पॉलिटेक्निक
Board of Technical Education

विद्या
न्यूपैटर्न

QUESTION BANK
सर्वश्रेष्ठ परीक्षा मार्गदर्शक

NATIONAL AWARD
Winner

नए परीक्षा प्रारूप पर आधारित बहुविकल्पीय प्रश्नों (MCQ) सहित

Electrical Engg.
Semester-V

Elective Subject

वैद्युत कर्षण
Electric Traction

विगत 10 वर्षों के परीक्षा प्रश्नों का अध्यायवार समावेश

स्वमूल्यांकन हेतु मॉडल प्रश्न-पत्र

NSQF के अनुसार

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

Contents

1. वैद्युत कर्षण (Electric Traction) ... 5
2. वैद्युत कर्षण चालन (Electric Traction Drives) ... 14
3. वैद्युत कर्षण की शक्ति आपूर्ति (Power Supply of Electric Traction) ... 39
4. कर्षण का बल विज्ञान (Mechanics of Traction) ... 55
5. दिष्टकरण उपकरण (Rectification Equipments) ... 72
6. शिरोपरि प्रणाली (Overhead System) ... 82
7. रेल-पथ परिपथ (Track Circuits) ... 93
8. सुपरवाइजरी रिमोट कन्ट्रोल (Supervisory Remote Control) ... 106
9. पटरी तथा वापसी पथ (Rail and Return Path) ... 111

- मॉडल प्रश्न-पत्र (Model Question Paper) ... 120

AKC TECHNICAL CLASSES

Scanned with CamScanner

1 वैद्युत कर्षण
Electric Traction

खण्ड 'अ' : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQ)

प्रश्न 1. एक आदर्श संकर्षण प्रणाली के लिए वांछित अभिलक्षण निम्न में से है/हैं—
(a) दक्षता उच्च होनी चाहिए।
(b) पटरियों की घिसावट कम होनी चाहिए।
(c) अचानक आने वाले अस्थायी भार को सह सकने में सक्षम होनी चाहिए।
(d) उपरोक्त सभी

उत्तर (d) उपरोक्त सभी

प्रश्न 2. निम्नलिखित में से कौन-सा कर्षण के अन्य तरीकों पर विद्युत कर्षण का लाभ है?
(a) तीव्रतर त्वरण (b) प्रदूषण की कोई समस्या नहीं
(c) बेहतर ब्रेकिंग क्रिया (d) ये सभी

उत्तर (a) तीव्रतर त्वरण

प्रश्न 3. सिंगल फेज ए०सी० प्रणाली के लिए निम्न में से वोल्टेज है—
(a) 22 V (b) 440 V (c) 5 kV (d) 15 kV

उत्तर (a) 22 V

प्रश्न 4. भाप रेल इंजन का त्वरण कितने किमी/घण्टा/सेकण्ड की परास में सीमित होता है?
(a) 0.2 – 0.4 (b) 0.4 – 0.6 (c) 0.6 – 0.8 (d) 0.8 – 1.0

उत्तर (c) 0.6 – 0.8

प्रश्न 5. आन्तरिक दहन इंजन की दक्षता भाप रेल इंजन की अपेक्षा कितने प्रतिशत अधिक है?
(a) 5% (b) 10% (c) 15% (d) 25%

उत्तर (d) 25%

प्रश्न 6. विद्युत संकर्षण की मुख्य कितनी प्रणालियाँ अपनायी जाती है?
(a) तीन (b) चार (c) पाँच (d) छः

उत्तर (c) पाँच

प्रश्न 7. इस प्रणाली द्वारा ट्रेन को चलाने के लिए दिष्ट धारा श्रेणी एवं कम्पाउण्ड मोटरों का प्रयोग किया जाता है—
(a) दिष्ट धारा प्रणाली (b) एक-फेजी निम्न आवृत्ति प्रणाली
(c) सम्मिश्र प्रणाली (d) एक-फेजी उच्च आवृत्ति प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली

उत्तर (a) दिष्ट धारा प्रणाली

प्रश्न 8. इस प्रणाली में एक-फेजी श्रेणी मोटर को 25 से $16\frac{1}{3}$ साइकल/सेकण्ड निम्न आवृत्ति की प्रत्यावर्ती धारा प्रयुक्त की जाती है—
(a) दिष्ट धारा प्रणाली (b) एक-फेजी निम्न आवृत्ति प्रणाली
(c) त्रिफेजी प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली (d) सम्मिश्र प्रणाली

उत्तर (b) एक-फेजी निम्न आवृत्ति प्रणाली

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

प्रश्न 9. डीजल इंजन की अधिभार क्षमता आमतौर पर कितने प्रतिशत तक सीमित होती है?

(a) 2% (b) 10% (c) 20% (d) 40%

उत्तर (a) 2%

प्रश्न 10. स्टीम लोकोमोटिव में विद्युत शक्ति निम्न में से किसके द्वारा प्रदान की जाती है?

(a) शिरोपरि तार (b) बैटरी सिस्टम

(c) छोटा टर्बो-जेनरेटर (d) डीजल इंजन जेनरेटर

उत्तर (c) छोटा टर्बो-जेनरेटर

प्रश्न 11. स्टीम इंजन की स्थिति में भाप का दबाव होता है—

(a) 1–4 kgf/cm^2 (b) 5–8 kgf/cm^2

(c) 10–15 kgf/cm^2 (d) 25–35 kgf/cm^2

उत्तर (c) 10–15 kgf/cm^2

प्रश्न 12. डीजल इंजनों के लिए अश्वशक्ति की सीमा होती है—

(a) 50 से 200 (b) 500 से 1000

(c) 1500 से 2500 (d) 3000 से 5000

उत्तर (c) 1500 से 2500

प्रश्न 13. इंजन की गति निम्न में से किसके द्वारा नियंत्रित होती है?

(a) गतिपालक पहिया (b) गियर बॉक्स

(c) ब्रेक को लगाकर (d) इंजन में भाप के प्रवाह को विनियमित करना

उत्तर (d) इंजन में भाप के प्रवाह को विनियमित करना

प्रश्न 14. भारत में डीजल इंजन कहाँ निर्मित होते हैं?

(a) अजमेर में (b) वाराणसी में

(c) बेंगलुरु में (d) जमालपुर में

उत्तर (b) वाराणसी में

खण्ड 'ब' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. दिष्ट धारा प्रणाली में वोल्टतापात का मान किस प्रकार का होता है?

उत्तर दिष्ट धारा प्रणाली में वोल्टतापात का मान प्रतिरोधी होता है।

प्रश्न 2. दिष्ट धारा प्रणाली के उपकेन्द्रों में किसकी आवश्यकता पड़ती है?

उत्तर दिष्ट धारा प्रणाली के उपकेन्द्रों में घूर्णक परिवर्तक अथवा दिष्टकारी की आवश्यकता पड़ती है।

प्रश्न 3. उपकेन्द्र को उच्च वोल्टता ग्रिड के पास बनाने से क्या लाभ होता है?

उत्तर उपकेन्द्र को उच्च वोल्टता ग्रिड के पास बनाने से विद्युत की आपूर्ति के लिए संचरण लाइन पर व्यय कम आता है।

प्रश्न 4. उपकेन्द्रों के मध्य की दूरी किस बात पर निर्भर करती है?

उत्तर उपकेन्द्रों के मध्य की दूरी मुख्य रूप से वोल्टता नियमन पर निर्भर करती है।

प्रश्न 5. कैंडो प्रणाली में किस प्रकार की लाइन का प्रयोग किया जाता है?

उत्तर कैंडो प्रणाली में एक फेज शिरोपरि लाइन का प्रयोग किया जाता है।

प्रश्न 6. विद्युत मोटर ट्रेन इंजन एवं भाप रेल इंजन में से अनुरक्षण तथा मरम्मत में किस पर अधिक समय लगता है?

उत्तर विद्युत मोटर ट्रेन इंजन की अपेक्षा भाप रेल इंजन के अनुरक्षण तथा मरम्मत में अधिक समय लगता है।

Scanned with CamScanner

खण्ड 'स' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. किसी आदर्श संकर्षण प्रणाली के लिए वांछित अभिलक्षण क्या है?

अथवा **आदर्श कर्षण प्रणाली की मुख्य आवश्यकताएँ बताइए।** (2016)

अथवा **विद्युत कर्षण प्रणाली (Electric Traction System) की आवश्यकता (Necessity) लिखिए एवं समझाइए।** (2019)

उत्तर एक आदर्श संकर्षण प्रणाली के लिए वांछित अभिलक्षण निम्नलिखित हैं—

(i) संकर्षण प्रणाली इकाई, कम स्थान घेरने वाली (compact) होनी चाहिए।

(ii) यह भाप इन्जन तथा विद्युत ट्रेन दोनों ही प्रकार के रास्तों (tracks) पर चलने लायक होनी चाहिए।

(iii) उच्च प्रारम्भिक बलाघूर्ण (high starting torque) उत्पन्न करने वाली होनी चाहिए ताकि यह उच्च त्वरण उत्पन्न कर सके जिसके परिणामस्वरूप इसकी निर्धारित गति में वृद्धि की जा सके।

(iv) अचानक आने वाले अस्थाई भार को सह सकने में सक्षम होनी चाहिए।

(v) प्रारम्भिक मूल्य (initial cost) तथा चालन मूल्य (running cost) कम होने चाहिए।

(vi) दक्षता उच्च होनी चाहिए।

(vii) पटरियों (rails) की घिसावट कम होनी चाहिए।

(viii) ब्रेक लगाने वाली प्रणाली (system of braking) पर अधिक व्यय नहीं होना चाहिए।

(ix) विद्युत संकर्षण की दशा में, अपनाई गई प्रणाली से, पहले से संस्थापित टेलीफोन एवं टेलीग्राफ लाइनों के कार्य में बाधा उत्पन्न नहीं होनी चाहिए।

प्रश्न 2. विद्युत संकर्षण हेतु शुद्ध ए०सी० एवं डी०सी० प्रणालियों की तुलना कीजिए। (2014, 16)

अथवा **प्रत्यावर्ती धारा व दिष्ट धारा संकर्षण प्रणालियों की तुलना कीजिए।**

उत्तर प्रत्यावर्ती धारा (ए०सी०) तथा दिष्ट धारा (डी०सी०) कर्षण प्रणालियों की तुलना निम्न प्रकार है—

1. दिष्ट धारा कर्षण मोटर प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण मोटर का प्रारम्भिक एवं चालन बलाघूर्ण, समान आकार के प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर की अपेक्षा अधिक होता है, इसलिए दिष्ट धारा श्रेणी मोटर प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर की अपेक्षा अधिक त्वरण प्रदान करने में सक्षम है।
2. दिष्ट धारा श्रेणी मोटर से चोपर (chopper) विधि के अतिरिक्त सीमित गतियाँ प्राप्त होती हैं, जहाँ प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर की दशा में टेप परिवर्तक (tap changer) के द्वारा अधिक गतियाँ प्राप्त करना सम्भव है।
3. समान हॉर्स पावर क्षमता के प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर की अपेक्षा दिष्ट धारा श्रेणी मोटर भार में हल्का तथा कम मूल्य रखता है। यह प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर की अपेक्षा अधिक दक्ष (efficient) है तथा इसके रख-रखाव पर प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर की अपेक्षा कम व्यय आता है।
4. दिष्ट धारा श्रेणी मोटर की दशा में पुनर्जनन ब्रेकिंग प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर की अपेक्षा अधिक दक्ष है तथा इसकी ब्रेकिंग प्रणाली में जटिलता प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर की अपेक्षा कम होती है।
5. एक इकाई रेल पथ के लिए दिष्ट धारा प्रणाली में प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली की अपेक्षा कम विद्युत उपकेन्द्रों की आवश्यकता होती है।
6. शिरोपरि वितरण प्रणाली प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली में दिष्ट धारा की अपेक्षा कम भार वाली तथा कम सस्ती होती है।
7. प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली में दिष्ट धारा प्रणाली की अपेक्षा संचार लाइनों में अधिक विघ्न (interference) उत्पन्न होता है।
8. रेल पथ विद्युतीकरण की दिष्ट धारा प्रणाली प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली की अपेक्षा सस्ती होती है।

प्रश्न 3. विद्युत संकर्षण की अन्य संकर्षण प्रणालियों की तुलना में क्या लाभ हैं? (2014)

अथवा **विद्युत संकर्षण प्रणालियों के लाभ तथा हानियों का वर्णन कीजिए।** (2015)

अथवा **विद्युत उपभोग पर संक्षिप्त टिप्पणी दीजिए।**

अथवा **विद्युत कर्षण प्रणाली (Electric Traction System) के लाभ (advantages) लिखिए।** (2019)

Scanned with CamScanner

उत्तर **विद्युत संकर्षण** Electric Traction इस प्रकार की प्रणाली में, रेल इन्जन में दिष्ट धारा श्रेणी मोटर, एक फेजी प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर अथवा त्रिफेजी प्रेरण मोटर ट्रेन को चलाने का कार्य करते हैं। विद्युत ऊर्जा सीधे ही विद्युत मोटर को दी जाती है तथा इस प्रकार उत्पन्न बलाघूर्ण ट्रेन को चलाने में प्रयोग होता है। इस प्रणाली के निम्नलिखित लाभ तथा हानियाँ हैं—

लाभ Advantages इसके लाभ निम्नलिखित हैं—

(i) इस प्रकार की प्रणाली का त्वरण तथा ब्रेकिंग मन्दन (acceleration and braking retardation) उच्च मान का होने के कारण इसकी निर्धारित गति (schedule speed) अन्य चालन की अपेक्षा उच्च होती है। भाप रेल इन्जन का त्वरण 0.6–0.8 km/hr/sec की परास (range) में सीमित होता है जबकि विद्युत संकर्षण ट्रॉली बस का त्वरण 3.5 तथा 0.6 km/hr/sec यथा क्रम में होता है।

(ii) विद्युत चालन से उच्च बलाघूर्ण उत्पन्न होने के कारण इसके यात्रियों एवं सामान को एक स्थान से दूसरे स्थान तक पहुँचाने की क्षमता अधिक है।

(iii) यात्रियों को ले जाने की अधिक क्षमता तथा उच्च गति के कारण यह अधिक भीड़ (traffic) को कम समय में ले जाने के लिए सक्षम है। विद्युत ट्रेन द्वारा भाप रेल इन्जन की अपेक्षा दोगुने से भी अधिक यात्रियों को ले जाया जा सकता है।

(iv) आवश्यकता पड़ने पर कम भीड़ के समय विद्युत ट्रेन को खण्डों में विभाजित करके भी चलाया जा सकता है।

(v) अनुरक्षण एवं चालन मूल्य अन्य प्रणालियों की अपेक्षा कम है तथा इसके अनुरक्षण में अन्य प्रणालियों की अपेक्षा कम समय लगता है।

(vi) इस प्रणाली में धुआँ, राख एवं कोयले की धूल (dust) नहीं निकलते जिससे इसके आस-पास का स्थान स्वच्छ रहता है तथा वातावरण भी दूषित नहीं होता।

(vii) विद्युत मोटर के द्वारा निरन्तर एकसमान बलाघूर्ण उत्पन्न होने के कारण इस प्रणाली से कम्पन्न (vibrations) उत्पन्न नहीं होता।

(viii) ब्रेकिंग के प्रयोग से पटरियों (rails) में घिसावट तथा टूट-फूट कम होती है।

(ix) विद्युत संकर्षण इन्जन को समय व्यर्थ किये बिना ही सेवा के लिए प्रयोग किया जा सकता है।

हानियाँ Disadvantages इस प्रणाली से निम्नलिखित हानियाँ होती हैं—

(i) विद्युत धारा चालित इन्जन केवल विद्युतीकरण पथों (tracks) पर ही चलाया जा सकता है, जबकि डीजल इन्जन तथा भाप रेल इन्जन के साथ ऐसी कोई समस्या नहीं है।

(ii) विद्युत सप्लाई के कुछ समय के लिए फेल होने पर सम्पूर्ण प्रणाली फेल हो जाती है।

(iii) गति नियन्त्रण एवं विद्युत ब्रेकिंग के लिए अतिरिक्त उपकरण स्थापित करने पड़ते हैं।

(iv) विद्युत वितरण तथा पटरियों (rails) के डिजाइन में विशेष सावधानी रखनी पड़ती है, क्योंकि पटरियों में वोल्टतापात तथा वितरण लाइनों में क्षरण धारा को एक निश्चित सीमा के अन्तर्गत रखना पड़ता है।

(v) विद्युत संकर्षण के लिए जब प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) प्रयोग की जाती है तब रेल पथ के साथ-साथ चलने वाली टेलीफोन तथा टेलीग्राफ लाइनों में बाधा उत्पन्न होती है जिसको दूर करने के लिए भूमिगत टेलीफोन/टेलीग्राफ लाइनें बिछानी पड़ती हैं अथवा इन लाइनों को रेल पथ के पास से हटाना पड़ता है। इस कार्य में 15%–20% तक अधिक लागत आती है।

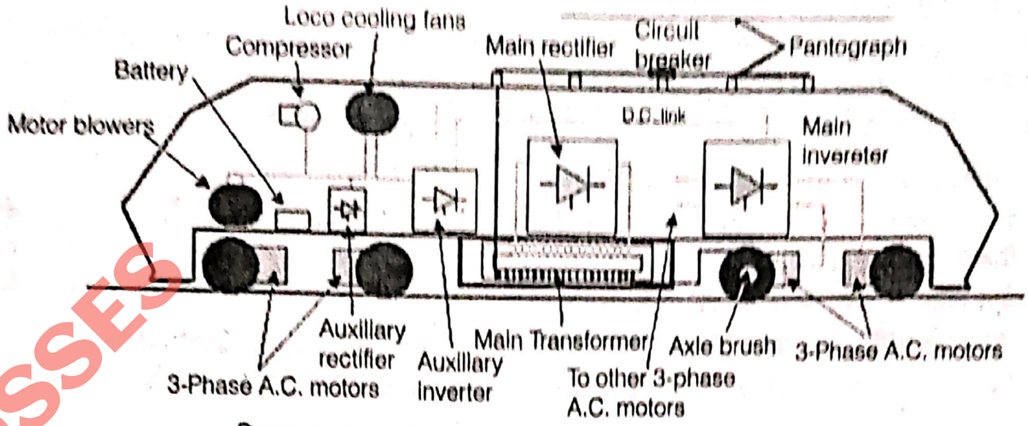
(vi) विद्युत संकर्षण की सबसे बड़ी हानि यह है कि इसकी प्रारम्भिक लागत अधिक है, क्योंकि विद्युत वितरण लाइनों के लिए इस्पात के खम्भे एवं ढाँचे खड़े करने पड़ते हैं तथा विभिन्न स्थानों पर विद्युत उपकेन्द्रों के निर्माण में भी अधिक लागत आती है।

विद्युत संकर्षण प्रणाली की आरम्भिक लागत (initial cost) बहुत अधिक होने के कारण भारतवर्ष में केवल बड़े-बड़े शहरों; जैसे—मुम्बई, कोलकाता, चेन्नई, दिल्ली आदि नगरों में ही इसको उपयोग में लाया जा रहा है। इस प्रणाली का केवल ऐसे रेल पथों पर प्रयोग किया जा सकता है जहाँ ट्रैफिक बहुत अधिक रहता है; जैसे—दिल्ली से हावड़ा, मुम्बई से पूना, शियराफुली से तारकेश्वर तथा चेन्नई से ताराकोनम आदि।

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

प्रश्न 4. विद्युत इंजन का नामांकित चित्र (ब्लॉक डायग्राम) बनाइए। (2015)

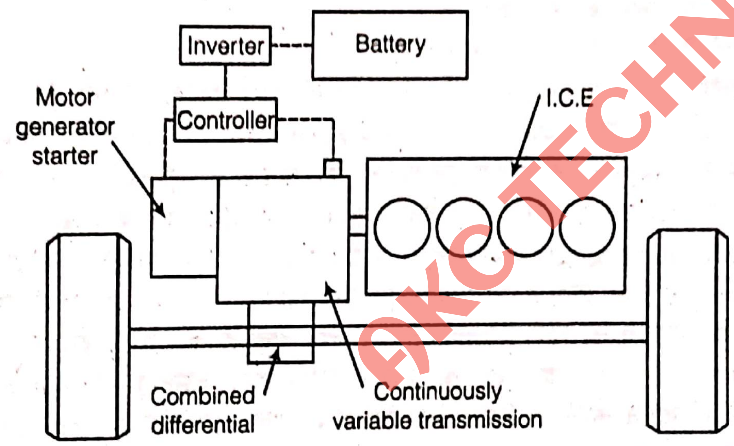
उत्तर विद्युत इंजन का (ब्लॉक डायग्राम) नीचे प्रदर्शित है—



चित्र 1.1 Block Diagram of Modern A.C. Electric Locomotive

प्रश्न 5. **आन्तरिक वहन इन्जन को प्रयोग करने वाली विद्युत संकर्षण प्रणाली का परिचय दीजिए एवं इसके लाभ व हानियों का वर्णन कीजिए।**

उत्तर **आन्तरिक वहन इन्जन विद्युत चालन सहित** Internal Combustion Engine with Electric Drive इस प्रकार की प्रणाली में डीजल इन्जन को एक दिष्ट धारा जनित्र से जोड़ा जाता है तथा इन्जन के एकसमान गति पर चलाते हैं, इससे उत्पन्न दिष्ट धारा (विद्युत ऊर्जा) से विद्युत मोटर द्वारा ट्रेन को चलाया जाता है। इस प्रणाली को चित्र 1.2 में प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 1.2

इस प्रकार की प्रणाली के निम्न लाभ एवं हानियाँ हैं—

लाभ Advantages इसके लाभ निम्न हैं—

(i) इस प्रणाली की आरम्भिक लागत विद्युत संकर्षण इन्जन की अपेक्षा कम है, क्योंकि इस प्रणाली में विद्युत सबस्टेशन तथा वितरण लाइन फीडरों की आवश्यकता नहीं होती।

(ii) इस प्रणाली में त्वरण एवं ब्रेकिंग मन्दन (acceleration and retardation) उच्च होता है इसलिए इसकी निर्धारित गति (schedule speed) भाप रेल इन्जन की अपेक्षा उच्च है।

(iii) प्रारम्भिक बलाघूर्ण (starting torque) उच्च होने के कारण इसकी यात्रियों एवं सामान ले जाने की क्षमता रेल इन्जन की अपेक्षा अधिक है।

(iv) भाप रेल इन्जन की अपेक्षा अनुरक्षण-मरम्मत में कम समय लगता है।

(v) भाप रेल इन्जन के समान इसमें बॉयलर को गर्म करने में समय व्यर्थ नहीं होता।

(vi) दक्षता भाप रेल इन्जन की अपेक्षा 25% अधिक है।

(vii) गति नियन्त्रण के समय शक्ति व्यय नहीं होती।

AKC TECHNICAL CLASSES

Scanned with CamScanner

हानियाँ Disadvantages इस प्रणाली से निम्नलिखित हानियाँ हैं—

(i) इसका जीवन काल विद्युत रेल इन्जन की अपेक्षा कम है।

(ii) अतिभार सीमा निश्चित है, अतएव इस पर सीमा से अधिक अतिभार नहीं डाला जा सकता।

(iii) डीजल इन्जन तथा जेनरेटर मोटर सेट दोनों के लिए पृथक्-पृथक् शीतलन प्रणाली की आवश्यकता पड़ती है।

(iv) चालन एवं अनुरक्षण मूल्य विद्युत रेल इन्जन की अपेक्षा अधिक है।

(v) ईंधन के रूप में प्रयोग होने वाला डीजल, विदेशों से आयात करना होता है, इससे देश की अर्थव्यवस्था प्रभावित होती है।

प्रश्न 6. विभिन्न संकर्षण प्रणालियों के नाम लिखिए।

अथवा **विद्युत संकर्षण के लिए अपनाई जाने वाली प्रमुख विधियाँ कौन-कौन सी हैं? किन्हीं तीन प्रणालियों की विवेचना कीजिए।** (2014, 16)

अथवा **रेल संकर्षण सेवा के प्रकार की संक्षिप्त टिप्पणी कीजिए।** (2015)

अथवा **भारत में प्रयोग होने वाली विद्युत कर्षण प्रणालियों के प्रकारों का संक्षिप्त विवरण दीजिए।** (2016)

अथवा **विद्युत कर्षण प्रणाली (Electric Traction System) के प्रकार (Types) लिखिए एवं समझाइए।** (2019)

उत्तर **विद्युत संकर्षण प्रणालियाँ** Electric Traction System विद्युत संकर्षण की मुख्य निम्न पाँच प्रणालियाँ अपनाई जाती हैं—

1. दिष्ट धारा प्रणाली (Direct current system),
2. एक फेजी निम्न आवृत्ति प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली (Single phase low frequency A.C. system),
3. एक फेजी उच्च आवृत्ति प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली (Single phase high frequency A.C. System),
4. त्रिफेजी प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली (Three phase A.C. system),
5. सम्मिश्र प्रणाली (Composite system)।

इनमें से तीन प्रणालियों का विस्तृत विवरण निम्नलिखित है—

1. दिष्ट धारा प्रणाली Direct Current System इस प्रणाली द्वारा ट्रेन को चलाने के लिए दिष्ट धारा श्रेणी एवं कम्पाउण्ड मोटरों का प्रयोग किया जाता है। ट्रामवे (tramway) तथा ट्राली (trolley) कम वोल्टता पर कार्य करते हैं। यह वोल्टता मुख्यत: 600 V होती है तथा ट्रेन के लिए यह मान 1500–3000 V तक होता है। ट्रामवे तथा ट्राली में दिष्ट धारा कम्पाउण्ड मोटरों का प्रयोग किया जाता है तथा ट्रेन में दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों का प्रयोग किया जाता है। संकर्षण जाल (traction network) को विद्युत ऊर्जा देने के लिए विभिन्न विद्युत उपकेन्द्रों का प्रयोग किया जाता है किन्तु यदि पथ (route) छोटा होता है तब एक विद्युत केन्द्र का प्रयोग किया जाता है। उपनगरीय रेलवे (suburban railway) के लिए वोल्टता का मान 1500–3000 V तक होता है तथा उपकेन्द्रों को 33 kV से 100 kV तक प्रत्यावर्ती धारा, फीडर (feeder) द्वारा प्रदान की जाती है। उपकेन्द्र पर वोल्टता को घटाने के लिए एवं प्रत्यावर्ती धारा को दिष्ट धारा में परिवर्तित करने के लिए ट्रांसफॉर्मर एवं घूर्णक परिवर्तक (rotary converter) या दिष्टकारी (rectifier) प्रयोग किये जाते हैं। इस विधि को अपनाने के निम्नलिखित लाभ हैं—

(i) संचरण लाइन (transmission line) का मूल्य घट जाता है।

(ii) संचरण लाइन की ताम्र हानियाँ कम हो जाती है।

(iii) संचरण लाइन में उच्च वोल्टता पर निम्न धारा प्रवाह के कारण वोल्टता पात कम होता है।

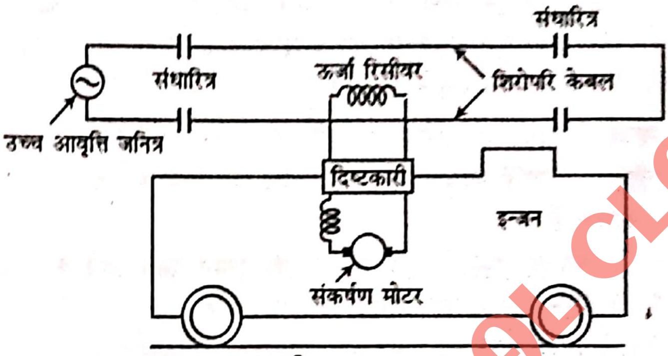
2. एक-फेजी निम्न आवृत्ति प्रणाली Single Phase Low Frequency A.C. System इस प्रणाली में एक-फेजी श्रेणी मोटर को 25 से $16\frac{1}{3}$ Cycle/Second निम्न आवृत्ति की प्रत्यावर्ती धारा प्रयुक्त की जाती है। जिससे शक्ति गुणक (power factor) में सुधार तथा दक्षता में वृद्धि होती है, साथ-ही-साथ परिवर्तक के गुणों में भी सुधार होता है। यह मोटर निम्न वोल्टता (300-400 वोल्ट तक) पर अच्छा कार्य करती है। शिरोपरि लाइन में आर्थिक दृष्टिकोण से 15-25 kV तक उच्च वोल्टता प्रयुक्त की जाती है जिसकी आवृत्ति का मान 25 से $16\frac{2}{3}$ c/s तक रखा जा सकता है। धारा को वापस लौटाने के लिये (as returen path) पटरियों का प्रयोग किया जाता है। शिरोपरि लाइन में उच्च वोल्टता पर कम धारा एवं निम्न आवृत्ति के कारण प्रतिबाधा पात (impedence drop) का मान कम होता है।

Scanned with CamScanner

अतएव विद्युत उपकेन्द्रों (electric sub-stations) के मध्य की दूरी को 50-80 किमी तक बढ़ाया जा सकता है। विद्युत आपूर्ति या तो औद्योगिक जाल (Industrial network) द्वारा सामान्य आवृत्ति पर आवृत्ति परिवर्तक चलाकर अथवा विशेष प्रकार के निम्न आवृत्ति शक्ति केन्द्र के द्वारा की जाती है।

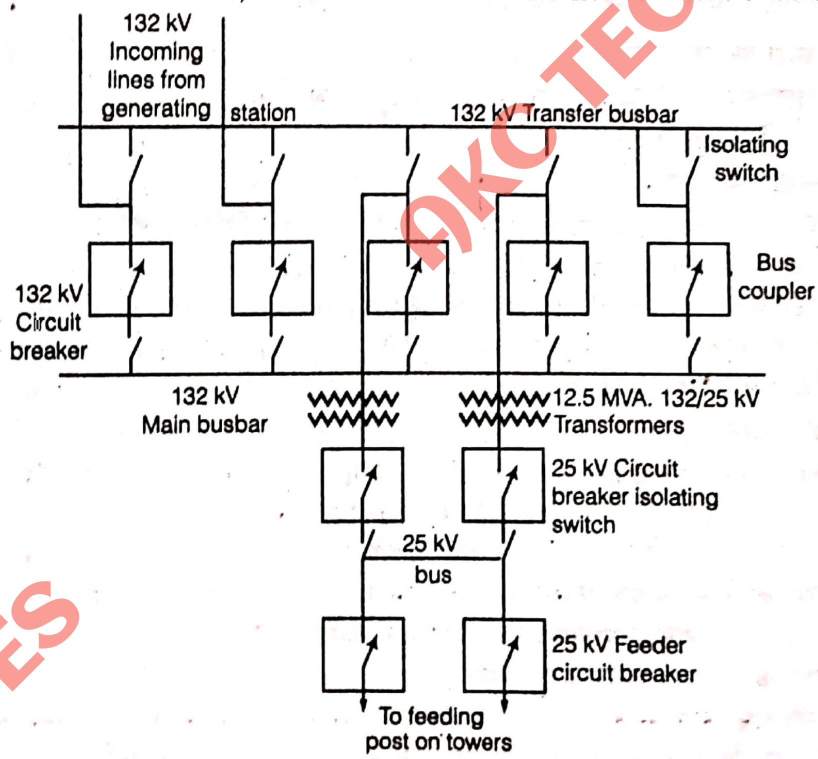
3. एक फेज़ी उच्च आवृत्ति प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली Single Phase High Frequency A.C. System खानों (mines) में जहाँ ज्वलनशील गैसें उपस्थित रहती हैं, ऐसे स्थानों पर शिरोपरि सम्पर्क से धारा संग्रह करते समय इस बात का ध्यान रखना पड़ता है कि सम्पर्क पर चिंगारी उत्पन्न न हो, इसलिए मोटर को विद्युत शक्ति प्रदान करने के लिए विद्युत-चुम्बकीय प्रेरण (electromagnetic induction) के सिद्धान्त का प्रयोग किया जाता है। जनित्र द्वारा उच्च आवृत्ति पर दो केबलों को सप्लाई दी जाती है जैसा कि चित्र 1.3 में दिखाया गया है।

उच्च आवृत्ति का मान 2500–3000 C/S तक होता है। उच्च आवृत्ति धारा केबलों से 4 सेमी के अन्तर (gap) पर ऊर्जा रिसीवर कुण्डली स्थापित की जाती है जिसमें उच्च आवृत्ति का विद्युत वाहक बल प्रेरण द्वारा प्रेरित (induced) होता है। इस प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) को दिष्टकारी द्वारा दिष्ट धारा में परिवर्तित करके दिष्ट धारा मोटर को विद्युत सप्लाई प्रदान की जाती है जैसा कि चित्र 1.3 में दर्शाया गया है। अतएव इस प्रकार की प्रणाली में चिंगारी उत्पन्न न होने के कारण खानों में उपस्थित ज्वलनशील गैसों के अचानक जलने से विस्फोट होने का भय नहीं रहता।



चित्र 1.3

4. त्रिफेज़ी प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली Three Phase A.C. System इस प्रणाली में संकर्षण मोटर को विद्युत की आपूर्ति के लिए 3.3 kV तथा $16\frac{2}{3}$ C/S की आवृत्ति पर दो शिरोपरि चालकों तथा तीसरे चालक के स्थान पर पटरियों को प्रयोग में लाया जाता है, क्योंकि प्रेरण मोटर स्वयं 3.3 kV पर कार्य कर सकती है।



चित्र 1.4 Lay out diagram of a typical traction sub-section

Scanned with CamScanner

अतः अवक्रम (step down) ट्रांसफॉर्मर की आवश्यकता नहीं होती, वोल्टता मान उच्च होने के कारण मोटर कम धारा लेती है। अतः मोटर का प्रचालन सरल होता है। इस प्रणाली का विशेष लाभ यह है कि प्रेरण मोटर में स्वः पुनर्जनन ब्रेकिंग (automatic regenerative braking) का गुण होने के कारण ब्रेकिंग के लिए किसी अन्य उपकरण की आवश्यकता नहीं पड़ती।

5. सम्मिश्र प्रणाली Composite System उपरोक्तानुसार अब तक जिन प्रणालियों का वर्णन किया गया है उनमें से कोई भी प्रणाली मार्ग विद्युतीकरण के लिये पूर्ण रूप से उपयुक्त नहीं है। अतएव उपरोक्त प्रणालियों में से किन्हीं भी दो प्रणालियों को मिलाकर उनसे एक सुधरी हुई प्रणाली बनाई जा सकती है।

सम्मिश्र प्रणाली निम्न दो प्रकार की होती है—

(i) एक फेज से दिष्ट धारा प्रणाली (Single phase to D.C. system)

(ii) एक फेज से तीन फेज प्रणाली या कैंडो प्रणाली (Single phase to three phase system or Kando system)

प्रश्न 7. उच्च आवृत्ति प्रत्यावर्ती धारा मोटरों की संकर्षण प्रणाली की असुविधाएँ कौन-कौन सी हैं?

उत्तर उच्च आवृत्ति प्रत्यावर्ती धारा मोटर की संकर्षण प्रणाली प्रायः अधिक उपयुक्त नहीं रहती, इसके निम्नलिखित कारण हैं—

(i) फीडर (feeder) में दो चालक प्रयोग किये जाने के कारण यह प्रणााली क्रॉसिंग तथा जंक्शनों (crossing and junction) पर अधिक जटिल हो जाती है।

(ii) प्रेरण मोटर का स्थिर गति अभिलक्षण संकर्षण कार्य के लिए उपयुक्त नहीं रहता, फिर भी मोटर में ध्रुवों की संख्या बदलकर अर्थात् चार गतियों वाली विशेष मोटर का निर्माण करके इस कमी को दूर किया जा सकता है।

(iii) प्रेरण मोटर का गति-बलाघूर्ण अभिलक्षण दिष्ट धारा शन्ट मोटर के समान होता है जोकि समान्तर प्रचालन (parallel operation) के लिए उपयुक्त नहीं है। संकर्षण प्रणाली में पहियों (wheels) का व्यास भिन्न-भिन्न होने के कारण घूर्णन गति (rotating speed) का मान बदल जाता है जिससे मोटर पर असमान यान्त्रिक भार पड़ता है अर्थात् मोटरों द्वारा विभाजित बलाघूर्ण का मान पृथक्-पृथक् होता है।

प्रश्न 8. प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली के विष्ट धारा प्रणाली की तुलना में विभिन्न लाभों का वर्णन कीजिए।

उत्तर **प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली के विष्ट धारा प्रणाली की तुलना में लाभ** Advantages of A.C. System Over D.C. System इसके लाभ निम्नलिखित हैं—

(i) **उपकेन्द्रों की संख्या में कमी** Reduction in Numbers of Sub-stations उपकेन्द्रों के मध्य की दूरी मुख्य रूप से वोल्टता नियमन (voltage regulation) पर निर्भर करती है जिसे विद्युत संकर्षण इन्जन का मोटर सहन कर सकता है। साधारणतया यह सामान्य वोल्टता (normal voltage) का 20% तक सीमित होता है। दिष्ट धारा प्रणाली में वोल्टतापात (voltage drop) का मान प्रतिरोधी (resistive) होता है अतएव दिष्ट धारा प्रणाली में वोल्टता नियमन का मान शिरोपरि लाइन चालक के अनुप्रस्थ काट के विलोमानुपाती तथा दूरी के समानुपाती होता है। परन्तु प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली में वोल्टता नियमन लाइन के प्रतिघात (reactance) के कारण होता है जिसका मान चालक के अनुप्रस्थ काट पर निर्भर नहीं करता, अतएव उच्च वोल्टता प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली में चालक का क्षेत्रफल यान्त्रिक शक्ति (mechanical strength) को ध्यान में रखकर न्यूनतम रखा जाता है तथा उपकेन्द्रों के मध्य की दूरी निर्धारित करने में दिष्ट धारा प्रणाली की अपेक्षा इसका प्रभाव कम रहता है क्योंकि उच्च वोल्टता लाइनों में धारा का मान कम हो जाता है। दिष्ट धारा प्रणलियों में पटरियों के प्रतिरोध का प्रभाव उपकेन्द्रों के मध्य की दूरी निर्धारित करने में अधिक पड़ता है। परन्तु प्रत्यावर्ती धारा की दशा में वापस लौटने वाली लाइन धारा (return line current) भूमि से प्रभावित होती है जिसके कारण पटरी मार्ग (rail track) की प्रतिबाधा का प्रभाव उपकेन्द्रों के मध्य की दूरी पर नहीं पड़ता, इसके साथ-साथ प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली में लाइन धारा का मान उच्च वोल्टता के कारण कम रहता है जिससे वोल्टतापात कम हो जाता है अतएव उपकेन्द्रों के मध्य की दूरी अधिक रखी जा सकती है जिससे उपकेन्द्रों की संख्या कम हो जाती है। अतएव 5 kV प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली दिष्ट धारा की अपेक्षा आर्थिक दृष्टि से लाभप्रद है।

Scanned with CamScanner

(ii) प्रत्यावर्ती धारा में उपकेन्द्रों के मध्य की दूरी अधिक होने से उनके लिए सही स्थान का चुनाव करना सरल है तथा उनको विद्युत की आपूर्ति राष्ट्रीय उच्च वोल्टता ग्रिड (national high voltage grid) से की जा सकती है अतएव इसके लिए पृथक् शक्ति केन्द्र का निर्माण करने की आवश्यकता नहीं पड़ती। उपकेन्द्र को उच्च वोल्टता ग्रिड के पास बनाने से विद्युत की आपूर्ति (supply) के लिए संचरण लाइन पर व्यय कम आता है परन्तु दिष्ट धारा प्रणाली को विद्युत की आपूर्ति के लिए, रेलवे विभाग को अपनी निजी (own) संचरण लाइन का संस्थापन (installation) करना पड़ता है जिसके कारण व्यय अधिक होता है।

(iii) दिष्ट धारा प्रणाली के उपकेन्द्रों में घूर्णक परिवर्तक (rotary converters) अथवा दिष्टकारी की आवश्यकता पड़ती है जिसके कारण उपकेन्द्र के अनुरक्षण रख-रखाव पर व्यय भी बढ़ जाता है, इसके विपरीत प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली में उपकेन्द्रों पर केवल ट्रांसफॉर्मरों की आवश्यकता होती है जिनका अनुरक्षण सरल है तथा इनके अनुरक्षण पर व्यय भी कम होता है।

(iv) दिष्ट धारा प्रणाली में धारा का मान अधिक होने के कारण उपकेन्द्रों पर आने वाले विद्युत भार (load) को कम करना पड़ता है किन्तु प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली में उच्च वोल्टता के कारण धारा का मान कम रहने के कारण उपकेन्द्रों की कार्य क्षमता अधिक रहती है जिससे उपकेन्द्रों की संख्या कम हो जाती है।

प्रश्न 9. प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण प्रणाली के कौन-कौन सी हानियाँ हैं, इन्हें किस प्रकार दूर किया जा सकता है?

उत्तर प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली में मुख्य रूप से निम्न दो हानियाँ हैं—

1. विद्युत सप्लाई प्रणाली मे असन्तुलन Unbalancing in Electric Supply System एक फेजी संकर्षण भार (load) द्वारा धारा तथा वोल्टता दोनों में असन्तुलन उत्पन्न होता है। धारा के असन्तुलन के कारण विद्युत शक्ति प्रदान करने वाला प्रत्यावर्तक (alternator) की कुण्डलन (winding) गर्म हो जाती है। इसके साथ-साथ वोल्टता में असन्तुलन के कारण संकर्षण प्रणाली में सम्बन्धित प्रत्यावर्ती धारा प्रेरण मोटर की कुण्डलन गर्म हो जाती है। असन्तुलित धारा के इन प्रभावों को निम्न प्रकार दूर किया जा सकता है—

(i) विद्युत संकर्षण भार के क्रमशः त्रिफेजी सप्लाई के *RY*, *YB* तथा *BR* क्रम में पृथक्-पृथक् उपकेन्द्रों से जोड़कर तीनों फेजों को सन्तुलित किया जा सकता है।

(ii) जहाँ असन्तुलित धारा का मान सीमा से अधिक होता है ऐसी समस्या को उपकेन्द्र पर स्कॉट संयोजित (scott connected) ट्रांसफॉर्मर प्रयोग करके दूर किया जा सकता है।

(iii) सप्लाई प्रणाली की क्षमता बढ़ाकर भी असन्तुलित धारा से प्रत्यावर्तक को हानि पहुँचने से बचाया जा सकता है।

(iv) शक्ति सप्लाई को अति उच्च वोल्टता उपकेन्द्रों से प्राप्त किया जाता है।

2. दूरसंचार लाइनों में बाधाएँ Interference in Telecommunication Lines दूरसंचार लाइनों में बाधाएँ स्थिर वैद्युत प्रभाव (electrostatic effect) तथा विद्युत-चुम्बकीय प्रेरण (electromagnetic induction) प्रभाव द्वारा होती है जिनको निम्न प्रकार कम किया जा सकता है—

(i) विलग ट्रांसफॉर्मर (isolating transformer) का प्रयोग करके प्रेरित वोल्टता को काफी सीमा (लगभग 60 वोल्ट) तक कम किया जा सकता है।

(ii) खुली ऐरियल संचार लाइनों को सीसा या ऐलुमिनियम कवचित (sheathed) को भूमिगत (underground) केबलों में परिवर्तित करके तथा थोड़े-थोड़े अन्तर (दूरी) पर केबल के कवचन को भू (earth) करके, संचार लाइनों में विद्युत संकर्षण द्वारा उत्पन्न होने वाली बाधाओं (disturbances) को दूर किया जा सकता है।

Scanned with CamScanner

2 वैद्युत कर्षण चालन
Electric Traction Drives

खण्ड 'अ' : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQ)

प्रश्न 1. कर्षण कार्यों के लिए निम्न में से कौन-सी मोटर प्रयोग में लायी जाती है?

(a) दिष्ट धारा श्रेणी मोटर (b) प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर
(c) त्रिकलीय प्रेरण मोटर (d) ये सभी

उत्तर (d) ये सभी

प्रश्न 2. दिष्ट धारा श्रेणी मोटर की श्रेणी-समान्तर नियंत्रण विधि में कितनी मोटरों की आवश्यकता होती है?

(a) एक (b) दो
(c) तीन (d) चार

उत्तर (b) दो

प्रश्न 3. ये मोटरें निम्न गति पर उच्च बलाघूर्ण तथा उच्च गति पर निम्न बलाघूर्ण विकसित करती हैं—

(a) दिष्ट धारा श्रेणी मोटरें (b) प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटरें
(c) त्रिकलीय प्रेरण मोटरें (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (a) दिष्ट धारा श्रेणी मोटरें

प्रश्न 4. दिष्ट धारा श्रेणी मोटर संकर्षण कार्यों के लिए कितने हॉर्स पॉवर तक बनाई जाती हैं?

(a) 30-60 हॉर्स पॉवर (b) 60-90 हॉर्स पॉवर
(c) 10-30 हॉर्स पॉवर (d) 40-70 हॉर्स पॉवर

उत्तर (b) 60-90 हॉर्स पॉवर

प्रश्न 5. प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटरों की प्रचालन वोल्टता कितनी होती है?

(a) 100 वोल्ट (b) 200 वोल्ट
(c) 300 वोल्ट (d) 400 वोल्ट

उत्तर (c) 300 वोल्ट

प्रश्न 6. संकर्षण इंजन के लिए प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर कितने rpm तक की बनायी जा सकती है?

(a) 325 (b) 425 (c) 625 (d) 725

उत्तर (d) 725

प्रश्न 7. दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों की अपेक्षा प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटरों का भार लगभग कितने गुना होता है?

(a) दोगुना (b) 1½ गुना
(c) तीन गुना (d) 3½ गुना

उत्तर (b) 1½ गुना

प्रश्न 8. निम्न में से वैद्युत संकर्षण मोटरों का/के वैद्युत अभिलक्षण है/हैं—

(a) उच्च प्रारंभिक बलाघूर्ण (b) गति-बलाघूर्ण अभिलक्षण
(c) सरल गति नियंत्रण (d) ये सभी

उत्तर (d) ये सभी

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

प्रश्न 9. निम्न में से वैद्युत संकर्षण मोटरों का/के यांत्रिक अभिलक्षण है/हैं—

(a) पुष्टता
(b) निरन्तर कम्पन सहन क्षमता
(c) न्यूनतम भार का परिमाप
(d) ये सभी

उत्तर (d) ये सभी

प्रश्न 10. निम्न में से ब्रेकिंग प्रणाली की मुख्य आवश्यकता/आवश्यकताएँ है/हैं—

(a) ब्रेकिंग का समय कम होना चाहिए।
(b) सब डिब्बों में ब्रेक का प्रयोग एकसाथ होना चाहिए।
(c) ब्रेकिंग प्रणाली साधारण होनी चाहिए जिसका ट्रेन चालक सुगमता से प्रयोग कर सके।
(d) उपरोक्त सभी

उत्तर (d) उपरोक्त सभी

प्रश्न 11. ब्रेकिंग को कितने भागों में विभाजित किया जा सकता है?

(a) दो
(b) तीन
(c) चार
(d) पाँच

उत्तर (b) तीन

प्रश्न 12. किस प्रकार की प्रणाली में ब्रेकिंग के समय आर्मेचर का सम्बन्ध सप्लाई से तोड़ने के पश्चात् प्रतिरोध R आर्मेचर के पार्श्व में लगा दिया जाता है?

(a) दिष्ट धारा श्रेणी मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली
(b) दिष्ट धारा शंट मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली
(c) प्रेरण मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

उत्तर (b) दिष्ट धारा शंट मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली

प्रश्न 13. किस प्रकार की प्रणाली में ब्रेकिंग के समय मोटर का सम्बन्ध सप्लाई से अलग कर दिया जाता है तथा मोटर स्वतः उत्तेजित श्रेणी जनित्र की तरह कार्य करती है?

(a) दिष्ट धारा श्रेणी मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली
(b) दिष्ट धारा शंट मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली
(c) प्रेरण मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

उत्तर (a) दिष्ट धारा श्रेणी मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली

प्रश्न 14. एक फेजी श्रेणी मोटरों में पुनर्जनन ब्रेकिंग विधि द्वारा कितने डिग्री का आवश्यक फेज अन्तर प्राप्त होता है?

(a) 30°
(b) 45°
(c) 60°
(d) 90°

उत्तर (d) 90°

प्रश्न 15. कर्षण कार्यों के लिए निम्न में से कौन-सी मोटर prefer की जाती है?

(a) सार्वत्रिक मोटर
(b) दिष्ट धारा श्रेणी मोटर
(c) सिन्क्रोनस मोटर
(d) 3-फेज प्रेरण मोटर

उत्तर (b) दिष्ट धारा श्रेणी मोटर

खण्ड 'ब' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. स्लिप किसे कहते हैं?

उत्तर एक छड़ से जुड़े दो पहियों की परिधि गतियों के अन्तर को स्लिप कहते हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

प्रश्न 2. कर्षण कार्यों के लिए कौन-सी मोटरें प्रयोग में लायी जाती हैं?

उत्तर कर्षण कार्यों के लिए दिष्टधारा श्रेणी मोटर, प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर तथा त्रिफेजी प्रेरण मोटर प्रयोग में लायी जाती हैं।

प्रश्न 3. दिष्ट धारा श्रेणी मोटर की श्रेणी-समान्तर नियंत्रण विधि में कितनी मोटरों की आवश्यकता होती है?

उत्तर दिष्ट धारा श्रेणी मोटर की श्रेणी-समान्तर नियन्त्रण विधि में कम-से-कम दो मोटरों की आवश्यकता होती है।

प्रश्न 4. मेटाडाइन में ट्रांसफॉर्मर की तरह कार्य करने के लिए किसका प्रयोग किया जाता है?

उत्तर मेटाडाइन में ट्रांसफॉर्मर की तरह कार्य करने के लिए नियमन कुण्डलन का प्रयोग किया जाता है।

प्रश्न 5. संकर्षण सेवाओं के लिए दिष्ट धारा श्रेणी मोटरें क्यों उपयुक्त होती हैं?

उत्तर दिष्ट धारा श्रेणी मोटरें अपनी सरलता तथा पुष्टता के कारण सभी प्रकार की संकर्षण सेवाओं के लिए अधिक उपयुक्त होती हैं।

खण्ड 'स' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. संकर्षण कार्य के लिए डी०सी० सीरीज मोटर की उपयुक्तता बताइए। (2014)

अथवा **विद्युत संकर्षण के लिए प्रयोग होने वाली विभिन्न मोटरों को उल्लेखित कीजिए।**

अथवा **विद्युत ट्रैक्शन के लिए दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों को क्यों सबसे अधिक उपयुक्त समझा जाता है?** (2014)

उत्तर **विद्युत संकर्षण कार्यों के लिए विभिन्न प्रकार की मोटरें** Different Types of Motors for Electric Traction

विद्युत संकषर्ण कार्यों के लिए मोटर का चयन निम्नवर्णित मोटर-अभिलक्षणों पर निर्भर करता है। परन्तु सभी गुण एक मोटर में विद्यमान नहीं होते, संकर्षण कार्यों के लिए दिष्ट धारा श्रेणी मोटर, प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर तथा त्रिफेजी प्रेरण मोटर प्रयोग में लाई जाती है, परन्तु ये समान रूप से सभी प्रकार की संकर्षण सेवाओं के लिए उपयुक्त नहीं रहती। विद्युत संकर्षण कार्यों के लिए निम्न प्रकार की मोटरें प्रयोग में लायी जाती हैं—

1. **दिष्ट धारा श्रेणी मोटरें** D.C. Series Motors दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों की मुख्य विशेषता यह है कि ये निम्न गति पर उच्च बलाघूर्ण तथा उच्च गति पर निम्न बलाघूर्ण विकसित करती है, जोकि संकर्षण मोटरों के लिए आवश्यक है। गाड़ी (ट्रेन) को त्वरित करने के लिए, उच्च प्रारम्भिक बलाघूर्ण आवश्यक है। दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों में (पूर्ण भार से दोगुने) अति भार पर भी दिक्परिवर्तन (commutation) सबसे अच्छा रहता है, जिससे कार्बन ब्रशों को बार-बार बदलने की तथा दिक्परिवर्तक को बार-बार स्वच्छ (clean) करने की आवश्यकता नहीं होती। श्रेणी मोटर संकर्षण कार्यों के लिए 60-90 हॉर्स पावर तक बनाये जाते हैं। ये मोटर संरचना में सरल व मजबूत होते हैं। इनका प्रारम्भिक बलाघूर्ण उच्च होने तथा इनमें अतिभार सहने की क्षमता बहुत अधिक होने के कारण ये सभी प्रकार की संकर्षण सेवाओं के लिए उपयुक्त हैं। परन्तु ये उपनगरीय रेल सेवाओं के लिए विशेष रूप से उपयुक्त रहती है।
2. **प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटरें** A.C. Series Motors विद्युत संकर्षण कार्यों के लिए यद्यपि अनेक प्रकार की एक फेजी मोटरें प्रयोग की जाती हैं परन्तु समकारित प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर (compensated A.C. series motor) अन्य मोटरों की अपेक्षा अधिक उपयोगी है। इनकी प्रचालन वोल्टता 300 वोल्ट होती है तथा संकर्षण इन्जन के लिए ये 725 r.p.m. तक की बनाई जा सकती हैं। दिष्ट धारा मोटरों की अपेक्षा इनका भार लगभग डेढ़ गुना होता है। प्रारम्भिक समय (starting) में इनका शक्ति गुणक कम होता है। इसलिए किसी निश्चित निर्गत शक्ति के लिए इनका प्रारम्भिक बलाघूर्ण दिष्ट धारा मोटरों की अपेक्षा काफी कम होता है। इसलिए प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटरें उपनगरीय रेल सेवाओं के लिए उपयुक्त नहीं है, क्योंकि उपनगरीय रेल सेवा में विद्युत संकर्षण पथों पर गाड़ी को बार-बार रुकना पड़ता है, परन्तु मुख्य लाइन सेवाओं के लिए यह मोटरें विभिन्न देशों तथा भारतवर्ष में सफलतापूर्वक प्रयोग की जा रही हैं।
3. **त्रिफेजी प्रेरण मोटरें** Three Phase Induction Motors अन्य मोटरों की अपेक्षा त्रिफेजी प्रेरण मोटर की संरचना सबसे सरल है परन्तु इनका प्रारम्भिक बलाघूर्ण दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों की अपेक्षा काफी कम है। इनका गति नियन्त्रण श्रेणी मोटरों की अपेक्षा काफी जटिल है। इनमें ध्रुव परिवर्तन के द्वारा एक सीमित गति नियन्त्रण प्राप्त किया जा सकता है परन्तु सप्लाई आवृत्ति परिवर्तन द्वारा ही सूक्ष्म गति नियन्त्रक प्राप्त किया जा सकता है। क्योंकि इनकी

Scanned with CamScanner

प्रारम्भिक धारा अति उच्च होती है, अतएव प्रारम्भिक प्रचालन (starting operation) के लिए बड़े धारा नियन्त्रक की आवश्यकता पड़ती है। स्थिर गति बलाघूर्ण अभिलक्षण के कारण त्रिफेजी प्रेरण मोटरें समान्तर प्रचालन (parallel operation) के लिए उपयुक्त नहीं है, उपरोक्त कमियों के कारण त्रिफेजी प्रेरण मोटरों का संकर्षण कार्यों के लिए उपयोग सीमित है किन्तु कैण्डों संकर्षण प्रणाली (kando traction system) में इनका प्रयोग किया जाता है। वर्तमान समय में इन मोटरों का प्रयोग नवीन विद्युत संकर्षण पथों (tracks) पर नहीं किया जाता है।

प्रश्न 2. विद्युत मोटर के प्रारम्भिक प्रचालन के लिए स्टार्टर क्यों आवश्यक है? उदाहरण देते हुए समझाइए।

उत्तर जब कोई विद्युत मोटर स्थिर (stationary) अवस्था में होती है तब उसमें कोई विरोधी विद्युत वाहक बल (back e.m.f.) उत्पन्न नहीं होता है तथा मोटर का आर्मेचर इस स्थिति में एक निम्न प्रतिरोध वाले परिपथ का कार्य करता है। अब यदि मोटर को सप्लाई लाइन के साथ सीधे ही जोड़ दिया जाये तब आर्मेचर सप्लाई लाइन से बहुत अधिक धारा ग्रहण करता है जिसके निम्न परिणाम हो सकते हैं—

(i) दिक्परिवर्तक (commutator) पर बहुत अधिक स्पार्किंग (enormous sparking) उत्पन्न होगी।

(ii) आर्मेचर कुण्डली का विद्युतरोधन (insulation) नष्ट हो सकता है।

(iii) सप्लाई वोल्टता में अचानक गिरावट आ सकती है।

(iv) बहुत उच्च प्रारम्भिक बलाघूर्ण उत्पन्न होने के कारण मोटर झटके के साथ प्रारम्भ (start) होगी। जिसके कारण मोटर के भागों (parts) में टूट-फूट हो सकती है।

उदाहरणार्थ एक 20 हॉर्स पावर 200 वोल्ट एक फेजी मोटर जिसकी आर्मेचर प्रतिबाधा 0.1 Ω तथा शक्ति गुणक 1.0 है; इस मोटर को यदि सप्लाई लाइन से सीधे ही जोड़ दिया जाये तो इसकी प्रारम्भिक धारा

$$I = \frac{\text{H.P.}}{V\cos\phi}$$

मोटर की पूर्ण भार धारा (full load current)

$$I_f = \frac{20 \times 735.5}{200 \times 1} = 73.55 \text{ ऐम्पियर}$$

$\because$
$$I = \frac{V}{Z}$$

$\therefore$ प्रारम्भन धारा
$$I_s = \frac{200}{0.1} = 2000 \text{ ऐम्पियर}$$

या
$$I_s = \frac{2000}{73.55} \times I_f = 27.19 I_f$$

जहाँ I_s = प्रारम्भन धारा (starting current)

अर्थात् मोटर की प्रारम्भन धारा I_s मोटर की पूर्ण धारा I_f की लगभग 27 गुना होगी, जिसके परिणामस्वरूप यदि, ऐसी दशा में मोटर परिपथ में संयोजित सुरक्षा युक्ति (protective device) प्रचलित (operate) होने में असफल हो जाये तो आर्मेचर कुण्डलन का विद्युतरोधन अत्यधिक ऊष्मा उत्पन्न होने के कारण नष्ट हो जाएगा तथा कुण्डलन जल जायेगी। अतएव मोटर को सुरक्षित रखने के उद्देश्य से मोटर की प्रारम्भिक धारा को सीमित रखने के लिए स्टार्टर का प्रयोग किया जाता है। दिष्ट धारा मोटर स्टार्टर द्वारा आर्मेचर परिपथ के श्रेणी में प्रतिरोध को प्रवेश (insert) कराकर आर्मेचर धारा को मोटर की पूर्ण भार धारा तक सीमित करते हैं (ताकि आर्मेचर में पर्याप्त बलाघूर्ण उत्पन्न होकर यह जुड़े भार के साथ त्वरित हो सके) जैसे-जैसे मोटर की गति बढ़ती जाती है मोटर के आर्मेचर में विरोधी विद्युत वाहक बल उत्पन्न होकर सप्लाई वोल्टता का विरोध करता है तथा गति बढ़ने के साथ-साथ आर्मेचर परिपथ में जुड़े प्रतिरोध को स्टार्टर भुजा द्वारा धीरे-धीरे पदों में आर्मेचर परिपथ से पृथक् कर देते हैं।

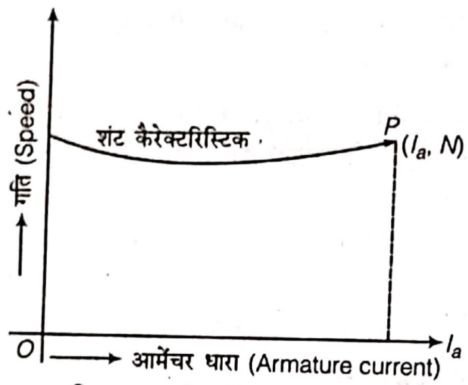
प्रत्यावर्ती धारा मोटर की दशा में मोटर के प्रारम्भिक प्रचालन के लिए मोटर की सप्लाई वोल्टता को कम करके अथवा स्टार संयोजन (star connection) द्वारा मोटर की प्रारम्भिक धारा को नियन्त्रित करते हैं। जैसे ही मोटर अपनी पूर्ण गति की 3/4 गति प्राप्त करता है इसकी सप्लाई वोल्टता को पूर्ण परास तक बढ़ा देते हैं। इस प्रकार मोटर पूर्ण गति प्राप्त कर लेता है।

Scanned with CamScanner

प्रश्न 3. डी०सी० शंट मोटर संकर्षण कार्य हेतु अनुपयुक्त है, कारण बताइए। (2014)

उत्तर चित्र 2.1 में शंट अभिलाक्षणिक वक्र से शंट मोटर की गति, पूर्णभार से निर्भार की ओर धीरे-धीरे थोड़ी-सी बढ़ती हुई प्रतीत होती है। अत: शंट मोटर का वास्तविक अभिलक्षण वक्र चपटा (flat) तथा पूर्णभार की ओर कुछ झुका हुआ होता है। इसका कारण यह है कि भार के बढ़ने पर जब आर्मेचर वोल्टतापात ($I_a R_a$ drop) शंट मोटर की गति को कम करने का प्रयास करता है, तभी तात्क्षणिक आर्मेचर प्रतिक्रिया का विचुम्बकन प्रभाव (demagnetising effect of armature reaction) भी मुख्य क्षेत्र के फ्लक्स (ϕ) को कम करके, गति में होने वाली कमी की पूर्ति करता है। इस प्रकार शंट मोटर की गति निर्भार से पूर्णभार तक लगभग स्थिर रहती है। स्थिर गति अभिलक्षण के कारण ही डी०सी० शंट मोटर का प्रयोग औद्योगिक क्षेत्र में अपेक्षाकृत अधिक होता है। दूसरे निर्भार पर शंट मोटर की गति, सीरीज मोटर की तरह अनन्तता की ओर नहीं होती, अपितु एक निश्चित स्थिर गति होती है।

$$N \text{ (r.p.m.)} = \left[\frac{V - I_a R_a}{K\phi}\right]$$



चित्र 2.1 गति अभिलक्षण की तुलना

आर्मेचर वोल्टतापात ($I_a R_a$ Voltage drop) $\propto I_a \propto$ Load

डीमैग्नेटाइजिंग आर्मेचर रिएक्शन (D.M.A.R.) $\propto I_a \propto$ Load

तथा मुख्य क्षेत्र के फ्लक्स (ϕ) $\propto$ 1/(D.M.A.R.)

