है, क्योंकि लाइन में भू-दोष होने पर टेलीफोन लाइन में प्रेरित वोल्टेज उत्पन्न हो जाती है। लाइन 90° पर पार करते हैं। विशेष परिस्थिति में 60° तक झुकाव दे सकते हैं। टेलीफोन लाइन पार करते समय 4 रक्षण वायर लगाए जाते हैं, जिस पर लेसिंग की जाती है।

विद्युत लाइन व टेलीफोन के बीच न्यूनतम अन्तराल (clearance) 915 mm तथा लेसिंग टेलीफोन लाइन के ऊपर 610 mm उसके बाद 1·83 m पर की जाती है।



6.9.5 रेलवे पार (Railway Crossing)

रेलवे लाइन को 90° पर ही पार किया जाता है, विशेष परिस्थिति में 60° तक। रेलवे पार में दोहरे स्तंभ व चार रक्षण वायर का उपयोग किया जाता है। रेलवे लाइन के ऊपर लेसिंग 610 mm तत्पश्चात् 3·05 m पर की जाती है। न्यूनतम अन्तराल (Clearance)

33 kV तक = 10 m स्टेशन पर
7·6 m स्टेशन के बाहर
33 kV से ऊपर = +0·305 m प्रति 33 kV

6.9.6 दूसरी विद्युत लाइन पार (Crossing of other Electrical Line)

दूसरी लाइन को पार करते समय हमेशा निम्न वोल्टता की लाइन को नीचे रखा जाता है। लाइन 90° पर पार की जाती है। दो रक्षण तार का उपयोग किया जाता है। लेसिंग 3·05 m की एक समान दूरी पर की जाती हैं। न्यूनतम अन्तराल (Clearance)

दूसरी लाइन से लाइन चालक के बीच = 4·6 cm प्रति kV
भू से नीचे वाले चालक के बीच = 5·791 m, 650 V तक
= 6·096 m, 33 kV तक

6.10 शिरोपरि लाइन से सम्बन्धित भारतीय विद्युत अधिनियम (I.E. Rules Related to OHL)

शिरोपरि लाइन के लिए, भारतीय विद्युत अधिनियम 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92 तथा 93 हैं।

6.11 शिरोपरि लाइन की संरचना (Formation of OHL)

शिरोपरि लाइन की संरचना या निर्माण करते समय निम्नलिखित बिन्दुओं को संज्ञान में लेना आवश्यक है—

6.11.1 लाइन आधार (Line Support)

शिरोपरि लाइन का निर्माण करते समय लाइन आधार का सही चयन करना अत्यन्त आवश्यक है। अतः निम्न बिन्दुओं पर विचार किया जाता है—

1. वोल्टता पात तथा शक्ति के अनुसार स्तंभ का प्रारूप तथा स्तंभ की लम्बाई।
2. स्तंभ को भूमि के अन्दर स्थापित करने के लिए उसकी कुल लम्बाई का $\frac{1}{6}$ भाग जमीन के अन्दर रखा जाता है।
3. न्यूनतम अन्तराल (clearance)

सामान्यतः LT व 11 kV लाइन के लिए लकड़ी के स्तंभ, इस्पात नलीय, रेल स्तंभ PCC या RCC स्तंभ का उपयोग किया जाता है। विद्युत लाइन तथा गली व अन्य स्थानों के लिए न्यूनतम अन्तराल (Clearance) निम्न प्रकार है—

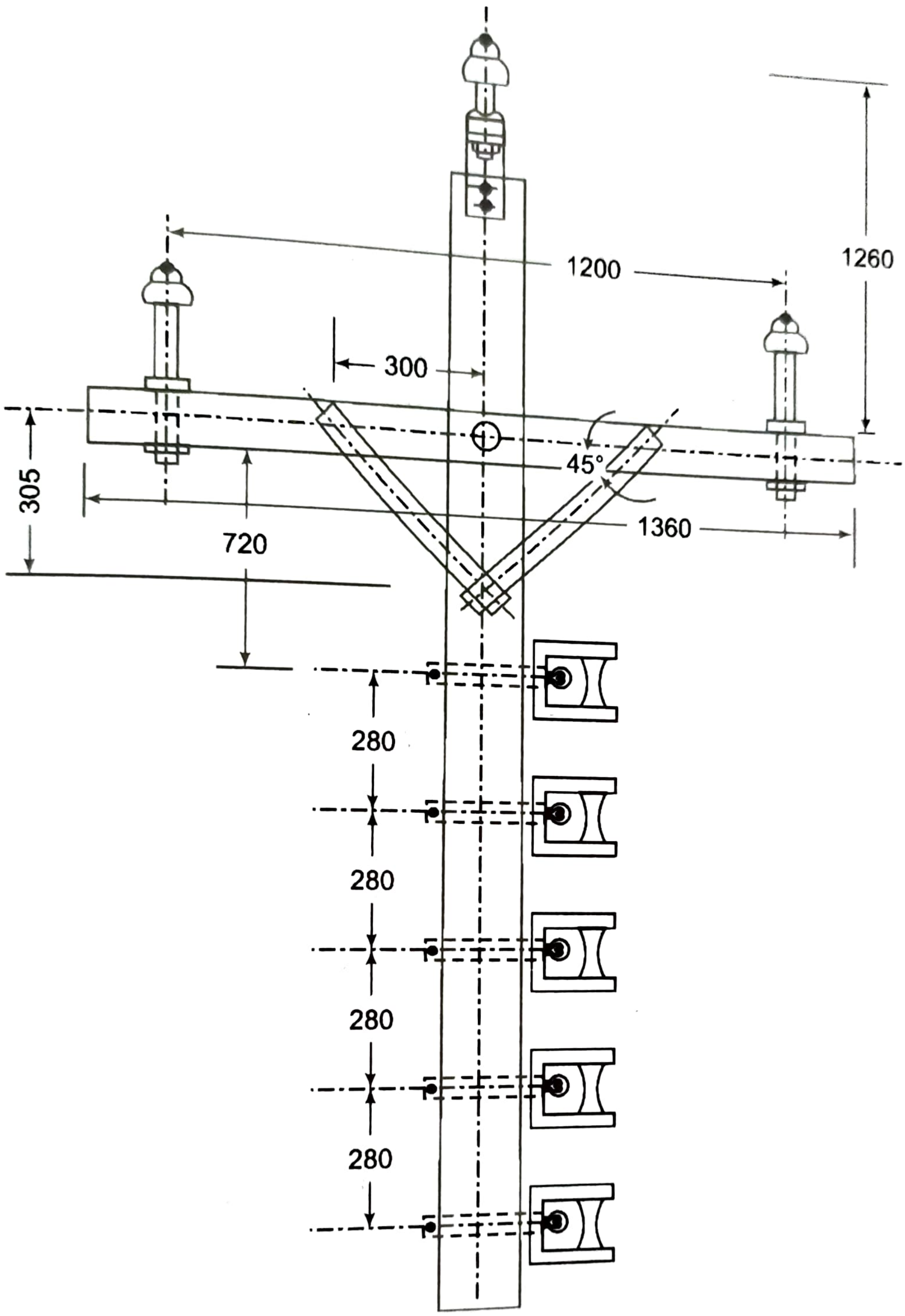
Sl. No.	Types of overhead line	Minimum Clearance of Conductor above Ground			Vertical Clearance above Building if the Line is Passing over it	Horizontal Clearance from Building
		While crossing the road or a public through fare	Along a road or a public place	At other places		
		Mts.	Mts.	Mts.	Mts.	Mts.
1.	Low tension	5·8	5·5	4·6	2·5	1·25
2.	Upto 11 kV	6·1	5·8	5·2	3·66	1·25
3.	Upto 33 kV	6·1	5·8	5·2	3·66	1·83
4.	Above 33 kV	do	do	5·2 + 0·305 for every additional 33 kV or part thereof	3·66 + 0·305 for every additional 33 kV or part thereof	1·83 + 0·305 for every additional 33 kV or part thereof

6.11.2 चालक का विन्यास (Conductor Configuration)

विद्युत लाइन पर चालकों की स्थिति दो तरह की होती है—

1. ऊर्ध्वाधर (Vertical)
2. क्षैतिज (Horizontal)
3. Triangular

6.11.7 एक स्तंभ पर दो परिपथ (Double Circuit at a Pole)

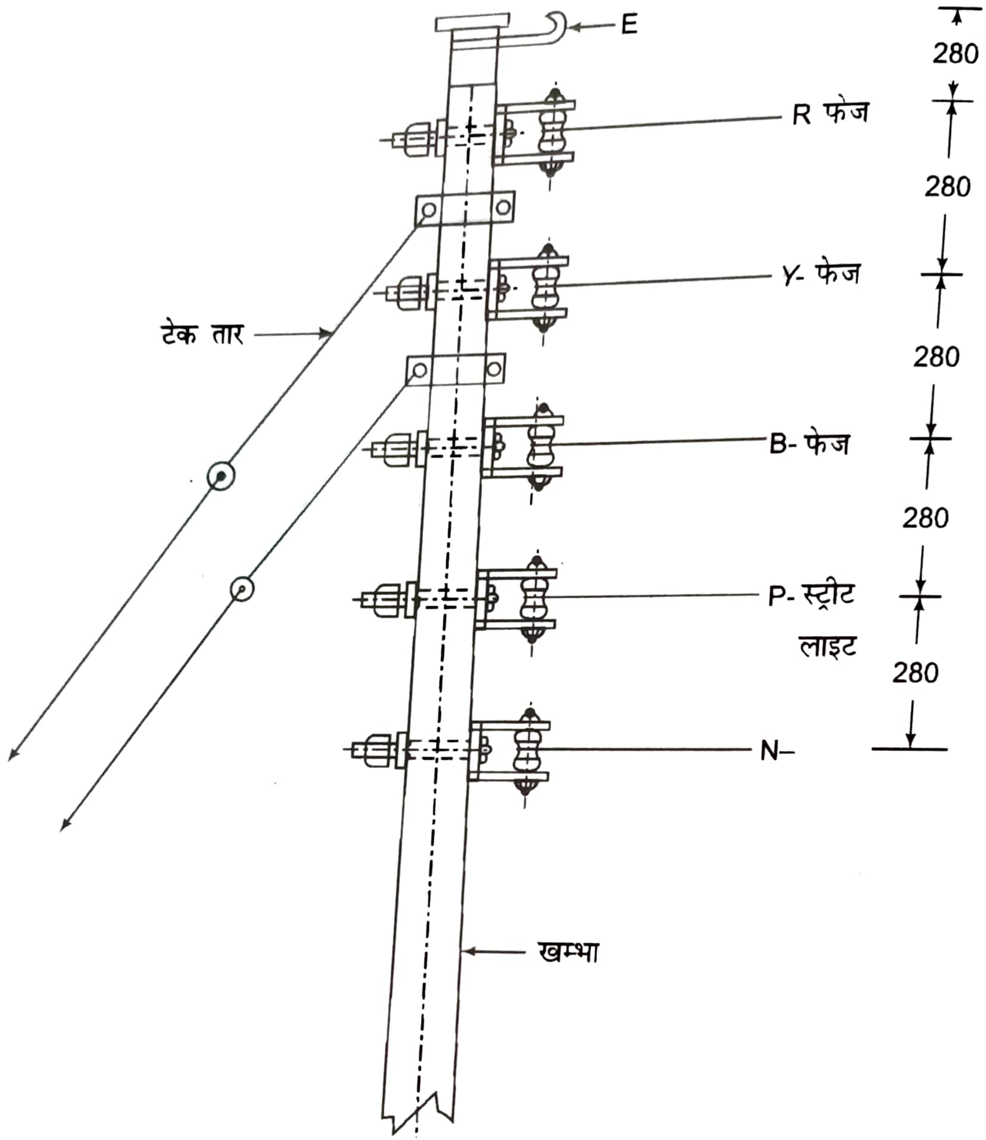


चित्र 6.45 एक स्तंभ पर दो परिपथ

ऊपर 11 kV का परिपथ है तथा नीचे LT लाइन परिपथ दिखाया गया है।

6.11.8 टर्मिनल स्तंभ (Terminal Pole)

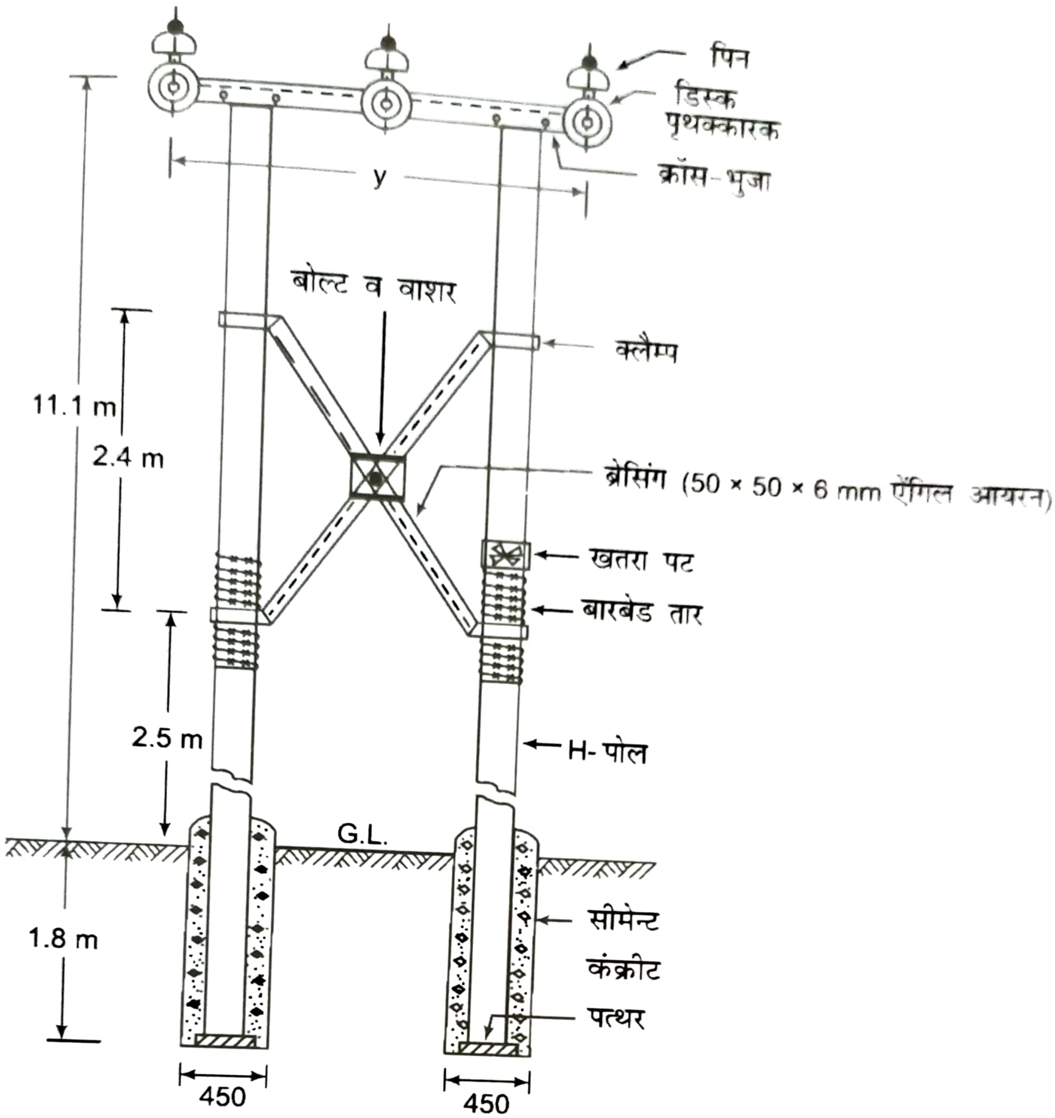
जब लाइन शुरू होती है, तो पहला स्तंभ तथा लाइन समाप्ति का अन्तिम स्तंभ टर्मिनल स्तंभ कहलाते हैं। LT लाइन का स्तंभ (टर्मिनल) चित्र 6.46 में दिखाया गया है। 11 kV लाइन का टर्मिनल स्तंभ विभागीय स्तंभ की तरह होता है।



चित्र 6.46 : टर्मिनल स्तंभ (LT लाइन के लिए)

6.11.9 विभाग पोल (Section Pole)

विद्युत लाइन की पूर्ण लम्बाई को 1·6 km के खण्डों में बाँट दिया जाता है। खण्ड पर लगाया गया स्तंभ विभाग स्तंभ कहलाता है जो दोहरी स्तंभ संरचना का होता है। इसमें तीन पिन पृथक्कारक तथा 6 चकती (Disc) पृथक्कारक लगे होते हैं। यदि ये स्तंभ टर्मिनल स्तंभ (11 kV के लिए) है, तो केवल तीन चकती पृथक्कारक लगे होंगे। खण्ड में एक LA भी लगाया जाता है। चित्र 6.47 में दोहरी स्तंभ संरचना दिखाई गई है।



चित्र 6.47 : विभागीय स्तंभ

LT लाइन के लिए—

$$y = 0{\cdot}92\text{ m}$$

11 kV लाइन के लिए $y = 2{\cdot}28\text{ m}$

33 kV लाइन के लिए $y = 3{\cdot}06\text{ m}$

6.11.10 रक्षण अनुप्रस्थ बाहु व तार (Protective Cross Arm & Wire)

क्रॉसिंग होने पर रक्षण तार लगाया जाता है। रक्षण तार को रक्षण अनुप्रस्थ बाहु से बाँधते हैं, जो पोल पर लगी होती है। रक्षण अनुप्रस्थ बाहु की लम्बाई सामान्य अनुप्रस्थ वाहु से अधिक होती है।

6.11.11 भू-सम्पर्कन (Earthing of a Pole)

लाइन के प्रत्येक खण्ड यानी 1·6 km में कम-से-कम चार भू-सम्पर्कन किए जाते हैं। सबसे पहले विभागीय स्तंभ, टर्मिनल स्तंभ तथा क्रासिंग स्तंभ भू-सम्पर्कित किए जाते हैं।

6.12 शिरोपरि लाइन हेतु सामग्री का विवरण व मूल्य (Specification and Cost of Material for OHL)

क्रम संख्या	सामग्री का विवरण सहित नाम		दर ₹
1.	(i) लकड़ी का स्तंभ (Wooden Pole)		
	ऊपरी परिधि	38 cm	
	नीचे परिधि	66 cm	
	लम्बाई	9 m	700·00 प्रति
		10 m	850·00 प्रति
		11 m	900·00 प्रति
	(ii) इस्पात नलीय स्तंभ (Steel Tabular Pole)		
	100 mm × 125 mm × 150 mm		
	लम्बाई	11 m	2600·00 प्रति
	(iii) बेली इस्पाती कड़ीनुमा स्तंभ (Rolled Steel Joint Pole)		
	100 mm × 150 mm		
	लम्बाई	10 m	1725·00 प्रति
		11 m	2000·00 प्रति
		11·5 m	2150·00 प्रति
	(iv) रेल (Rail)		
	लम्बाई	10 m	1750·00 प्रति
		11 m	2100·00 प्रति
	(v) PCC/RCC Pole		
	लम्बाई	10 m	950·00 प्रति
		11 m	1150·00 प्रति
2.	अनुप्रस्थ बाहु (Cross Arm)		
	(i) लकड़ी (Wooden) 100 mm × 75 mm		
	लम्बाई	1·5 m	125·00 प्रति
		2·0 m	200·00 प्रति
	(ii) नर्म इस्पात चैनल (M.S. Channel)		
	100 mm × 50 mm × 8mm, लम्बाई 1·5 m		250·00 प्रति
	125 mm × 65 mm × 8 mm, लम्बाई 1·5 m		300·00 प्रति

100 mm × 50 mm × 8 mm, लम्बाई 2 मी॰	
100 mm × 50 mm × 8 mm, लम्बाई 2·65 मी॰	275·00 प्रति
(iii) नर्म इस्पात ऐंगल आयरन (MS Angle Iron)	400·00 प्रति
75 mm × 75 mm × 10 mm, लम्बाई 2 मी॰	
(iv) लौह फ्लैट (M.S. Flat)	892·00 प्रति
50 mm × 6 mm	
50 mm × 8 mm	16·00 प्रति मी॰
(v) V टाइप 100 mm × 50 mm × 6 mm 11 kv के लिए (709 kg / m)	20·00 प्रति मी॰
3. लाइन पृथक्कारक (Line Insulator)	1400.00 प्रति नग
(i) शैकल पृथक्कारक (Shackle Insulator)	25·00 प्रति
(ii) पिन पृथक्कारक (Pin Insulator), पिन सहित	
LT लाइन	75·00 प्रति
11 kV लाइन	90·00 प्रति
(iii) चकती पृथक्कारक (Disc Insulator), 11 kV	95·00 प्रति
(iv) टेक, स्प्लिट पृथक्कारक (Stay, Split Insulator)	20·00 प्रति
4. क्लैम्प (Clamps)	
(i) D-क्लैम्प, शैकल क्लैम्प	68·00 प्रति
(ii) टर्मिनल पोल क्लैम्प, लटकन, स्ट्रेन पृथक्कारक क्लैम्प	130·00 प्रति
(iii) PG क्लैम्प (Parallel Groove Clamp)	75·00 प्रति
(iv) क्रास आर्म	40·00 प्रति
(v) F, E, भू-तार, स्टे, खतरा प्लेट क्लैम्प	208·00 प्रति
(vi) LT कलैम्प नट बोल्ट सहित PCC पोल के लिए	181.00 प्रति
5. बोल्ट, नट, वाशर, आई बोल्ट	135·00 प्रति
6. बंधक टेप व तार	
14 SWG ताम्र — तार	22·00 प्रति मी॰
14 SWG GI — तार	〃
0·77 × 6·4 mm एल्युमीनियम — तार	〃
0·77 × 6·4 mm ऐल्युमीनियम — टेप	〃
5 mm एल्युमीनियम — तार	
7. लाइन चालक (Line Conductor)	
(i) Hard Drawn Copper (HDC)	270·00 प्रति किग्रा॰
0 से 6 SWG	

	Mink 6/1× 3·66 (255 kg/km)	17·00 प्रति मी०
	Beaver 6/1× 3·99 (303 kg/km)	17·50 प्रति मी०
	Raccoon 6/1× 4·09 (318 kg/km)	45·00 प्रति मी०
	Otter 6/1× 4·22 (339 kg/km)	20·00 प्रति मी०
	Cat 6/1× 4·50 (385 kg/km)	26·00 प्रति मी०
	Hare 6/1× 4·72 (394 kg/km)	28·00 प्रति मी०
	Leopard 6/1× 5·28 (439 kg/km)	31·50 प्रति मी०
	Tiger 6/1× 2·36 (604 kg/km)	42·00 प्रति मी०
	Wolf 30/7× 2·59 (727 kg/km)	48·00 प्रति मी०
	Panther 30/7× 3·00 (976 kg/km)	56·00 प्रति मी०
	Lion 30/7× 3·18 (1097 kg/km)	75·00 प्रति मी०
	Bear 30/7× 3·35 (1229 kg/km)	90·00 प्रति मी०
	Goat 30/7× 3·71 (1492 kg/km)	95·00 प्रति मी०
8.	अन्य	
	बारबेड वायर	1·5 प्रति मी०
	LA सैट	3000 प्रति सेट
	स्टोन पैड	107·00 प्रति
	खतरा पट, जोड़ स्लीव	15·00 प्रति
	भू-सम्पर्कन सेट	1200·00 प्रति
	टेक तार व्यवस्था	600·00 प्रति सेट
	गली प्रकाश व्यवस्था सेट	350·00 प्रति

6.13 श्रम मूल्य (Labour Cost)

सामग्री के कुल मूल्य का 15% ले सकते हैं अथवा बिन्दु बार स्थापन के हिसाब से श्रम मूल्य ज्ञात किया जाता है।

1. एकल स्तंभ स्थापन सभी उपांग सहित ₹ 350·00 प्रति
2. स्थापन सभी उपांग सहित ₹ 600·00 प्रति
3. स्टे स्थापन ₹ 150·00 प्रति
4. भू-सम्पर्कन ₹ 175·00 प्रति
5. चालक तार का स्थापन ₹ 80·00 प्रति पाट
6. गली प्रकाश ₹ 250·00 प्रति
7. रक्षण तार लगाना ₹ 150·00 प्रति
8. परीक्षण ₹ 850·00 प्रति

6.14 प्रति इकाई आगणन (Per Unit Estimation)

शिरोपरि लाइन में निम्न वोल्टता व 11 kV के लिए यदि आवश्यक सामग्री ज्ञात हो, तो आवश्यक सामग्री व उसकी लागत आसानी से ज्ञात की जा सकती है। शिरोपरि लाइन में विभिन्न इकाई निम्न प्रकार हैं—

6.14.1 निम्न वोल्टता वितरण लाइन स्तंभ (LT Distribution Pole)

1.	(इस्पात नलीय 11 मी/रेल पोल)	1
2.	शैकल पृथक्कारक	5
3.	शैकल पृथक्कारक क्लैम्प (आई प्रारूपी)	5
4.	भू-तार क्लैम्प	1
5.	8 SWG GI तार (रक्षण पाश)	3 मी०
6.	स्लिट पृथक्कारक	1
7.	5 mm एल्युमीनियम तार (बंधक तार)	10 मी०
8.	टेक सेट	1
9.	गली प्रकाश फिटिंग सेट	1
10.	स्टोन पैड	1

इस वितरण लाइन स्तंभ को **LT स्तंभ** की तरह उपयोग करने पर, उपरोक्त में से रक्षण पाश (8 SWG GI तार, स्लिट पृथक्कारक) तथा गली प्रकाश व्यवस्था सेट को हटा देंगे एवं शैकल पृथक्कारक व क्लैम्प को 3 LT पिन पृथक्कारक, एक 100 mm × 50 mm × 8 mm MS चैनल 1·5 मी० लम्बा, एक अनुप्रस्थ बाहु क्लैम्प, एक F क्लैम्प से बदल (Replace) देंगे।