अतएव डी०सी० शंट मोटर के सन्दर्भ में तीन महत्त्वपूर्ण अभिलाक्षणिक तथ्य प्राप्त होते हैं, जो निम्नलिखित हैं—

(i) मोटर की चाल शून्य कार्यभार से पूर्ण कार्यभार तक लगभग स्थिर रहती है, कार्यभार बढ़ने पर चाल में बहुत थोड़ी-सी कमी आती है।

(ii) मोटर का प्रारम्भन बलाघूर्ण मध्यम (medium) होता है।

(iii) बलाघूर्ण आर्मेचर विद्युत धारा के समानुपाती होता है।

अत: इन मोटरों का प्रयोग ऐसी जगहों पर किया जाता है, जहाँ मध्यम बलाघूर्ण तथा लगभग स्थिर चाल की आवश्यकता होती है; जैसे—खराद मशीनों, सेन्ट्रीफ्यूगल तथा रेसिप्रोकेटिंग पम्प, पँखा, फूँकनी, प्रयोगशाला में आद्य चालक, पिसाई की मशीनों, छोटी छपाई की मशीनों, कागज बनाने की मशीनों आदि।

प्रश्न 4. वैद्युत संकर्षण मोटर के अभिलक्षणों का वर्णन कीजिए। (2014, 16)

अथवा **कर्षण कार्य के लिए प्रयोग होने वाली विद्युत मोटरों की मुख्य अभिलक्षणों को बताइए।** (2016)

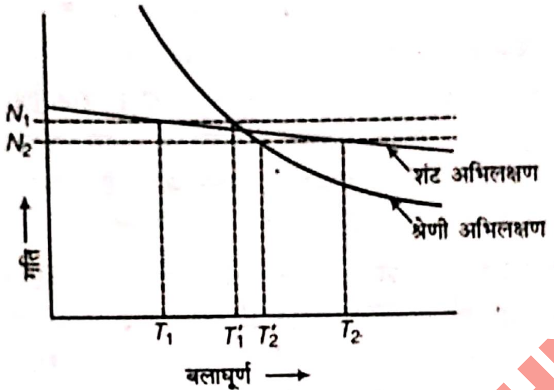
उत्तर वैद्युत संकर्षण मोटर के अभिलक्षण निम्नलिखित हैं—

1. वैद्युत अभिलक्षण Electrical Characteristics इसके वैद्युत अभिलक्षण निम्न हैं—

(i) उच्च प्रारम्भिक बलाघूर्ण प्रारम्भ में विद्युत मोटर द्वारा उत्पन्न किया गया बलाघूर्ण रेलगाड़ी को त्वरित (accelerate) करने तथा पटरियों के घर्षण प्रतिरोध को कम करने के लिए पर्याप्त होना चाहिए। कुछ समय पश्चात् जब रेलगाड़ी की गति बढ़ जाती है तब केवल घर्षण प्रतिरोध की पूर्ति करनी होती है तथा इस स्थिति (running condition) में बलाघूर्ण का मान कम हो जाता है।

Scanned with CamScanner

(ii) गति-बलाघूर्ण अभिलक्षण रेलगाड़ी में यदि पृथक्-पृथक् चालन धुरियों (axles) पर दो पृथक् मोटर लगी हुई हैं तब उनकी सापेक्ष गति धुरियों की गति पर निर्भर करती है। परन्तु सभी पहिये (wheels) एकसमान नहीं घिसते, जिससे मोटर की गति तथा पहियों की परिधि गतियों में अन्तर आ जाता है। लेकिन सभी पहियों की परिधि गतियाँ समान नहीं मानी जा सकतीं अन्यथा स्लिप के शून्य होने की दशा में सभी चालन पहियों की परिधि गति एकसमान होती। आपस में सम्बन्धित दो पहियों की परिधि गतियों के अन्तर को स्लिप कहते हैं। माना कि चित्र 2.2 के अनुसार मोटरों की गतियाँ N_1 तथा N_2 हैं। यदि मोटर के अभिलक्षण शंट अभिलक्षण हैं तब N_1 गति से घूमने वाली मोटर का बलाघूर्ण T_1, N_2 गति से घूमने वाले मोटर के बलाघूर्ण T_2 का लगभग आधा होगा; जैसा कि चित्र 2.2 से स्पष्ट है, लेकिन ठीक प्रकार से कार्य करने के लिए दोनों ही मोटरों पर समान यान्त्रिक भार पड़ना चाहिए अतएव शंट अभिलक्षण वाली मोटर संकर्षण कार्य के लिए उपयुक्त नहीं होती है। इसके दूसरे पक्ष में श्रेणी अभिलक्षण की मोटर की गति में अन्तर के कारण उसके द्वारा उत्पन्न बलाघूर्ण (T_1' एवं T_2') पर बहुत कम प्रभाव पड़ता है, जैसा कि चित्र 2.2 से स्पष्ट है।



चित्र 2.2 समान्तर में प्रचालित मोटरों की गति अन्तर का प्रभाव

(iii) सरल गति नियंत्रण चूँकि विद्युत गाड़ी (electric train) को बार-बार रुकना पड़ता है। अतः संकर्षण मोटर इस प्रकार की होनी चाहिए कि उनका गति नियन्त्रण सरल विधि द्वारा किया जा सके।

(iv) वैद्युत ब्रेकिंग क्षमता संकर्षण मोटर का चयन करते समय इस बात को ध्यान में रखना चाहिए कि पुनर्जनन तथा रिओस्टेटिक ब्रेकिंग का सरलता से प्रयोग किया जा सके।

(v) सप्लाई वोल्टता में तीव्र उतार-चढ़ाव को सह सकने की क्षमता संकर्षण मोटर की प्रारम्भिक धारा (starting current) का मान उच्च होता है अतएव सप्लाई वोल्टता में उतार-चढ़ाव (fluctuation) होना स्वाभाविक ही है इसलिए संकर्षण मोटर में वोल्टता में इस उतार-चढ़ाव को सहन करने की क्षमता होनी चाहिए।

(vi) सप्लाई में अस्थाई बाधा को सह सकने की क्षमता संकर्षण की विद्युत वितरण प्रणाली में खण्ड विद्युतरोधकों तथा क्रॉस-ओवरों (section insulator and crossovers) को पार करते समय मोटर से सप्लाई-वोल्टता का क्षणिक विच्छेदन (separation) हो सकता है, अतएव संकर्षण मोटर में इस अस्थाई बाधा को सहने की क्षमता होनी चाहिए।

(vii) समान्तर प्रचालन विद्युत संकर्षण ट्रेन में बहुधा एक से अधिक मोटरें प्रयोग की जाती हैं इसलिए संकर्षण मोटरों का गति-बलाघूर्ण एवं धारा-बलाघूर्ण अभिलक्षण इस प्रकार का होना चाहिए कि जब इन्हें यान्त्रिक रूप से युग्मित करके समान्तर में प्रचालित किया जाये तब वे आपस में समान रूप से यान्त्रिक भार (load) बाँट सकें। प्रति विद्युत कार में दो अथवा चार मोटरें समान्तर में प्रचालित की जाती हैं।

(viii) अतिभार क्षमता क्योंकि विद्युत संकर्षण गाड़ियों में किसी भी समय अतिभार की स्थिति (overloaded condition) आ सकती है, इसलिए इनमें प्रयोग की जाने वाली मोटर की अतिभार क्षमता उच्च होनी चाहिए।

Scanned with CamScanner

2. यान्त्रिक अभिलक्षण Mechanical Characteristics इसके यान्त्रिक अभिलक्षण निम्न हैं—

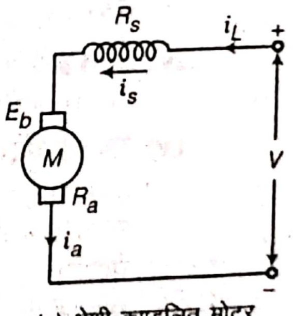
(i) पुष्टता Robustness ढुलाई (transportation) के कार्य में प्रयोग होने वाली प्रत्येक गाड़ी में प्रति किलो ग्राम भार पर, ऊर्जा व्यय होती है अर्थात् ज्यों-ज्यों गाड़ी का भार बढ़ता जाता है उसके साथ-साथ ऊर्जा का व्यय भी बढ़ता जाता है। अतएव संकर्षण मोटर का स्वयं का भार कम-से-कम होना चाहिए किन्तु मोटर की संरचना का अभिकल्पन करते समय उसे हल्का बनाने के साथ-साथ उसकी पुष्टता (robustness) का भी ध्यान रखना चाहिए ताकि वह ब्रेकिंग के समय लगने वाले आकस्मिक धक्के (shocking) तथा यान्त्रिक प्रतिबल (mechanical stress) को सह सके।

(ii) निरन्तर कम्पन सहन क्षमता मोटर के कार्य समय में उसमें अनेक प्रकार के कम्पन उत्पन्न होते हैं अतएव मोटर इन कम्पनों को निरन्तर सहने के लिए दृढ़ एवं पुष्ट होना चाहिए। इस प्रकार हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि संकर्षण मोटर के चुम्बकीय परिपथ को पूर्ण करने के लिए ढलवाँ लोहे का फ्रेम उपयुक्त नहीं रहेगा, क्योंकि यह सतह कम्पनों को सहने में असमर्थ रहता है। इसलिए गढ़ित इस्पात (forged steel) के फ्रेम जोकि यान्त्रिक रूप से अधिक पुष्ट एवं दृढ़ होते हैं, प्रयोग किये जाने चाहिए। अतएव मोटर के वे भाग जोकि उच्च प्रतिबल सहते हैं, गढ़ित इस्पात प्लेटों तथा हल्की मिश्र धातु के बनाये जाने चाहिए।

(iii) न्यूनतम भार का परिमाप संकर्षण इन्जन में मोटर को रखने के लिए सीमित स्थान होता है। अतएव मोटर की कुल परिमाप इन्जन में उपलब्ध स्थान पर निर्भर करती है। संकर्षण मोटर की कुल परिमाप (overall dimension) न्यूनतम होनी चाहिए, विशेषकर मोटर का व्यास न्यूनतम होना चाहिए। मोटर की भौतिक परिमाप उसमें प्रयोग किये गये विद्युतरोधन पर निर्भर करती है। आजकल संकर्षण मोटर में H श्रेणी का विद्युतरोधन प्रयोग किया जाता है, जोकि न्यूनतम स्थान घेरता है।

प्रश्न 5. विद्युत संकर्षण ड्राइव में डी०सी० सीरीज मोटर की सार्थकता की विवेचना कीजिए। (2015)

उत्तर विद्युत संकर्षण ड्राइव में डी०सी० सीरीज़ मोटर की सार्थकता दिष्ट धारा श्रेणी मोटर्स की मुख्य विशेषता यह है कि ये निम्न गति पर उच्च बलाघूर्ण तथा उच्च गति पर निम्न बलाघूर्ण विकसित करती है, जोकि संकर्षण मोटर्स के लिए आवश्यक है। गाड़ी (ट्रेन) को त्वरित करने के लिए, उच्च प्रारम्भिक बलाघूर्ण आवश्यक है। दिष्ट धारा श्रेणी मोटर्स में (पूर्ण भार से दोगुने) अत्यधिक भार पर भी दिक्परिवर्तन (commutation) सबसे अच्छा रहता है, जिससे कार्बन ब्रशों को बार-बार बदलने की तथा दिक्परिवर्तक को बार-बार स्वच्छ (clean) करने की आवश्यकता नहीं होती। श्रेणी मोटर संकर्षण कार्यों के लिए 60-90 हॉर्स पावर तक बनाये जाते हैं। ये मोटर संरचना में सरल व मजबूत होते हैं। इनका प्रारम्भिक बलाघूर्ण उच्च होने तथा इनमें अतिभार सहने की क्षमता बहुत अधिक होने के कारण, ये सभी प्रकार की संकर्षण सेवाओं के लिए उपयुक्त हैं, परन्तु ये उपनगरीय रेल सेवाओं के लिए विशेष रूप से उपयुक्त रहती हैं।



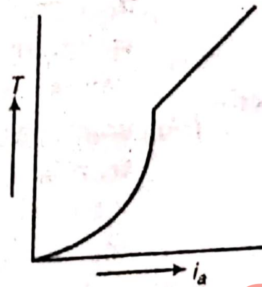
(a) श्रेणी कुण्डलित मोटर

इन मोटर्स में श्रेणी क्षेत्र कुण्डली तथा आर्मेचर कुण्डली परस्पर श्रेणीक्रम में जुड़ी होती हैं, जैसाकि चित्र 2.3 (a) में दिखाया गया है। इनके आर्मेचर व श्रेणी क्षेत्र प्रतिरोध बहुत कम मान, लगभग 1 Ω श्रेणी के होते हैं। इनमें विद्युत धारा का वितरण निम्न प्रकार होता है—

(a) $i_L = i_s = i_a$

(b) $E_b = V - i_a R_a - i_s R_s$

श्रेणी मोटर में $i_a = i_s$, अतः संतृप्त बिन्दु तक $i_a \propto \phi$ (a) अंतः संतृप्त बिन्दु तक $i_a \propto \phi$। इस प्रकार संतृप्त बिन्दु तक $T \propto i_a^2$। इस प्रकार संतृप्त बिन्दु तक बलाघूर्ण, आर्मेचर धारा वक्र परवलय होगा। चूँकि संतृप्त बिन्दु के पश्चात् ϕ का मान स्थिर हो जाता है, अतः संतृप्त बिन्दु के पश्चात् $T \propto I_a$। इस प्रकार यह वक्र अब सरल रेखा के रूप में होगा। जहाँ पर उच्च प्रारम्भन बलाघूर्ण की आवश्यकता होती है, वहाँ श्रेणी मोटर का उपयोग किया जाता है; जैसे—विद्युत रेल इंजन, क्रेन आदि।

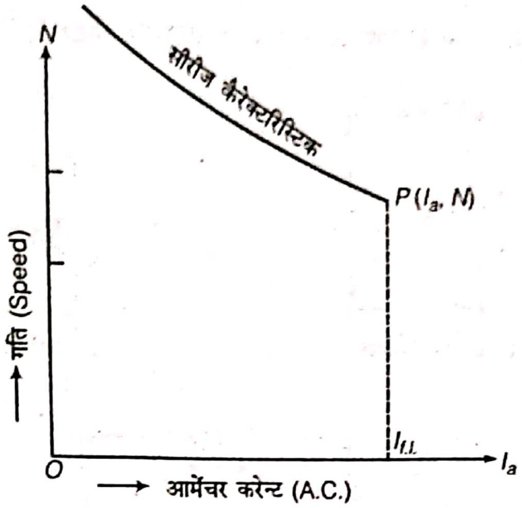


(b) चित्र 2.3

Scanned with CamScanner

प्रश्न 6. डी॰सी॰ सीरीज मोटर की गति/धारा का अभिलक्षण वक्र खींचिए। (2014)

उत्तर चित्र 2.4 में सीरीज मोटर के वक्र से स्पष्ट है कि सीरीज मोटर की गति पूर्णभार से निर्भार की ओर तेजी से बढ़ती है और निर्भार पर जाकर अनन्त हो जाती है, जो मोटर के लिए अत्यधिक हानिकारक है। इसलिए इस मोटर को निर्भार पर प्रवर्त (start) नहीं किया जाता और न निर्भार पर चलाया जाता है। फलतः इन मोटरों का प्रयोग (use) ऐसे कार्यों में किया जाता है, जहाँ पर मोटर के प्रवर्त होने से पहले ही शाफ्ट पर यान्त्रिक भार लगा होता है।



चित्र 2.4 गति अभिलक्षण

प्रश्न 7. दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों में चाल नियन्त्रण की विभिन्न विधियों का उल्लेख कीजिए।

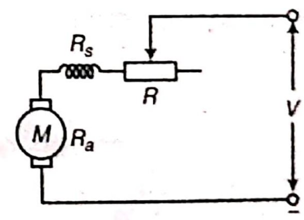
अथवा **डी॰सी॰ सीरीज मोटर की गति नियन्त्रण की विधियाँ बताइए और किसी एक को समझाइए।** (2014)

अथवा **कर्षण कार्य के लिए दिष्ट धारा श्रेणी मोटर के गति नियन्त्रण के लिए श्रेणी-पार्श्व पथ विधि का वर्णन कीजिए।** (2016)

अथवा **विद्युत कर्षण प्रणाली (Electric Traction System) में (DC Series Motor) की उपयुक्तता (Suitability) लिखिए।** (2019)

उत्तर **दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों में चाल/गति नियन्त्रण** Speed Control of D.C. Series Motors दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों में चाल नियन्त्रण की विभिन्न व्यवस्थाएँ निम्न प्रकार हैं—

1. **आर्मेचर नियन्त्रण** Armature Control श्रेणी मोटर हेतु चाल नियन्त्रण की यह व्यवस्था चित्र 2.5 में प्रदर्शित की गई है जिसमें एक आवश्यक मान का परिवर्ती प्रतिरोध मोटर के आर्मेचर के श्रेणी क्रम में संयोजित किया जाता है। यह प्रतिरोध आर्मेचर परिपथ के प्रभावी प्रतिरोध को बढ़ाता है, परिणामस्वरूप E_b का मान कम होने से, $N \propto E_b \propto 1/R_a$ के अनुसार मोटर की चाल को उसकी सामान्य चाल से कम किया जाता है।



चित्र 2.5 आर्मेचर श्रेणी प्रतिरोध नियन्त्रण व्यवस्था

2. **क्षेत्र नियन्त्रण** Field Control श्रेणी मोटर के चाल नियन्त्रण की इस विधि हेतु विभिन्न व्यवस्थाएँ निम्न प्रकार हैं—

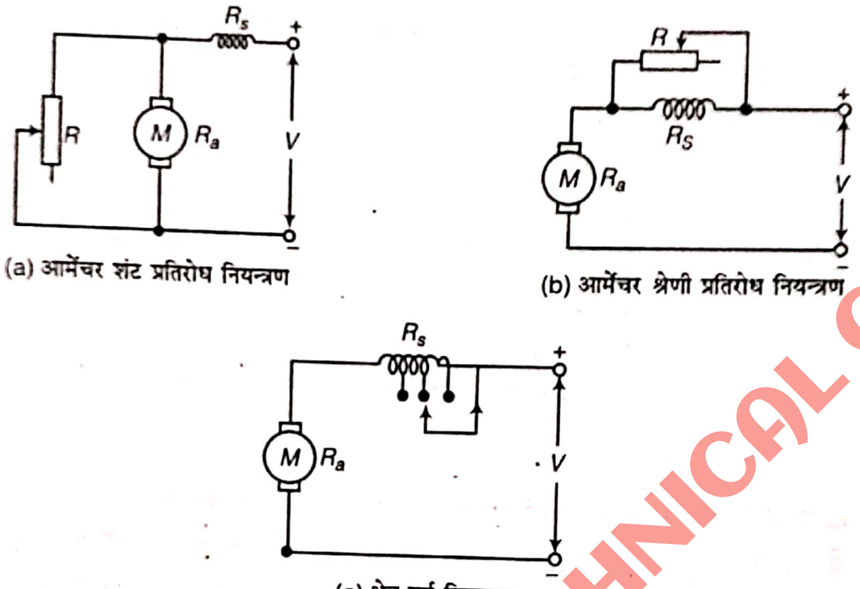
   (i) आर्मेचर मार्ग परिवर्तन नियन्त्रण Armature Divertor Control चाल नियन्त्रण की यह व्यवस्था चित्र 2.6 (a) में प्रदर्शित की गई है, जहाँ आर्मेचर के समान्तर संयोजित नियन्त्रण प्रतिरोध से प्रवाहित विद्युत धारा के मोटर के, क्षेत्र कुण्डलन से प्रवाहित होने के कारण क्षेत्र विद्युत धारा I_s, फलतः क्षेत्र फ्लक्स ϕ का मान बढ़ जाने से $N \propto 1/\phi$ के अनुसार, मोटर की चाल कम हो जाती है।

OKC TECHNICAL CLASSES

Scanned with CamScanner

(ii) क्षेत्र मार्ग परिवर्तक नियन्त्रण Field Divertor Control चाल नियन्त्रण की यह व्यवस्था 2.6 (b) में प्रदर्शित की गई है, जिसमें क्षेत्र कुण्डली के समान्तर क्रम में परिवर्ती प्रतिरोध लगाकर क्षेत्र विद्युत धारा I_s, फलतः ϕ को नियन्त्रित किया जाता है और $N \propto 1/\phi$ के अनुसार मोटर की चाल, सामान्य चाल से अधिक प्राप्त की जाती है।

(iii) टैप्ड क्षेत्र नियन्त्रण Tapped Field Control चाल नियन्त्रण की यह व्यवस्था चित्र 2.6 (c) में प्रदर्शित है, जिसमें मोटर की क्षेत्र कुण्डली की वर्त-संख्या में परिवर्तन कर, वर्त-संख्या के समानुपात में फ्लक्स ϕ में परिवर्तन प्राप्त किया जाता है तथा $N \propto 1/\phi$ के अनुसार मोटर में चाल नियन्त्रण प्राप्त किया जाता है।



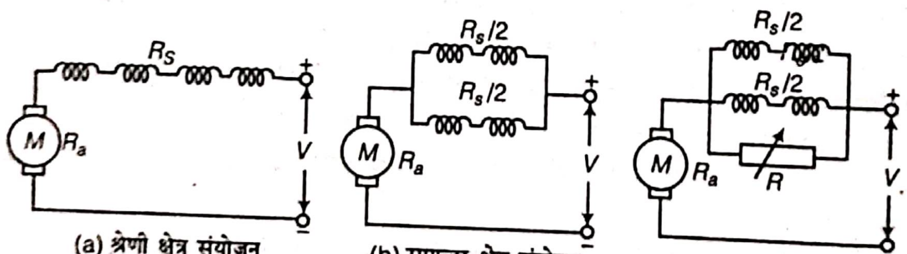
(a) आर्मेचर शंट प्रतिरोध नियन्त्रण

(b) आर्मेचर श्रेणी प्रतिरोध नियन्त्रण

(c) क्षेत्र वर्त नियन्त्रण

चित्र 2.6 श्रेणी मोटर में क्षेत्र मार्ग परिवर्तक तथा टैप्ड क्षेत्र नियन्त्रण

(iv) समान्तरण क्षेत्र नियन्त्रण Paralleling Field Control चाल नियन्त्रण की इस व्यवस्था में क्षेत्र कुण्डलन की विभिन्न कुण्डलियों को श्रेणी क्रम समान्तर क्रम अथवा परिवर्तक संयोजन आदि द्वारा विभिन्न क्षेत्र विद्युत धारा मान प्राप्त किये जा सकते हैं, जैसा चित्र 2.7 (a), (b) तथा (c) में प्रदर्शित किया गया है। क्षेत्र धारा I_s के मान में परिवर्तक के समानुपाती ϕ के मान में परिवर्तन से $N \propto 1/\phi$ के अनुसार मोटर में चाल नियन्त्रण प्राप्त हो जाता है।



(a) श्रेणी क्षेत्र संयोजन

(b) समान्तर क्षेत्र संयोजन

(c) समान्तर क्षेत्र संयोजन (परिवर्तक प्रतिरोध सहित)

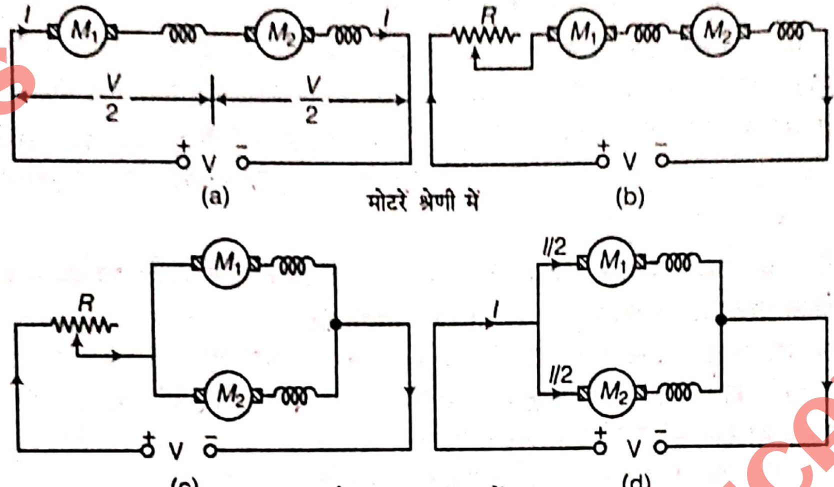
चित्र 2.7 श्रेणी मोटर में समान्तरण क्षेत्र नियन्त्रण

3. वोल्टता नियन्त्रण Voltage Control श्रेणी मोटर में इस विधि से चाल नियन्त्रण की व्यवस्था में, एक मोटर पर प्रयुक्त वोल्टता में परिवर्तन से चाल नियन्त्रण व्यवहारतः उपयोग में नहीं है, परन्तु इस सिद्धान्त पर आधारित व्यवस्था अग्र प्रकार व्यवहार में लाई जाती है—

Scanned with CamScanner

दिष्ट धारा श्रेणी मोटर की श्रेणी-समान्तर नियन्त्रण विधि Series Parallel Control Method of D.C. Series Motor

इस विधि में कम-से-कम दो मोटरों की आवश्यकता होती है, जो यान्त्रिक विधि से आपस में जुड़ी होती हैं। मोटरों के वैद्युत संयोजन चित्र 2.8 में दिखाये गये हैं। इस विधि में कम गति प्राप्त करने के लिए मोटरों को श्रेणी क्रम में जोड़ा जाता है जिसके कारण प्रत्येक मोटर के पार्श्व में प्रयुक्त वोल्टता का मान आधा हो जाता है तथा अधिक गति के लिए मोटरों को समान्तर क्रम में जोड़ा जाता है जिसके कारण प्रत्येक मोटर में प्रवाहित होने वाली धारा का मान कम हो जाता है। धारा कम होने से फ्लक्स ϕ का मान कम हो जाता है, अतः गति बढ़ जाती है ($\because N \propto 1/\phi$)। इन विधियों में गति तथा बलाघूर्ण की गणना हम इस प्रकार से कर सकते हैं।



मोटर समान्तर क्रम में

चित्र 2.8

श्रेणी क्रम के समय यदि प्रयुक्त वोल्टता V वोल्ट है तो प्रत्येक मोटर के पार्श्व में वोल्टता $V/2$ होगी तथा दोनों मोटरों से पूर्ण लोड धारा I प्रवाहित होगी।

परन्तु गति, $$N \propto \frac{\text{वोल्टता}}{\text{धारा}} \propto \frac{V/2}{I} \propto \frac{V}{2I} \quad \text{...(i)}$$

तथा $$\text{बलाघूर्ण}, T \propto \phi \times I \propto I^2 \qquad (\because \phi \propto I) \quad \text{...(ii)}$$

समान्तर क्रम समय प्रत्येक मोटर के पार्श्व में प्रयुक्त वोल्टता का मान V वोल्ट होगा और प्रत्येक मोटर में पूर्ण लोड धारा का आधा भाग प्रवाहित होगा अर्थात् मोटर में प्रवाहित होने वाली धारा $I/2$ होगी।

अब $$\text{गति } N \propto \frac{\text{प्रयुक्त वोल्टता}}{\text{फ्लक्स}} \text{ (लगभग)} \quad \text{...(iii)}$$

तथा गति, $$N \propto \frac{V}{I/2} \propto \frac{2V}{I}$$

तथा बलाघूर्ण $$T \propto \phi \times I/2$$

या बलाघूर्ण $$T \propto I/2 \times I/2 \propto I^2/4 \qquad (\because \phi \propto I/2) \quad \text{...(iv)}$$

इस प्रकार हम देखते हैं कि श्रेणी क्रम के समय गति का मान समान्तर क्रम की अपेक्षा एक-चौथाई (one-fourth) तथा बलाघूर्ण का मान चार गुना होता है।

प्रश्न 8. विद्युत संकर्षण में हाई स्टार्टिंग टॉर्क मोटर का प्रयोग क्यों किया जाता है, विवेचना कीजिए? **(2015)**

उत्तर विद्युत संकर्षण प्रक्रिया के दौरान विद्युत मोटर द्वारा उत्पन्न किया गया स्टार्टिंग टॉर्क या प्रारम्भिक बलाघूर्ण रेलगाड़ी को त्वरित (accelerate) करने तथा पटरियों के घर्षण प्रतिरोध को कम करने के लिए पर्याप्त होना चाहिए। कुछ समय पश्चात् रेलगाड़ी की गति बढ़ जाती है तब केवल घर्षण प्रतिरोध की पूर्ति करनी होती है तथा इस गति स्थिति (running condition) में बलाघूर्ण का मान कम हो जाता है।

OKC TECHNICAL CLASSES

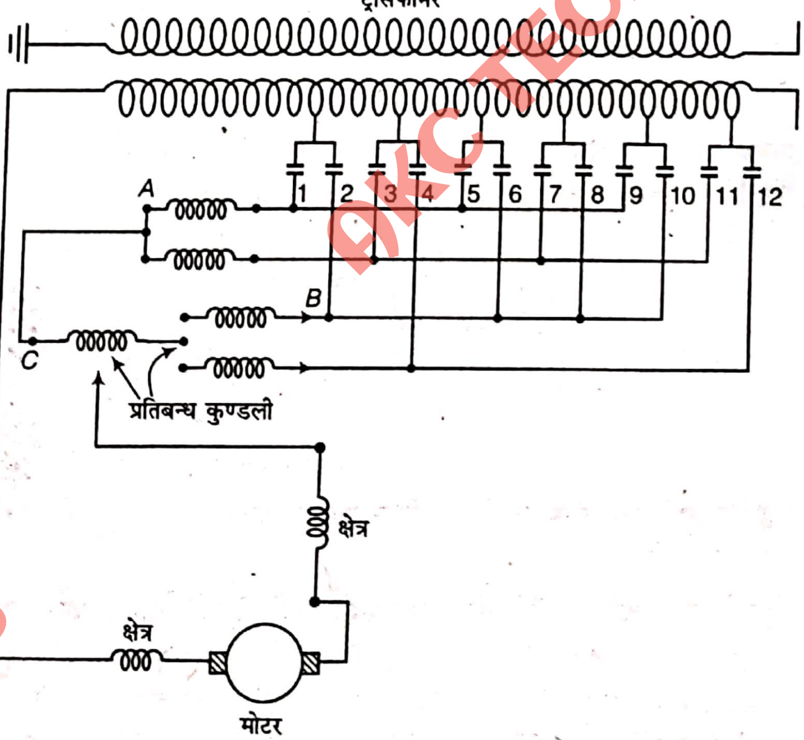
Scanned with CamScanner

विद्युत संकर्षण कार्यों के लिए मोटर का चयन, मोटर के स्टार्टिंग टॉर्क पर विशेष रूप से निर्भर करता है। इसलिए संकर्षण कार्यों के लिए दिष्ट धारा श्रेणी मोटर, प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर तथा त्रि-फेजी प्रेरण मोटर प्रयोग में लाई जाती है। उदाहरण के लिए, दिष्ट धारा श्रेणी मोटर्स की मुख्य विशेषता यह है कि ये निम्न गति पर उच्च बलाघूर्ण तथा उच्च गति पर निम्न बलाघूर्ण विकसित करती है, जोकि संकर्षण मोटर्स के लिए आवश्यक है। गाड़ी (ट्रेन) को त्वरित करने के लिए, उच्च प्रारम्भिक बलाघूर्ण आवश्यक है। दिष्ट धारा श्रेणी मोटर्स में (पूर्ण भार से दोगुने) अतिभार पर भी दिक्परिवर्तन (commutation) सबसे अच्छा रहता है, जिससे कार्बन ब्रशों को बार-बार बदलने की तथा दिक्परिवर्तन को बार-बार स्वच्छ (clean) करने की आवश्यकता नहीं होती। श्रेणी मोटर संकर्षण कार्यों के लिए 60-90 हॉर्स पावर तक बनाये जाते हैं। ये मोटर संरचना में सरल व मजबूत होते हैं। इनका प्रारम्भिक बलाघूर्ण उच्च होने तथा इनमें अतिभार सहने की क्षमता बहुत अधिक होने के कारण ये सभी प्रकार की संकर्षण सेवाओं के लिए उपयुक्त हैं।

औद्योगिक क्षेत्र में इस मोटर का प्रयोग दिष्टवर्ती प्रदायी वोल्टता पर परिवर्तनीय गति तथा भारमय अति उच्च आरम्भिक बलाघूर्ण के भारी भरकम कार्यों में होता है; उदाहरण के लिए, (i) इलेक्ट्रिक ट्रेन एवं ट्राम, (ii) ट्रक एवं ट्रॉली कार, (iii) लिफ्ट एवं क्रेन, (iv) होइस्ट एवं हाउसेज, (v) रोलिंग मिल, (vi) खानों तथा धातुकारी कार्यों, (vii) यान्त्रिक वाल्व एवं गेज प्रचालन, (viii) वाहक पट्टे, आदि।

प्रश्न 9. सिंगल फेज प्रत्यावर्ती धारा मोटर के गति नियन्त्रण की किसी एक विधि का वर्णन कीजिए।

उत्तर **सिंगल फेज प्रत्यावर्ती धारा मोटर का गति नियन्त्रण** Speed Control of Single Phase A.C. Motor इस विधि में गति नियन्त्रण प्रयुक्त वोल्टता को परिवर्तित (vary) करके किया जाता है। चूँकि मोटर प्रारम्भ करने में किसी रिओस्टेट (rheostat) का प्रयोग नहीं होता इसलिए प्रारम्भ में कोई शक्ति हानि नहीं होती है। परिवर्तित वोल्टता के लिए ट्रांसफॉर्मर आवश्यक है। ट्रांसफॉर्मर की द्वितीयक कुण्डलन (secondary winding) में टेपिंग (tapping) होती है और टैपिंग की संख्याओं के बराबर गतियाँ प्राप्त की जा सकती हैं। इस विधि में कॉन्टैक्टर्स (contactors) प्रयोग किये जाते हैं तथा टैपिंग को बदलते समय लघुपथित होने की सम्भावना की सुरक्षा के लिए प्रतिबन्ध कुण्डली (preventing coils) प्रयोग किये जाते हैं जिसके कारण घूर्णीय धारा (circulating current) का मान कम हो जाता है। दो निकटवर्ती सम्पर्कों को एक दाँते (notch) से सम्बन्धित किया जाता है इसलिए दोनों में आधी-आधी धारा प्रवाहित होती है।



चित्र 2.9 (a) उच्च धारा की एक फेजी श्रेणी मोटरों में टेप परिवर्तन की सम्पर्क विधि

Scanned with CamScanner

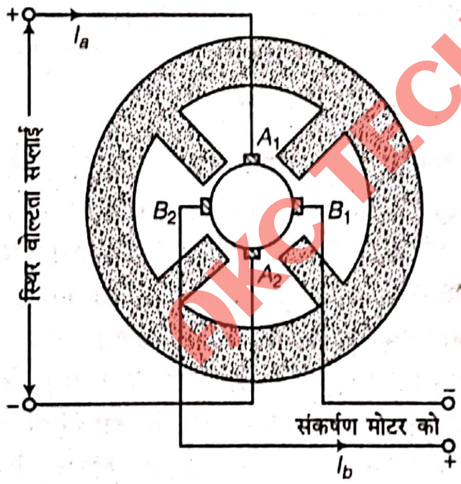
चित्र 2.9 (a) में उच्च धारा की दशा में सम्पर्क कार्य विधि दर्शायी गयी है। यहाँ दो के स्थान पर चार क्रमवार वाले सम्पर्कों को नियन्त्रक के एक दाँते से जोड़ा जाता है तथा प्रतिबन्ध कुण्डलियों की संख्या पाँच होती है। चित्र 2.9 (b) में सम्पर्कों की कार्य विधि दर्शायी गयी है।

Step	Contactors											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	●	●	●	●								
2		●	●	●	●							
3			●	●	●	●						
4				●	●	●	●					
5					●	●	●	●				
6						●	●	●	●			
7							●	●	●	●		
8								●	●	●	●	
9									●	●	●	●

चित्र **2.9** (b)

प्रश्न 10. मेटाडाइन गति नियन्त्रण का सिद्धान्त तथा कार्यविधि का उल्लेख कीजिए।

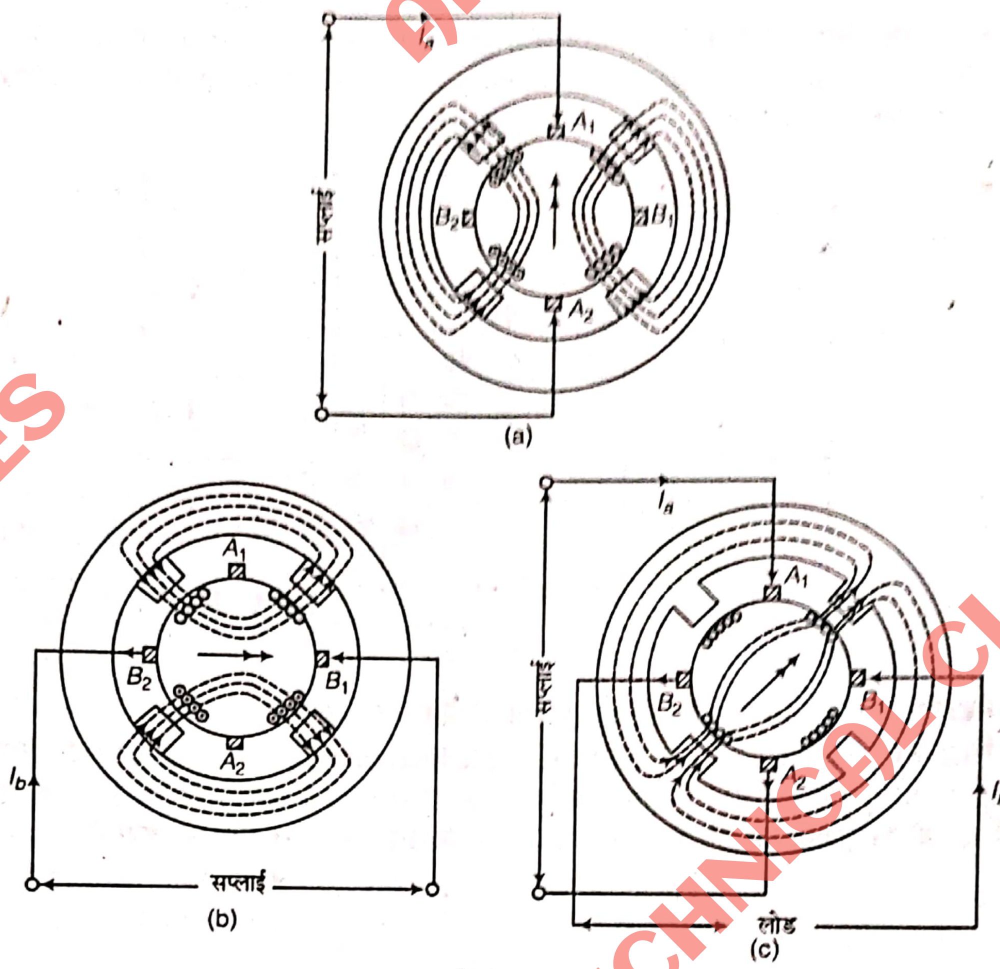
उत्तर **सिद्धान्त** Principle मेटाडाइन परिवर्तक (metadyne converter) में प्रयुक्त वोल्टता स्थिर तथा धारा अस्थिर होती है, परन्तु निर्गत वोल्टता अस्थिर तथा निर्गत धारा स्थिर होती है अर्थात् संकर्षण मोटर की प्रयुक्त वोल्टता सूक्ष्मता से बढ़ायी या घटायी जा सकती है। चित्र 2.10 में मेटाडाइन परिवर्तक दिखाया गया है।



चित्र 2.10 मेटाडाइन परिवर्तक का सरल रूप

इसमें एक दिष्ट धारा आर्मेचर होता है जिसमें द्वि-ध्रुव कुण्डली होती है तथा चार ब्रश लगे होते हैं। स्टेटर में चार ध्रुव होते हैं जिनमें किसी प्रकार की कुण्डली नहीं होती तथा इनका कार्य चुम्बकीय परिपथ को पूर्ण करना होता है। चित्र 2.11 के अनुसार ब्रश A_1 तथा A_2 को स्थिर वोल्टता सप्लाई दी गयी है तथा ब्रश B_1 और B_2 को लोड (संकर्षण मोटर) में जोड़ दिया जाता है। इस प्रकार मेटाडाइन के सिद्धान्त के अनुसार लोड धारा का मान I_a होता है, यह धारा अस्थिर होती है तथा संकर्षण मोटर को ब्रश B_1 व B_2 द्वारा अस्थिर वोल्टता तथा स्थिर धारा प्राप्त होती है।

Scanned with CamScanner



चित्र 2.11

कार्यविधि Working माना कि आर्मेचर स्थिर है तथा ब्रश A_1 और A_2 को सप्लाई से संयोजित किया गया है। इस प्रकार धारा I_a के कारण फ्लक्स ϕ_a का वितरण (distribution) चित्र 2.11 (a) में दिखाया गया है। अब यदि आर्मेचर को स्थिर गति से घुमाया जाता है तो चलायमान (varying) फ्लक्स द्वारा ब्रश B_1 व B_2 के मध्य रखे हुए चालकों में विद्युत वाहक बल उत्पन्न होगा तथा ब्रश A_1 व A_2 के अक्ष की दिशा में कोई विद्युत वाहक बल उत्पन्न नहीं होगा और इनके पार्श्व में केवल वोल्टता कमी के कारण विभवान्तर होगा। ब्रश B_1 व B_2 में विद्युत वाहक बल के कारण लोड में धारा I_b प्रवाहित होती है जैसा चित्र 2.11 (b) में दिखाया गया है। धारा I_b के कारण फ्लक्स ϕ_b उत्पन्न होता है जो फ्लक्स ϕ_a की दिशा के लम्बाकार (perpendicular) होता है। इस समय आर्मेचर की गतिशील अवस्था के कारण फ्लक्स ϕ_b द्वारा ब्रश A_1 व A_2 में भी विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है। जो सप्लाई वोल्टता का विरोध करता है।

यदि ब्रश A_1 व A_2 विद्युत वाहक बल E_a तथा ब्रश B_1 व B_2 में E_b है, तो

$$E_a \propto \phi_b = KI_b$$

तथा

$$E_b \propto \phi_a = KI_a \qquad ...(i)$$

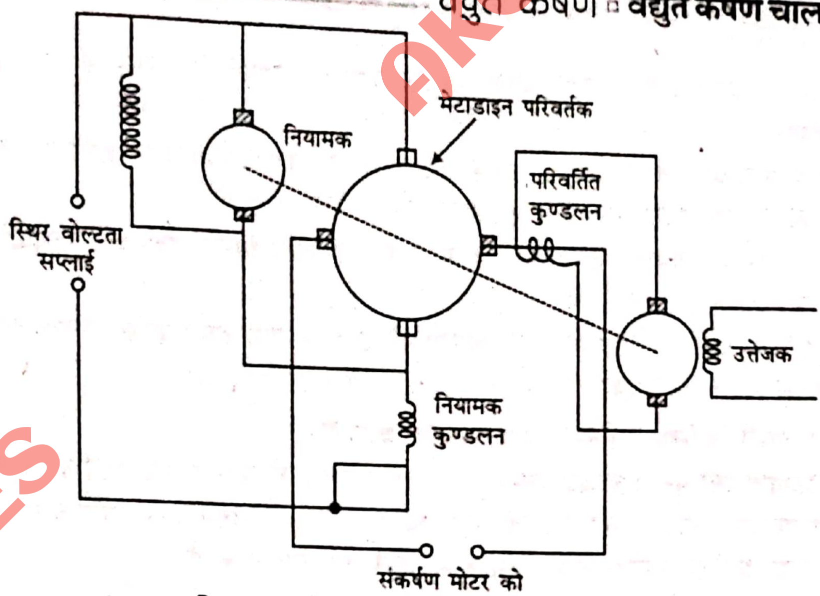
यहाँ K = स्थिरांक है।

या

$$I_a = \frac{E_b}{K}$$

यदि प्रतिरोधक पात (resistive drop) का मान नगण्य हो तथा प्रयुक्त वोल्टता का मान स्थिर हो तो धारा I_b भी स्थिर होगी।

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner



चित्र 2.12 मेटाडाइन नियन्त्रण प्रणाली के संयोजन

अर्थात्
$$E_a I_a = KI_b . I_a = KI_b . E_b / K = E_b I_b \quad \text{...(ii)}$$
या
$$E_a I_a = KI_a I_b \quad \text{...(iii)}$$
अर्थात् निविष्ट शक्ति = निर्गत शक्ति

इस प्रकार मेटाडाइन को घुमाने में अतिरिक्त शक्ति की आवश्यकता नहीं होती तथा इसे एक प्रकार से दिष्ट धारा ट्रांसफॉर्मर माना जा सकता है। लोड बदलने की अवस्था में E_b तथा I_b का मान स्थिर रहता है और E_b तथा I_b लोड के अनुसार नये मान ग्रहण कर लेते हैं।

परन्तु संकर्षण मोटर में कुछ गति प्राप्त करने के पश्चात् लोड धारा का मान समंजित (adjust) करने के लिए मेटाडाइन के क्षेत्र चुम्बकों पर भी कुण्डली की आवश्यकता होती है, इसे परिवर्तन कुण्डलन (variation winding) कहते हैं। इस कुण्डलन का कार्य लोड धारा I_b द्वारा उत्पन्न फ्लक्स की दिशा में फ्लक्स उत्पन्न करना होता है, इस प्रकार कुल फ्लक्स ϕ का मान बदल जाता है। परन्तु E_a का मान स्थिर रखने के लिए ϕ का मान स्थिर होना चाहिए। इस दशा को पूर्ण करने के लिए ϕ_b तथा I_b का मान स्वयं कम हो जाता है। लोड धारा I_b का मान बढ़ाने के लिए परिवर्तन कुण्डलन में धारा की दिशा धारा I_b के विपरीत होती है। धारा I_b कम होने से निर्गत शक्ति कम हो जाती है तथा गति बढ़ जाती है और निविष्ट शक्ति का मान स्थिर रहता है।

प्रश्न 11. क्या दिष्ट धारा शंट मोटर तथा श्रेणी मोटर को प्रत्यावर्ती धारा सप्लाई पर चलाया जा सकता है, कारण सहित बताइए?

उत्तर दिष्ट धारा शंट तथा श्रेणी मोटरें सदैव एक ही दिशा में घूमती हैं चाहे सप्लाई की ध्रुवता कुछ भी हो अर्थात् सप्लाई की ध्रुवता (polarity) बदलने पर भी मोटर के घूमने की दिशा पहले के समान रहती है। इस प्रकार दिष्ट धारा श्रेणी तथा शंट मोटरें A.C. पर परिचालित हो जायें। परन्तु यह देखा गया है कि D.C. शंट मोटरें A.C. सप्लाई पर संयोजित होने पर अपेक्षाकृत कम बलाघूर्ण विकसित करती हैं। इसका कारण यह है कि शंट क्षेत्र के उच्च प्रतिघात के कारण शंट क्षेत्र धारा, आर्मेचर धारा के काफी बड़े कोण से पश्चगामी होती है फलस्वरूप बहुत कम बलाघूर्ण विकसित होता है।

दिष्ट धारा श्रेणी मोटर को A.C. सप्लाई से संयोजित करने का क्षेत्र तथा आर्मेचर धारा समान होती है तथा समान फेज में होती है। इस प्रकार ये मोटरें सैद्धान्तिक रूप में दिष्ट धारा तथा प्रत्यावर्ती धारा पर समान बलाघूर्ण विकसित करती हैं। यदि कोई साधारण दिष्ट धारा श्रेणी मोटर A.C. सप्लाई पर संयोजित की जाये तो यह परिचालित तो होगी परन्तु यह सन्तोषजनक कार्य नहीं करेगी। जिसके अग्र कारण हैं—

Scanned with CamScanner

(i) चूँकि क्षेत्र तथा आर्मेचर धाराएँ प्रत्येक आधे चक्र में विपरीत हो जाती हैं, इससे बलाघूर्ण दोगुनी आवृत्ति पर एक दिशा में लगेगा।

(ii) क्षेत्र फ्लक्स में प्रत्यावर्तन के कारण क्षेत्र क्रोड तथा योक में अधिक भँवर धारा हानियाँ उत्पन्न होंगी जिससे मोटर अधिक गर्म हो जायेगी, परिणामस्वरूप परिचालन दक्षता घट जाती है।

(iii) दिक्परिवर्तन के समय आर्मेचर कुण्डलियों में प्रेरित वोल्टता तथा धाराएँ ब्रशों द्वारा लघुपथित हो जाती है, जिससे उच्च स्पार्किंग (sparking) होती है।

(iv) क्षेत्र कुण्डलियों के प्रेरकत्व के कारण असाधारण वोल्टतापात तथा निम्न शक्ति गुणक की अवस्थाएँ उत्पन्न हो जाती हैं, जिससे मोटर का प्रदर्शन (performance) दुर्बल हो जाता है।

प्रश्न 12. ब्रेकिंग प्रणाली के लिए वांछित आवश्यकताएँ क्या है?

उत्तर **ब्रेकिंग प्रणाली की मुख्य आवश्यकताएँ** ब्रेकिंग प्रणाली की मुख्यत: निम्नलिखित आवश्यकताएँ होती हैं—

1. ब्रेकिंग प्रणाली साधारण होनी चाहिए जिसका ट्रेन चालक (driver) सुगमता से प्रयोग कर सके। इसका रख-रखाव व्यय कम हो तथा प्रणाली विश्वसनीय (reliable) होनी भी आवश्यक है।
2. सब डिब्बों में ब्रेक का प्रयोग एक साथ होना चाहिए।
3. ब्रेकिंग का समय कम होना चाहिए।
4. ब्रेक का प्रयोग इस प्रकार होना चाहिए कि किसी प्रकार की क्षति या यात्रियों को असुविधा अर्थात् झटका इत्यादि न लगे। इसलिए ब्रेक का क्रमिक (gradual) तथा झटका रहित लगना आवश्यक है।
5. आपातकालीन दशा में अचानक ब्रेक लगाने पर सुरक्षा का पूर्ण ध्यान रखना चाहिए तथा ब्रेक लगाने पर गाड़ी को न्यूनतम सम्भव दूरी तय करनी चाहिए।
6. एकसमान मन्दन (retardation) प्राप्त करने के लिए ब्रेकिंग बल का मान धुरी लोड (axle load) के समानुपाती होना चाहिए।
7. ब्रेकिंग प्रणाली इस प्रकार होनी चाहिए कि बिना समय नष्ट किये अनेक बाद प्रयोग की जा सके।
8. ब्रेकिंग समय में एकत्रित गतिज ऊर्जा (kinetic energy) (विद्युत ऊर्जा के रूप में) को पुन: गाड़ी को त्वरित करने में प्रयोग होने का प्रबन्ध होना चाहिए।

अधिक यातायात घनत्व के लिए संकर्षण प्रणाली में तीव्र गति की गाड़ियों की आवश्यकता होती है। आधुनिक संकर्षण यंत्रों के विकास उत्पत्ति से गाड़ी को तीव्रता से त्वरित करने में किसी विशेष प्रकार की बाधा का सामना नहीं करना पड़ता तथा तीव्र त्वरण में असफलता का भी कोई विशेष खतरा नहीं होता। परन्तु इस प्रकार गतिज ऊर्जा (kinetic energy) में अत्यधिक वृद्धि हो जाती है और अचानक ब्रेक लगाने पर उत्पन्न ऊर्जा को कम समय में क्षय (dissipate) करने में उलझन आती है तथा ब्रेकिंग में असफलता से खतरा भी उत्पन्न हो सकता है। इसलिए ब्रेकिंग प्रणाली को अधिक महत्त्व दिया जाता है।

ब्रेकिंग को निम्न तीन भागों में विभाजित किया जा सकता है—

(i) यान्त्रिक ब्रेकिंग (Mechanical braking)

(ii) विद्युत ब्रेकिंग (Electric braking)

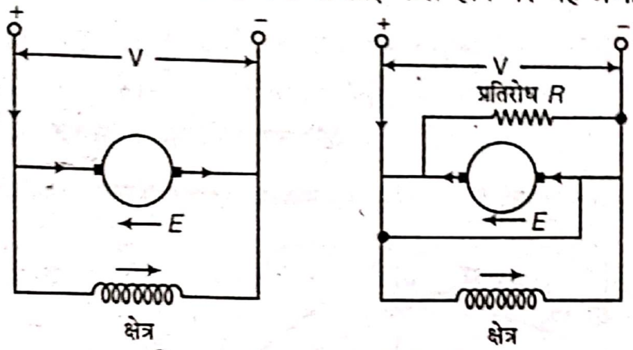
(iii) द्रवीय ब्रेकिंग (Hydraulic braking)

प्रश्न 13. प्लगिंग (plugging) आरोधन विधि को समझाइए। **(2014, 19)**

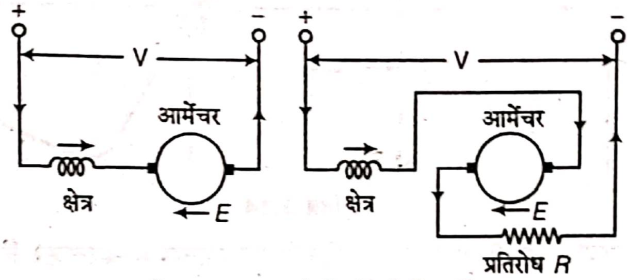
उत्तर **प्लगिंग** Plugging इस विधि को उत्क्रम धारा ब्रेकिंग (reverse current braking) भी कहा जाता है। इस विधि में मोटर को सप्लाई से इस प्रकार संयोजित किया जाता है कि ब्रेकिंग के समय मोटर में उत्पन्न बलाघूर्ण की दिशा रोटर के घूमने की दिशा के विपरीत होती है। इस प्रकार धीरे-धीरे मोटर की गति शून्य हो जाती है परन्तु शून्य गति होने के पश्चात् रोटर पहले से विपरीत दिशा में घूमना प्रारम्भ कर देता है। अत: शून्य गति के समय मोटर का सम्बन्ध सप्लाई से काटना पड़ता है परन्तु इस विधि में चलायमान चल भागों (moving parts) की गतिज ऊर्जा (kinetic energy) व्यर्थ

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

हो जाती है और इसके साथ मोटर में विपरीत दिशा में बलाघूर्ण उत्पन्न करने के लिए अतिरिक्त ऊर्जा की आवश्यकता पड़ती है। अत: प्रणाली की दक्षता कम हो जाती है तथा सप्लाई फेल होने पर यह प्रणाली कार्य नहीं कर सकती।



चित्र **2.13** (a) शंट मोटरों में प्लगिंग



चित्र **2.13** (b) श्रेणी मोटरों में प्लगिंग

दिष्ट धारा शंट मोटर में प्लगिंग प्रणाली प्रयोग करने के लिए आर्मेचर संयोजनों को क्षेत्र की अपेक्षा बदल दिया जाता है जिसके कारण आर्मेचर में धारा प्रवाह की दिशा विपरीत हो जाती है। जैसा चित्र 2.13 (a) में दर्शाया गया है। साधारण दशा में विरोधी विद्युत वाहक बल की दिशा, आर्मेचर धारा की दिशा के विपरीत होती है, परन्तु ब्रेकिंग के समय विरोधी विद्युत वाहक बल E तथा आर्मेचर धारा की दिशा एक हो जाती है। इस प्रकार परिवर्तन के समय आर्मेचर परिपथ पार्श्व में प्रयुक्त वोल्टता का मान $V + E$ हो जाता है, जहाँ V सप्लाई वोल्टता है। E का मान लगभग V के बराबर होता है अत: आर्मेचर के पार्श्व में वोल्टता $2V$ हो जाती है जिसके कारण आर्मेचर धारा का मान अधिक हो जाता है, इस धारा वृद्धि को रोकने के लिए, ब्रेकिंग के समय आर्मेचर परिपथ में प्रारम्भिक प्रतिरोध R को लगाया जाता है जैसा कि चित्र 2.13 (b) में दर्शाया गया है। इस प्रकार ब्रेकिंग के समय गतिज ऊर्जा तथा सप्लाई द्वारा दी गयी ऊर्जा का अंश प्रतिरोध द्वारा क्षय (dissipate) हो जाता है और प्रणाली की दक्षता कम हो जाती है। विद्युत ब्रेकिंग बलाघूर्ण मोटर की गति पर निर्भर करता है, जिसे निम्नलिखित समीकरण द्वारा दिया जाता है

$$\text{विद्युत ब्रेकिंग बलाघूर्ण } T_{EB} \propto \phi I$$

जहाँ, ϕ = एक ध्रुव द्वारा उत्पन्न फ्लक्स

I = आर्मेचर धारा

अत: विद्युत ब्रेकिंग बल $T_{EB} = K_1 \phi I,$ (जहाँ K_1 = स्थिरांक)

लेकिन,

$$I = \frac{V + E}{R}$$

जहाँ, V = सप्लाई वोल्टता

E = विरोधी विद्युत वाहक बल

R = आर्मेचर परिपथ में कुल प्रतिरोध

इसलिए विद्युत ब्रेकिंग बलाघूर्ण,

$$T_{EB} = K_1 I \phi = \frac{(V + K_2 N\phi) K_1 \phi}{R} = \frac{K_1 \phi V}{R} + \frac{K_1 K_2 N \phi^2}{R}$$

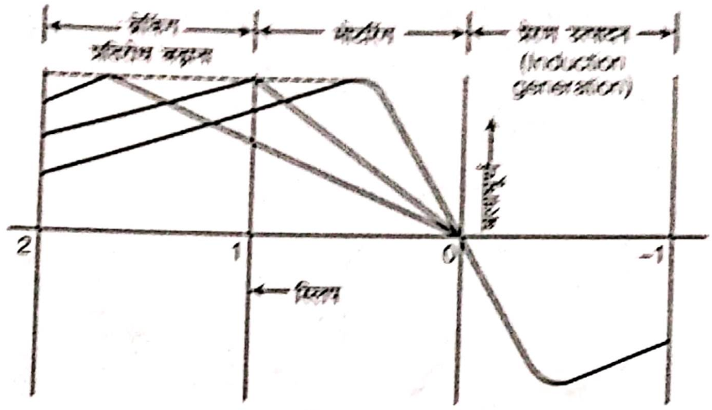
$$= K_3 \phi + K_4 N \phi^2$$

OKC TECHNICAL CLASSES

Scanned with CamScanner

जहाँ, $K_3 = \frac{K_1}{R}$ तथा $K_4 = \frac{K_1 K_2}{R}$

हम जानते हैं कि शंट मोटर में ϕ का मान स्थिर होता है। दिष्ट धारा श्रेणी मोटर में फ्लक्स का मान लोड पर निर्भर करता है तथा आर्मेचर धारा के समानुपाती होता है। बलाघूर्ण का मान केवल चुम्बकन वक्र (magnetising curve) से प्राप्त किया जा सकता है। चित्र 2.13 (b) में श्रेणी मोटर के प्लगिंग के समय संयोजन दर्शाये गये हैं।



चित्र 2.14

प्रेरण मोटरों में प्लगिंग का प्रयोग किन्हीं दो सप्लाई टर्मिनलों को आपस में बदलकर किया जाता है। इस प्रकार घूर्णीय चुम्बकीय क्षेत्र या घूर्ण मान फ्लक्स के घूमने की दिशा विपरीत हो जाती है अर्थात् बलाघूर्ण की दिशा भी विपरीत हो जाती है। टर्मिनलों को बदलने के पश्चात् उस क्षण स्लिप S का मान दुगुना हो जाता है ($S = 2$)। चित्र 2.14 में यह वक्र दर्शाया गया है।

ब्रेकिंग बलाघूर्ण का मान मोटर के अधिकतम बलाघूर्ण के मान की अपेक्षा काफी कम होता है, इसका कारण रोटर का प्रतिरोध कम होना है। इस प्रकार हम देखते हैं कि पिंजरा वेष्ठित प्रेरण मोटर प्लगिंग के लिए उपयोग होती हैं, क्योंकि इनके रोटर प्रतिरोध का मान कम होता है, परन्तु अतिरिक्त प्रतिरोध द्वारा प्लगिंग बलाघूर्ण का मान बढ़ाया जा सकता है। इसके विपरीत स्लिप रिंग प्रेरण मोटर का रोटर प्रतिरोध अधिक रखा जा सकता है। अतः यह मोटर प्लगिंग के लिए अधिक उपयोगी रहती है। यदि प्रतिरोध का मान इस प्रकार व्यवस्थित किया जाये कि समस्त ब्रेकिंग बलाघूर्ण का मान अधिकतम रहे तो ब्रेकिंग समय कम हो जायेगा।

यदि स्लिप का मान S_1 से बदलकर S_2 हो जाता है, तब

$$\text{रोटर में उत्पन्न ऊष्मा} = \text{तुल्यकाली गति पर गतिज ऊर्जा} \times (S_1^2 - S_2^2) \quad \text{...(i)}$$

अर्थात् रोटर में ऊष्मा का मान प्रारम्भ से लेकर (जब $S = 1$) पूर्ण लोड स्लिप (जब $S_2 = 0$) तक प्रणाली की तुल्यकाली गति पर ऊर्जा के बराबर होता है। ब्रेकिंग के समय में रोटर में उत्पन्न ऊष्मा का मान उपरोक्त समीकरण में $S_1 = 2$ तथा $S_2 = 1$ रखकर प्राप्त किया जा सकता है, इस प्रकार प्राप्त मान मोटर को तुल्यकाली गति तक घुमाने पर उत्पन्न ऊष्मा के मान से तीन गुना होता है। अतः प्रेरण मोटर का चयन करते समय लोड के साथ-साथ ब्रेकिंग दशाओं का भी ध्यान रखा जाता है। पिंजरा वेष्ठित प्रेरण मोटर में पूर्ण ऊष्मा मोटर के अन्दर ही क्षय होती है, परन्तु स्लिप रिंग प्रेरण मोटर में यह ऊष्मा बाहरी (external) प्रतिरोध में भी क्षय होती है। स्लिप रिंग प्रेरण मोटर का पिंजरा वेष्ठित प्रेरण मोटर की तुलना में लाभ यह है कि इस मोटर के रोटर में परिवर्तनशील प्रतिरोधों का प्रयोग बलाघूर्ण परिवर्तन के लिए किया जा सकता है।

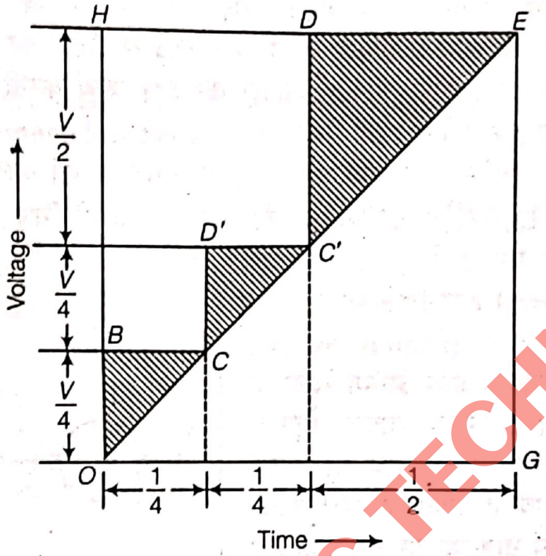
प्रश्न 14. श्रेणी-समान्तर संयोजन विधि द्वारा चार मोटरों के प्रारम्भन को समझाइए।

अथवा **श्रेणी-समान्तर संयोजन विधि को समझाइए।** **(2016)**

उत्तर **श्रेणी-समान्तर संयोजन विधि द्वारा चार मोटरों का प्रारम्भन** Starting of 4 Motors by Series-parallel Connection Method चार मोटरों को एकसाथ श्रेणी-समान्तर संयोजन विधि द्वारा प्रारम्भ (start) करने के लिए सभी चारों मोटरों को पहले प्रारम्भन प्रतिरोध (starting resistance) के साथ श्रेणी में संयोजित कर दिया जाता है। यदि

Scanned with CamScanner

प्रारम्भन समय को हम t से प्रदर्शित करें तो समय $\frac{t}{4}$ के पश्चात् प्रत्येक मोटर के आर-पार कुल वोल्टता V का $\frac{V}{4}$ वोल्टतापात होता है तथा इस स्थिति में पूर्ण प्रारम्भन प्रतिरोध मोटरों के श्रेणी परिपथ से काट दिया जाता है। मोटरों के श्रेणी संयोजन को अब श्रेणी-समान्तर मिश्रित संयोजन में परिवर्तित करके प्रारम्भन प्रतिरोध को इस नये मिश्रित संयोजन के श्रेणी में संयोजित कर दिया जाता है। अब दूसरे $\frac{t}{4}$ समय के पश्चात् प्रत्येक मोटर में विरोधी विद्युत वाहक बल का मान बढ़कर $\frac{V}{2}$ हो जाता है तथा इस स्थिति में मोटरों के श्रेणी-समान्तर परिपथ से प्रारम्भन प्रतिरोध को काटकर पृथक् कर दिया जाता है तथा अन्त में सभी मोटरों के श्रेणी-समान्तर संयोजनों को समान्तर संयोजन में परिवर्तित करके सीधे ही सप्लाई लाइन (पूर्ण वोल्टता) से संयोजित कर दिया जाता है। इस स्थिति में प्रत्येक मोटर पर विरोधी विद्युत वाहक बल का मान $\frac{t}{2}$ समय अवधि में $\frac{V}{2}$ से बढ़कर V हो जाता है। चार मोटरों में से एक मोटर का वोल्टता-समय वक्र चित्र 2.15 में दर्शाया गया है।



चित्र 2.15

प्रत्येक मोटर की प्रारम्भन समय-अवधि में स्टार्टर/नियंत्रक में ऊर्जा क्षय

= श्रेणी संयोजन विधि में ऊर्जा क्षय + श्रेणी-समान्तर संयोजन अवधि में ऊर्जा क्षय + समान्तर संयोजन अवधि में ऊर्जा क्षय

$$= [\Delta OBC + \Delta CD'C' + \Delta C'DE]I$$

$$= \left[\frac{1}{2}\frac{V}{4}\frac{t}{4} + \frac{1}{2}\frac{V}{4}\frac{t}{4} + \frac{1}{2}\frac{V}{2}\frac{t}{2}\right]I$$

$$= VIt\left[\frac{1}{32} + \frac{1}{32} + \frac{1}{8}\right] = \frac{3}{16}VIt \qquad \text{...(i)}$$

$$\text{ऊर्जा निर्गत प्रति मोटर} = \Delta OEG \times I$$

$$= I \times \frac{1}{2}tV = \frac{VIt}{2} \qquad \text{...(ii)}$$

$$\text{ऊर्जा निविष्ट प्रति मोटर} = \text{समीकरण (i)} + \text{समीकरण (ii)}$$

$$= VIt\left(\frac{1}{2} + \frac{3}{16}\right) = \frac{11}{16}VIt \qquad \text{...(iii)}$$

$$\text{प्रारम्भन अवधि की दक्षता} = \frac{\text{समीकरण (ii)}}{\text{समीकरण (iii)}} \times 100$$

AKC TECHNICAL CLASSES

Scanned with CamScanner

$$= \frac{\frac{1}{2}VIt}{\frac{11}{16}VIt} \times 100 = \frac{16}{22} \times 100 = 72.73\%$$

श्रेणी-समान्तर प्रचालन के लाभ Advantages of Series-parallel Starting इसके लाभ निम्नलिखित हैं—

(i) साधारण रिओस्टेटिक प्रणाली/विधि की अपेक्षा प्रारम्भन की यह प्रणाली/विधि उच्च दक्षता रखती है।

(ii) इस विधि द्वारा एक से अधिक अल्पव्ययी गति (economical speed) प्राप्त होती है जोकि रिओस्टेटिक विधि द्वारा केवल विद्युत ऊर्जा को रिओस्टेट में क्षय करने पर ही प्राप्त हो सकती है।

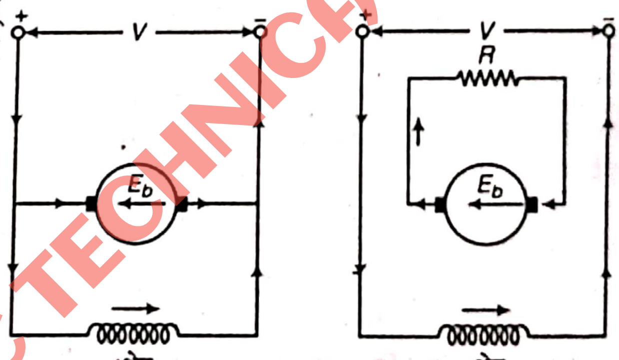
(iii) इस विधि में साधारण रिओस्टेटिक विधि की अपेक्षा कम विद्युत ऊर्जा क्षय होने के कारण इस प्रणाली का आकार साधारण रिओस्टेटिक प्रणाली की अपेक्षा छोटा होता है।

प्रश्न 15. रिओस्टेटिक ब्रेकिंग का परिचय दीजिए। विभिन्न मोटरों के लिए रिओस्टेटिक प्रणाली का उल्लेख कीजिए।

अथवा **आरोध (Braking) की विभिन्न विधियाँ (Methods) लिखिए।** **(2019)**

उत्तर **रिओस्टेटिक ब्रेकिंग** Rheostatic Braking यह विधि डायनामिक ब्रेकिंग (dynamic braking) भी कहलाती है। इस विधि में मोटर का सम्बन्ध ब्रेकिंग के समय सप्लाई से अलग कर दिया जाता है तथा लोड और मोटर की गतिज ऊर्जा के प्रयोग से मोटर जनित्र (generation) की तरह कार्य करती है। मोटर के टर्मिनलों के पार्श्व में प्रतिरोध R लगा होता है जिसके द्वारा गतिज ऊर्जा विद्युत ऊर्जा (electrical energy) में परावर्तित होने के पश्चात् क्षय (dissipate) हो जाती है, अत: ब्रेकिंग के समय प्रतिरोध R विद्युत लोड का कार्य करता है।

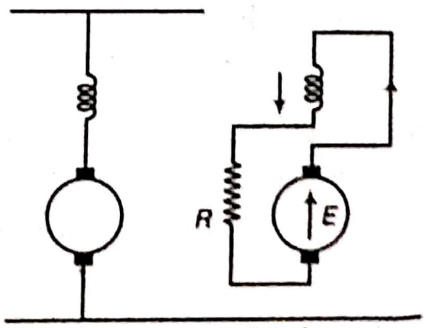
1. **दिष्ट धारा शंट मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली** इस प्रणाली को चित्र 2.16 द्वारा दर्शाया गया है। ब्रेकिंग के समय आर्मेचर का सम्बन्ध सप्लाई से तोड़ने के पश्चात् प्रतिरोध R आर्मेचर के पार्श्व में लगा दिया जाता है। इस समय मोटर पृथक् उत्तेजित (separately excited) जनित्र की तरह कार्य करती है तथा ब्रेकिंग बलाघूर्ण, प्रतिरोध को दी गयी धारा के कारण उत्पन्न होता है। परन्तु किसी कारणवश सप्लाई का सम्बन्ध टूट जाने से उत्तेजन (excitation) शून्य हो जाता है और ब्रेकिंग कार्य भी रुक जाता है। इस दोष को दूर करने के लिए आर्मेचर की श्रेणी में केवल ब्रेकिंग के समय श्रेणी क्षेत्र कुण्डलन (series field coil) का प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार ब्रेकिंग के समय मोटर स्वयं उत्तेजित (self excited) जनित्र की तरह कार्य करती है तथा ब्रेकिंग बलाघूर्ण प्राप्त हो जाता है।



(a) सामान्य चालन (b) रिओस्टेटिक ब्रेकिंग

चित्र 2.16 दिष्ट धारा शंट मोटरों में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग

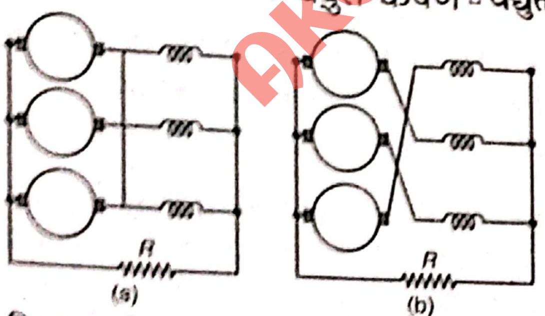
2. **दिष्ट धारा श्रेणी मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली** इस प्रकार की प्रणाली में ब्रेकिंग के समय मोटर का सम्बन्ध सप्लाई से अलग कर दिया जाता है तथा मोटर स्वत: उत्तेजित (self excited) श्रेणी जनित्र की तरह कार्य करती है। इस दशा में मोटर के पार्श्व में अतिरिक्त प्रतिरोध R इस प्रकार लगा दिया जाता है कि क्षेत्र कुण्डली में धारा की दिशा परिवर्तित नहीं होती। इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि मोटर परिपथ में कुल प्रतिरोध का मान क्रांतिक प्रतिरोध (critical resistance) से कम रहे अन्यथा जनित्र में कोई उत्तेजन (excitation) नहीं होगा। फलक्स उत्पन्न करने के लिए आर्मेचर के संयोजन क्षेत्र की अपेक्षा बदल दिये जाते हैं जैसा कि चित्र 2.17 में दिखाया गया है।



श्रेणी मोटर का सामान्य परिचालन श्रेणी मोटर पर रिओस्टेटिक ब्रेकिंग

चित्र 2.17 दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner



चित्र 2.18 दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग

यदि एक से अधिक श्रेणी मोटर हों, जैसाकि प्राय: विद्युत संकर्षण कार्यों में होता है तो हम श्रेणी मोटरों को समकारी संयोजन द्वारा संयोजित करते हैं, जैसाकि चित्र 2.18 (a) में दिखाया गया है या एक मशीन में उत्तेजन को दूसरी मशीन की आर्मेचर धारा द्वारा उत्तेजित किया जाता है, जैसा कि चित्र 2.18 (b) में दिखाया गया है।

श्रेणी मोटर में विद्युत ब्रेकिंग बलाघूर्ण $= K_1\phi I$ होता है, जहाँ K_1 स्थिरांक तथा ब्रेकिंग धारा $I = \frac{E}{R_1}$, जहाँ E = विरोधी विद्युत वाहक बल तथा R_1 = मोटर परिपथ में कुल प्रतिरोध है।

इसलिए विद्युत ब्रेकिंग बलाघूर्ण $= K_1\phi \times \frac{E}{R_1} = \frac{K_1}{R_1} \times \phi E = \frac{K_1}{R_1}\phi(K_2N\phi) = \frac{K_1K_2}{R_1}\phi^2 N = K_3N\phi^2$

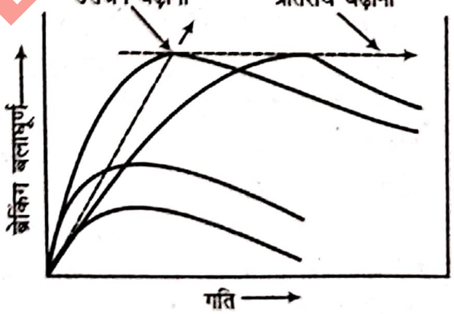
जहाँ,
$$K_3 = \frac{K_1K_2}{R_1}$$

शंट मोटर में ϕ का मान स्थिर होता है इसलिए विद्युत ब्रेकिंग बलाघूर्ण $= K_4N$ (जहाँ, $K_4 = K_3\phi^2$)

3. **प्रेरण मोटर में रिओस्टेटिक ब्रेकिंग प्रणाली** इस प्रणाली में ब्रेकिंग के लिए स्टेटर को दिष्ट धारा सप्लाई दी जाती है तथा स्लिप रिंगों में अतिरिक्त प्रतिरोध लगा दिये जाते हैं। इस दशा में आवृत्ति का मान गति पर निर्भर करता है तथा मोटर एक तुल्यकाली प्रत्यावर्तक (synchronous alternator) की तरह कार्य करती है। दिष्ट धारा सप्लाई को स्टेटर से निम्न दो प्रकार से संयोजित किया जा सकता है—

(i) दो तार संयोजन द्वारा (By two leads connection),

(ii) तीन तार संयोजन द्वारा (By three leads connection)।



चित्र 2.19

प्रथम विधि में स्टेटर कुण्डली स्टार में संयोजित होती है तथा किन्हीं दो टर्मिनलों को दिष्ट धारा सप्लाई से जोड़ दिया जाता है तथा तीसरा टर्मिनल खुला छोड़ दिया जाता है। दूसरी विधि में दो फेज कुण्डलियों को समान्तर में जोड़ दिया जाता है, इस प्रकार स्टेटर कुण्डली की एक फेज कुण्डलन शेष दो फेज कुण्डलनों की समान्तर श्रेणी में आ जाती है। अब क्योंकि दिष्ट धारा सप्लाई दी जाती है। इसलिए स्टेटर में स्थित उत्तरी तथा दक्षिणी चुम्बकीय ध्रुव उत्पन्न होते हैं। इस प्रकार अब रोटर में लघुपथित धारा स्लिप की अपेक्षा गति पर निर्भर करती है (लघुपथित धारा प्रेरण मोटर में स्लिप पर अधिक निर्भर करती है), इसलिए तुल्यकाली जनित्र में ब्रेकिंग बलाघूर्ण गति अभिलक्षण, प्रेरण मोटर के बलाघूर्ण-स्लिप अभिलक्षण के समान होते हैं, इसलिए केवल स्लिप को गति से स्थानान्तरित कर दिया जाता है। दिष्ट धारा उत्तेजन तथा रोटर प्रतिरोधों का गति-बलाघूर्ण अभिलक्षण पर प्रभाव चित्र 2.19 में दिखाया गया है। वक्र का अधिक ढाल (slope) वाला भाग स्थिर ब्रेकिंग क्रिया को प्रदर्शित करता है अर्थात् अधिकतम बलाघूर्ण बिन्दु से बायीं दिशा में ब्रेकिंग क्रिया स्थिर होती है अर्थात् किसी भी कारणवश मोटर की गति बढ़ने पर बलाघूर्ण का मान अधिकतम होने के पश्चात् कम होना प्रारम्भ हो जाता है। इस प्रकार ब्रेकिंग के प्रारम्भ में रोटर परिपथ में प्रतिरोध का मान अधिक होता है तथा गति कम होने के साथ धीरे-धीरे कम किया जाता है। ब्रेकिंग बलाघूर्ण का मान दिष्ट धारा उत्तेजन तथा रोटर प्रतिरोध द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है।

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

प्रश्न 18. पुनर्जनन ब्रेकिंग क्या है? इसे प्रयोग करने के लिए प्रमुख आवश्यक शर्तें बताइए।

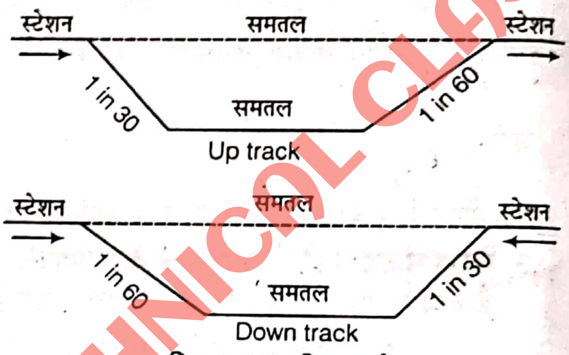
अथवा विद्युत संकर्षण में रीजनरेटिव ब्रेकिंग की विवेचना कीजिए। (2015)

अथवा रिजनित्र अवरोध (Regenerative braking) समझाइए व ब्लॉक आरेख (block diagram) बनाइए। (2019)

उत्तर **पुनर्जनन ब्रेकिंग** Regenerative Braking गाड़ी के किसी गति तक त्वरित होने के पश्चात् उसमें गतिज ऊर्जा एकत्रित हो जाती है जिसका मान गाड़ी के भार तथा गति पर निर्भर करता है। गाड़ी का भार स्थिर होता है अर्थात् गतिज ऊर्जा गति पर निर्भर करती है (गतिज ऊर्जा $KE = \frac{1}{2}mv^2$), जहाँ m भार तथा V गति है। गाड़ी को शक्ति देना बन्द करने के पश्चात् यह गतिज ऊर्जा घर्षण प्रतिरोध की क्षति पूर्ति तथा गाड़ी को आगे बढ़ाने में व्यय होती है। इस समय गाड़ी को आगे बढ़ाने वाली गतिज ऊर्जा का भाग, लाभप्रद कार्य करता है। अत: इसे हम यान्त्रिक पुनर्जनन ब्रेकिंग कह सकते हैं, चूँकि धीरे-धीरे गाड़ी की गति शून्य हो जाती है जिसका कारण त्वरण के पश्चात् एकत्रित गतिज ऊर्जा का व्यय होना है।

वैद्युत पुनर्जनन ब्रेकिंग के समय संकर्षण मोटर जनित्र की तरह कार्य करती है जिसमें एकत्रित गतिज ऊर्जा का प्रयोग होता है। इस प्रकार प्राप्त वैद्युत ऊर्जा को सप्लाई में वापस भेज दिया जाता है।

पुनर्जनन ब्रेकिंग द्वारा किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच उपलब्ध ऊर्जा, वह ऊर्जा होती है जो जनित्र द्वारा वैद्युत ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है तथा सप्लाई को वापस भेज दी जाती है। यदि गाड़ी की मूल निर्धारित गति को बनाए रखा जाना हो, तो त्वरण में वृद्धि करनी पड़ेगी, जोकि केवल बड़ी मोटरें प्रयोग करके ही सम्भव है। उपनगरीय संकर्षण सेवाओं से कोस्टिंग समय (coasting period) गाड़ी के कुल चलने के समय (running period) का 20-50% तक होता है और इस प्रकार ब्रेकों में काफी अधिक प्रतिशत में गतिज ऊर्जा व्यय हो जाती है। इस समस्या को हल करने के लिए यान्त्रिक पुनर्जनन सिद्धान्त पर आधारित क्रमिक मार्ग प्रणाली प्रयोग की जाती है जिसे चित्र 2.20 में दिखाया गया है, जिससे 5% तक की ऊर्जा व्यय में बचत हो जाती है।



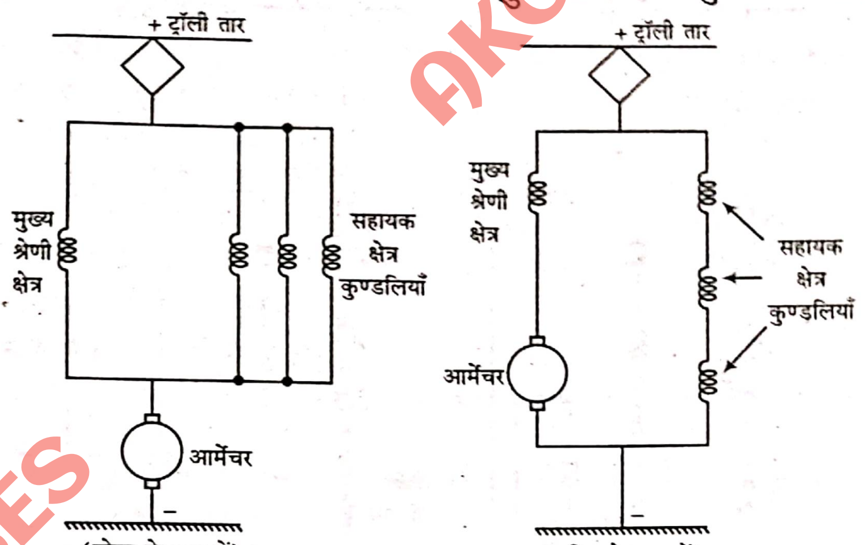
चित्र 2.20 क्रमिक मार्ग

क्रमिक मार्ग प्रणाली में स्टेशन समतल मार्ग (level track) से कुछ ऊँचाई पर स्थित होते हैं जैसा कि चित्र 2.20 से स्पष्ट है तथा स्टेशन छोड़ते समय मार्ग का ढाल 1 : 30 के बीच होता है तथा स्टेशन पहुँचते समय 1 : 60 के बीच होता है। इस प्रणाली में ट्रेन की गतिज ऊर्जा ब्रेकों में व्यय नहीं होती, बल्कि स्थितिज ऊर्जा (potential energy) के रूप में एकत्रित हो जाती है जोकि ट्रेन के 1 : 60 के बीच ढाल पर स्टेशन पर चढ़ते समय प्रयोग हो जाती है। ट्रेन के स्टेशन छोड़ते समय स्थितिज ऊर्जा ट्रेन को नीचे ले जाने तथा त्वरण प्रदान करने में सहयोग देती है। इस प्रणाली को प्रयोग करके ट्रेन चलाने में छोटी मोटरें लगाई जा सकती हैं तथा इस प्रकार समतल मार्ग की अपेक्षा विशिष्ट ऊर्जा व्यय में 75% तक की कमी की जा सकती है। यह प्रणाली भूमिगत रेलवे में प्रयोग की जाती है, क्योंकि सतह रेलवे में क्रमिक मार्ग बनाने में काफी कठिनाई आती है।

विद्युत पुनर्जनन ब्रेकिंग प्रयोग करने के लिए आवश्यक शर्तें Necessary Conditions for Use of Electrical Regeneration Braking इसके प्रयोग करने के लिए आवश्यक शर्तें निम्नलिखित हैं—

1. जनित्र में विरोधी विद्युत वाहक बल का मान सदा सप्लाई वोल्टता से अधिक होता है तथा वोल्टताओं के अन्तर के कारण आर्मेचर धारा प्रवाहित होती है, इसलिए ब्रेकिंग के समय विरोधी विद्युत वाहक बल का सप्लाई वोल्टता से अधिक होना आवश्यक होता है जिसे केवल उत्तेजन बढ़ाकर प्राप्त किया जा सकता है, क्योंकि गाड़ी की गति कम होती है।
2. सुरक्षा की दृष्टि से ब्रेकिंग प्रणाली में यान्त्रिक स्थिरता होनी चाहिए अर्थात् अधिक ब्रेकिंग बलाघूर्ण प्राप्त होना चाहिए।
3. ब्रेकिंग प्रणाली में विद्युत स्थिरता होनी चाहिए, अर्थात् बलाघूर्ण सप्लाई वोल्टता की अस्थिरता पर निर्भर नहीं होना चाहिए।

Scanned with CamScanner



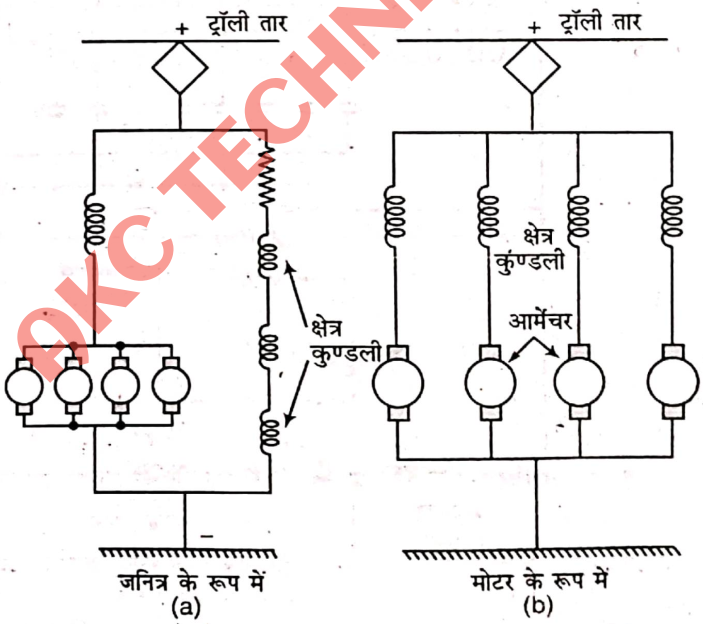
चित्र 2.21 अकेली श्रेणी मोटर के साथ ट्रामवे, ट्रॉली बस इत्यादि में प्रयुक्त पुनर्जनन ब्रेकिंग

4. यदि किसी विशेष दशा में ब्रेकिंग द्वारा प्राप्त ऊर्जा अत्यधिक हो जाती है तो ऐसा प्रबन्ध होना चाहिए कि कुछ ऊर्जा व्यर्थ की जा सके अन्यथा ब्रेकिंग प्रणाली का प्रभाव नहीं होगा।

प्रश्न 17. दिष्ट धारा मोटरों एवं एक-फेजी श्रेणी मोटरों में पुनर्जनन ब्रेकिंग का उल्लेख कीजिए।

अथवा **दिष्ट धारा श्रेणी कर्षण मोटरों के लिए प्रयुक्त रीजनरेटिव ब्रेकिंग की व्याख्या कीजिए।** (2016)

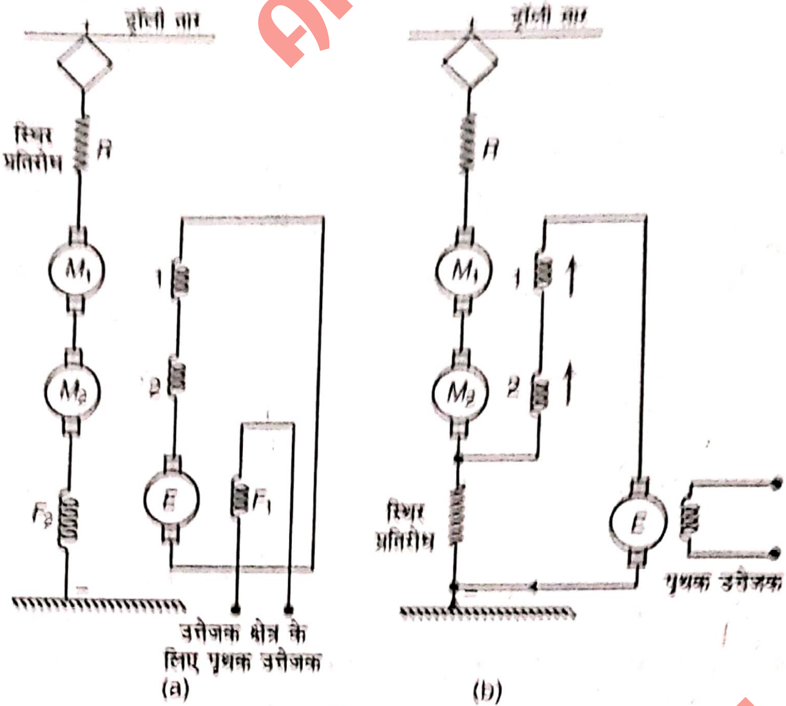
उत्तर **दिष्ट धारा मोटरों में पुनर्जनन ब्रेकिंग** Regenerative Braking in D.C. Motors प्रभावशाली पुनर्जनन ब्रेकिंग के लिए मोटर की टर्मिनल वोल्टता का मान सप्लाई वोल्टता से अधिक होना चाहिए तथा टर्मिनल वोल्टता गति परिवर्तन तथा ब्रेकिंग बलाघूर्ण पर निर्भर नहीं होनी चाहिए। ब्रेकिंग के समय आर्मेचर धारा विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है जिसके कारण क्षेत्र धारा भी विपरीत दिशा में प्रवाहित होगी, इसलिए ब्रेकिंग के समय क्षेत्र कुण्डली के संयोजन आपस में बदल दिये जाते हैं अन्यथा विरोधी विद्युत वाहक बल की दिशा भी विपरीत हो जायेगी तथा विरोधी विद्युत वाहक बल तथा सप्लाई वोल्टता एक-दूसरे से जुड़ जायेंगे और लघुपथित दशा उपस्थित हो जायेगी।



चित्र 2.22 कई श्रेणी मोटरों के साथ ट्रेन इन्जन में पुनर्जनन ब्रेकिंग

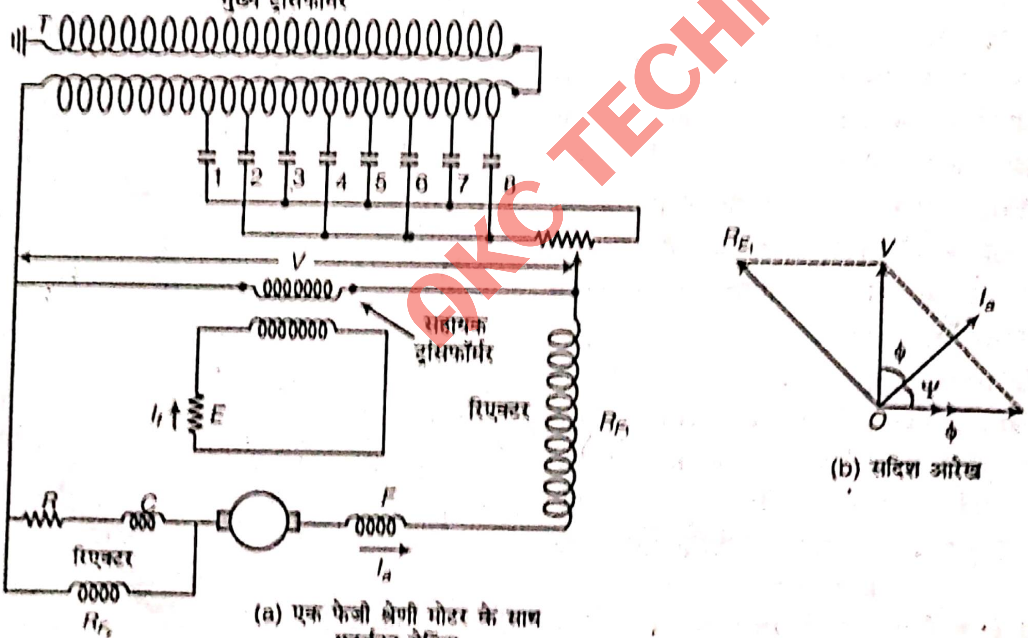
अब यदि लाइन वोल्टता में थोड़ा-सा भी परिवर्तन होगा तो सहायक कुण्डली (जोकि इस समय शंट क्षेत्र का कार्य करती है) अधिक प्रभावित होगी, जिससे उत्पन्न विद्युत वाहक बल बढ़ेगा या घटेगा। यदि सप्लाई वोल्टता का मान बढ़ता है जो विरोधी विद्युत वाहक बल से अधिक हो सकता है, तो उस समय सहायक कुण्डली में (जो इस समय शंट कुण्डली का कार्य करती है) धारा का मान बढ़ जाता है अर्थात् उत्तेजन बढ़ जाता है, जिसके कारण विरोधी विद्युत वाहक बल का मान स्वतः बढ़ जाता है। इसके विपरीत सप्लाई वोल्टता कम होने पर सहायक कुण्डली में धारा का मान भी कम हो जाता है अर्थात् उत्तेजन कम हो जाता है तथा विरोधी विद्युत वाहक बल घट जाता है। इस प्रकार सहायक कुण्डलियाँ सप्लाई वोल्टता से कम या अधिक होने की दशा में आवश्यक सन्तुलन देती हैं। इस विधि को फ्रेंच विधि (french method) भी कहते हैं।

Scanned with CamScanner



चित्र 2.23

एक-फेजी श्रेणी मोटरों में पुनर्जनन ब्रेकिंग Regenerative Braking in Single Phase Series Motors यह विधि चित्र 2.24 में दिखायी गयी है। इस विधि द्वारा 90° का आवश्यक फेज अन्तर तथा उच्च शक्ति गुणक प्राप्त होता है, जैसाकि चित्र 2.24 (a) में दिखाया गया है। इसमें एक सहायक ट्रांसफॉर्मर द्वार संकर्षण मोटर की उत्तेजन कुण्डली को



(a) एक फेजी श्रेणी मोटर के साथ पुनर्जनन ब्रेकिंग

चित्र 2.24

उत्तेजित किया जाता है। मोटर के आर्मेचर को एक टैप परिवर्तक (tap changer) द्वारा मुख्य ट्रांसफॉर्मर से संयोजित कर दिया जाता है। इस परिपथ में चोक कुण्डलन (choke winding) F तथा आयरन कोर रिएक्टर (iron core reactor) R_{F_1} भी चित्र के अनुसार लगे रहते हैं। दिक्परिवर्तक ध्रुव कुण्डली (commutator pole winding) C तथा प्रतिरोध R

की श्रेणी में जोड़कर लौह क्रोड रिएक्टर R_{E_2} को इनके समान्तर में लगाते हैं तथा यह पूर्ण समूह चित्र 2.24 (a) के अनुसार लगा दिया जाता है। इस समूह द्वारा विकपरिवर्तक फ्लक्स को उचित फेज प्राप्त होता है।

यदि टेप परिवर्तक वोल्टता V तथा उत्तेजन कुण्डली की धारा I_f हो, तो धारा I_f वोल्टता V से लगभग 90° पर पश्चगामी होगी तथा मोटर में उत्पादित विरोधी विद्युत वाहक बल E तथा धारा I_f एक ही फेज में रहेंगे और V तथा E का सदिश अन्तर (vector difference) रिएक्टर R_{E_1} के पार्श्व में वोल्टता को प्रदर्शित करेगा तथा आर्मेचर धारा I_a, R_{E_1} रिएक्टर वोल्टता से लगभग 90° पश्चगामी होगी। टेप परिवर्तक की किसी भी वोल्टता के लिए उत्पादित ब्रेकिंग बलाघूर्ण $I_a \cos\phi$ के समानुपाती होगा और हानियों को नगण्य मानने पर सप्लाई को वापस दी गयी शक्ति भी $I_a \cos\phi$ के समानुपाती होगी। इस विधि के निम्नलिखित अभिलक्षण हैं—

(i) ब्रेकिंग बलाघूर्ण प्रत्येक गति पर स्थिर रहता है।

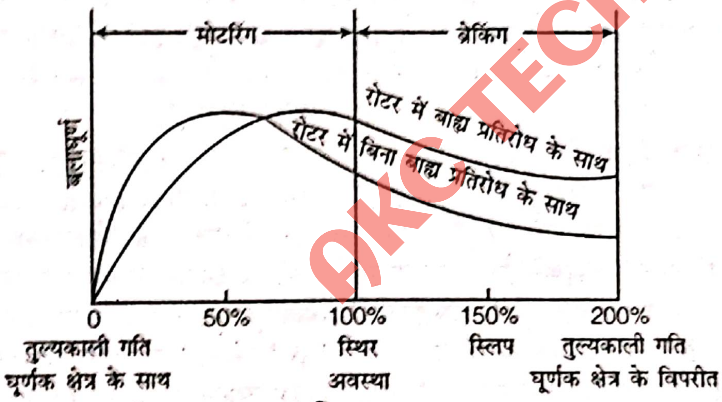
(ii) आर्मेचर में जनित्र वोल्ट ऐम्पियर (volt ampere) का मान रिएक्टर R_{E_1} द्वारा अवशोषित (absorbed) मान की अपेक्षा कम रहता है।

(iii) इस प्रकार उत्पादित शक्ति का शक्ति गुणक 0.7 होता है, परन्तु प्रणाली के सरल, स्थिर और विश्वसनीय कार्य को ध्यान में रखते हुए यह शक्ति गुणक कम होने के पश्चात् भी हानिकारक नहीं रहता।

प्रश्न 18. तीन-फेजी इन्डक्शन मोटरों में पुनर्जनन ब्रेकिंग का ग्राफ खींचिए।

उत्तर **तीन फेजी प्रेरण मोटरों में पुनर्जनन ब्रेकिंग** Regenerative Braking in 3-phase Induction Motors

तीन-फेजी प्रेरण मोटर की गति तुल्यकाली गति से अधिक हो जाने पर प्रेरण मोटर, जनित्र की तरह कार्य करने लगती है तथा इस समय पुनर्जनन ब्रेकिंग स्वयं प्रयुक्त हो जाती है, अत: तीन-फेजी प्रेरण मोटरों में पुनर्जनन ब्रेकिंग अत्यन्त सरल है। चित्र 2.25 में प्रेरण मोटर का बलाघूर्ण स्लिप वक्र दिखाया गया है। इसमें रोटर परिपथ में कोई अतिरिक्त प्रतिरोध प्रयोग नहीं होता है तथा ब्रेकिंग के समय गति स्थिर रहती है। रोटर परिपथ में प्रतिरोध लगाने से किसी विशेष ब्रेकिंग बलाघूर्ण तक गति बढ़ती है अर्थात् प्रतिरोध की अनुपस्थिति में गाड़ी की गति स्थिर रहती है तथा लोड और ढाल (slope) पर निर्भर करती है।



चित्र 2.25

प्रश्न 19. पुनर्जनन ब्रेकिंग के लाभ तथा हानियों का उल्लेख कीजिए।

उत्तर **पुनर्जनन ब्रेकिंग के लाभ** Advantages of Regenerative Braking पुनर्जनन ब्रेकिंग के निम्नलिखित लाभ हैं—

(i) इस विधि में ब्रेकिंग ऊर्जा वैद्युत ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है जिसको सप्लाई में वापस भेज दिया जाता है। अत: ऊर्जा का व्यय कम होता है तथा इस प्रकार परिचालन व्यय (operating cost) काफी हद तक कम हो जाता है।

(ii) इस विधि में अधिक ब्रेकिंग मन्दन (retardation) होता है अर्थात् गाड़ी ब्रेक लगाने के पश्चात् कम दूरी तय करती है, अत: यह प्रणाली प्रयोग करने के पश्चात् गाड़ी को तीव्र गति से चलाया जा सकता है। ढाल मार्गों पर भी गाड़ी को तीव्र गति से चलाया जा सकता है, क्योंकि पुनर्जनन ब्रेकिंग से उच्च ब्रेकिंग मंदन प्राप्त किया जा सकता है।

(iii) इस विधि में ब्रेक कम घिसते हैं अत: ब्रेक अधिक समय तक कार्य करते हैं।

(iv) इस प्रणाली में गाड़ी को चलाना अधिक सुरक्षित है।

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

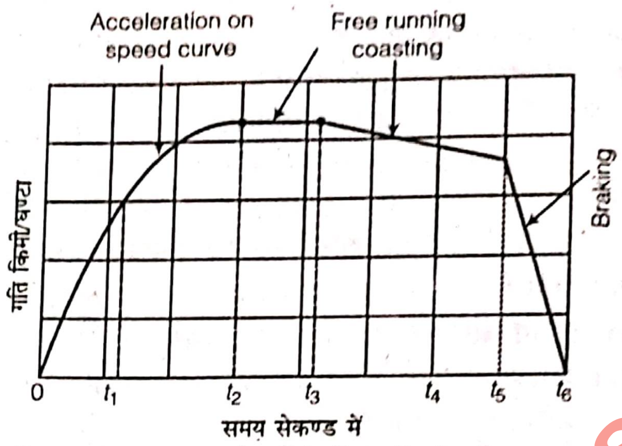
पुनर्जनन ब्रेकिंग की हानियाँ Disadvantages of Regenerative Braking पुनर्जनन ब्रेकिंग की निम्नलिखित हानियाँ हैं—

(i) इस विधि में ब्रेकिंग ऊर्जा के नियन्त्रण तथा संकर्षण उपकरणों की सुरक्षा के लिए अतिरिक्त उपकरणों की आवश्यकता पड़ती है, अत: प्रणाली का प्रारम्भिक मूल्य बढ़ जाता है।

(ii) इस विधि द्वारा गाड़ी को शून्य गति तक नहीं पहुँचाया जाता, अत: यान्त्रिक ब्रेक की आवश्यकता होती है।

(iii) सप्लाई को विद्युत ऊर्जा वापस भेजने के कारण उपकेन्द्रों का परिचालन जटिल हो जाता है।

(iv) दिष्ट धारा संकर्षण में पुनर्जनित ऊर्जा को प्रयोग करने के लिए उपकेन्द्रों में अतिरिक्त उपकरणों की आवश्यकता पड़ती है।



चित्र 2.26 मुख्य लाइन सेवाओं के लिए प्रतिरूपी गति-समय वक्र

प्रश्न 20. निम्नलिखित में विभिन्न मोटरों की विद्युत कर्षण प्रणाली में उपयुक्तता लिखिए। (2019)

(i) दिष्ट-धारा (DC series)

(ii) प्रत्यावर्ती श्रेणी (AC Series)

(iii) त्रिकला-प्रेरण (Three Phase Induction)

उत्तर (i) **दिष्ट धारा-श्रेणी मोटरें** DC series दिष्ट धारा श्रेणी मोटरों की विशेषता यह है कि ये निम्न गति पर उच्च बलाघूर्ण तथा उच्च गति पर निम्न बलाघूर्ण विकसित करती हैं, जोकि संकर्षण मोटरों के लिए आवश्यक है। गाड़ी (ट्रेन) को त्वरित करने के लिए उच्च प्रारम्भिक बलाघूर्ण आवश्यक है। दिष्ट धारा-श्रेणी मोटरों में (पूर्ण भार से दुगुने) अति भार पर भी दिकपरिवर्तन (commutation) सबसे अच्छा रहता है, जिससे कार्बन ब्रुशों को बार-बार बदलने की तथा दिकपरिवर्तक को बार-बार स्वच्छ (clean) करने की आवश्यकता नहीं होती। श्रेणी मोटर संकर्षण कार्यों के लिए 60-90 हॉर्स पावर तक बनाये जाते हैं। ये मोटर संरचना में सरल व मजबूत होते हैं। इनका प्रारम्भिक बलाघूर्ण उच्च होने तथा इनमें अतिभार सहने की क्षमता बहुत अधिक होने के कारण ये सभी प्रकार की संकर्षण सेवाओं के लिए उपयुक्त हैं। परन्तु ये उपनगरीय रेल सेवाओं के लिए विशेष रूप से उपयुक्त रहती है।

(ii) **प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर** AC Series Motor विद्युत संकर्षण कार्यों के लिए यद्यपि अनेक प्रकार की एक फेजी मोटरें प्रयोग की जाती हैं परन्तु समकारित प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर (compensated A.C. series motor) अन्य मोटरों की अपेक्षा अधिक उपयोगी है। इनकी प्रचालन वोल्टता 300 वोल्ट तथा संकर्षण इन्जन के लिए ये 725 r.p.m तक के बनाये जा सकते हैं। दिष्टधारा मोटरों की अपेक्षा इनका भार लगभग डेढ़ गुना होता है। प्ररिम्भक समय (starting) में इनका शक्ति गुणक कम होता है इसलिए किसी निश्चित निर्गत शक्ति के लिए इनका प्रारम्भिक बलाघूर्ण दिष्टधारा मोटरों की अपेक्षा काफी कम होता है। इसलिए प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटरें उपनगरीय रेल सेवाओं के लिए उपयुक्त नहीं हैं; क्योंकि उपनगरीय रेल सेवा में विद्युत संकर्षण पथों पर गाड़ी को बार-बार रुकना पड़ता है, परन्तु मुख्य लाइन सेवाओं के लिए यह मोटरें विभिन्न देशों तथा भारतवर्ष में सफलतापूर्वक प्रयोग की जा रही हैं।

(iii) **त्रिकला-प्रेरण मोटर** Three Phase Induction Motor अन्य मोटरों की अपेक्षा त्रिफेजी प्रेरण मोटर की संरचना सबसे सरल है परन्तु इनका प्रारम्भिक बलाघूर्ण दिष्टधारा श्रेणी मोटरों की अपेक्षा काफी कम है। इनका गति नियन्त्रण श्रेणी मोटरों की अपेक्षा काफी जटिल है। इनमें ध्रुव परिवर्तन के द्वारा एक सीमित गति नियन्त्रण प्राप्त किया जा सकता है परन्तु सप्लाई आवृत्ति परिवर्तन द्वारा ही सूक्ष्म गति नियंत्रक प्राप्त किया जा सकता है। क्योंकि इनकी प्रारम्भिक धारा अति उच्च होती है, अतएव प्रारम्भिक प्रचालन (starting operation) के लिए बड़े धारा नियन्त्रक की आवश्यकता पड़ती है। स्थिर गति बलाघूर्ण अभिलक्षण के कारण त्रिफेजी प्रेरण मोटरें समान्तर प्रचालन (parallel operation) के लिए उपयुक्त नहीं हैं, उपरोक्त कमियों के कारण त्रिफेजी प्रेरण मोटरों का संकर्षण कार्यों के लिए उपयोग सीमित है किन्तु केण्डों प्रणाली में इनको प्रयोग किया जाता है। वर्तमान समया में इन मोटरों का प्रयोग नवीन विद्युत संकर्षण पथों (track) पर नहीं किया जाता।

Scanned with CamScanner

3 वैद्युत कर्षण की शक्ति आपूर्ति
Power Supply of Electric Traction

खण्ड 'अ' : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQ)

प्रश्न 1. विद्युत उपकेन्द्र पर कितने प्रकार के परिपथ वियोजक प्रयोग किए जाते हैं?
(a) दो (b) एक (c) तीन (d) पाँच
उत्तर (a) दो

प्रश्न 2. निम्न में से विद्युत उपकेन्द्र पर प्रयोग किए जाने वाला परिपथ वियोजक है—
(a) ट्रांसफॉर्मर परिपथ वियोजक (b) फीडर परिपथ वियोजक
(c) (a) व (b) दोनों (d) उपरोक्त में से कोई नहीं
उत्तर (c) (a) व (b) दोनों

प्रश्न 3. चालक पटरियाँ प्राय: दिष्ट धारा रेलवे में कितनी वोल्टता तक के लिए प्रयोग में लायी जाती हैं?
(a) 400 (b) 500 (c) 600 (d) 700
उत्तर (c) 600

प्रश्न 4. चालक पटरियों में उच्च चालकता प्राप्त करने के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले इस्पात में कार्बन तथा मैंगनीज की मात्रा होनी चाहिए—
(a) कम (b) अधिक (c) बहुत अधिक (d) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (a) कम

प्रश्न 5. चालक रेलपटरी के प्रयोग में लाए जाने वाले इस्पात में लोहे की मात्रा होनी चाहिए—
(a) 90.12% (b) 92.14% (c) 95.67% (d) 99.63%
उत्तर (d) 99.63%

प्रश्न 6. चालक रेल को अभिकल्पित करते समय इसके किस/किन गुण/गुणों पर विशेष ध्यान दिया जाता है?
(a) चालकता (b) मूल्य (c) घिसावट का गुण (d) ये सभी
उत्तर (d) ये सभी

प्रश्न 7. किस प्रकार के धारा संग्रहण में नाल पटरी की शीर्ष सतह पर सम्पर्क बनाता है?
(a) तल सम्पर्क चालक पटरी (b) पार्श्व सम्पर्क चालक पटरी
(c) शीर्ष सम्पर्क चालक पटरी (d) उपरोक्त में से कोई नहीं
उत्तर (c) शीर्ष सम्पर्क चालक पटरी

प्रश्न 8. किस प्रकार के धारा संग्रहण में नाल पटरी की तल सतह के साथ सम्पर्क बनाता है?
(a) शीर्ष सम्पर्क चालक पटरी (b) पार्श्व सम्पर्क चालक पटरी
(c) तल सम्पर्क चालक पटरी (d) उपरोक्त में से कोई नहीं
उत्तर (c) तल सम्पर्क चालक पटरी

प्रश्न 9. शिरोपरि चालक प्रणाली निम्न में से किसको चलाने के लिए अपनाई जाती है?
(a) दिष्ट धारा विद्युत ट्रेन (b) दिष्ट धारा ट्रामवे, ट्रॉली आदि
(c) प्रत्यावर्ती धारा विद्युत ट्रेन (d) ये सभी
उत्तर (d) ये सभी

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

प्रश्न 10. यह प्रायः विद्युत गाड़ी, ट्राम कार या ट्रॉली बसों को प्रचालित करने के लिए 140-150 किमी/घण्टा परास की गति वाली गाड़ियों के लिए प्रयुक्त किया जाता है—

(a) ट्रॉली संग्राहक (b) कमान संग्राहक (c) पैन्ट्रोग्राफ संग्राहक (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (c) पैन्ट्रोग्राफ संग्राहक

प्रश्न 11. किस प्रणाली में ट्रॉली या सम्पर्क चालक को कैटेनरी तार ड्रॉपर के द्वारा सहारा प्रदान करता है?

(a) एकल कैटेनरी प्रणाली (b) संयुक्त कैटेनरी प्रणाली

(c) (a) व (b) दोनों (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (a) एकल कैटेनरी प्रणाली

प्रश्न 12. किस प्रणाली में कैटेनरी तार तथा ट्रॉली या सम्पर्क तार के मध्य एक मध्यवर्ती तार का प्रयोग किया जाता है?

(a) एकल कैटेनरी प्रणाली (b) संयुक्त कैटेनरी प्रणाली

(c) (a) व (b) दोनों (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (b) संयुक्त कैटेनरी प्रणाली

प्रश्न 13. निम्न में से किस/किन विशेषता/विशेषताओं के कारण मरकरी आर्क दिष्टकारी का प्रदर्शन घूर्णक या तुल्यकारी परिवर्तन की अपेक्षा अधिक अच्छा है?

(a) अति उच्च पूर्ण दिवस दक्षता (b) सभी वोल्टता पर प्रचालन की विश्वसनीयता

(c) दूरवर्ती नियंत्रण को अपनाने के योग्य (d) ये सभी

उत्तर (d) ये सभी

प्रश्न 14. विद्युत उपकेन्द्र से दूर उदासीन उपभाग के बाहरी दोष के प्रति दक्ष रक्षण प्राप्त करने के लिए कौन-सी रिले प्रयोग में लायी जाती है?

(a) अतिधारा रिले (b) निम्न वोल्टता रिले

(c) प्रेरण प्रारूपी म्हो रिले (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (b) निम्न वोल्टता रिले

प्रश्न 15. विद्युत पावर आपूर्ति प्रणाली में विद्युत उपकेन्द्रों की स्थिति एवं उनके लिए उचित स्थान के चयन को निम्न में से कौन-सा/से घटक प्रभावित करता है/करते हैं?

(a) प्रणाली वोल्टता (b) जमीन की उपलब्धता

(c) पथ चालक प्रणाली में हानियाँ (d) ये सभी

उत्तर (d) ये सभी

खण्ड 'ब' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. विद्युत ट्रेन चालन में शिरोपरि जाल से धारा किसकी सहायता से प्राप्त की जाती है?

उत्तर विद्युत ट्रेन चालन में शिरोपरि जाल से धारा सरकने वाले सम्पर्क संग्राहक की सहायता से प्राप्त की जाती है।

प्रश्न 2. संकर्षण कार्य के उपयोग में लाए जाने वाले ट्रांसफॉर्मर किस प्रकार के होते हैं?

उत्तर संकर्षण कार्य के उपयोग में लाए जाने वाले ट्रांसफॉर्मर विशेष रूप से अभिकल्पित किए जाते हैं। इन्हें संकर्षण ट्रांसफॉर्मर कहते हैं।

प्रश्न 3. विद्युत उपकेन्द्र पर कौन-से परिपथ वियोजक प्रयोग किए जाते हैं?

उत्तर विद्युत उपकेन्द्र पर दो प्रकार के परिपथ वियोजक प्रयुक्त किए जाते हैं। (1) ट्रांसफॉर्मर परिपथ वियोजक, (2) फीडर परिपथ वियोजक।

प्रश्न 4. ट्रांसफॉर्मर कुण्डलनों के साथ अवकल रक्षण रिले का प्रयोग क्यों नहीं किया जाता है?

उत्तर क्योंकि यह रिले स्विचिंग सर्ज तथा क्षणिक लघु परिपथ दोष के प्रभाव से तुरन्त ही प्रचालित हो जाती है।

Scanned with CamScanner

प्रश्न 5. ट्रांसफॉर्मर की द्वितीयक कुण्डलनों की ओर किस प्रकार की रिले को परिपथ में संयोजित किया जाता है?

उत्तर ट्रांसफॉर्मर की द्वितीयक कुण्डलनों की ओर एक तापीय रिले को परिपथ में संयोजित किया जाता है।

खण्ड 'स' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. चालक पटरियाँ क्या होती हैं? ये कितने प्रकार की होती हैं, प्रत्येक को समझाइए?

अथवा **पार्श्व सम्पर्क चालक पटरी पर टिप्पणी लिखिए।**

उत्तर **चालक पटरियाँ** Conductor Rails यह विधि प्राय: दिष्ट धारा रेलवे में निम्न वोल्टता (600 वोल्ट तक) के लिए प्रयोग प्रयोग में लाई जाती है। विद्युत ट्रेन को धारा की आपूर्ति या तो एक चालक पटरी द्वारा की जाती है अथवा दो चालक पटरियों द्वारा की जाती है। एक चालक पटरी की दशा में पथ पटरी (track rail) धारा की वापसी के लिए प्रयोग होती है, जबकि दो चालक पटरियों की दशा में पथ पटरी धारा की वापसी के लिए प्रयोग नहीं होती। इसके कम मूल्य के दृष्टिकोण से इस्पात चालक के रूप में प्रयुक्त होता है, उच्च चालकता प्राप्त करने के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले इस्पात में कार्बन तथा मैंगनीज की मात्रा कम होनी चाहिए। चालक रेलपटरी के प्रयोग में लाये जाने वाले इस्पात (steel) की रचना (composition) निम्नानुसार होनी चाहिए— (2016)

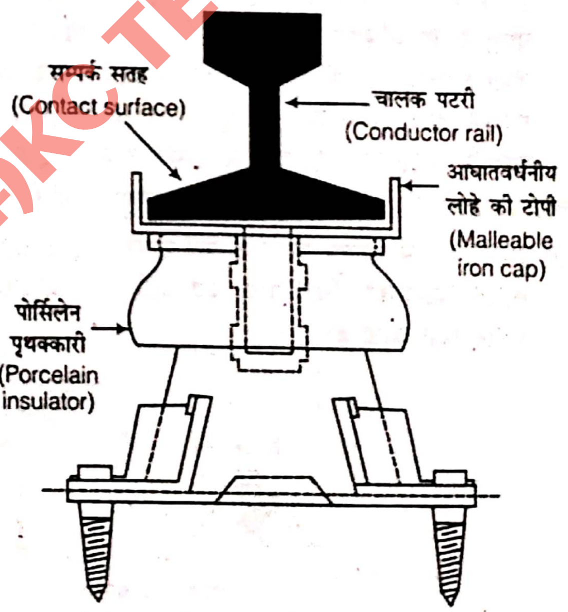
लोहा (Iron)	99.63%
कार्बन (Carbon)	0.05%
मैंगनीज (Manganese)	0.2%
फॉस्फोरस (Phosphorus)	0.05%
सिलिकॉन (Silicon)	0.02%
सल्फर (Sulphur)	0.05%

इस कार्य के लिए प्रयोग में लाये जाने वाले इस्पात की प्रतिरोधकता, ताँबे की प्रतिरोधकता की अपेक्षा लगभग 6.5 गुना अधिक होती है। चालक रेल की अभिकल्पित (designing) करते समय इसकी दृढ़ता (strength) विशेष महत्त्व नहीं रखती, लेकिन इसके निम्न गुणों पर विशेष ध्यान दिया जाता है—

(i) चालकता (conductivity),
(ii) मूल्य (cost),
(iii) घिसावट का गुण (wearing),
(iv) धारा संग्रहण नाल के लिए उचित सम्पर्क सतह (proper contact surface for the collecting shoe),
(v) प्रयोग किए जाने वाले पृथक्कारी के दृष्टिकोण से चालक पटरी का रूप एवं आकार (shape and size of the conductor rail, keeping view of the type of insulator employed.