इस वितरण लाइन स्तंभ को **LT टर्मिनल** की तरह उपयोग करने पर I प्रारूपी शैकल पृथक्कारक क्लैम्प को D प्रारूपी शैकल पृथक्कारी क्लैम्प से बदल देंगे।

6.14.2 निवर्तमान LT लाइन से LT लाइन निकालने हेतु (For Tapping Off Line from Existing LT Line)

1.	शैकल पृथक्कारक (Shackle Insulator)	— 4
2.	शैकल पृथक्कारक क्लैम्प	— 4
	या	
	जब लाइन पर पिन पृथक्कारक लगे हों 50 mm × 6 mm MS फ्लैट 1·5 m long + अनुप्रस्थ बाहु क्लैम्प + D क्लैम्प	— 1
3.	टेक तार सेट (Stay Set)	— 2
4.	भू-तार क्लैम्प	— 1
5.	जम्पर	— 2·5 मी० प्रति चालक
6.	5 mm एल्युमीनियम (बंधक तार)	— 2·0 मी० प्रति तार

निवर्तमान LT लाइन पर अनुप्रस्थ बाहु सहित या केवल पोल पर ही शैकल पृथक्कारक लगाए जाते हैं। उपरोक्त के अलावा वोल्टता को कम करने के लिए दोहरे स्तंभ संरचना का उपयोग किया जाता है, जिस पर ट्रांसफार्मर रखा जाता है।

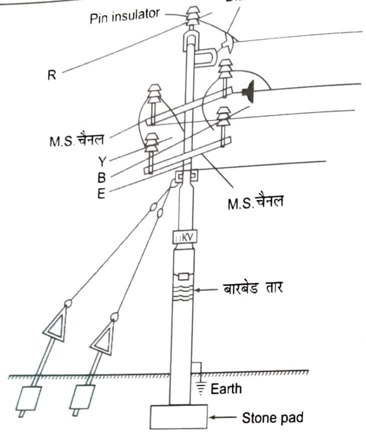
6.14.3 निम्न वोल्टता दोहरा पोल (LT Double Pole)

1. (रेल/स्टील टेबुलर/PCC/RCC) 11 मी० — 2
2. 100 × 50 × 8 mm MS चैनल — 2·0 मी०
3. अनुप्रस्थ बाहु क्लैम्प — 2
4. LT पिन पृथक्कारक — 3
5. LT डिस्क पृथक्कारक — 3
6. F क्लैम्प — 3
7. डिस्क क्लैम्प — 3
8. 50 mm × 50 mm × 6m MS ऐंगल (ब्रेसिंग) — 5 मी०
9. भू-तार क्लैम्प — 1
10. टेक सेट — 2
11. जम्पर चालक — 2·5 मी० प्रति चालक
12. टेप व बंधक तार — 2 मी० प्रति पृथक्कारक
13. खतरा प्लेट क्लैम्प सहित — 1
14. बारबैड तार — 5 मी० प्रति पोल

6.14.4 11 kV एकल स्तंभ (11 kV Single Pole)

1. (रेल/स्टील टेबुलर/PCC/RCC) 11 मी० — 1
2. अनुप्रस्थ बाहु 100 mm × 50 mm × 8 mm MS चैनल — 1·5 मी०
3. अनुप्रस्थ बाहु क्लैम्प — 1
4. 11 kV पिन पृथक्कारक — 3
5. F क्लैम्प — 3
6. भू-तार क्लैम्प — 1
7. 5 mm एल्युमीनियम बंधक तार — 3 मी० प्रति पृथक्कारक
8. स्टे सेट — 1
9. खतरा पट, क्लैम्प, नट, बोल्ट, वाशर, स्टोन पेड — 1 प्रत्येक

यदि **टर्मिनल** है, तो पिन पृथक्कारक की जगह चकती पृथक्कारक का उपयोग करेंगे तथा दोहरी संरचना होगी। निर्वतमान लाइन से लाइन जोड़ने पर उस पर 2 डिस्क, 5 पिन पृथक्कारक लगेंगे तथा दो टेक तार व्यवस्था देनी होगी।



चित्र 6.48 : टर्मिनल स्तंभ

2—डिस्क पृथक्कारक
2—पिन पृथक्कारक (तीन पहले से हैं)
1—MS चैनल (एक पहले से है)
5—F क्लैम्प
2—डिस्क क्लैम्प
2—स्टे सैट
1—भू-सम्पर्कन

यदि स्तंभ दोहरी संरचना का है, तो निर्वतमान लाइन से जोड़ने पर (चित्र 6.48 देखें)—

2-स्तंभ 1-अनुप्रस्थ बाहु
2-अनुप्रस्थ बाहु क्लैम्प 3-11 kV पिन पृथक्कारक
6-डिस्क पृथक्कारक
1-ब्रेसिंग 2-स्टे

पार (Crossing)	अनुप्रस्थ बाहु (संख्या) क्लैम्प सहित 75 mm × 75 mm × 8 mm MS चैनल	रक्षण तार संख्या (Protective wire No.)	आई बोल्ट	स्टे	क्रॉस लेच लम्बाई	क्रॉस लेच संख्या
सड़क पार (Road Crossing)	2·5 मी॰ लम्बी — दो	8 SWG GI — दो	4	2	2·5 मी॰	$\frac{\text{पाट} - 1\cdot5}{3} + 2$
टेलीफोन लाइन (Telephone line)	2·5 मी॰ लम्बी — दो	8 SWG GI — चार	8	2	2·5 मी॰	$\frac{\text{पाट} - 6\cdot1}{1\cdot83} + 10$
रेल लाइन (Railway line)	2·5 मी॰ लम्बी — दो	8 SWG GI — चार	8	12	2·5 मी॰	$\frac{\text{पाट} - 6\cdot1}{3\cdot05} + 10$
नदी (River)	2·5 मी॰ लम्बी — दो	8 SWG GI — दो	4	2	—	—
अन्य	2·5 मी॰ लम्बी — दो				—	—

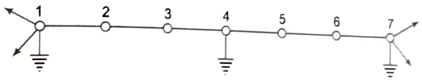
उदाहरण 6.1 एक 300 मी॰ लम्बी शिरोपरि लाइन 400 V, 3ϕ, 50 Hz स्थापित की जानी है जिसका मध्यमान पाट 50 मी॰ है। इस पूरे कार्य में लगने वाली सामग्री का मूल्यांकन कीजिए।

हल—पूर्वानुमान (Assumptions)

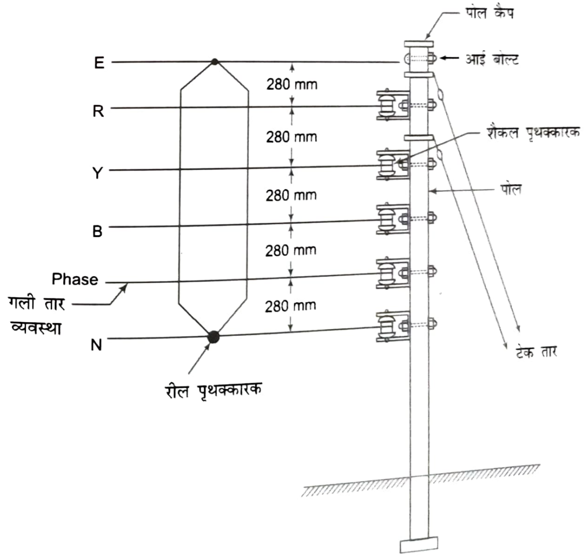
1. लाइन आधार 11 मी॰ लम्बा नालीदार लोहे का खम्भा (Steel Tabular Pole) है।
2. फेज वायर 7/3·10 mm AAC है।
3. उदासीन तार 3/8·00 mm AAC है।
4. लाइन का प्रथम व अन्तिम स्तंभ टर्मिनल स्तंभ है।
5. प्रत्येक पर गली प्रकाश व्यवस्था देनी है। अत: 3 फेज 5 वायर (गली प्रकाश सहित) होंगे व एक भू-तार भी होगा।

$$\text{लाइन पाट} = \frac{300}{50} = 6$$

$$\text{स्तंभ संख्या} = 6 + 1 = 7$$



उक्त का टर्मिनल स्तंभ का चित्र निम्नवत है—



सामग्री की मूल्य सहित सूची

क्र० सं०	सामग्री का पूर्ण विवरण	आवश्यक मात्रा	दर ₹	मूल्य ₹
1.	इस्पात का नालीदार खम्भा (Steel tabular Pole) 11 मी० लम्बा	7	2600·00	18,200·00
2.	शैकल पृथक्कारक (Shackle Insulator)	5 × 7 = 35	25·00	875·00
3.	शैकल पृथक्कारक I क्लैम्प (सामान्य पोल)	5 × 5 = 25	68·00	1,700·00
4.	शैकल पृथक्कारक D क्लैम्प (टर्मिनल स्तंभ)	5 × 2 = 10	68·00	680·00
5.	7/3·10 mm AAC चालक तार (2% झोल (Sag) सहित)	4 × 300 + 2% = 1224 मी०	5·50	6,732·00
6.	3/8·00 mm AAC उदासीन तार	1 × 300 + 2% = 306 मी०	8·50	3,060·00
7.	भू-तार 8 SWG GI वायर	306 मी०	3·00	918·00
8.	भू-तार—आई बोल्ट	7	15·00	105·00
9.	5 mm एल्युमीनियम बंधक तार	70·00 मी०	2·00	140·00
10.	रक्षण पाश तार 5 × 12	60·00 मी०	3·00	120·00
11.	भू-सम्पर्कन सेट	3	1200·00	3,600·00
12.	टेक तार सेट	4	600·00	2,400·00
13.	स्प्लिट पृथक्कारक	12	20·00	240·00
14.	बारबेड तार	35 मी०	1·50	52·50
15.	गली प्रकाश व्यवस्था	7	350·00	2,450·00
16.	खतरा पर क्लैम्प के साथ	7	30·00	210·00
17.	खम्भों की कंक्रीट	2 या 7	60·00	120·00
18.	नट, बोल्ट, वाशर	LS	15·00	15·00

कुल = 41,617·50

सामग्री का मूल्य = ₹ 41,617·50

श्रम मूल्य = ₹ 4,161·75 @ 10%

आकस्मिक व्यय = ₹ 2,080·87 @ 5%

निरीक्षण व्यय = ₹ 4,161·75 @ 10%

कुल लागत = ₹ 52,021·87

≅ ₹ 52,022·00

उदाहरण 6.2 150 KVA का लोड वहन करने के लिए 400 V, 3ϕ, 50 Hz चार तार की 1 km लम्बी शिरोपरि लाइन ले जानी है। उक्त फीडर विद्यमान LT शिरोपरि लाइन से लिया जाता है। विद्यमान शिरोपरि लाइन (Existing OHL) 10 मी० लम्बे PCC स्तंभ स्थित है। इसे पूरे कार्य में लगने वाली आवश्यक सामग्री व लागत ज्ञात कीजिए।

हल—पूर्वानुमान—

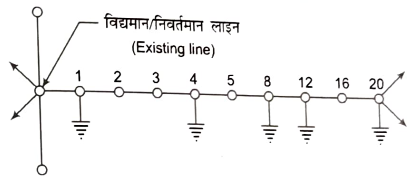
1. लाइन आधार 10 मी० लम्बा PCC पोल है।
2. लाइन चालक ACSR लगाना है।
3. चालकों की स्थिति ऊर्ध्वाधर है।
4. लाइन का अंतिम स्तंभ टर्मिनल स्तंभ है।
5. लाइन पाट 50 मी० है।

$$\text{लाइन पाट} = \frac{1000}{50} = 20$$

$$\text{लाइन चालक की माप} = \frac{150000}{\sqrt{3} \times 400} = 216{\cdot}51 \text{ Amp.}$$

लाइन चालक की माप — ACSR $6/1 \times 3{\cdot}66$ mm (mink)

लम्बाई = $4 \times 1000 + 2\% = 4080$ मी०



क्रमांक	सामग्री	आवश्यक मात्रा	दर ₹	मूल्य ₹
1.	विद्यमान स्तंभ हेतु			
	(i) शैकल पृथक्कारक (Shackle Insulator)	4	25·00	100·00
	(ii) शैकल पृथक्कारक क्लैम्प	4	68·00	272·00
	(iii) जम्पर 2·5 मी० प्रति चालक	10 मी०	17·00	170·00
	(iv) भू-तार क्लैम्प	1	15·00	15·00
	(v) टेक सेट	2	600·00	1200·00
	(vi) बंधक तार 5 mm एल्युमीनियम, 2·0 मी० प्रति चालक	8 मी०	2·00	16·00
2.	PCC स्तंभ 10 मी० लम्बा	20	950·00	19,000·00
	शैकल पृथक्कारक	80	25·00	2,000·00
	शैकल पृथक्कारक क्लैम्प (I प्रारूपी)	76	68·00	5,168·00
	शैकल पृथक्कारक वोल्टेज (D प्रारूपी)	04	68·00	272·00
	ACSR 6/1 × 3·66 mm तीन चालक तार व एक उदासीन चालक तार	4080·00 मी०	17·00	69,360·00

7

भूमिगत लाइनों का आगणन (Estimation of Underground Lines)

7.1 भूमिगत प्रणाली (Underground System)

जन-सुरक्षा की दृष्टि से भूमिगत लाइनें अच्छी मानी जाती हैं। आँधी, तूफान, तड़ित, कोरोना आदि से प्रभावित नहीं होती हैं। संचार प्रणाली को प्रभावित नहीं करती है। लेकिन इनका रख-रखाव मूल्य कम होने के बावजूद, प्रारम्भिक मूल्य अधिक होता है। आवेशन धारा भी अधिक होती है। दोष निवारण एवं मरम्मत कार्य अधिक खर्चीला होता है। लेकिन इन सब के बाद भी शिरोपरि लाइन की अपेक्षा दोष उत्पत्ति की सम्भावनाएँ बहुत-ही कम होती हैं।

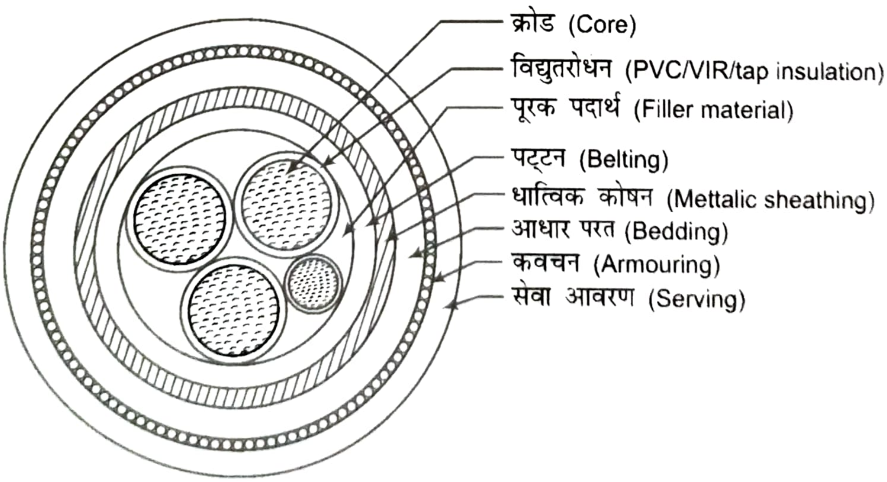
7.2 भूमिगत लाइन के मुख्य अवयव (Main Components of Underground Lines)

भूमिगत लाइन, भूमि के अन्दर से ले जायी जाती है, चालक के रूप में केबल का उपयोग करते हैं। भूमिगत लाइन के मुख्य भाग निम्नलिखित हैं—

1. केबल (Cable)
2. केबल बॉक्स (Cable Box)
3. केबल लग (Cable Lugs)
4. केबल ट्रंच (Cable Trunch)

1. केबल (Cable)

केबल के अन्दर क्रोड के रूप में एल्युमीनियम या कॉपर चालक का उपयोग किया जाता है। क्रोड (Cord), ठोस (Solid) या लड़ीदार (Stranded) होते हैं, जिनके ऊपर विद्युतरोधन किया जाता है। प्रत्येक क्रोड का विद्युतरोधन कर, वृत्ताकार संयुक्त परिच्छेद किया जाता है खाली जगह को जूट, कॉटन आदि पूरक पदार्थ (Filler) से भर दिया जाता है। तत्पश्चात् संसेचित कागज से लपेट देते हैं, जिसे पट्टन (Belting) कहते हैं। पट्टन के ऊपर नमी से सुरक्षा करने व भू-दोष से मुक्त करने के लिए धात्विक कोष चढ़ा दिया जाता है। उसके ऊपर कॉटन, जूट जैसे मजबूत कपड़े की परत चढ़ा दी जाती है, तो धातुकोष की यांत्रिक सुरक्षा करती है और अधिक यांत्रिक मजबूती देने के लिए जस्तीकृत इस्पात का कवच दिया जाता है और अन्त में बिटुमन युक्त जूट, कॉटन जैसे पदार्थ की परत यानी सेवा आवरण दिया जाता है।



चित्र 7.1 : $3\frac{1}{2}$ क्रोड सामान्य केबल

7.2.1 वर्गीकरण (Classification)

1. **क्रोड के आधार पर** (According to Core)
   (i) एकल क्रोड (Single Core) (ii) क्रोड (2 Core)
   (iii) तीन क्रोड (3 Core) (iv) $3\frac{1}{2}$ या 4 कोर ($3\frac{1}{2}$ or 4 Core)
2. **वोल्टेज के आधार पर** (According to Voltage)
   (i) निम्न वोल्टता (LT Voltage Cable)—upto 1 kV
   (ii) उच्च वोल्टता (HT Cable)—upto 11 kV
   (iii) श्रेष्ठ वोल्टता (Super Tension Cable)—upto 33 kV
   (iv) अति उच्च वोल्टता (EHT Cable)—upto 132 kV
   (v) अति श्रेष्ठ वोल्टता (EST Cable)—above 132 kV
3. **अन्य (Other)**
   (i) **पट्टित केबल** (Belted)—पट्टित केबल 22 kV से नीचे ही उपयोग में लाया जाता है।
   (ii) **H प्रारूपी**—Hochstadter वैज्ञानिक के नाम से इसका नाम H-प्रारूपी केबल है। चालक प्रतिरोधन पट्टित न होकर पेपर प्रतिरोधन होता है। ये 66 kV तक उपयोग कर सकते हैं।
   (iii) **स्क्रीन्ड** (Screened Type)—SL प्रारूपी केबल का चालक पहले (Core) संसेचित कागज (Impregnated Paper) से विद्युतरोधी किया जाता है। ये भी 66 kV तक उपयोग में लाते हैं।
   (iv) **SHL Cable**—यह H व SL का मिश्रित रूप है। इन्हें भी 66 kV तक उपयोग कर सकते हैं।
   (v) **तेल पूरित** (Oil Filled Cable)—क्रोड के मध्य तेल भर दिया जाता है। ये 132 kV तक उपयोग करते हैं।
   (vi) **गैसीय दाब केबल** (Gas Pressure Cable)—क्रोड के खाली स्थान पर गैसीय दाब दिया जाता है। ये 132 kV से ऊपरी वोल्टेज के लिए उपयोग करते हैं।

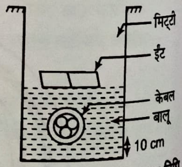
7.2.2 केबल संस्थापन (Cable Laying)

केबल संस्थापन की निम्नलिखित तीन विधियाँ हैं—

1. **प्रत्यक्ष विधि** (Direct Method)—इस विधि में 50 cm चौड़ा ट्रन्च खोदते हैं और गहराई—

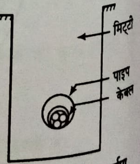
1·1 kV तक	—	0·45 m + radius of complete cable
11 kV तक	—	0·75 m + radius of complete cable
33 kV तक	—	1·0 m + radius of complete cable
33 kV से ऊपर	—	पाइप का उपयोग करें।

एक से अधिक केबल होने पर—
केबल के बीच अन्तर्क्षीय दूरी = 0·25 से 0·40 m



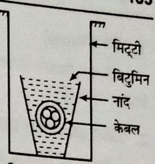
चित्र 7.2 : प्रत्यक्ष संस्थापन विधि

2. **अनुकर्षण विधि** (Draw in Method) —इस विधि में केबल को डक्ट (Duct) से ले जाते हैं। Duct, CI पाइप, सीमेंट पाइप, GI पाइप, ईंट से बनाया गया आदि हो सकते हैं। पाइप जमीन तल से 60 cm नीचे होना चाहिए। दो पाइपों के बीच की दूरी 25 से 75 cm रखी जाती है।



चित्र 7.3 : अनुकर्षण संस्थापन विधि

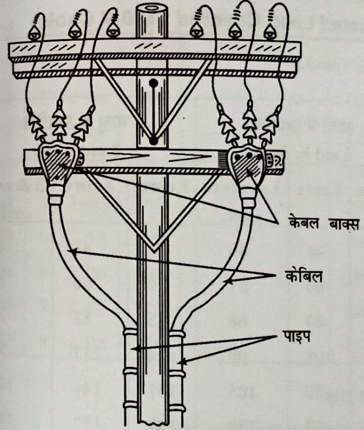
3. **ठोस विधि** (Solid method)—इस विधि में ट्रंच में नाँद (Troughings) बनायी जाती हैं, जिसमें केबल बिछाने के बाद इन नाँदों को बिटुमिन या एस्फाल्ट यौगिक से भर दिया जाता है। ये नाँदें CI, लकड़ी, ईंट आदि की बनी होती हैं।



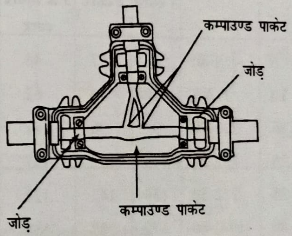
चित्र 7.4 : ठोस संस्थापन विधि

2 केबल बॉक्स (Cable Box)

पोल पर केबल जोड़ने के लिए केबल बॉक्स का उपयोग किया जाता है। केबल पूरी लम्बाई में उपलब्ध न होने पर केबल में जोड़ देने के लिए भी केबल बॉक्स लगाया जाता है। केबल बॉक्स में क्रोड पर टांका लगाया जाता है, फिर केबल मिश्रण भरकर केबल बॉक्स को बन्द कर देते हैं।



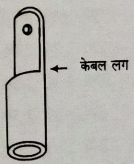
चित्र 7.5 : केबल बॉक्स (शिरोपरि लाइन से)



चित्र 7.6 : केबल बॉक्स (सीधा जोड़ने के लिए)

3. केबल लग (Cable Lugs)

क्रोड पर लगाया गयी टर्मिनल व्यवस्था ही लग कहलाती है।



चित्र 7.7 : केबल लग

4. केबल ट्रंच (Cable Trunch)

केबल को यांत्रिक क्षति से बचाने के लिए खोदा गया गड्ढा ही ट्रंच कहलाता है, जो कि केबल संस्थापन विधि में दिखाए गए हैं।

7.3. भूमिगत लाइन की संरचना (Formation of Underground Line)

भूमिगत केबल की संरचना करते समय निम्नलिखित बिन्दुओं पर विचार किया जाता है।

1. मार्ग (Route)

केबल बिछाने के लिए पहले मार्ग का निर्धारण करते हैं और यह देखते हैं, कि मार्ग में कौन-कौन-सी क्रॉसिंग है, कितना लम्बा है।

2. केबल की माप व प्रकार (Measure and Type of Cable)

केबल की वोल्टता तथा केबल द्वारा वहन शक्ति के आधार पर केबल की माप व प्रकार ज्ञात किया जाता है।

लाइन विद्युत धारा $I = \dfrac{P}{\sqrt{3}\, V \cos\phi}$, 3ϕ लाइन हेतु

उपरोक्त विद्युत धारा के अनुसार सारणी 7.1, 7.2, 7.3 से ज्ञात की जाती है।

As per I.S. 692-1965

सारणी 7.1

(Aluminium Conductor Paper Insulated Lead Covered 1100 V Cable)

केबल की माप		धारा (amp.)								
		भूमि में स्थापित Laid in ground			नाली में स्थापित Laid in duct			वायु में स्थापित Laid in air		
mm²	mm	1 core	2 core	3 & more core	1 core	2 core	3 & more core	1 core	2 core	3 & more core
6	1/2·80	50	57	48	42	44	40	56	48	40
10	1/3·5	70	74	62	56	60	51	72	66	56
16	7/1·70	90	96	81	76	80	68	45	88	72
25	7/2·24	115	122	107	98	108	90	124	117	97
35	7/2·50	138	147	128	116	130	105	151	141	119
50	19/1·80	172	180	158	140	159	128	184	177	150
70	19/2·24	208	219	192	170	190	156	227	220	182
95	19/2·50	244	262	224	198	224	184	272	258	224
120	37/2·06	278	302	257	222	254	211	312	298	258
150	37/2·24	316	346	296	249	287	243	358	339	300
185	37/2·50	359	398	336	279	323	278	412	387	348
240	37/3·0	430	485	413	335	397	340	520	492	437
300	61/2·50	466	536	438	358	422	364	570	524	475
400	61/3·00	553	618	513	412	515	425	680	635	545
500	61/2·80	595	—	—	445	—	—	760	—	—

सारणी 7.2 (11 kV Cable)

केबल की माप		धारा (amp.)								
		भूमि में स्थापित Laid in ground			नाली में स्थापित Laid in duct			वायु में स्थापित Laid in air		
mm²	mm	1 core	2 core	3 & more core	1 core	2 core	3 & more core	1 core	2 core	3 & more core
25	7/2·24	100	—	90	95	—	78	110	—	86
35	7/2·50	119	—	109	104	—	94	136	—	104
50	19/1·80	147	—	134	126	—	116	170	—	132
70	19/2·24	182	—	165	151	—	142	213	—	162
95	19/2·50	214	—	194	176	—	170	255	—	192
120	37/2·06	244	—	218	198	—	192	288	—	224
150	37/2·24	275	—	249	222	—	219	326	—	258
185	37/2·50	308	—	284	248	—	245	372	—	294
240	37/3·00	365	—	341	290	—	285	470	—	368
300	61/2·50	394	—	360	310	—	305	507	—	400
400	61/3·00	475	—	440	370	—	340	640	—	610
500	91/2·80	575	—	—	400	—	—	705	—	—
625	91/3·00	580	—	—	435	—	—	820	—	—