सम्पर्क सतह की दशा में आधार पर चालक पटरी को निम्न प्रकार वर्गीकृत किया जा सकता है

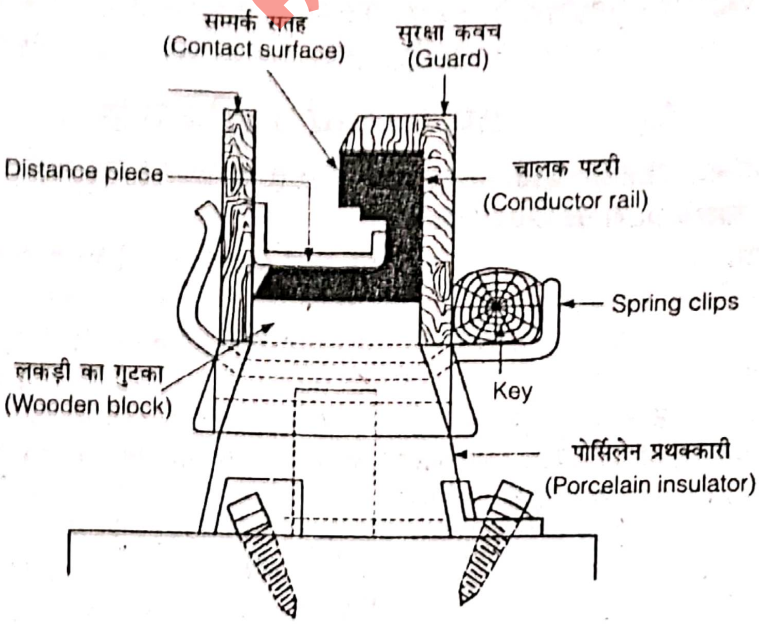
(i) शीर्ष सम्पर्क चालक पटरी Top Contact Conductor Rail इस प्रकार के धारा संग्रहण में नाल पटरी की शीर्ष सतह पर सम्पर्क (contact) बनाता है।



चित्र 3.1 चपटी तल सम्पर्क सतह पटरी पृथक्कारी आधार सहित का प्रदर्शन

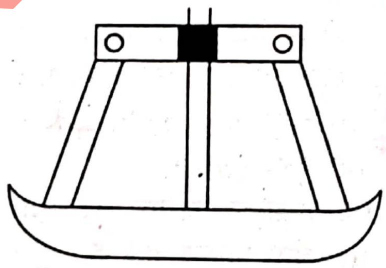
(ii) तल सम्पर्क चालक पटरी Bottom Contact Conductor Rail इस प्रकार के धारा संग्रहण में नाल पटरी की तल सतह के साथ सम्पर्क बनाता है, जैसाकि चित्र 3.1 में दर्शाया गया है।

Scanned with CamScanner



चित्र 3.2 तल सम्पर्क एवं पार्श्व सम्पर्क चालक पटरी का प्रदर्शन

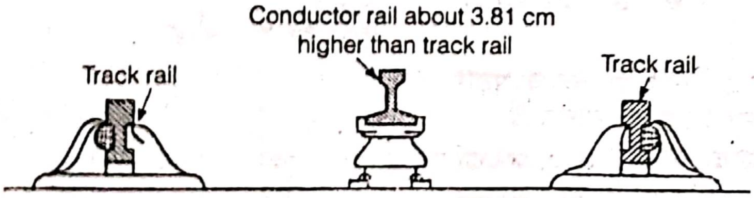
(III) पार्श्व सम्पर्क चालक पटरी Side Contact Conductor Rail इस प्रकार के शू संग्रहण में नाल पटरी की पार्श्व सतह (side surface) के साथ सम्पर्क बनाता है। इस प्रकार का नाल विद्युत संकर्षण प्रणाली में 1200 वोल्ट पर प्रयोग में लाया जाता है। इस प्रकार के सम्पर्क में सम्पर्क सतह को धूल तथा बर्फ आदि से सुरक्षित रखा जाता है। चित्र 3.2 में तल सम्पर्क एवं पार्श्व सम्पर्क नाल विधियों को दर्शाया गया है। पेडस्टल प्रारूपी पृथक्कारी दो बोल्टों के द्वारा स्लीपरों पर कसकर इनके शीर्ष पर लगी धात्विक टोपी (mettalic cap) में चालक पटरी रखी जाती है। 20 सेमी × 7.6 सेमी आकार का संग्राहक चालक पटरी से धारा संग्रह के लिए प्राय: प्रयोग में लाया जाता है, जोकि ट्रेन उपकरणों को धारा प्रदान करता है जैसाकि चित्र 3.3 में दर्शाया गया है। शीर्ष सम्पर्क चालक पटरी की दशा में सम्पर्क दाब गुरुत्व बल के द्वारा प्राप्त किया जाता है तथा पार्श्व एवं तल सम्पर्क, चालक रेल की दशा में सम्पर्क दाब स्प्रिंग द्वारा प्राप्त किया जाता है।



चित्र 3.3 पटरी चालक की दशा में प्रयोग होने वाले धारा संग्राहक का प्रदर्शन

चालक पटरी की स्थिति सामान्यतया निम्नानुसार होती है—

(i) प्रथम विधि में चालक पटरी दो पथ पटरी (track rail) के मध्य स्थिर रहती है जैसाकि चित्र 3.4 में दर्शाया गया है, चालक पटरी की ऊँचाई प्राय: पथ पटरियों से अधिक होती है। दोनों पटरियों की ऊँचाई में लगभग 3.81 सेमी का अन्तर रखा जाता है।

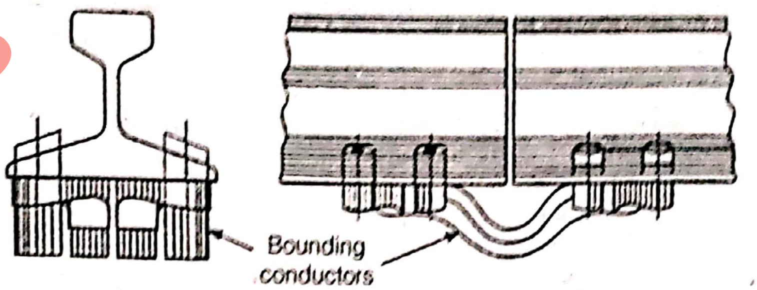


चित्र 3.4 चालक पटरी दो ट्रैक पटरी के मध्य स्थित

(ii) इस विधि में चालक पटरी, पथ पटरियों के बाहर स्थापित की जाती है। पथ पटरियों से चालक पटरी प्राय: लगभग 40.6 सेमी के अन्तर पर स्थित रहती है तथा पथ पटरियों की ऊँचाई से चालक पटरी की ऊँचाई लगभग 7.62 सेमी अधिक रखी जाती है।

Scanned with CamScanner

पटरी-पथ की वैद्युत चालकता बनाए रखने के लिए दो पटरियों के जोड़ के मध्य अच्छी चालकता वाला पदार्थ भर दिया जाता है तथा जोड़ को यान्त्रिक रूप से दृढ़ बनाने के लिए पटरियों को आपस में फिश प्लेटों द्वारा कसकर जोड़ दिया जाता है जैसा कि चित्र 3.5 में दर्शाया गया है। पटरियों के जोड़ पर फिश प्लेट (fish plate) कसने से जोड़ की यान्त्रिक सामर्थ्य के साथ जोड़ का विद्युत प्रतिरोध घट जाता है। चालक पटरी लगभग 2000 ऐम्पियर धारा वहन करती है। अतएव चालक पटरी के जोड़ों का विद्युत प्रतिरोध न्यूनतम होना चाहिए, इसलिए इस उद्देश्य की पूर्ति के लिए पटरियों का जोड़ ताँबे से बनाया जाता है। यदि 0.25 किमी दूरी तक निरन्तर पटरियों को आपस में वेल्डिंग (welding) द्वारा जोड़ दिया जाए तो पटरियों की कार्य क्षमता अच्छी हो जाती है।



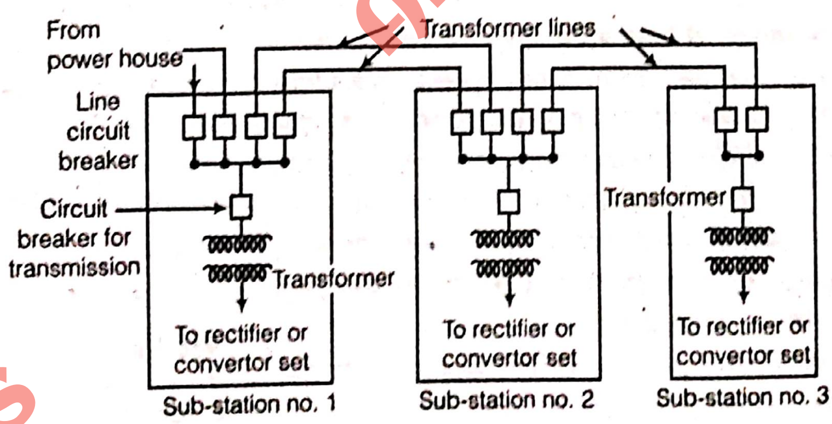
चित्र 3.5 दो चालक पटरियों को विद्युत रूप में आपस में जोड़ने की विधि का प्रदर्शन

प्रश्न 2. विद्युत उपकेन्द्र की आपूर्ति के लिए संचरण लाइनों को समझाइए।

उत्तर विद्युत उपकेन्द्र की आपूर्ति के लिए संचरण लाइनें Transmission Lines to Feed the Sub-station

रेलवे-पथ के साथ-साथ आवश्यक संख्या में विद्युत उपकेन्द्र स्थापित किए जाते हैं। इन विद्युत उपकेन्द्रों के लिए दो विद्युत संचरण लाइनें प्रयोग की जाती हैं जोकि रेलवे-पथ के साथ-साथ चलती हैं। यह दोनों संचरण लाइनें विद्युत उपकेन्द्रों को विद्युत की आपूर्ति करती हैं। रेलवे-पथ के साथ दो संचरण लाइनें चलाने का मुख्य कारण यह है कि यदि एक लाइन में अचानक दोष उत्पन्न हो जाए, तब ऐसी दशा में दूसरी लाइन विद्युत उपकेन्द्र को विद्युत की आपूर्ति कर देती है, जिससे विद्युत ट्रेन को विद्युत की आपूर्ति बाधा उत्पन्न हुए बिना, निरन्तर होती रहती है।

जिस समय दोनों संचरण लाइनें विद्युत उपकेन्द्र को विद्युत की आपूर्ति एकसाथ करती हैं, ऐसी दशा में दोनों लाइनों में पूर्ण भार धारा की आधी धारा प्रवाहित होती है, किन्तु एक लाइन में दोष उत्पन्न होने की दशा में दूसरी स्वस्थ लाइन पूर्ण भार धारा को वहन करती है। संचरण प्रणाली के रेखीय आरेख को चित्र 3.6 में दर्शाया गया है।

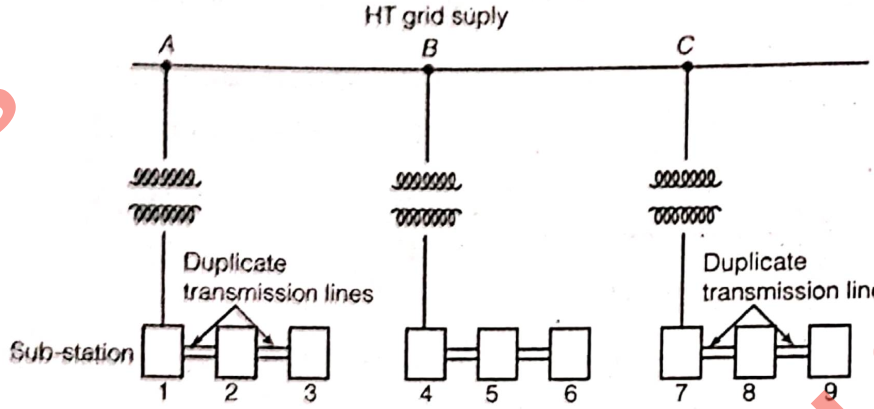


चित्र 3.6 दोहरे संचरण के लिए रेखा चित्र का प्रदर्शन

कभी-कभी ग्रिड से उच्च वोल्टता सप्लाई उपलब्ध होती है, ऐसी दशा में विद्युत उपकेन्द्र को विद्युत की आपूर्ति उच्च वोल्टता ग्रिड से अवक्रम (stepdown) ट्रांसफॉर्मर के द्वारा उच्च वोल्टता को आवश्यकतानुसार कम करके की जाती है।

Scanned with CamScanner

चित्र 3.7 में उच्च वोल्टता ग्रिड से विद्युत उपकेन्द्रों को विद्युत आपूर्ति की व्यवस्था को दर्शाया गया है। इस चित्र में विद्युत आपूर्ति (supply) को बिन्दुओं A, B तथा C से लिया गया है तथा उच्च वोल्टता को अवक्रम ट्रांसफॉर्मर द्वारा वोल्टता का मान आवश्यकतानुसार कम करके प्रथम ट्रांसफॉर्मर द्वारा विद्युत उपकेन्द्र 1, 2, 3 को दूसरे ट्रांसफॉर्मर द्वारा विद्युत उपकेन्द्र 4, 5, 6 को तथा तीसरे ट्रांसफॉर्मर द्वारा विद्युत उपकेन्द्र 7, 8, 9 को प्रदान की गई है। विद्युत आपूर्ति के अचानक भंग होने के खतरे को दूर करने के लिए प्रत्येक विद्युत उपकेन्द्र तक एक दूसरी संचरण लाइन प्रथम लाइन के साथ-साथ चलाई जाती है।



चित्र 3.7 विद्युत उपकेन्द्रों की आपूर्ति के लिए दोहरी संचरण लाइन का प्रदर्शन

प्रश्न 3. विद्युत संकर्षण की शिरोपरि चालक प्रणाली का वर्णन कीजिए।

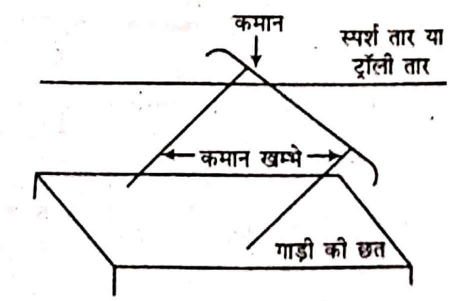
अथवा **एक स्वच्छ आरेख की सहायता से विद्युत कर्षण प्रणाली में पैन्टोग्राफ के कार्य की व्याख्या कीजिए।** **(2016)**

अथवा **पैन्टोग्राफ के ऊपर एवं नीचे करने की विधि को समझाइए।** **(2018)**

अथवा **अधिभार उपकरण (over head equipments) की डिजाइन अवधारणा (aspect) लिखिए।** **(2019)**

उत्तर **शिरोपरि चालक** Overhead Conductors यह प्रणाली सामान्यत: (i) दिष्ट धारा विद्युत ट्रेन, (ii) दिष्ट धारा ट्रामवे, ट्रॉली आदि तथा (iii) प्रत्यावर्ती धारा विद्युत ट्रेन को चलाने के लिए अपनाई जाती है। शिरोपरि चालक प्रणाली में पटरी-पथ धारा के वापस लौटने के लिए प्रयुक्त होता है। शिरोपरि जाल (network) से धारा सरकने वाले सम्पर्क संग्राहक (sliding contact collector) की सहायता से प्राप्त की जाती है।

शिरोपरि चालक प्रणाली से धारा संग्रह Current Collection from Overhead System शिरोपरि चालक प्रणाली से धारा, सरकने वाले सम्पर्कों की सहायता से संग्रह की जाती है जोकि गाड़ी की छत के ऊपर स्थापित होते हैं। ये सम्पर्क काफी लचीले (sufficiently flexible) होने चाहिए ताकि ट्रेन के उच्च गति पर चलने से उत्पन्न होने वाले कम्पनों (vibrations) के कारण सम्पर्क स्तर में परिवर्तन के प्रति स्वत: समायोजित (adjust) हो सकें। इस उद्देश्य की पूर्ति के लिए निम्न प्रकार के धारा संग्राहक प्रयुक्त होते हैं—



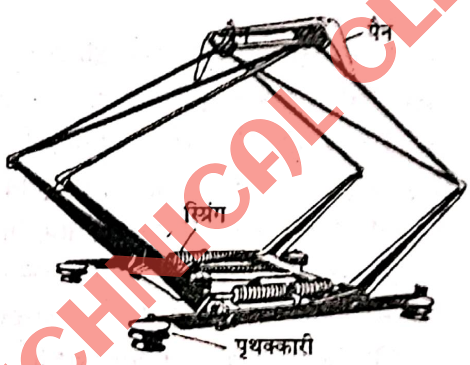
चित्र 3.8 कमान संग्राहक (Bow collector)

1. ट्रॉली संग्राहक Trolley Collector शिरोपरि चालक से धारा संग्रह के लिए, ट्रॉली, बस तथा ट्राम गाड़ी पर लगाया जाता है। इस प्रकार के संग्राहक में दो विधियाँ प्रयोग की जाती हैं—प्रथम विधि में सरकने वाले खाँचेदार शू में कार्बन प्रवेश (insert) कराकर शिरोपरि चालक पर सरकने वाले सम्पर्क के रूप में प्रयोग करते हैं तथा दूसरी विधि में खाँचेदार गन मेटल चकती (gun metal wheel) घूमते हुए सम्पर्क शिरोपरि चालक से सम्पर्क बनाता है। सरकने वाले शू या गन मेटल चकती को एक दृढ़ (strong), किन्तु हल्के (खोखले) खम्भे पर स्थापित करते हैं तथा खम्भे का दूसरा सिरा गाड़ी की छत पर विद्युतरोधी आधार पर

Scanned with CamScanner

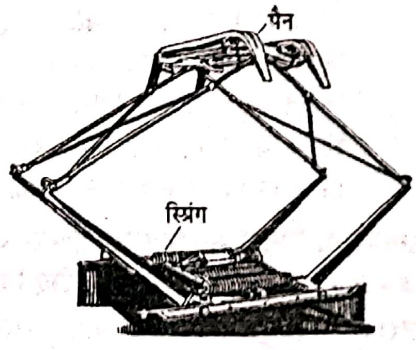
अपने अक्ष पर स्वतन्त्र रूप से घूमने वाले आधार पर एक चूल पर कस (pivoted) देते हैं। इस प्रकार के दो धारा संग्राहक सेट ट्रॉली बस पर स्थापित किए जाते हैं तथा सम्पर्क दाब (pressure) प्राप्त करने के लिए धारा संग्राहक आधार पर स्प्रिंग लगाए जाते हैं। कम गति पर इस प्रकार के धारा संग्राहक अच्छा सम्पर्क बनाते हैं, किन्तु उच्च गति पर चालक से सम्पर्क विच्छेदित होने की सम्भावना रहती है। इस प्रकार के सम्पर्क 32 km/hr की गति पर सुरक्षित रूप से कार्य करते हैं, किन्तु गाड़ी के चलने की दिशा विपरीत करने की दशा में सम्पर्क को 180° घुमाना पड़ता है।

2. **कमान संग्राहक** Bow Collector कमान संग्राहक में ट्राम गाड़ी की छत (roof) पर दो हल्के व मजबूत पोल के सिरों पर लगभग एक मीटर लम्बी धातु की पट्टी (metal strip) धारा संग्रह करने के लिए लगी होती है। जिसे 3.8 में दर्शाया गया है। कमान को पकड़कर रखने वाले खम्भे (pole) इतनी लम्बाई के लिए जाते हैं ताकि कमान शिरोपरि लाइन चालक को स्पर्श कर सके तथा कमान के दाब को दाब चालक पर बनाए रखने के लिए खम्भों के साथ स्प्रिंग लगे रहते हैं। इस प्रणाली के द्वारा गाड़ी की उच्च गति के समय कमान के चालक के साथ सम्पर्क स्तर में परिवर्तन के कारण सम्पर्क के क्षणिक विच्छेदित होने की सम्भावना नहीं रहती। ट्रामवे सेवाओं में, ट्रॉली चालक मार्ग के केन्द्र पर लगभग 15 सेमी की फेरबी (staggering) चाल पर लटकाई जाती है ताकि धातु-पत्ती समान रूप से घिसे तथा उस पर किसी प्रकार का खाँचा (groove) न बनने पाए। संग्राहक पट्टी मुलायम धातु की बनी होती है (जैसे—ताँबा, गनमेटल, कार्बन आदि) जिससे संग्राहक धातु की पट्टी ही घिसे, परन्तु ट्रॉली चालक न घिसने पाए क्योंकि ट्रॉली चालक का बदलना सरल नहीं होता तथा संग्राहक धातु पट्टी को सरलता से बदला जा सकता है। कमान संग्राहक, ट्रॉली संग्राहक की भाँति सदैव घर्षण के साथ चलती है, अतएव या तो संग्राहक पर दोहरी (double) कमान लगानी पड़ती है अथवा कमान को विपरीत दिशा में चलाने के लिए विशेष प्रबन्ध करना पड़ता है जिससे गाड़ी (train) को विपरीत दिशा में चलाने में कठिनाई न हो।



चित्र 3.9 (a) एक पैन वाला पैन्टोग्राफ संग्राहक

3. **पैन्टोग्राफ संग्राहक** Pantograph Collector यह प्राय: विद्युत गाड़ी, ट्राम कार, या ट्रॉली बसों को प्रचालित करने के लिए 140-150 किमी/घण्टा परास की गति वाली गाड़ियों के लिए प्रयुक्त किया जाता है जहाँ बहुत उच्च मान; जैसे— 2000 A से 3000 A की धारा को संग्रह करने की आवश्यकता होती है। कमान संग्राहक में मुख्य हानि (disadvantages) यह है कि इसके द्वारा परिवर्तित (reversible) चालन प्राप्त नहीं किया जा सकता है तथा इसकी धारा संग्रह क्षमता कम है, अतएव इन कमियों में सुधार करके इन्हें दूर कर दिया गया है। पैन्टोग्राफ में धारा संग्रह के लिए ताँबे की पट्टी, जिसे पैन (pan) कहते हैं, इस्पात चैनल के पंचभुजीय (pantaogonal) संरचना पर स्प्रिंगों की सहायता से लगी होती है। यह पैन्टोग्राफ पैन एक ताँबे की पट्टी के साथ या दो पैन, दो ताँबे की पट्टी के साथ भी हो सकता है, दो पैन लगाने से धारा संग्राहक की धारा क्षमता बढ़ जाती है। एक पैन तथा दो पैन वाले पैन्टोग्राफ संग्राहक की संरचनाओं को चित्र 3.9 (a) व (b) में दर्शाया गया है।



चित्र 3.9 (b) दो पैन वाला पैन्टोग्राफ संग्राहक

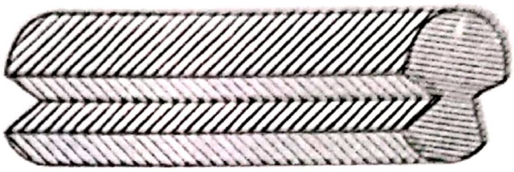
पैन्टोग्राफ संग्राहक के निम्न लाभ हैं—

(i) इसको दोनों दिशाओं में प्रचालित (operate) किया जा सकता है।
(ii) संग्राहक के उच्च गति पर चालक से पृथक् होने का खतरा न्यूनतम हो जाता है।
(iii) संग्राहक में खाँचा न होने के कारण शिरोपरि लाइन का निर्माण सरल है।
(iv) इसकी ऊँचाई को, ड्राइवर के बिना ही सरलतापूर्वक घटाया तथा बढ़ाया जा सकता है।

शिरोपरि ट्रामवे तथा ट्रॉली बसों की रचना Construction of Overhead Tramways and Trolley Buses ट्रॉली चालक कठोरीकृत ताँबे की एक मिश्रधातु (hard drawn conductor of an alloy of copper) से निर्मित होते हैं, ताँबे की मिश्रधातु से निर्मित चालक पूर्ण अनुप्रस्थ काट (cross-section area) के लिए एकसमान रूप से कठोर होते हैं,

Scanned with CamScanner

जबकि कठोरीकृत ताँबे से निर्मित चालक की केवल ऊपरी सतह (skin of conductor) ही कठोर होती है। अतएव कठोरीकृत ताँबे से निर्मित चालक की अपेक्षा ताँबे की मिश्रधातु से निर्मित चालक का महत्त्व अधिक है। संकर्षण कार्य के लिए यह आवश्यक है कि चालक की कठोरता उच्च स्तर की होनी चाहिए तथा चालक की कठोरता पूर्ण अनुप्रस्थ काट के लिए एकसमान होनी चाहिए ताकि चालक एकसमान घिसे तथा यह निम्न दर से घिसे। ट्रॉली चालक प्रायः गोल खाँचेदार अनुप्रस्थ काट का बना होता है जैसाकि चित्र 3.10 में दर्शाया गया है। मानक ट्रॉली चालक (trolly wire) की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल (cross-section area) 0.89 वर्ग सेमी होता है।



चित्र 3.10 ट्रॉली चालक की की अनुप्रस्थ काट (संरचना)

ट्रॉली चालक (wire) के निर्माण के लिए जो नियम लागू हैं उनके अनुसार निर्माण के समय इन शर्तों को पूर्ण किया जाना चाहिए—

(i) प्रत्येक दो खम्भों के बीच की दूरी 36.6 मीटर से अधिक नहीं होनी चाहिए।

(ii) ट्रॉली चालक (wire) की पूर्ण लम्बाई को विभिन्न भागों (sections) में बाँट देना चाहिए तथा प्रत्येक भाग की लम्बाई 800 मीटर से कम होनी चाहिए तथा प्रत्येक दो भागों के मध्य एक आपात कालीन स्विच भी लगाना चाहिए।

(iii) ट्रॉली चालक में तापमान में परिवर्तन के कारण उत्पन्न होने वाले प्रतिबलों को सहने की क्षमता होनी चाहिए।

ट्रॉमवे तथा ट्रॉली के लिए बनाये जाने वाले जाल (network) के लिए खम्भों को सड़क के दोनों किनारों पर एक-दूसरे की ओर मुख करके खड़ा करते हैं तथा ट्रॉली चालक की अनुप्रस्थ लम्बाई में दोनों खम्भों की दूरी के मध्य एक चालक तार को तान (stretch) देते हैं, यह चालक खम्भों से विद्युतरोधित (insulated) रहता है। ट्रॉली चालक की ऊँचाई, अनुप्रस्थ लम्बाई के ताने गए चालक की ऊँचाई से कम रखी जाती है तथा इस चालक में उच्च श्रेणी के विद्युतरोधन द्वारा विद्युतरोधित क्लैम्प लगा होता है एवं इस क्लैम्प में एक हैंगर (hanger) लगा होता है। इस हैंगर से ट्रॉली चालक जुड़ा (attached) रहता है। इस प्रकार अनुप्रस्थ लम्बाई में दो खम्भों के मध्य ताना गया चालक ट्रॉली चालक को एक दृढ़ एवं विद्युतरोधित आधार प्रदान करता है। ट्रॉली चालक लाइन (line) के विद्युतीकरण की यह विधि स्पैन वायर कन्स्ट्रक्शन के नाम से जानी जाती है। विद्युतीकरण की अन्य विधि में खम्भे सड़क के केवल एक ओर खड़े करते हैं, अनुप्रस्थ लम्बाई में तार ब्रैकेट के साथ इन खम्भों से प्रोजेक्टेड रहते हैं। ट्रॉली लाइन के विद्युतीकरण की यह विधि ब्रैकेट आर्म कन्स्ट्रक्शन के नाम से जानी जाती है।

प्रश्न 4. विद्युत संकर्षण में विभिन्न प्रकार की पावर सप्लाई की विस्तार से विवेचना कीजिए। (2015)

अथवा **इलेक्ट्रिक कर्षण के लिए विभिन्न विद्युत सप्लाई प्रणालियों की चर्चा एवं तुलना कीजिए।** (2016)

उत्तर **विद्युत संकर्षण में पावर सप्लाई की विभिन्न प्रणालियाँ** Different Systems of Power Supplies in Electric Traction विद्युत संकर्षण की विभिन्न प्रणालियाँ हैं—1. दिष्ट धारा प्रणाली, 2. एक-फेजी निम्न आवृत्ति प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली, 3. एक-फेजी उच्च आवृत्ति प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली, 4. त्रि-फेजी प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली। इन सभी प्रणालियों को विद्युत ऊर्जा निम्न विधियों द्वारा दी जाती है—

शिरोपरि चालक Overhead Conductors इसके विस्तृत अध्ययन के लिए प्रश्न 3 का अध्ययन करें।

चालक पटरियाँ इसके विस्तृत अध्ययन के लिए प्रश्न 1 का अध्ययन करें।

प्रश्न 5. रेलगाड़ियों के शिरोपरि चालन के लिए प्रयुक्त वायर प्रणाली का वर्णन कीजिए।

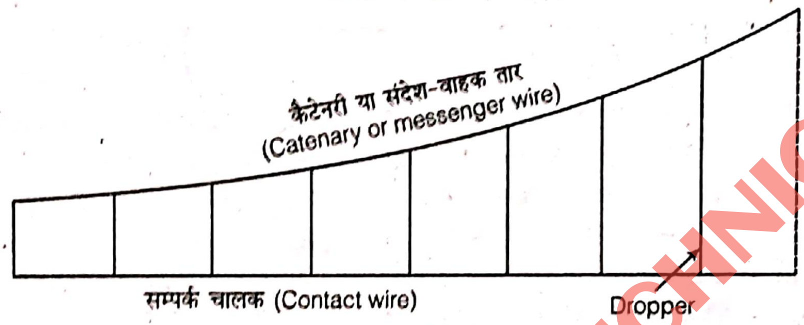
उत्तर **रेलगाड़ियों के लिए शिरोपरि रचनाएँ** Overhead Construction for Railways पैन्टोग्राफ प्रकारी संग्राहक में सरकने वाले सम्पर्क धारा संग्रह के लिए प्रयुक्त होते हैं। गाड़ी (train) की चाल बहुत अधिक होने के कारण ट्रॉली चालक तथा संग्राहक की सरकने वाली ताँबे की पट्टी के मध्य प्रत्येक बिन्दु पर सम्पर्क बने रहने की विश्वसनीयता

Scanned with CamScanner

बनाए रखने के लिए यह आवश्यक है कि चालक की पूर्ण लम्बाई में चालक तल एकसमान होना चाहिए अर्थात् दो खम्भों की दूरी के मध्य झोल न्यूनतम होना चाहिए। अतएव इस स्थिति को प्राप्त करने के लिए ट्रॉली चालक के दो आधारों के मध्य की दूरी 3 से 4.5 मीटर के मध्य तथा 4.5 मीटर से अधिक नहीं होनी चाहिए। लघु स्पॉन को प्राप्त करने के लिए ट्रॉली चालक को कैटेनरी या मैसेन्जर तार (catenary or messenger wire) द्वारा सहारा (support) प्रदान किया जाता है। यह तार सात से अधिक इस्पात के बलदार तारों (standards of steel) से बना होता है। कैटेनरी तार को दोनों सिरों पर खम्भों के साथ पृथक्कारियों (insulators) की सहायता से बाँधा जाता है, अतएव इस दशा में विद्युतरोधित हैंगरों की आवश्यकता नहीं पड़ती है।

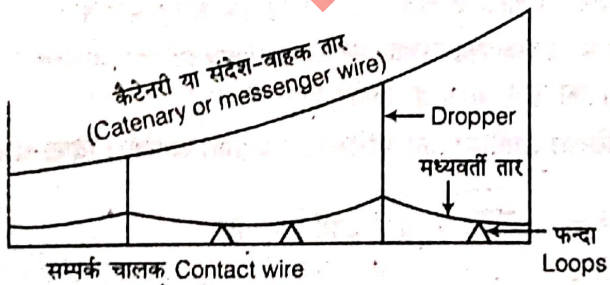
कैटेनरी तार निम्न रूपों में प्रयुक्त होता है—

(i) एकल कैटेनरी प्रणाली Single Catenary System इस प्रणाली में ट्रॉली या सम्पर्क चालक (trolley or contact wire) को कैटेनरी तार ड्रॉपर (dropper) के द्वारा सहारा (support) प्रदान करता है, ये ड्रॉपर सम्पर्क चालक तथा कैटेनरी चालक पर समान अन्तर में जुड़े रहते हैं। सीधे रास्ते पर कैटेनरी तार की लम्बाई 45 मीटर से 90 मीटर के मध्य रहती है तथा दो ड्रॉपरों के मध्य की दूरी 3 मीटर से 5 मीटर रहती है। कैटेनरी तार का झोल 1 मीटर से 2 मीटर तक परिवर्तित होता है। घुमावदार रास्ते पर कैटेनरी तार की पाट (span) दूरी का मान कम होना चाहिए तथा इसके अतिरिक्त कैटेनरी तार को सही स्थिति में बनाए रखने के लिए तारों के पुल (pull of wires) भी प्रयोग किए जाते हैं। एकल कैटेनरी तार प्रणाली को रेखीय चित्र 3.11 में दर्शाया गया है।



चित्र 3.11 एकल कैटेनरी प्रणाली

(ii) संयुक्त कैटेनरी प्रणाली Compound Catenary System इस प्रणाली में कैटेनरी तार तथा ट्रॉली या सम्पर्क तार के मध्य एक मध्यवर्ती तार (intermediate wire) का प्रयोग किया जाता है। सम्पर्क तार तथा मध्यवर्ती तार के मध्य आवश्यकतानुसार एक या दो लूप तार लगाए जाते हैं जोकि सम्पर्क को अतिरिक्त सहारा (extra support) प्रदान करते हैं जैसाकि रेखीय चित्र 3.12 में दर्शाया गया है। सम्पर्क तार में तनाव निश्चित मान तक गियर यन्त्र रचना (gear mechanism) द्वारा बनाए (maintained) रखते हैं।



चित्र 3.12 मिश्रित कैटेनरी चालक (तार) प्रणाली

प्रश्न 6. ट्रॉली चालक के लिए झोल तथा तनाव में सम्बन्ध स्थापित कीजिए।

उत्तर **झोल तथा तनाव में ट्रॉली चालक के लिए सम्बन्ध** Relation Between Sag and Tension for Trolley Wire शिरोपरि वितरण, संचरण या संकर्षण जाल (overhead distribution, transmission or traction network) में लचीले चालक ड्रॉपर या लूप के सहारे लटकाये जाते हैं तथा ये अपने स्वयं के भार से भारित (loaded) रहते हैं जोकि समान रूप से पूर्ण चालक लम्बाई पर वितरित (distributed) रहता है। इस समान रूप से वितरित भार

Scanned with CamScanner

के कारण ट्रॉली चालक में कैटेनरी तार के रूप में झोल आता है। यदि ट्रॉली चालक में झोल, कैटेनरी तार के झोल की अपेक्षा बहुत कम है तब यह माना जा सकता है कि ट्रॉली चालक वलय (parabola) के रूप में लटक रहा है। जैसाकि चित्र 3.13 में दर्शाया गया है, ट्रॉली चालक को दो टेकों (support) (P, Q) के मध्य लटका हुआ मानते हुए ट्रॉली चालक के लिए झोल तथा तनाव में सम्बन्ध निम्नानुसार ज्ञात किया जा सकता है—

माना कि सहारों के मध्य अन्तर दूरा $= l$

ट्रॉली चालक का प्रतिमीटर भार $= w$

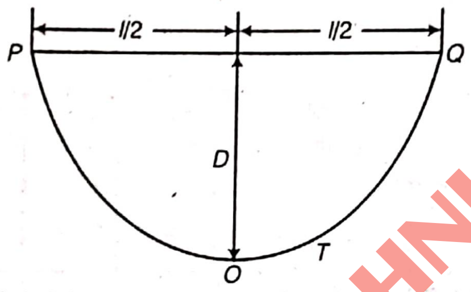
चालक के किसी बिन्दु पर तनाव बल $= T$

तथा O बिन्दु पर तनाव बल $= T_0$

दिए गए विषयक में इस बात पर ध्यान देना चाहिए कि तनाव बल तार की पूर्ण लम्बाई पर एकसमान (uniform) नहीं होता, इसका मान सहारों (P, Q supports) पर अधिक होता है। झोल बहुत कम होने की दशा में तनाव बल (tension) को अधिक झोल की अपेक्षा पूर्ण चालक लम्बाई में एकसमान माना जा सकता है।

जैसाकि हम जानते हैं कि तनाव बल T_0 बिन्दु O पर झोल के सन्दर्भ में चित्र 3.13 के अनुसार,

$$D = \frac{Wl^2}{8T_0} \quad \text{...(i)}$$



चित्र 3.13 दो टेकों के मध्य ट्रॉली चालक के पाट का परवलय के रूप में प्रदर्शन

कभी-कभी ट्रॉली चालक की लम्बाई L को झोल D के साथ सहारों की दूरी के अन्तर l के लिए ज्ञात किया जाता है तथा इसकी गणना निम्न प्रकार की जा सकती है—

दो सहारों (supports) (P, Q) के मध्य चालक की लम्बाई, $L = \frac{l + D^2}{3l}$ ...(ii)

ट्रॉली चालक के तापमान में परिवर्तन से चालक की लम्बाई में परिवर्तन होता है जिससे झोल तथा बल में परिवर्तन आता है अर्थात् तापमान में कमी आने से झोल में कमी आती है जिसके परिणामस्वरूप तनाव बल में बढ़ोतरी होती है। इस संयुक्त प्रभाव के दृष्टिकोण से चालक का लचीलापन (elasticity of conductors), विभिन्न तापमानों पर झोल के मानों (values of the sag) को ज्ञात करने के विशेष लाभ हैं।

प्रश्न 7. संकर्षण प्रणाली में विद्युत उपकेन्द्रों की भूमिका पर प्रकाश डालिए। दिष्ट धारा विद्युत उपकेन्द्रों का परिचय दीजिए।

अथवा **विद्युत कर्षण प्रणाली में उपकेन्द्र का क्या कार्य होता है?** **(2016)**

उत्तर **विद्युत उपकेन्द्र** Electric Sub-station लम्बे जाल (long network) के संकर्षण कार्यों के लिए विद्युत आपूर्ति (electric supply) को विद्युत उपकेन्द्र द्वारा प्रभावी रूप से नियन्त्रित किया जा सकता है। वोल्टतापात को अनुमन्य सीमाओं के अन्तर्गत (with in permissible limits) बनाए रखने के लिए एक-फेजी विद्युतीकरण के लिए भी इस प्रकार के विद्युत उपकेन्द्रों की आवश्यकता होती है। ये विद्युत उपकेन्द्र प्रारम्भिक सप्लाई तथा विद्युतीकरण की प्रणाली पर निर्भर करते हैं। सामान्य आवृत्ति पर कार्य करने वाली एक-फेजी प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली के लिए विद्युत उपकेन्द्र अन्य प्रकार के वितरण विद्युत उपकेन्द्रों के समान (similar) होते हैं, लेकिन दिष्ट धारा अथवा निम्न आवृत्ति पर कार्य करने वाली एक-फेजी प्रत्यावर्ती धारा सप्लाई के लिए विद्युत उपकेन्द्र विशेष प्रकार के उपकरणों से सज्जित (equipped) करने पड़ते हैं।

Scanned with CamScanner

दिष्ट धारा विद्युत उपकेन्द्र इस प्रकार के विद्युत उपकेन्द्र ट्रांसफॉर्मर मरकरी आर्क दिष्टकारी या तुल्यकालिक कन्वर्टर, सुरक्षा एवं मापन उपकरणों से सज्जित (equipped) होते हैं। इसमें प्रयुक्त ट्रांसफॉर्मर अवक्रम (stepdown) प्रकार के होते हैं जोकि प्राप्त उच्च वोल्टता को निम्न वोल्टता में परिवर्तित करते हैं तथा दिष्टकारी या कन्वर्टर प्रत्यावर्ती धारा निम्न वोल्टता को दिष्ट धारा में परिवर्तित करते हैं। यह दिष्ट धारा संकर्षण जाल (traction network) को भेजी जाती है।

निम्नलिखित विशेषताओं के कारण मरकरी आर्क दिष्टकारी (mercury arc rectifier) का प्रदर्शन (performance) घूर्णक या तुल्यकालिक परिवर्तक (rotary or synchronous convertor) की अपेक्षा अधिक अच्छा है—

(i) अति उच्च पूर्ण दिवस दक्षता (very high all day efficiency),

(ii) सभी वोल्टता पर प्रचालन की विश्वसनीयता (reliability of operation at all voltage),

(iii) दूरवर्ती नियन्त्रण को अपनाने के योग्य (adaptability to remote control)।

दिष्टकारी (rectifier) से होकर प्रवाहित होने वाली धारा अपरिवर्तनीय होती है। अतएव पुनर्जनन ब्रेकिंग के कारण उत्पन्न होने वाली ऊर्जा को पुन: वापस प्राप्त करने के लिए विद्युत उपकेन्द्र में निम्नलिखित विशेष व्यवस्थाएँ करनी पड़ती हैं पुनर्जनन ब्रेकिंग से उत्पन्न ऊर्जा को लोड प्रतिरोधक में व्यय किया जाता है। यह प्रतिरोधक तीव्रता से कार्य करने वाले इलेक्ट्रॉनिक स्विच एवं वोल्टता रिले के द्वारा बसबार (busbar) के आर-पार (across) जुड़ा होता है।

प्रश्न 8. विद्युत उपकेन्द्रों में प्रयुक्त होने वाले विभिन्न उपकरणों का वर्णन कीजिए।

अथवा **कर्षण उपकेन्द्र में स्थापित प्रमुख उपकरणों के कार्यों का वर्णन कीजिए।** (2016)

उत्तर विद्युत उपकेन्द्रों के उपकरणों के अन्तर्गत ट्रांसफॉर्मर, परिपथ वियोजक, अवरोधक स्विच गियर तथा सुरक्षा युक्तियाँ आते हैं जोकि विद्युत उपकेन्द्रों पर प्रयुक्त होते हैं।

ट्रांसफॉर्मर Transformer संकर्षण कार्य के उपयोग में लाए जाने वाले ट्रांसफॉर्मर साधारण ट्रांसफॉर्मर की अपेक्षा भिन्न प्रकार के होते हैं। ये विशेष रूप से अभिकल्पित (designed) किए जाते हैं, ताकि खराब-से-खराब प्रचालन दशा (severe operating condition) में भी कार्य कर सकें। साथ ही इनमें कम समय के लिए उच्च मान के विद्युत भार को सहन करने की क्षमता होनी चाहिए, अतएव इनकी कुण्डलनों के निर्माण के लिए इनमें A श्रेणी का विद्युतरोधन (A class insulation) प्रयोग में लाया जाता है ताकि ये 25 kV पर सूक्ष्म समय के लिए लघु परिपथ दोष उत्पन्न होने पर कुण्डलन में उत्पन्न होने वाले उच्च प्रतिबल (high stress) को सह सकें। संकर्षण ट्रांसफॉर्मरों का तापमान निरन्तर कार्य करने के पश्चात् स्थिर हो जाने पर ये अतिभार को निम्न समय के लिए सहन करने योग्य होने चाहिए।

50% अतिभार पर 15 मिनट तक

100% अतिभार पर 5 मिनट तक

120% अतिभार पर एक मिनट तक

लघु परिपथ दोष के प्रभाव को सीमित करने के लिए संकर्षण ट्रांसफॉर्मरों की प्रतिबाधा (impedence) 10 MVA क्षमता वाले ट्रांसफॉर्मर के लिए 8.5% तथा 12.5 MVA क्षमता वाले ट्रांसफॉर्मर के लिए 10% से कम नहीं होनी चाहिए तथा इनमें प्रयुक्त विद्युतरोधन की श्रेणी इस प्रकार की होनी चाहिए ताकि ट्रांसफॉर्मर निम्न परीक्षणों को सह सकें—

वोल्टता प्रणाली (Voltage system)	आवेश वोल्टता सहन शक्ति (Impulse with stand voltage)	50 (हर्ट्ज Hz) परीक्षण वोल्टता
32 kV	650 kV	275 kV
25 kV भू के साथ	190 kV	105 kV

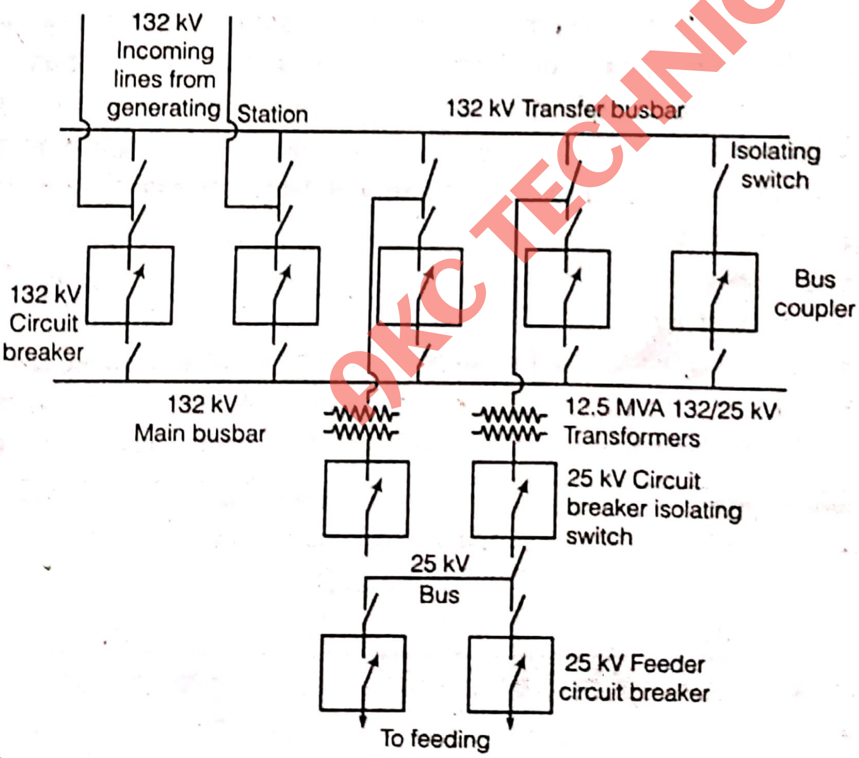
इस प्रकार के ट्रांसफॉर्मरों में ऑन-लोड टैप चेन्जर की व्यवस्था नहीं होती, क्योंकि विद्युत आपूर्ति करने वाले अधिकारी सप्लाई वोल्टता को विद्युत उपकेन्द्र पर स्वीकृत सीमा के अन्तर्गत बनाए रखते हैं, परन्तु तब भी ऑफ-लोड टैपिंग व्यवस्था इन ट्रांसफॉर्मरों में प्राथमिक कुण्डलन की ओर –10%, – 5%, 0% तथा +10% टैपिंगों के साथ की जाती है। ये ट्रांसफॉर्मर तेल शीतलित (oil cooled) प्रकार के होते हैं, तेल ट्रांसफॉर्मर की कुण्डलनों से ऊष्मा प्राप्त कर रेडिएटर नलिकाओं से प्रवाहित होता है तथा तेल की ऊष्मा रेडिएटर नलिकाओं के माध्यम से वातावरण की वायु में विसरित (radiate) हो जाती है। इन ट्रांसफॉर्मरों की सुरक्षा के लिए इनके साथ आवश्यक रक्षण उपकरण; जैसे—बुकहोल्ज

Scanned with CamScanner

रिले, तेल तल गेज, कन्जरवेटर, ब्रीदर, तापमान मीटर, थर्मोस्टेट आदि लगे रहते हैं। ट्रांसफॉर्मर के साथ दो थर्मोस्टेट लगे होते हैं जिनमें से एक, तेल का तापमान बढ़ने पर खतरे के अलार्म परिपथ को ऑन करता है तथा दूसरा थर्मोस्टेट तेल का तापमान और अधिक बढ़ने पर ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक कुण्डलन की विद्युत सप्लाई लाइन से जुड़े परिपथ वियोजक के ट्रिप परिपथ को प्रचालित (operate) कर परिपथ वियोजक के बन्द सम्पर्कों को खोल देता है।

जब ट्रांसफॉर्मर का विद्युत उपकेन्द्र पर संस्थापन किया जाता है तब ट्रांसफॉर्मर कुण्डलन को शुष्क बनाने के प्रक्रम (process) को पूर्ण करने के पश्चात् ट्रांसफॉर्मर टैंक में उपचारित तथा शुष्क विद्युतरोधित तेल भरने के बाद ट्रांसफॉर्मर को विद्युत उपकेन्द्र पर भेजा जाता है ताकि ट्रांसफॉर्मर के स्थानान्तरण के समय कुण्डलन वातावरण से नमी को शोषित न करने पाए, किन्तु विद्युतरोधित तेल भरे ट्रांसफॉर्मर को निर्माण स्थान से विद्युत उपकेन्द्र तक ले जाने (ट्रक पर चढ़ाने-उतारने व संस्थापित करने) में बहुत अधिक कठिनाई होती है। आजकल इस कठिनाई के समाधान हेतु एक नई विधि अपनाई जाती है। इस विधि में ट्रांसफॉर्मर कुण्डलन को सुखाने के पश्चात् ट्रांसफॉर्मर को संग्रहित (assembled) करके ट्रांसफॉर्मर टैंक में पूर्ण निर्वात उत्पन्न करने के बाद टैंक में नाइट्रोजन भर दी जाती है तथा टैंक को सील्ड कर दिया जाता है। इस प्रकार अब ट्रांसफॉर्मर का भार विद्युतरोधित तेल भरे ट्रांसफॉर्मर की अपेक्षा काफी कम रहता है तथा ट्रांसफॉर्मर को विद्युत उपकेन्द्र तक ले जाने में कठिनाई नहीं आती है तथा इसका संस्थापन कार्य सरल हो जाता है।

परिपथ वियोजक Circuit Breaker विद्युत उपकेन्द्र में एकल रेखीय विद्युत आरेख (single line diagram) (चित्र 3.14 के अध्ययन से यह ज्ञात होता है कि विद्युत उपकेन्द्र पर दो प्रकार के परिपथ वियोजक प्रयुक्त होते हैं जिनमें प्रथम ट्रांसफॉर्मर परिपथ वियोजक तथा दूसरा फीडर परिपथ वियोजक कहलाता है। 24 kV की ओर जुड़ा परिपथ वियोजक प्राय: ऑन स्थिति में रहता है तथा केवल ट्रांसफॉर्मर में आन्तरिक दोष उत्पन्न होने की दशा में ही विच्छेद होता है तथा दूसरी ओर फीडर परिपथ वियोजक केवल शिरोपरि उपकरणों (overhead equipments) में दोष उत्पन्न होने पर विच्छेद होता है।



चित्र 3.14

परिपथ वियोजक की 25 kV पर निर्धारण क्षमता (rated capacity) 750 ऐम्पियर तथा विदारण क्षमता (rupturing capacity) 500 MVA (mega volt ampere) होती है।

Scanned with CamScanner

(i) **विच्छेदन परीक्षण** Breaking Test 75.5 kV पर 10,500 एम्पियर के 20 विच्छेदन या 8000 ऐम्पियर के 30 विच्छेदन या 4500 ऐम्पियर के 100 विच्छेदन तथा 47.5 kV पर 4000 ऐम्पियर के 75 विच्छेदन।

(ii) **पुनः बन्द करने का परीक्षण** Reclosing Test 27.5 kV पर 10,500 ऐम्पियर के लिए 30 सेकण्ड के अन्तराल पर।

(iii) **सहनशीलता परीक्षण** Endurance Test एक के बाद एक 1000 प्रचालन (1000 operations of one make followed by a break)। परिपथ वियोजक निम्न तेल की मात्रा प्रकार के होते हैं। ये विद्युत परिपथ द्वारा पुश बटन दबाकर अथवा रिमोट स्विच द्वारा विच्छेदित तथा बन्द किए जाते हैं। ये हस्त-चालन द्वारा भी प्रचालित किए जा सकते हैं। इनका सम्पूर्ण विच्छेदन समय (tripping time) 0.14 सेकण्ड होता है जिसमें 0.04 सेकण्ड का रिले प्रचालन समय सम्मिलित रहता है तथा 0.1 सेकण्ड समय परिपथ वियोजक के सम्पर्कों को खुले रखने में व्यय होता है।

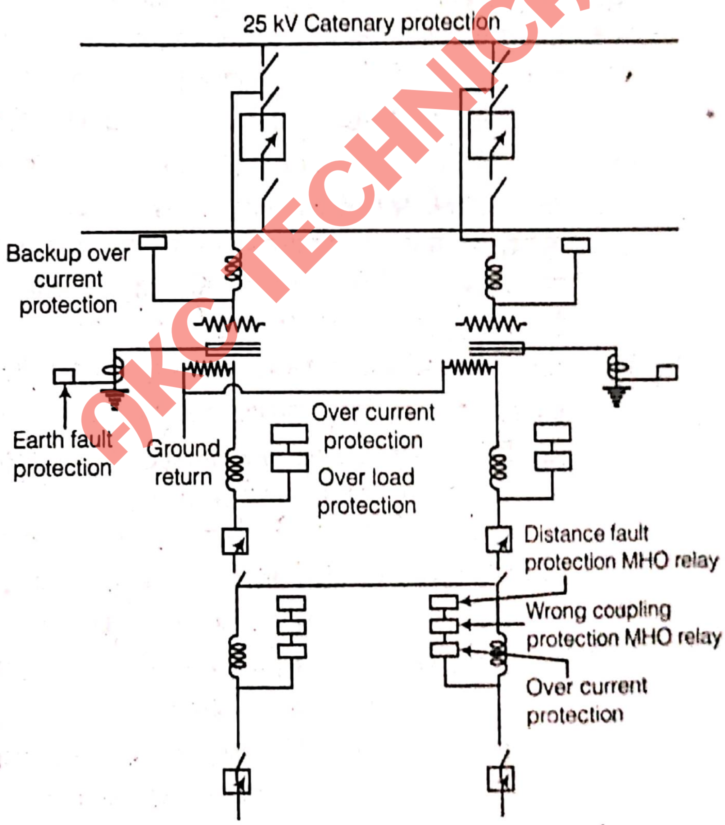
अवरोधक Interruptor ये भी एक प्रकार के परिपथ वियोजक हैं जोकि स्वचालित नहीं होते। इनके साथ रक्षण रिले जुड़ी नहीं होती। अतः ये जिस प्रणाली से संयोजित रहते हैं उस प्रणाली में दोष आने पर ये स्वतः प्रचालित नहीं हो सकते, परन्तु इन्हें दूरवर्ती (remote) स्विच द्वारा प्रचालित करके शिरोपरि उपकरणों (OHE) की विद्युत सप्लाई को नियन्त्रण केन्द्र से विच्छेदित (off) तथा सम्पर्कित (on) किया जा सकता है।

प्रश्न 9. प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण के लिए प्रयोग की जाने वाली विभिन्न रक्षण प्रणालियों का उल्लेख कीजिए। (2016)

उत्तर **प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण के लिए रक्षण प्रणाली** Protective System for A.C. Traction प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण प्रणाली में निम्न दो प्रकार की रक्षण प्रणालियाँ प्रयोग में लाई जाती हैं—

1. ट्रांसफॉर्मर रक्षण प्रणाली, 2. 25 kV कैटेनरी रक्षण प्रणाली।

उपरोक्त दोनों ही प्रकार की रक्षण प्रणालियों को चित्र 3.15 में दर्शाया गया है।



चित्र 3.15 ट्रांसफॉर्मर के लिए सुरक्षा व्यवस्था का प्रदर्शन

1. ट्रांसफॉर्मर रक्षण Transformer Protection ट्रांसफॉर्मर तथा उच्च वोल्टता फीडर की अतिभार धारा से रक्षा के लिए निम्न व्यवस्थाएँ की जाती हैं—

(i) ट्रांसफॉर्मर तथा उच्च वोल्टता फीडर की सुरक्षा के लिए ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक कुण्डली तथा उच्च वोल्टता फीडर के मध्य जुड़े परिपथ वियोजक के ट्रिप परिपथ के साथ तथा ट्रांसफॉर्मर की द्वितीयक कुण्डलन एवं 25 kV परिपथ वियोजक के ट्रिप परिपथ के साथ एक-एक प्रतिलोम-समय अतिभार प्रेरण रिले (inverse-time over current relay) जुड़ी होती है जोकि ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक कुण्डलन में दोष उत्पन्न होने पर दोषयुक्त कुण्डलन से उच्च वोल्टता फीडर की तथा 25 किलो वोल्ट शिरोपरि लाइन में अथवा संकर्षण मोटर में दोष उत्पन्न होने पर द्वितीयक कुण्डलन की, दोषयुक्त भाग से रक्षा करती है। दोष उत्पन्न होने की दशा में यह रिले परिपथ वियोजक की ट्रिप कुण्डली को ऊर्जित कर देती है जिससे परिपथ वियोजक के सम्पर्क तुरन्त ही खुल जाते हैं।

Scanned with CamScanner

(ii) ट्रांसफॉर्मर की द्वितीय कुण्डलनों की ओर एक तापीय रिले (thermal relay) को परिपथ में संयोजित किया जाता है जिसके कारण टांसफार्मर की द्वितीयक कुण्डलन अनुमन्य अतिभार को सहती रहती है। जब अतिभार अनुमन्य सीमा से अधिक होता है तब यह रिले द्वितीय कुण्डलन का तापमान सीमा से अधिक बढ़ने पर द्वितीयक की ओर जुड़े परिपथ वियोजक की ट्रिप कुण्डली के ट्रिप स्विच को बन्द (closed) कर देती है। अतः ट्रिप कुण्डली ऊर्जित हो जाती है जिससे परिपथ वियोजक सम्पर्क तुरन्त ही खुल जाते हैं जिससे द्वितीयक कुण्डलन से लोड़ पृथक् हो जाता है। इस प्रकार ट्रांसफॉर्मर की अतिभार से सुरक्षा हो जाती है।

(iii) ट्रांसफॉर्मर का टैंक क्योंकि सीमेंट-कंक्रीट से निर्मित फाउण्डेशन पर रखा जाता है, अतएव टांसफार्मर टैंक को मुख्य भू-प्रणाली (main earthing system) से धारा टांसफार्मर की श्रेणी में संयोजित किया जाता है। जब कभी टांसफार्मर में भू-दोष उत्पन्न होता है तो श्रेणी धारा टांसफार्मर से सम्बन्धित भू-दोश रिले ऊर्जित होकर परिपथ वियोजक की ट्रिप कुण्डली के स्विच को बन्द कर देती है जिससे टांसफार्मर की निविष्टि सप्लाई कट जाती है, अतएव टांसफार्मर कुण्डलनों को भू-दोष से और अधिक क्षति नहीं पहुँचने पाती।

(iv) ट्रांसफॉर्मर कुण्डलनों के साथ अवकल रक्षण रिले का प्रयोग नहीं किया जाता, क्योंकि यह रिले स्विचिंग सर्ज तथा क्षणिक लघु परिपथ दोष के प्रभाव से तुरन्त ही प्रचालित (operate) हो जाती है, अतएव इसके स्थान पर बुक होल्ज रिले, टांसफार्मर टैंक एवं कन्जरवेटर के मध्य लगाई जाती है जोकि टांसफार्मर कुण्डलन में आन्तरिक दोष उत्पन्न होने के कारण टांसफार्मर विद्युतरोधी तेल का तापमान सीमा से अधिक बढ़ने पर ट्रांसफॉर्मर की विद्युत सप्लाई को परिपथ वियोजक की सहायता से विच्छेदित कर देती हैं।

2. 25 kV कैटेनरी रक्षण 25 kV Catenary Protection 25 किलो वोल्ट कैटेनरी के लिए रक्षण प्रणाली को कुछ विशेष आवश्यकताओं की पूर्ति करनी होती है जैसाकि अतिभार धारा से रक्षण प्रणाली धारा के उच्चतम मान (peak values of current) पर आधारित है जोकि कैटेनरी की रक्षण प्रणाली के लिए उचित नहीं है जैसेकि कार्यकारी प्रतिबाधा, लघु परिपथ प्रतिबाधा से अधिक होती है, अतएव साधारण प्रतिबाधा रिले कैटेनरी रक्षण के लिए उपयुक्त नहीं रहती है। संकर्षण लोड का फेज कोण 40° से 60° के मध्य होता है तथा अतिभार धारा एवं लघुधारा परिपथ का फेज कोण 70° से 90° के मध्य होता है, अतएव फेज कोण प्रतिबाधा रिले कैटेनरी रक्षण के लिए उपयुक्त रहती है। कैटेनरी रक्षण योजना को चित्र 3.15 में दर्शाया गया है, इस रक्षण योजना में निम्न रक्षण व्यवस्थाएँ की जाती हैं।

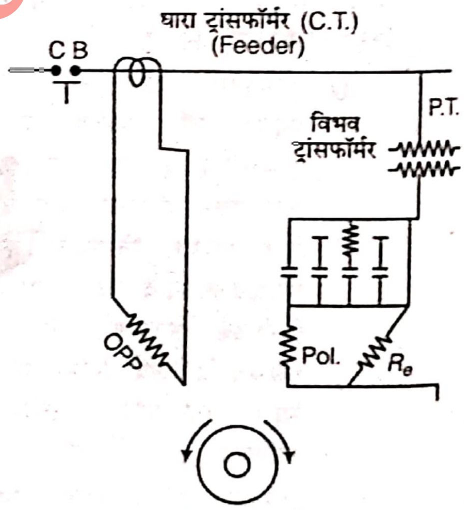
(i) **प्रेरण प्रारूपी म्हो रिले** Induction Type Mho Relay यह सदिश एलीमेन्ट को प्रतिबाधा मापन एलीमेन्ट के साथ संयुक्त करके बनाई गई रिले है तथा यह 25 ओह्म प्रतिबाधा तथा 70° फेज कोण पर समंजित की जाती है। मूल रूप से यह प्रेरण प्रारूपी रिले है जैसाकि चित्र 3.16 में दर्शाया गया है।

इस रिले में निम्न विद्युत परिपथ होते हैं—

(a) विभव परिपथ जिसका फेज कोण 60° होता है, को विद्युत सप्लाई एक विभव ट्रांसफॉर्मर (P.T.) से उपलब्ध कराई जाती है जोकि 25 किलो वोल्ट लाइन से जुड़ा होता है।

(b) धारा परिपथ को धारा, धारा ट्रांसफॉर्मर (C.T.) के द्वारा 25 किलो वोल्ट लाइन से उपलब्ध कराई जाती है।

(c) ध्रुवीकरण परिपथ (polarisation circuit) परिवर्ती (variable) संधारित्रों के साथ श्रेणी में जुड़ा रहता है। इस परिपथ के फेज कोण का समायोजन (adjustment) इन श्रेणी में जुड़े संधारित्रों (series capacitors) के माध्यम से किया जाता है।



चित्र 3.16 म्हो रिले का विद्युत परिपथ

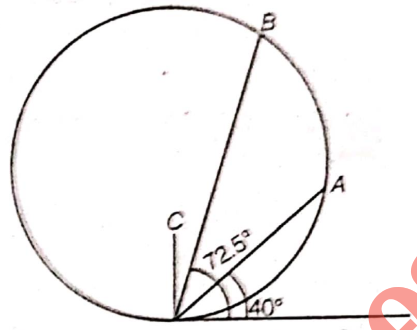
प्रचालन बलाघूर्ण, धारा परिपथ द्वारा तथा वापस लौटने वाला बलाघूर्ण (restoring torque) विभव परिपथ द्वारा उत्पन्न होता है, क्योंकि $Z = \frac{V}{I}$, वृत्त का वह बिन्दु जिस पर परिणामी बलाघूर्ण शून्य उत्पन्न होता है, एक वृत्त की परिधि पर होता है। बलाघूर्णों की यह स्थिति बिन्दु-पथ (locus) कहलाती है, प्रतिबाधा के

NKC TECHNICAL CLASSES

Scanned with CamScanner

किसी भी मान के लिए जोकि प्रतिबाधा वृत्त की सीमा में आता है। कुल (nett) बलाघूर्ण धनात्मक दिशा में होना तथा इस स्थिति में रिले ऊर्जित नहीं होगी अर्थात् रिले परिपथ को ट्रिप नहीं करेगी, किन्तु प्रतिबाधा के उन मानों (values) के लिए जोकि वृत्त की सीमा के बाहर आते हैं, कुल बलाघूर्ण (nett torque) ऋणात्मक दिशा में होना।

ध्रुवीकरण परिपथ का कार्य प्रतिबाधा परिपथ वृत्त को समान करना है। म्हो (Mho) रिले के अभिलक्षण को चित्र 3.17 में दर्शाया गया है। जहाँ बिन्दु *A* सामान्य कार्य-दशा को दर्शाता है। बिन्दु *B*, 25 किलो वोल्ट लाइन में विद्युत उपकेन्द्र से अधिक दूर के तथा बिन्दु *C* विद्युत उपकेन्द्र के निकट की लघु परिपथ दशा के समतुल्य है। बिन्दु *A* प्रतिबाधा वृत्त के बाहर होना चाहिए तथा बिन्दु *B* तथा *C* दोनों प्रतिबाधा वृत्त के अन्दर होने चाहिए। यह ध्यान रहे कि म्हो रिले प्रतिबाधा के वे मान (value), जिनकी स्थिति प्रतिबाधा वृत्त के केन्द्र की ओर होती है, अधिक सुग्राही (sensitive) होते हैं तथा इनकी सुग्राहिता प्रतिबाधा के उन मानों के लिए घटती जाती है जिनकी स्थिति प्रतिबाधा वृत्त की परिधि के निकट होती है।



चित्र 3.17 म्हो रिले का प्रतिबाधा अभिलक्षण
(Impedence Characteristics of Mho)

(ii) अतिधारा रिले Over Current Relay क्योंकि पूर्ण भार धारा के परिमाण (magnitude) तथा लघु परिपथ धारा के परिमाण में बहुत अधिक अन्तर होता है, जबकि यह विद्युत उपकेन्द्र के निकट मापी जाती है। अतएव अतिधारा रिले विद्युत उपकेन्द्र के निकट प्रयोग करने से दोष के प्रति रक्षण रिले के लिए बहुत अधिक संवेदनशील है।

(iii) निम्न वोल्टता रिले Under Voltage Relay विद्युत उपकेन्द्र से दूर उदासीन उपभाग के बाहरी (beyond neutral section) दोष के प्रति दक्ष रक्षण (efficient protection) प्राप्त करने के लिए निम्न वोल्टता रिले प्रयोग में लाई जाती है। यह रिले परिपथ वियोजक के ट्रिप परिपथ को उस दशा में ऊर्जित करती है जब लाइन वोल्टता पहले से निश्चित सीमा से नीचे पहुँच जाती है।

(iv) शिरोपरि उपकरण के दो निकट के उपभागों (adjacent section of OHE) को आपस में युग्मित होने से बचाने के लिए (जोकि विपरीत फेजों से सम्बन्धित हों) एक अन्य प्रेरण प्रारूपी रिले (Mho relay) उपयोग में लाई जाती है जिसकी प्रतिबाधा 60 ओह्म पर समंजित की जाती है तथा इसका फेज कोण 120° प्रयोग किया जाता है।

प्रश्न 10. दूरवर्ती नियन्त्रण केन्द्र की कार्यविधि स्पष्ट कीजिए।

अथवा **किसी नेटवर्क दूरस्थ नियन्त्रण केन्द्र की कार्यविधि का वर्णन कीजिए।** **(2016)**

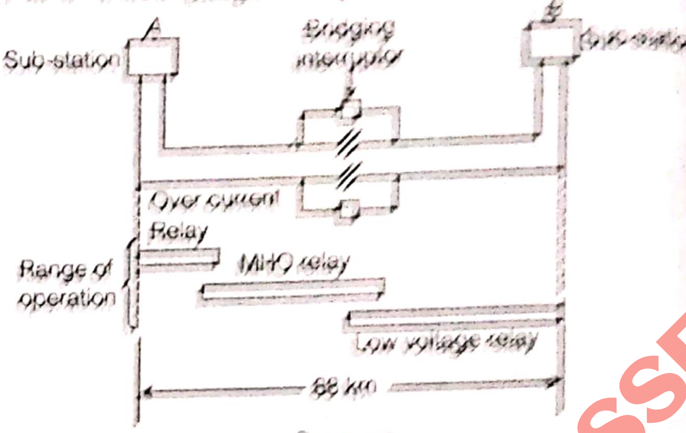
अथवा **विद्युत कर्षण प्रणाली के दूरस्थ नियंत्रण केन्द्र की कार्य विधि को समझाइए।** **(2018)**

उत्तर **दूरवर्ती नियन्त्रण केन्द्र** Remote Control Centre विद्युत संकर्षण रेल-पथ की विद्युत आपूर्ति निरन्तर बनाए रखना अत्यन्त आवश्यक है। अतएव निरन्तर विद्युत की आपूर्ति को सुनिश्चित करने के लिए यह आवश्यक है कि विद्युत सप्लाई लाइन से सम्बन्धित सभी स्विच गियर बिना देरी किए कम-से-कम समय में प्रचालित होने चाहिए। अतएव इस प्रकार की व्यवस्था जिसके द्वारा स्विच गियरों का प्रचालन बिना देरी किए तीव्रता के साथ किसी एक स्थान (केन्द्र) से किया जाता है, उसे दूरवर्ती नियन्त्रण केन्द्र (remote control centre) के नाम से जाना जाता है तथा इस केन्द्र के इन्चार्ज को संकर्षण पावर नियन्त्रक (traction power controller or T.P.C.) के नाम से जाना जाता है तथा सम्पूर्ण समय (24 hours) संकर्षण रेल-पथ की विद्युत आपूर्ति (electric supply) निरन्तर बनाए रखने की देख-रेख का कार्य संकर्षण पावर नियन्त्रक (T.P.C.) का है।

प्रत्येक दूरवर्ती नियन्त्रण केन्द्र, ग्रिड विद्युत उपकेन्द्र, फीडिंग खम्भों (feeding posts), उपभाग खम्भों, स्टेशन मास्टर कार्यालय, सिगनल केबिन, डिविजनल कार्यालय तथा ट्रैफिक नियन्त्रण कार्यालय से जुड़ा होता है। दूरवर्ती नियन्त्रण प्रणाली में संकर्षण लाइन से जुड़े सभी स्विच गियर ध्वनि आवृत्ति सिगनलों (voice frequency signals) के संचरण

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

(transmission) के द्वारा नियन्त्रित किए जाते हैं। सिगनलिंग की यह प्रणाली स्विच गियर के प्रचालन के समय विद्युत धाराओं (transient currents) के द्वारा चुम्बकीय प्रेरित बाधाओं (magnetically induced disturbances) को रोकने के लिए प्रयोग में लाई जाती है। विद्युत आपूर्ति प्रणाली की स्थिति को दृष्टिगत करने के लिए प्रत्येक केन्द्र पर एक अनुकरण करने वाला चित्र (mimic diagram) संस्थापित किया जाता है, यह अनुकरण करने वाला चित्र, सम्पूर्ण शिरोपरि उपकरण प्रणाली तथा विभिन्न विद्युत उपकेन्द्रों एवं नियन्त्रण स्टेशन की स्थितियों को दर्शाता है।



चित्र 3.18

इसके अतिरिक्त यह अनुकरण करने वाला चित्र (mimic diagram) सूचक लैम्प के भिन्न-भिन्न रंगों के प्रकाश के द्वारा यह सूचना भी देता रहता है कि किस समय अमुक स्विच गियर (O.C.B. or interruptor) बन्द अथवा खुली (closed or open) स्थिति में है। यदि किसी स्विच गियर की सामान्य स्थिति में परिवर्तन आता है तब इसकी सूचना अनुकरण करने वाले चित्र की क्षैतिज बार (horizontal bar) पर लगे रंगीन बटन के पीछे लगे पॉयलेट बल्ब के प्रकाशित होने व साथ ही अलार्म बजने की आवाज दोनों माध्यम से संकर्षण पावर नियन्त्रक (T.P.C.) को समय-समय पर मिलती रहती है। इस व्यवस्था के द्वारा विभव ट्रांसफॉर्मरों के द्वारा प्रत्येक शिरोपरि उपकरण (O.H.E.) पर विद्युत आपूर्ति के उपलब्ध रहने अथवा उपलब्ध न रहने की सूचना भी T.P.C. को मिलती रहती है।

प्रश्न 11. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए—

1. विद्युत उपकेन्द्रों की स्थिति एवं स्थान का चयन, 2. विद्युत उपकेन्द्रों की क्षमता का निर्धारण।

(2016)

उत्तर. 1. विद्युत उपकेन्द्रों की स्थिति एवं स्थान का चयन विद्युत पावर आपूर्ति प्रणाली में विद्युत उपकेन्द्रों की स्थिति एवं उनके लिए उचित स्थान के चयन को निम्न घटक (factors) प्रभावित करते हैं—

(i) प्रणाली वोल्टता (System voltage),

(ii) उच्च वोल्टता ग्रिड लाइन की उपलब्धता (Availability of H.T. grid line),

(iii) जमीन की उपलब्धता (Availability of land),

(iv) पथ चालक प्रणाली में हानियाँ (Losses in the track conductor system),

(v) अधिकतम अनुमन्य वोल्टता पात (Maximum premissible voltage drop),

(vi) पथ फीडर परिपथ वियोजक की अतिभार धारा ट्रिप सेटिंग (Overload current trip setting of track feeder circuit breaker)।

2. विद्युत उपकेन्द्रों की क्षमता का निर्धारण विद्युत उपकेन्द्रों की क्षमता उपकेन्द्र पर डाले जाने वाले विद्युत भार पर निर्भर करती है। यह निम्न घटकों (factors) पर निर्भर करती है—

(i) ट्रेन सेवा की आवृत्ति,

(ii) ट्रेन का औसत भार,

(iii) ट्रेन के द्वारा तय किए जाने वाले पथ की औसत लम्बाई,

(iv) ट्रेन की निर्धारित गति,

(v) संकर्षण मोटर के अभिलक्षण,

(vi) उपकेन्द्र के द्वारा विद्युत आपूर्ति किए जाने वाली शिरोपरि लाइन भाग की लम्बाई,

(vii) संकर्षण पथ का स्थानीय भूगोल।

Scanned with CamScanner

4 कर्षण का बल विज्ञान
Mechanics of Traction

खण्ड 'अ' : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQ)

प्रश्न 1. सामग्री ढोने के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली सेवा कहलाती है—
(a) ट्रेक्टिव प्रयत्न (b) चिपकन गुणांक (c) शंटिंग सेवा (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (c) शंटिंग सेवा

प्रश्न 2. ऐसा बल जोकि इंजन के पहिए द्वारा पटरी पर ट्रेन में चाल उत्पन्न करने के लिए लगाया जाता है, कहलाता है—
(a) ट्रेन प्रतिरोध (b) ट्रेक्टिव प्रयत्न (c) रेखीय बल (d) बलाघूर्ण

उत्तर (b) ट्रेक्टिव प्रयत्न

प्रश्न 3. ट्रेन की चाल का विरोध करने वाले बल को कहते हैं—
(a) ट्रेक्टिव प्रयत्न (b) रेखीय बल (c) बलाघूर्ण (d) ट्रेन प्रतिरोध

उत्तर (d) ट्रेन प्रतिरोध

प्रश्न 4. यात्री सेवाएँ कितने प्रकार की होती हैं?
(a) दो (b) तीन (c) चार (d) पाँच

उत्तर (b) तीन

प्रश्न 5. नगरीय सेवा के लिए दो स्टेशनों के मध्य की दूरी कितनी होती है?
(a) 2.5 किमी (b) 3.5 किमी (c) 1 किमी (d) 4 किमी

उत्तर (c) 1 किमी

प्रश्न 6. मुख्य लाइन के लिए दो स्टेशनों के मध्य दूरी कितनी होती है?
(a) 3–5 किमी (b) 5–7 किमी (c) 6–8 किमी (d) 10 किमी से अधिक

उत्तर (d) 10 किमी से अधिक

प्रश्न 7. ट्रेन के लिए निर्धारित गति ज्ञात करने के लिए सूत्र है—

(a) $\dfrac{\text{स्टॉपों के मध्य दूरी}}{\text{दौड़ने का वास्तविक समय} + \text{रुकने का समय}}$

(b) $\dfrac{\text{दौड़ने का वास्तविक समय} + \text{रुकने का समय}}{\text{स्टॉपों के मध्य दूरी}}$

(c) $\dfrac{\text{स्टॉपों के मध्य दूरी}}{\text{दौड़ने का वास्तविक समय} - \text{रुकने का समय}}$

(d) $\dfrac{\text{दौड़ने का वास्तविक समय} - \text{रुकने का समय}}{\text{स्टॉपों के मध्य दूरी}}$

उत्तर (a) $\dfrac{\text{स्टॉपों के मध्य दूरी}}{\text{दौड़ने का वास्तविक समय} + \text{रुकने का समय}}$

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

प्रश्न 8. ट्रेन के प्रति टन भार के लिए वाट घण्टा में प्रति किमी ऊर्जा व्यय को कहते हैं—

(a) विशिष्ट ऊर्जा व्यय (b) ट्रेन प्रतिरोध (c) रेखीय बल (d) बलाघूर्ण

उत्तर (a) विशिष्ट ऊर्जा व्यय

प्रश्न 9. ट्रेन को रेखीय त्वरण प्रदान करने के लिए एक बल की आवश्यकता पड़ती है, जो कहलाता है—

(a) ट्रेन प्रतिरोध (b) रेखीय बल (c) ट्रेक्टिव प्रयत्न (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (b) रेखीय बल

प्रश्न 10. ट्रेन की निर्धारित गति को प्रभावित करने वाले घटक है/हैं—

(a) α तथा β का मान (b) अधिकतम गति Vm (c) स्टॉप की अवधि (d) ये सभी

उत्तर (d) ये सभी

प्रश्न 11. ट्रेन के उपनगरीय सेवा के दो स्टेशनों के मध्य की दूरी कितनी होती है?

(a) 1 किमी (b) 2.5–3.5 किमी (c) 10 किमी से अधिक (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (b) 2.5–3.5 किमी

प्रश्न 12. नगरीय सेवा के लिए ट्रेन की अधिकतम गति कितनी होती है?

(a) 80 kmph (b) 90 kmph (c) 110 kmph (d) 120 kmph

उत्तर (d) 120 kmph

प्रश्न 13. मुख्य लाइन के लिए ट्रेन की अधिकतम गति कितनी होती है?

(a) 100 kmph (b) 120 kmph (c) 160 kmph (d) 140 kmph

उत्तर (c) 160 kmph

प्रश्न 14. नगरीय सेवा के लिए ट्रेन का त्वरण होता है—

(a) 1–2 kmphps (b) 2–3 kmphps (c) 1.5–4 kmphps (d) 4–6 kmphps

उत्तर (c) 1.5–4 kmphps

प्रश्न 15. मुख्य लाइन सेवा के लिए ट्रेन का अवमंदन कितना होता है?

(a) 3–4 kmphps (b) 1–2 kmphps (c) 1.5 kmphps (d) 2.5 kmphps

उत्तर (c) 1.5 kmphps

खण्ड 'ब' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. ट्रैक्टिव प्रयत्न से आप क्या समझते हैं?

उत्तर ट्रैक्टिव प्रयत्न (tractive effort) उस बल को कहते हैं जोकि इंजन के पहिए द्वारा पटरी पर ट्रेन में चाल उत्पन्न करने अर्थात् ट्रेन को चलाने के लिए लगाया जाता है। यह बल न्यूटन में मापा जाता है।

प्रश्न 2. पटरियों की दशा किसको प्रभावित करती है?

उत्तर पटरियों की दशा, चिपकन गुणांक (coefficient of adhesion) को बहुत अधिक प्रभावित करती है क्योंकि चिपकन गुणांक घटने पर ट्रेन की गति बढ़ जाती है।

प्रश्न 3. पटरियों की सम्पर्क सतह को किस रसायन से साफ किया जाता है?

उत्तर पटरियों की सम्पर्क सतह को साइटोन (W-20) रसायन से साफ किया जाता है।

प्रश्न 4. संकर्षण मोटर के तापमान में बढोतरी को ज्ञात करने में ऊपरी ढाल की कौन-सी माप बहुत महत्त्व रखती है?

उत्तर संकर्षण मोटर के तापमान में बढोतरी को ज्ञात करने में ऊपरी ढाल की लम्बाई बहुत अधिक महत्त्व रखती है।

प्रश्न 5. शंटिंग सेवा किसे कहते हैं?

उत्तर सामग्री ढोने के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली प्रमुख सेवा शंटिंग सेवा कहलाती है।

प्रश्न 6. ट्रेन की चाल का विरोध करने वाले बल को क्या कहते हैं?

उत्तर ट्रेन की चाल का विरोध करने वाले बल को ट्रेन प्रतिरोध कहते हैं।

Scanned with CamScanner

खण्ड 'स' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. विभिन्न यात्री सेवाओं का संक्षिप्त विवरण दीजिए।

उत्तर यात्री सेवाएँ तीन प्रकार की होती हैं जोकि संकर्षण प्रणाली द्वारा अर्पित की जाती हैं। ये सेवाएँ नगरीय, उपनगरीय तथा मुख्य लाइन सेवाएँ (urban, sub-urban and main line services) के नाम से जानी जाती हैं। नगरीय तथा उपनगरीय सेवाओं में दो स्टेशनों या ट्रेन रुकने के स्थान (stops) के मध्य दूरी कम होती है। लम्बे रेल पथों के लिये उच्च गति कार्यक्रम केवल उच्च त्वरण तथा ब्रेकिंग के द्वारा पूर्ण किया जा सकता है। यह ट्रेन को चलाने के लिए उच्च प्रयत्न (high tractive efforts) उत्पन्न करने वाले उपकरणों से सम्भव है। उच्च गति ट्रेन के द्वारा अधिक भार को लम्बे रेल पथ पर कम समय में पहुँचाया जा सकता है। मुख्य लाइन पर दो स्टेशनों के मध्य की दूरी बहुत अधिक होती है। इसलिए सन्तुलित उच्च गति की आवश्यकता पड़ती है। इसके लिए मध्यस्थ त्वरण पर्याप्त रहता है। उपरोक्त प्रत्येक प्रकार की सेवाओं के अभिलक्षण निम्न तालिका में दर्शाये गये हैं—

तालिका : प्रत्येक प्रकार की सेवा के अभिलक्षण

क्र०सं०	विवरण	नगरीय सेवा	उपनगरीय सेवा	मुख्य लाइन
1.	त्वरण	1.5–4 kmphps	1.5 से 4 kmphps	0.6–0.8 kmphps
2.	अवमंदन	3–4 kmphps	3 से 4 kmphps	1.5 kmphps
3.	अधिकतम गति	120 kmph	120 kmph	160 kmph
4.	दो स्टेशनों के मध्य की दूरी	1 km	2.5 से 3.5 km	More than 10 km

सामग्री ढोने के लिए भी तीन प्रकार की सेवाएँ होती हैं। जिनको मुख्य लाइन सामग्री ढोने की सेवा स्थानीय सामग्री ढोने की सेवा तथा शंटिंग सेवा कहते हैं। मुख्य लाइन सामग्री ढोने की सेवा लम्बी दूरी के उपयोग में लाई जाती है। इस प्रकार की कुछ सेवाओं की गति 90 Kmph होती है।

प्रश्न 2. ट्रेन की निर्धारित गति को प्रभावित करने वाले घटक कौन-कौन से हैं?

उत्तर ट्रेन के लिए निर्धारित गति से निम्नलिखित सूत्र से दिया जाता है—

$$\text{निर्धारित गति} = \frac{\text{स्टॉपों के मध्य दूरी}}{\text{दौडने का वास्तविक समय + रुकने का समय}}$$

निर्धारित गति को प्रभावित करने वाले घटक Factors Affecting Schedule Speed निर्धारित गति को प्रभावित करने वाले निम्न घटक दी गई सेवा में लगते हैं—

1. α तथा β का मान, 2. अधिकतम गति V_m, 3. स्टॉप की अवधि।

स्टेशनों के मध्य की दी गई दूरी के लिए त्वरण तथा मन्दन के अधिक मान के लिए दौड़ का समय कम होगा तथा निर्धारण गति (schedule speed) अधिक होगी। समान रूप से दिए हुए स्टॉपों के मध्य की दूरी स्थिर मान के त्वरण, मन्दन तथा ट्रेन के स्टेशन तक पहुँचने की अधिकतम गति होने पर दौड़ का समय कम होगा या निर्धारण गति अधिकतम होगी परन्तु औसत गति समान बनी रहेगी। स्टॉप की अवधि बढ़ाने से निर्धारण गति कम होगी। स्टेशनों पर रुकने का समय निर्धारण गति को नगरीय तथा उपनगरीय सेवाओं में बहुत अधिक प्रभावित करता है जहाँ ट्रेन के दौड़ने का समय स्वत: ही बहुत कम होगा। ऐसा इस कारण से होगा कि नगरीय तथा उपनगरीय सेवा की दशा में स्टेशन के स्टॉप बहुत कम दूरी पर होते हैं। जब स्टेशनों के मध्य की दूरी अधिक होती है तथा दौड़ की वास्तविक अवधि लम्बी होती है तब स्टेशन, स्टॉप गति को कम प्रभावित करता है।

प्रश्न 3. किसी ट्रेन के लिए गति-समय वक्र का उल्लेख कीजिए।

अथवा **मेन लाइन सेवा में गति-समय वक्र पर टिप्पणी लिखिए।** (2015)

अथवा **विद्युत कर्षण रेल सेवा के संदर्भ में ब्रेकिंग अवधि की व्याख्या कीजिए।** (2016)

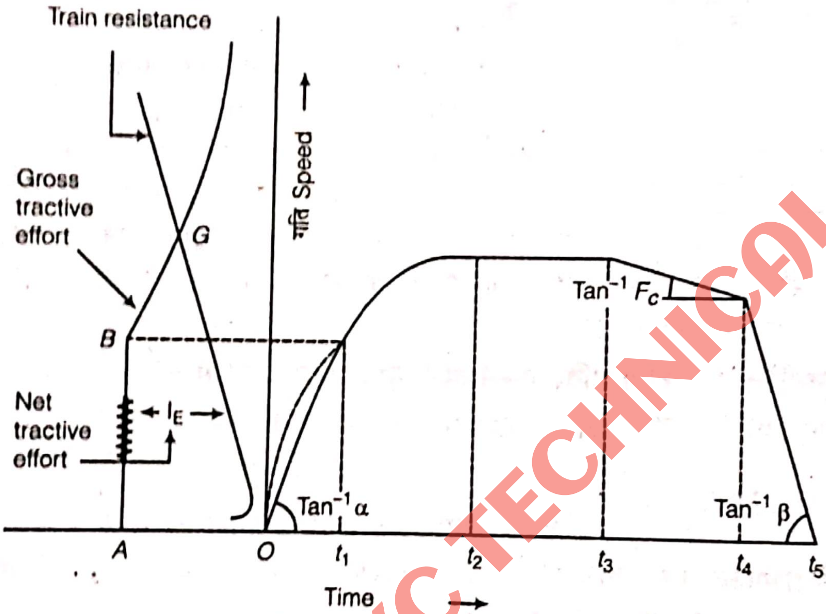
उत्तर **गति-समय वक्र** Speed Time Curve यह वक्र किसी ट्रेन की तात्कालिक गति को किमी/घण्टा में Y-अक्ष के संगत तथा समय को X-अक्ष के संगत दर्शाता है। वक्र तथा X-अक्ष के मध्य का क्षेत्रफल दिये गए समय अन्तराल के

Scanned with CamScanner

लिए की गई यात्रा की दूरी को दर्शाता है। वक्र के किसी बिन्दु पर X-अक्ष की ओर ढाल उस क्षण पर त्वरण या अवमन्दन को दर्शाता है।

मुख्य-लाइन पर चलती हुई ट्रेन का आदर्श गति-समय वक्र चित्र 4.1 में दर्शाया गया है, इस वक्र में दर्शायी गई दौड़ में 5 स्पष्ट भिन्न अवधियाँ हैं जिनका निम्न प्रकार वर्णन किया गया है—

(i) नॉचिंग अप अवधि (0 से t_1 तक) Notching Up Period चालन (run) की इस अवधि में प्रारम्भन प्रतिरोध शनै-शनै: काटा जाता है ताकि मोटर की धारा एक विशेष मान तक सीमित रहे। प्रारम्भन प्रतिरोध को परिपथ से पृथक् करने के लिए प्रवर्तक हैण्डल (starter's handle) को ऑन स्थिति की ओर एक स्टड से दूसरे स्टड (contact to contact) को स्थानान्तरित करना पड़ता है। ट्रेक्टिव प्रयत्न (tractive effort) उस बल को कहते हैं जोकि, इन्जन के पहिये द्वारा, पटरी पर ट्रेन में चाल (movement) उत्पन्न करने अर्थात् ट्रेन को चलाने के लिए लगाया जाता है, यह बल न्यूटन में मापा जाता है। सभी पहियों के द्वारा ट्रेन को चलाने के लिए लगाया गया प्रयत्न कुल ट्रेक्टिव प्रयत्न (gross tractive effort) कहलाता है, जोकि सभी विद्युत संकर्षण मोटरों के द्वारा उत्पन्न किये गये सम्मिलित बलाघूर्ण के अनुपात में होता है।



चित्र 4.1 आदर्श गति-समय वक्र

नॉचिंग अप अवधि में मोटर की धारा अधिकतम एवं न्यूनतम सीमा में घटती बढ़ती है जोकि चित्र 4.1 में ट्रेक्ट्रिव प्रयत्न के AB भाग से स्पष्ट है। जब तक नॉचिंग अप अवधि में औसत ट्रेक्टिव प्रयत्न समान रहता है तथा वहाँ ट्रेन के प्रतिरोध में कोई विशेष बढ़ोत्तरी नहीं होती है तब ऐसी दिशा में प्रतिरोध समान बना रहेगा। इसलिए गति-समय वक्र सीधी रेखा दर्शाता है। बिन्दु दार गति-समय वक्र श्रेणी समान्तर प्रारम्भन की दशा में प्रदर्शित होता है।

(ii) (t_1 से t_2 तक) गति वक्र पर त्वरण Acceleration on Speed Curve जब प्रारम्भन प्रतिरोध पूर्ण रूप से काट दिया जाता है तब पहिये के द्वारा ट्रेन को चलाने का प्रयत्न, ट्रेन प्रतिरोध से अधिक होगा तथा दोनों का अन्तर ट्रेन के त्वरण के बढ़ने के लिए उत्तरदायी होगा इस समय पर भी हमें त्वरण के उस अन्तर को अंकित (note) करना चाहिए जोकि (0 से t_1) समय अवधि में स्थिर रहता है तथा जोकि गति के साथ t_1 से t_2 की समय अवधि में घटता है।

त्वरण में कमी आने के लिए निम्न घटक (factors) उत्तरदायी हैं—

(a) श्रेणी मोटर के गति बलाघूर्ण अभिलक्षण इस प्रकार के होते हैं कि जैसे गति बढ़ती है मोटर के द्वारा उत्पन्न बलाघूर्ण घट जाता है।

(b) जैसे ही गति बढ़ती है चिपकन गुणांक (coefficient of adhesion) घटता है इसलिए मोटर के द्वारा उत्पन्न किया गया बलाघूर्ण का वह भाग, जोकि उपयोगी है तथा ट्रेन को चलाने के प्रयत्न (tractive efforts) में बदल जाता है, घटता है। ट्रेन की गति उस स्थिति तक निरन्तर बढ़ती है जहाँ ट्रेन अधिकतम गति पर निरन्तर चलती रहती है।

Scanned with CamScanner

(c) स्वतन्त्र रूप से चलती ट्रेन की t_2 से t_3 की अवधि में ट्रेन स्थिर गति प्राप्त करती है जैसाकि गति-समय वक्र चित्र 4.1 में दर्शाया गया है।

(d) कॉस्टिंग अवधि (coasting period) t_3 से t_4 की अवधि ट्रेन स्वतन्त्र रूप से चलने के पश्चात्, उस समय जब मोटर को सप्लाई लाइन से पृथक् कर दिया जाता है तब ट्रेन अपने स्वयं के संवेग (momentum) के कारण चलती रहती है तथा इसकी गति ट्रेन प्रतिरोध के कारण शनै: शनै: घटती जाती है।

(e) ब्रेकिंग अवधि t_4 से t_5 कॉस्टिंग अवधि के अन्त में ट्रेन को रोकने के लिए ब्रेक प्रयुक्त किये जाते हैं।

गति-समय वक्र की रचना Construction of Speed-Time Curve विद्युत संकर्षण मोटर के द्वारा ट्रेन को चलाने के लिए निर्धारित किया गया ट्रेक्टिव प्रयत्न गति अभिलक्षण (tractive effort-speed characteristic) अधिक शुद्धता के साथ प्राप्त किया जाता है। यदि ट्रेन प्रतिरोध विभिन्न गतियों पर ज्ञात है तब हम शुद्ध ट्रेक्टिव प्रयत्न (T_E) विभिन्न गतियों पर ज्ञात कर सकते हैं, जैसा कि चित्र 4.1 में दर्शाया गया है जोकि ट्रेन के त्वरण को उत्पन्न करने के लिए उत्तरदायी है। हमें ज्ञात है कि एक टन की ट्रेन में एक किमी त्वरण को उत्पन्न करने के लिए 3.11 किग्रा ट्रेक्टिव प्रयत्न की आवश्यकता होती है इससे हम ट्रेन की विभिन्न गतियों में त्वरण ज्ञात कर सकते हैं।

जबकि त्वरण
$$\alpha = \frac{dv}{dt}$$

$$\therefore \quad \int dt = \int \frac{dv}{\alpha} \qquad \therefore\ t = \int \frac{dv}{\alpha}$$

अब यदि हम एक वक्र $\frac{1}{\alpha}$ के संगत Y-अक्ष तथा V के संगत X-अक्ष पर खींचे तब इस वक्र के नीचे का क्षेत्रफल गति V तक, उस समय के बराबर होगा जो कि उस गति को प्राप्त करने में व्यय होगा, जैसाकि उपरोक्त समीकरण से ज्ञात होता है। यदि यह विधि गति से दूसरे मानों (values) के लिए दोहराई जाती है तब हम ट्रेन के चालन के लिए आवश्यक गति-समय वक्र प्राप्त कर सकते हैं। यदि ट्रेन समतल पथ पर नहीं चल रही है अर्थात् रेल पथ ऊँचा नीचा है तब उतार-चढ़ाव के कारण प्रयुक्त किये जाने वाले बलों को सामान्य ट्रेन प्रतिरोध में जोड़ना तथा घटाना होगा। चित्र 4.1 में जहाँ रेल पथ के मोड़ (घुमाव) के कारण अतिरिक्त प्रतिरोध भी सामान्य ट्रेन प्रतिरोध में सम्मिलित करना चाहिए। चित्र 4.1 में जहाँ ट्रेन चलाने का कुल प्रयत्न का वक्र (curve of gross tractive effort) तथा ट्रेन प्रतिरोध एक-दूसरे को बिन्दु G पर काटता है, यह ट्रेन की सन्तुलित गति देता है। जैसे ही बिन्दु G प्राप्त होता है, त्वरण (α) का मान कम-से-कम हो जाता है, इसलिए $\frac{1}{\alpha}$ का मान बहुत अधिक हो जाता है।

इसलिए सन्तुलित गति के निकट $\frac{1}{\alpha}$ गति वक्र खींचने की सलाह नहीं दी जाती है, लेकिन कुछ किमी के नीचे रुकना है अन्यथा पैमाना बहुत अनुचित (बेकार) होगा तब वक्र बहिर्वेशन (extrapolation) के द्वारा सन्तुलित गति से बढ़ेगा।

प्रश्न 4. ब्रेकिंग के दौरान समय के सापेक्ष प्राप्त होने वाली गति के लिए वक्र खींचिए तथा समझाइए।

अथवा **विद्युत कर्षण रेल सेवा के संदर्भ में ब्रेकिंग अवधि की व्याख्या कीजिए।** **(2016)**

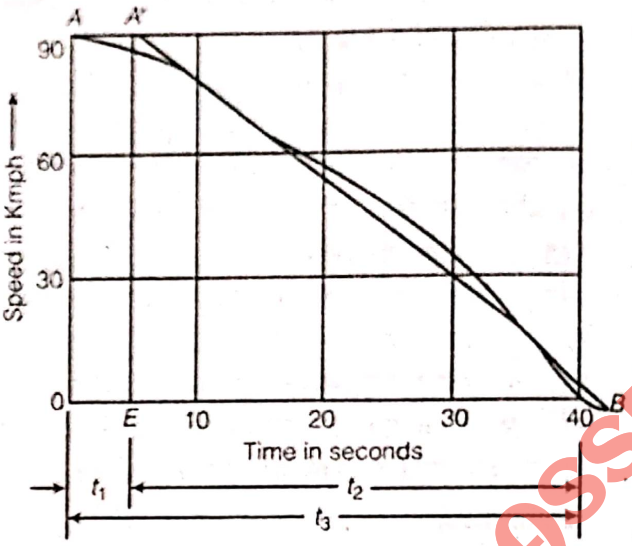
उत्तर चित्र 4.2 में दर्शाये वक्र के अनुसार ब्रेकिंग की अवधि में गति-समय वक्र का रूप हल्के वक्र (पूर्ण रेखा) BA रेखा द्वारा दर्शाया गया है, A पर चालक (driver) ब्रेक को (लगाने के लिए) प्रयुक्त करता है। ब्रेक द्वारा ट्रेन को बिना झटका लगे ही ब्रेक को प्रयुक्त करने के लिए ब्रेक सिलिण्डरों में दाब (pressure) शनै: शनै: बढ़ाना चाहिए। जैसाकि चित्र 4.2 में दर्शाये गये गति समय वक्र से स्पष्ट है।

यह गति-समय वक्र सीधी रेखा में नहीं है, इस सच्चाई को ध्यान में रखना चाहिए कि ब्रेक के लगाये जाने की दर ट्रेन की गति के 50 Kmph के नीचे गिरने पर बढ़ती है जैसा कि वक्र के सीधे खड़े भाग (steepness) द्वारा स्पष्ट होता है। ऐसा निम्न गति पर घर्षण गुणांक के कारण है। यदि चालक पहियों पर से ब्रेक दाब को ट्रेन गति शून्य होने से कुछ क्षण पूर्व मुक्त नहीं करता तो सम्पूर्ण ट्रेन को झटका (jerk) लगेगा। ब्रेक लगाने से गति के अचानक ही घटने से झटका सह स्प्रिंगों के दबने की स्थिति में आ जाने के कारण यात्रियों को असुविधा (discomfort) महसूस होती है। इसको रोकने के लिए

Scanned with CamScanner

चालक, पहियों पर ब्रेक को धीरे-धीरे लगाता है तथा अन्त में जैसे ही ट्रेन के पहियों की गति पटरी एवं पहियों के घर्षण के कारण शनैः शनैः शून्य तक पहुँचती है, इस स्थिति में यात्रियों को झटके का अनुभव नहीं होता है।

गति-समय वक्र को खींचने के लिए, गणना को समझने के लिए समतुल्य सीधी रेखा ब्रेकिंग दर के सामान्य विचार (concept) को समझना आवश्यक है। यह एक समान दर की ब्रेकिंग है जिसे सीधी रेखा से दर्शाया गया है जोकि एक समान समय में एक समान रूप से ट्रेन को रोकने की दूरी निश्चित करता है। जैसाकि ब्रेक का वास्तविक अनुप्रयोग (actual application) चित्र 4.2 में दर्शाया गया है। $A'B$ एक रेखा है, जोकि ब्रेकिंग को समतुल्य सीधी रेखा को प्रदर्शित करती है। इसलिए सीधी रेखा $A'B$ जोकि परम्परागत गति-समय वक्र में खींची है। रेखा $A'A$ ट्रेन के स्वतन्त्र रूप से चलने का भाग है। अब हम गति के घटने का मान सीधी रेखा के अनुरूप Kmphs में ज्ञात करेंगे। यदि V = गति Kmph में जहाँ से ब्रेक लगना प्रारम्भ होता है।



चित्र 4.2 गति-समय वक्र

t_3 = वास्तविक ब्रेक लगाये जाने का समय सेकण्ड में

t_2 = सीधी रेखा ब्रेक लगाने का समय सेकण्ड में

D_2 = ब्रेक लगाये जाने की अवधि में ट्रेन के द्वारा तय की गई दूरी Km में

= चतुर्भुज $OAE'E$ + त्रिभुज $A'EB$ का क्षेत्रफल

$$= \frac{(t_3 - t_2)}{3600} V + \frac{1}{2} \times \frac{t_2 \times V}{3600}$$

$$\therefore \quad 7200 D_2 = V(2t_3 - 2t_2 + t_2)$$

$$= V(2t_3 - t_2)$$

$$\therefore \quad 2t_3 - t_2 = \frac{7200}{V} D_2$$

$$\therefore \quad B = \frac{V}{t_2} = \frac{V}{2t_3 - \frac{7200 D_2}{V}} \text{ Kmph}$$

प्रश्न 5. चिपकन में होने वाले परिवर्तनों के प्रमुख कारण क्या हैं?

उत्तर **चिपकन गुणांक पर रेल पथ का प्रभाव** Influence of Track on The Coefficient of Adhesion पटरियों की दशा, चिपकन गुणांक (coefficient of adhesion) को बहुत अधिक प्रभावित करती है। यह मौसम की दशा पर निर्भर करता है कि पटरियाँ मौसम में नमी के कारण पूर्णतया गीली है, अथवा कुछ गीली है, पूर्णतया शुष्क हैं या उनकी सतह तैलीय है। इन सभी कारणों से रेल पथ का चिपकन गुण प्रभावित होता है। पटरियों पर ओस, तेल की उपस्थिति चिपकन गुण को बहुत अधिक प्रभावित करती है जहाँ दूसरी ओर जंग, धूल (rust, dust) तथा शुष्कपन, पटरी चिपकन गुण को सुधारते हैं। इस कारण से प्रातः काल के समय पटरियों पर ओस की उपस्थिति के कारण चिपकन गुण घटता है तथा दोपहर के समय जब पटरियाँ शुष्क होती है तब चिपकन गुण में सुधार होता है। यह देखा गया है कि पहियों के रिम का पटरियों पर चिपकन गुण एक चक्कर पूर्ण होने पर बढ़ता है तथा फिसलन प्रभाव घट जाता है इसी प्रकार प्रत्येक चक्कर के पश्चात् फिसलन प्रभाव घटता जाता है क्योंकि प्रत्येक चक्कर के पश्चात् पटरी की सतह शुष्क होती जाती है। परीक्षण करने पर यह पाया गया है कि यदि पटरियों की सम्पर्क सतह साइटोन (syton W-20) रसायन से साफ की जाती है तब चिपकन गुणांक 0.25–0.33 तक सुधरता है तथा जब सोडियम मैटासिलिकेट (sodium metasilicate)

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

रसायन से साफ की जाती है तब चिपकन गुणांक 0.17–0.25 तक सुधर जाता है। इसका कारण यह है कि पटरियों की सम्पर्क सतह पर चिपके हुए ऐसे पदार्थों की परत जोकि पटरियों के चिपकन प्रभाव को कम कर देती है, रासायनिक उपचार के पश्चात् सतह से दूर हो जाते हैं। ट्रेन के चालन के समय एक समान बारीक दानेदार सूखा रेत पटरियों पर एक समान रूप से गिराने से भी चिपकन प्रभाव बढ़ जाता है। विद्युत संकर्षण प्रणाली में पटरी तथा पहियों की सतह के मध्य चिंगारियाँ उत्पन्न होने से सतह द्वारा शोषित गैसें दूर हो जाती हैं जिससे चिपकन प्रभाव बढ़ जाता है। पहियों की सम्पर्क सतह के असमान हो जाने पर भी चिपकन प्रभाव कम हो जाता है, ऐसा पटरी समह के घिसने तथा पटरी के नीचे भरे जाने वाले पट्टियों (strips) के पृथक हो जाने, पहिये रिम के घिस जाने, पहियों के व्यास में परस्पर अन्तर होने के कारण होता है। पटरी सम्पर्क सतह की चौड़ाई में अन्तर होने के कारण भी चिपकन प्रभाव कम हो जाता है। मोड़ तथा क्रॉसिंग पर पटरी एवं पहियों के मध्य सम्पर्क क्षेत्रफल घट जाने के कारण ऐसे स्थानों पर फिसलन (slip) का मान अधिक हो जाता है अर्थात् चिपकन प्रभाव घट जाता है।

ब्रेकिंग के समय चिपकन (adhesion) के परिवर्तित होने के कारण निम्नलिखित हैं—

(i) पहियों के रिम एवं पटरियों के मध्य सम्पर्क क्षेत्रफल का ट्रेन के मोड़ से तथा क्रासिंग से गुजरते समय घटना।

(ii) ब्रेकिंग मन्दन (braking retardation) का अचानक बढ़ना। ऐसी स्थिति में ट्रेन की सुरक्षा को खतरा पहुँच सकता है।

ब्रेकिंग के समय अधिकतम ब्रेकिंग क्षमता को उपयोग करने का प्रयत्न किया जाता है। लेकिन तब भी ब्रेकिंग प्रयत्न को चिपकन सीमा (adhesion limit) के अन्तर्गत रखा जाता है। अधिकतम ब्रेकिंग बल की गतिज ऊर्जा को क्षय (dissipation) की सीमा के अन्तर्गत रखा जाता है। निचले ढाल पर जब रेल पथ लम्बा होता है। उस समय गति को सीमित करके सुरक्षित ब्रेकिंग को सुनिश्चित किया जाता है। यद्यपि ब्रेकिंग बल चिपकन सीमा (adhesion limit) तक नहीं लगाया जाता है तब भी उच्च चिपकन क्षमता पहियों के फिसलने के खतरे से सुरक्षा सुनिश्चित करती है जिसकी सम्भावना सुधारे हुए संयुक्त ब्रेक ब्लॉक (composite brake block) के सम्पादन (performance) के कारण अधिक होती है।

जैसाकि प्रारम्भन समय (starting period) में घूर्णक गुणांक, ब्रेकिंग के समय से अधिक रहता है इसलिए चिपकन गुणांक भी अन्य सभी गतियों से निम्न गति अथवा प्रारम्भन गति पर कम होगा, यह धुरी भार के चक्रीय परिवर्तन (cyclic variation of axle load) के कारण से होता है तथा यह परिवर्तन त्वरण तथा मन्दन के कारण एवं बिना स्प्रिंग वाले पिण्डों (masses) को रेल पथ की असमानता के कारण झटके पहुँचने के परिणाम स्वरूप होता है।

प्रश्न 6. चिपकन गुणांक क्या है? यह क्यों महत्त्वपूर्ण है?

अथवा **आसंजन गुणक की व्याख्या कीजिए।** **(2016)**

उत्तर **चिपकन का गुणांक** Coefiicient of Adhesion पहिये के रिम में उत्पन्न होने वाले ट्रेक्टिव प्रयत्न को, संकर्षण मोटर द्वारा उत्पन्न किये गये बलाघूर्ण को बढ़ाकर अधिक किया जा सकता है, किन्तु यह एक विशेष सीमा तक ही सम्भव है। इस सीमा से अधिक बलाघूर्ण बढ़ाने पर पहिये के रिम पर ट्रेक्टिव प्रयत्न और अधिक नहीं बढ़ता परन्तु बलाघूर्ण के और बढ़ने से पहिये पटरी के ऊपर फिसलने लगते हैं। यह पाया गया है कि ट्रेन को चलाने के लिए किये गए ट्रैक्टिव प्रयत्न (tractive efforts) का अधिकतम मान जिन पर पहिये नहीं फिसलते, ट्रेन की धुरी पर ट्रेन के स्वयं के भार (dead weight) पर निर्भर करता है।

अर्थात्

$$F_T \propto W \quad \text{या} \quad F_T = \mu a W$$

जहाँ बल F_T न्यूटन में तथा ट्रेन का धुरी पर भार W टन में दर्शाया गया है, तब उपरोक्त समीकरण निम्न प्रकार होगी—

$$F = 9.81 \times 1000 \mu a W$$

जहाँ μ_a चिपकन गुणांक (coefficient of adhesion) है। अतएव ट्रेन के ट्रैक्टिव प्रयत्न को बढ़ाने के लिए संकर्षण मोटर की केवल अश्व शक्ति (H.P.) को ही बढ़ाना आवश्यक नहीं है। परन्तु ट्रेन के धुरों पर भार को बढ़ाना भी आवश्यक है तथा इसके लिए साथ ही रेलवे विभाग धुरियों पर विशेष भार भी प्रयुक्त करता है।

चिपकन गुणांक (coefficient of adhesion) में सम्बन्ध निम्न समीकरण द्वारा ज्ञात किया जाता है—

$$\mu_{ar} = \mu_{as}\left(\frac{8+0.1V}{8+0.2V}\right) \quad \text{या} \quad \mu_{ar} = \frac{7.5}{V+44} = 0.16$$

Scanned with CamScanner

जहाँ, μ_{ar} = दौड़ने पर चालन गुणांक (coefficient of adhesion at runing)

μ_{as} = प्रारम्भन पर चालन गुणांक (coefficient of adhesion at starting)

V = ट्रेन की गति किमी/घण्टा में

यह सम्बन्ध स्पष्ट करता है कि चिपकन की सीमा गति बढ़ने पर घटती है।

चिपकन गुणांक का महत्त्व चिपकन (adhesion) ब्रेकिंग में महत्त्वपूर्ण रूप से भाग लेता है, यदि ब्रेकिंग प्रयत्न चिपकन भार (adhesion weight) से अधिक होता है तब इसके परिणाम स्वरूप ब्रेक प्रयुक्त करने पर ट्रेन ब्रेक लगने के पश्चात् फिसलती है। इसलिए अधिकतम ब्रेकिंग प्रयत्न अधिकतम चिपकन (adhesion) दशा में ही सम्भव है जोकि रोलिंग स्टोक (rolling stock) के अभिकल्प (design) के समय प्रयुक्त किया जाता है।

प्रश्न 7. ट्रेन वेग सम्बन्धी यान्त्रिकी के लिए व्यंजक दीजिए।

अथवा **ट्रेन वेग सम्बन्धी व्यंजक दीजिए।** **(2016)**

उत्तर **ट्रेन वेग की यान्त्रिकी** Mechanics of Train Movement संकर्षण मोटर चल पहिये के रिम पर ट्रेन को चलाने का प्रयत्न (tractive effort) किस प्रकार उत्पन्न करता है इसे चित्र 4.3 में दर्शाया गया है। चित्र 4.3 से स्पष्ट है कि ट्रेन को चलाने वाला मोटर एक छोटे गियर (pinion) को घुमाता है जोकि पहिये के साथ जुड़े गियर के दाँतों (teeths) के साथ लगा होता है। यह गियर धुरे (axle) के साथ चाबी (key) द्वारा युग्मित रहता है।

यदि, T = मोटर द्वारा उत्पन्न बलाघूर्ण

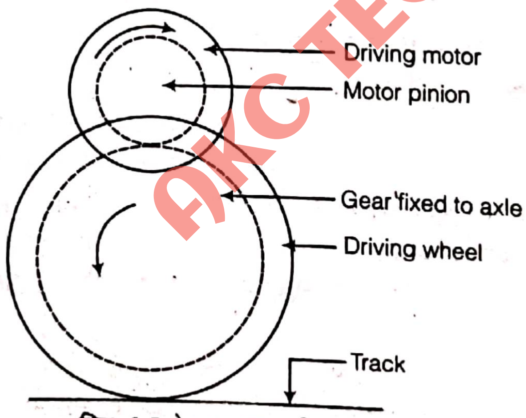
F_T = पहिये द्वारा उत्पन्न किया गया ट्रेक्टिव प्रयत्न (tractive effort)

M = सम्पूर्ण गियर अनुपात = $\dfrac{\text{मोटर पिनियन की गति r.p.m में}}{\text{धुरे की गति r.p.m में}} = \dfrac{N_1}{N_2}$

η = मोटर से धुरे की संचरित शक्ति की दक्षता

r_{wh} = ट्रेन के इन्जन के पहिये का अर्द्धव्यास

तब ट्रेन को चलाने वाले पहिये पर निर्गत = मोटर पिनियन पर निविष्ट (η)



चित्र 4.3 ट्रेन वेग की यान्त्रिकी का चित्रण

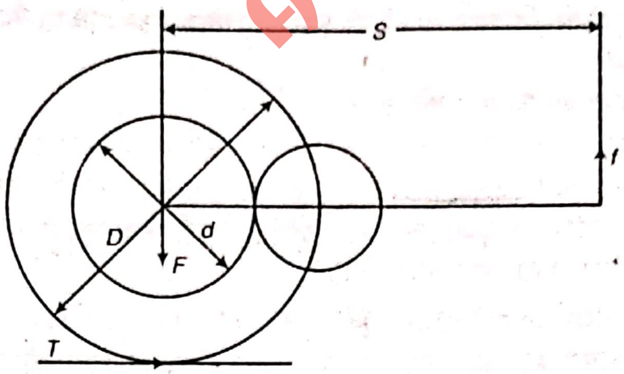
$\therefore$ $$F_T r_{wh} N_2 = \eta T N_1$$

या $$F_T = \eta \frac{T}{r_{wh}} \times \frac{N_1}{N_2} = \eta \frac{T}{r_{wh}} m$$

प्रश्न 8. संकर्षण प्रणाली द्वारा भार के स्थानान्तरण सम्बन्धी गणितीय सूत्रों को प्राप्त कीजिए।

उत्तर चित्र 4.4 में क्षैतिज भुजा पर लटके मोटर चालन व्यवस्था (arrangement of nose suspended motor dirve) को दर्शाया गया है जिसमें मोटर को क्षैतिज भुजा पर व्यवस्थित दर्शाया गया है। यह क्षैतिज भुजा चित्र में मोटी क्षैतिज रेखा द्वारा दर्शायी गई है। यदि मोटर के घूमने की दिशा बायी से दाहिनी ओर अर्थात् वामावर्त है तथा,

Scanned with CamScanner



चित्र 4.4

D = ट्रेन को चलाने वाले पहिये का व्यास

d = गियर का व्यास

S = धुरे तथा क्षैतिज छड़ के उभरे भाग के मध्य दूरी

T = पटरियों पर ट्रेन को चलाने के लिए किया गया प्रयत्न

तब गियर के दांतों पर बल $\frac{TD}{d}$ तथा इस बल की दिशा, गियर पर नीचे की ओर होगी तथा मोटर की पिनियन इसकी प्रतिक्रियाओं (reactions) पर ऊपर की ओर होगी, जिसके परिणामस्वरूप मोटर के साथ जुड़ी क्षैतिज छड़ के दूसरे सिरे पर बल (F) बोगी ट्रक (bogie truck) पर ऊपर की ओर लगेगा। इसका आयाम घूर्णो (moments) को धुरे के परित: लेने पर ज्ञात करने पर

$$FS = \frac{TD}{d} \times \frac{d}{2} \quad \therefore \quad F = \frac{TD}{2S}$$

जब यह बल क्षैतिज भुजा के सिरे (nose) पर ऊपर की ओर लगता है तब इसकी प्रतिक्रिया बोगी ट्रक से नीचे की ओर बल के बराबर होती है। इसलिए मोटर पर निम्न बाह्य बल कार्य करते हैं

(i) ट्रक के द्वारा क्षैतिज भुजा (nose) पर नीचे की ओर उत्पन्न बल, जोकि $\frac{TD}{2S}$ के बराबर होता है।

(ii) गियर के द्वारा पिनियन पर ऊपर की ओर कार्य करने वाला बल, जोकि $\frac{TD}{d}$ के बराबर होता है।

(iii) धुरे के आधार पर प्रतिक्रिया बल जोकि नीचे की ओर कार्य करता है तथा $\left(\frac{TD}{d} - \frac{TD}{2S}\right)$ के बराबर होता है।

धुरे पर क्रिया करने वाला बाह्य बल निम्न हैं—

(i) मोटर के द्वारा उत्पन्न बल जोकि धुरे के बियरिंग पर ऊपर की ओर कार्य करता है तथा $\left(\frac{TD}{d} - \frac{TD}{2S}\right)$ के बराबर होता है।

(ii) गियर के दाँतों पर बल का आयाम (force of magnitude) $\left(\frac{TD}{d}\right)$ नीचे की ओर कार्य करता है तथा धुरे पर परिणामी प्रतिक्रिया

$$= \frac{TD}{d} - \left(\frac{TD}{d} - \frac{TD}{2S}\right) = \frac{TD}{2S}$$

इसलिए हम देखते हैं कि धुरे पर सवार (mounted) मोटर जब ट्रेन को चलाने के लिए प्रयत्न को उत्पन्न करता है। तब इसके परिणामस्वरूप मोटर के साथ जुड़ी क्षैतिज भुजा (motor nose) पर प्रतिक्रिया उत्पन्न होती है जोकि मोटर को लटकाने वाले बियरिंग पर बल के बराबर तथा विपरीत दिशा में लगती है। जब ट्रेन भुजा की दिशा में चलती है तब क्षैतिज भुजा (nose) बोगी ट्रक पर ऊपर की ओर दबाव डालती है तथा धुरे का बियरिंग धुरे पर नीचे की ओर दबाव डालता है परन्तु यदि ट्रेन क्षैतिज भुजा के विपरीत दिशा में चलती है तब यह बल पहले से विपरीत दिशा में उत्पन्न होते हैं।

Scanned with CamScanner

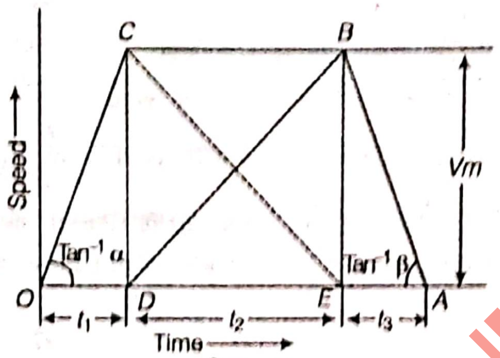
प्रश्न 9. ट्रेन को चलाने हेतु निर्गत् विशिष्ट ऊर्जा का आंकलन किस प्रकार किया जाता है? इसे प्रभावित करने वाले कारकों को बताइए।

अथवा **विशिष्ट ऊर्जा खपत की व्याख्या कीजिए।** **(2016)**

उत्तर **विशिष्ट ऊर्जा व्यय** Specific Energy Consumption ट्रेन के प्रति टन भार के लिए वाट घण्टा में प्रति किमी ऊर्जा व्यय को विशिष्ट ऊर्जा व्यय (specific energy consumption) कहते हैं। हम सर्वप्रथम ट्रेन को चलाने वाले पहिये (driving wheel) की विशिष्ट ऊर्जा निर्गत ज्ञात करेंगे फिर इसे मोटर एवं गियर आदि द्वारा संचरित सम्पूर्ण ऊर्जा से भाग करने पर हमें विशिष्ट ऊर्जा व्यय प्राप्त होगा।

ट्रेन को चलाने वाले धुरों (driving axles) की कुल ऊर्जा निर्गत (total energy output) निम्न प्रकार व्यय होगी सरलतम समलम्बक गति-समय वक्र को दर्शाता है। यदि V_m अधिकतम प्राप्त की गई गति है।

(a) चल धुरों की ट्रेन को त्वरित करने के लिए ऊर्जा निर्गत (E_a) [Energy output to accelerate the train of driving axles (E_a)]



चित्र 4.5

चित्र 4.5 के अनुसार,

$$E_a = E_a \times \text{दूरी } ODC$$

$$= 277.8 We\,\alpha \left[\frac{1}{2}\frac{V_m \times 1000}{3600} \times \frac{V_m}{\alpha}\right] \text{ वाट सेकण्ड}$$

$$= 277.8 We\,\alpha \left[\frac{1}{2}\frac{V_m \times 1000}{3600} \times \frac{V_m}{\alpha}\right]\frac{1}{3600} \text{ वाट-घण्टा}$$

$$= 0.01072\, V_m^2\, We \text{ वाट-घण्टा}$$

(b) चल धुरों की ऊर्जा निर्गत् की ऊपरी ढाल पर [Energy output of driving axles to overcome gradient (Eg)]

$$E_g = F_g \times D_1$$

जहाँ D_1 वह दूरी है जिस पर शक्ति कार्य करती है तथा इसका अधिकतम मान = क्षेत्रफल $OCBE$

$$E_g = 9.81 WG \times 1000 D_1 \text{ जूल या वाट सेकण्ड}$$

$$= \frac{9.81 \times 1000}{3600} WGD_1 \text{ वाट-घण्टा}$$

$$= 2.725 WGD_1 \text{ वाट-घण्टा}$$

(c) चल धुरों की ऊर्जा निर्गत् की घर्षण जीत [Energy output of driving axles to overcome friction (E_r)]

$$E_r = F_r D_1 1000 \text{ जूल}$$

$$= \frac{W.r D_1 1000}{3600} \text{ वाट-घण्टा}$$

$$= 0.2778 W.r.D_1 \text{ वाट-घण्टा}$$

Scanned with CamScanner

(d) **चल धुरों की कुल ऊर्जा निर्गत्** (Total energy output of driving axles)

$$(E) = 0.01072\, V_m^2\, We \pm 2.725\, WGD_1 + 0.2778\, WrD_1 \text{ वाट घण्टा}$$

(e) **विशिष्ट ऊर्जा निर्गत्** (Specific energy output)

$$= \frac{E}{WD} = \frac{0.01072 V_m^2}{D} \cdot \frac{We}{W} \pm 2.725G\frac{D_1}{D} + 0.278r\frac{D_1}{D} \text{ वाट/घण्टा/टन किमी}$$

(f) **विशिष्ट ऊर्जा व्यय** (Specific energy consumption)

$$= \frac{\text{चल धुरों पर विशिष्ट ऊर्जा निर्गत}}{\text{संचरण गियर तथा मोटर की सम्पूर्ण ऊर्जा}}$$

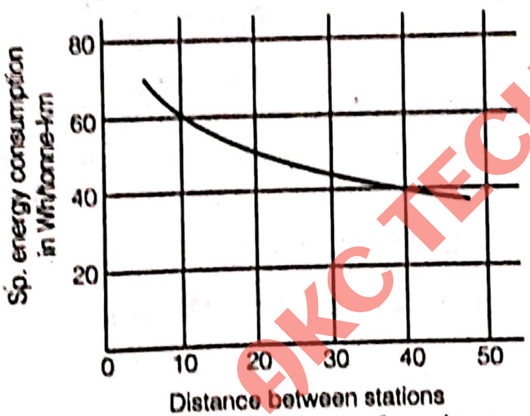
विशिष्ट ऊर्जा व्यय को निम्न घटक प्रभावित करते हैं—

(i) स्टेशनों के मध्य दूरी Distance Between Stations स्टेशनों (stations) के मध्य दूरी अधिक होगी तब विशिष्ट ऊर्जा व्यय कम होगा जैसाकि चित्र 4.6 में दर्शाया गया है। विशिष्ट ऊर्जा व्यय के आदर्श मान निम्नानुसार हैं

उपनगरीय सेवा 50–75 वाट घण्टा/टन किमी

मुख्य लाइन सेवा 18–31 वाट घण्टा/टन किमी

(ii) त्वरण तथा मंदन मान Acceleration and Retardation Values दी गई निर्धारित गति के लिए, यदि त्वरण तथा मंदन का मान अधिक होगा तब ट्रेन की कास्टिंग अवधि अधिक होगी, इसलिए शक्ति व्यय की अवधि कम होगी। अतएव D_1 का मान कम होगा जिससे विशिष्ट ऊर्जा व्यय कम होगा।



चित्र 4.6 स्टेशनों के मध्य दूरी-विशिष्ट ऊर्जा व्यय के मध्य वक्र

(iii) ढाल Gradient खड़े ढाल पर ऊर्जा व्यय स्वाभाविक रूप से बहुत अधिक होता है।

(iv) ट्रेन उपकरणों के प्रकार Types of Train Equipments धुरों पर दी गई विशिष्ट ऊर्जा निर्गत के लिए सम्पूर्ण दक्षता (overall efficiency) विशिष्ट ऊर्जा व्यय से ज्ञात होगी। यदि ट्रेन उपकरणों की दक्षता का मान अधिक होगा तब विशिष्ट ऊर्जा व्यय कम होगा।

(v) ट्रेन प्रतिरोध Train Resistance यह रेल-पथ की प्रकृति, ट्रेन की गति तथा ट्रेन के अग्र एवं पश्च भाग के आकार पर निर्भर करता है। ट्रेन प्रतिरोध यदि अधिक होगा तब विशिष्ट ऊर्जा व्यय भी अधिक होगा।

प्रश्न 10. संकर्षण इकाई द्वारा किया जाने वाला प्रयत्न क्या होता है? समझाइए।

उत्तर **ट्रेन को चलाने के लिए किया गया प्रयत्न** Tractive Effort वह बल जोकि संकर्षण इकाई द्वारा पहिये के रिम (rim) पर संकर्षण इकाई को ट्रेन की पटरी पर चलाने के लिए उत्पन्न होता है अथवा ट्रेन को चलाने हेतु इन्जन के

Scanned with CamScanner

पहिये द्वारा किया गया संकर्षण इकाई द्वारा किया जाने वाला प्रयत्न (tractive effort) कहलाता है। संकर्षण इकाई द्वारा किये जाने वाले प्रयत्न को निम्न कार्यों को सम्पादित करना होता है—

(i) ट्रेन पिण्ड को आवश्यक रेखीय तथा कोणीय त्वरण प्राप्त करता है।
(ii) ट्रेन को भार द्वारा उत्पन्न गुरुत्व बल के घटक पर जीत प्राप्त करता है।
(iii) ट्रेन के घर्षण प्रतिरोध तथा वायु प्रतिरोध पर जीत प्राप्त करता है।
(iv) रेल-पथ घुमाव प्रतिरोध पर जीत प्राप्त करता है।

प्रश्न 11. ट्रेन संकर्षण प्रणाली से सम्बन्धित निम्नलिखित पदों को बताइए—

(i) रेखीय बल,
(ii) बलाघूर्ण,
(iii) प्रभावी भार के परिप्रेक्ष्य में आरोपित बल,
(iv) ट्रेनों के लिए प्रयुक्त किए जाने वाले त्वरण,
(v) ढलाई पर चढ़ने के लिए आरोपित बल,
(vi) ट्रेन प्रतिरोध को नियन्त्रित करने के लिए लगाया जाने वाला प्रयत्न बल,
(vii) प्रारम्भिक घर्षण,
(viii) घुमाव (मोड) प्रतिरोध पर जीत के लिए ट्रैक्टिव प्रयत्न,
(ix) फिसलन को प्रभावित करने वाले घटक।

उत्तर **(i) रेखीय बल** ट्रेन को रेखीय त्वरण प्रदान करने के लिए एक बल की आवश्यकता पड़ती है जिसे रेखीय बल कहते हैं। इसे निम्न प्रकार दर्शाया जाता है—

रेखीय बल, $(F_a) = 1000\, W\alpha \times \dfrac{1000}{3600}$

$= 277.8\, W\alpha$ न्यूटन ...(i)

(ii) बलाघूर्ण जब ट्रेन की गति परिवर्तित होती है उस समय यह एक पिण्ड (as a mass) के समान व्यवहार करती है, यह ट्रेन के घूमने वाले भागों को कोणीय गति में परिवर्तन के कारण होता है, यदि रेखीय त्वरण f मीटर/सेकण्ड^2 तथा घूमने वाले भाग का विघूर्णन अर्द्धव्यास (radius of gyration) $= r$ मीटर है तब घूमने वाले भाग का कोणीय त्वरण $= \dfrac{f}{r}$ रेडियन/सेकण्ड^2 होगा। अब यदि घूमने वाले पिण्डों का किसी क्षण जड़ता (moment of inertia) बल (F न्यूटन में) पहिये के रिम पर प्रयुक्त होता है तब पहिये पर प्रयुक्त हुआ बलाघूर्ण (Fr) निम्नानुसार दर्शाया जाता है—

$$\because \quad F.r = I\frac{f}{r}$$

$$\therefore \quad F = \frac{I}{r^2} f \qquad ...(ii)$$

समीकरण (ii) के अनुसार बल का आयाम रेखीय त्वरण के लिए आवश्यक बल से अधिक होगा तथा घूमते हुए पिण्डों का अतिरिक्त समतुल्य पिण्ड द्रव्यमान $\dfrac{I}{r^2}$ किग्रा-मीटर होगा। यह अतिरिक्त द्रव्यमान (mass) अच्छी प्रकार ट्रेन के स्थिर भार (dead weight) के प्रतिशत के रूप में दर्शाया गया है जिसका मान 8-15% के मध्य आता है।

(iii) प्रभावी भार के परिप्रेक्ष्य में आरोपित बल प्रभावी भार (effective weight) W_e की विचार धारणा (concept) से ट्रेन की गति पहियों के घूमने की गति, धुरी (axles), मोटर के आर्मेचर तथा गियर पर भी विचार करने पर समीकरण (i) का रूप निम्न प्रकार होगा—

$$F_a = 277.8\, W_e\alpha \text{ न्यूटन}$$

$$= \frac{277.8}{9.81} W_e\alpha \text{ किग्रा} = 28.3\, W_e\alpha \text{ किग्रा} \qquad ...(iii)$$

Scanned with CamScanner

एक टन के भार की ट्रेन के लिए 1 किमी/घण्टा के त्वरण प्राप्त करने के लिए किये गये प्रयत्न (tractive efforts) को निम्न प्रकार ज्ञात किया जा सकता है—

$$F_a = 28.3 \times (1.1W) \times 1 \quad (W_e = 1.1W) \text{ माना जाता है।}$$

$$= 31.1W \text{ किग्रा} \qquad \text{...(iv)}$$

$$\therefore \quad \frac{\text{ट्रैक्टिव प्रयत्न}}{\text{ट्रेन का भार}} = \frac{31.1}{1000} \times 100 = 3.11\% \qquad \text{...(v)}$$

समीकरण (v) से यह ज्ञात होता है कि 1 kmph का त्वरण प्राप्त करने के लिए ट्रैक्टिव प्रयत्न ट्रेन भार का 3.11% है।

(iv) ट्रेनों के लिए प्रयुक्त किए जाने वाले त्वरण पहले से विभिन्न सेवाओं के लिए अपनाये गये त्वरण के मान निम्न हैं

Goods	0.21 से 0.29 किमी/घण्टा/सेकण्ड
Parcel	0.35 से 0.53 किमी/घण्टा/सेकण्ड
Passenger	0.53 से 1.08 किमी/घण्टा/सेकण्ड
Suburban	01.08 से 2.16 किमी/घण्टा/सेकण्ड
Metropolitan	2.16 से 3.16 किमी/घण्टा/सेकण्ड