सारणी 7.3

PVC Insulated Aluminium Conductor Cable

केबल की माप		250/650 V ग्रेड P.V.C. केबल वायु में		250/650 V ग्रेड P.V.C. केबल भूमिगत	पेपर केबल 1100 V भूमिगत	पेपर केबल 3·3/6·6 kV ग्रेड भूमिगत	पेपर केबल 11 kV ग्रेड भूमिगत
mm²	mm	2 core amp	3 & 4 core amp	3 & 4 core amp	3 & 4 core amp	3 & 4 core amp	3 & 4 core amp
1·5	1/1·4	—	—	—	—	—	—
2·5	1/1·8	—	—	—	—	—	—
4	1/2·24	35	30	30	35	34	36
6	1/2·80	43	38	47	48	45	48
10	1/3·55	59	50	63	62	60	64

16	7/1·70	76	69	86	85	80	85
25	7/2·24	99	82	106	107	100	110
35	7/2·50	123	106	129	128	122	130
	7/3·00	140	130	129	130	130	140
50	19/1·80	152	129	156	158	150	160
	19/2·24	160	140	175	180	170	180
70	19/2·50	189	156	191	192	184	195
95	37/2·06	227	188	231	224	218	235
120	37/2·24	262	215	266	257	250	270
150	37/2·50	301	246	305	296	283	310
185	37/2·80	275	270	330	380	320	355
225	37/3·00	320	285	350	410	356	410
240	61/2·50	365	330	410	418	372	470
300	61/3·00	410	375	470	513	392	560
400	—	490	450	560	—	470	—

3. भूमिगत लाइन को 11 kV शिरोपरि लाइन से जोड़ना

शिरोपरि लाइन से केबल को जोड़ने के लिए निम्नलिखित सामग्री का उपयोग किया जाता है—

1. MS चैनल (Cross Arm)
2. केबल बॉक्स
3. केबल 11 kV ग्रेड
4. केबल लग्स
5. केबल जोड़ पदार्थ
6. केबल कम्पाउण्ड
7. केबल ग्लैण्ड
8. टेप
9. GI पाइप
10. अनुप्रस्थ बाहु क्लैम्प
11. केबल क्लैम्प (केबल स्थापन)
12. नट बोल्ट वाशर

4. भूमिगत लाइन हेतु आवश्यक सामग्री का विवरण व मूल्य (Specification and Cost of Material for Underground Line)

क्रम संख्या	सामग्री का नाम विवरण सहित	दर ₹
1.	भूमिगत केबल	सारणी 7.4
2.	केबल जोड़ बॉक्स	सारणी 7.5
3.	ग्लैण्ड, कम्पाउण्ड, जोड़, पदार्थ, लग, स्लीव (Gland, Compound, Joint Material, Lug, Sleeve)	सारणी 7.6

4.	विद्युत-रोधक टेप (Insulating Tape)	
	(i) कॉटन टेप (Cotton Tape)	18·00 प्रति रोल
	(ii) निम्न वोल्टता (LT Tape)	
	(a) काला टेप	22·00 प्रति रोल
	(b) Steel grip tape	30·00 प्रति रोल
	(iii) उच्च वोल्टता (HT Tape)	
	(a) पैरा टेप	40·00 प्रति रोल
	(b) इम्पायर/पेपर टेप	42·00 प्रति रोल
5.	अनुप्रस्थ बाहु (Cross Arm)	
	(i) 75 mm × 40 mm × 8 mm MS चैनल	175·00 प्रति मी०
	(ii) 75 mm × 75 mm × 10 mm ऐंगल आयरन	60·00 प्रति मी०
6.	GI पाइप	
	(i) 16 mm^2	38·00 प्रति मी०
	(ii) 25 mm^2	55·00 प्रति मी०
	(iii) 95 mm^2	70·00 प्रति मी०
	(iv) 150 mm^2	150·00 प्रति मी०
7.	RCC पाइप 10 cm व्यास	10·00 प्रति मी०
8.	अनुप्रस्थ बाहु क्लैम्प (Cross arm clamp)	130 प्रति
9.	केबल क्लैम्प (Cable Clamp)	15·00 प्रति
10.	ईंट (Brick)	5·00 प्रति
11.	बालू (Sand)	45·00 प्रति $मी०^3$
12.	कंकड़ (Ballast)	45·00 प्रति $मी०^3$
13.	सीमेंट (Cement)	160·00 प्रति बोरी
14.	नट, बोल्ट, वाशर	15·00 प्रति
15.	मजदूरी दर	
	(i) सामग्री मूल्य के अनुसार	20% सामग्री मूल्य का
	(ii) स्थापन के अनुसार	
	(a) केबल स्थापन	
	4 mm^2 से 16 mm^2 तक	60·00 प्रति मी०
	25 mm^2 से 50 mm^2 तक	80·00 प्रति मी०
	70 mm^2 से 95 mm^2 तक	120·00 प्रति मी०
	120 mm^2 से 185 mm^2 तक	180·00 प्रति मी०
	225 mm^2 से 240 mm^2 तक	190·00 प्रति मी०
	300 mm^2 से 500 mm^2 तक	220·00 प्रति मी०

(b) केबल बॉक्स	80·00 प्रति मी०
4 mm^2 से 16 mm^2 तक	210·00 प्रति मी०
25 mm^2 से 50 mm^2 तक	225·00 प्रति मी०
70 mm^2 से 95 mm^2 तक	240·00 प्रति मी०
120 mm^2 से 185 mm^2 तक	300·00 प्रति मी०
225 mm^2 से 240 mm^2 तक	450·00 प्रति मी०
300 mm^2 से 500 mm^2 तक	
(c) केबल ग्लैण्ड	
4 mm^2 से 16 mm^2 तक	7·00 प्रति
25 mm^2 से 50 mm^2 तक	9·00 प्रति
70 mm^2 से 95 mm^2 तक	11·00 प्रति
120 mm^2 से 185 mm^2 तक	15·00 प्रति
225 mm^2 से 240 mm^2 तक	18·00 प्रति
300 mm^2 से 500 mm^2 तक	20·00 प्रति
(d) केबल लग या स्लीव	
4 mm^2 से 16 mm^2 तक	5·00
25 mm^2 से 50 mm^2 तक	7·50
70 mm^2 से 95 mm^2 तक	9·00
120 mm^2 से 185 mm^2 तक	9·50
225 mm^2 से 240 mm^2 तक	10·00
300 mm^2 से 500 mm^2 तक	12·00

सारणी 7.4
केबल की मूल्य सूची (Price List of Cable)

Size of Cable mm^2	Core	PVC Insulated Aluminium Cable		Paper Insulated Aluminium Cable	
		1100 V, ₹ प्रति मी०	11 kV, ₹ प्रति मी०	1100 V, ₹ प्रति मी०	11 kV, ₹ प्रति मी०
	2	18·00 प्रति मी०	—	20·00	—
4	3	30·00	110·00	35·00	115·00
	4	—	120·00	—	125·00
	2	25·00	—	28·00	—
6	3	35·00	120·00	38·00	125·00
	4	—	130·00	—	135·00
	2	28·00	—	32·00	—

8 सेवा संयोजन का आगणन
(Estimation of Service Connections)

8.1 सेवा संयोजन (Service Connection)

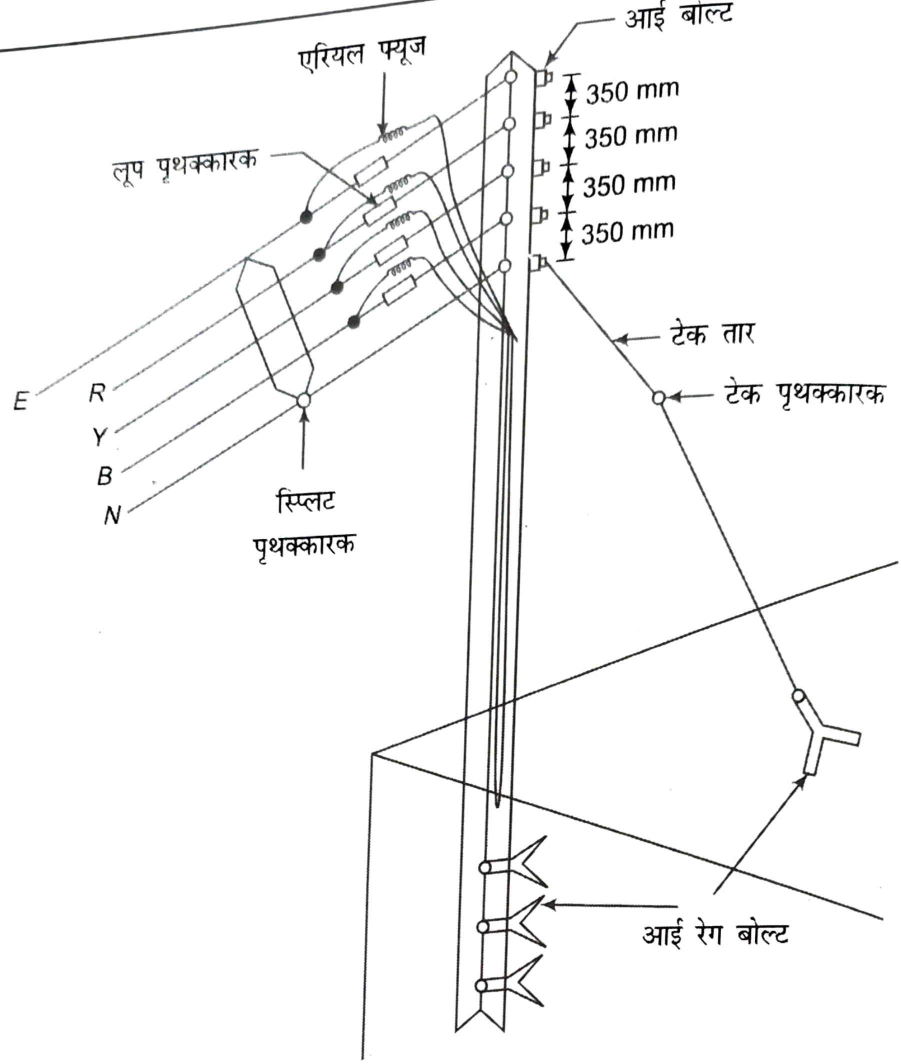
वितरण सब-स्टेशन या वितरक से जोड़ने वाला खण्ड सेवा संयोजन कहलाता है। इसे प्रदाय (Feeder) भी कहते हैं। सेवा संयोजन निम्न प्रकार के होते हैं—

1. प्रदाय (Feeder) वोल्टता के आधार पर (According to Voltage)
   - (i) निम्न वोल्टता (LT)
   - (ii) उच्च वोल्टता (HT Service Connection)
2. कला संख्या के आधार पर (According to The Phase)
   - (i) एक कलीय LT
   - (ii) तीन कलीय, तीन तार HT
   - (iii) तीन कलीय, चार तार LT
3. संस्थापन विधि के आधार पर (According to Installation Method)
   - (i) शिरोपरि सेवा संयोजन
     - (a) ऊर्ध्वाधर ब्रेकेट प्रारूपी
     - (b) क्षैतिज ब्रेकेट प्रारूपी
     - (c) आई-रैग बोल्ट प्रारूपी
     - (d) GI पाइप प्रारूपी
     - (e) केबल (भूमिगत) प्रारूपी
   - (ii) भूमिगत सेवा संयोजन

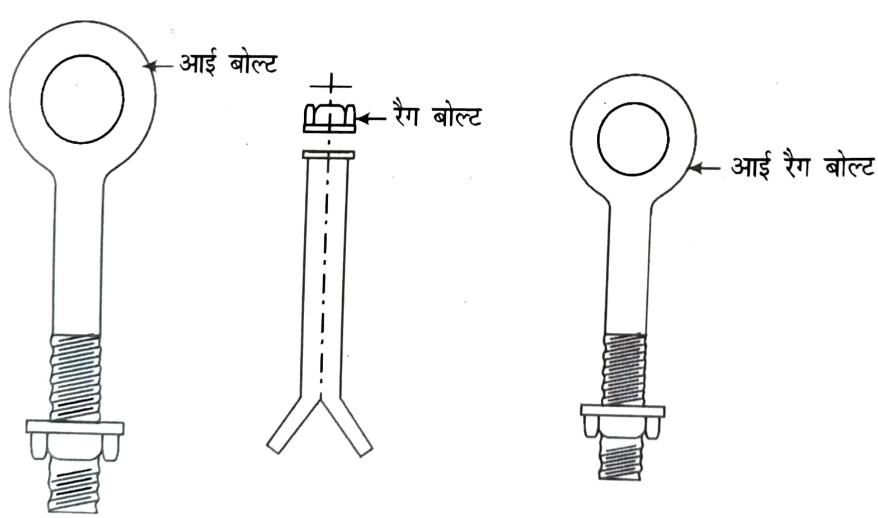
पोल पर शैकल स्ट्रेप्सेस के द्वारा शैकल पृथक्कारक लगाए जाते हैं अथवा 100 mm × 100 mm × 6 mm माप की 1·5 मी लम्बे ऐंगल आयरन पर शैकल पृथक्कारक लगाए जाते हैं। पोल से ब्रेकेट अथवा भवन तक की दूरी 25 मी० से कम ही होती है। इस दूरी के लिए 8 SWG GI तार/ 3/3·00 mm/6/1 × 2·11 mm ACSR/4·00 mm केबल चालक का उपयोग किया जाता है। इन चालकों को आई बोल्ट अथवा शैकल पृथक्कारक की सहायता से लूप/स्टे पृथक्कारक सहित ब्रेकेट पर बाँध दिया जाता है। चालकों पर रक्षण तार लगाया जाता है। रक्षण तार (8 SWG) पर स्प्लिट पृथक्कारक लगाया जाता है। स्थित अन्तराल (Clearance) के लिए IE नियम 77 व 79 का पालन किया जाता है। सामान्यत: 8 SWG GI तार का उपयोग भू-तार हेतु किया जाता है।

8.2 ऊर्ध्वाधर ब्रेकेट प्रारूपी सेवा संयोजन (Vertical Bracket Type Service Connection)

3 से 4 मी० 75 mm × 75 mm × 6 mm माप का ऐंगल आयरन (ब्रेकेट) को भवन पर रैग बोल्ट की सहायता से स्थापित कर देते हैं। एक टेक तार आई बोल्ट या स्टे क्लैम्प से बाँधते हुए भवन पर आई रैग बोल्ट से स्थापित कर देते हैं। स्टे तार 7/16 SWG GI तार का उपयोग करते हैं। एरियल फ्यूज (Aerial fuse) सहित 10 मी० लम्बी PVC/ऋतुसह केबल से उपभोक्ता के ऊर्जामापी तक जोड़ते हैं। इस प्रकार का संयोजन एक मंजिला भवन (Low roof) के लिए किया जाता है।



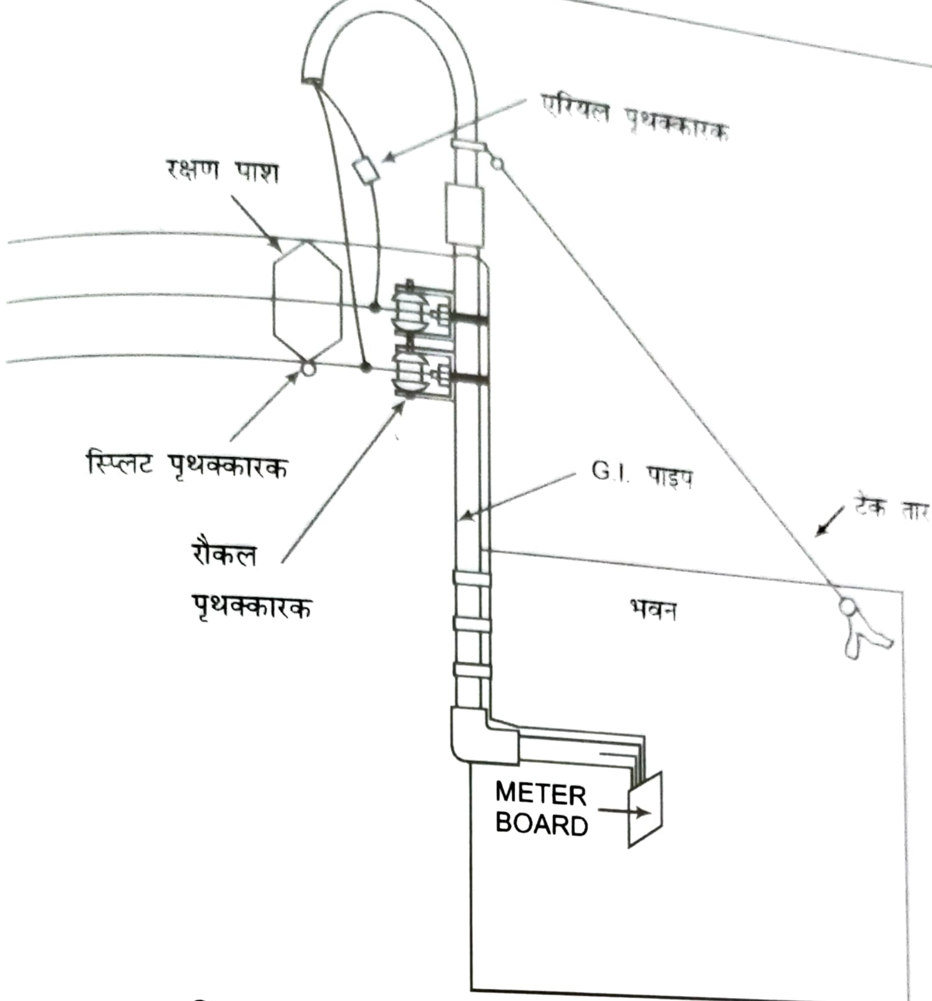
चित्र 8.1 : तीन कलीय चार तार सेवा संयोजन



चित्र 8.2 : बोल्ट

8.3 जी आई पाइप सेवा संयोजन (GI Pipe Service Connection)

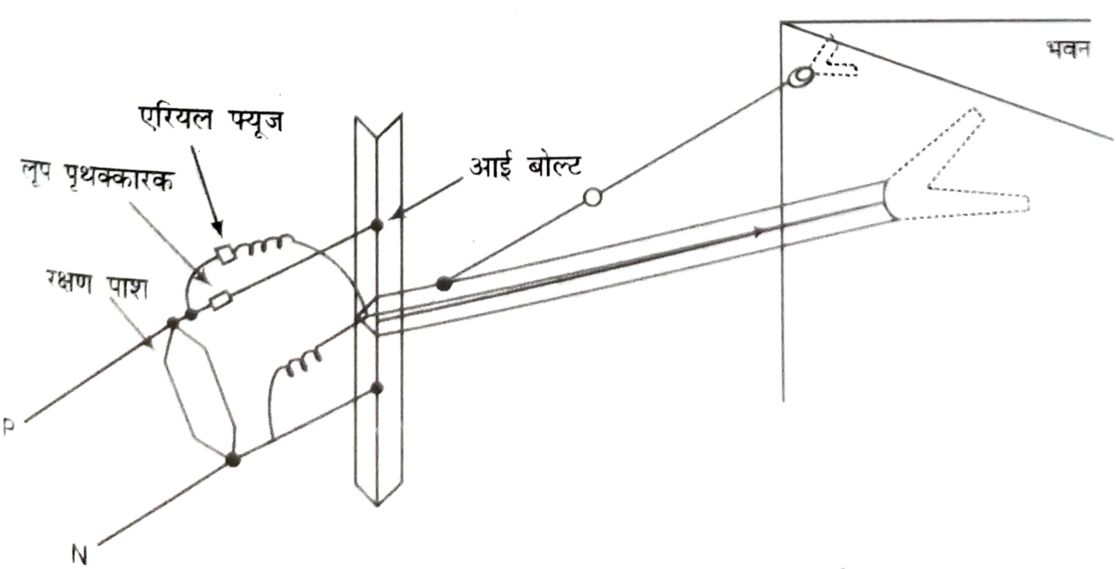
ऊर्ध्वाधर ब्रेकेट की जगह यदि GI पाइप (5 मी० लम्बाई में तथा 2.5 मी० मुड़ा हुआ) का उपयोग करते हैं, तो उसे GI पाइप सेवा संयोजन कहते हैं तथा चालक GI पाइप से बाँधने के लिए शैकल पृथक्कारक का उपयोग किया जाता है। पाइप 5 m सीधे तथा 2.5 m मुड़ा हुआ होता है।



चित्र 8.3 : एक कलीय जी आई पाइप सेवा संयोजन

क्षैतिज ब्रेकेट प्रारूपी सेवा संयोजन (Horizontal Bracket Type Service Connection)

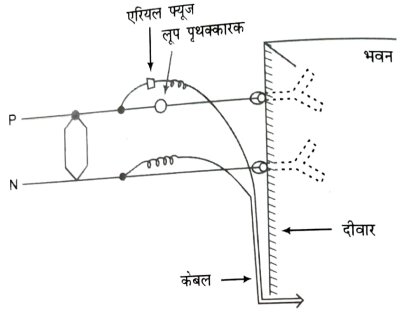
इस प्रकार के संयोजन में टी (T) आकार की 75 mm × 75 mm × 6 mm माप का ब्रेकेट उपयोग में लाया जाता है। इस प्रकार का संयोजन दो या अधिक मंजिल भवन (High roof) के लिए किया जाता है, जिसके लिए केबल की लम्बाई 12 मी० होती है। एक ब्रेकेट 3 से 4 मी० तथा दूसरा 1.0 मी० का होता है।



चित्र 8.4 : एक कलीय क्षैतिज ब्रेकेट प्रारूपी सेवा संयोजन

8.5 आई रैग बोल्ट प्रारूपी सेवा संयोजन (Eye-rag Belt Type Service Connection)

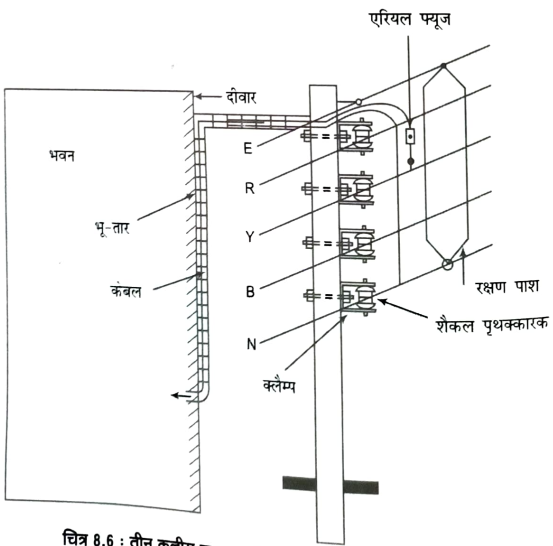
इस प्रकार के संयोजन में चालक को सीधे आई-रैग बोल्ट की सहायता से भवन की दीवार पर स्थापित कर दिया जाता है।



चित्र 8.5 : एक कलीय आई रैग बोल्ट सेवा संयोजन

8.6 शिरोपरि केबल प्रारूपी सेवा संयोजन (OH Cable Type Service Connection)

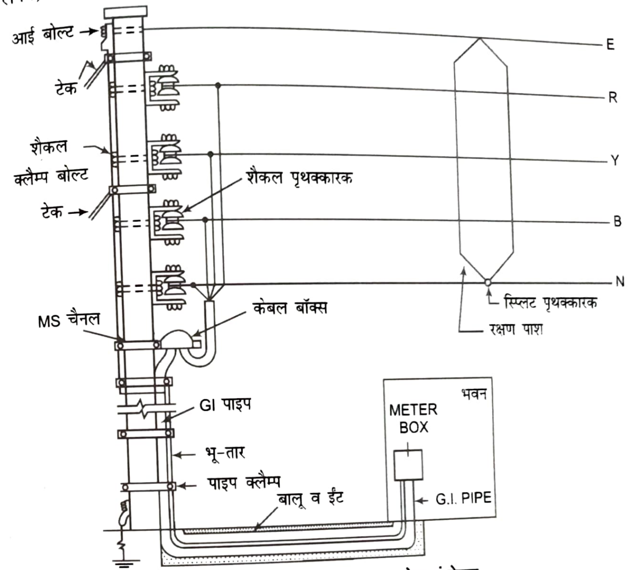
यदि LT पोल 15 मी से कम दूरी पर है, तो इस सेवा संयोजन का उपयोग किया जाता है। केबल को सहारा देने के लिए GI वायर का उपयोग करते हैं। यह GI वायर भू-तार का भी काम करता है। इस संयोजन का उपयोग 25 kw से कम भार के लिए किया जाता है।



चित्र 8.6 : तीन कलीय चार तार शिरोपारि केबल प्रारूपी सेवा संयोजन

8.7 भूमिगत लाइन सेवा संयोजन (Underground Service Connection)

25 kW से अधिक शक्ति होने पर इस सेवा संयोजन का उपयोग किया जाता है। अत: अधिकतर उच्च वोल्टता (HT) के लिए उपयोग में लाया जाता है। पोल पर एक केबल बॉक्स लगाया जाता है। बॉक्स को MS चैनल पर स्थापित किया जाता है। चित्र 8.7 में LT भूमिगत लाइन सेवा संयोजन दिखाया गया है। HT भूमिगत लाइन में केवल पोल पर बदलाव (यानी पिन पृथक्कारक लगेंगे) होगा। GI पाइप की लम्बाई 2 से 8 मी० तक होती है।