(v) ढलाई पर चढ़ने के लिए आरोपित बल ट्रेन जब पटरियों पर ऊपर से ढाल (चढ़ाई) पर चलती है तब ट्रेन के अपने भार (dead weight) के कारण गुरुत्व बल घटक, पटरियों के समान्तर $W \sin\theta$ ट्रेन के नीचे की ओर वापस आने के लिए उत्तरदायी है, अतएव इसको रोकने के लिए ट्रैक्टिव प्रयत्न ऊपर की दिशा में प्रयुक्त किया जाना होगा जिसके आयाम को निम्न समीकरण से ज्ञात किया जाता है—

$$F_g = 1000\, W \sin\theta \times 9.81 \text{ न्यूटन} \qquad \text{...(vi)}$$

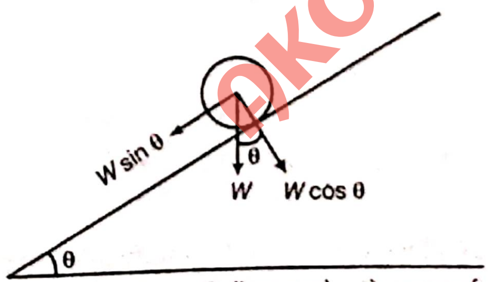
रेलवे में प्रयोगात्मक रूप से, 1000 मीटर लम्बी दूरी के पथ में ढाल (gradient) को मीटर में चढ़ाई के रूप में मापा जाता है तथा इसे $G\%$ में दर्शाया जाता है

$$\therefore \quad G = \sin\theta \times 1000 \qquad \text{...(vii)}$$

समीकरण (vii) को समी (vi) में रखने पर,

$$F_g = 1000\, W \frac{G}{1000} \times 9.81$$

$$= 9.81\, WG \text{ न्यूटन} = WG \text{ किग्रा} \qquad \text{...(viii)}$$



चित्र 4.7 ऊपरी ढाल पर पहियों पर लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल

संकर्षण मोटर के अतिभारित (overloaded) होने पर रेल-पथ के ऊपरी ढाल पर विशेष प्रभाव पड़ता है। यदि रेल-पथ के निचले ढाल को लम्बे पथ के मध्य कम दूरी का ढाल आता है तब ट्रेन के अपने वेग के कारण इसका ट्रेन की गति पर कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ेगा (क्योंकि ट्रेन के निचले ढाल पर तेजी से दौड़ते समय ट्रेन के वेग पर इस प्रकार की घटना का ट्रेन की गति पर कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ेगा)।

(vi) ट्रेन प्रतिरोध को नियन्त्रित करने के लिए लगाया जाने वाला प्रयत्न बल Tractive Effort to Over Come Train Resistance ट्रेन प्रतिरोध में वह सभी बल सम्मिलित रहते हैं जोकि समतल पथ पर ट्रेन की चाल का विरोध करते हैं। ये बल अग्र प्रकार वर्गीकृत किये जा सकते हैं—

Scanned with CamScanner
OKC TECHNICAL CLASSES

(a) ट्रेन के आन्तरिक घूमते हुए भागों के कारण घर्षण। यह वे भाग हैं जहाँ घर्षण बल उत्पन्न होता है; जैसे—धुरी गाइड (axle guide), बोगी चूल (bogie pivot), ट्रेन का धक्का रोकने के यन्त्र (buffer) इत्यादि।

(b) वह बल जोकि ट्रेन के बाह्य घर्षण के कारण उत्पन्न होते हैं; जैसे—पहिये तथा पटरी के मध्य घर्षण, फ्लेन्ज घर्षण, पटरियों के अस्थाई रूप से झुकने के कारण घर्षण, वायु द्वारा ट्रेन की गति के विपरीत लगने वाला तथा ट्रेन की साइडों के साथ वायु घर्षण, के कारण उत्पन्न होने वाले वायु गतिकी बल (aerodynamic drag)। ट्रेन के सम्मुख एवं अन्तिम सिरों पर भी वायु घर्षण के कारण प्रतिरोध उत्पन्न होते हैं। सम्मुख सिरे पर वायु के सीधे टकराने के कारण तथा अन्तिम सिरे पर वायु के चूषण (suction) के कारण प्रतिरोध उत्पन्न होता है। यह प्रतिरोध ट्रेन के सम्मुख सिरे (head) की सतह के क्षेत्रफल, आकार एवं वायु के वेग (wind velocity) पर निर्भर करता है। ट्रेन के अन्तिम सिरे की तुलना में सम्मुख सिरे (head) का प्रतिरोध दस गुना होता है। सम्मुख सिरे का आकार, प्रतिरोध को कम करने में एक महत्त्वपूर्ण कार्य करता है। ट्रेन की लम्बाई पर उत्पन्न प्रतिरोध, ट्रेन की दोनों ओर की दीवारों, छत तथा नीचे की तली (under bottom side) के वायु घर्षण के कारण उत्पन्न होता है। ये सभी प्रतिरोध वायु त्वचा घर्षण (skin friction air) कहलाते हैं। ट्रेन की लम्बाई अधिक होने की दशा में ट्रेन के सामने उत्पन्न वायु दाब प्रतिरोध, ट्रेन की लम्बाई की चारों सतहों के साथ वायु घर्षण के द्वारा उत्पन्न होने वाले प्रतिरोध से काफी कम होता है। वायु गतिकी बल (acrodynamic drag) निम्न सूत्र के द्वारा ज्ञात किया जाता है। वायु प्रतिरोध के अतिरिक्त सभी आन्तरिक एवं बाह्य प्रतिरोध यान्त्रिक प्रतिरोध की श्रेणी में आते हैं।

$$F = (0.20 + 0.0045l)\frac{1}{2}aV^2 \text{ किग्रा} \qquad \text{(ix)}$$

जहाँ, l = ट्रेन की लम्बाई मीटर में, a = अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वर्गमीटर में, V = ट्रेन की गति मीटर/सेकण्ड में है। वायु प्रतिरोध के अतिरिक्त सभी आन्तरिक एवं बाह्य यान्त्रिक प्रतिरोध की श्रेणी में आते हैं। क्योंकि यान्त्रिक प्रतिरोध के विभिन्न घटक ट्रेन की गति बढ़ने के साथ विभिन्न प्रकार के व्यवहार करते हैं। ये माना गया है कि उच्च गति पर सम्पूर्ण यान्त्रिक प्रतिरोध स्थिर रहते हैं तथा यह ट्रेन के भार के समानुपाती होते हैं, परन्तु दूसरी ओर यह माना गया कि वायु प्रतिरोध ट्रेन की गति बढ़ने के साथ गति के वर्ग के समानुपाती बढ़ता है।

विद्युत ट्रेन दशा में कुल प्रतिरोध F_T विद्युत रेलवे द्वारा निम्न समीकरण से दर्शाया गया—

$$F_T = a + bV + CV^2 \qquad \text{...(x)}$$

जहाँ,

V = ट्रेन की गति किमी/घण्टा

a = स्थिरांक जो कि यान्त्रिक प्रतिरोध को दर्शाता है; जैसेकि यान्त्रिक घर्षण, रेल पथ प्रतिरोध इत्यादि।

b = स्थिरांक जोकि अनेक घटकों (factors) को दर्शाता है; जैसे—फ्लैन्ज प्रतिरोध तथा ट्रेन का आन्तरिक प्रतिरोध आदि।

C = गुणांक जोकि वायु प्रतिरोध को ढकता है (coefficient overing the air resistance)।

उपरोक्त स्थिरांकों के मान प्रत्येक देश में अलग-अलग लिए जाते हैं तथा ये विभिन्न ऑर्गेनाइजेशन (organisation) द्वारा सम्पन्न किये गये परीक्षणों/प्रयोगों के आधार पर माने जाते हैं। भारतीय रेलवे द्वारा अपनाये गये सूत्र निम्नानुसार दिये गये हैं—

(i) लोकोमोटिव के लिए कुल ट्रेन प्रतिरोध बल,

$$F_r = (0.65\,Wi + 13n + 0.01Wiv + 0.52\,V^2) \text{ किग्रा} \qquad \text{...(xi)}$$

जहाँ, Wi...... ट्रेन का भार टन में तथा n = धुरियों की संख्या।

(ii) कुल ट्रेन प्रतिरोध निम्न प्रकार दिया गया—

$$F_r = 9.81 r.w. \text{ न्यूटन या } r.w. \text{ किग्रा} \qquad \text{...(xii)}$$

Scanned with CamScanner

जहाँ, W = ट्रेन का भार इन्जन सहित

तथा r = ट्रेन का प्रतिरोध किग्रा/टन में।

(vii) प्रारम्भिक घर्षण Starting Friction यह दौड़ने के समय उत्पन्न घर्षण (running friction) की अपेक्षा अधिक होता है। यह ट्रेन की प्रारम्भिक दशा पर बहुत अधिक निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, प्रारम्भिक प्रतिरोध उस समय अधिक होगा जब ट्रेन की बोगियों को आपस में जोड़ने वाली युक्तियों पर तनाव बल लगता है। यह घटना उस समय घटती है जब ट्रेन ऊपरी ढाल पर चढ़ती है। दूसरी ओर जब ट्रेन निचले ढाल पर खड़ी होती है उस समय बोगियों को आपस में जोड़ने वाली युक्तियों पर दबाव बल प्रयुक्त होता है तथा ऐसी दशा में प्रारम्भिक प्रतिरोध कम होता है, इसलिए सिगनल ऊपरी ढाल की स्थिति पर नहीं लगाया जाना चाहिए। यदि ट्रेन सिगनल के कारण ऊपरी ढाल पर खड़ी है तब ऐसी दिशा में ट्रेन को पहले ऊपरी ढाल से नीचे की ओर कुछ दूरी तक विपरीत दिशा में चलाकर उसके पश्चात् ऊपरी ढाल की ओर सीधी दिशा में स्टार्ट करना चाहिए ऐसा करने से प्रारम्भिक प्रतिरोध (starting resistance) कम हो जाता है जिससे इंजन ट्रेन को सरलता से खींच लेता है। 7% और इससे अधिक ऊपरी ढाल के लिये प्रतिरोध (r) का मान ज्ञात करने हेतु उपयोग में लाये जाने वाले सूत्र निम्न प्रकार दिये गये हैं

(i) 7% तक ऊपरी ढाल के लिए,

r = (ढाल प्रति हजार +4.5) किग्रा

10 टन धुरे के भार के लिए (up to 10 tonne axle load)

= (ढाल प्रति हजार +4.2) किग्रा ...(xiii)

10 टन धुरे के भार से अधिक के लिए (above 10 tonne axle load)

(ii) 7% से अधिक ऊपरी ढाल के लिए,

r = (1.25× ढाल प्रति हजार +2.75) किग्रा, 10 टन धुरे के भार के लिए

= (1.25× ढाल प्रति हजार +2.45) किग्रा, 10 टन धुरे के भार से अधिक के लिए

(viii) घुमाव (मोड़) प्रतिरोध पर जीत के लिए ट्रैक्टिव प्रयत्न मोड़ प्रतिरोध के कारण पहिये के फ्लेन्ज पर घर्षण मोड़ पर घुमाव का अर्द्धव्यास बढ़ने पर घटता है। घुमाव (मोड़) प्रतिरोध को निम्न सूत्र द्वारा दर्शाया गया है तथा इसे रेल-पथ प्रतिरोध में जोड़ा जाता है—

$$F_C = \frac{700}{R} W \text{ किग्रा} \quad ...(xiv)$$

जहाँ, R = घुमाव या मोड़ का अर्द्धव्यास

(ix) फिसलन को प्रभावित करने वाले घटक Factors Affecting Slip उभरे हुए भाग पटरियों पर की गई वेल्डिंग (welding) के कारण प्रयोगात्मक रूप से शुद्ध इस्पात के मध्य (पटरी तथा पहियों की सतह के मध्य) सतहों पर चढ़ी बाह्य पदार्थों; जैसे—कार्बनिक पदार्थ, धातु ऑक्साइड तथा सतह द्वारा शोषित गैसों के कारण दो सतहों के मध्य चिपकने का गुण प्रभावित होता है।

प्रश्न 12. निम्नलिखित में से किन्हीं चार भागों के उत्तर दीजिए— (2015)

(i) एक रेलगाड़ी का वेट 600 टन है, इसका मान किलोग्राम में कितना होगा?

(ii) एक ट्रेन की गति 200 किमी/घण्टा है। इसकी गति मीटर/सेकण्ड में बताइए।

(iii) एक किमी ट्रेक लम्बाई में चढ़ाव 20 मीटर है तो प्रतिशत चढ़ाव क्या होगा?

(iv) एक ट्रेन का द्रव्यमान 100 टन है। इसका भार न्यूटन में क्या होगा?

(v) एक एक्सप्रेस ट्रेन का त्वरण 3.6 km/h है। त्वरण m/s^2 में क्या होगा?

हल (i) एक रेलगाड़ी का वेट = 600 टन

किग्रा में, 1 टन = 1,000 किग्रा

Scanned with CamScanner

$$600 \text{ टन} = 600 \times 1,000 \text{ किग्रा} = \mathbf{6,00,000 \text{ किग्रा}}$$

(ii)
$$\text{ट्रेन की गति} = 200 \text{ किमी/घण्टा}$$
$$\text{मी/से में ट्रेन की गति} = \frac{200 \times 1000}{60 \times 60} = \frac{2000}{36} = \mathbf{55.56 \text{ मी/से}}$$

(iii)
$$\%\text{ चढ़ाव} = \frac{20 \text{ मीटर}}{1,000 \text{ मीटर}} \times 100 = \mathbf{2\%}$$

(iv)
$$1 \text{ ट्रेन का द्रव्यमान} = 100 \text{ टन}$$

भार न्यूटन में,
$$1 \text{ टन} = 9.8 \times 10^{-3} \text{ N} = 100 \text{ टन}$$
$$= 9.8 \times 10^{-3} \times 10^{2}$$
$$= \mathbf{9.8 \times 10^{-1} \text{ N} \text{ या } 0.98 \text{ N}}$$

(v) एक्सप्रेस ट्रेन का त्वरण = 3.6 km/h/sec
$$\text{m/sec}^2 \text{ में त्वरण} = \frac{3.6 \times 10^3 \text{ m}}{3600 \text{sec} \times \text{sec}}$$
$$= \frac{3600}{3600} \text{ m/sec}^2 = \mathbf{1 \text{ m/sec}^2}$$

प्रश्न 13. विभिन्न नॉन-विद्युत कर्षण प्रणालियों के नाम दीजिए। **(2016)**

उत्तर ऐसी कर्षण प्रणाली जिसमें विद्युत पावर की आवश्यकता नहीं होती है, नॉन विद्युत कर्षण प्रणाली कहलाती है। नॉन-विद्युत कर्षण प्रणाली निम्न प्रकार की होती हैं—

(i) स्टीम इंजन प्रणाली स्टीम इंजन प्रणाली में एक भाप का ऊष्मीय इंजन होता है जिसमें कार्य होने के लिए जल वाष्प का प्रयोग किया जाता है। भाप के इंजन अधिकांशत: वाह्य दहन इंजन होते हैं जिसमें रैंकाइन चक्र (Rankine cycle) नामक ऊष्मा-चक्र (heat cycle) काम में लाया जाता है। कुछ वाष्पयान सौर ऊर्जा, नाभिकीय ऊर्जा व जिओथर्मल ऊर्जा से भी चलते हैं।

वैसे तो भाप इंजन का इतिहास हजारों वर्ष पुराना है। किन्तु पहले की युक्तियाँ शक्ति उत्पादन की दृष्टि से व्यावहारिक नहीं थीं। बाद में इनके डिजाइन में बहुत सुधार हुआ जिससे ये औद्योगिक क्रान्ति के समय यांत्रिक शक्ति के प्रमुख स्रोत बनकर उभरी। यद्यपि अब भाप से चलने वाली रेलगाड़ियाँ एवं अन्य मशीने कालकवलित हो चुकी हैं किन्तु पूरे संसार की विद्युत-शक्ति की लगभग आधी शक्ति आज भी वाष्प टर्बाइनों की सहायता से उत्पन्न किया जा रहा है।

(ii) डीजल इंजन डीजल इंजन एक अंतर्दहन इंजन है जो बन्द स्थान में वायु को संपीडित करने से उत्पन्न ऊष्मा का उपयोग करके ईंधन में ज्वलन (इग्नीशन) उत्पन्न करता है। इस प्रकार यह एक स्पार्क-ज्वलन इंजनों से भिन्न है, क्योंकि उनमें वायु और ईंधन के मिश्रण को प्रज्वलित करने के लिए स्पार्क-प्लग का उपयोग किया जाता है। इसे संपीडन-ज्वलन इंजन (compression-ignition engine) भी कहते हैं। इससे प्राप्त यांत्रिक ऊर्जा (गतिज ऊर्जा) का उपयोग वाहन, जेनरेटर तथा अन्य कई कार्यों में लाया जाता है। इसकी खोज 1892 में पेरिस में जन्मे जर्मन मूल के अभियंता रूडोल्फ डीजल ने की थी। अन्य रसायनों के अलावा यह नाइट्रोजन तथा कालिख के कण दहन के उत्पाद के रूप में छोड़ता है जो प्रदूषण का खतरा उत्पन्न करते हैं।

इस इंजन में वायु को प्रथमतया दबाया जाता है जिसकी वजह से इसका तापमान बढ़ता है। इसके बाद इसमें जैसे ही डीजल डाला जाता है यह गर्मी की वजह से जलने लगता है जिसकी वजह से और गर्मी पैदा होती है और यह अपने ऊपर लगे पिस्टन को धकेलता है। इस कारण से गति प्राप्त होती है जिसको कई गियरों तथा रेलों के सहारे इच्छित काम करने में लगाया जाता है।

Scanned with CamScanner

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रश्न 14. एक आशुग (express) ट्रेन 36km/hr की औसत गति (average speed) से दो स्टेशनों के बीच चल रही है जिनकी दूरी 2 किमी है। त्वरण (Acceleration) व अवमन्दन (Retardation) 1.8 km./hr/sec व 3.6km/hr/sec है। ट्रेन की अधिकतम गति (maximum speed) की गणना (calculate) कीजिए। जहाँ गति/समय चक्र (speed/time curve) को ट्रैपोजाइडल (trapezoidal) मानिए।

हल ट्रेन के चलने का वास्तविक समय $T = \frac{2\times 3600}{36} = 200$ सेकण्ड

माना ट्रेन की अधिकतम चाल (crest speed) $= V_c$

$$V_c = \frac{\alpha\beta}{\alpha+\beta}$$

$$T - \sqrt{\left[\left(\frac{\alpha\beta}{\alpha+\beta}\right)^2 T^2 - 7200\left(\frac{\alpha\times\beta}{\alpha+\beta}\right)\right]}$$

जहाँ, D = दो स्टॉप के मध्य की दूरी = 2 किमी

T = वास्तविक दौड़ (चाल) समय = 200 सेकण्ड

α = त्वरण प्रति घण्टा प्रति सेकण्ड = 1.8 किमी/घण्टा/सेकण्ड

β = अवमंदन प्रति घण्टा प्रति सेकण्ड = 3.6 किमी/घण्टा/सेकण्ड

V_c = अधिकतम चाल (crest speed) किमी/घण्टा = ?

$$V_c = \frac{1.8\times 3.6}{1.8+3.6}\times 200 - \sqrt{\left[\left(\frac{1.8\times 3.6}{1.8\times 3.6}\right)^2\right]\times 200\times 20 - 7200\times\frac{1.8\times 3.6}{1.8+3.6}\times 2}$$

$$= \frac{6.48}{5.4}\times 200 - \sqrt{\left(\frac{6.48}{5.4}\right)^2\times 40000 - 7200\times\frac{6.48}{5.4}\times 2}$$

$$= 1.2\times 200 - \sqrt{(1.2)^2\times 40000 - 7200\times 1.2\times 2}$$

$$= 240 - \sqrt{1.44\times 40000 - 7200\times 2.4}$$

$$= 240 - \sqrt{57600 - 17280}$$

$$= 240 - \sqrt{40320}$$

$$= 240 - 200.80 = 39.2 \text{ किमी/घण्टा}$$

अतः ट्रेन की अधिकतम गति **39.2** किमी/घण्टा है।

AKC TECHNICAL CLASSES

Scanned with CamScanner

5 दिष्टकरण उपकरण
Rectification Equipments

खण्ड 'अ' : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQ)

प्रश्न 1. मरकरी आर्क दिष्टकारी के उपयोग के समय उत्पन्न होने वाला/वाले दोष निम्न में से है/हैं—
(a) पराज्वलन (b) अविस्फुटित चार्ज (c) निर्वात् हानि (d) ये सभी

उत्तर (d) ये सभी

प्रश्न 2. धारा का चालन मरकरी आर्क दिष्टकारी के अन्दर विपरीत दिशा होने की क्रिया को कहते हैं—
(a) पराज्वलन (b) अविस्फुटित चार्ज (c) निर्वात् हानि (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (a) पराज्वलन

प्रश्न 3. चालन के सही समय पर ट्यूब में कैथोड से एनोड के मध्य आर्क न उत्पन्न हो पाने के दोष को कहते हैं—
(a) पराज्वलन (b) अविस्फुटित चार्ज (c) निर्वात् हानि (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (b) अविस्फुटित चार्ज

प्रश्न 4. अब एनोड, कैथोड की अपेक्षा ऋणात्मक होता है, उस समय किस स्थिति में ट्यूब में बैक फायर दोष उत्पन्न होता है?
(a) दिष्टकारी पर विद्युत भार अधिक होता है (b) ट्यूब का तापमान बहुत अधिक या कम होता है
(c) ट्यूब का निर्वात् घट जाता है (d) ये सभी

उत्तर (d) ये सभी

प्रश्न 5. मरकरी आर्क दिष्टकारी के स्थान पर अर्द्ध-चालक युक्तियों को उपयोग करने का/के लाभ है/हैं—
(a) अर्द्ध चालक युक्ति मरकरी आर्क दिष्टकारी की अपेक्षा कम स्थान घेरती है।
(b) अर्द्ध चालक युक्ति मरकरी आर्क दिष्टकारी की अपेक्षा वजन में हल्की होती है।
(c) मरकरी आर्क दिष्टकारी की अपेक्षा समान निर्गत शक्ति के लिए अर्द्ध चालक युक्ति का मूल्य कम होता है।
(d) उपरोक्त सभी

उत्तर (d) उपरोक्त सभी

प्रश्न 6. SCR का पूर्णरूप है—
(a) Silicon Control Rectifier (b) Save Control Rectifier
(c) Salient Control Rectifier (d) Score Control Rectifier

उत्तर (a) Silicon Control Rectifier

प्रश्न 7. थायरिस्टर नियन्त्रित कर्षण मोटरों की हानि है—
(a) थायरिस्टर नियन्त्रित प्रणाली का प्रारम्भिक मूल्य अधिक होता है।
(b) रख-रखाव में लापरवाही के कारण इस प्रणाली को भारी क्षति पहुँचाने की सम्भावना बनी रहती है।
(c) थायरिस्टर नियन्त्रण प्रणाली के शीतलन प्रणाली के असफल होने पर इसमें दोष उत्पन्न होने की संभावना रहती है।
(d) उपरोक्त सभी

उत्तर (d) उपरोक्त सभी

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

खण्ड 'ब' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. दिष्टकारी का क्या कार्य होता है?

उत्तर दिष्टकारी, प्रत्यावर्ती धारा को दिष्टधारा में परिवर्तित करता है।

प्रश्न 2. इगनिट्रोन किस प्रकार की युक्ति होती है?

उत्तर इगनिट्रोन एक, एकल एनोड मरकरी आर्क दिष्टकारी है।

प्रश्न 3. पाइप फिटिंग की सुरक्षा के लिए किस प्रकार की धातु का प्रयोग किया जाता है?

उत्तर पाइप फिटिंग की सुरक्षा के लिए जंगरोधी धातु का प्रयोग किया जाता है।

प्रश्न 4. पराज्वलन दोष किसे कहते हैं?

उत्तर धारा का चालन मरकरी आर्क दिष्टकारी के अन्दर विपरीत दिशा में होने की क्रिया को पराज्वलन (back fire) दोष कहते हैं।

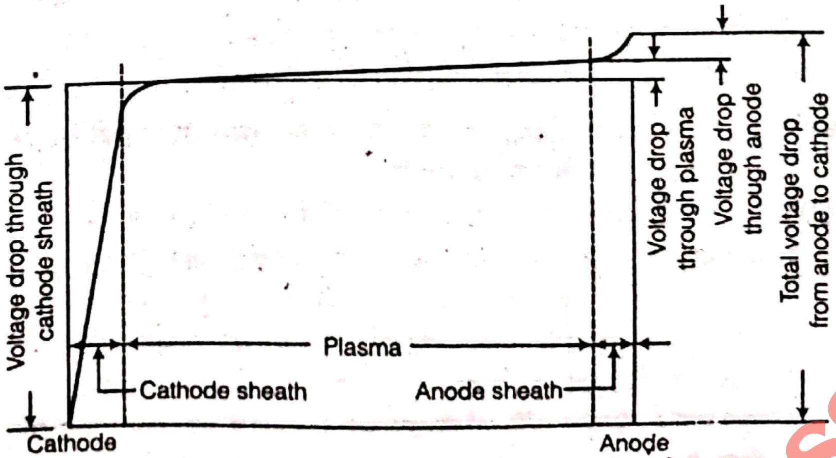
प्रश्न 5. अविस्फुटित चार्ज दोष किसे कहते हैं?

उत्तर चालन के सही समय पर ट्यूब में कैथोड से एनोड के मध्य आर्क न उत्पन्न हो पाने के दोष को अविस्फुटित चार्ज दोष कहते हैं।

खण्ड 'स' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. मरकरी आर्क दिष्टकारी के कार्य-सिद्धान्त को समझाइए।

उत्तर **मरकरी आर्क दिष्टकारी का कार्य-सिद्धान्त** Working Principle of Mercury Arc Rectifier दिष्टकारी एक ऐसी युक्ति है जिसका चालन (conduction) केवल एक दिशा में होता है इसलिए इस युक्ति का उपयोग प्रत्यावर्ती धारा को दिष्ट धारा में परिवर्तित करने के लिए होता है। धातुओं (metals) को जब उच्च तापमान पर गर्म किया जाता है तब धातुओं की सतह से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित (emit) होते हैं। जिनमें मरकरी ऐसी तरल धातु है जिसको उच्च तापमान पर गर्म करने पर यह अन्य धातुओं की अपेक्षा सबसे अधिक इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित करती है तथा ग्रेफाइट ऐसा तत्व है जिसको उच्च तापमान पर गर्म करने पर यह इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित नहीं करता अतएव जब प्रत्यावर्ती धारा दो इलेक्ट्रोड (मरकरी तथा ग्रेफाइट) के मध्य प्रयुक्त की जाती है तो उस समय जब ग्रेफाइट (graphite) इलेक्ट्रोड, मरकरी इलेक्ट्रोड की अपेक्षा धनात्मक होता है अर्थात् एनोड (anode) का कार्य करता है तब इलेक्ट्रॉन मरकरी (cathode) से ग्रेफाइट (anode) की ओर प्रवाहित होने लगते हैं किन्तु इसके विपरीत जब ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड, मरकरी इलेक्ट्रोड की अपेक्षा ऋणात्मक होता है तब इलेक्ट्रॉन मरकरी इलेक्ट्रोड से ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड की ओर प्रवाहित नहीं होते। इस प्रकार प्रत्यावर्ती वोल्टता के आधे चक्र(cycle) में जब ग्रेफाइट का मान धनात्मक होता है तब इलेक्ट्रॉन का प्रवाह मरकरी इलेक्ट्रोड से ग्रेफाइट की ओर होता है। इसे ऐनोड से कैथोड की ओर इलेक्ट्रॉन धारा का परम्परागत प्रवाह (conventional flow of electron's current) कहते हैं। किन्तु अगले आधे चक्र में जब इसका मान ऋणात्मक होता है अर्थात् मरकरी इलेक्ट्रोड ग्रेफाइट की अपेक्षा धनात्मक होता है। तब उस समय मरकरी इलेक्ट्रोड से ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड की ओर कोई इलेक्ट्रॉन धारा का प्रवाह नहीं होता अतएव हम कह सकते हैं कि मरकरी आर्क दिष्टकारी द्वारा धारा का प्रवाह केवल एक दिशा में ही होता है।



चित्र 5.1 मरकरी आर्क दिष्टकारी में कैथोड एवं एनोड के मध्य विभव के उतार-चढ़ाव **(potential gradient)** का प्रदर्शन

Scanned with CamScanner

सामान्य वातावरण एवं दाब पर जब ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड मरकरी इलेक्ट्रोड की अपेक्षा धनात्मक होता है तब मरकरी इलेक्ट्रोड से ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड की ओर इलेक्ट्रॉन प्रवाहित कराने के लिए दोनों इलेक्ट्रोडों (electrodes) के मध्य बहुत अधिक वोल्टता की आवश्यकता होती है। अतएव इस बात की आवश्यकता हुई कि दोनों इलेक्ट्रोडों को एक काँच के बल्ब (envelope) में बन्द (enclosed) करने के पश्चात् काँच के बल्ब में अति उच्च निर्वात (ultra high vacuum) उत्पन्न किया जाये। इस दशा में दोनों इलेक्ट्रोडों के मध्य कम वोल्टता प्रयुक्त करने पर ही इलेक्ट्रॉन मरकरी (cathode) से उत्सर्जित होकर ग्रेफाइट (anode) की ओर त्वरित (accelerate) होते हैं। इस मार्ग में इलेक्ट्रॉन मरकरी गैस अणुओं से टकराते हैं तथा अणुओं को धनात्मक आयन (positive ions) तथा इलेक्ट्रॉन्स में तोड़ देते हैं। इस मार्ग में प्लाज्मा (plasma) एनोड तथा मरकरी कुण्ड (mercury pool) के मध्य के स्थान को भर देते हैं। चित्र 5.1 में कैथोड व एनोड के मध्य विभव के उतार-चढ़ाव (potential gradient) को दर्शाया गया है।

क्योंकि कैथोड आवरण (sheath) की मोटाई (thickness) इतनी कम होती है कि विभवपात आवरण से होकर लगभग 800 किलोवोल्ट/सेमी कैथोड सतह पर होता है। यह उच्च क्षेत्र उत्सर्जन (high field emission) के कारण, इलेक्ट्रॉन के उत्सर्जन (emission) को बढ़ाता है, जोकि मरकरी कुण्ड (mercury pool) पर, एक या अधिक कैथोड बिन्दुओं (spots) पर उत्पन्न होता है। यह कैथोड बिन्दु मरकरी कुण्ड की सतह पर ज्वालामुखी के समान दिखाई देते हैं तथा बिना क्रम (haphazard manner) में यात्रा करते हैं। मरकरी कैथोड से इलेक्ट्रॉन की प्राथमिक सप्लाई, मरकरी वाष्प से अचानक आयनीकरण के द्वारा इलेक्ट्रॉन की द्वितीयक सप्लाई हिमानी ढंग में (in an avalanche manner) उत्पन्न करती है।

प्रश्न 2. मरकरी को कैथोड के रूप में प्रयोग करने के क्या लाभ हैं?

उत्तर कैथोड के रूप में मरकरी का चयन करने के अनेक लाभ हैं, जिनमें से एक विशेष लाभ यह है कि मरकरी कैथोड बिना नष्ट हुए अस्थायी रूप से बहुत अधिक उत्सर्जन उत्पन्न करने की योग्यता रखता है। इसलिए मरकरी आर्क दिष्टकारी अस्थाई रूप से अतिभार एवं लघु परिपथ (overloading and short circuiting) के कैथोड के नष्ट हुए बिना ही सह सकता है।

मरकरी केवल इलेक्ट्रॉन की प्राथमिक सप्लाई ही प्रदान नहीं करता अपितु यह मरकरी वाष्प भी उपलब्ध कराता है जोकि शीघ्र ही कैथोड के द्वारा प्राथमिक इलेक्ट्रॉन सप्लाई द्वारा आयनीकृत हो जाती है जिससे प्लाज्मा (plasma) के अन्दर धारा क्षमता बढ़ती है तथा वोल्टतापात घटता है। मरकरी, कैथोड बिन्दुओं की ऊष्मा के कारण वाष्प में परिवर्तित हो जाती है। इसके पश्चात् यह ठण्डा होकर संघनित (condensed) होकर पुनः मरकरी वाष्प दाब में बदलकर कैथोड को वापस लौट जाती है। इसलिए मरकरी आर्क दिष्टकारी के कैथोड का अन्य इलेक्ट्रॉन ट्यूब के कैथोड की तरह क्षय (decay) नहीं होता।

मरकरी ग्रेफाइट एनोडों को गीला (wet) नहीं करती जोकि मरकरी का एक विशेष गुण है, क्योंकि मरकरी वाष्प ठण्डी होकर मरकरी में परिवर्तित होकर पुनः कैथोड को वापस लौट जाती है। यदि यह कैथोड की ओर वापस न लौटकर एनोड की ओर वापस हो जाये तब एनोड के द्वारा भी इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होने लगते हैं तथा यह पहले से कैथोड से उत्सर्जित होने वाले इलेक्ट्रॉन को वापस धकेलकर दिष्टकरण क्रिया (rectification action) को समाप्त कर देते हैं।

प्रश्न 3. मरकरी आर्क दिष्टकारी के उपयोग के समय उत्पन्न होने वाले दोष कौन-कौन से हैं तथा इन दोषों के उत्पन्न होने के क्या कारण हैं?

उत्तर मरकरी आर्क दिष्टकारी में उत्पन्न होने वाले दोष निम्न हैं—

1. **पराज्वलन** Back Fire धारा का चालन मरकरी आर्क दिष्टकारी के अन्दर विपरीत दिशा होने की क्रिया को पराज्वलन दोष कहते हैं। सामान्य रूप से उचित विद्युत भार संयोजित करने तथा उचित प्रकार से अभिकल्पित (designed) मरकरी आर्क दिष्टकारी में धारा का चालन सही दिशा में होता है। कुछ विशेष स्थितियों में जब उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन द्वारा एनोड में गर्म बिन्दु (hot spots) उत्पन्न हो जाते है तब धारा चालन बढ़ जाता है। किन्तु जब एनोड, कैथोड की अपेक्षा ऋणात्मक होता है उस समय अग्र स्थितियों में ट्यूब में बैक फायर दोष उत्पन्न होता है—

Scanned with CamScanner

(i) दिष्टकारी पर विद्युत भार अधिक होता है।

(ii) ट्यूब का तापमान बहुत अधिक या कम होता है।

(iii) ट्यूब का निर्वात् घट जाता है।

2. **अविस्फुटित चार्ज** Miss Fire चालन के सही समय पर ट्यूब में कैथोड से एनोड के मध्य आर्क न उत्पन्न हो पाने के दोष को अविस्फुटित चार्ज दोष कहते हैं। यह दोष कुछ विशेष स्थितियों में ट्यूब में होता है (i) कैथोड पर गर्म बिन्दु (hot spot) उत्पन्न नहीं होने पर (ii) पूर्ण आयनीकरण न होने, पूर्ण आयनीकरण न होने का कारण मरकरी वाष्प के घनत्व का ट्यूब के कम तापमान के कारण घटना हो सकता है। मरकरी वाष्प घनत्व के घटने पर जब पूर्ण विद्युत भार निर्गत परिपथ को खोला तथा बन्द करने की क्रिया (switching action) होती है। ऐसी स्थिति में मरकरी आर्क दिष्टकारी में अविस्फुटित चार्ज दोष उत्पन्न हो सकता है।

3. **निर्वात् हानि** Loss of Vacuum बाह्य वातावरण से ट्यूब अथवा टैंक के अन्दर हवा का बहुत हल्का रिसाव (leakage) होते रहने के कारण मरकरी वाष्प में बाह्य अशुद्धियाँ सम्मिलित हो जाने के कारण मरकरी आर्क दिष्टकारी में बैक फायर दोष उत्पन्न होने की सम्भावना रहती है। इस दिशा में यदि मरकरी वाष्प की अशुद्धियों को पृथक् नहीं कर पाने तथा वायु रिसाव निरन्तर बने रहने पर कैथोड़ से इलेक्ट्रॉन का उत्सर्जन घटने लगता है।

प्रश्न 4. मरकरी आर्क दिष्टकारी के स्थान पर अर्द्ध-चालक युक्तियों को उपयोग करने के क्या लाभ हैं?

उत्तर मरकरी आर्क दिष्टकारी के स्थान पर आजकल अर्द्ध-चालक युक्तियों को उपयोग करने के निम्न लाभ हैं—

(i) यह मरकरी आर्क दिष्टकारी की अपेक्षा कम स्थान घेरती है तथा वजन में हल्की होती है।

(ii) अर्द्ध-चालक युक्तियों को एक स्थान से दूसरे स्थान को ले जाने पर इनमें टूट-फूट होने की सम्भावना बहुत कम होती है।

(iii) मरकरी आर्क दिष्टकारी की अपेक्षा समान निर्गत शक्ति के लिए इनका मूल्य कम होता है।

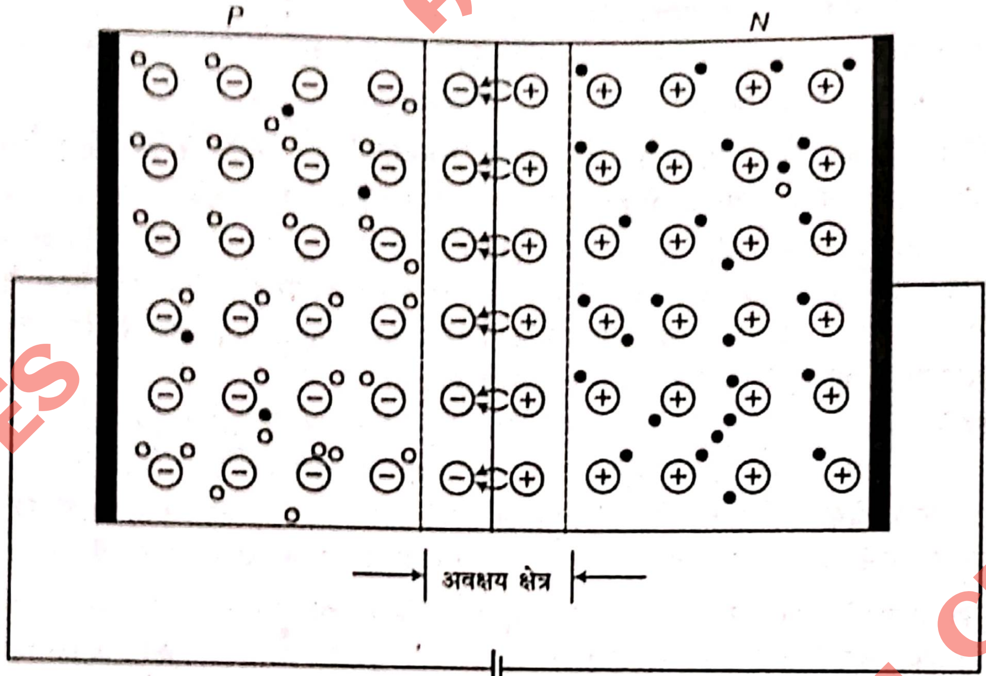
(iv) मरकरी आर्क दिष्टकारी की अपेक्षा इनके रख-रखाव पर व्यय मूल्य कम आता है तथा इनका रख-रखाव बहुत सरल है।

प्रश्न 5. अग्र बायस (forward bias) तथा उत्क्रम बायस (reverse bias) की दशा में P-N सन्धि के कार्य-सिद्धान्त को स्पष्ट कीजिए।

अथवा **उत्क्रम बायस की दशा में P-N सन्धि के कार्य-सिद्धान्त को समझाइए।** (2016)

उत्तर ***P-N* सन्धि अग्र बायस की दशा में** *P-N* Junction in Forward Bias Condition चित्र 5.2 में दर्शाये गये विद्युत परिपथ के अनुसार *P-N* सन्धि के दोनों सिरों पर एक बाह्य बैटरी अथवा दिष्ट धारा का कोई अन्य स्रोत के सिरे इस प्रकार संयोजित किये जाते हैं कि बैटरी अथवा दिष्ट धारा स्रोत का धनात्मक सिरा *P*-भाग से तथा ऋणात्मक सिरा *N*-भाग से संयोजित हो जाता है। चित्र 5.2 में दर्शाये विद्युत परिपथ से स्पष्ट है कि बाह्य विद्युत वाहक बल रोधिका विभव के विपरीत है। अतएव बाह्य विद्युत वाहक बल रोधिका विभव के विरुद्ध कार्य करेगा जिसके परिणामस्वरूप *P-N* सन्धि का रोधिका विभव घटकर इतना क्षीण हो जाता है कि इस दशा में वह *N*-भाग से इलेक्ट्रॉन तथा *P*-भाग से विवरों की सन्धि पार करके आर-पार जाने से रोकने में असमर्थ रहता है। अतएव *P-N* सन्धि के साथ एक बाह्य दिष्ट धारा स्रोत जोड़ने पर *N*-भाग से इलेक्ट्रॉन सन्धि को पार करके *P*-भाग या (धनात्मक ध्रुव की ओर) तथा *P*-भाग से विवर *N*-भाग (ऋणात्मक ध्रुव की ओर) में आने-जाने लगते हैं। अतएव *P-N* सन्धि के सिरों पर बाह्य दिष्टधारा स्रोत का धन सिरा *P*-भाग पर तथा ऋण सिरा *N*-भाग पर जोड़ने पर सन्धि के बहुसंख्यक आवेश वाहक (majority charge carriers) सन्धि को पार करने लगते हैं तथा इस प्रकार सन्धि विद्युत चालन करने लगती है। अतएव उपरोक्त विवरण से स्पष्ट है कि *P*-भाग में विवरों की गति के कारण तथा *N*-भाग में इलेक्ट्रॉन की गति के कारण ही सन्धि से होकर धारा का चालन होता है। हम अग्र बायस की परिभाषा को निम्न प्रकार से व्यक्त कर सकते हैं।

Scanned with CamScanner



चित्र 5.2 P-N सन्धि अग्र बायस की दशा में

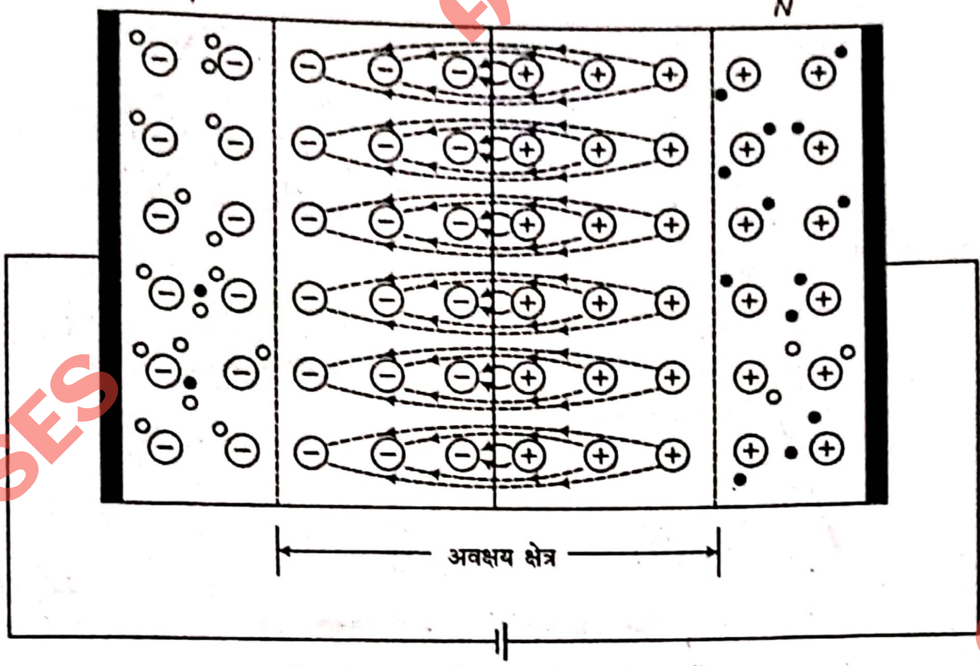
किसी P-N सन्धि के दोनों सिरों पर बाह्य दिष्ट धारा स्रोत को इस प्रकार संयोजित करने की क्रिया को जिसमें बाह्य विद्युत वाहक बल आन्तरिक रोधिका विभव के विरुद्ध कार्य करके उसे कम या समाप्त कर देता है तथा इस प्रकार सन्धि चालन अवस्था में आ जाती है, इसे अग्र बायस (forward bias) कहते हैं।

P-N सन्धि उत्क्रम बायस की दशा में P-N Junction with Reverse Bias Condition चित्र 5.3 में दर्शाये गये विद्युत परिपथ के अनुसार P-N सन्धि के दोनों सिरों पर यदि बाह्य दिष्ट धारा स्रोत के धनात्मक सिरे को सन्धि के N-भाग से तथा ऋण सिरे को P-भाग से संयोजित किया जाये तो बाह्य विद्युत वाहक बल भी आन्तरिक विभव रोधिका की दिशा में कार्य करने लगता है, जिससे विभव रोधिका (potential barrier) और भी अधिक शक्तिशाली हो जाता है। अतएव N-भाग के इलेक्ट्रॉन (बहुसंख्यक आवेश वाहक) सन्धि को पार करके P-भाग में, तथा P-भाग से विवर बहुसंख्यक आवेश वाहक सन्धि को पार करके N-भाग में नहीं जा सकते जिससे सन्धि में धारा प्रवाह नहीं होने पाता अर्थात् सन्धि अचालन दशा (non conducting stage) में आ जाती है। अतएव हम उत्क्रम बायस (reverse bias) की परिभाषा को निम्न प्रकार व्यक्त कर सकते हैं।

किसी P-N सन्धि के दोनों सिरों पर बाह्य दिष्ट धारा स्रोत को इस प्रकार संयोजित करने की क्रिया को जिसमें बाह्य विद्युत वाहक बल आन्तरिक रोधिका विभव की दिशा में होने के कारण उसे बढ़ा देता है तथा जिससे सन्धि अचालन अवस्था में आ जाती है, इसे उत्क्रम बायस (reversed bias) कहते हैं।

उपरोक्त से स्पष्ट है कि रोधिका विभव के बढ़ जाने के कारण बहुसंख्यक आवेश वाहकों (majority charge carrier) के लिए सन्धि को पार करना अधिक कठिन हो जाता है। परन्तु रोधिका विभव अल्प वाहकों (minority carriers) को सन्धि पार करने में सहायक होता है। अर्द्ध चालक के ताप के कारण जैसे-जैसे अल्प वाहक उत्पन्न होते हैं वह रोधिका विभव के कारण सन्धि को पार करते हैं। यदि अर्द्ध चालक का ताप नियत है तो अल्प वाहकों को उत्पन्न होना ही नियत रहता है अतएव उनके प्रवाह के कारण धारा भी नियत रहती है भले ही बाह्य दिष्ट धारा स्रोत का विभव कम हो या अधिक। इस कारण से इस धारा को उत्क्रम संतृप्त धारा (reverse saturation current) कहते हैं। यह धारा बहुत कम होती है क्योंकि अल्प वाहकों की संख्या भी बहुत कम होती है।

Scanned with CamScanner



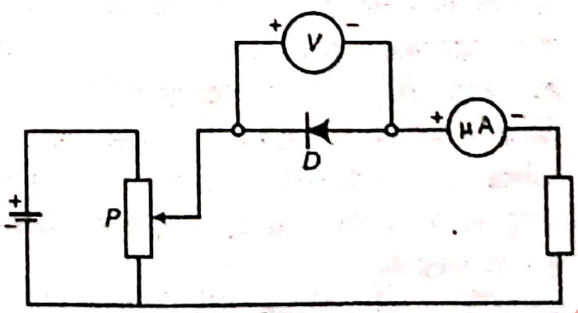
चित्र 5.3 P-N सन्धि उत्क्रम बायस की दशा में

इस बात पर ध्यान देना चाहिए कि उत्क्रम बायस में P–N सन्धि को मध्य अवक्षय क्षेत्र (depletion region) उच्च प्रतिरोधकता का तथा बाह्य P तथा N–भाग कम प्रतिरोधकता के होते हैं। इस प्रकार P तथा N–भाग संधारित्र (capacitor) की प्लेटों के समान तथा मध्य क्षेत्र परावैद्युत (dielectric) के समान कार्य करते हैं। अतएव उत्क्रम बायस में P–N सन्धि की एक प्रभावी धारिता (capacitance) होती है। जिसे अवक्षय धारिता (depletion or transition capacitance) कहते हैं।

प्रश्न 6. अर्द्धचालक डायोड के अभिलक्षण को समझाइए।

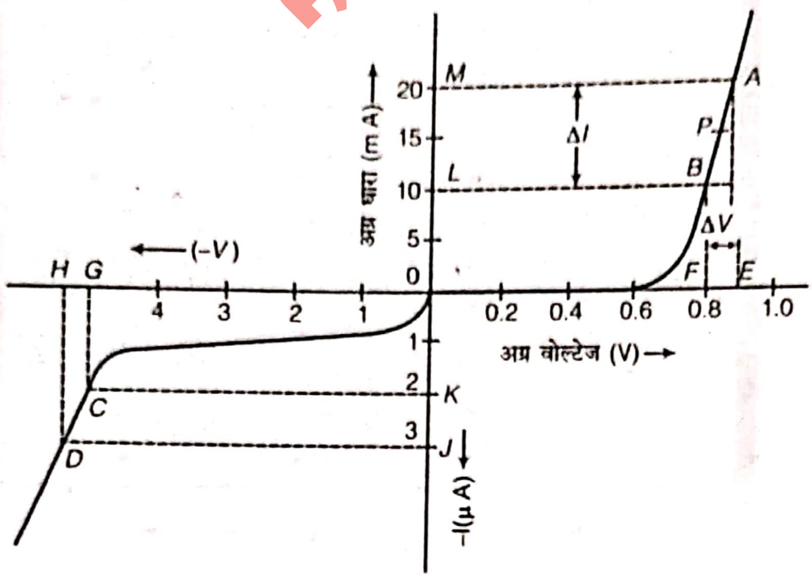
उत्तर **अर्द्धचालक डायोड या P–N सन्धि के अभिलक्षण** Characteristics of Semiconductor Diode or P–N Junction P–N सन्धि के सिरों पर यदि प्रत्यावर्ती धारा वोल्टता प्रयुक्त की जाये तब P–N सन्धि दिष्टकारी के समान व्यवहार करती है। क्योंकि P–N सन्धि की अग्र अभिनति (forward bias) की दशा में ही सन्धि से होकर धारा का चालन होता है तथा उत्क्रम अभिनति की दशा में सन्धि से होकर धारा का चालन नहीं होता है। P–N सन्धि के सिरों पर प्रयुक्त किये गये बाह्य विभवान्तर तथा उसमें प्रवाहित धारा के मध्य खींचे गये ग्राफ को P–N सन्धि का अभिलक्षण कहते हैं। किसी P–N सन्धि का अभिलक्षण वक्र खींचने के लिए चित्र 5.4 में दर्शाये विद्युत परिपथ का अवलोकन कीजिए। P–N सन्धि डायोड D के परिपथ में संयोजित मिली एमीटर mA तथा वोल्टमीटर V के द्वारा क्रमानुसार P–N सन्धि परिपथ में धारा तथा विभवान्तर के पाठ्यांक (मान) ज्ञात किये जा सकते हैं। बैट्री V_{AA} को विभव विभाजक (voltage divider) (P) के द्वारा डायोड D से संयोजित किया जाता है, अग्र अभिनति (forward bias) की दशा में धारा को नियंत्रित करने के लिए परिपथ में एक प्रतिरोध R संयोजित किया जाता है।

विभव विभाजक (P) द्वारा पहले सन्धि D के P भाग को धनात्मक तथा N–भाग को ऋणात्मक विभव पर अग्र अभिनति (forward bias) में रखकर प्रयुक्त विभवान्तर को परिवर्तित करते जाते हैं।



चित्र 5.4

Scanned with CamScanner



चित्र 5.5 P-N सन्धि के लिए अभिलक्षण वक्र

P–N सन्धि को अग्र अभिनति में दर्शाया गया है तथा प्रत्येक विभवान्तर के लिए संगत धारा का मान ज्ञात करते जाते हैं। अब *P–N* सन्धि के सिरों पर प्रयुक्त किये गये विभवान्तर (V) तथा धारा I के मध्य वक्र खींचते हैं जो अग्र अभिनति की दशा में सन्धि का अभिलक्षण वक्र कहलाता है। उत्क्रम अभिनति (reverse bias) में सन्धि का अभिलक्षण खींचने के लिए विद्युत परिपथ में चित्र 5.4 के समान परिवर्तन करते हैं, अब सर्वप्रथम मिली एमीटर के स्थान पर माइक्रो-एमीटर(μA) लगाते हैं। उसके पश्चात् वोल्टता के मान को परिवर्तित करते हुए धारा का मान ज्ञात करते हैं तथा चित्र 5.5 में दर्शाये गये अभिलक्षण वक्र के अनुसार *P–N* सन्धि के लिए उत्क्रम अभिनति की दशा में वक्र खींचते हैं।

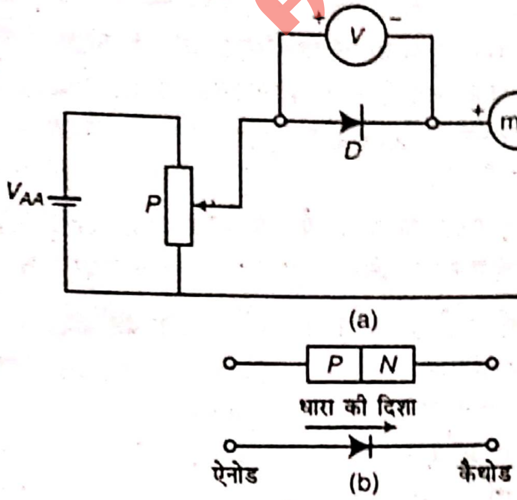
चित्र 5.5 में दर्शाये अभिलक्षण वक्र से स्पष्ट है कि अग्र अभिनति में प्रारम्भ में धारा का मान बहुत कम रहता है। जब तक कि बाह्य वोल्टता, रोधिका विभव (barrier potential) को सन्तुलित नहीं करता। सिलिकॉन डायोड के लिए 0.7 वोल्ट पर तथा जरमेनियम डायोड के लिए 0.3 वोल्ट पर, इलेक्ट्रॉन तथा विवर सन्धि को पार करने लगते हैं तथा अब वोल्टता में थोड़े से परिवर्तन करने पर ही धारा तीव्रता से बढ़ती है, इसे नी-वोल्टता (knee voltage) V_K कहते हैं।

उत्क्रम अभिनति में धारा बहुत कम अर्थात् माइक्रो ऐम्पियर में सन्धि से प्रवाहित होती है। जब तक कि उत्क्रम वोल्टता का मान V_z के बराबर नहीं हो जाता उत्क्रम भंजन पर वोल्टता में थोड़े से परिवर्तन से ही धारा का मान तीव्रता से बढ़ता है। जैसा कि चित्र 5.5 में दर्शाये अभिलक्षण वक्र के निचले भाग से स्पष्ट है।

प्रश्न 7. उत्क्रम भंजन (reverse break down) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर **उत्क्रम भंजन** Reverse Break Down जब *P–N* सन्धि उत्क्रम अभिनति में होती है तो तब उसमें अल्प संख्यक वाहनों की गति के कारण सूक्ष्म धारा प्रवाहित होती है जोकि प्रयुक्त किये गये विभवान्तर पर निर्भर करती है। यदि उत्क्रम विभवान्तर (reverse bias) का मान बहुत अधिक कर दिया जाये तब *P–N* सन्धि में धारा अचानक बढ़ती है। अतएव जिस उत्क्रम विभवान्तर पर सन्धि से होकर अचानक बहुत अधिक धारा प्रवाहित होने लगती है उस वोल्टता को भंजन वोल्टता (break down voltage) कहते हैं। इस वोल्टता पर क्रिस्टल संरचना टूट जाती है। यदि उच्च उत्क्रम वोल्टता को तुरन्त ही सन्धि से अलग कर दिया जाये तब क्रिस्टल संरचना पुनः सामान्य स्थिति में वापस लौट आती है परन्तु अधिक देर तक उच्च धारा प्रवाहित होते रहने से सन्धि के गर्म हो जाने के कारण क्रिस्टल संरचना स्थाई रूप से नष्ट हो जाती है।

Scanned with CamScanner



चित्र 5.6

प्रश्न 8. थायरिस्टर किसे कहते हैं?

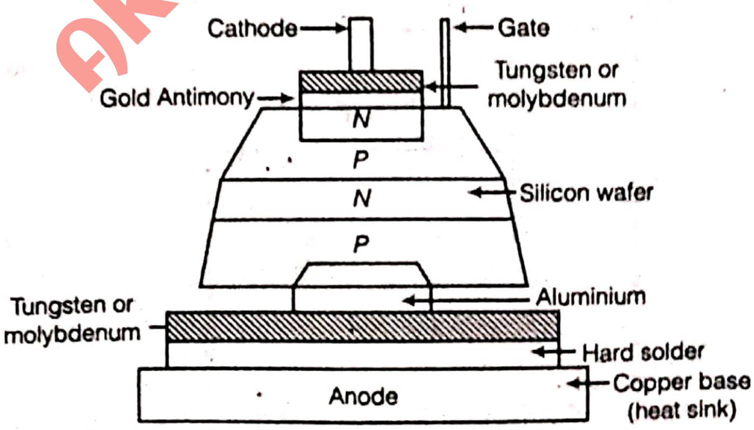
अथवा **थायरिस्टर पर टिप्पणी लिखिए।** **(2016)**

उत्तर **थायरिस्टर** Thyristor उच्च धारा के नियंत्रण के लिए हम निर्वात् ट्रायोड के स्थान पर गैस युक्त ट्रायोड या थायराट्रान का उपयोग करते हैं। थायराट्रॉन की समतुल्य अर्द्ध चालक युक्ति सिलिकॉन नियन्त्रित दिष्टकारी (silicon control rectifier or SCR) होता है। SCR एक प्रकार का थायरिस्टर ही है, थायरिस्टर अर्द्ध-चालक परिवार की वह युक्तियाँ हैं जिन्हें विद्युत शक्ति नियन्त्रण के लिए उपयोग में लाया जाता है। इस परिवार के अन्य सदस्य डिऑक (diac) तथा ट्रिऑक हैं। S.C.R. तथा डिऑक एक ही दिशा में कार्य करने वाली (unidirecional) युक्तियाँ तथा ट्रिऑक द्वि-दिशाओं में कार्य करने वाली (bilateral) युक्ति है।

प्रश्न 9. सिलिकॉन नियन्त्रित दिष्टकारी की संरचना व कार्यविधि को समझाइए।

अथवा **दिष्ट धारा ड्राइवों के लिए थायरिस्टर कन्ट्रोल की स्वच्छ आरेख की सहायता से व्याख्या कीजिए।** **(2016)**

उत्तर **सिलिकॉन नियन्त्रित दिष्टकारी की संरचना** Construction of SCR मूल रूप से *P* तथा *N* प्ररूपी (type) अर्द्ध चालक पदार्थों की चार पर्त पैलेट (pallet) होते हैं। सिलिकॉन को प्राकृतिक अर्द्ध-चालक (intrinsic) रूप में प्रयोग करके इसमें उचित अशुद्धियाँ (impurities) मिलाकर *P* तथा *N* प्ररूपी बनाया जाता है। दोनों प्रकार के पदार्थ *P* तथा *N* फ्यूज्ड या मिश्रित (alloyed) करके सन्धि (junction) को बनाया जाता है, एक विशेष S.C.R. के परिच्छेद दृश्य को चित्र 5.7 में दर्शाया गया है। उच्च शक्ति SCR के निर्माण के लिए मेसा (mesa) तकनीक को प्रयोग में लाया जाता है। इस तकनीक में अन्दर की सभी सन्धियों को विसरण द्वारा प्राप्त किया जाता है तथा बाह्य परतों का इसके पश्चात् एलॉय किया जाता है।



चित्र 5.7 सिलिकॉन नियन्त्रित दिष्टकारी का परिच्छेद दृश्य (cross sectional view of SCR)

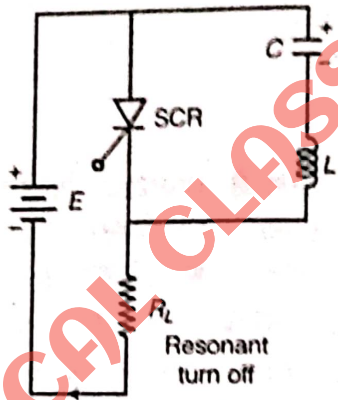
Scanned with CamScanner

इसे अधिक यान्त्रिक सामर्थ्य प्रदान करने के लिए टंगस्टन या मोलिब्डेनम प्लेटों द्वारा दबाया जाता है। इसमें से एक प्लेट को ऐलुमिनियम अथवा ताँबे के स्टड के द्वारा कठोर सोल्डर किया जाता है। SCR में उपयोग के समय उत्पन्न होने वाली अधिक ऊष्मा को कम करने के लिए इस स्टड के साथ ऊष्मा सिंक (heat shink) को कसा जाता है। पैलेट के मध्य कठोर सोल्डर उस समय 'ऊष्मीय श्रान्ति' (thermal fatigue) को कम करता है जब SCR पर ताप द्वारा उत्पन्न प्रतिबल (thermal stress) कार्य करते हैं।

मध्यम एवं निम्न शक्ति SCR के लिए पैलेट को सीधा ताँबे के स्टड (copper stud) पर लगाया जाता है जिसमें मृदु सोल्डर का प्रयोग किया जाता है जिसके द्वारा ऊष्मा सरलता से बाह्य वातावरण को संचरित हो जाती है।

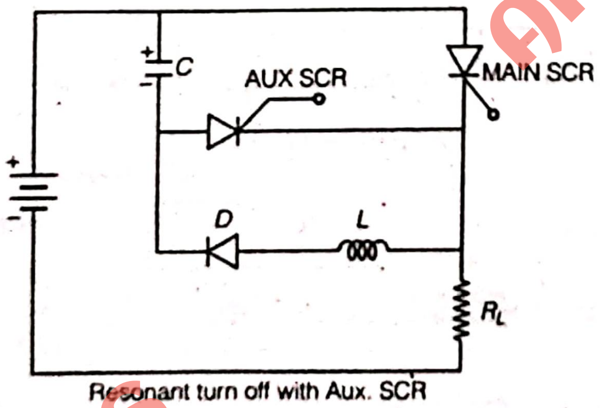
प्रश्न 10. किसी सरल SCR की स्विचिंग के लिए परिपथ की व्याख्या कीजिए।

उत्तर **SCR की स्विचिंग के लिए परिपथ** Circuits for Switching of SCR दिष्ट धारा वोल्टता में अनुप्रयोग के लिए धारा प्रवाह की दिशा में बदलने वाले विशेष परिपथों (special commutating circuits) के द्वारा SCR की ऑफ दशा प्राप्त की गई। चित्र 5.8 के अनुसार अनुनादित टर्न ऑफ परिपथ (resonant run off method) में गेट पल्स प्रयुक्त करने से पूर्व संधारित्र C चित्र 5.8 विद्युत परिपथ में दर्शायी ध्रुवता के साथ आवेशित होता है। जब SCR चालन की दशा में आता है तब धारा दो दिशाओं में प्रवाहित होती है। प्रथम धारा लोड प्रतिरोध R_L से होकर प्रवाहित होती है तथा धारा की प्लस अनुनादित (resonant) L_C परिपथ से प्रवाहित होती है तथा संधारित्र C को विपरीत ध्रुवता के साथ आवेशित करती है जोकि उत्क्रम अभिनति (reverse bias) उत्पन्न करता है जो कि SCR को अचालन दशा में बदल देता है।

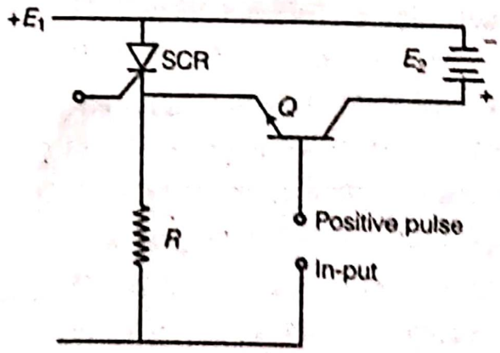


चित्र 5.8 अनुनादित टर्न ऑफ विधि (resonant turn off method)

चित्र 5.9 के अनुसार सहायक SCR के साथ अनुनादित टर्न ऑफ विधि में जब मुख्य SCR चालन दशा में आता है, धारा का एक भाग संधारित्र को प्रतिघातक L तथा डायोड D के द्वारा उत्क्रम ध्रुवता के साथ आवेशित होता है। यह उत्क्रम ध्रुवता (reverse polarity), डायोड D के द्वारा ब्लाक्ड होकर मुख्य SCR पर सहायक SCR के द्वारा प्रयुक्त होती है। जिससे मुख्य SCR ऑफ दशा में आ जाता है, SCR को ऑफ दशा में लाने का कार्य सहायक शक्ति स्रोत (auxiliary power supply) E_2 तथा ट्राँजिस्टर Q के द्वारा भी सम्पन्न किया जा सकता है जैसाकि चित्र 5.10 में दर्शाये परिपथ में दिया गया है। ट्राँजिस्टर Q स्विच के समान कार्य करता है तथा यह ऑन दशा में आता है तब इसके बेस पर धनात्मक पल्स प्रयुक्त की जाती है। SCR के अग्र अभिनति पर जब SCR चालन दशा में होता है तब SCR के आर-पार वोल्टता पात 1.3 वोल्ट के परास में होता है जिससे SCR को चालन दशा में ऊर्जा की हानि होती है तथा इससे सिलिकॉन वेफर का तापमान बढ़ता है।



चित्र 5.9 सहायक SCR के साथ अनुनादित टर्न ऑफ परिपथ



चित्र 5.10 सहायक शक्ति स्रोत के साथ टर्न ऑफ परिपथ

यह ध्यान में रखना चाहिए कि अर्द्धचालक के गुण 150°C तक स्थिर रहते हैं। इसलिए यह माना गया है कि SCR की अधिकतम कार्य क्षमता SCR सन्धियों का तापमान 125°C तक प्राप्त होती है।

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

प्रश्न 11. थायरिस्टर नियन्त्रित कर्षण मोटरों के लाभ व हानियाँ बताइए?

उत्तर थायरिस्टर नियन्त्रित कर्षण मोटरों के लाभ व हानियाँ निम्न हैं—

दिष्ट धारा कर्षण मोटर का त्वरण, मोटर को प्रारम्भ से निम्न मान से पूर्ण मान उच्च गति तक, परिवर्तित वोल्टता प्रयुक्त करके नियन्त्रित किया जाता है। टेप परिवर्तक विधि में वोल्टता परिवर्तन, ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक अथवा द्वितीयक की ओर टेप परिवर्तित करके प्राप्त किया जाता है, समान निष्कर्ष थायरिस्टर का प्रयोग करके प्राप्त किया जाता है।

लाभ Advantages इसके लाभ निम्नलिखित हैं—

1. थायरिस्टर नियन्त्रण का मुख्य लाभ भारी ऑन लोड टेप परिवर्तक (heavy on load tap changer) तथा इससे सम्बन्धित स्विचिंग युक्तियों की अनुपस्थिति है। (प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण शक्ति परिपथ की दशा में, सर्वो मोटर चालन तथा दिष्ट धारा संकर्षण की दशा में धारा नियन्त्रित करने एवं शक्ति व्यय करने वाले प्रतिरोध, स्विचिंग युक्तियों की श्रेणी में आते हैं)।
2. थायरिस्टर नियन्त्रण सर्वो मोटर नियन्त्रित टेप परिवर्तक में उत्पन्न होने वाले दोषों के कारण विद्युत संकर्षण प्रणाली के असफल होने की सम्भावनाओं को कम करता है तथा नियन्त्रण परिपथ को सरलतम बनाता है।
3. स्थैतिक थायरिस्टर नियन्त्रक के द्वारा प्रारम्भन (starting) समय में हम नोचरहित (notch less) अर्थात् सतत् परिवर्तित, परिवर्तन प्राप्त करते हैं, जिससे चिपकन गुणांक (coefficient of adhesion) लगभग 10% बढ़ जाता है तथा इसके परिणामस्वरूप संकर्षण मोटर की खींचने की क्षमता की प्रेरक शक्ति भी बढ़ जाती है।
4. पुनर्जनन आरोधन (regenerative braking) का अनुप्रयोग तथा इसका परिष्कृत तथा विश्वसनीय नियन्त्रण, थायरिस्टर नियन्त्रण के द्वारा सम्भव हो गया है।
5. शक्ति तथा नियन्त्रण परिपथ में लगभग सभी चल भाग दूर करना सम्भव हो सका है इसलिए अनुरक्षण की आवश्यकता बहुत कम होती है तथा संकर्षण मोटर की शक्ति उपलब्धता बढ़ जाती है।
6. टेप परिवर्तक ट्रांसफॉर्मर आदि की अनुपस्थिति से संकर्षण इन्जन वजन में हल्का तथा रख-रखाव में सुगम हो जाने के कारण अनुमन्य धुरों के भार के अन्तर्गत चार ध्रुवों वाला 4500 हार्स पावर तक का संकर्षण इन्जन थायरिस्टर नियन्त्रक के द्वारा बनाना सम्भव हो सका है।

हानियाँ Disadvantages इसकी हानियाँ निम्नलिखित हैं—

1. रख-रखाव में लापरवाही तथा निरीक्षण में कमी (less supervision) के कारण थायरिस्टर नियन्त्रण प्रणाली को भारी क्षति पहुँचने की सम्भावना बनी रहती है।
2. थायरिस्टर, नियन्त्रण प्रणाली का प्रारम्भिक मूल्य अधिक होता है।
3. थायरिस्टर, नियन्त्रण प्रणाली के शीतलन प्रणाली के असफल होने पर इसमें दोष उत्पन्न होने की सम्भावना रहती है। अतः थायरिस्टर नियन्त्रण की शीतलन प्रणाली बहुत सुदृढ़ बनाने की आवश्यकता होती है। अतः इसकी शीतलन प्रणाली के रख-रखाव पर व्यय अधिक होता है।

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

6 शिरोपरि प्रणाली

Overhead System

खण्ड 'अ' : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQ)

प्रश्न 1. कैटेनरी तथा सम्पर्क तार के मध्य की अक्षीय दूरी को कहते हैं—

(a) प्रतिबन्ध (b) स्टैगर (c) OHE (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (a) प्रतिबन्ध

प्रश्न 2. सम्पर्क तार तथा पैन्टोग्राफ अक्ष के मध्य दूरी पर सम्पर्क तार का अस्थिर चलना कहलाता है—

(a) प्रतिबन्ध (b) OHE (c) स्टैगर (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (a) प्रतिबन्ध

प्रश्न 3. संकर्षण इकाई को विद्युत ऊर्जा देने के लिए कितनी प्रणालियाँ प्रयुक्त की जाती हैं?

(a) दो (b) तीन (c) चार (d) पाँच

उत्तर (a) दो

प्रश्न 4. ब्रॉन्ज की चालकता ताँबे के तार की अपेक्षा कितने प्रतिशत होती है?

(a) 20-30 % (b) 30-40 % (c) 40-50 % (d) 60-80 %

उत्तर (d) 60-80 %

प्रश्न 5. OHE के रूप में उपयोग में लाए जाने वाले एनील्ड ताँबे की तनन सामर्थ्य होती है—

(a) 5 किग्रा/वर्ग मिमी (b) 15 किग्रा/वर्ग मिमी

(c) 25 किग्रा/वर्ग मिमी (d) 35 किग्रा/वर्ग मिमी

उत्तर (c) 25 किग्रा/वर्ग मिमी

प्रश्न 6. OHE के रूप में उपयोग में लाए जाने वाले कैडमियम ताँबे की तनन सामर्थ्य होती है—

(a) 25 किग्रा/वर्ग मिमी (b) 50 किग्रा/वर्ग मिमी

(c) 63 किग्रा/वर्ग मिमी (d) 42 किग्रा/वर्ग मिमी

उत्तर (c) 63 किग्रा/वर्ग मिमी

प्रश्न 7. सम्पर्क तार को लगाए जाने वाले बिन्दु पर रेल पथ तल से सम्पर्क तार की ऊँचाई कितनी रखी जाती है?

(a) 1.11 मीटर (b) 5.55 मीटर (c) 2.22 मीटर (d) 4.44 मीटर

उत्तर (b) 5.55 मीटर

प्रश्न 8. मुंबई वी॰टी॰ से कल्याण के मध्य के उपनगरीय भाग में दिष्ट धारा संकर्षण प्रणाली में कितने क्षेत्रफल का ताँबे का तार प्रयुक्त किया जाता है?

(a) 400 मिमी^{2} (b) 300 मिमी^{2} (c) 500 मिमी^{2} (d) 200 मिमी^{2}

उत्तर (a) 400 मिमी^{2}

प्रश्न 9. सम्पर्क तार की ऊँचाई बड़े गेज के लिए कितनी मीटर रखी जाती है?

(a) 1.80 मीटर (b) 2.80 मीटर (c) 4.80 मीटर (d) 5.80 मीटर

उत्तर (c) 4.80 मीटर

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

प्रश्न 10. यदि ट्रेन की गति अधिक होती है तो तब सम्पर्क तार का अधिकतम अनुमन्य ढाल कितना रखा जाता है?

(a) 3 मिमी/मीटर (b) 4 मिमी/मीटर (c) 5 मिमी/मीटर (d) 2 मिमी/मीटर

उत्तर (a) 3 मिमी/मीटर

प्रश्न 11. जहाँ हवा का दबाव 88 किग्रा/मी² होता है ऐसे क्षेत्रों में अधिकतम पाट लम्बाई कितनी रखी जाती है?

(a) 60 मीटर (b) 72 मीटर (c) 82 मीटर (d) 65 मीटर

उत्तर (b) 72 मीटर

प्रश्न 12. रेल पथ में घुमाव के कारण वरसाइन को किस समीकरण से ज्ञात किया जा सकता है?

(a) वरसाइन $V = \frac{L^2}{4R}$ (b) वरसाइन $V = \frac{4R}{L^2}$ (c) वरसाइन $V = \frac{8R}{L^L}$ (d) वरसाइन $V = \frac{L^2}{8R}$

उत्तर (d) वरसाइन $V = \frac{L^2}{8R}$

प्रश्न 13. OHE के रूप में उपयोग में लाए जाने वाले कठोरीकृत ताँबे की तनन सामर्थ्य होती है—

(a) 63 किग्रा/वर्ग मिमी (b) 42 किग्रा/वर्ग मिमी (c) 25 किग्रा/वर्ग मिमी (d) 15 किग्रा/वर्ग मिमी

उत्तर (b) 42 किग्रा/वर्ग मिमी

प्रश्न 14. मीटर गेज के लिए सम्पर्क तार की ऊँचाई कितनी रखी जाती है?

(a) 4.02 मीटर (b) 3.02 मीटर (c) 2.02 मीटर (d) 1.02 मीटर

उत्तर (a) 4.02 मीटर

खण्ड 'ब' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. प्रतिबन्ध किसे कहते हैं?

उत्तर कैटेनरी तथा सम्पर्क तार के मध्य की अक्षीय दूरी को प्रतिबन्ध के नाम से जाना जाता है।

प्रश्न 2. स्टैगर किसे कहते हैं?

उत्तर सम्पर्क तार तथा पैन्टोग्राफ अक्ष के मध्य दूरी पर सम्पर्क तार का अस्थिर चलना स्टैगर कहलाता है।

प्रश्न 3. क्रान्तिक वेग तरंग का प्रजनन किस कारण होता है?

उत्तर तारों में स्थिर तनाव के कारण केवल एक क्रान्तिक वेग तरंग का प्रजनन होता है तथा यह वेग, अनियन्त्रित OHE से अधिक होता है।

प्रश्न 4. OHE से क्या तात्पर्य है?

उत्तर OHE से तात्पर्य कैटेनरी तथा सम्पर्क तार से है।

प्रश्न 5. शिरोपरि उपकरण OHE का क्या कार्य होता है?

उत्तर शिरोपरि उपकरण (OHE) का सबसे श्रेष्ठ एवं प्रथम कार्य संकर्षण इकाई को विद्युत ऊर्जा में प्रयुक्त करना है।

खण्ड 'स' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. संकर्षण इकाई को विद्युत ऊर्जा संग्रह करने के लिए कौन-सी प्रणाली मुख्य रूप से प्रयोग की जाती है? वर्णन कीजिए।

उत्तर संकर्षण इकाई को विद्युत ऊर्जा देने के लिए निम्नलिखित में दो प्रणालियाँ प्रयुक्त की जाती है—

(i) शिरोपरि चालक प्रणाली तथा

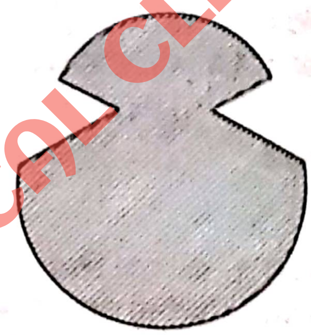
(ii) तृतीय पटरी प्रणाली।

वर्तमान समय में शिरोपरि लाइन से विद्युत शक्ति संग्रह करने का कार्य पैन्टोग्राफ के माध्यम से सम्पन्न किया जाता है। साधारण प्रकार के शिरोपरि उपकरण एक सम्पर्क तार (contact wire) रखते हैं जोकि या तो ब्रैकेट द्वारा आधारित होते हैं अथवा एक लम्बे तार के स्पैन द्वारा आधारित होते हैं। इसके लिए क्रमागत दो आधारों के मध्य अधिकतम दूरी 30

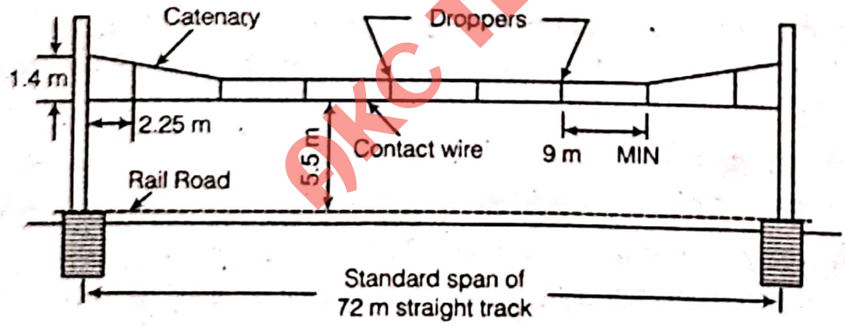
Scanned with CamScanner

मीटर रखी जाती है। यह प्रणाली ऐसे स्थानों पर अपनाई जाती है जहाँ लगभग 30 किमी/घण्टा की गति की आवश्यकता होती है; जैसे—ट्राम कार, एकल तार प्रणाली ऐसे स्थानों पर अपनाई जाती है जहाँ यार्ड बहुत जटिल होता है तथा गति कम होती है और जहाँ प्रणाली में सरलता की आवश्यकता होती है।

रेलवे संकर्षण की ट्रामवे पैन्टोग्राफ, ट्रॉली तथा सम्पर्क तार के मध्य स्लाइडिंग सम्पर्क (sliding contact) बनाता है। जब ट्रेन की गति बढ़ती है तब पैन्टोग्राफ जड़त्व बल (inertia) ट्रॉली तथा तार के सम्पर्क को छोड़ सकता है इसलिए यह आवश्यक हो गया कि ट्रॉली चालक को आधार की ऊँचाई के समान समतल बनाए रखा जाए। इसके लिए यदि पाट (span) को बहुत कम रखा जाए। तब यह पैन्टोग्राफ के लिए अधिक उचित रहेगा तथा अधिक खिंचाव बल की आवश्यकता भी नहीं रहेगी। अतएव पाट के आधारों की संख्या कम करने के लिए एकल कैटेनरी प्रणाली को उपयोग में लाना पड़ता है। जिसमें स्टील का एक मैसेन्जर तार होता है, क्रमागत आधार दूर-दूर होने के कारण इस तार में उच्च झोल (sag) अधिक होता है तथा इस मैसेन्जर तार से ड्रॉपरों के माध्यम से एक सम्पर्क तार जुड़ा होता है जोकि सम्पर्क तार को रेलवे पथ के क्षैतिज समान्तर बनाये रखते हैं। यह ड्रॉपर 5 मिमी व्यास के अनुप्रस्थ क्षेत्रफल के होते हैं तथा यह आपस में एक-दूसरे से कम-से-कम 9 मीटर की दूरी पर सम्पर्क तार को पृथक्कारी की सहायता से इस प्रकार खींच कर रखते हैं ताकि सम्पर्क तार रेल पथ के ऊपर उचित ऊँचाई पर बना रहे। इस स्थिति को सम्पर्क तार की pull off स्थिति कहते हैं। ड्रॉपर तार के साथ जुड़े पृथक्कारियों के द्वारा सम्पर्क तार को पकड़कर रखने के कारण सम्पर्क करता हुआ दौड़ता है। उस समय पैन्ट्रोग्राफ तथा सम्पर्क तार के मध्य ड्रॉपर तार के साथ जुड़े पृथक्कारियों के द्वारा बाधा उत्पन्न नहीं होने पाये इसके लिए सम्पर्क तार की पूर्ण लम्बाई में ऊपरी सतह के निकट आमने-सामने V आकार के दो खांचे बनाये जाते हैं (जैसा कि चित्र 6.1 में सम्पर्क तार के अनुप्रस्थ काट के खाँचों की स्थिति को स्पष्ट रूप से दर्शाया गया है) ताकि ड्रॉपर तार के साथ जुड़ा पृथक्कारी इन खाँचों की सहायता से सम्पर्क तार को बिना बाधा उत्पन्न किए पकड़कर रख सके। एक आदर्श एकल कैटेनरी प्रणाली को जोकि 25 किलो वोल्ट प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण के लिए प्रयुक्त की जाती है। चित्र 6.2 में दर्शाया गया है। जिसमें शिरोपरि उपकरण (OHE) ब्रैकेट के साथ चारों ओर घूमने वाली पकड़ (swivelling type attachment) की ऐसेम्बली के द्वारा आधारित हैं।



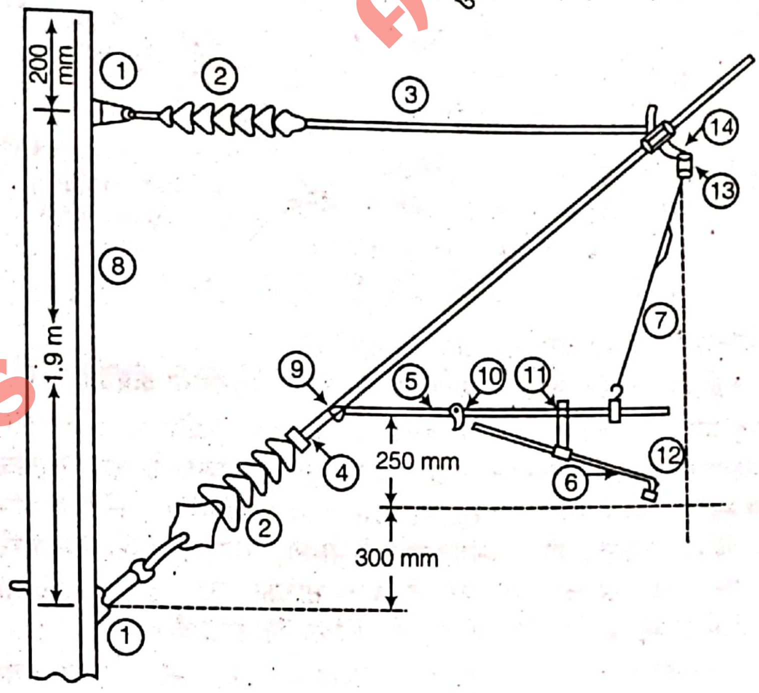
चित्र 6.1 सम्पर्क तार के अनुप्रस्थ



चित्र 6.2 25 किलो वोल्ट संकर्षण के लिए प्रयुक्त होने वाली कैटेनरी प्रणाली

ब्रैकेट ऐसेम्बली में पृथक्कारियों के साथ इस प्रकार की व्यवस्था रहती है कि शिरोपरि लाइन के नीचे रेल पथ पर जब स्टीम इन्जन गुजरे तब स्टीम इन्जन से निकलने वाले धुएँ (flue gases) से पृथक्कारी सुरक्षित रहें। ब्रैकेट ऐसेम्बली एक डण्डे के समान फिटिंग के द्वारा बनाई जाती है जिसमें 38 मिमी तथा 49 मिमी बाह्य व्यास की नलियाँ (pipes) होती हैं। 49 मिमी व्यास की नली के साथ ठोस क्रोड प्रारूपी पृथक्कारी जुड़े होते हैं। इन पृथक्कारियों का एक सिरा ब्रैकेट पाइप से तथा दूसरा सिरा खम्भे के साथ कसा रहता है। इस ब्रैकेट के नाम निम्न प्रकार हैं जिन्हें निम्न क्रम में ही चित्र 6.3 में स्पष्ट रूप से दर्शाया गया है।

Scanned with CamScanner

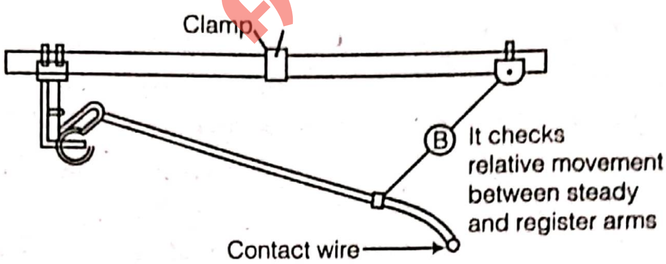


चित्र 6.3 ब्रैकेट ऐसेम्बली के भाग

1. मस्तूल फिटिंग (Mast fitting)
2. ठोस क्रोड पृथक्कारी (Solid core insulator)
3. दूरदर्शी यन्त्र की सहारा या टेक भुजा (Telescopic stay arm)
4. ब्रैकेट नली (Bracket tube)
5. रजिस्टर भुजा (Register arm)
6. स्थिर भुजा (Steady arm)
7. रजिस्टर भुजा ड्रॉपर (Register arm dropper)
8. मस्तूल (Mast)
9. रजिस्टर भुजा हुक (Register arm hook)
10. स्थिर भुजा क्लैम्प (Steady arm clamp)
11. वायु प्रवाह विरोधी क्लैम्प (Anti wind clamp)
12. सम्पर्क तार को झुलाने वाला क्लिप (Contact wire swivel clip)
13. लटकन क्लैम्प (Suspension clamp)
14. कैटेनरी लटकन ब्रैकेट (Catenary suspension bracket)

चित्र 6.3 में दर्शाई गई ब्रैकेट ऐसेम्बली को सुधार कार्य के समय उपकरण के ऊपर या नीचे समायोजित किया जा सकता है। इसके लिए निर्माण के समय उचित स्थान (margins) छोड़े जाते हैं। उदाहरण के लिए पाइप की लम्बाई को 10 सेमी तक घटाया या बढ़ाया जा सकता है। समान रूप से रजिस्टर भुजा के बाहर निकलते हुए भाग को स्थिर पाइप की स्थिति से 15 सेमी आगे सरकने के पश्चात् शिरोपरि उपकरण को पुनः पूर्व स्थिति में वापस लाया जा सकता है। ऐसेम्बली की इस प्रकार की संरचना से शिरोपरि उपकरण वैद्युत एवं यान्त्रिक रूप से स्वतन्त्र रहती है जिसके कारण यान्त्रिक एवं वैद्युत रख-रखाव बहुत सरल हो जाते हैं। एक रेल-पथ की ऐसेम्बली के किसी भी भाग को बदलते समय इसका बुरा प्रभाव दूसरे रेल पथ की कार्य प्रणाली पर नहीं पड़ता है। इसके अतिरिक्त इस प्रकार के ब्रैकेट ऐसेम्बली का संस्थापन (installation) भी बहुत सरल होता है।

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner



चित्र 6.4

प्रश्न 2. शिरोपरि उपकरण के अभिकल्पन पर प्रकाश डालिए।

अथवा **ओवर हेड उपकरणों की रचना के आधार पर विस्तार से विवेचना कीजिए।** **(2015)**

अथवा **अधिभार उपकरण (over head equipments) का Maintenance विस्तार से लिखिए। (2019)**

उत्तर **शिरोपरि उपकरण का अभिकल्पन** रेलवे विद्युत संकर्षण प्रणाली के विद्युतीकरण योजना में शिरोपरि उपकरण (OHE) एक सबसे अधिक मूल्यवान (expansive) भाग है। भारतीय रेलवे द्वारा अपनाये गये 25 किलो वोल्ट प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण शिरोपरि उपकरणों के अभिकल्पन के समय, इसके मूल्य को कम करते समय मुख्य दो बिन्दुओं को ध्यान में रखा जाता है। संरचना में सरलता एवं मानकीकरण (simplicity in construction and standardisation) अभिकल्पन के विभिन्न पहलुओं पर विचार निम्नवत् है—

शिरोपरि उपकरण की बनावट Composition of OHE शब्द OHE से तात्पर्य कैटेनरी तथा सम्पर्क तार (catenary and contact wire) से है। ताँबे के सम्पर्क तार की आवश्यक अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिए ट्रैफिक घनत्व ट्रेन के कार्य करने की समय सारणी तथा रेल पथ के ढाल पर विचार करके लोड धारा ज्ञात करने के पश्चात् रेल पथ से विद्युत आपूर्ति बिन्दु (electric feeding point) की दूरी ज्ञात करने के बाद सम्पर्क तार के तापमान में अनुमन्य बढ़ोत्तरी, स्वीकृत वोल्टता पात तथा जीवनकाल पर विचार करने के पश्चात् तार के आकार को ज्ञात किया जाता है। ब्रोन्ज या कैडमियम ताँबे के कैटेनरी तार को ताँबे के स्थान पर उपयोग में लाया जाता है। इसकी चालकता ताँबे के तार की अपेक्षा 60%–80% होती है, OHE के रूप में उपयोग में लाये जाने वाले विभिन्न धातुओं की तनन सामर्थ्य निम्नानुसार दर्शाई गई है—

एनील्ड ताँबा — 25 किग्रा/वर्ग मिमी
कठोरीकृत ताँबा — 42 किग्रा/वर्ग मिमी
कैडमियम ताँबा — 63 किग्रा/वर्ग मिमी

शिरोपरि उपकरण के लिए 150 वर्ग मिमी के समतुल्य अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल, जैसा कि विद्युतीकरण प्रणाली में प्राप्त किया जाता है। निम्न प्रकार दर्शाया गया है—

कैडमियम ताँबे का कैटेनरी तार $= 65$ मिमी^{2} अनुप्रस्थ काट

बलदार 9/2.11 मिमी $= 65 \times 0.8 = 52$ मिमी^{2}

कठोरीकृत खाँचेदार ताँबे का सम्पर्क तार $= 107$ मिमी^{2}

$= 107 \times 0.998 = 107$ मिमी^{2}

योग $= 159$ मिमी^{2}

कैटेनरी तार से 5 मिमी व्यास के ड्रॉपर तारों से, सम्पर्क तार को आधार प्रदान किया जाता है। यह ड्रॉपर तार एक-दूसरे से 9 मीटर के अन्तर दूरी (gap) पर लगाये जाते हैं।

मुम्बई वी०टी० से कल्याण के मध्य के उपनगरीय भाग में दिष्ट धारा संकर्षण प्रणाली में 400 मिमी^{2} क्षेत्रफल का ताँबे का तार प्रयुक्त किया गया है जिसमें 160 मिमी^{2} अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल सम्पर्क तार का तथा शेष 240 मिमी^{2} काट क्षेत्रफल ताँबे के कैटेनरी तार में प्रयुक्त किया गया। कल्याण से पूना तथा कल्याण से इगतपुरी मुख्य लाइन के भाग संयुक्त कैटेनरी प्रणाली में कुल अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 640 मिमी^{2} का प्रयुक्त किया गया है जोकि दो भागों में प्रयुक्त किया गया है। जिसमें 320 मिमी^{2} मुख्य कैटेनरी में तथा 130 मिमी^{2} सहायक कैटेनरी में तथा 180 मिमी^{2} सम्पर्क तार में प्रयुक्त किया गया। उपरोक्त विवरण से स्पष्ट होता है कि प्रत्यावर्ती धारा प्रणाली अपनाने से ताँबे की बचत होती है।

Scanned with CamScanner

अतएव धारा दर ताँबे के समतुल्य काट को ज्ञात करने वाले घटक को प्रभावित करती है। अब हम उन विभिन्न गुणांकों (factors) पर विचार करेंगे जोकि प्रतिबाधा के आयाम (magnitude of the impedance) को प्रभावित करते हैं। प्रतिबाधा सम्पर्क तार के अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल से बहुत अधिक प्रभावित नहीं होती परन्तु विशेष रूप से यह दो चालकों के मध्य की दूरी तथा सम्पर्क तार एवं कैटेनरी तार (OHE) के संघटक (constituent) इस्पात या ब्रोन्ज से प्रभावित होता है। रेल परिपथों (OHE, rail and earth) की संख्या बढ़ने से प्रतिबाधा घटती है।

सम्पर्क तार की ऊँचाई Height of Contact Wire सम्पर्क तार की न्यूनतम ऊँचाई ट्रेन के गेज (B.G. and M.G.) तथा सम्पर्क तार एवं रेल पथ के मध्य अनुमन्य अन्तर दूरी के आधार पर निश्चित की जाती है तथा यह अन्तर दूरी प्रणाली की वोल्टता पर निर्भर करती है। यह न्यूनतम ऊँचाई पुलों के नीचे तथा गुफाओं के अन्दर प्रयोग की जाती है। बड़ी दूरी के पाट (span) के लिऐ सम्पर्क तार के दो खम्भों के मध्य की दूरी पर सम्पर्क तार में नीचे की ओर को हल्का सा झुकाव या झोल (sag) बन जाता है जोकि पैन्टोग्राफ से सरकन सम्पर्क (sliding contact) बनाने में लाभप्रद है। सामान्य रूप से रेल पथ के तल के ऊपर सम्पर्क तार की मध्य पाट (middle span) ऊँचाई 5.50 मीटर खराब से खराब दशा के अन्तर्गत रहती है। अतएव सम्पर्क तार को लगाए जाने वाले बिन्दु पर रेल पथ तल से सम्पर्क तार की ऊँचाई 5.55 मीटर रखी जाती है। यह उपकरण के प्रकार पर निर्भर करता है कि यह नियन्त्रित अथवा अनियन्त्रित (regulated or irregulated) प्रकार का है तथा यह उपकरण के कार्यकारी तापमान के परास पर भी निर्भर करता है। अनियन्त्रित शिरोपरि उपकरण (OHE) की दशा में इसकी ऊँचाई 5.75 मीटर 4° से 65° C तापमान परास के लिए तथा 5.65 मीटर 16° से 65° C तापमान परास के लिए रखा जाता है। सम्पर्क तार की ऊँचाई पुल के नीचे तथा गुफा के अन्दर आवश्यक माप तक कम की जाती है। सम्पर्क तार की न्यूनतम ऊँचाई बड़े गेज (B.G.) के लिए 4.80 मीटर रखी जा सकती है। विद्युत रेल पथों पर से 4.42 मीटर ऊँचाई के डीजल रेल इन्जन भी गुजरते हैं अतएव सम्पर्क तार की ऊँचाई इससे अधिक रखी जाती है। मीटर गेज के लिए सम्पर्क तार की ऊँचाई 4.02 मीटर रखी जाती है।

सम्पर्क तार का ढाल Contact Wire Gradient जब कभी शिरोपरि उपकरण (OHE) किसी दूसरी विद्युत लाइन के नीचे से गुजर रहा हो तब सम्पर्क तार की ऊँचाई आवश्यकतानुसार घटानी पड़ती है तथा क्रॉसिंग तल (crossing level) पर शिरोपरि उपकरण की ऊँचाई को बढ़ाना पड़ता है। यह ऊँचाई में परिवर्तन बहुत धीरे-धीरे (very gradually) प्राप्त किया जाता है जोकि ट्रेन की गति पर निर्भर करता है। OHE की ऊँचाई बहुत धीरे-धीरे कम करने से सम्पर्क तार पर पैन्टोग्राफ का दबाव धीरे-धीरे बढ़ता जाता है तथा शिरोपरि उपकरण की ऊँचाई धीरे-धीरे घटती जाती है। यदि ट्रेन की गति अधिक होती है तब सम्पर्क तार का अधिकतम अनुमन्य ढाल 3 मिमी प्रति मीटर रखा जाता है तथा 100 किमी प्रति घण्टा तथा इससे कम गति के लिए सम्पर्क तार का अनुमन्य ढाल 4 मिमी प्रति मीटर रखा जाता है।

प्रतिबन्ध Encumbrance कैटेनरी तथा सम्पर्क तार के मध्य की अक्षीय दूरी को प्रतिबन्ध के नाम से जाना जाता है। नियमानुसार घुमावदार रेल पथ तथा एक विद्युत लाइन के ऊपर से दूसरी लाइन समीप से गुजरने के अतिरिक्त यह दूरी 1.4 मीटर बनाये रखी जाती है।

पाट लम्बाई Span Length सम्पर्क तार के दो आधारों के मध्य की अधिकतम पाट की लम्बाई, सम्पर्क तार के पैन्टोग्राफ पैन (pantograph pan) पर अधिकतम हवा की दशा में हवा के टकराने पर विचार करने से नियन्त्रित होती है। तटीय क्षेत्रों (coastal areas) के लिए वायु का दबाव 98 किग्रा प्रति वर्ग मीटर, तटीय क्षेत्र से जुड़े हुए निकट क्षेत्रों के लिए 88 किग्रा प्रति वर्ग मीटर, एवं भीतरी क्षेत्रों के लिए 74 किग्रा प्रति वर्ग मीटर लिया जाता है। जहाँ हवा का दबाव 88 किग्रा प्रति वर्ग मीटर होता है ऐसे क्षेत्रों में अधिकतम पाट लम्बाई (span length) 72 मीटर रखी जाती है। घुमाव दर पर पथ पर अधिकतम हवा की दशा में सम्पर्क तार के पैन्टोग्राफ पैन पर कार्य करने वाली चौड़ाई के अन्तर्गत पाट लम्बाई को आवश्यकतानुसार घटाया जाता है। प्रवाहित होती हुई वायु के द्वारा सम्पर्क तार के सीमा से अधिक विचलित होने के प्रभाव (blow off effect) से सुरक्षा के लिए सम्पर्क तार के पाट की लम्बाई के मध्य भाग को रेल पथ (पटरियों) के केन्द्र में रखा जाता है। यद्यपि अधिकतम पाट दूरी के लिए सम्पर्क तार की पार्श्व दिशा में कुल चाल (stagger) की अनुमति है। पाट लम्बाई का मानकीकरण 4.5 मीटर के गुणांक के रूप में पाट की लम्बाई 72–27 मीटर तक परिवर्तित होती है। इससे शिरोपरि उपकरण के संस्थापन में ड्रॉपरों को मानक दूरी पर व्यवस्था करने की सुविधा रहती है। धारा

Scanned with CamScanner

संग्रह के दृष्टिकोण से छोटी पाट लम्बाई सबसे अच्छी रहती है, क्योंकि कम लम्बाई पर सम्पर्क तार में केवल लचीलापन ही कम नहीं होता बल्कि सम्पर्क तार पूर्ण लम्बाई तक लगभग एक-समान ऊँचाई पर रहता है अर्थात् कम लम्बाई पर सम्पर्क तार में झोल अत्यधिक कम होता है। दो पाट लम्बाइयों के मध्य अन्तर दूरी को 18 मीटर से अधिक नहीं रखा जाता क्योंकि इससे अधिक पाट की लम्बाई में अन्तर होने पर ब्रैकेट पर असन्तुलित भार पड़ने की सम्भावना रहती है, अतएव दो पाट दूरियों के अन्तर को 17 मीटर से अधिक होने से रोका जाता है।

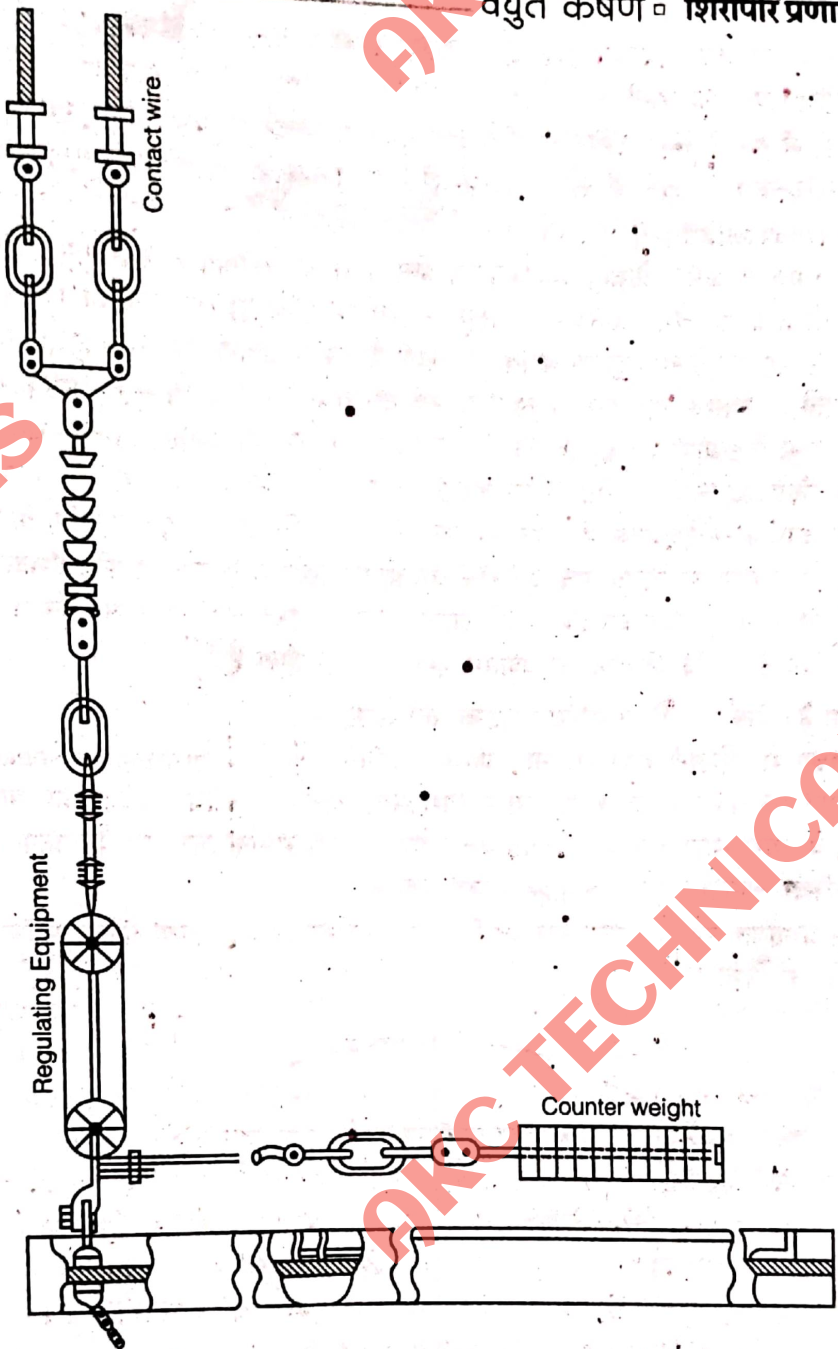
प्रश्न 3. नियन्त्रित शिरोपरि उपकरण व्यवस्था तथा कैटेनरी तार में सरकन विरोधी व्यवस्था का वर्णन कीजिए।

उत्तर उच्च गति प्राप्त करते समय पैन्टोग्राफ द्वारा सम्पर्क तार के स्फुलन (spark) रहित धारा संग्रह करने के लिए यह आवश्यक है कि सम्पर्क तार केवल क्षैतिज ही नहीं रहे बल्कि वायु दबाव तथा तापमान को भी सह सके। एक अनियन्त्रित (irregulated) शिरोपरि उपकरण में जिसमें तापमान की क्षतिपूर्ति करने की व्यवस्था नहीं है, कैटेनरी तथा सम्पर्क तार में झोल तथा तनाव इस प्रकार समंजित किये जाते हैं कि संस्थापन के समय सम्पर्क तार लगभग क्षैतिज रहे। इस व्यवस्था से सम्पर्क तार में झोल की प्रवृत्ति उत्पन्न होती है जोकि इस बात पर निर्भर करती है कि वायुमण्डलीय तापमान, लाइन के संस्थापन के समय तापमान की अपेक्षा अधिक है अथवा कम है। इस प्रकार की अनियन्त्रित शिरोपरि उपकरण उच्च गति पर धारा संग्रह करने के लिए उचित नहीं है। जैसाकि मुख्य लाइनों में तनाव तापमान के विलोमानुपाती परिवर्तित होता है, जोकि लाइन के कड़ेपन (stiffness) तथा गति सम्बन्धी व्यवहार (dynamic behaviour) को प्रभावित करता है। इसलिए यह प्रणाली बड़े यार्ड (large yards) तथा ऐसे उपयोगी भागों में प्रयोग में लाई जाती है जहाँ ट्रैफिक बहुत कम रहता है तथा ट्रेन की गति कम रहती है तथा बचत (economy) की ओर ध्यान देने की विशेष आवश्यकता होती है; जैसे—ट्रामवे शिरोपरि उपकरण (tramway OHE)। कैटेनरी तथा सम्पर्क तार में 35°C तापमान पर बिना वायु दाब के प्रत्येक तार में तनाव 1000 किग्रा रखा जाता है तथा अधिकतम तनाव लम्बाई 2000 मीटर रखी जाती है।

जैसाकि तार झोल, तनाव पर निर्भर करता है अतएव प्रत्येक मौसम में सम्पर्क तार (contact wire) समान तल (level) पर बनाये रखने के लिए यह आवश्यक है कि सम्पर्क तार तथा कैटेनरी में प्रत्येक तापमान पर तनाव एकसमान बनाये रखा जाए ताकि सेवा के समय तापमान में परिवर्तन के कारण तार में उत्पन्न होने वाली (movement) को नियन्त्रित किया जा सके। ऐसे नियन्त्रित शिरोपरि उपकरण (regulated OHE) को तनाव लम्बाई के दूसरे सिरे पर प्रयोग करके प्राप्त किया जा सकता है। जैसाकि चित्र 6.5 में दर्शाया गया है। तनाव उत्पन्न करने वाली युक्ति में एक पुली ब्लॉक (pulley block or winch) उचित घटाव अनुपात के साथ लगा होता है। नियन्त्रित उपकरण के लिये अधिकतम तनाव लम्बाई को तापमान में परिवर्तन से लम्बाई में होने वाले परिवर्तन की सीमा द्वारा ज्ञात किया जा सकता है तथा वातावरण के कारण तापमान में परिवर्तन के कारण तार की लम्बाई में परिवर्तन को स्वचालित तनाव उत्पन्न करने वाली युक्ति (automatic tensioning device) द्वारा तार की लम्बाई के अन्तिम सिरे पर समायोजित हो जाता है। जैसे ही तनाव अनुपात उचित मान से अधिक होता है, तनाव उत्पन्न करने वाली युक्ति में बहुत अधिक परिवर्तन होता है तब इसका समायोजन (adjustment) निम्न घटाव अनुपात के द्वारा नहीं हो सकता। घटाव अनुपात (reduction ratio) 5 को समझौते के रूप में चुन लिया गया। तनाव को बढ़ाने से शिरोपरि उपकरण का स्थैतिक लचीलापन (static elasticity) कम होता है तथा यह एकसमान क्षैतिज हो जाता है, यह धारा संग्रह तथा गतिकी व्यवहार (dynamic behaviour) को सुधारता है तब भी यह ब्रैकेट भुजा तथा फाउण्डेशन पर उत्पन्न होने वाले पार्श्व प्रतिबलों को बढ़ाता है। जिससे फाउण्डेशन को दृढ़ बनाने के लिए अतिरिक्त व्यय आता है, समझौते के रूप में सम्पर्क तार तथा कैटेनरी तार पर 1000 किग्रा तनाव दिया जाता है। अतएव 1000 किग्रा तनाव उत्पन्न करने के लिए सम्पर्क तार तथा कैटेनरी तार के साथ घटाव अनपुात सहित ढलवाँ लोहा (cast iron) के 400 किग्रा वजन के काउन्टर भार वाली स्वचालित युक्ति की आवश्यकता होती है। जैसाकि चित्र 6.5 में दर्शाया गया है। ट्रेन के चलते समय शिरोपरि उपकरण में तार की लम्बाई में उत्पन्न होने वाले अग्र एवं पश्च ऑसिलेशन को रोकने के लिए कैटेनरी के मध्य में एक सरकन विरोधी युक्ति (anti creep device) लगाई जाती है, जैसाकि चित्र 6.6 में दर्शाया गया है। OHE में भार द्वारा स्वचालित तनाव उत्पन्न करने के अग्र लाभ हैं—

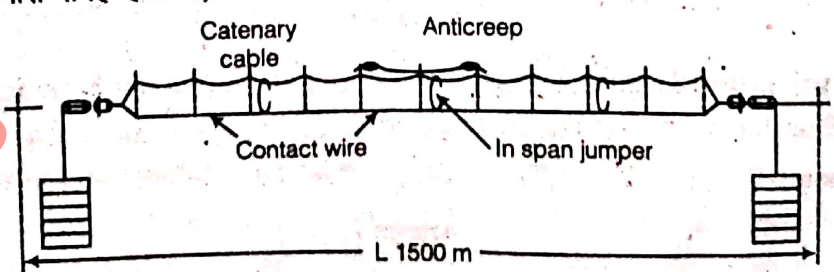
AKC TECHNICAL CLASSES

Scanned with CamScanner



चित्र 6.5 नियन्त्रित शिरोपरि उपकरण व्यवस्था

(i) प्रत्येक वायुमण्डलीय दशा में गति करते हुए भी OHE को स्थिर बनाये रखना सम्भव है जिसके परिणामस्वरूप चिंगारी रहित धारा संग्रह होता है, सम्पर्क तार एवं पैन्टोग्राफ पैन में घिसावट कम होती है।



चित्र 6.6 कैटेनरी तार में सरकन विरोधी युक्ति की व्यवस्था

Scanned with CamScanner

(ii) समय के साथ सम्पर्क तार में सरकन (creep) के कारण बढ़ने वाली लम्बाई तनाव उत्पन्न करने वाली युक्ति द्वारा स्वत: ही समंजित कर ली जाती है।

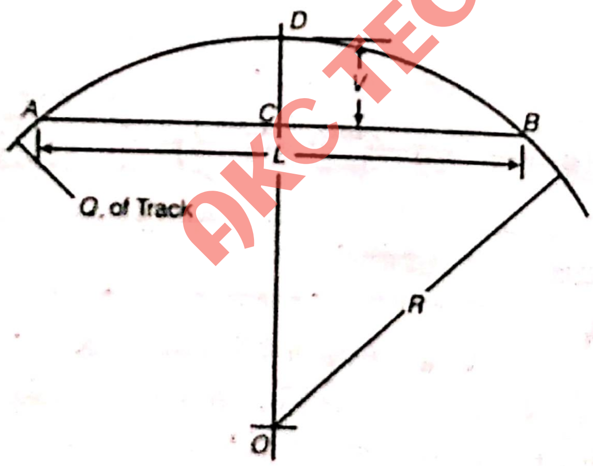
(iii) OHE के ऊपर से गुजरने वाली लाइन के नीचे तथा गुफा के अन्दर समुचित अन्तर दूरी (clearance) का प्रबन्ध करने की समस्या कम हो जाती है क्योंकि OHE में स्थिर तनाव के कारण इसमें उत्पन्न होने वाले (सम्भावित) उतार-चढ़ाव (fluctuation) दूर हो जाते हैं।

(iv) तारों में स्थिर तनाव के कारण केवल एक क्रान्तिक वेग (critical velocity) तरंग का प्रजनन (propagation of wave) होता है तथा यह वेग, अनियन्त्रित OHE से अधिक होता है। जब ट्रेन की गति इस तरंग के प्रजनन के क्रान्तिक वेग पर पहुँचती है तथा इसके बराबर हो जाती है तब पैन्टोग्राफ तथा सम्पर्क तार प्रणाली अनुनाद आवृत्ति पर कम्पन करती है। जिसके परिणाम- स्वरूप सम्पर्क तार तथा पैन्टोग्राफ के मध्य सम्पर्क दबाव शून्य हो जाता है तथा सम्पर्क तार से पैन्टोग्राफ पैन का सम्पर्क टूट जाता है। यदि ट्रेन की प्रजनन क्रान्तिक वेग से अधिक होती है तब सम्पर्क तार के लिए यह कठिनाई होती है कि तार के झुकाव को ऊपर की ओर खींचने में सक्षम नहीं रहता जिससे धारा संग्रह का कार्य असन्तोषजनक हो जाता है। इसलिए उच्च गति वाले विद्युत संकर्षण के लिए यह आवश्यक है कि इसमें तरंग के प्रजनन का केवल एक क्रान्तिक वेग होना चाहिए तथा यह ट्रेन की अधिकतम गति से उच्च होना चाहिए। इस दृष्टिकोण से नियन्त्रित OHE को बहुत अधिक महत्त्व नहीं दिया जा सकता है जिसमें केवल एक क्रान्तिक वेग होता है, जोकि ट्रेन की अधिकतम गति से उच्च होता है।

प्रश्न 4. स्टैगर क्या है? रेल पथ से सम्बन्धित घटकों को समझाइए।

उत्तर **अस्थिर दशा में (हिलते हुए) चलना** प्रत्येक अनुमन्य गतियों (permissible speeds) पर तथा प्रत्येक वातावरण के अन्तर्गत रेल पथ की प्रत्येक दशाओं में धारा संग्रह अच्छा होता है। इसलिए यह आवश्यक है कि सम्पर्क तार सदा पैन्टोग्राफ के धारा संग्रह क्षेत्र के अन्तर्गत बना रहना चाहिए। सम्पर्क तार तथा पैन्टोग्राफ अक्ष के मध्य दूरी पर सम्पर्क तार का अस्थिर चलना स्टैगर (stagger) कहलाता है।

स्टैगर को वे गुणांक प्रभावित करते हैं जोकि रेल पथ शिरोपरि उपकरण (OHE) तथा रोलिंग स्टॉक से सम्बन्धित है। रेल पथ से सम्बन्धित घटक निम्न प्रकार है—



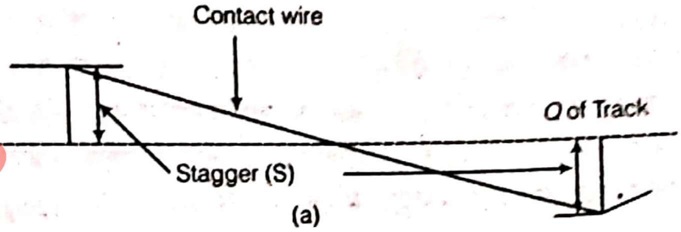
चित्र 6.7

(i) **रेल पथ में घुमाव (मोड़) के कारण वरसाइन** V को चित्र 6.7 में दर्शाया गया है। वरसाइन को इस प्रकार स्पष्ट कर सकते हैं कि रेल-पथ की केन्द्र रेखा को सम्पर्क तार से जोकि दो आधारों AB के मध्य खिंचा है के साथ बराबर (compensate) करने को वरसाइन कहते हैं। इसके मान को निम्न समीकरण से ज्ञात किया जा सकता है—

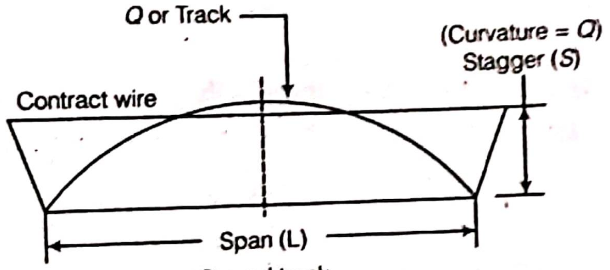
$$\text{वरसाइन } (V) = \frac{L^2}{8R} \quad \ldots(i)$$

Scanned with CamScanner

जैसाकि समीकरण (i) से हमें ज्ञात होता है कि वरसाइन सम्पर्क तार के दो आधारों के मध्य की दूरी (पाट) के बढ़ने के साथ बढ़ता है। वरसाइन के परिवर्तन से सम्पर्क तार की पैन्टोग्राफ पर स्थिति भी बदलती है इसलिए सम्पर्क तार को पैन्टोग्राफ पर 'धारा संग्रह क्षेत्र' में बनाये रखने के लिए यह घुमाव दार रेल पथ के केन्द्र से दूर हटता है जैसाकि चित्र 6.8 (b) में दर्शाया गया है, इस चित्र से यह स्पष्ट होता है कि पैन्टोग्राफ अक्ष तथा सम्पर्क तार के मध्य दूरी सम्पर्क तार के पाट (span) के केन्द्र पर सबसे कम होगी जहाँ वायु का प्रभाव सबसे अधिक होगा।



(a)



Curved track
(b)

चित्र 6.8

(ii) **पटरियों के जोड़ के नीचे पैकिंग के रूप में लगाई गई लोहे की पट्टी के ढीले होने तथा सुपर एलीवेशन में परिवर्तन के कारण धसकन** पटरियों के मध्य फिश प्लेट का जोड़ पटरी की शेष लम्बाई के समान स्वयं में दृढ़ नहीं होता जिसके परिणामस्वरूप जब ट्रेन का पहिया जोड़ पर से होकर गुजरता है तब यह पटरियों के सिरों पर हथौड़े के समान चोट करता है। तकनीकी भाषा में इसे नीचा जोड़ (low joint) कहते हैं। नीचे जोड़ का आयाम (magnitude of low joint) जोड़ के नीचे रखी जाने वाली अधिक वजन की लोहे की पट्टी (packing) पर निर्भर करता है तथा इसका अधिकतम मान बड़े गेज रेल पथ (B.G. track) के लिए 25 मिमी तथा माध्यम गेज रेल पथ (M.G. track) के लिए 15 मिमी पटरी के मोड़ पर रखा जाता है तथा मोड़ पर बाह्य पटरी भीतरी से कुछ ऊँचे तल (higher level) पर रखी जाती है जिसे हम 'सुपर एलीवेशन' के नाम से जानते हैं तथा यह अपकेन्द्री बल के कारण ट्रेन को बाहर की ओर गिरने से रोकने के लिए किया जाता है। घुमावदार रेल पथ पर बाह्य पटरी के तल की ऊँचाई का मान ट्रेन की उच्चतम गति तथा घुमावदार पथ के अर्द्धव्यास पर निर्भर करता है। रेल पथ के तल की ऊँचाई में परिवर्तन का प्रभाव सम्पर्क तल (contact level) पर यह प्रभाव सम्पर्क तार की ऊँचाई तथा रेल पथ के गेज के अनुपात में बढ़ता है।

प्रश्न 5. शिरोपरि उपकरणों (OHE) से सम्बन्धित प्रभावकारी घटकों का परिचय दीजिए।

उत्तर **शिरोपरि उपकरणों से सम्बन्धित घटक** Factors Concerning OHE इसमें हवा, तापमान तथा ब्रैकेट के झुकाव के कारण सम्पर्क तार में, तार की लम्बाई के पार्श्व दिशा में चाल उत्पन्न होने का प्रभाव सम्मिलित रहता है। वह सभी गुणांक जोकि चालक लम्बाई के पार्श्व दिशा में उत्पन्न होने वाली चाल अर्थात् चालक के दो आधारों के मध्य झूलने को प्रभावित करते हैं, उनमें से रेल पथ के आर-पार प्रवाहित होने वाली हवा सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण है। मुख्य रूप से सम्पर्क तार का पाट अधिक होता है। हवा के टकराने से सम्पर्क तार के, 72 मीटर लम्बाई के पाट पर सम्पर्क तार की लम्बाई के पार्श्व दिशा में अधिक-से-अधिक 45 सेमी चाल उत्पन्न होती है। जबकि हवा का दबाव 88 किग्रा प्रति

Scanned with CamScanner

मीटर होता है। सम्पर्क तार के विचलन (deflection) का वास्तविक मान दिये गये पाट के लिए निम्न समीकरण द्वारा ज्ञात किया जा सकता है—

$$\text{विचलन } (d) = 1.05 \frac{W_c + W_a}{8(T_c + T_a)} L^2$$

जहाँ W_c तथा W_a सम्पर्क तार तथा कैटेनरी तार के प्रति इकाई लम्बाई पर वायु का भार है तथा T_c एवं T_a सम्पर्क तार तथा कैटेनरी तार में तनाव (tension) है तथा L = पाट (span) लम्बाई मीटर में। ड्रॉपर तथा जम्फर (dropper and jumper) तार पर हवा का भार सम्पर्क तार तथा कैटेनरी तार पर कुल वायु भार का 5% माना जाता है। अतएव वह गुणांक जो तार के विचलन प्रभाव को प्रभावित करते हैं उपरोक्त समीकरण से स्पष्ट है। W_c तथा W_a का आयाम = सम्पर्क तार तथा कैटेनरी तार पर हवा का भार = 2 / 3 × चालकों का हवा में प्रक्षेपित क्षेत्रफल (projected area of conductors) × चालकों पर प्रयुक्त वायु दाब। अतएव विचलन प्रभाव (blow off effect) प्रक्षेपित क्षेत्रफल के सीधे समानुपाती होता है।

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

7 रेल-पथ परिपथ
Track Circuits

खण्ड 'अ' : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQ)

प्रश्न 1. निम्न में से प्रतिबाधा जोड़ का/के कार्य है/हैं—

(a) विद्युतरोधी रेल-पथ से संकर्षण धारा को गुजारने के लिए निम्न प्रतिरोध पथ उपलब्ध कराना।
(b) रेल-पथ की दो पटरियों के मध्य प्रत्यावर्ती धारा संकेत भेजने के लिए उच्च प्रतिबाधा का पथ उपलब्ध कराना।
(c) विद्युतरोधी रेल-पथ परिपथ से संकेत धारा को प्रतिबन्धित रखना।
(d) उपरोक्त सभी

उत्तर (d) उपरोक्त सभी

प्रश्न 2. प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण में 50 Hz की प्रत्यावर्ती संकर्षण धाराओं या इसके हार्मोनिक्स से उत्पन्न बाधा को रोकने के लिए रेल-पथ परिपथ में कितने हर्ट्ज की प्रत्यावर्ती धारा सप्लाई उपयोग में लाई जाती है?

(a) 83½ Hz की (b) 53½ Hz की (c) 73½ Hz की (d) 93½ Hz की

उत्तर (a) 83½ Hz की

प्रश्न 3. उन क्षेत्रों में जहाँ दिष्ट धारा तथा प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण लाइन पास-पास खड़ी हों, निम्न में से कौन ऐसे स्थानों से सम्बन्धित हैं?

(a) ज्युमॉन्ट रेल-पथ परिपथ (b) एस्टर JES रेल-पथ परिपथ
(c) ऑडियो आवृत्ति रेल-पथ परिपथ (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (c) ऑडियो आवृत्ति रेल-पथ परिपथ

प्रश्न 4. किस प्रकार के परिपथ में पूर्व के ही समान रेल-पथ की पटरियों के दोनों सिरों पर विद्युत-रोधित जोड़ होते हैं, जिनके एक सिरे पर ट्रांसमीटर तथा दूसरे सिरे पर रिसीवर एवं रिले होते हैं?

(a) ज्युमॉन्ट रेल-पथ परिपथ (b) एस्टर JES रेल-पथ परिपथ
(c) ऑडियो आवृत्ति रेल-पथ परिपथ (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (a) ज्युमॉन्ट रेल-पथ परिपथ

प्रश्न 5. यह एक इलेक्ट्रॉनिक विधि है जिसमें उच्च वोल्टता को स्टेप डाउन ट्रांसफॉर्मर की सहायता से न्यून ए०सी० वोल्टता में परिवर्तित किया जाता है—

(a) परिपथ वियोजक (b) दिष्टकारी (c) ट्रांसफॉर्मर (d) बैटरी

उत्तर (b) दिष्टकारी

प्रश्न 6. एक ऐसा स्वचालित स्विच है जो अपेक्षित परिस्थितियों में परिपथ के योजन एवं वियोजन का कार्य सम्पन्न करता है—

(a) ट्रांसफॉर्मर (b) रक्षी रिलेज (c) परिपथ वियोजक (d) बैटरी

उत्तर (c) परिपथ वियोजक

प्रश्न 7. कौन-सा प्रत्यावर्ती विद्युत का एक स्थैतिक साधन है, जो विद्युत की वोल्टता को परिवर्तित करता है?

(a) बैटरी (b) परिपथ वियोजक (c) रक्षी रिलेज (d) ट्रांसफॉर्मर

उत्तर (d) ट्रांसफॉर्मर

Scanned with CamScanner

प्रश्न 8. इंजन को गति देने के लिए प्रयुक्त दिष्ट धारा मोटर की विद्युत की आपूर्ति निम्न में से किसके द्वारा की जाती है?

(a) संचायक बैटरी (b) दिष्टकारी (c) ट्रांसफॉर्मर (d) परिपथ वियोजक

उत्तर (a) संचायक बैटरी

प्रश्न 9. वह विद्युत युक्ति जिसकी सहायता से प्रवायी वोल्टता को नियन्त्रित करके, मोटर को सफलतापूर्वक स्टार्ट किया जाता है, कहलाता है—

(a) बूस्टर ट्रांसफॉर्मर (b) मोटर स्टार्टर (c) रक्षी रिलेज (d) दिष्टकारी

उत्तर (b) मोटर स्टार्टर

प्रश्न 10. दिष्ट धारा मोटर स्टार्टर कितने प्रकार के होते हैं?