चित्र 8.7 : LT भूमिगत लाइन सेवा संयोजन

8.8 सेवा संयोजन से सम्बन्धित भारतीय विद्युत अधिनियम (Indian Electric Acts. Related to The Service Line)

सेवा लाइन से सम्बन्धित भारतीय विद्युत अधिनियम 30, 31, 32, 33, 34, 35 तथा नियम 77, 79 हैं।

8.9 सेवा संयोजन हेतु आवश्यक सामग्री की मूल्य सूची (Price List of the Material For Service connection)

क्रम संख्या	सामग्री विवरण सहित	दर रु०
1.	MS चैनल—	575·00 प्रति मी०
	(i) 100 mm × 100 mm × 6 mm	415·00 प्रति मी०
	(ii) 75 mm × 75 mm × 6 mm	350·00 प्रति मी०
	(iii) 50 mm × 50 mm × 6 mm	

2.	GI पाइप	
	(i) 16 mm^2	38·00 प्रति मी०
	(ii) 25 mm^2	42·00 प्रति मी०
	(iii) 32 mm^2	50·00 प्रति मी०
	(iv) 38 mm^2	56·00 प्रति मी०
	(v) 45 mm^2	70·00 प्रति मी०
	(vi) 95 mm^2	150·00 प्रति मी०
	(vii) 150 mm^2	
3.	MS ऐंगल आयरन	
	(i) 75 mm × 75 mm × 10 mm	120·00 प्रति मी०
	(ii) 50 mm × 50 mm × 6 mm	100·00 प्रति मी०
4.	GI मोड़	
	16 mm^2	2·50 प्रति
	25 mm^2	3·50 प्रति
	38 mm^2	4·00 प्रति
	45 mm^2	4·75 प्रति
	95 mm^2	15·00 प्रति
	150 mm^2	22·00 प्रति
5.	आई बोल्ट 12 mm × 150 mm	5·00 प्रति
	रैग बोल्ट 12 mm × 150 mm	7·00 प्रति
	आई रैग बोल्ट 12 mm × 150 mm	7·00 प्रति
6.	GI तार	
	(i) 8 SWG	3·00 प्रति मी०
	(ii) 7/16 SWG	3·00 प्रति मी०
7.	शैकल पृथक्कारक	25·00 प्रति
8.	टेक/लूप/स्प्लिट पृथक्कारक	20·00 प्रति
9.	एरियल फ्यूज	
	5A	10·00 प्रति
	10A	15·00 प्रति
	15A	20·00 प्रति

	30A	30·00 प्रति
	60A	40·00 प्रति
	100A	70·00 प्रति
10.	मीटर बोर्ड	
	(i) एक कलीय ऊर्जामापी के लिए	150·00
	(ii) तीन कलीय ऊर्जामापी के लिए	250·00
	(iii) दोनों एक साथ ऊर्जामापी के लिए	300·00
11.	ऊर्जामापी	
	(i) एक कलीय 250V 25A	600·00
	(ii) एक कलीय 500V 60A	900·00
	(iii) तीन कलीय 500V 100A	1500·00
12.	दो कोर ऋतुसह केबल (2 Core weather proof cable)	
	(i) 2·5 mm^2	15·00 प्रति मी०
	(ii) 4 mm^2	20·00 प्रति मी०
	(iii) 6 mm^2	30·00 प्रति मी०
	(iv) 10 mm^2	40·00 प्रति मी०
	(v) 16 mm^2	45·00 प्रति मी०
	(vi) 25 mm^2	50·00 प्रति मी०
13.	AAC & ACSR लाइन चालक	सारणी 6.1 व 6.2
	ईंट, बालू, सीमेंट, टेप व केबल जोड़ सामग्री	सारणी 7.6
14.	वाहक नली	सारणी 4.19
15.	पोर्सलीन फ्यूज कट आउट	
	15A 250V	15·00 प्रति
	30A 250V	30·00 प्रति
	30A 500V	35·00 प्रति
	60A 500V	90·00 प्रति
	100A 500V	150·00 प्रति

उदाहरण 8.1 एक उपभोक्ता का एक मंजिला भवन वितरण पोल से 20 मी० की दूरी पर है। उसे 5 kW का एक कलीय सेवा संयोजन देने हेतु आवश्यक सामग्री की गणना कीजिए।

9 विद्युत उपकेन्द्रों का आगणन
(Estimation of Electrical Sub-stations)

9.1 विद्युत उपकेन्द्र (Electrical Sub-station)

उपकेन्द्र उपकरणों का एक सम्मिलित रूप है, जो निम्नलिखित में से किसी एक कार्य या एक से अधिक कार्यों को करने में सक्षम है—

1. वोल्टता को उच्च या कम करना।
2. परिपथों को ON तथा OFF करना।
3. आवृत्ति को परिवर्तित करना।
4. शक्ति गुणक में सुधार करना।
5. फीडर को प्रचालित करना।
6. AC को DC में बदलना।

9.2 विद्युत उपकेन्द्रों का वर्गीकरण (Classification of Electrical Sub-stations)

9.2.1 सेवा के आधार पर (According to the Service)

1. ट्रांसफार्मर उपकेन्द्र (Transformer SS)—ये एक वोल्टता से दूसरी वोल्टता में बदलकर शक्ति को स्थानान्तरित करते हैं। ये निम्न प्रकार के होते हैं—

(i) **प्राथमिक संचरण उपकेन्द्र** (Primary Transmission SS)—ये प्राथमिक संचरण वोल्टता; जैसे 132 kV, 200 kV को रूपान्तरित (Transform) करते हैं, अर्थात् प्राथमिक संचरण के लिए वोल्टता को उच्च (Step up) करते हैं।

(ii) **द्वितीयक संचरण उपकेन्द्र** (Secondary Transmission)—ये प्राथमिक वोल्टता को कम (Step down) कर प्राथमिक वितरण को देते हैं। 33 kV, 66 kV

(iii) **प्राथमिक वितरण उपकेन्द्र** (Primary Distribution SS)—ये प्राथमिक वितरण की वोल्टता को कम करके द्वितीय वितरण को देते हैं। 1.1 kV to 11 kV

(iv) **द्वितीय वितरण उपकेन्द्र** (Secondary Distribution SS)—ये द्वितीय वितरण की वोल्टता को रूपांतरित करते हैं। 400V, 220V

2. औद्योगिक उपकेन्द्र (Industrial SS)—अकेले बड़े उपभोक्ता को विद्युत शक्ति प्रदान करने वाले उपकेन्द्र औद्योगिक उपकेन्द्र कहलाते हैं।

3. स्विचिंग उपकेन्द्र (Switching SS)—लाइन के विभिन्न परिपथों को बिना रूपान्तरित किए ऑन-ऑफ करते हैं, स्विचिंग उपकेन्द्र कहलाते हैं।

4. शक्ति गुणक सुधार उपकेन्द्र (PF Improvement SS)—पॉवर लाइन के अन्त में कैपेसिटर बैंक या तुल्यकाली कैपेसिटर लगाकर शक्ति गुणक सुधारने वाले उपकेन्द्र, शक्ति गुणक सुधार उपकेन्द्र कहलाते हैं।

5. आवृत्ति परिवर्तन उपकेन्द्र (Frequency Change SS)—उद्योगों की माँग के अनुसार सामान्य आवृत्ति को माँग आवृत्ति में बदलने वाले उपकेन्द्र आवृत्ति परिवर्तन उपकेन्द्र कहलाते हैं।

6. प्रवर्तक उपकेन्द्र (Converting SS)—आवश्यकता के अनुसार ये उपकेन्द्र AC को DC सप्लाई में बदलते हैं।

9.2.2. संरचना के आधार पर (According to The Construction)

1. भवन के अन्दर स्थापित उपकेन्द्र—11 kV तक की वोल्टता, 1000 kVA तक
2. भवन के बाहर स्थापित उपकेन्द्र
   (i) खम्भों पर स्थापित—125 kVA ट्रांसफार्मर तक/विशेष परिस्थिति में 300 kVA ट्रांसफार्मर तक।
   (ii) नींव पर स्थापित—125 kVA ट्रांसफार्मर क्षमता से अधिक के लिए।

9.3 विद्युत उपकेन्द्र तथा स्विच गियर के उपकरण (Equipment for Sub-station and Switch Gear)

1. **बसबार** (Bushbar)—बसबार एक आयताकार छड़ होती है, जिसका चालक एल्युमीनियम (Wrought/Alloy Aluminium) या कॉपर एँलाय का होता है, जिससे कई संयोजन किए जा सकते हैं। बसबार की विद्युत धारा क्षमता निम्न प्रकार है और न्यूनतम अन्तराल फेज से फेज 32 mm तथा फेज से भूतल-26 mm होता है।

धारा क्षमता amp. तक	परिच्छेद क्षेत्रफल mm^2	
	एल्युमीनियम	कॉपर
100	25×6	25×3
200	38×6	25×5
300	51×6	40×5
400	63×6	50×5
500	76×6	60×5
600	102×6	60×5
700	110×6	50×5
800	127×6	50×10
900	127×6	50×10
1000	127×8	60×10

2. **पृथक्कारक** (Insulators)—पिन और डिस्क के साथ-साथ स्तम्भ (Pole) या बुश (Bush) प्रारूपी पृथक्कारक उपकेन्द्र में उपयोग करते हैं, जिस पर बसबार स्थापित किए जाते हैं।
3. **पथ भंजक** (Isolators)—ये उपकेन्द्र को ऑन-ऑफ करने के लिए आइसोलेट उपयोग किए जाते हैं। ये दो प्रकार के होते हैं—
   (i) बिना न्यूट्रल लिंक
   (ii) न्यूट्रल लिंक के साथ
4. **परिपथ भंजक** (Circuit Breakers)—इन्हें उपकेन्द्र में परिपथ की विद्युत धारा को काटने व जोड़ने के लिए उपयोग करते हैं।
5. **कार्यभार वियोजक स्विच** (Load Interrupter Switch)—ये उच्च वोल्टता परिपथों को सामान्य भार पर जोड़ने व खोलने (ON & OFF) करने के लिए उपयोग में लाए जाते हैं।

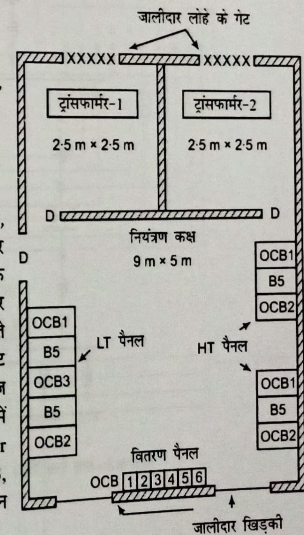
6. **फ्यूज** (Fuse)—ये लघु परिपथ (Short Circuit) की स्थिति में सुरक्षा प्रदान करने के लिए उपयोग में लाए जाते हैं।
7. **शक्ति ट्रांसफार्मर** (Power Transformer)—इन्हें वोल्टता को उच्च या निम्न करने के लिए उपयोग करते हैं।
8. **उपयन्त्र ट्रांसफार्मर** (Instrument Transformer)—सूचक, मापक तथा रिले की धारा सीमा को बढ़ाने के लिए धारा ट्रांसफार्मर (CT) एवं वोल्टेज सीमा बढ़ाने के लिए विभव ट्रांसफार्मर (PT) का उपयोग किया जाता है।
9. **सूचक व मापन उपयंत्र** (Indicating and Measuring Instruments)—उपकेन्द्र में—
   विद्युत ऊर्जा मापने के लिए ऊर्जामीटर,
   विद्युत शक्ति मापने के लिए वॉटमीटर,
   विद्युत धारा मापने के लिए अमीटर,
   विद्युत वोल्टता मापने के लिए वोल्टमीटर आदि का उपयोग किया जाता है।
10. **रक्षण रिले** (Protective Relay)—विभिन्न प्रकार के विद्युत दोष होने पर परिपथ भंजक को निर्देश देने का कार्य रिले द्वारा किया जाता है।
11. **वाहक विद्युत धारा उपकरण** (Carrier Current Equipments)—ये यंत्र उच्च वोल्टेज पॉवर परिपथ में वार्तालाप, टेलीमीटरिंग व सुपरवायजरी आदि कार्यों हेतु लगाए जाते हैं।
12. **नियन्त्रण केबल** (Control Cable)—उपकेन्द्र में उपयोग की जाने वाली केबल नियन्त्रण केबल कहलाती हैं। जो जमीन के अन्दर इंच में लगायी जाती हैं।
13. **तड़ितरोधक** (Lightning Arresters)—आकाशीय बिजली से सुरक्षा के लिए तड़ितरोधक लगाए जाते हैं।

9.4 विद्युत उपकेन्द्रों से सम्बन्धित भारतीय विद्युत अधिनियम (Indian Electrical Act. Related to Sub-stations)

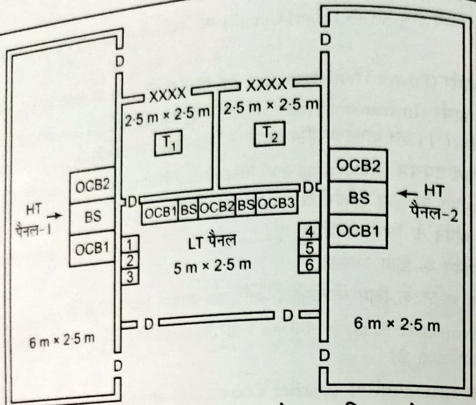
विद्युत उपकेन्द्रों से सम्बन्धित भारतीय विद्युत अधिनियम 41, 43, 44, 51, 64, 68 तथा 69 हैं।

9.5 भवन के अन्दर स्थित उपकेन्द्र (Indoor Sub-station)

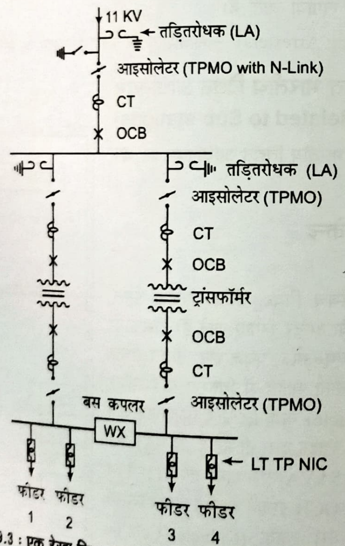
इस प्रकार के उपकेन्द्र में स्विच गियर, उच्च वोल्टता पैनल, ट्रांसफार्मर तथा वितरण बोर्ड भवन के अन्दर लगाए जाते हैं। ट्रांसफार्मर की उच्च वोल्टता साइड में टी०पी०एम०ओ०, फ्यूज सेट, तड़ित रोधक आदि लगाए जाते हैं तथा निम्न वोल्टता साइड में वितरण बोर्ड, मीटर आदि निम्न वोल्टता रक्षक (LT Cubicle) या पैनल बोर्ड पर लगाए जाते हैं। यदि उपकेन्द्र को सप्लाई शिरोपरि लाइन द्वारा दी गई है, तो फ्यूज सेट शिरोपरि पोल पर ही लगाए जाते हैं। 5 kVA ट्रांसफार्मर तक HT फ्यूज सेट लगाते हैं। इससे अधिक के लिए OCB लगाते हैं। वह चैम्बर जिसमें किसी बसबार के यंत्र लगे हों, उसे रक्षक (Cubicle, Cell or Compartment) कहते हैं। 11/0·4 kV उपकेन्द्र चिन्ह 9·1, 9·2, 9·3, 9·4 में दिखाए गए हैं। विशेष परिस्थितियों में 33 / 11 kV सब-स्टेशन भी भवन के अन्दर स्थापित किए जाते हैं।



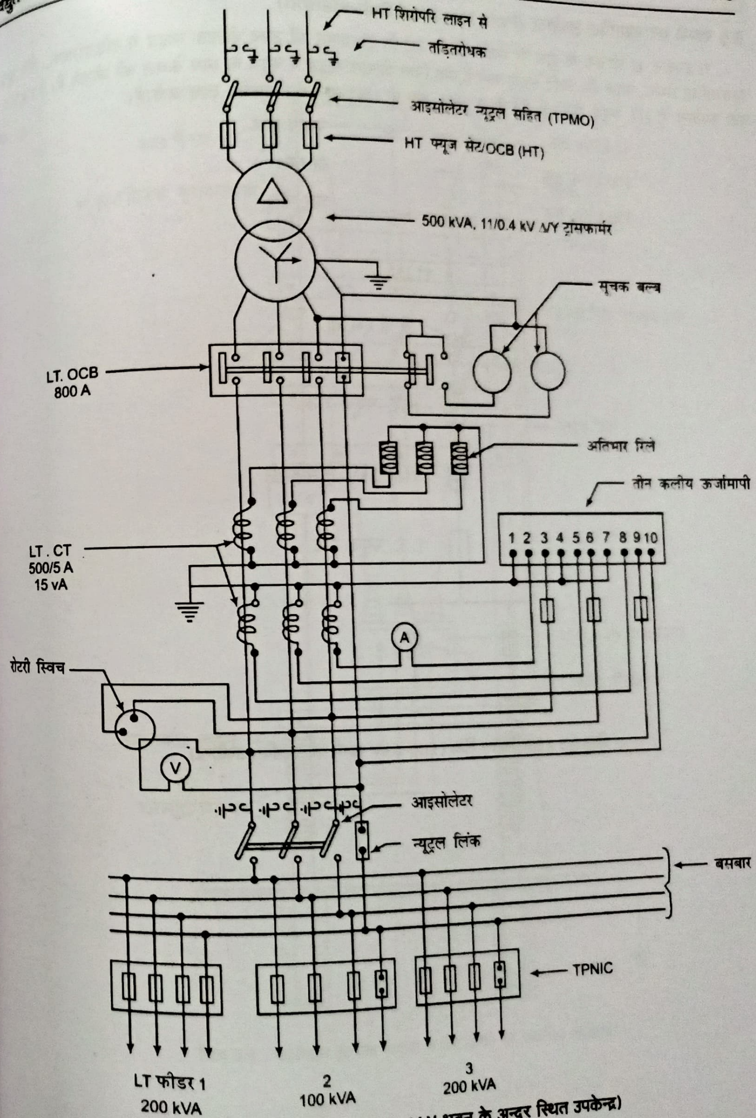
चित्र 9.1 : रूपरेखा चित्र (11/0·4 kV भवन के अन्दर स्थित उपकेन्द्र)



चित्र 9.2 : रूपरेखा चित्र (11/0·4 kV भवन के अन्दर स्थित उपकेन्द्र)



चित्र 9.3 : एक रेखा चित्र (11/0·4 kV भवन के अन्दर स्थित उपकेन्द्र)

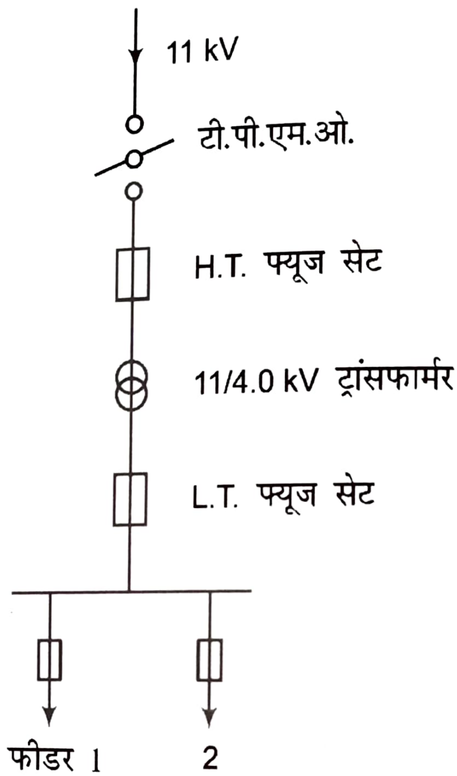


चित्र 9.4 : बहुरेखीय चित्र (11/0·4 kV भवन के अन्दर स्थित उपकेन्द्र)

9.6 खम्भे पर स्थापित उपकेन्द्र (Pole Mounted Sub-station)

ये उपकेन्द्र H संरचना के पोल पर स्थापित किए जाते हैं। ट्रांसफार्मर की उच्च वोल्टता साइड में तड़ितरोधक, तीन हस्तचालित स्विच, फ्यूज सैट आदि लगाए जाते हैं तथा निम्न वोल्टता साइड में फ्यूज के साथ केबल को जोड़ते हैं। 25 k तक उपकेन्द्र में HT फ्यूज सेट नहीं देते हैं। 5 kVA तक ही HT फ्यूज सेट उपयोग लाए जाते हैं।

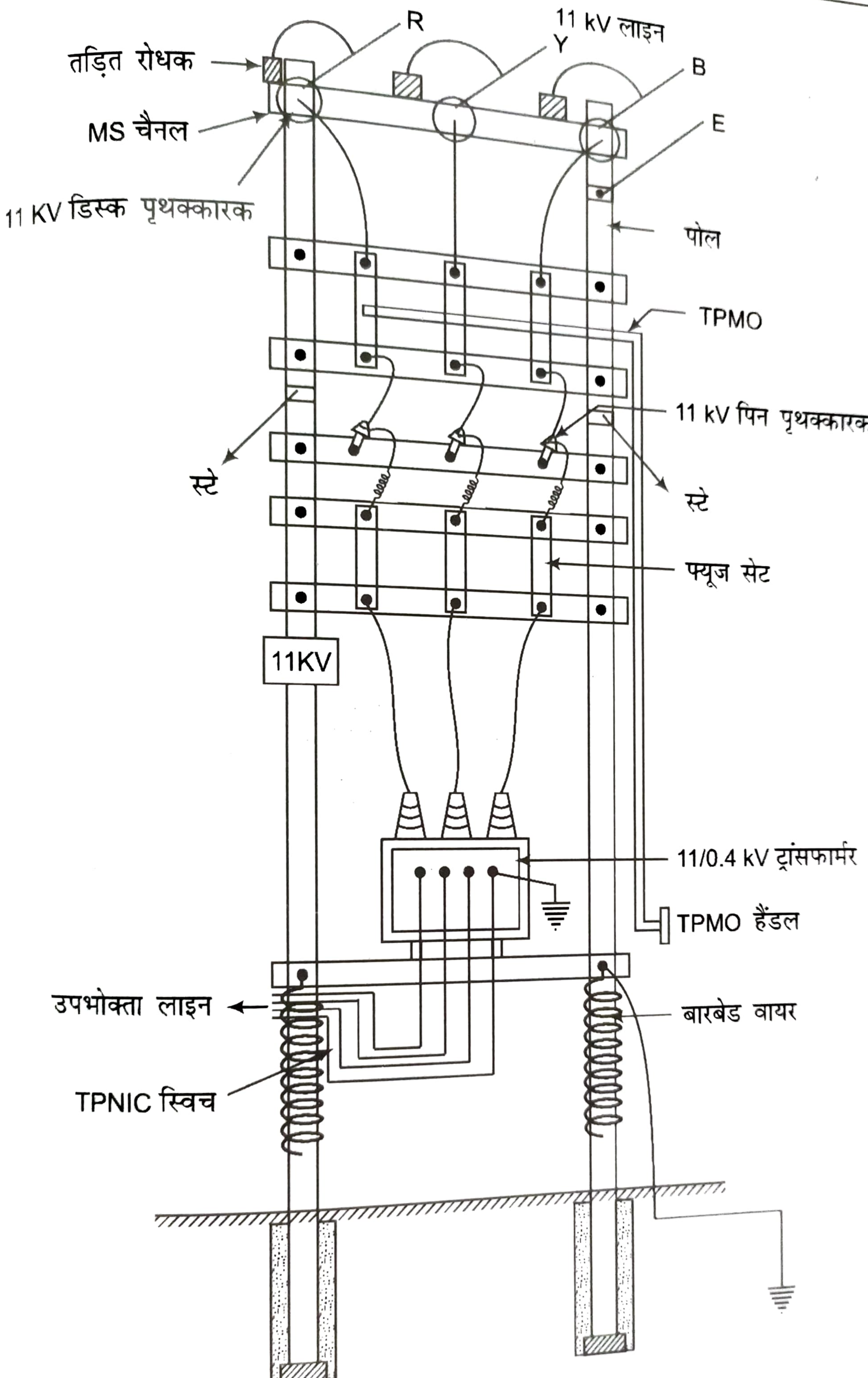
15 kVA तक	—	एकल पोल
100 kVA तक	—	दो पोल
300 kVA तक	—	चार पोल



चित्र 9.5 : एक रेखीय चित्र (11/0·4 kV खम्भे पर स्थापित उपकेन्द्र)

"Please- like Share and Subscrib
My- Youtube- Channel-

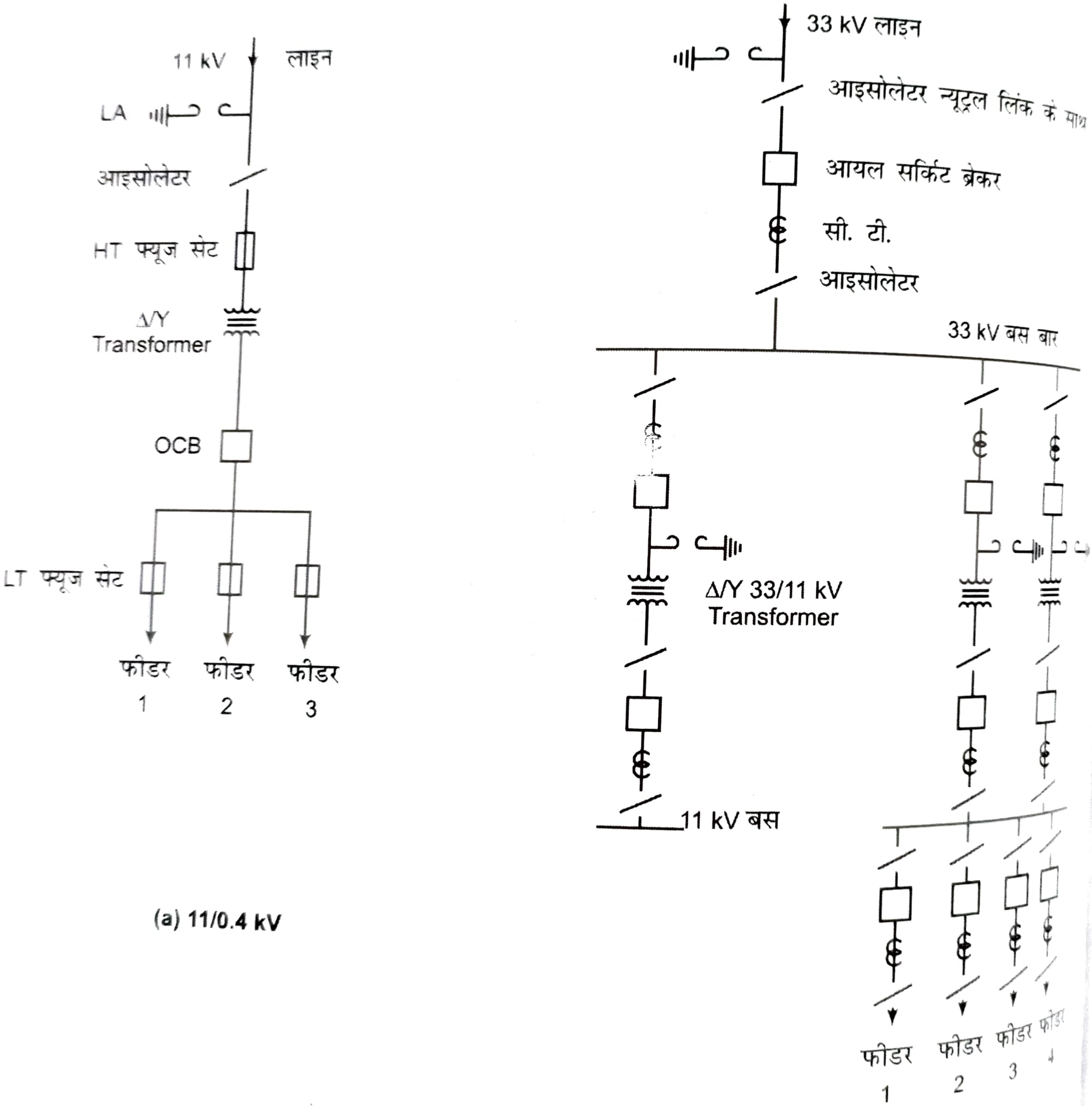
"Electrical-Study-2.0"



चित्र 9.6 : संयोजन आरेख (11/0.4 kV खम्भे पर स्थापित उपकेन्द्र)

9.7 नींव पर स्थापित उपकेन्द्र (Foundation Mounted Sub-station)

सामान्यत: 125 kVA का ट्रांसफार्मर से अधिक भार क्षमता के लिए, ट्रांसफार्मर नींव पर स्थापित किए जाते हैं। उपकेन्द्र 33/11 kV या अधिक वोल्टता के होते हैं। ट्रांसफार्मर के उच्च वोल्टता साइड में आइसोलेटर न्यूट्रल लिंक के तड़ितरोधक, परिपथ भंजक, बस आइसोलेटर आदि लगाए जाते हैं तथा निम्न वोल्टता साइड में तड़ितरोधक, परिपथ भं बस कपलर, स्विच गियर आदि लगाए जाते हैं।



(a) 11/0.4 kV

(b) 33/11 kV

चित्र 9.7 : एक रेखीय चित्र (नींव पर स्थापित उपकेन्द्र)

10 चित्रण कार्य (Drawing Work)

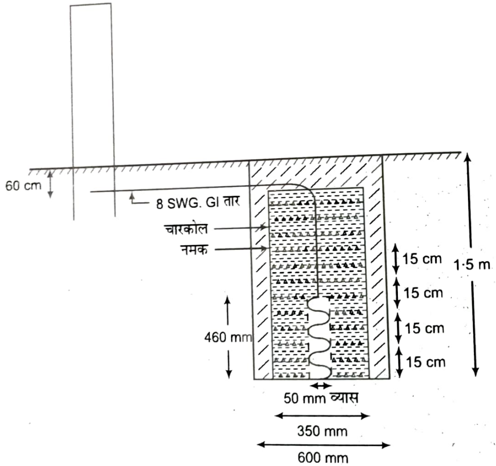
10.1 भू-सम्पर्कन (Earthing)

भू-सम्पर्कन की सामान्यत: दो विधियाँ हैं, जिनका चित्रण किया जाता है।

1. पाइप भू-सम्पर्कन—चित्र 2.1
2. प्लेट भू-सम्पर्कन—चित्र 2.2

लकड़ी के पोल तथा PCC, RCC पोल के लिए कुण्डली भू-सम्पर्कन (Coil Earthing) की जाती है।

भू-सम्पर्कन किए जाने वाले बिन्दु IS : 3043–1966 के अनुसार तथा IE नियम 32, 51, 61, 62, 67, 69, 88 (2) व 90 के अनुसार किए जाते हैं।



चित्र 10.1 : कुण्डली भू-सम्पर्कन

घरेलू संस्थान, औद्योगिक, लाइन आधार, उपकेन्द्र की बाड़, उपकेन्द्र पोल, स्विचगियर के धातु भाग, स्विचगार्ड के उपकरण आदि को पाइप या प्लेट भू-सम्पर्कित किया जाता है।

10.2 आन्तरिक तार स्थापन (Internal Wiring)

आन्तरिक तार स्थापन में संस्थान की वितरण बोर्ड व्यवस्था, विद्युत वितरण आयोजन का चित्रण किया जाता है। इसके अन्तर्गत व्यावसायिक व औद्योगिक (Commerical and industrial) भवनों का तार स्थापन किया जाता है।

जैसे—भवन, स्कूल, कॉलेज, होटल, कार्यशाला, आवासीय, पुस्तकालय, चिकित्सालय आदि का विद्युत वितरण आयोजन, वितरण बोर्ड व्यवस्था का एकल तथा बहुलाइन चित्रण किया जाता है।

10.3 शक्ति तार स्थापन (Power Wiring)

इसके अन्तर्गत वितरण प्रणाली, वितरण व्यवस्था, 20 HP तक की मोटर तार स्थापन के लिए एकल तथा बहुलाइन चित्रण किया जाता है। प्लान के अनुसार विद्युत वितरण आयोजन चित्रण भी किया जाता है।

10.4 शिरोपरि लाइन (Overhead Line)

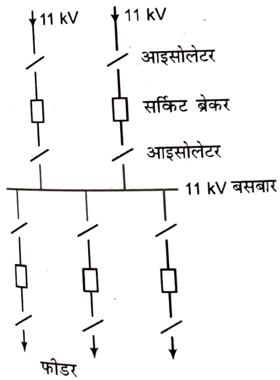
शिरोपरि लाइन में स्टे, लाइन पार, लाइन भू-सम्पर्कन, अन्तिम पोल, टर्मिनल जंक्शन पोल, टॉवर, पोल/टॉवर का पक्षान्तरण का चित्रण किया जाता है।

10.5 सेवा संयोजन (Service Connection)

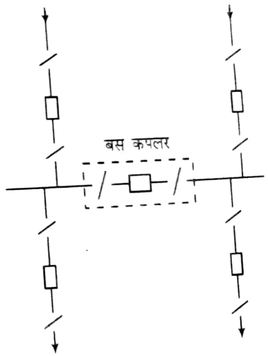
आवासीय, औद्योगिक तथा कृषि के लिए सेवा संयोजन का चित्रण किया जाता है।

10.6 उपकेन्द्र (Sub-station)

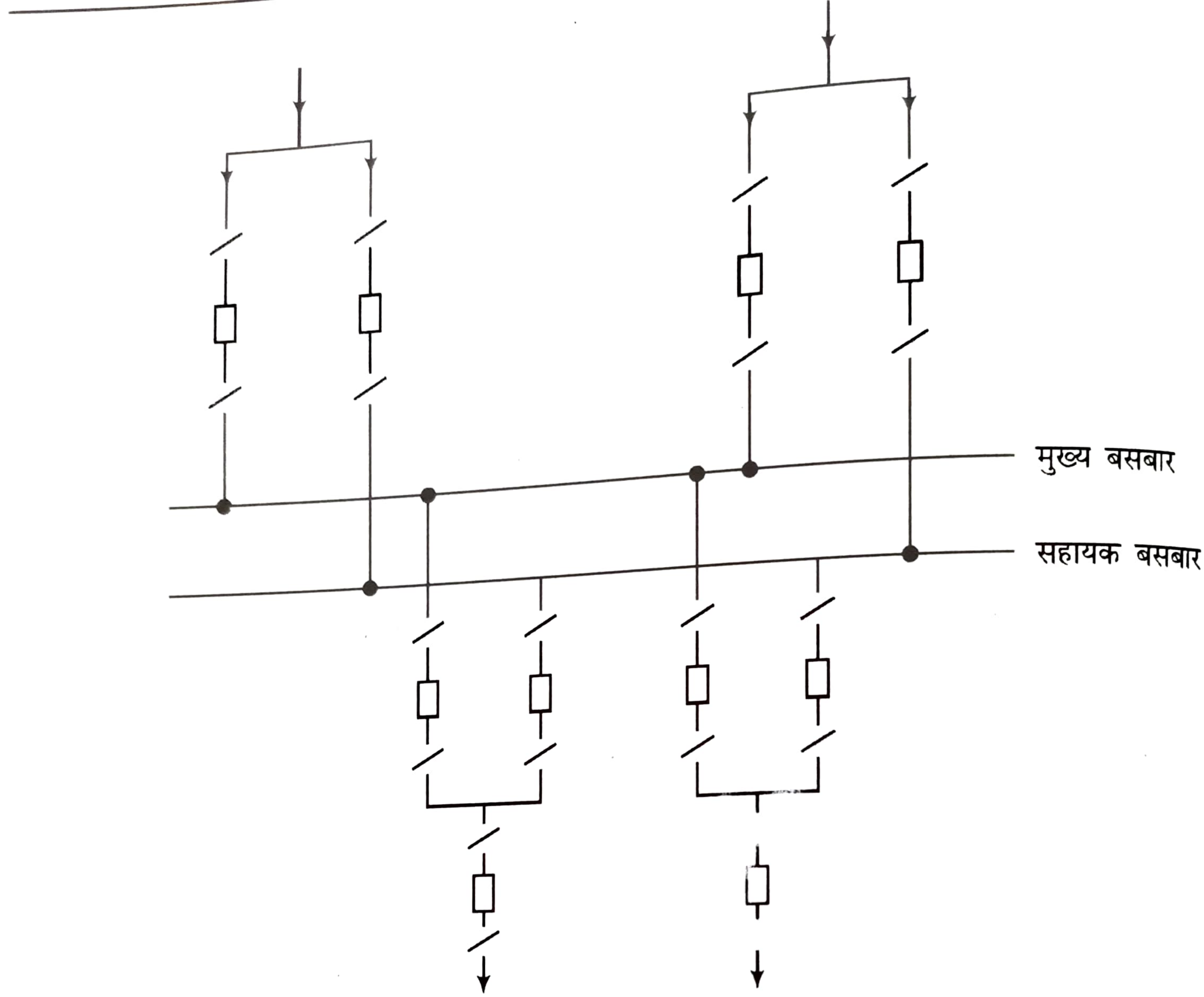
पोल प्रारूपी, भवन के अन्दर तथा भवन के बाहर उपकेन्द्रों का रूपरेखा व्यवस्था, एकल लाइन, बहु-लाइन संयोजन चित्रण किया जाता है तथा बसबार व्यवस्था का चित्रण किया जाता है।



चित्र 10.2 : एकल बसबार व्यवस्था



चित्र 10.3 : सेक्शनेलाइज बसबार व्यवस्था



चित्र 10.4 : दो बसबार व्यवस्था

10.7 मशीन चित्रण (Machine Drawing)

मशीन चित्रण में प्रेरण मोटर व तुल्यकालीन (Induction and Synchronous) मशीनों का चित्रण किया जाता है।

1. प्रेरण मोटर (Induction Motor)—ये दो प्रकार की होती हैं—

(i) पिंजरा प्रेरण मोटर (Squirrel Cage I.M.)

(ii) सर्पण वलय प्रेरण मोटर (Slip Ring I.M.)

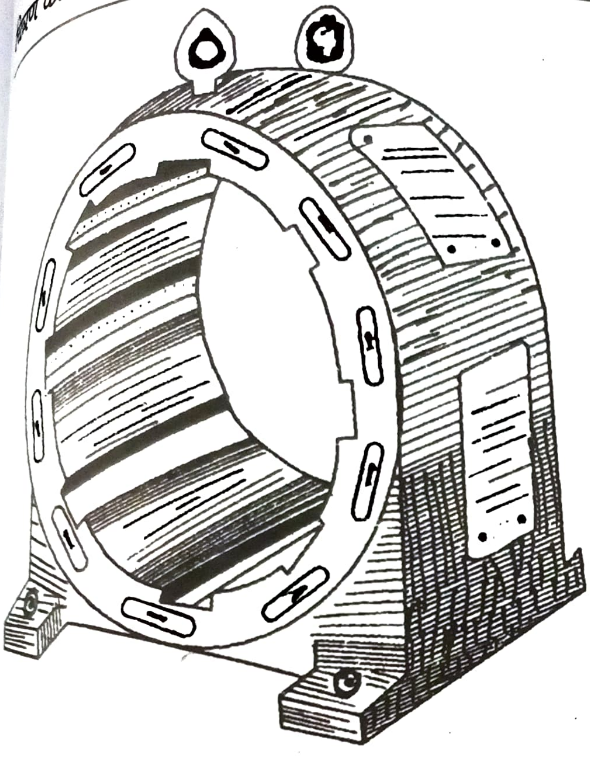
2. तुल्यकाली मशीन (Synchronous Machine)—ये मशीनें दो प्रकार की होती हैं, परन्तु संरचना की दृष्टि से दोनों मशीनें एकामान होती हैं।

(i) प्रत्यावर्तक (Alternator)

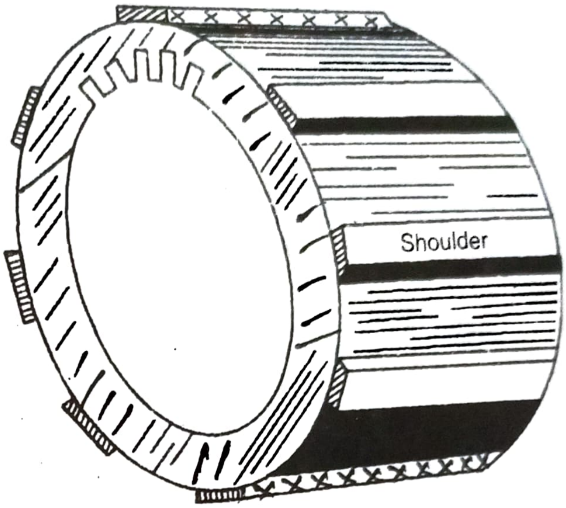
(ii) तुल्यकाली मोटर (Synchronous Motor)

प्रेरण मोटरों में स्टेटर फ्रेम के अन्दर कन्धा सहित लेमीनेटेड रिंगों से बनी स्टेटर क्रोड को लगाया जाता है। पार्श्व ढक्कनों (End covers) के मध्य स्थित बियरिंग पर रोटर लगाया जाता है। ये रोटर दो प्रकार के होते हैं—

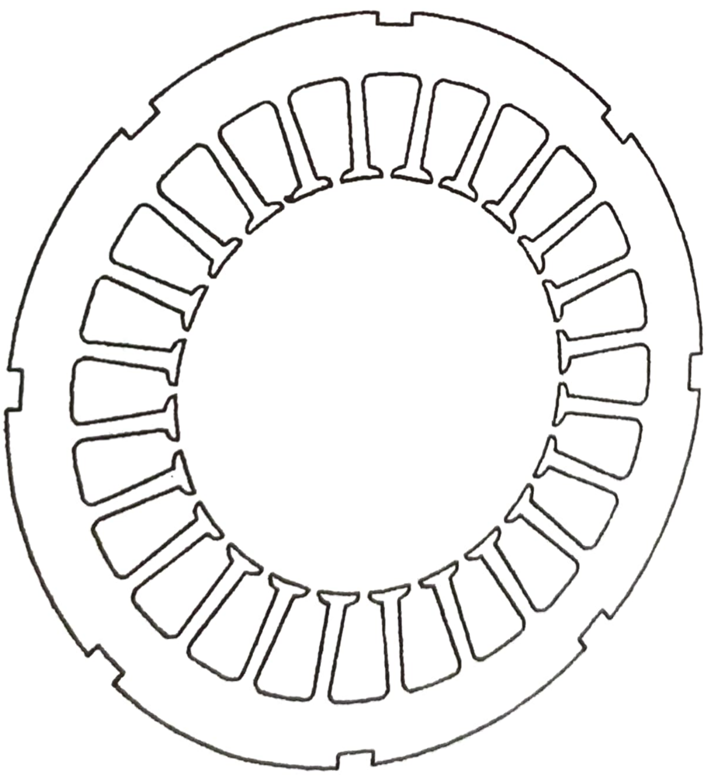
1. पिंजरा रोटर (Squirrel Rotor)
2. कुण्डलित रोटर (Wound Rotor)



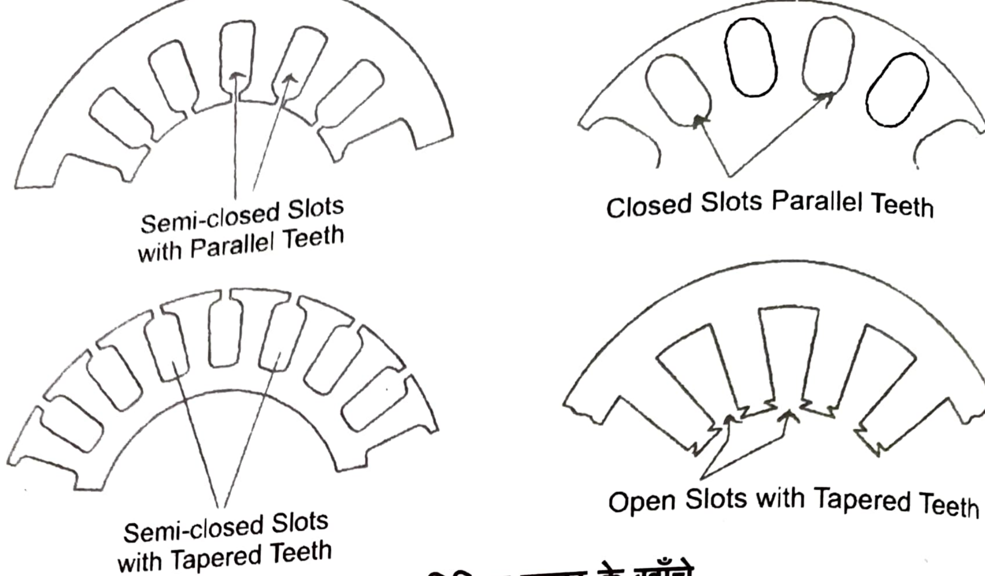
चित्र 10.5 : स्टेटर फ्रेम (Cast iron Stator Frame)



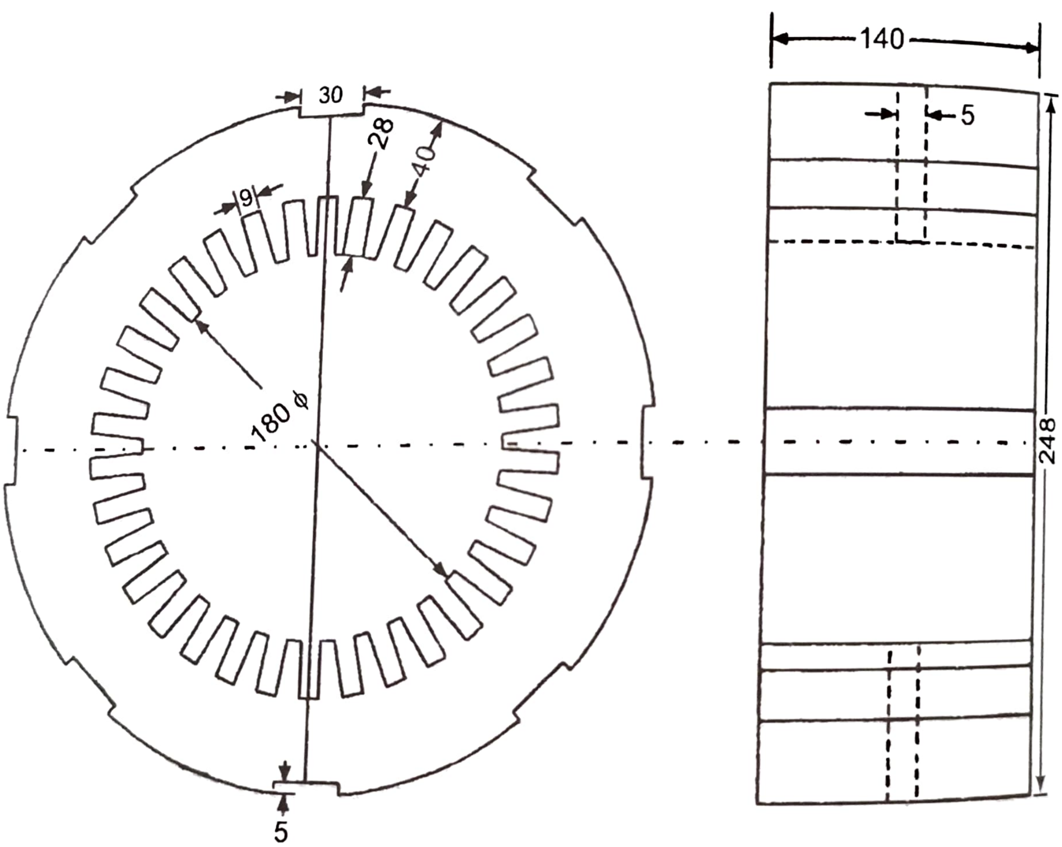
चित्र 10.6 : क्रोड का ऊपरी भाग (Shoulder)



चित्र 10.7 : स्टैम्पिंग क्रोड (Stamping Core)



चित्र 10.8 : विभिन्न प्रकार के खाँचे



यहाँ पर— स्टैम्पिंग का अंदर व्यास = 180 mm

स्लॉट साइज = 28 mm × 9 mm

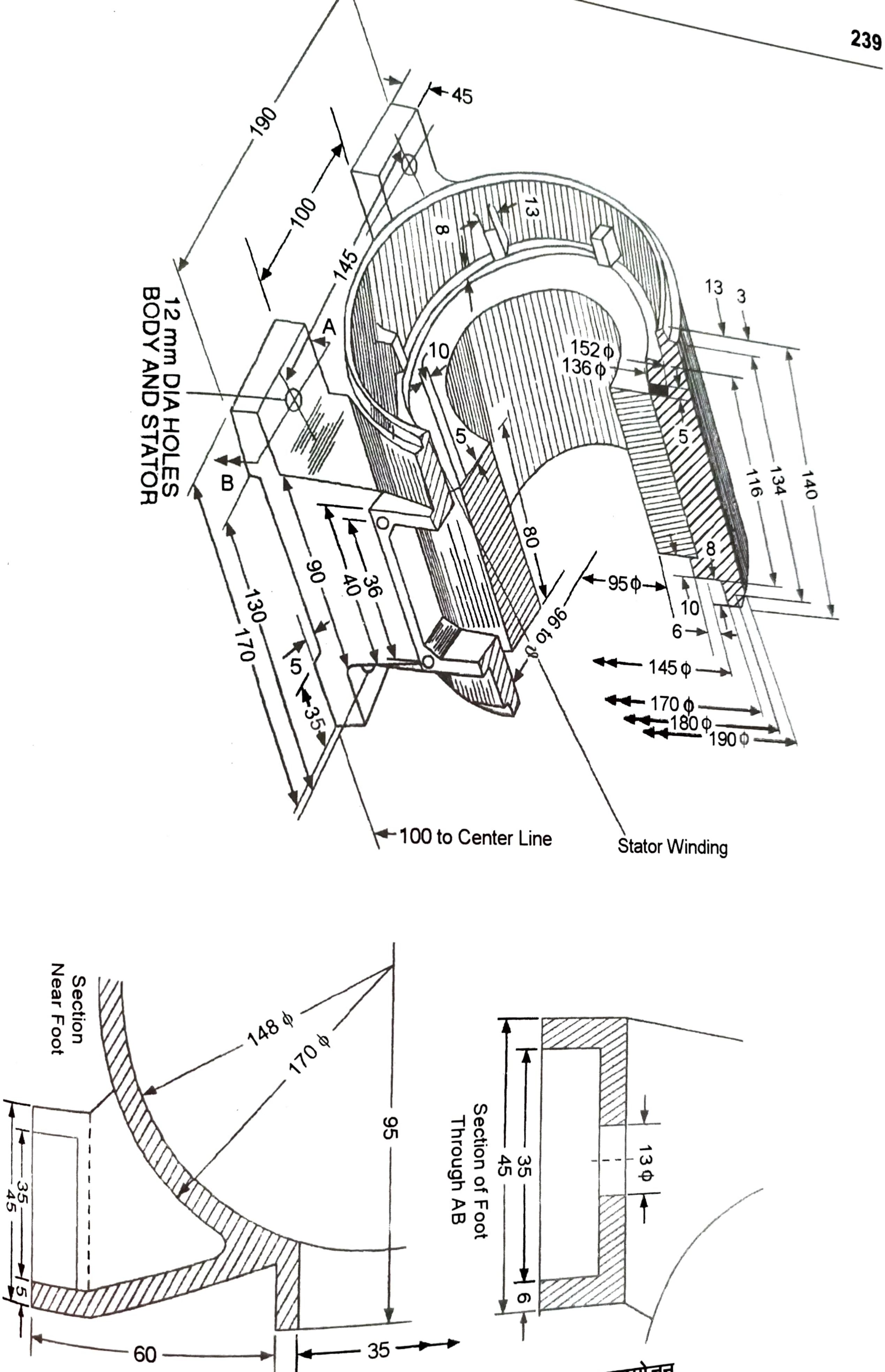
स्टेटर खाँचे के पीछे गहराई = 40 mm

स्टैम्पिंग की लम्बाई = 140 mm

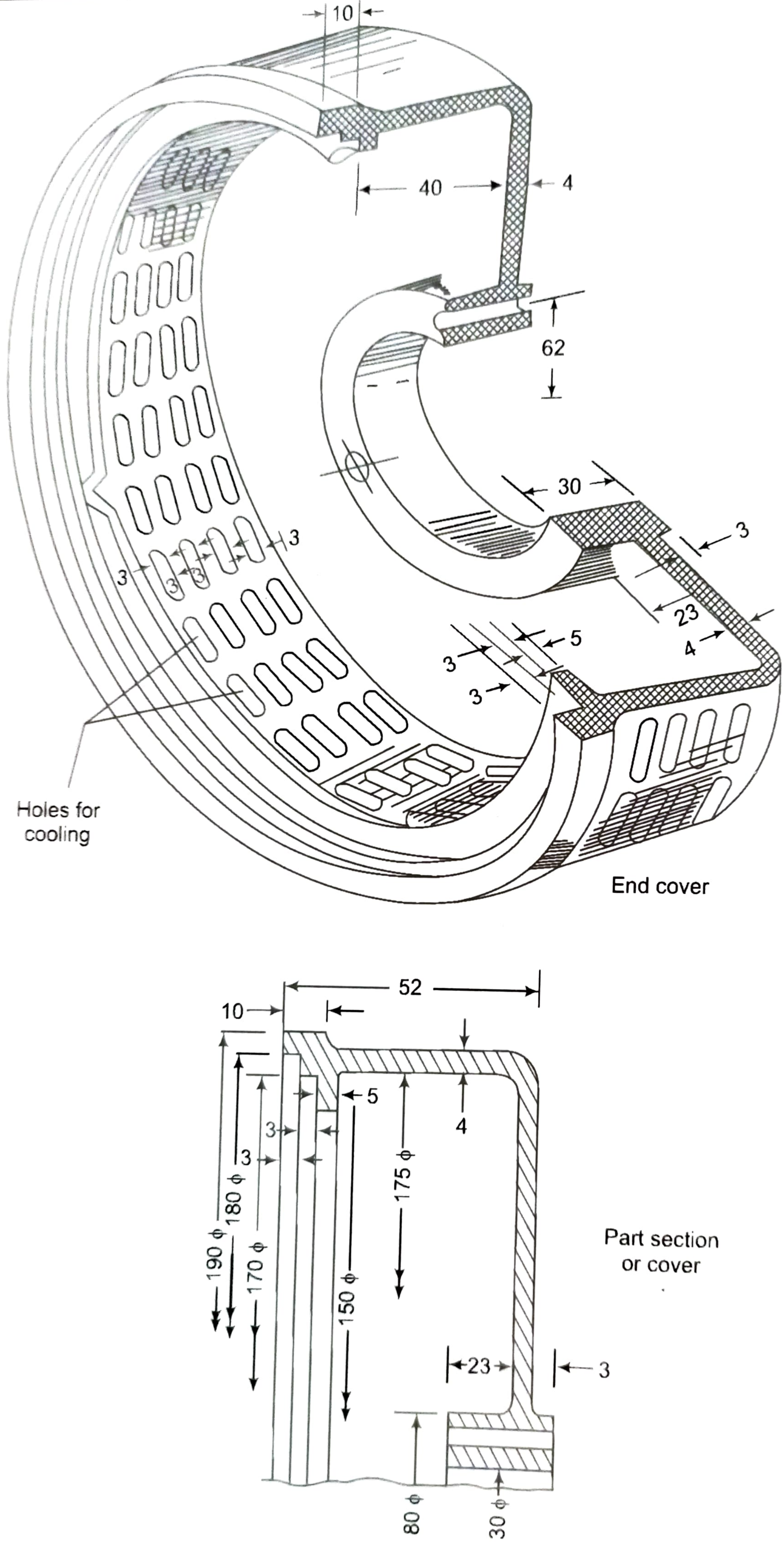
खाँचे (Duct) कूलिंग हेतु गहराई = 5 mm × 30 mm

कुल खाँचे (Slots) = 36

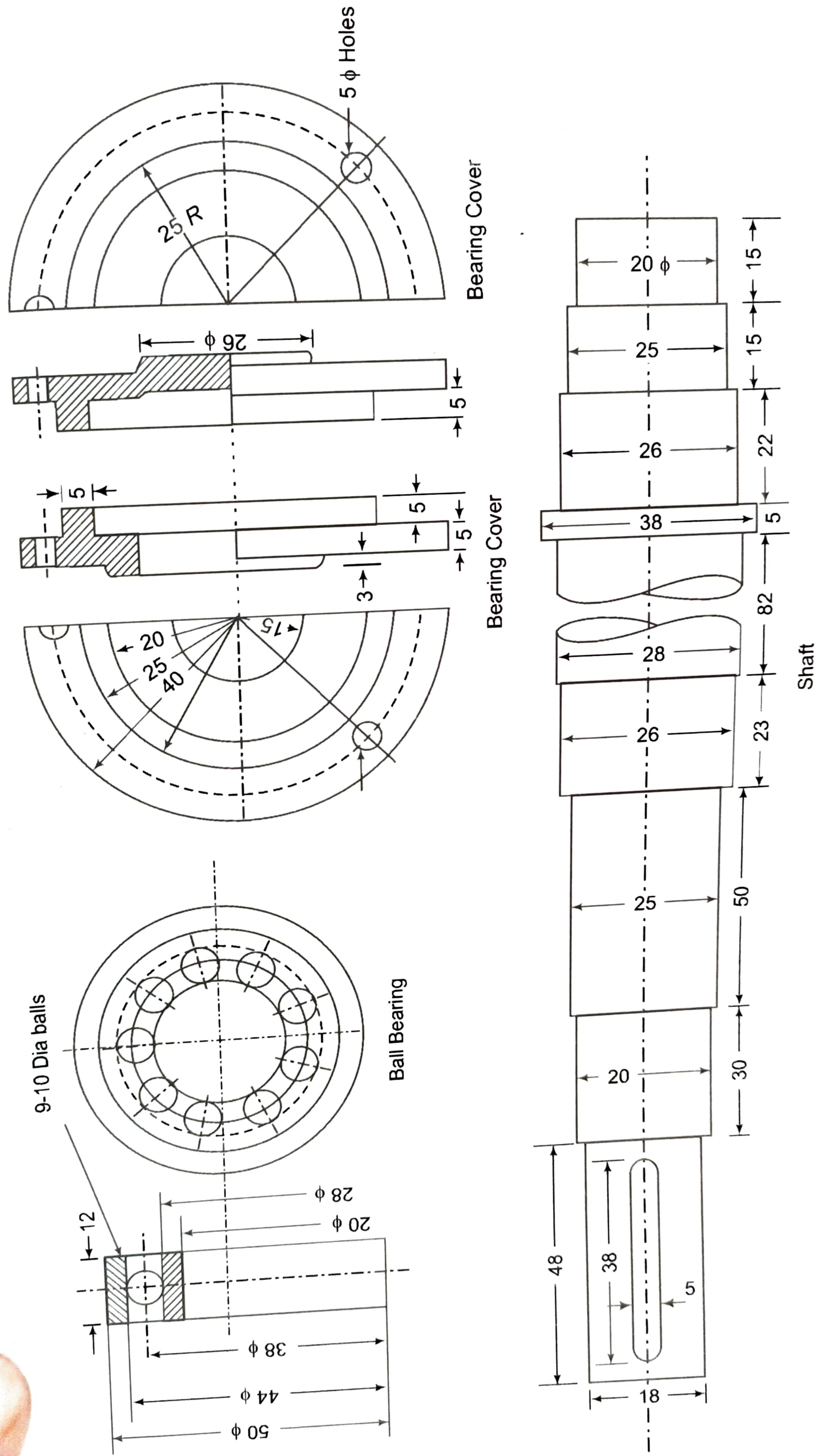
चित्र 10.9 : उपरोक्त माप के अनुसार स्टैम्पिंग की संरचना



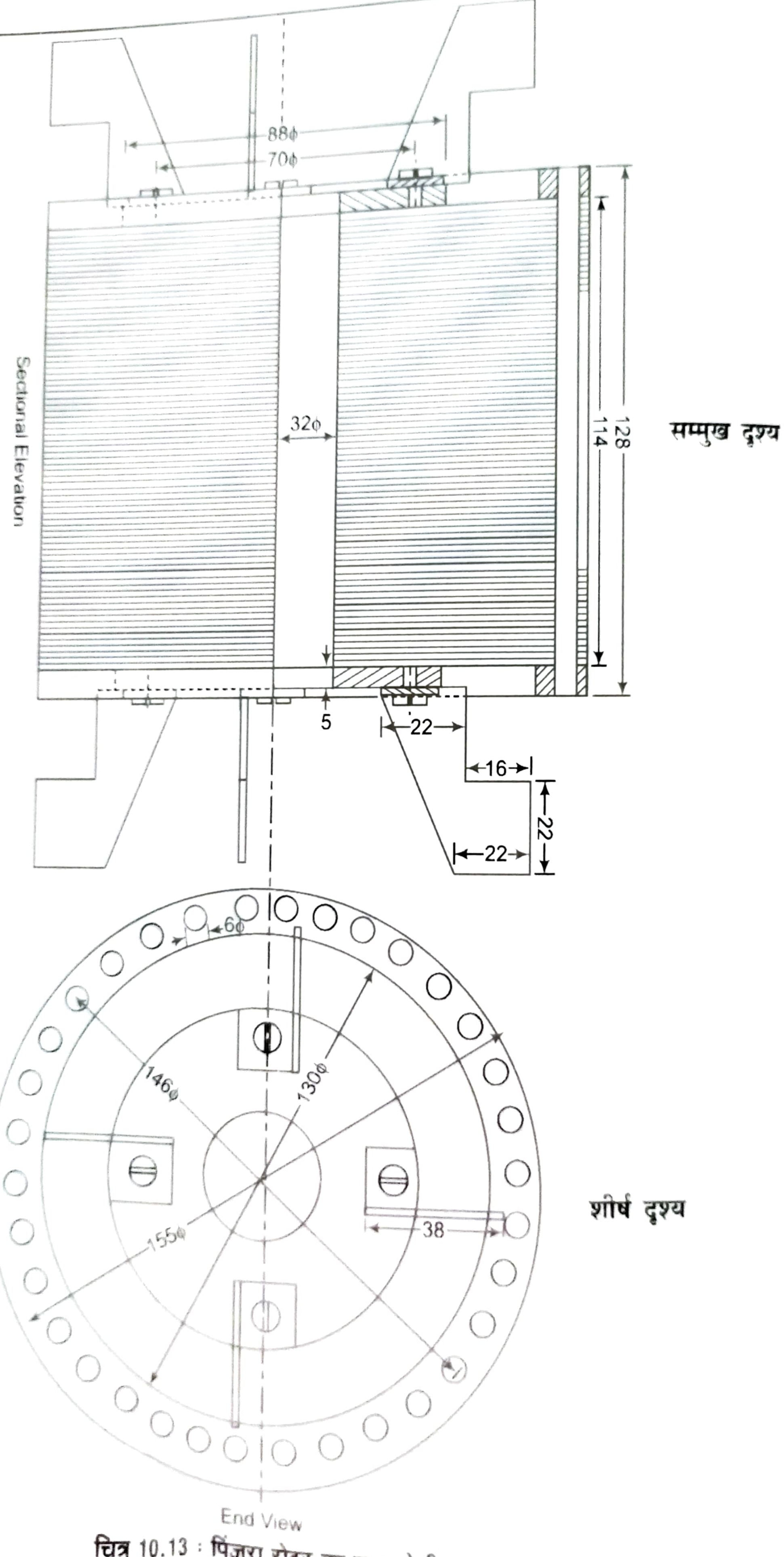
चित्र 10.10 : पिंजरा प्रेरण मोटर स्टेटर व फ्रेम का समायोजन
(Squirrel Cage IM Stator with Frame)



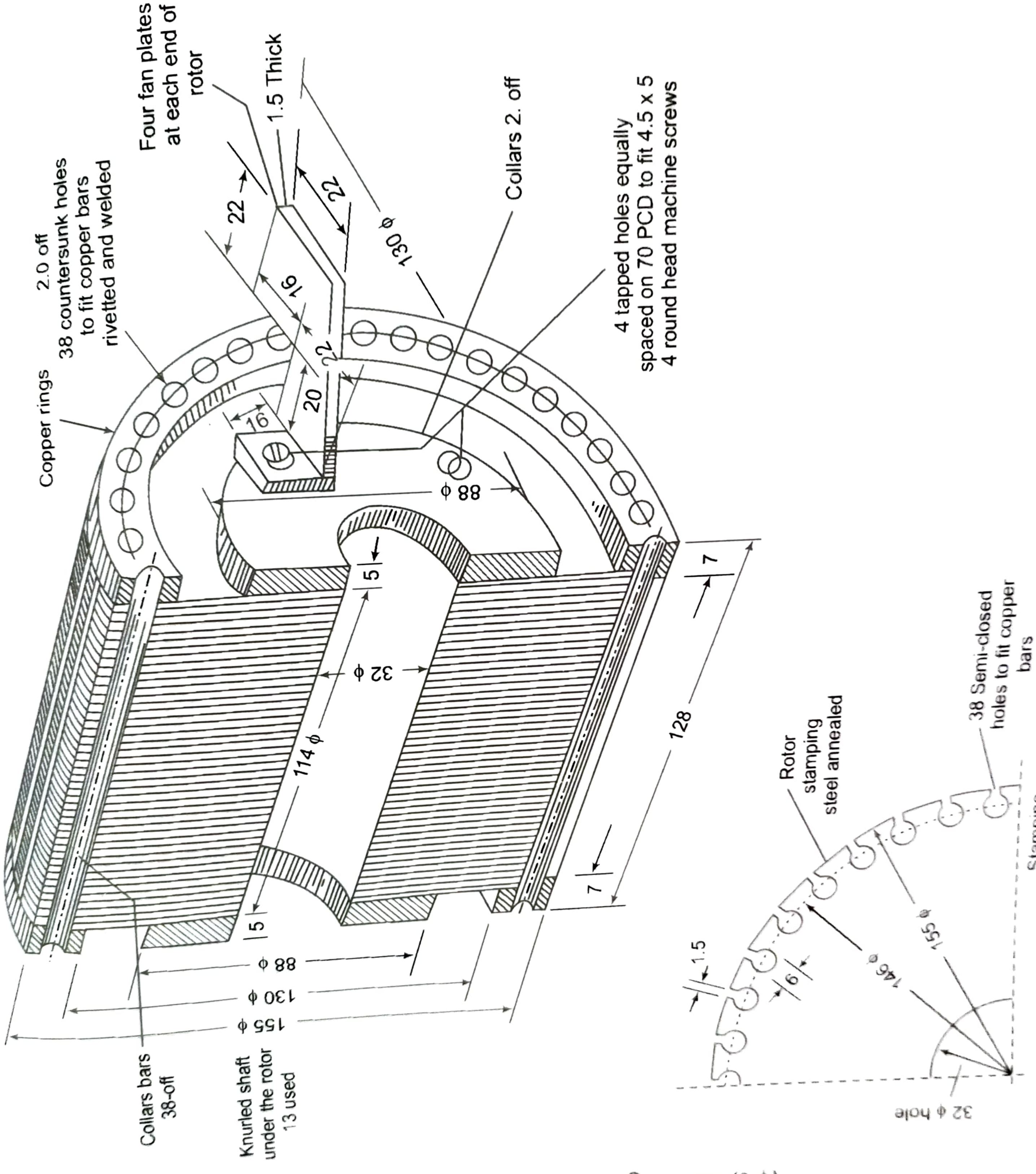
चित्र 10.11 : पार्श्व ढक्कन (End Cover)



चित्र 10.12 : बाल बियरिंग, कवर प्लेट व शाफ्ट
(Ball Bearing, Shaft and Cover Plate)



चित्र 10.13 : पिंजरा रोटर का लम्बकोणीय (सम्मुख व शीर्ष) दृश्य



चित्र 10.14 : पिंजरा रोटर परिच्छेदित समपरिमाण दृश्य (3 ϕ)

11 भारतीय विद्युत अधिनियम-1956
(Indian Electricity Act-1956)

सामान्य सुरक्षा के लिए सावधानियाँ हेतु अधिनियम

नियम 29. वैद्युत सप्लाई लाइनों व मशीनों का बनाना, खड़ा करना, सुरक्षा, चलाना और देखभाल (Construction, Intallation, Protection, Operation and Maintenance of Electric Supply Line and Apparatus)—सभी वैद्युत सप्लाई लाइनें व मशीनें अधिक ताकत, अधिक अच्छे आकार की तथा दृढ़ होनी चाहिए, ताकि जिस काम के लिए उनको तैयार किया गया है, उसको अच्छी तरह पूरा कर सकें और जहाँ तक सम्भव हो सके, भारतीय मानक संस्थान (Indian Standard Institution) के मानक के अनुसार उनको बनाया, लगाया, काम किया जाएगा तथा सुरक्षा की जाएगी और रखा जाएगा ताकि खतरा उत्पन्न न हो सके।

नियम 30. उपभोक्ता के भवन में विभागीय लाइन (Service Line) **व मशीनें** (Machines)—

(1) सप्लायर इस बात की सन्तुष्टि कर लेगा, कि जो वैद्युत सप्लाई के तार, लाइन, फिटिंग और मशीनें, उसके अधीन या कब्जे में हैं और उपभोक्ता (Consumer) के मकान में लगी हैं, वे सुरक्षित स्थिति में हैं और वैद्युत शक्ति सप्लाई के हर हालत में योग्य हैं। सप्लायर (Supplier) इस बात की सावधानी रखेगा, कि इन लाइनों, फिटिंग्स और मशीनों से उस भवन में किसी प्रकार का खतरा उत्पन्न न हो सके।

(2) उपभोक्ता के भवन पर सप्लायर (Supplier) के द्वारा लगाई गई विभागीय लाइनें, जो कि भूमि के अन्दर हैं या वहाँ तक व्यक्ति पहुँच सकता है, उनको इस तरह विद्युतरोधी (Insulated) किया जाएगा और सुरक्षा रखी जाएगी कि साधारण स्थिति में यान्त्रिक, वैद्युत या रासायनिक क्षति (Chemical losses) से वैद्युतरोधन सुरक्षित रहे।

(3) उपभोक्ता जहाँ तक सम्भव हो सके सावधानी रखेगा, कि उसके भवन में लगे हुए सप्लायर के सामान की पूरी सुरक्षा रहे।

(4) उपभोक्ता इसकी भी सन्तुष्टि कर लेगा, कि उसके अधीन जो संस्थापन (Installation) है, वह सुरक्षित स्थिति में रखा जा रहा है।

नियम 31. उपभोक्ता के भवन में कट-आउट्स (Cut-outs)—(1) उपभोक्ता के भवन में हर एक विभागीय लाइन (Service line) के प्रत्येक चालक में भू किए गए चालक या भू (Earth) किए गए न्यूट्रल चालक (Neutral conductor) या कान्सैंट्रिक केबल के भू (Earth) किए हुए बाहरी चालक को छोड़कर पहुँच योग्य जगह पर एक उचित कट-आउट लगाया जाएगा। यह कट-आउट अच्छे बन्द अग्निसह आवरण में रखा जाएगा।

जहाँ एक सम्मिलित विभागीय लाइन (Service line) से एक से अधिक उपभोक्ताओं को सप्लाई (Supply) दी जा रही है, वहाँ पर एक उपभोक्ता के भवन में सम्मिलित सर्विस के मिलने के प्वाइन्ट पर एक स्वतन्त्र कट-आउट लगाया जाएगा।

(2) प्रत्येक वैद्युत सप्लाई लाइन का स्वामी किसी भूसम्पर्कित प्रणाली (Earthed system) या भू किए गए न्यूट्रल चालक या कान्सैंट्रिक केबल के भू (Earth) किए गए न्यूट्रल चालक को छोड़कर, उसकी सुरक्षा उचित कट-आउट के द्वारा करेगा।

नियम 32. भू (Earth) किए गए न्यूट्रल चालकों की पहचान और उसमें लगाए जाने वाले स्विचों तथा कट-आउटों का स्थान—जहाँ चालकों में दो तार प्रणाली (Two wire system) के भू (Earth) किए हुए चालक या बहुतार प्रणाली के भू किए हुए न्यूट्रल चालक या ऐसे चालक जिनको उनके साथ जोड़ना है, सम्मिलित हों, तो निम्नलिखित शर्तों को पूरा किया जाए।

(1) भूसम्पर्कित या न्यूट्रल चालक या चालक जिसको इनसे जोड़ा जाना है, का स्वामी एक उचित चिह्न लगाएगा ताकि इन चालकों और जीवित चालकों (Live conductors) की पहचान की जा सके। निम्न स्थानों पर यह चिह्न लगाया जाएगा।

(a) जहाँ भूसम्पर्कित या भू-न्यूट्रल चालक सप्लायर का हो, तो उस स्थान के निकट जहाँ से वैद्युत सप्लाई (supply) होती है, चिह्न लगाया जाना चाहिए।

(b) जहाँ उपभोक्ता की प्रणाली का कोई चालक सप्लायर के भू-सम्पर्कित या भू-न्यूट्रल चालक के साथ जोड़ा जाना है, तो बिन्दु की व्यवस्था उस स्थान पर की जाएगी, जहाँ पर संयोजन (Connection) किया जाना है।

(c) अन्य दशाओं में सप्लाई शुरू होने के बिन्दु के पास या उस स्थान पर जहाँ लगाने की स्वीकृति निरीक्षक (Inspetor) दें।

(2) कोई भी कट-आउट या स्विच जोड़ स्विच (Link switch) को छोड़कर जिसे भू-सम्पर्कित या भू-सम्पर्कित न्यूट्रल चालक और जीवित चालक को साथ-साथ खोलने, बन्द करने के लिए लगाया जाए, किसी दो तार प्रणाली (Two wire system) का भू-सम्पर्कित न्यूट्रल चालक या बहुतार प्रणाली (Multi-wire system) के भू-सम्पर्कित न्यूट्रल चालक में, जिसे इनके साथ जाना है, निम्नलिखित के अतिरिक्त नहीं लगाया जाएगा—

(A) परीक्षण कार्य के लिंक (Link) या

(B) स्विच (Switch) जिनका प्रयोग जनित्र (Generator) या ट्रांसफार्मर (Transformer) को कन्ट्रोल करने के लिए किया जाए।

नियम 33. उपभोक्ता के भवन पर भू-सम्पर्कित टर्मिनल (Earth Terminal)—

(1) जैसा कि नियम 58 में बताया गया है, सप्लायर उपभोक्ता के भवन में उपभोक्ता के प्रयोग के लिए एक उचित भू किया हुआ टर्मिनल (Earth Terminal) एक पहुँच योग्य स्थान पर, सप्लाई शुरू होने की जगह पर लगाने की व्यवस्था करेगा।

शर्त यह है, कि मध्यम, ऊँची या बहुत ऊँची वोल्टता संस्थापन (Installation) होने की दशा में उपभोक्ता भू-सम्पर्कन के अतिरिक्त अपनी निजी भू-सम्पर्कित प्रणाली, एक स्वतन्त्र इलैक्ट्रोड के साथ लगाने का प्रबन्ध स्वयं करेगा।

यह शर्त भी है, कि सप्लायर चाहे तो इन संस्थानों (Institutes) में जो पहले से ही उसकी प्रणाली से जुड़े हैं, राज्य सरकार के द्वारा स्वीकृत की हुई दिनांक से पहले या बाद में भू-टर्मिनल (Earth terminal) नहीं लगाएगा, यदि उसकी सन्तुष्टि हो जाती है, कि उपभोक्ता का भू-सम्पर्कन प्रबन्ध अच्छा है।

(2) उपभोक्ता इतनी सावधानी रखेगा, कि सप्लायर के भू-सम्पर्कित टर्मिनल और उसकी लीड (Lead) को किसी प्रकार की क्षति न पहुँचे।

(3) सप्लायर चाहे तो उपभोक्ता के भू-सम्पर्कित टर्मिनल (Earth terminal) लगाने का व्यय उस आधार पर वसूल कर सकता है, जो नियम 82 में उपनियम 2 में है।

नियम 34. नंगे या खुले चालकों तक पहुँच—जब किसी भवन में नंगे या खुले चालकों को लगाया गया है, तो उन चालकों का स्वामी—

1. सन्तुष्टि कर लेगा, कि उन तक किसी की पहुँच न होती हो।
2. पहुँच योग्य स्थान पर स्विच लगाएगा ताकि आवश्यकता के समय तुरन्त सभी चालकों को मृत (Dead) किया जा सके।
3. वे सब सावधानियाँ प्रयोग में लाएगा, जो निरीक्षक (Inspector) की सम्मति में आवश्यक हों।

नियम 35. खतरे का नोटिस—प्रत्येक मध्यम, उच्च और उच्चतम वोल्टता वाले संस्थापन (Installation) का स्वामी एक महत्त्वपूर्ण स्थान पर एक पक्का खतरे का नोटिस (सूचना पत्र) हिन्दी और उस जिले की स्थानीय भाषा में लगाएगा। यह उस आकृति का होगा, जो निरीक्षक स्वीकृत करे और अग्र स्थानों पर भी लगाया जाएगा—

1. प्रत्येक जनित्र (Generator), ट्रांसफार्मर और दूसरे वैद्युत प्लांट व सामान पर और यन्त्रों पर जो इन पर कन्ट्रोल करते या उनको रैग्यूलेट (Regulate) करते हैं।

(a) ऊँची और बहुत ऊँची विभागीय लाइन के प्रत्येक खम्भे पर।

(b) उच्च वोल्टता पर कार्य करने वाले ल्यूमिनस ट्यूब साइन, एक्स-रे और इसी तरह की उच्च आवृत्ति (High frequency) संस्थापन (Installation) पर। इनके साथ यह शर्त है, कि जहाँ जनित्र, मोटर, ट्रांसफार्मर या अन्य मशीनें किसी स्थान के अन्दर हैं, तो उस घेरे पर एक सूचना-पत्र (Notice) लगा देना इस नियम को पूरा करने के लिए उचित होगा।

नियम 36. वैद्युत सप्लाई लाइन (Electric Supply Line) और मशीनों को हाथ लगाना—1. किसी भी चालक या मशीन को छूने से पहले भू करके या किसी और उचित तरीके से उस चालक या मशीन में से या पास के चालक या मशीन से यदि उससे खतरा हो, तो वैद्युत काट दी जाएगी और इस बात की सावधानी रखी जाएगी कि कार्य करने वाले चालक या मशीनों में कहीं से अचानक ही वैद्युत न आ जाए।

शर्त यह है, कि यह उपनियम निम्न या मध्यम वोल्टता पर कार्य करने वाले कोम्यूटेटरों व स्लिप रिंग्स (Slip rings) की सफाई पर लागू न होगा।

2. कोई भी व्यक्ति किसी जीवित वैद्युत सप्लाई लाइन या मशीन पर कार्य नहीं करेगा और कोई व्यक्ति उस व्यक्ति की इस कार्य में सहायता नहीं करेगा, जब तक उसको इसके लिए अधिकार प्राप्त न हो और निरीक्षक (Inspector) से स्वीकृत की हुई सावधानियों का पालन न किया जा रहा हो।

3. प्रत्येक टेली कम्यूनिकेशन लाइन (Telecommunication line) पर जो कि किसी खम्भे पर लगी हो और जिस पर उच्च या उच्चतम वोल्टता की लाइन जा रही है, कार्य करने के लिए उच्च वोल्टता लाइन मानी जाएगी।

नियम 37. सवारियों व क्रेन आदि में सप्लाई—प्रत्येक वह व्यक्ति, जो ऐसी सवारी या ट्रैवलिंग क्रेन (Travelling crane) आदि का स्वामी हो, जिसमें किसी बाहरी तरीके से वैद्युत आती है, अपनी सन्तुष्टि कर लेगा, कि उसका कन्ट्रोल किसी ऐसे स्विच से होता है, कि आवश्यकता के समय एक ही बार स्विच चलाने से सारी धारा कट जाएगी यदि ऐसी सवारी या ट्रैवलिंग क्रेन धातु की पटरी पर चलती है, तो उसका स्वामी सन्तुष्टि कर लेगा, कि रेलें (Rails) वैद्युत प्रवाह के लिए लगातार आपस में जुड़ी हैं और भू (Earth) की हुई हैं।

नियम 38. पोर्टेबल और ट्रांसपोर्टेबल मशीनों के लिए केबल—(1) पोर्टेबल या ट्रांसपोर्टेबल मोटर, जेनरेटर, ट्रांसफार्मर, रैक्टीफायर, इलैक्ट्रिक ड्रिल, इलैक्ट्रिक स्प्रे, वैल्डिंग सैट या दूसरी किसी पोर्टेबल या ट्रांसपोर्टेबल मशीन में उस समय तक केबलों का प्रयोग नहीं किया जाएगा, जब तक उन केबलों पर बहुत अच्छा विद्युतरोधन (Insulation) न चढ़ा हो और टूटने-फटने से बचाने का प्रबन्ध न हो।

(2) जहाँ केबल की सुरक्षा धातु के खोल के द्वारा की जाती है, तो धातु का खोल उस मशीन के फ्रेम से जुड़ा होगा और भू किया हुआ होगा।

नियम 39. केबल (Cables) जिनकी सुरक्षा बिटूमिनस (Bituminous) पदार्थों से की गई है—1. जहाँ पर सप्लायर (Supplier) या स्वामी ऐसी वैद्युत विभागीय लाइन [शिरोपरि लाइन (Overhead lines) के अतिरिक्त] को प्रयोग में ला रहा हो, जो कि धातु के लगातार (Continuous) और भू किए हुए खोल में बन्द नहीं है, बल्कि उसके स्थान पर उसकी सुरक्षा बिटूमिनस पदार्थ से की गई हो तो—

(i) कोई पाइप या कंड्यूट आदि को जिनमें से वैद्युतीय सप्लाई लाइन को निकाला जाएगा, जब तक कि अन्य प्रबन्ध को निरीक्षक (Inspector) स्वीकार न कर ले, उस जगह अच्छी तरह सील (Seal) कर दिया जाएगा, जहाँ वह

स्ट्रीट बॉक्स (Street box) में प्रवेश करते हैं, ताकि स्ट्रीट बॉक्स में से किसी प्रकार की गैस या वायु प्रवेश या निकल न सके।

(ii) इस वैद्युत सप्लाई लाइन का समय-समय पर निरीक्षण तथा परीक्षण भी किया जायेगा, जहाँ पर पहुँच योग्य हो और ऐसे प्रत्येक निरीक्षण व परीक्षण के परिणाम का लेखा, सप्लायर या स्वामी को रखना होगा।

2. इस नियम के लागू हो जाने के बाद किसी सप्लायर (Supplier) या स्वामी को ऐसी वैद्युत सप्लाई लाइन को और अधिक समय तक प्रयोग करने की आज्ञा नहीं दी जाएगी, जो कि ऐसी चीज से सुरक्षित की गई है, जो कि अधिक गर्मी पाने पर विषैला या धमाका देने वाली गैस उत्पन्न करे।

नियम 40. स्ट्रीट बॉक्स (Street Box)—(1) स्ट्रीट बॉक्सों में गैस पाइप नहीं लगाए जाए और इसकी सावधानी रखी जाएगी, कि जहाँ तक हो सके उनके अन्दर पानी व गैस प्रवेश न होने पाए।

(2) जहाँ ऐसी वैद्युतीय सप्लाई लाइनें (Electric supply lines) जो कि विभिन्न प्रणालियों का भाग हों, एक ही स्ट्रीट बॉक्स में होकर गुजरती हैं, तो उनको इस तरह लगाया जाएगा कि प्रत्येक की अलग-अलग पहचान हो सके और स्ट्रीट बॉक्स में आने वाली सारी उच्च और उच्चतम वोल्टता वाली लाइनों को अच्छी तरह सुरक्षित किया जाएगा और सहारा दिया जाएगा ताकि निकट की वैद्युतीय सप्लाई लाइनों (Electric supply lines) से इनको या इनसे उनको हानि पहुँचने का भय न रहे।

(3) सारे स्ट्रीट बॉक्स (Street boxes) का निरीक्षण यह देखने के लिए पूर्ण रूप से किया जाएगा, कि उनमें कहीं से गैस तो नहीं आ रही है और यदि कोई गैस आती हुई या जमी हुई पाई जाए तो स्वामी तुरन्त ही उस अधिकारी (Officer) या कम्पनी को सूचना-पत्र (Notice) देगा, जिसकी गैस की लाइन निकट से जा रही है और यदि स्ट्रीट बॉक्स इतना बड़ा है, कि उसमें यन्त्र रखे जाने के बाद भी व्यक्ति उसमें आ-जा सके, तो इसका उचित प्रबन्ध किया जाएगा कि—

(i) यदि कोई गैस अचानक ही प्रवेश हो गई है, तो किसी व्यक्ति के प्रवेश करने से पूर्व पूरी तरह निकाल दी जाए।

(ii) स्पार्किंग (चिंगारी) से कोई खतरा न पैदा हो सके।

(4) उन स्ट्रीट बॉक्सों और खम्भों, जिनमें परिपथ (Circuit) या मशीन हो, का स्वामी इस बात की सन्तुष्टि करेगा, कि उनके दरवाजे या ढक्कन इस तरह के हों, कि उन्हें केवल किसी चाबी या किसी विशेष चीज की मदद से ही खोला जा सके।

नियम 41. विभिन्न वोल्टता के परिपथ (Circuits) की पहचान—प्रत्येक उस जनित्र स्टेशन (Generating station), उप-केन्द्र (Sub-station), जंक्शन या किसी खम्भे, जिसमें विभिन्न वोल्टता पर कार्य वाले परिपथ या मशीनें हों, तो स्वामी उचित चिह्न या पहचान लगाकर सन्तुष्टि कर लेगा, कि इन परिपथों (Circuits) की तुरन्त ही एक-दूसरे से अलग-अलग पहचान की जा सके।

नियम 42. आकस्मिक चार्ज (Accidental Charge)—प्रत्येक परिपथ और मशीनरी का स्वामी उनको इस प्रकार लगाएगा कि यदि उनके किसी भाग में अचानक उस वोल्टता से अधिक वोल्टता आ जाए जिसके लिए वे बनाए गए हैं, तो उनसे किसी प्रकार का खतरा उत्पन्न न हो सके।

जहाँ AC और DC परिपथ (Circuit) एक ही खम्भे पर लगाए गए हों, तो उनको इस तरह लगाया जाएगा कि वे उस समय एक-दूसरे से न मिल सकें, जब उनमें वैद्युत उपस्थित हो।

नियम 43. यन्त्रों की सुरक्षा के बार में शर्तें—(1) प्रत्येक जनित्र केन्द्र (Generating station), घिरे हुए उप-केन्द्र (Sub-station) और घिरे हुए स्विच स्टेशनों में उपयुक्त स्थान पर वैद्युत से लगी आग बुझाने के लिए आग बुझाने वाले यन्त्र अग्निशामक (Fire extinguishers) रखे जाएँगे और उनके अतिरिक्त साफ और सूखे बालू (रेत) से भरी बाल्टियाँ आग बुझाने के लिए रखी जाएँगी।

(2) प्रत्येक जनित्र केन्द्र (Generating stations), घेरे में बन्द उप-केन्द्र (Sub-station) और घेरे में बन्द स्विच स्टेशन (Switch station) में प्राथमिक चिकित्सा बॉक्स (First aid box) या अलमारियाँ रखी जाएँगी और उनमें वह सामान

होगा, जिसको रखने की आज्ञा राज्य सरकार दे। इनको ऐसी जगह रखा जाएगा, कि काम करते समय इनको आसानी से उठाया जा सके। ये सारे बॉक्स और अलमारियाँ उन वैद्युत उपकेन्द्रों और स्विच स्टेशनों में (जहाँ कोई नहीं रहता) के अतिरिक्त किसी ऐसे योग्य व्यक्ति के पास रखी जाएँगी, जिसको प्राथमिक चिकित्सा (First aid) के काम का पूर्ण अनुभव हो और काम करते समय उनमें एक व्यक्ति अवश्य उपस्थित होना चाहिए।

नियम 44. वैद्युतीय झटका खाए हुए व्यक्ति के चिकित्सा के सम्बन्ध में सावधानियाँ—(1) प्रत्येक जनित्र केन्द्र (Generating station), घेरे में बन्द स्विच स्टेशन और प्रत्येक उस उद्योग में, जिसमें वैद्युत का प्रयोग होता है और जिसकी परिभाषा फैक्ट्री एक्ट 1948 के सैक्शन 2 के क्लाज (m) में की गई है, हिन्दी, अंग्रेजी तथा जिले की स्थानीय भाषा में वैद्युत झटके से बीमार के उपचार के सम्बन्ध में सावधानियाँ सार्वजनिक स्थान पर लगानी होंगी और यह सावधानियाँ अगर निरीक्षक (Inspector) चाहे तो अन्य किसी भी जगह पर लगवा सकता है, जहाँ वैद्युत का प्रयोग होता है।

(2) उस अधिकारी (Officer) के निरीक्षण करने पर जिसे राज्य या केन्द्र सरकार इस सम्बन्ध में नियुक्त करे, सावधानियों की प्रतिलिपियाँ उस मूल्य पर जो राज्य या केन्द्रीय सरकार निश्चित करे, देनी होंगी।

(3) प्रत्येक जनित्र केन्द्र (Generation station) अहाते में घिरे हुए उप-केन्द्र (Sub-station), अहाते में घिरे स्विच स्टेशन और प्रत्येक उद्योग व मकान पर जिस पर यह नियम लागू होता है, का स्वामी इस बात की सन्तुष्टि कर लेगा कि उसके सारे कर्मचारी उपनियम (1) में लिखी सावधानियों को समझते हैं और उनको प्रयोग कर सकते हैं।

नियम 45. सावधानियाँ, जिनको उपभोक्ता, स्वामी, वैद्युत के ठेकेदारों, वैद्युतीय कर्मचारी और सप्लायर को अपनाना या करना चाहिए—कोई भी वैद्युत संस्थापन (Installation) का कार्य जिसमें सुधार बदली, मरम्मत और समंजन (Adjustment) शामिल है, अतिरिक्त साधारण कार्यों के, जैसे—बल्बों, पंखों, फ्यूजों, स्विचों और कम वोल्ट पर कार्य करने वाली घरेलू काम की चीजें, जिनमें वैद्युत संस्थापन (Electrical installation) की दक्षता या चरित्र पर प्रभाव नहीं पड़ता, स्वामी या उपभोक्ता के भवन पर या उसके द्वारा सप्लाई देने के लिए, केवल राज्य सरकार से मान्यता प्राप्त वैद्युत ठेकेदार (Licensed electric contractor) के द्वारा और राज्य सरकार से मान्यता प्राप्त या प्रमाण-पत्र (Certificate) पाए हुए व्यक्ति के निरीक्षण में किया जाएगा।

लेकिन शर्त यह भी है, कि केन्द्र सरकार (Central Government) के द्वारा या उसके कार्यों के सम्बन्ध में और खानों में तेल के क्षेत्रों और रेलों में वैद्युत लगाने का जहाँ तक सम्बन्ध है, केन्द्र सरकार और दूसरी स्थिति में राज्य सरकार गजट में सूचना निकालकर कुछ कार्यों को कुछ विशेष शर्तों के साथ इस प्रतिबन्ध में स्वतन्त्र कर सकती है, कि केवल राज्य सरकार से मान्यता प्राप्त ठेकेदार (Licensed electric contractor) से करवाए जाए।

(2) कोई भी संस्थापन (Installation) का कार्य जो उपनियम (1) का उल्लंघन करके किया गया है, किसी भी सप्लायर के काम से जोड़ा (Connect) नहीं जाएगा।

(3) उपनियम (1) की शर्तें किसी तेल के क्षेत्र, खान या रेलवे या किसी सरकार या उसके भाग पर उस दिनांक से लागू होंगी, जो केन्द्रीय या राज्य सरकार गजट में सूचना निकालकर निश्चित करे।

नियम 46. उपभोक्ता के संस्थापन (Installation) का समय-समय पर निरीक्षण व परीक्षण—

(1) (i) जहाँ किसी संस्थापन (Installation) को सप्लायर की सप्लाई प्रणाली से पहले जोड़ा जा चुका है, उस संस्थापन का निरीक्षण और परीक्षण समय-समय पर किया जाएगा और उस समय में पाँच वर्ष से अधिक का अन्तर नहीं होना चाहिए। यह निरीक्षण व परीक्षण या तो निरीक्षक करेगा या सप्लायर जैसा कि राज्य सरकार आज्ञा दे। खानों, तेल के क्षेत्रों और रेलवे के सम्बन्ध में आज्ञा केन्द्र सरकार देगी।

(ii) जबकि केन्द्र सरकार या राज्य सरकार सप्लायर को संस्थापन (Installation) का निरीक्षण व परीक्षण करने की आज्ञा दें, तो वह संस्थापन की स्थिति की सूचना निरीक्षक (Inspector) से स्वीकृत फार्म पर उपभोक्ता को देगा और उसकी प्रतिलिपि निरीक्षक के पास भेजेगा।

(2) (i) इस निरीक्षण और परीक्षण का शुल्क (Fee) केन्द्र सरकार निश्चित करेगी और उपभोक्ता को अग्रिम रूप (Advance) में देनी पड़ेगी।

(ii) यदि सूचना-पत्र (Notice) में कोई दी गई समय सीमा के भीतर उपभोक्ता शुल्क जमा नहीं करता, तो निरीक्षक (Inspector) की चेतावनी पर उसकी दी जाने वाली सप्लाई काट दी जाएगी। सप्लायर को आवश्यक होगा, कि वैद्युत काटने के एक सप्ताह पहले उपभोक्ता को अपने कार्य की सूचना पत्र द्वारा दे।

(3) उपभोक्ता प्रत्येक समय अपने संस्थापन (Installation) को खतरे से सुरक्षित दशा में रखने का उत्तरदायित्व लेगा।

वैद्युत शक्ति सप्लाई तथा ऊर्जा के प्रयोग के सम्बन्ध में कुछ सामान्य शर्तें (General Conditions Relating to Supply and Use of Energy)

नियम 47. उपभोक्ता के संस्थापन का परीक्षण (Testing of Consumer's Installation)—शक्ति सप्लाई करने का प्रार्थना-पत्र प्राप्त होने पर और सप्लाई का संयोजन देने या छः महीने बाद दोबारा सप्लाई देने से पहले सप्लायर प्रार्थना-पत्र देने वाले के संस्थापन (Installation) का निरीक्षण और परीक्षण उपभोक्ता को दी जाने वाली सप्लाई के प्रत्येक प्वाइन्ट (Point) पर करेगा। परीक्षण किए गए परिणामों का लेखा सप्लायर निरीक्षण से स्वीकृत हुए फार्म पर रखेगा।

(2) यदि इस निरीक्षण के परिणाम से सप्लायर को विश्वास हो जाता है, कि संस्थापन से खतरा पैदा हो सकता है, तो वह प्रार्थना-पत्र देने वाले को एक सूचना-पत्र (Notice) देगा और उनसे उन परिवर्तनों (Changes) को करने को कहेगा, जिनके कारण से संस्थापन सुरक्षित हो जाए। यदि सप्लायर चाहे, तो जब तक यह परिवर्तन कर दिए जाने की लिखित सूचना प्रार्थना-पत्र देने वाले से न मिल जाए, सप्लाई देने से इन्कार कर सकता है।

नियम 48. संयोजन (Connection) देने से पहले क्षरण (Leakage) न होने देने के सम्बन्ध में सावधानियाँ—

(1) सप्लायर अपने कार्य के साथ उपभोक्ता के भवन, उसके संस्थापन या मशीनरी को उस समय तक नहीं जोड़ेगा, जब तक कि उसको पूर्ण विश्वास न हो जाए कि जोड़ करते समय प्रार्थना-पत्र देने वाले को दिए जाने वाले अधिक-से-अधिक धारा के 1/5000 वें हिस्से से अधिक धारा क्षरण (Leak) नहीं करेगी।

(2) यदि उपनियम (1) की शर्तों के अनुसार सप्लायर संयोजन देने से इन्कार करता है तो वह प्रार्थना-पत्र देने वाले को लिखित सूचना देगा, जिसमें संयोजन (Connection) न देने के कारण लिखे जाएँगे।

नियम 49. उपभोक्ता के भवन पर क्षरण (Leakage)—यदि सप्लायर या निरीक्षक (Inspector) को यह विश्वास करने के कारण हों, कि उपभोक्ता प्रणाली में कहीं वैद्युत क्षरण (Leak) हो रहा है, जिससे सप्लायर या अन्य व्यक्ति को हानि पहुँच सकती है या इससे खतरा पैदा हो सकता है, तो वह उपभोक्ता को उचित सूचना देगा, कि वह उसके संस्थापन का निरीक्षण और परीक्षण करना चाहता है।

(2) यदि यह सूचना-पत्र दिए जाने के बाद—

(i) उपभोक्त अपने संस्थापन के निरीक्षण या परीक्षण के लिए उचित सुविधाएँ (facilities) नहीं देता; या

(ii) यदि उपभोक्ता के संस्थापन के 1/5000 वें भाग से अधिक क्षरण जारी है, तो यदि सप्लायर चाहे और निरीक्षक (Inspector) निर्देश दे, तो उपभोक्ता के संस्थापन (Installation) में विद्युत सप्लाई बन्द कर सकता है। मगर ऐसा करने से पहले उपभोक्ता को 24 घन्टे पहले सूचना-पत्र (Notice) देना आवश्यक होगा और पुनः सप्लाई तब तक शुरू नहीं करेगा, जब तक कि निरीक्षक (Inspector) को विश्वास न हो जाए कि क्षरण का कारण दूर कर दिया गया है।

नियम 50. उपभोक्ता की सप्लाई—सप्लायर किसी भी उपभोक्ता को उस समय तक वैद्युत शक्ति सप्लाई नहीं करेगा जब तक कि—

(i) एक उचित लिंक्ड स्विच (Linked switch) या सर्किट ब्रेकर, जो कि आवश्यकता के अनुसार क्षमता का हो और धारा को भेजने व काटने के योग्य हो, सप्लाई शुरू करने के प्वाइन्ट के पास लेकिन उसके बाद जैसा कि नियम 58

(3) प्रत्येक निरीक्षण व परीक्षण का व्यय चाहे वह किसी को भी वहन करने पड़े, राज्य या केन्द्र सरकार से स्वीकृति दर के अनुसार लगाया जाएगा।

नियम 54. उपभोक्ता को दी जाने वाली सप्लाई की वोल्टता की घोषणा—उपभोक्ता की लिखित सम्मति या केन्द्र सरकार की पिछली स्वीकृति के बिना सप्लायर सप्लाई शुरू होने के प्वाइन्ट (Point) पर जैसा कि नियम 58 में बताया गया है, कि निम्न या मध्यम वोल्टता होने के कारण 5 प्रतिशत से तथा उच्च या उच्चतम वोल्टता के कारण $12\frac{1}{2}$ प्रतिशत से अधिक बढ़ने या घटने नहीं देगा।

नियम 55. उपभोक्ता को दी जाने वाली सप्लाई की आवृत्ति (Frequency) की घोषणा—उपभोक्ता की लिखित सम्मति का राज्य सरकार की पूर्व स्वीकृति के बिना कोई भी सप्लायर प्रत्यावर्ती धारा (AC) की आवृत्ति घोषणा की गई आवृत्ति से 3 प्रतिशत से अधिक या कम नहीं होने देगा।

नियम 56. मीटरों व कट-आउटों (Cut-outs) को सील (Seal) करना—सप्लायर किसी कट-आउट, मीटर, अधिकतम माँग संकेतक (Maximum demand indicator) या यन्त्रों पर जो कि उपभोक्ता के भवन पर लगे हों, खण्ड 26 के अधीन एक या एक से अधिक सीलें (Seals) लगा सकता है और उन्हें सप्लायर के अतिरिक्त किसी और व्यक्ति को तोड़ने का अधिकार नहीं होगा।

(2) उपभोक्ता हर सम्भव इस बात की कोशिश करेगा, कि सीलें सप्लायर के अतिरिक्त और कोई व्यक्ति न तोड़ने पाए।

(3) शब्द 'सप्लायर' में राज्य सरकार को भी इस नियम के अन्तर्गत शामिल समझा जाएगा, जबकि कोई मोटर अधिकतम माँग संकेतक (Maximum demand indicator) या दूसरे यन्त्र उपभोक्ता के भवन पर राज्य सरकार लगवाए।

नियम 57. उपभोक्ता के भवन पर मीटर (Meter), अधिकतम माँग संकेतक (Maximum Demand Indicators) व अन्य यन्त्र—(1) खण्ड 26 के अनुसार उपभोक्ता के भवन पर लगा हुआ कोई भी मीटर, अधिकतम माँग संकेतक या दूसरे यन्त्र उचित क्षमता के होंगे और इनको सही माना जाएगा, यदि पूरे लोड से 1/10 अधिक लोड (Load) पर उनमें त्रुटि 3 प्रतिशत से अधिक न हो।

(2) कोई मीटर ऐसा नहीं होगा, कि उस समय भी चलता रहे, जबकि उस पर कोई भी लोड न हो।

(3) पॉवर (Power) की सप्लाई के सम्बन्ध में प्रयोग किए जाने वाले मीटरों की परीक्षा, परीक्षण और नियमित (Regulation) करने के लिए वे आवश्यक यन्त्र जिनको निरीक्षक (Inspector) स्वीकृत करे, हर सप्लायर को प्रदान करने और अच्छी स्थिति में रखने होंगे।

शर्त यह है, कि सप्लायर चाहे तो निरीक्षक (Inspector) की स्वीकृति से या निरीक्षक चाहे तो दूसरे सप्लायर की हिस्सेदारी में उपरोक्त कार्यों के लिए यन्त्र रख सकता है।

(4) प्रत्येक सप्लायर, उपभोक्ता के भवन के उप-विद्युत मीटरों (Sub-meter), अधिकतम माँग संकेतक (Maximum demand indicator) तथा दूसरे यन्त्रों को लगाने से पहले निरीक्षण व परीक्षण करेगा और कुछ समय बाद फिर उनका परीक्षण किया जाएगा, जिसका राज्य सरकार निर्देश करे।

(5) प्रत्येक सप्लायर निरीक्षक (Inspector) या उसके अधीन व्यक्ति के देखने के लिए विद्युत मीटर (Meters) का एक रजिस्टर रखेगा, जिसमें मोटर को परीक्षण करने की अन्तिम तिथि, परीक्षण के समय क्या त्रुटि निकली, ठीक करने के पश्चात् वह कितना सही है और अंतिम परीक्षण करने के बाद कहाँ तक सही बताता है, विद्युत मीटर कब लगाया गया, कब हटाया गया और कब पुनः लगाया आदि लिखा जाएगा।

नियम 58. सप्लाई शुरू होने का स्थान—उपभोक्ता की पॉवर सप्लाई के शुरू होने का स्थान (Point), वह स्थान माना जायगा जहाँ पर विभागीय लाइन (Service line) भूसम्पर्कित या भूसम्पर्कित न्यूट्रल चालक या कन्सैंट्रिक केबल के बाहरी भूसम्पर्कित चालकों को छोड़कर प्रत्येक चालक में सप्लायर के लगाए हुए कट-आउट (Cut-out) के टर्मिनल बाहर निकले हुए हों।

नियम 59. सप्लाई फेल हो जाने के विरुद्ध सावधानियाँ फेल होने का सूचना-पत्र (Notice)—(1) वैद्युत सप्लाई लाइनों को सप्लाई के पूरे क्षेत्र में इस तरह लगाया जाएगा कि वे खण्डों में विभाजित रहें और उसमें कट-आउट (Cut-out) व परिपथ भंग युक्ति (Circuit breaker) आदि इस तरह लगाए जाएँगे कि जब कभी सप्लाई फेल हो, तो उसका प्रभाव कम-से-कम खण्ड या भाग पर पड़े।

(2) सप्लायर हर सम्भव सावधानी रखेगा, कि सप्लाई से कभी अचानक खराबी न होने पाए और उनको समय बढ़ाते समय, बदलते समय या मरम्मत करते समय, जनता को या किसी कार्य करने वाली को किसी प्रकार का खतरा पहुँचने का अन्देशा न रहे।

(3) सप्लायर (Supplier) इस प्रकार से विद्युत फेल हो जाने की सूचना निरीक्षक (Inspector) को देगा, जिसका वह समय-समय पर निर्देश दें और वह फेल होने या फेल होने की सूचना मिलने के बाद पहली डाक से उस फार्म पर और उन सूचनाओं के साथ भेजी जाएगी, जिनका निरीक्षक समय-समय पर निर्देश करे।

(4) अण्डरटेकिंग (Undertaking) को अच्छी तरह चलाने के सम्बन्ध में या परीक्षण करने के उद्देश्य से सप्लायर जब चाहे विद्युत सप्लाई बन्द कर सकता है, लेकिन ऐसा करने से पहले उसे उन उपभोक्ताओं को कम-से-कम 24 घंटे पहले सूचना देनी होगी और (असाधारण परिस्थितियों के अतिरिक्त) निरीक्षक को सलाह में जिन पर इनका प्रभाव पड़ता हो और भी उपभोक्ता आपत्ति करे तो विद्युत सप्लाई (बहुत आवश्यक कार्यों के अतिरिक्त) बन्द नहीं की जा सकती, बिना निरीक्षक (Isnspector) की आज्ञा और शर्तों के साथ जो वह लगाए।

निम्न और मध्यम वोल्टता की विद्युत सप्लाई लाइन प्रणाली और यन्त्र (Electric Supply Line, System and Apparatus for Low and Medium Voltage)

नियम 60. विद्युतरोधन प्रतिरोध परीक्षण (Insulation Resistance Test)—(1) जहाँ निम्न या मध्यम वोल्टता पर कार्य करने वाली विद्युत सप्लाई लाइन को किसी प्रणाली से मरम्मत, परिवर्तन या बदलने के लिए काट दिया गया हो, तो उसको उस समय तक प्रणाली से जोड़ा नहीं जाएगा जब तक कि उपभोक्ता या स्वामी नियम 48 में बताए गए परीक्षण करके न देख ले।

(2) जब तक कि निरीक्षक किसी विशेष स्थिति में इनके विरुद्ध आज्ञा न दे, उपनियम (1) की शर्तें शिरोपरि लाइन (Overhead lines) पर, शिरोपरि वैद्युत-रोधित केबल (Overhead insulated cable) को छोड़कर लागू नहीं होंगी।

नियम 61. भूमि या भू से संयोजन (Earth Connections)—निम्न वोल्टता जो कि 125 वोल्ट से अधिक न हो और मध्यम वोल्टता की प्रणालियों को भूमि से संयोजन करने के बारे में निम्नलिखित शर्तें लागू होंगी—

(i) तीन फेज चार तार प्रणाली (Three phase-4 wire system) का न्यूट्रल चालक और तीन तार दो फेज प्रणाली (Three wire two phase system) के मध्यम चालक को कम-से-कम दो जगह भूमि से जोड़ करके जनित्र केन्द्र (Generating station) व उप-वैद्युत केन्द्र (Substation) दोनों स्थानों पर भू (Earth) किया जाएगा। इसको डिस्ट्रीब्यूशन प्रणाली में या विभागीय लाइन में या एक से अधिक स्थान पर भू से जोड़कर भू किया जाएगा और उपभोक्ता भवन पर अतिरिक्त भू (Earth) किया जा सकता है।

(ii) यदि प्रणाली ऐसी है, जिसमें वैद्युत सप्लाई लाइनों में कन्सैंट्रिक केबल लगी हैं, तो केबलों का बाहरी चालक, भू से दो स्थानों पर अलग-अलग जोड़कर भू (Earth) किया जाएगा।

(iii) भू (Earth) से किए गए जोड़ों में लिंक (Link) सम्मिलित हो सकता है, जिसकी सहायता से जोड़ (Connection) में अस्थायी बाधा डालकर परीक्षण किया जा सके या त्रुटि का पता लगाया जा सके।

(iv) दिष्ट धारा तीन तार प्रणाली (Direct current three wire system) में मध्यम चालक को केवल जनित्र केन्द्र (Generation stations) पर भू (Earth) किया जाएगा और इस मध्यम चालक से भूमि में जाने वाली धारा रिकार्डिंग ऐमीटर (Recording ammeter) की सहायता से बराबर रिकार्ड की जाती रहेगी और किसी समय

अधिकतम सप्लाई धारा के 1/1000 वे भाग से अधिक बढ़ती है तो प्रणाली का विद्युतरोधन (Insulation) ठीक कराने का प्रबन्ध तुरन्त किया जाएगा।

(a) जहां मध्यम चालक को परिपथ भंगयुक्ति (Circuit breaker) की सहायता से भू (Earth) किया गया है और प्रतिरोध समान्तर मे लगाया गया है, तो प्रतिरोध 10 ओह्म से अधिक नही बढ़ना चाहिए। यदि इसके विपरीत है, तो परिपथ भंग युक्ति (Circuit breaker) खोलकर प्रणाली का विद्युतरोधन सुधारने का प्रबन्ध तुरन्त किया जाएगा और जितनी जल्दी हो सके, परिपथ भंग युक्ति अपने स्थान पर लगा दी जाएगी।

(b) यदि प्रणाली मे भू-दोष (Earth fault) हो जाए और जब तक उस भू-दोष को दूर नही किया जाए, तब तक प्रतिरोध केवल ऐमीटर की सुरक्षा के लिए प्रयोग किया जाएगा। भू-दोष का पता लगाने और उसे दूर करने का कार्य शीघ्र किया जाएगा।

(v) प्रत्यावर्ती धारा (AC) प्रणाली होने की दशा मे भू के जोड़ में कोई भी प्रतिबाधा (Impedence) [अतिरिक्त उसके जिसका प्रयोग केवल स्विच गियर या यन्त्रों को चलाने मे होता है] कट-आउट या परिपथ भंग युक्ति (Circuit breaker) नही लगायी जाएगी और यह देखने के लिए कि भू से किए गए कनैक्शन में होकर भूमि में जो धारा बह रही है, वह साधारण है या नही, किए गए हर परीक्षण का लेखा प्रत्येक सप्लायर को रखना पड़ेगा।

(vi) कोई भी व्यक्ति भू (Earth) से संयोजन (Connection) करने के लिए किसी दूसरे व्यक्ति की पानी की पाइप लाइन के बिना उसके स्वामी और निरीक्षक (Inspector) की स्वीकृति से संयोजन नहीं करेगा।

(vii) प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली (AC voltage system) जो कि उपरोक्त विधि से भू से जोड़े जा चुके हैं, उनको एक-दूसरे से भी वैद्युत तौर पर जोड़ा जा सकता है।

लेकिन इसके साथ शर्त यह भी है, कि यदि सम्बन्धित विद्युत सप्लाई लाइन किसी धातु (Metal) के खोल (Cover) या कवर से ढकी है, तो भू (Earth) के संयोजन को उसके साथ जोड़ा जाएगा।

(2) प्रत्येक जनित्र स्थिर मोटर (Stationary motor) और जहाँ तक हो सके पोर्टेबल मोटर के धातु फ्रेम और सभी ट्रांसफार्मरों एवं दूसरे उन यन्त्रों, जिनका प्रयोग शक्ति (Power) को रैग्यूलेट करने या कन्ट्रोल करने में होता है, धातु के पुर्जे (उनको छोड़कर जो चालक का काम करें) और सभी मध्यम वोल्टता की शक्ति से चलने वाले यन्त्रों को, उनका स्वामी भू (Earth) से कम-से-कम दो जगह अलग-अलग संयोजन (Connection) करके भू करेगा।

(3) सभी धातु के केसिंग और धातु के खोल, जिनके अन्दर या जिनकी सुरक्षा में वैद्युत सप्लाई लाइन या यन्त्र हो, भू (Earth) से जोड़े जाएँगे तथा सभी जंक्शन बॉक्स व खुले स्थानों को आर-पार करते हुए इस तरह जोड़ा और संयोजित किया जाये, कि उनकी पूरी लम्बाई में विद्युत और यान्त्रिक का सम्बन्ध अच्छा बना रहे।

इसके साथ यह शर्त भी है, कि जहाँ सप्लाई निम्न वोल्टता (Low voltage) की है। यह उपनियम दीवारों पर अलग लगी ट्यूबों (Tubes) व ब्रैक्टों पर इलेक्ट्रोलायर्स (Electroliers), स्विचों, पंखों, रैगुलेटरों (Regulators) के ढक्कनों और भू फिटिंग, (पोर्टेबल हाथ का लैंप और पोर्टेबल व ट्रांसपोर्टेबल मशीन को छोड़कर) पर लागू नहीं होगा, यदि उन पर भू (Earth) का टर्मिनल लगा दिया जाए। जहाँ सप्लाई निम्न वोल्टता की हो और जहाँ वैद्युत वायरिंग नई हो या नए से उसे ठीक करना हो, तो सभी प्लग सॉकिट (Pluge socket) तीन पिन वाले होंगे और तीसरा पिन स्थायी तौर पर भू किया जाएगा।

नये संस्थानों की दिशा में यह उपनियम तुरन्त लागू हो जाएगा और जहाँ संस्थापन पहले से ही नंगे या खुले हुए हैं, वहाँ उनकी पाबन्दी उनके लागू होने के दो वर्ष के अन्दर कर दी जाएगी।

(4) वैद्युत सप्लाई लाइन या मशीनों में वैद्युत शक्ति पहुँचाने से पहले उनकी भूसम्पर्कन (Earthing) प्रणाली का परीक्षण करके विद्युत प्रतिरोध देख लिया जाएगा ताकि भूसम्पर्कन अधिक अच्छा रखा जा सके।

(5) सप्लायर के अधीन ऊपर लिखी भूसम्पर्कन प्रणाली (Earthing system) का प्रतिरोध नापने के लिए प्रत्येक दो वर्ष में कम-से-कम एक शुष्क मौसम के दिन से परीक्षण किया जाना चाहिए।

(6) हर परीक्षण का या उसमें निकले परिणाम का रिकार्ड सप्लायर परीक्षण करने की तिथि से कम-से-कम दो वर्ष बाद तक रखेगा और निरीक्षक (Inspector) के माँगने पर उसको दिखाएगा।

नियम 62. **मध्यम वोल्टता (Medium voltage) की प्रणाली**—जहाँ मध्यम वोल्टता सप्लाई प्रणाली कार्य कर रही है वहाँ भू (Earth) और उस प्रणाली के चालक के बीच वोल्टता, सामान्य परिस्थितियों में निम्न वोल्टता (Low voltage) से अधिक नहीं होनी चाहिए।

उच्च तथा उच्चतम वोल्टता की वैद्युत सप्लाई लाइन, प्रणाली और यन्त्र
(Electric Supply Lines System and Apparatus for High and Extra High Voltage)

नियम 63. **निरीक्षण की स्वीकृति** (Approval of Inspection)—(1) किसी व्यक्ति को उच्च या उच्चतम वोल्टता की शक्ति सप्लाई देने की आज्ञा प्राप्त करने के लिए प्रार्थनापत्र देने से पूर्व सप्लायर (Supplier) पूर्ण रूप से सन्तुष्टि कर लेगा कि उसकी उच्च या उच्चतम या वोल्टता, सप्लाई करने वाली लाइन और मशीनें ठीक स्थान पर लगा दी गई हैं। उनके संयोजन ठीक हैं और वे हर स्थिति में ठीक एवं पूर्ण तथा उनका निरीक्षण कर लिया गया है। सप्लायर वैद्युत लाइन को उस समय तक चालू नहीं करेगा, जब तक निरीक्षक को सन्तोष न हो जाए कि नियम 65 से 69 तक की शर्तों की पाबन्दी पूर्ण रूप से की गई है तथा इसका निरीक्षक आदेश न दे दे।

(1) प्रत्येक उच्च या उच्चमम संस्थापन का स्वामी अपने संस्थापन या उसमें की जाने वाली बढ़ोत्तरी (शिरोपरि लाइन को छोड़कर) को परीक्षण करके सन्तोष कर लेगा, कि नियम 65 के उपनियम (1) में बताए गए परीक्षण वोल्ट को सह सकता है और उन परीक्षणों के परिणामों का लेखा रखकर निरीक्षक को भेजेगा।

लेकिन शर्त यह है, कि निरीक्षक यदि चाहे, तो इन परीक्षणों को करने का निर्देशन दे सकता है, जो वह उचित समझे किसी विशेष यन्त्र या मशीन के स्थान पर इस नियम के अधीन आवश्यक परीक्षण करवाने के उनको तैयार करने वाली संस्था (Company) के प्रमाणित परीक्षणों को ही स्वीकृत कर सकता है।

(2) किसी उच्च या उच्चतम वोल्टता संस्थापन का स्वामी जो अपने संस्थापन में कोई बढ़ोत्तरी या फेर-बदल करता है, तो उस मशीन या विद्युत सप्लाई लाइन को जिसमें फेर-बदल या बढ़ोत्तरी की गई है, वह (स्वामी) उस समय तक सप्लाई से नहीं जोड़ेगा जब तक कि निरीक्षक इस पर बढ़ोत्तरी या रद्दो-बदल की लिखित स्वीकृति न दे दे।

नियम 64. **उच्च या उच्चतम वोल्टता की शक्ति का प्रयोग** (Use of light power and extra high power)—

(1) निरीक्षक किसी सप्लायर को उच्च या उच्चतम वोल्टता की शक्ति, किसी उपभोक्ता को देने की आज्ञा उस समय तक नहीं दे सकता है, जब तक कि निम्न शर्तें पूरी न हो जाए—

(i) वे सारे चालक व यन्त्र, जिसमें उच्च या उच्चतम वोल्टता पर कार्य करना है, ऐसे सुरक्षित स्थान पर लगे हों जहाँ केवल अधिकृत (Authorized) व्यक्ति ही पहुँच सकते हों और उन चालकों या यन्त्रों को चलाने का कार्य किसी अधिकृत व्यक्ति के अधीन होता हो।

(ii) उपभोक्ता एक ऐसा अलग कमरा या भवन या ताला डालने और स्थान या वर्षा या आग से सुरक्षित डिजाइन का किसी उचित जगह पर भवन या कमरा बनवाने का प्रबन्ध करें जिसमें सप्लायर किसी भी समय उच्च या उच्चतम वोल्टता की मशीन, वोल्टता के यन्त्रों व नापने के वैद्युत मापक यन्त्र (Meter) आदि को रखने या देखने के लिए आ सके या जहाँ अलग भवन या कमरे का प्रबन्ध करना सम्भव नहीं है, उपभोक्ता ने अपने यन्त्रों को सप्लायर (Supplier) के यन्त्रों से अलग रखने का प्रबन्ध कर लिया हो।

लेकिन इसके साथ शर्त यह है, कि यदि निरीक्षक आवश्यक समझे, तो यह अलगाव, अग्निरोधी (Fire proof) दीवार के द्वारा करनी होगी।

और इसके साथ शर्त यह भी है, कि यदि संस्थापन खुले स्थान में है, तो उपभोक्ता अपने यन्त्रों को सप्लायर (Supplier) के यन्त्रों से इस प्रकार अलग करेगा, जिससे निरीक्षक की पूर्ण सन्तुष्टि हो जाए।

(iv) क्वेन्चड अन्तर (Quenched gap) या खुला अन्तर (Open gap) प्रारूपी मशीनों के निम्न आवृत्ति (Low frequency) पर कार्य करने वाले भाग इस प्रकार वैद्युतरोधी किए जाएँगे या घेरे में बन्द किए जाएँगे कि कार्य करते समय कोई उनको छू न सके। उच्च आवृत्ति वाले परिपथ (High frequency circuit) जो उच्च आवृत्ति धारा (High frequency current) को सामान्य चिकित्सा कार्यों के लिए पहुँचा रहे हों, उस पर शर्त लागू नहीं होती है।

(v) सभी प्रकार की एक्स-रे जनित्रों (Generators) में जिनमें धारित्र (Capacitors) लगे हों, में ऐसे यन्त्र लगाए जाएँगे कि धारित्रों (Capacitors) को व्यक्ति विसर्जन (Discharge) कर सके।

(vi) सैल्फ कन्टेन्ड यूनिटो (Self contained units) के अतिरिक्त सभी 200 शिखर किलोवोल्ट (200 peak kV) या अधिक से एक्स-रे जनित्रों (Generators) में उच्च वोल्टता प्रणाली में एक गोलीय अन्तर (Sphere gap) लगाया जाएगा और उसे इस तरह सन्तुलित (Balanced) किया जाएगा कि अधिक वोल्टता हिल्लोल आ जाने पर यह उसे काट दे।

(3) (i) ट्यूब स्टैण्ड (Tube stand) प्रतिदीप्तिदर्शी (Fluoroscope) या दूसरे प्वाइंट के उन भागों को जिनका धारा पहुँचाने से कोई सम्बन्ध नहीं है, अच्छी प्रकार विद्युतरोधीत (Insulated) किया जाएगा और जब तक कि उनको आघात-सह (Shock-proof) न कर दिया जाए, उच्च वोल्टता वाले भागों से कार्य लेने के लिए उनके पास वैद्युतरोधीत फर्श (Insulated proof), चटाइयाँ (Mats) या चूबतरों (Platforms) का प्रबन्ध करना होगा।

(ii) जहाँ चिकित्सा मे कार्य आने वाली शन्ट तरंग मोटर (Shunt wave machines) प्रयोग में लाई जा रही हों, वहाँ निरीक्षण करने की कुर्सियाँ एवं चिकित्सा की मेजें पूर्ण रूप से अधातु (Non-metallic) की होंगी।

(4) किसी भी एक्स-रे संस्थापन या उससे सम्बन्धित उच्च आवृत्ति वाली मशीनों (High frequency machines) का स्वामी इनको उस समय तक प्रयोग नहीं करेगा, जब तक कि वह ऐसा करने के अपने इरादे की सूचना निरीक्षक (Inspector) को कम-से-कम 14 दिन पहले न दे दे।

परन्तु पहले वर्णन किया गया नोटिस/सूचना-पत्र उस अवस्था में आवश्यक नहीं होगा, जबकि आघातरोधी (Shock proof) पोर्टेबल एक्स-रे (X-ray) और उच्च आवृत्ति की मशीनें हों, जिनका निरीक्षण उनका प्रयोग आरम्भ करने से पहले और उसके बाद समय-समय पर किया जाता रहा हो।

शिरोपरि लाइन (Overhead Line)

नियम 74. पदार्थ एवं दृढ़ता (Material and Strength)—(1) नियम 86 के उपनियम (1) में वर्णन किए गए अतिरिक्त शिरोपरि लाइन (Overhead line) के सारे चालकों के टूटने की सामर्थ्य शक्ति (Breaking strength) 317·5 किग्रा (700 पौण्ड) से कम नहीं होनी चाहिए।

(2) जहाँ निम्न वोल्टता की लाइन हो और पाट (Span) 15·24 मीटर (50 फुट) से कम है और शिरोपरि लाइन स्वामी या उपभोक्ता के भवन पर है, तो ऐसे चालक भी प्रयोग में लाए जा सकते हैं, जिनकी वास्तविक टूटने की सामर्थ्य/शक्ति (Breaking strength) 136·08 kg (300 पौण्ड) से कम न हो।

नियम 75. जोड़ (Joints)—शिरोपरि लाइनों में जोड़ यान्त्रिकी (Mechanically) एवं वैद्युत की दृष्टि से काफी दृढ़ होंगे। जोड़ की दृढ़ता चालक की सामर्थ्य या दृढ़ता से 95 प्रतिशत से कम नहीं होगी तथा वैद्युत चालकता (Electrical conductivity) चालक से कम नहीं होगी।

नियम 76. अधिकतम प्रतिबल : अभयांक (Maximum Stresses : Safety Factor)—(2) (i) प्रत्येक शिरोपरि लाइन का स्वामी यह सन्तुष्टि कर लेगा, कि उसमें सुरक्षा कम-से-कम निम्नलिखित अभयांक (Safety factor) की है। क्रिप्लिंग भार (Crippling load) पर बने हुए खम्भों में भी न्यूनतम अभयांक (Safety factor) निम्नलिखित होंगे—

(i) धातु से बने खम्भों में	2·0
(ii) मशीनों से बने कंक्रीट के खम्भों में	0·5
(iii) हाथ के ढले हुए कंक्रीट के खम्भों में	3·0
(iv) लकड़ी के खम्भों में	3·5

स्वामी इस बात की सन्तुष्टि कर लेगा, कि खम्भों की दृढ़ता लाइन की ओर इस दृढ़ता की 1/4 से कम नहीं है, जितनी लाइन को पार (Cross) करती हुई दिशा में होनी चाहिए।

इसके अतिरिक्त एक शर्त यह भी है कि जालीदार (Latticed) या और कोई मिश्रित ढाँचा (Compound structure) होने पर उस टूटे हुए तारों की स्थिति में जो कि इसके अन्तर्गत राज्य सरकार बताए, अभयांक 1·5 से कम न होगा।

(i) टेक तार (Stay wire), गार्ड तार (Guard wire) और बियरर तार (Bearer wire) का न्यूनतम अभयांक 2·5 होगा जो कि तार की अन्तिम तनाव सामर्थ्य (Tensile strength) पर निर्भर होगा।

(ii) चालकों में न्यूनतम अभयांग (Safety factor) 2 होगा जो उनकी अन्तिम तनाव सामर्थ्य पर निर्भर करेगा। इसके अतिरिक्त 32°C पर चालक का तनाव बिना बाहरी लोड (Load) के तथा चालकों की अंतिम तनाव सामर्थ्य के निम्नलिखित प्रतिशत से अधिक न होगा।

प्राथमिक बिना भार तनाव (Initial unloaded tension) : 35 प्रतिशत

अन्तिम बिना भार तनाव (Final unloaded tension) : 25 प्रतिशत

इसके साथ शर्त यह है, कि उन चालकों पर जिनका अनुप्रस्थ काट (Cross section), सामान्य तथा तिकोने आकार का हो जैसे कि तीन तारों के बने चालक 35°C पर बिना भार तनाव (Unloaded tension), उस चालक की अन्तिम तनाव सामर्थ्य के 30 प्रतिशत से अधिक नहीं बढ़ेगा।

(2) उपनियम (1) में बताए गए अभयांक (Safety Factors) का हिसाब लगाने के लिए।

(i) अधिकतम हवा का दबाव वह होगा, जो राज्य सरकार प्रत्येक केस (Case) में बताए।

(ii) बेलनाकार ढाँचे (Cylindrical bodies) की स्थिति में प्रभावी क्षेत्र (Effective area) उसका दो-तिहाई माना जाएगा, जितना भाग हवा के दबाव के लिए खुला हुआ हो।

(iii) जालीदार ढाँचे (Latticed) स्टील या दूसरे मिश्रित ढाँचों (Compound structures) की दशा में प्रतिवात सतह के मैम्बरों (Lee-side members) पर हवा के दाब की तरफ के मैम्बरों पर हवा के दाब का आधा भार माना जाएगा और अभयांक का हिसाब आड़ (Struts) पर क्रिपलिंग भार (Cripling load) और तनाव मैम्बरों (Tension members) की सीमित लचक (Elastic limit) के आधार पर लगाया जाएगा।

(iv) न्यूनतम व अधिकतम तापमान की डिग्री वह होगी, जो राज्य सरकार निश्चित करे।

(3) उपनियम (1) व (2) की किसी शर्त का पालन न करते हुए उन स्थानों में जहाँ शिरोपरि लाइनों (Overhead line) पर बर्फ जम सकता है, वहाँ राज्य सरकार की लिखित आज्ञा के द्वारा अभयांक (Safety factor) का हिसाब लगाने के लिये भार (load) की शर्तें तय की जा सकती हैं।

नियम 77. सबसे नीचे के चालकों की भूमितल से ऊँचाई (Clearance Above Ground of the Lowest Conductor)—(1) शिरोपरि विभागीय लाइन जो कि सड़क को पार करती हुई लगाई जाए, के किसी भी चालक का कोई भी भाग भूमि तल से निम्नलिखित ऊँचाई से कम पर न होगा।

(i) निम्न व मध्यम वोल्टता लाइनों के लिए	:	5·791 मीटर [19 फुट]
(ii) ऊँची वोल्टता लाइन के लिए	:	6·096 मीटर [20 फुट]

(2) शिरोपरि लाइन व विभागीय लाइन जो कि सड़कों के किनारे लगाई जाएँ, उनका कोई चालक या उसका भाग भूमितल से निम्नलिखित ऊँचाई से कम ऊँचाई पर नहीं होगा—