(a) दो (b) चार (c) तीन (d) पाँच

उत्तर (c) तीन

प्रश्न 11. वह डी० सी० स्टार्टर, जिसमें सम्बन्धन के लिए केवल दो बिन्दु (A-L) होते हैं, कहलाता है—

(a) द्वि-बिन्दु स्टार्टर (b) त्रि-बिन्दु स्टार्टर

(c) चार-बिन्दु स्टार्टर (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (a) द्वि-बिन्दु स्टार्टर

प्रश्न 12. वह डी० सी० स्टार्टर, जिसमें सम्बन्धन के लिए तीन बिन्दु (Z-A-L) होते हैं, कहलाता है—

(a) द्वि-बिन्दु स्टार्टर (b) त्रि-बिन्दु स्टार्टर

(c) चार-बिन्दु स्टार्टर (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (b) त्रि-बिन्दु स्टार्टर

प्रश्न 13. प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण प्रणाली में कितने प्रकार की रक्षण प्रणालियाँ प्रयोग में लायी जाती हैं?

(a) चार (b) पाँच (c) तीन (d) दो

उत्तर (d) दो

प्रश्न 14. बूस्टर ट्रांसफॉर्मर में कितने अनुपात की दो कुण्डलनें होती हैं?

(a) 1 : 2 (b) 1 : 1 (c) 2 : 3 (d) 3 : 4

उत्तर (b) 1 : 1

खण्ड 'ब' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. रेल-पथ रिले को रेल-पथ के किस ओर लगाना चाहिए?

उत्तर रेल-पथ रिले को रेल-पथ के प्रवेश सिरे पर लगाना चाहिए।

प्रश्न 2. डिटेक्टर का क्या कार्य होता है?

उत्तर डिटेक्टर का कार्य उसके ऊपर से गुजरने वाले प्रत्येक धुरे के साथ एक पल्स उत्पन्न करना होता है।

प्रश्न 3. इम्पल्स को उत्पन्न करने हेतु किसकी आवश्यकता होती है?

उत्तर इम्पल्स को उत्पन्न करने के लिए शक्ति स्रोत की आवश्यकता होती है।

प्रश्न 4. एस्टर JES रेल-पथ परिपथ का प्रमुख लाभ क्या होता है?

उत्तर एस्टर JES रेल-पथ परिपथ का मुख्य लाभ यह है कि इसके द्वारा विद्युत रोधन पटरी जोड़ का निष्कासन करके प्रतिबाधा जोड़ को उपयोग में लाया जाना सम्भव हो जाता है।

प्रश्न 5. ज्युमॉन्ट रेल-पथ परिपथ के सिरों पर क्या लगाया जाता है?

उत्तर ज्युमॉन्ट रेल-पथ परिपथ के एक सिरे पर ट्रांसमीटर तथा दूसरे सिरे पर रिसीवर एवं रिले लगाए जाते हैं।

Scanned with CamScanner

खण्ड 'स' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

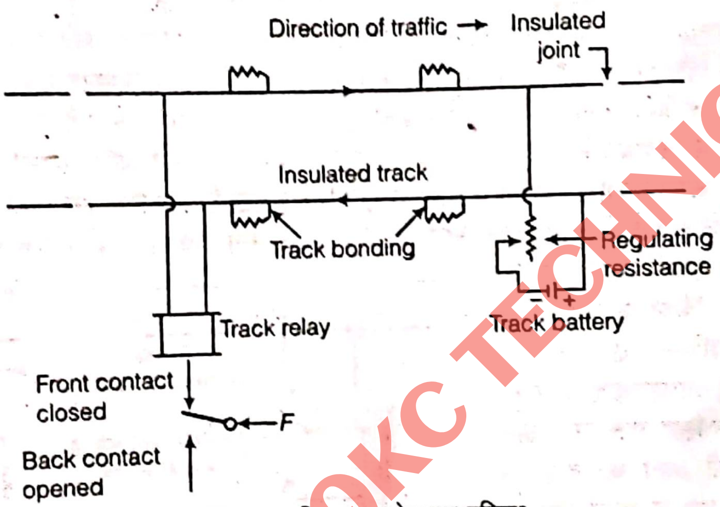
प्रश्न 1. एक दिष्ट धारा रेल-पथ परिपथ का कार्य सिद्धान्त समझाइए।

अथवा **डी०सी० ट्रैक सर्किट पर संक्षिप्त टिप्पणी दीजिए।** (2015)

अथवा **एक दिष्ट धारा ट्रैक परिपथ का सरल चित्र आरेखन कीजिए तथा इसकी कार्यविधि समझाइए।**

अथवा **ट्रैक-सर्किट क्या होता है? इसका क्या कार्य होता है? किसी डी०सी० ट्रैक-सर्किट की कार्यविधि का वर्णन कीजिए।** (2016)

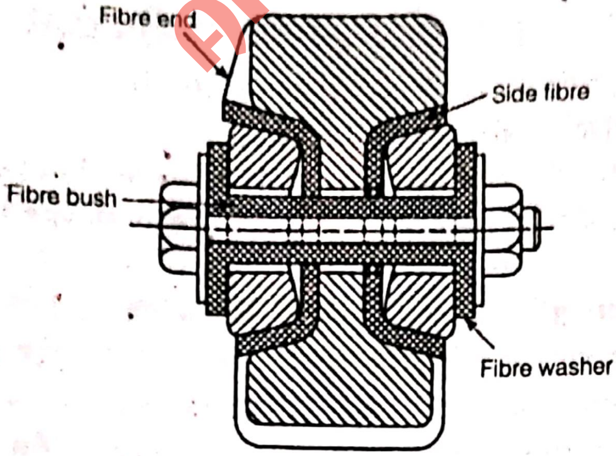
उत्तर **दिष्ट धारा रेल-पथ परिपथ** D.C. Track Circuit जैसा कि चित्र 7.1 में दर्शाया गया है, दिष्ट धारा रेल-पथ परिपथ में रेल-पथ का वह भाग होता है जोकि रेल-पथ से विशेष प्रकार के विद्युतरोधी जोड़ के द्वारा विद्युतरोधित रहता है। ये विशेष पटरी जोड़, टक्कर जोड़ के मध्य फाइबर के टुकड़े प्रयोग करके प्राप्त किये जाते हैं जैसा कि चित्र 7.2 में दर्शाया गया है। विद्युतरोधित भाग में समीप की पटरी से निरन्तरता (continuity) जोड़ (bond) के द्वारा प्राप्त की जाती है। ऐसा रेल-पथ का प्रतिरोध कम करने के लिए किया जाता है। दोनों पटरियों को परस्पर विद्युतरोधित रखने के लिए उन्हें लकड़ी की धरनों (sleepers) पर स्थापित किया जाता है तथा रेल-पथ रिले (track relay) को पटरियों के आर-पार (across), पटरियों के प्रारम्भिक सिरों पर संयोजित किया जाता है तथा इन पटरियों के दूसरे सिरों पर प्रतिरोध नियंत्रित दिष्ट धारा स्रोत को लगाया जाता है जैसा कि चित्र 7.1 में दर्शाया गया है।



चित्र 7.1 दिष्ट धारा रेल-पथ परिपथ

जब रेल-पथ पर कोई ट्रेन उपस्थित नहीं है तब परिपथ, रिले द्वारा पूर्ण होता है तथा परिपथ में धारा प्रवाहित होती है, जिससे रिले ऊर्जित होती है तथा इसका आर्मेचर आकर्षित होकर दो सम्पर्कों को परस्पर मिलाकर, सिगनल केबिन में, सूचक लैम्प को प्रकाशित कर देता है, परन्तु जब ट्रेन इस रेल के भाग (section of the track) पर आती है तब ट्रेन के पहिये तथा धुरे परस्पर मिलकर रिले कुण्डली के समान्तर शन्ट के समान कार्य करते हैं, जिससे रेल पुल कुण्डली में धारा का मान घट जाता है। ऐसा केवल उस समय होता है जब ट्रेन रेल-पथ (track) के विद्युतरोधित भाग पर पहुँचती है तथा रिले अऊर्जित (de-energised) दशा में आ जाती है इस दशा में सिगनल केबिन में पहले से प्रकाशित संकेतक लैम्प बुझ जाता है तथा दूसरा लैम्प प्रकाशित हो जाता है। रिले के ऊर्जित रहने की दशा में पहला लैम्प प्रकाशित होकर रेल-पथ के रिक्त एवं सुरक्षित दशा (safe condition) होने की सूचना देता है तथा रिले अऊर्जित होने पर दूसरा लैम्प प्रकाशित रेल-पथ के असुरक्षित होने अर्थात् खतरे की सूचना देता है। अब यदि बैटरी सप्लाई असफल (fail) होती है अथवा पटरी जोड़ में दरार (break in rail bond) उत्पन्न होती है तो ऐसी दशा में भी रिले अऊर्जित रहेगी तथा रिले द्वारा खतरे का संकेत मिलता रहेगा।

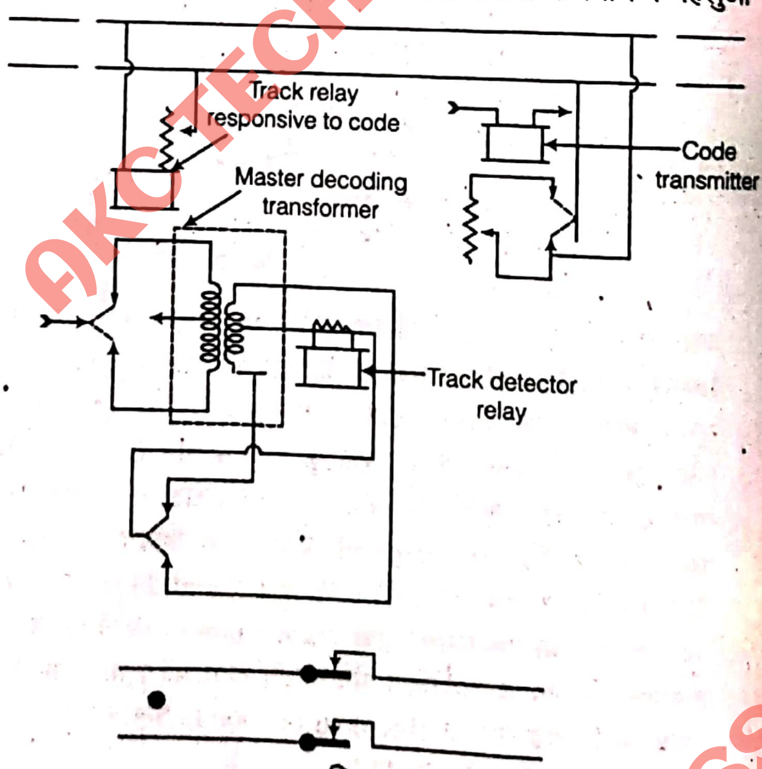
Scanned with CamScanner



चित्र 7.2 फाइबर विद्युतरोधित पटरी जोड़

प्रश्न 2. गूढ़ सांकेतिक रेल-पथ परिपथ के कार्य को समझाइए।

उत्तर • गूढ़ सांकेतिक रेल-पथ परिपथ Coded Track Circuit विकीर्ण धारा (stray current) की क्रिया के कारण दिष्ट धारा रेल परिपथ की लम्बाई सीमित होना दिष्ट धारा रेल परिपथ की मुख्य हानि थी, इस समस्या का एक हल अवरोधी दिष्टधारा सप्लाई (interupted d.c. supply) तथा गूढ़ सांकेतिक धारा के लिए उत्तरदायी रिले एवं विकीर्ण धाराओं (stray currents) को प्रतिरक्षित करना है। इस प्रकार का एक परिपथ चित्र 7.3 में दर्शाया गया है। पहले से ज्ञात दर की अवरोधी दिष्टधारा (interupted d.c.) रेल-पथ में गूढ़ संकेत ट्रांसमीटर द्वारा भेजी जाती है। रेल-पथ रिले जोकि इन गूढ़ संकेतों के लिए उत्तरदायी है, इन संकेतों को एक के बाद एक पकड़ती तथा छोड़ती है, इस क्रम में धारा डिकोडिंग ट्रांसफॉर्मर में नियंत्रित होती है। रेल-पथ का पता लगाने वाली रिले जोकि संकेत उत्तरदायी रेल-पथ रिले की स्थिर ऊर्जा पुनरावृत्ति करने वाली है, संकेत परिपथ को नियंत्रित करती है। यह रिले इस प्रकार नियंत्रित होती है। जब तक रेल-पथ रिले गूढ़ संकेत देती है, यह मुक्त रहती है। गूढ़ संकेत रेल-पथ परिपथ प्रकाश संकेतों के विभिन्न पहलुओं (aspects) को बिना केबल के ही नियंत्रित करने के लिए प्रयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, विभिन्न गूढ़ संकेतों को पटरी के एक सिरे से आवश्यकतानुसार हरे अथवा पीले प्रकाश के लिए भेजा जा सकता है जोकि रेल-पथ की आगे की दशा पर निर्भर करता है। रेल-पथ के दूसरे सिरे पर एक रिसीवर जुड़ा होता है जोकि इन गूढ़ संकेतों (coded signals) के लिए समस्वरित (tuned) होता है तथा यह हरा अथवा पीला प्रकाश संकेत दर्शाने के लिए उत्तरदायी होता है। यदि ट्रेन पथ पर खड़ी है तथा रिसीवर पथ के समान्तर जुड़ा है तब यह लाल प्रकाश वाले संकेत को दर्शायेगा। वास्तव में रिसीवर रेल-पथ के साथ सीधे ही नहीं जुड़ा होता, परन्तु इसको पटरी से संकेत प्रेरण द्वारा प्राप्त होता है, ये रिसीवर रेल-पथ से केबिन के मध्य जुड़े होते हैं तथा संकेतों को प्राप्त करके प्रकाश के रूप में



चित्र 7.3

Scanned with CamScanner

केबिन को भेजते हैं। पीले प्रकाश का संकेत चालक (driver) को इस बात का आभास कराता है कि अगला संकेत (next signal) हरा अथवा लाल प्रकाश दोनों में से किसी भी एक प्रकाश में हो सकता है। रेल-पथ में गूढ़ संकेतों की धाराएँ (currents of coded signals) पैनल पर उचित प्रकाश संकेत लैम्पों को ऑन करती हैं ताकि चालक को रेल-पथ के आगे की स्थिति की सूचना निरन्तर मिलती रहे, जैसाकि चालक इन संकेतों को प्राप्त करने के लिए इनके निकट सम्पर्क में रहता है तथा संकेत में कोई भी परिवर्तन उसे तुरन्त प्रकाश के रूप में प्राप्त हो जाता है। ट्रेन के लिए निरन्तर संकेत देने का यही सिद्धान्त है।

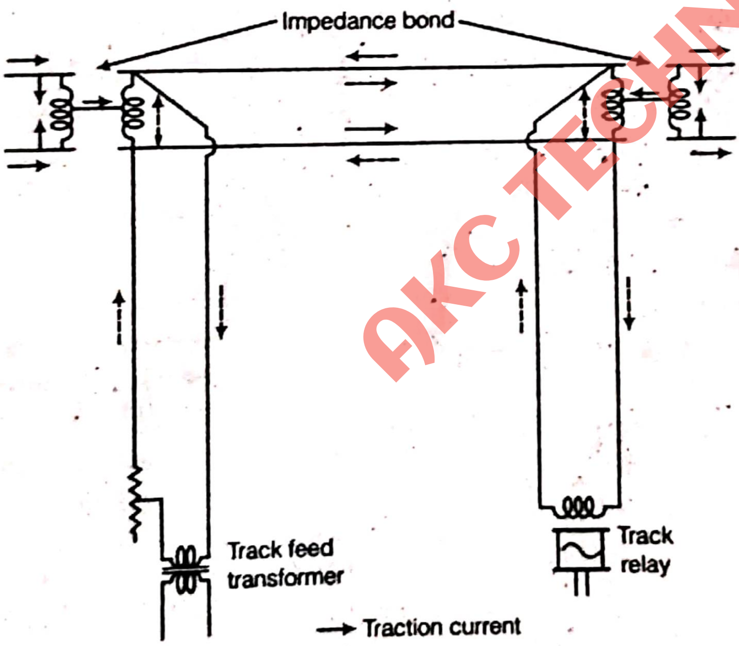
गूढ़ संकेत धाराओं (coded signal currents) को प्रयोग करने के ये लाभ हैं कि रेल परिपथ को लम्बा किया जा सकता है, उच्च ट्रेन शन्ट तथा पटरी के टूट जाने पर इसके प्रति सुधरा हुआ रक्षण प्राप्त किया जा सकता है।

प्रश्न 3. प्रत्यावर्ती धारा रेल-पथ परिपथ के क्या लाभ हैं? प्रत्यावर्ती धारा रेल-पथ में प्रतिबाधा जोड़ के कार्य बताइए।

उत्तर प्रत्यावर्ती धारा रेल-पथ परिपथ का मुख्य लाभ यह है कि इसका कार्य विकीर्ण धाराओं (stray currents) से पूर्ण रूप से प्रतिरक्षित (immune) बनाया जा सकता है, इस कारण से प्रत्यावर्ती धारा रेल-पथ परिपथ केन्द्रीय स्थान से 3 से 5 किमी दूर तक रेलवे विद्युतीकरण की दशा में कार्य करते हैं। प्रत्यावर्ती धारा रेल-पथ परिपथ सरल तथा संस्थापन एवं रख-रखाव के दृष्टिकोण से सस्ते होते हैं। ऐसे क्षेत्रों में जहाँ विद्युतीकरण किया गया है तथा वहाँ रेल-पथ धारा दोनों पटरियों के द्वारा आपस में लाई जा रही है, यह आवश्यक है कि ऐसे रेल-पथ में प्रतिबाधा जोड़ों का संस्थापन किया जाये जैसा कि चित्र 7.4 में दर्शाया गया है

प्रतिबाधा जोड़ (impedance bond) के कार्य निम्न हैं—

(i) विद्युतरोधी रेल-पथ से संकर्षण धारा को गुजारने के लिए निम्न प्रतिरोध पथ उपलब्ध कराना।
(ii) रेल-पथ की दो पटरियों के मध्य प्रत्यावर्ती धारा संकेत भेजने के लिए उच्च प्रतिबाधा का पथ उपलब्ध कराना।
(iii) विद्युतरोधी रेल-पथ परिपथ से संकेत धारा को प्रतिबन्धित (restricted) रखना।



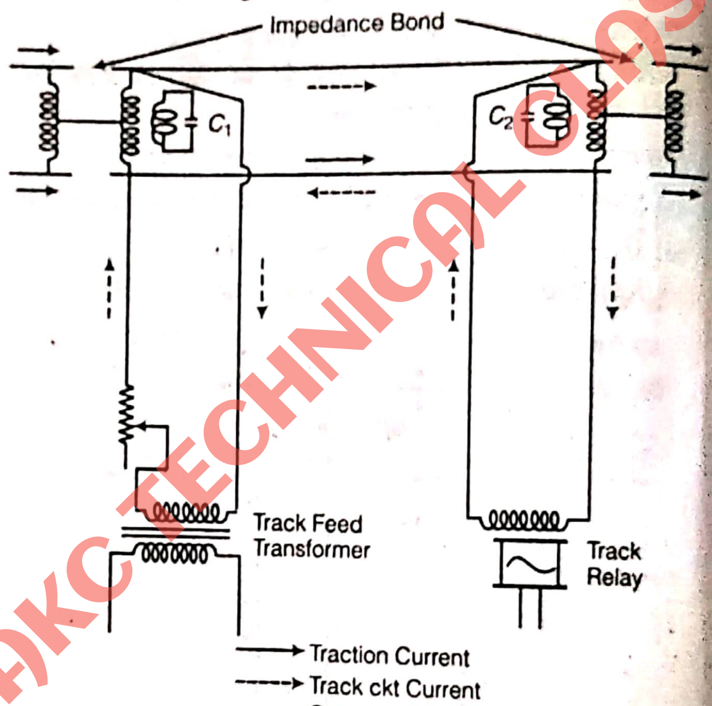
चित्र 7.4 प्रतिबाधा जोड़

प्रश्न 4. प्रत्यावर्ती धारा रेल-पथ में प्रतिबाधा जोड़ प्रणाली को समझाइए।

उत्तर प्रतिबाधा जोड़ निम्न प्रतिरोध की दो कुण्डलनें होती हैं जो कि एक इस्पात की क्रोड (iron core) पर एक-दूसरे के विपरीत दिशाओं में लपेटी गई हैं, इन कुण्डलनों के दो सिरे तथा केन्द्रीय सिरा (centre tapping) बाह्य संयोजनों

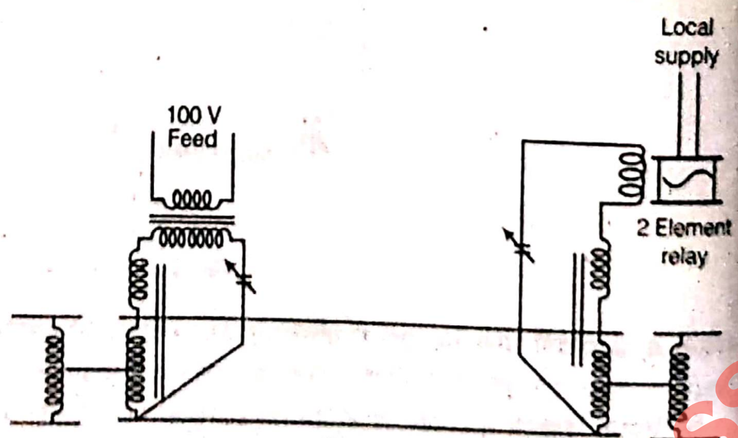
Scanned with CamScanner

(end connections) के लिए कुण्डलनों से बाहर निकाला जाता है। दिष्ट धारा संकर्षण की दशा में प्रत्येक कुण्डलन के आधे भाग में धारा प्रवाहित दिशा में प्रवाहित होती है। यदि संकर्षण धारा प्रत्येक पटरी में बराबर है तब कुण्डलन की क्रोड में कोई परिणामी फ्लक्स उत्पन्न नहीं होगा। पटरियों में असन्तुलित धारा की दिशा (एक पटरी का टूट जाना, पटरी का जोड़ उचित न होना अथवा पटरियों का प्रतिरोध असमान होना) में क्रोड संतृप्ति बिन्दु तक चुम्बकित होगी विशेष रूप से जब चुम्बकीय पथ का प्रतिघात निम्न होता है। यह ध्यान में रखना चाहिए कि प्रतिबाधा जोड़ उच्च प्रतिबाधा प्रत्यावर्ती धारा संकेत धारा के मार्ग में केवल उस समय अर्पित करता है जब चुम्बकीय पथ असंतृप्त रहता है। इसलिए दिष्ट धारा संकर्षण धारा के द्वारा क्रोड को चुम्बकीय संतृप्ति की स्थिति में पहुँचने से रोकने के लिए यह आवश्यक है कि चुम्बकीय परिपथ में वायु अन्तराल (air gap) छोड़ा जाये। यह वायु अन्तराल इस अनुपात में होना चाहिए कि असन्तुलित धारा 15 से 20% के क्रम में रहे तथा इस असन्तुलित धारा के कारण प्रतिबाधा कम न होने पाये। यदि संकर्षण कार्य प्रत्यावर्ती धारा के द्वारा किया जाता है तब प्रतिबाधा जोड़ में वायु अन्तराल छोड़ने की कोई आवश्यकता नहीं है क्योंकि असन्तुलन की दशा में एक कुण्डली उसके दूसरे अर्द्ध भाग की अपेक्षा अधिक धारा ग्रहण करती है तब यह कुण्डली के दूसरे अर्द्ध भाग में विद्युत वाहक बल उत्पन्न करती है जोकि धारा को समान करने का प्रयत्न करता है। यहाँ यह ध्यान में रखना चाहिए कि यदि प्रत्यावर्ती संकेत धारा (A.C. signalling current) के लिए जोड़ की प्रतिबाधा कम है तब यह अधिक चुम्बकीय धारा ग्रहण करेगी यह केवल रेल-पथ ट्रांसफॉर्मर पर अधिक भार ही नहीं होगा, परन्तु साथ ही रेल-पथ परिपथ (track circuit) के सम्पादन (performance) को भी दुर्बल कर देता है। इसको जीतने के लिए अनुनादी प्रारूपी जोड़ (resonated type bond) उपयोग में लाये जाते हैं जैसाकि चित्र 7.5 में दर्शाया गया है। चित्र 7.5 में दर्शाये गये संधारित्रों C_1 तथा C_2 की धारिता ऐसी चुनी जाती है कि पूर्ण परिपथ की प्रतिबाधा रेल-पथ ट्रांसफॉर्मर को प्राथमिक तथा द्वितीयक कुण्डलनों तथा प्रतिघात जोड़ सहित संधारित्र की धारिता के साथ अनुनाद (resonance) स्थापित करें। यह जोड़ की प्रतिबाधा को अधिकतम करता है। जोड़ के द्वारा ग्रहण की गई धारा की शक्ति गुणक (P.F.) इकाई (unity) होता है तथा लोड के द्वारा ग्रहण की गई धारा का आयाम न्यूनतम होता है। रेल-पथ ट्रांसफॉर्मर की द्वितीयक कुण्डलन, संधारित्र पर उच्च वोल्टता का प्रभाव डालती है, इसलिए संधारित्र की धारिता का मान निम्न होना चाहिए।



चित्र 7.5

चित्र 7.6 में ऑटोट्रांसफॉर्मर युग्मित प्रतिबाधा जोड़ (auto-transformer coupled impedance bond) को दर्शाया गया है। ऑटोट्रांसफॉर्मर की दो कुण्डलनें इस्पात क्रोड को कुण्डलित होती हैं। एक कुण्डलन में मोटे तार के कम वर्तन



चित्र 7.6

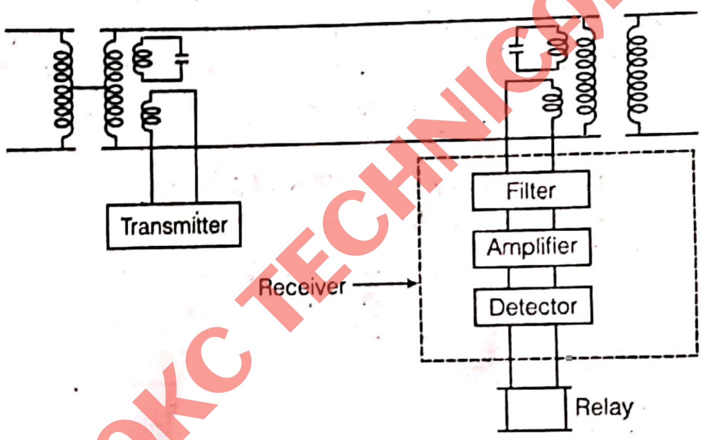
Scanned with CamScanner

(turns) लिपटे होते है तथा दूसरी कुण्डलन में पतले तार के अधिक वर्तन लिपटे होते हैं। मोटे तार से कुण्डलित दोनों ट्रांसफॉर्मरों की कुण्डलियों के सिरे रेल-पथ की पटरियों से संयोजित होते हैं, पतले तार से कुण्डलित कुण्डली सप्लाई लाइन की ओर उच्च वोल्टता को निम्न वोल्टता में परिवर्तित करके रेल-पथ की पटरियों के आर-पार प्रयुक्त करती है तथा पटरियों के दूसरे सिरे पर यह निम्न वोल्टता, रिले कुण्डली पर प्रयुक्त करने से पूर्व पुनः उच्च वोल्टता में परिवर्तित करके रिले कुण्डली पर प्रयुक्त की जाती है। इसलिए मोटे तार की कुण्डली से प्रवाहित होने वाली धारा रिले के प्रचालन के उपयोग में लाई जाती है। परिवर्ती संधारित्र की व्यवस्था करने से ट्रांसफॉर्मर परिपथ में रिले तथा फीड ट्रांसफॉर्मर दोनों ही की असन्तुलित संकर्षण धारा से क्षतिग्रस्त होने से रक्षा हो जाती है।

प्रत्यावर्ती धारा रेल-पथ परिपथ, दिष्ट धारा द्वारा विद्युतीकरण की गई लाइनों के लिए उपयोग किये जाते हैं। प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण में 50Hz की प्रत्यावर्ती संकर्षण धाराओं या इसके हार्मोनिक्स से उत्पन्न बाधा (interference) को रोकने के लिए रेल-पथ परिपथ (track circuit) में $83\frac{1}{2}$ Hz की प्रत्यावर्ती धारा सप्लाई उपयोग में लाई जाती है। इस प्रकार के रेल-पथ परिपथ का सम्पादन (performance) सन्तोषजनक होता है, परन्तु इनके निर्माण में व्यय अधिक आता है जैसाकि इनके लिए $83\frac{1}{2}$ Hz की पृथक् सप्लाई के लिए पृथक् प्रत्यावर्तक की आवश्यकता पड़ती है।

प्रश्न 5. ऑडियो आवृत्ति रेल-पथ परिपथ क्या है? समझाइए। (2013, 16)

उत्तर **ऑडियो आवृत्ति रेल-पथ परिपथ** Audio Frequency Track Circuit उन क्षेत्रों में जहाँ दिष्ट धारा तथा प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण लाइन पास-पास खड़ी हों, ऑडियो आवृत्ति परिपथ ऐसे स्थानों से सम्बन्धित हैं, जैसाकि चित्र 7.7 में दर्शाया गया है। इसमें रेल-पथ की दोनों पटरियाँ उपयोग में लाई जाती हैं। ट्रांसमीटर रेल-पथ परिपथ को अनुनादी प्रतिबाधा जोड़ (resonated impedance bond) द्वारा या तो मॉडुलेटिड सिगनल अथवा बिना मॉडुलेटिड सिगनल ऐसी आवृत्ति पर देता है, जोकि सप्लाई आवृत्ति के गुणांक नहीं हैं; जैसे—175, 225, 270 तथा 320 आदि की आवृत्तियाँ। यह सप्लाई आवृत्ति के हार्मोनिक्स को रेल-पथ की ऑडियो आवृत्ति में बाधा उत्पन्न होने को रोकने के लिए किया जाता है। संकेत प्राप्त करने के सिरे पर प्राप्त किये गये संकेत प्रतिबाधा जोड़ के द्वार शक्तिशाली बनाये जाते हैं तथा बैण्ड पास फिल्टर रेल-पथ संकेतों को पकड़ते हैं तथा उनको प्रवर्धक (amplifier) एवं रिसीवर की डिटेक्टर स्टेज को देते हैं।



चित्र 7.7 ऑडियो आवृत्ति रेल-पथ परिपथ

दिष्टकारित निर्गत दिष्ट धारा रेल-पथ रिले को ऊर्जित करता है जोकि तब तक अर्जित रहती है जब तक कि रेल-पथ रिक्त रहता है, परन्तु जैसे ही विद्युत रोधित पथ पर ट्रेन के प्रथम पहिये प्रवेश करते हैं वैसे ही रिले कुण्डली विचुम्बकित होकर तुरन्त ही आर्मेचर को मुक्त कर देती है जिससे लाल प्रकाश देने वाले सूचक लैम्प के प्रकाशित होने से ट्रेन के रेल-पथ पर पहुँचने की सूचना केबिन में मिल जाती है। रेल-पथ में असन्तुलित धारा की घटना (event) के समय प्रतिबाधा जोड़ ट्रांसफॉर्मर की द्वितीयक कुण्डलन में बाधा उत्पन्न करने वाली वोल्टता (interfering voltage) उत्पन्न हो जाती है, इस बाधा वोल्टता का आयाम प्रतिबाधा जोड़ ट्रांसफॉर्मर के संतृप्ति की निकट कार्य करने पर कम हो जाता है।

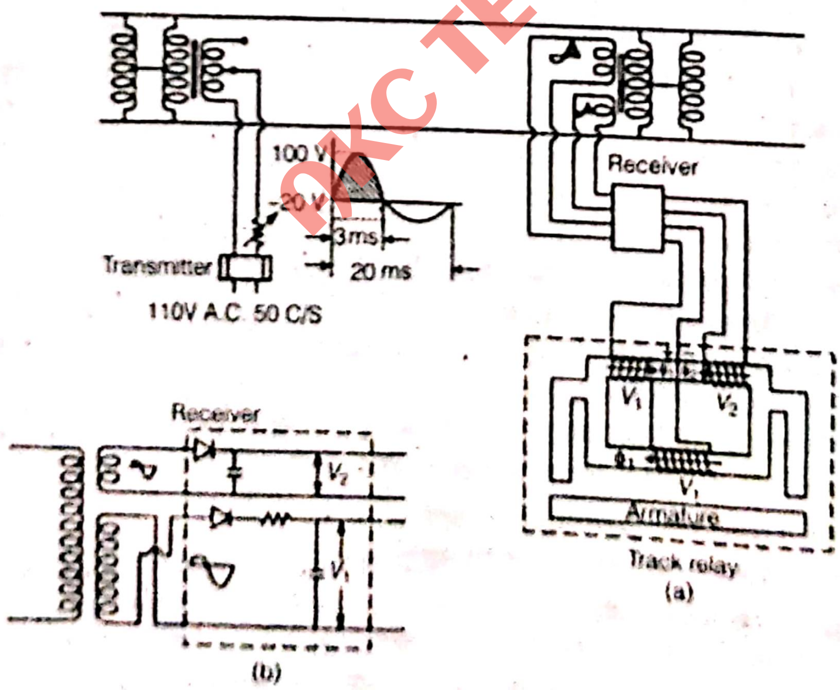
प्रश्न 6. निम्नलिखित परिपथ को विस्तारपूर्वक समझाइए—

(i) ज्युमॉन्ट रेल-पथ परिपथ, **(ii) एस्टर JES रेल-पथ परिपथ।**

उत्तर **(i) ज्युमॉन्ट रेल-पथ परिपथ** Jeumont Track Circuit इस प्रकार के परिपथ में पूर्व के ही समान रेल-पथ की पटरियों के दोनों सिरों पर विद्युत रोधित जोड़ होते हैं, जिनके एक सिरे पर ट्रांसमीटर तथा दूसरे सिरे पर रिसीवर एवं रिले होते हैं। इस परिपथ के उचित प्रकार से कार्य करने के लिए यह आवश्यक है कि पटरियों की सतह तथा ट्रेन के पहियों के मध्य सम्पर्क (contact) अच्छी प्रकार का होना चाहिए। वह घटक जोकि पटरियों तथा पहियों के मध्य के

Scanned with CamScanner

सम्पर्क को दुर्बल करते हैं वह घटक हैं, ट्रेन पहियों पर भार का कम होना, पटरियों तथा पहियों की सम्पर्क सतहों के मध्य रेल की परत, ग्रीज, ऑक्साइड अथवा अन्य अशुद्धियों का उपस्थित होना आदि है। जब ट्रेन विद्युतरोधी रेल-पथ पर उपस्थित हो उस समय अच्छे शंटिंग प्रभाव को सुनिश्चित करने के लिए यह आवश्यक है कि सम्पर्क प्रभाव को घटाया जाये, यह तब सम्भव हो सकता है जब ट्रेन के पहियों तथा पटरियों के मध्य उच्च धारा प्रवाहित की जाये। सम्पर्क (contact) से होकर उच्च धारा प्रवाहित करने से यह सम्पर्क क्षेत्रफल पर जमी हुई धूल की परत को पन्चर (puncher) कर देती है, ऐसा रेल-पथ परिपथ में उच्च वोल्टता को प्रयोग करके सम्भव हो सकता है। सामान्य रूप से रेल-पथ परिपथ में उच्च वोल्टता को प्रयोग नहीं किया जाता, क्योंकि उच्च वोल्टता प्रयोग करने से रेल-पथ के नीचे तथा दोनों साइडों में बिछाये गये पत्थर के टुकड़ों (ballast) से होकर ऊर्जा व्यय बहुत अधिक होगा। ज्युमॉन्ट रेल-पथ परिपथ में ऊर्जा शक्ति को अधिक व्यय किये बिना ही अच्छा शंटिंग प्राप्त किया जा सकता है जोकि एक विशेष प्रकार के ट्रांसमीटर को प्रयोग करके इसके द्वारा असमान तरंग रूप की उच्च वोल्टता इम्पल्स (impulse) उत्पन्न करके सम्भव है। इस तरंग का धनात्मक अर्द्ध भाग 100 वोल्ट तक 3 मिली सेकण्ड की अवधि के लिए बढ़ता है तथा ऋणात्मक अर्द्ध भाग 20 वोल्ट तक 10 मिली सेकण्ड की अवधि के लिए बढ़ता है जैसा कि चित्र 7.8 में दर्शाया गया है। ये तीन पल्स प्रति सेकण्ड की दर से दी जाती है। क्योंकि ट्रांसमीटर उच्च वोल्टता तरंग रूप का है जोकि 10 किलोवाट की शक्ति का आयाम निर्गत देने की क्षमता रखता है, यद्यपि औसत शक्ति व्यय केवल 45 वाट होता है। रिसीवर जोकि असमान तरंग रूप से समान तरंग रूप के दो भागों में अन्तर की पहचान करता है, प्रथम भाग असमान तरंग रूप से ऋणात्मक भाग का तथा दूसरा भाग केवल धनात्मक भाग का दिष्टकरण करता है। रिसीवर को निविष्ट (input) प्रदान करने वाले ट्रांसफॉर्मर की द्वितीयक कुण्डलन के प्रथम भाग में वर्तनों (turns) की संख्या दूसरे भाग की अपेक्षा अधिक होती है जिसे चित्र 7.8 (b) भाग में दर्शाया गया है। कम आयाम वाले ऋणात्मक अर्द्ध चक्र (low amplitude negative half cycle) उच्च आयाम वाले धनात्मक अर्द्ध चक्र वोल्टता V_2 की अपेक्षा अधिक वोल्टता की निर्गत देते हैं, जैसाकि चित्र 7.8 (a) भाग में दर्शाया गया है। रिसीवर की निर्गत सप्लाई को दो एलीमेन्ट वाली रेल-पथ रिले को, अवकलन कुण्डलनों (differential windings) सहित दी जाती है जिसे चित्र 7.8 (b) भाग में बिन्दुदार रेखा के अन्दर दर्शाया गया है। जब तक कि निर्गत वोल्टताओं V_1 तथा V_2 का अनुपात $\frac{V_1}{V_2} = K$ या इससे अधिक रहता है तब तक रिले ऊर्जित (energised) रहती है। अब ब्लॉक जोड़ के विद्युतरोधन के असफल (failure) होने की घटना घटने पर 50 Hz प्रत्यावर्ती धारा अथवा निकट के रेल-पथ परिपथ के कारण, रेल-पथ परिपथ के विपरीत दिशा में असफल होने को भी



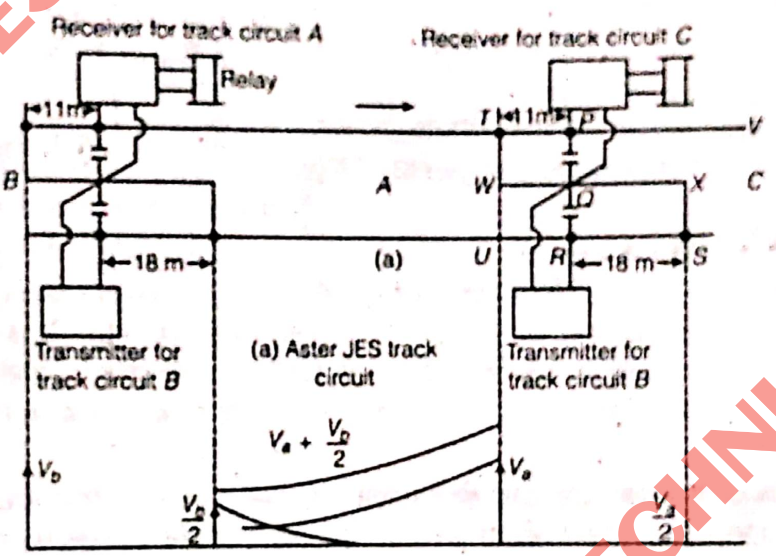
चित्र 7.8 असमान तरंग रूप उत्पन्न करने वाले ट्रांसमीटर का विद्युत परिपथ

PKC TECHNICAL CLASSES

Scanned with CamScanner

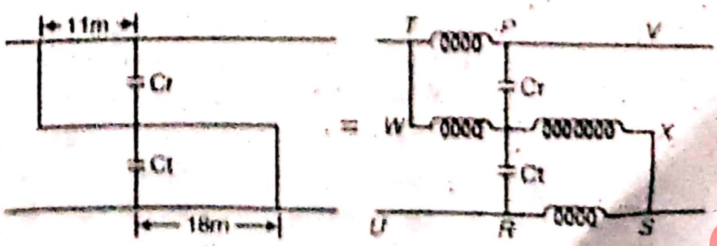
रोका जा सकता है। इस प्रकार का रेल-पथ परिपथ ताम्बरम यार्ड (tambaram yard) दक्षिणी रेलवे में स्वचालित संकेत भेजने में तथा कोलकाता शहर के चारों ओर उपयोग में लाया जाता है। यह रेल-पथ परिपथ ऐसे क्षेत्रों के लिए अधिक उपयुक्त है जहाँ प्रत्यावर्ती धारा तथा दिष्ट धारा संकर्षण लाइनें पास-पास संस्थापित होती हैं, इसके अतिरिक्त गुफाओं के लिए भी यह परिपथ उपयुक्त है।

(ii) एस्टर JES रेल-पथ परिपथ Aster JES Track Circuit वैल्ड किये हुए रेल-पथ की दिशा में परिपथ का पृथक्करण विद्युतरोधी ब्लॉक जोड़ के द्वारा सम्भव नहीं है, परन्तु यह कार्य विद्युत सीमा जोड़ (electric boundary joint) के द्वारा सम्भव है, जिसमें अस्वीकारक परिपथ की दो चरम सीमाओं पर साधारण उपयुक्त केबल जोकि इसको रेल-पथ पर 11 मीटर तथा 18 मीटर पर विपरीत और संयोजित करता है जहाँ रेल-पथ से संधारित्र जोड़े जाते हैं जैसा कि चित्र 7.9 में दर्शाया गया है।



चित्र 7.9

यह तकनीकी रूप से चित्र 7.10 में दर्शाये गये परिपथ के समतुल्य है। यदि संकेत बिन्दु Q तथा R पर दिया गया है तब परिपथ $QRSX$ समान्तर प्रतिबाधा परिपथ में समान व्यवहार करता है जिसमें धारिता C तथा RS एवं QX शाखाओं का प्रेरकत्व समान्तर में जुड़े हैं। अतएव यह परिपथ दिये गये संकेत (signal) की एक विशेष आवृत्ति पर अनुनाद (resonate) करेगा तथा अधिकतम प्रतिबाधा अर्पित (offer) करेगा। जबकि आवृत्ति f_2 तथा अन्य सभी आवृत्तियों पर इसकी प्रतिबाधा कम होगी, इसलिए यदि हम निकट के रेल-पथ को आवृत्ति f_1 तथा f_2 की आपूर्ति (supply) करेंगे तो बाधाओं (interference) की समस्या को कम किया जा सकता है। अब यदि हम वोल्टता V_a को बिन्दुओं Q तथा R के मध्य प्रयुक्त करें तब बिन्दु TU के आर-पार समान वोल्टता प्राप्त होगी लेकिन बिन्दु VS के आर-पार वोल्टता V_a की आधी वोल्टता अर्थात् $\frac{V_a}{2}$ वोल्टता उपलब्ध होगी, क्योंकि सम्पूर्ण वोल्टता V_a का वोल्टतापात दो समान प्रतिघात RS तथा XQ के आर-पार होगा। अतएव उपरोक्त उल्लेख से यह ज्ञात होता है कि ट्रांसमीटर से प्राप्त होने वाला रेल-पथ संकेत की ओर समान स्तर का भेजा जाता है, जबकि विपरीत दिशा की ओर यह घटकर आधा रह जाता है। JES रेल-पथ की सामान्य व्यवस्था तथा रेल-पथ के साथ वोल्टता का परिवर्तन चित्र 7.10 में यथाक्रम में दर्शाया गया है। रेल-पथ की लम्बाइयाँ RS तथा TP इस प्रकार चुनी जाती हैं ताकि ये निकट के रेल-पथ को पारस्परिक बाधाओं को रोकने के लिए भिन्न-भिन्न अनुनादी आवृत्ति प्रदान कर सकें।



चित्र 7.10

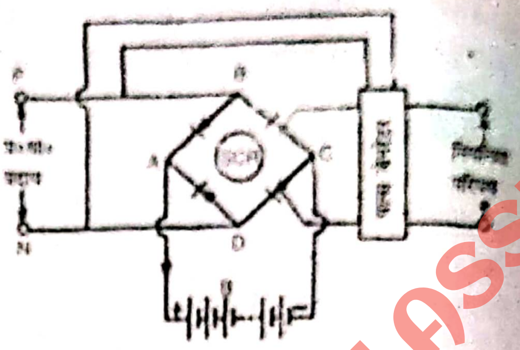
Scanned with CamScanner

इस रेल-पथ परिपथ का मुख्य लाभ यह है कि इसके द्वारा विद्युतरोधित पटरी जोड़ का निष्कासन करके प्रतिबाधा जोड़ को उपयोग में लाया जाना सम्भव हो जाता है।

प्रश्न 7. रेल परिपथ को विद्युतीकरण करने के लिए मुख्य एसेसरीज के नाम लिखिए तथा उनकी विवेचना कीजिए। **(2015)**

उत्तर रेल परिपथ का विद्युतीकरण करने हेतु प्रमुख एसेसरीज निम्नलिखित है—

1. दिष्टकारी Rectifier यह एक इलेक्ट्रॉनिक विधि है जिसमें उच्च ए०सी० वोल्टता को स्टेप डाउन ट्रांसफॉर्मर की सहायता से न्यून ए०सी० वोल्टता में परिवर्तित किया जाता है। तत्पश्चात् इस उपयुक्त व न्यून ए०सी० वोल्टता को दिष्टकारी द्वारा डी०सी० वोल्टता में परिवर्तित किया जाता है, जिससे बैटरी आवेशित की जाती है, जैसा कि चित्र में स्पष्ट है। यह विधि सरल व सस्ती है, इसलिए इस विधि का प्रयोग अति प्रचलित है। इस विधि के अन्तर्गत वोल्टता-नियन्त्रण ट्रांसफॉर्मर तथा अंश विभाजक (tap changer) द्वारा किया जाता है।



चित्र 7.11 बैटरी आवेशन के लिए सिलिकॉन नियन्त्रित दिष्टकारी परिपथ

2. संकर्षण मोटर्स Traction Motors

विद्युत संकर्षण कार्यों के लिए विभिन्न प्रकार की मोटर्स Different Types of Motors for Electric Traction विद्युत संकर्षण कार्यों के लिए मोटर का चयन निम्नवर्णित मोटर-अभिलक्षणों पर निर्भर करता है। परन्तु सभी गुण एक मोटर में विद्यमान नहीं होते हैं, संकर्षण कार्यों के लिए दिष्ट धारा श्रेणी मोटर, प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर तथा त्रिफेजी प्रेरण मोटर प्रयोग में लाई जाती है, परन्तु ये समान रूप से सभी प्रकार की संकर्षण सेवाओं के लिए उपयुक्त नहीं रहती।

(i) डी०सी० श्रेणी अथवा दिष्ट धारा श्रेणी मोटर्स D.C. Series Motors दिष्ट धारा श्रेणी मोटर्स की मुख्य विशेषता यह है कि ये निम्न गति पर उच्च बलाघूर्ण तथा उच्च गति पर निम्न बलाघूर्ण विकसित करती है, जोकि संकर्षण मोटर्स के लिए आवश्यक है। गाड़ी (ट्रेन) को त्वरित करने के लिए, उच्च प्रारम्भिक बलाघूर्ण आवश्यक है। दिष्ट धारा श्रेणी मोटर्स में (पूर्ण भार से दोगुने) अतिभार पर भी दिक्परिवर्तन (commutation) सबसे अच्छा रहता है, जिससे कार्बन ब्रशों को बार-बार बदलने की तथा दिक्परिवर्तक को बार-बार स्वच्छ (clean) करने की आवश्यकता नहीं होती। श्रेणी मोटर संकर्षण कार्यों के लिए 60-90 हॉर्स पावर तक बनाये जाते हैं। ये मोटर संरचना में सरल व मजबूत होते हैं। इनका प्रारम्भिक बलाघूर्ण उच्च होने तथा इनमें अतिभार सहने की क्षमता बहुत अधिक होने के कारण, ये सभी प्रकार की संकर्षण सेवाओं के लिए उपयुक्त होते हैं।

(ii) प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर्स A.C. Series Motors विद्युत संकर्षण कार्यों के लिए अनेक प्रकार की एक-फेजी मोटर्स प्रयोग की जाती हैं परन्तु समकारित प्रत्यावर्ती धारा श्रेणी मोटर (compensated A.C. series motor) अन्य मोटर्स की अपेक्षा अधिक उपयोगी है। इनकी प्रचालन वोल्टता 300 वोल्ट होती है तथा संकर्षण इंजन के लिए ये 725 r.p.m. तक की बनाई जा सकती है। मुख्य लाइन सेवाओं के लिए ये मोटर्स विभिन्न देशों तथा भारतवर्ष में सफलतापूर्वक प्रयोग की जा रही है।

(iii) त्रि-फेजी प्रेरण मोटर्स Three Phase Induction Motors अन्य मोटर्स की अपेक्षा त्रि-फेजी प्रेरण मोटर की संरचना सबसे सरल है परन्तु इनका प्रारम्भिक बलाघूर्ण दिष्ट धारा श्रेणी मोटर्स की अपेक्षा काफी कम होता है। इनका गति नियन्त्रण श्रेणी मोटर्स की अपेक्षा काफी जटिल है। इनमें ध्रुव परिवर्तन के द्वारा एक सीमित गति नियन्त्रण प्राप्त किया जा सकता है परन्तु सप्लाई आवृत्ति परिवर्तन द्वारा ही सूक्ष्म गति नियन्त्रण प्राप्त किया जा सकता है। क्योंकि इनकी प्रारम्भिक धारा अति उच्च होती है, अतएव प्रारम्भिक प्रचालन (starting operation) के लिए बड़े धारा नियन्त्रक की आवश्यकता पड़ती है। त्रि-फेजी प्रेरण मोटर्स का संकर्षण कार्यों के लिए उपयोग सीमित है, किन्तु कैण्डो संकर्षण प्रणाली (Kando traction system) में इनका प्रयोग किया जाता है।

Scanned with CamScanner

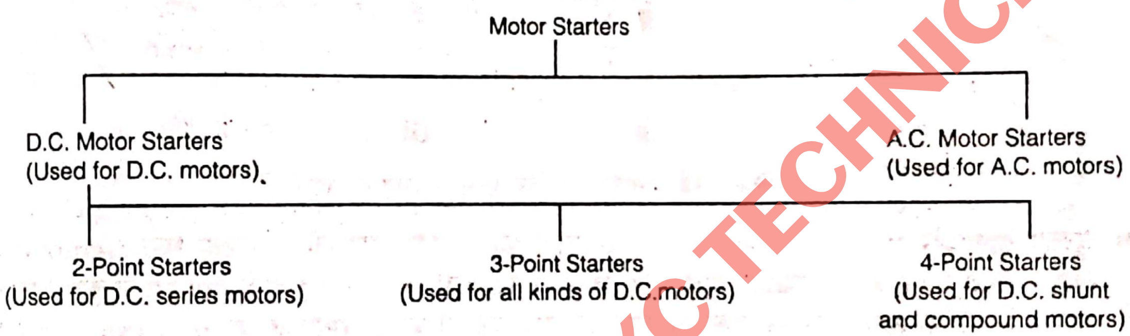
3. **परिपथ वियोजक** Circuit Breaker परिपथ वियोजक एक ऐसा स्वचालित स्विच है जो अपेक्षित परिस्थितियों (requisite conditions) [प्रसामान्य (normal) एवं असामान्य (abnormal)] में परिपथ के योजन (making) एवं वियोजन (breaking) का कार्य सम्पन्न करता है।

4. **ट्रांसफॉर्मर** Transformer ट्रांसफॉर्मर, प्रत्यावर्ती विद्युत का एक स्थैतिक साधन है, जो विद्युत की वोल्टता को बदलता है। जब यह न्यून वोल्टता को उच्च वोल्टता में बदलता है, तब यह स्टेपअप ट्रांसफॉर्मर कहलाता है और जब यह उच्च वोल्टता को न्यून वोल्टता में बदलता है, तब यह स्टेपडाउन ट्रांसफॉर्मर कहलाता है। विद्युत के विभिन्न क्षेत्रों में ट्रांसफॉर्मर का प्रयोग मूलतः वोल्टता परिवर्तन के लिए होता है, ताकि किसी विद्युत शक्ति प्रणाली में लगे हुए यन्त्र, उपयन्त्र, उपस्कर, उपकरण, आदि प्रयुक्तियों को वांछनीय वोल्टता प्राप्त हो सके।

5. **बैटरी** Battery इंजन को गति देने के लिए प्रयुक्त दिष्ट धारा मोटर की विद्युत की आपूर्ति संचायक बैटरी (storage battery) द्वारा की जाती है। बैटरी प्रयुक्त करने वाली चालन प्रणाली बैटरी विद्युत चालन कहलाती है। क्योंकि बैटरी मोटर को लम्बे समय के लिये विद्युत की आपूर्ति करने में असमर्थ रहती है, अतएव इस प्रणाली का उपयोग कम समय में ही पूर्ण होने वाले कार्यों; जैसे—शंटिंग भार सेवा आदि के लिये किया जाता है। इस प्रणाली में गति परास (speed range) सीमित है, तब भी इस प्रकार के चालन (drive) का भार कम होने तथा गति नियन्त्रण यन्त्र रचना (speed control mechanism) सरल होने के कारण इसकी सेवा अवधि कम होने पर भी इसका उपयोग रेलवे सेवाओं के लिए किया जाता है।

6. **मोटर्स के प्रवर्तक या स्टार्टर** Motors Starter वह विद्युत युक्ति, जिसकी सहायता से प्रदायी वोल्टता को नियन्त्रित करके, मोटर को सफलतापूर्वक स्टार्ट किया जाता है, मोटर स्टार्टर कहलाता है।

मोटर प्रवर्तकों का वर्गीकरण Classification of Motor Starters



वह विद्युत युक्ति, जिसके द्वारा प्रदायी वोल्टता (supply voltage) को नियन्त्रित करके मोटर को सफलतापूर्वक प्रवर्त (start) किया जाता है, मोटर स्टार्टर कहलाता है। मूलरूप से स्टार्टर निम्नलिखित दो प्रकार के होते हैं—

(i) **प्रत्यावर्ती धारा मोटर स्टार्टर** A.C. Motor Starter वह प्रवर्तक, जो ए०सी० मोटर को प्रवर्त करने का कार्य करता है; ए०सी० मोटर स्टार्टर कहलाता है।

(ii) **दिष्ट धारा मोटर स्टार्टर** D.C. Motor Starter वह स्टार्टर, जो डी०सी० मोटर को प्रवर्त (start) करने का कार्य करता है, डी०सी० मोटर स्टार्टर कहलाता है। यह निम्नलिखित तीन प्रकार के होते हैं

(a) **द्वि-बिन्दु स्टार्टर** Two Point Starter वह डी०सी० स्टार्टर, जिसमें सम्बन्धन के लिए केवल दो बिन्दु (*A-L*) होते हैं, द्वि-बिन्दु स्टार्टर कहलाता है। इसका प्रयोग प्रायः डी०सी० सीरीज मोटर को प्रवर्त करने के लिए होता है।

(b) **त्रि-बिन्दु स्टार्टर** Three Point Starter वह डी०सी० स्टार्टर, जिसमें सम्बन्धन के लिए तीन बिन्दु (*Z-A-L*) होते हैं, त्रि-बिन्दु स्टार्टर कहलाता है। इसका प्रयोग प्रायः सभी प्रकार की डी०सी० मोटर्स को प्रवर्त करने के लिए होता है।

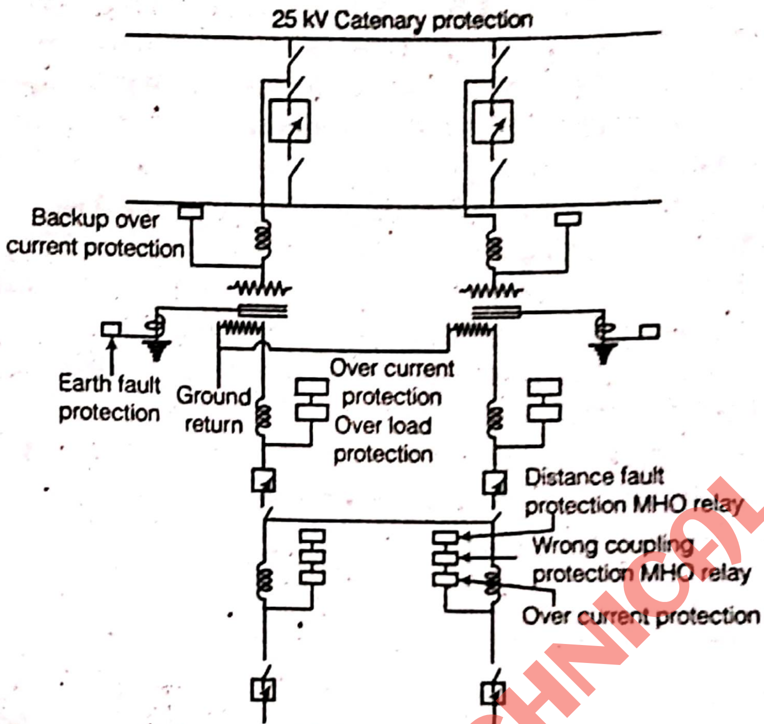
(c) **चार-बिन्दु स्टार्टर** Four Point Starter वह डी०सी० स्टार्टर, जिसमें सम्बन्धन के लिए चार बिन्दु (*Z-A-N-L*) होते हैं, चार-बिन्दु स्टार्टर कहलाता है। इसका प्रयोग प्रायः डी०सी० शंट तथा कम्पाउण्ड मोटर्स को प्रवर्त (start) करने के लिए होता है।

Scanned with CamScanner

7. रक्षी रिलेज Protective Relays प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण प्रणाली में निम्न दो प्रकार की रक्षण प्रणालियाँ प्रयोग में लाई जाती हैं—

1. ट्रांसफॉर्मर रक्षण प्रणाली,
2. 25 kV कैटेनरी रक्षण प्रणाली।

उपरोक्त दोनों ही प्रकार की रक्षण प्रणालियों को नीचे चित्र 7.12 में दर्शाया गया है।



चित्र 7.12 ट्रांसफॉर्मर के लिए सुरक्षा व्यवस्था का प्रदर्शन

8. बूस्टर ट्रांसफॉर्मर Booster Transformer प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण प्रणाली में वापसी धारा (return current) जोकि विद्युत रेल इन्जन से प्रवाहित होती है या रेल-पथ की पटरी से प्रवाहित होती है तथा इसका कुछ भाग धारा के रूप में निकट के भूमि खण्ड से होकर भू-मार्ग द्वारा सब-स्टेशन के भू-सम्पर्कित चालक (earth electrode) को पहुँचता हैं। इन भू-धाराओं के कारण निकट की संचार लाइनों (communication lines) में बाधा (interference) उत्पन्न होती हैं। इस प्रकार की बाधा को कम-से-कम करने के लिए भू-धाराओं को प्रतिबन्धित (restricted) मार्ग से प्रवाहित होने के लिए बाध्य किया जाता है। यह कार्य बूस्टर ट्रांसफॉर्मर के माध्यम से पूर्ण किया जाना सम्भव है। बूस्टर ट्रांसफॉर्मर में 1 : 1 अनुपात की दो कुण्डलनें (windings) होती है, जिसकी प्राथमिक कुण्डलन सम्पर्क तार (contact wire) के श्रेणी में संयोजित होती है। प्राथमिक कुण्डलन से जो कुछ भी धारा की मात्रा प्रवाहित होती है उसके द्वारा द्वितीयक कुण्डलन में समान धारा को सन्तुलित करने की आवश्यकता होती है। जिससे विचलन पथों (stray paths) से होकर प्रवाहित होने वाली धाराओं की मात्रा घट जाती है।

प्रश्न 8. ट्रेन के धुरों को गिनने की प्रणाली का सामान्य सिद्धान्त समझाइए।

उत्तर **धुरों का गिनना** Axle Counting यह देखा गया है कि रेल-पथ परिपथ आधुनिक शक्ति संकेत देने की प्रणाली (modern power signalling) का आधार है। यह इस बात का सीधा संकेत देता है कि रेल-पथ पर ट्रेन खड़ी है अथवा यह रिक्त है। रेल-पथ परिपथ में दुनिया के अनेक देशों में पटरियों के आधार के रूप में लकड़ी के स्लीपर प्रयोग में लाये जाते हैं तथा लकड़ी की विशेष कमी (shortage) के कारण आजकल इस्पात के ढले हुए तथा प्रबलित कंक्रीट-सीमेंट के द्वारा निर्मित बहुतायत से प्रयोग में लाये जा रहें हैं। इस स्थिति में रेल-पथ की स्थिति को दर्शाने के लिए अन्य विधियों की आवश्यकता होती है जिनमें से धुरों को गिनने की एक ऐसी विधि है जोकि केवल घटाने (inference) के द्वारा रेल-पथ की स्थिति को दर्शाती है। धुरों को गिनने की प्रणाली का मौलिक सिद्धान्त यह है कि यदि रेल-पथ के

उस भाग में जिसकी स्थिति प्रणाली द्वारा दर्शायी जानी है, में ट्रेन के प्रवेश हुए कुल धुरों की संख्या रेल-पथ के उस भाग से बाहर जाने वाले कुल धुरों की संख्या के बराबर है, तब इसका अर्थ यह है कि रेल-पथ अब रिक्त हो चुका है। इस प्रणाली में अग्रलिखित मौलिक उपकरण सम्मिलित रहते हैं—

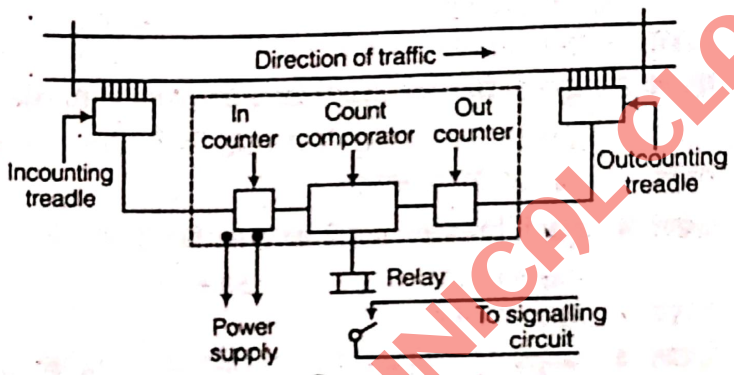
(i) एक डिटेक्टर या पायदान (treadle) की आवश्यकता होती है जो कि रेल-पथ के प्रारम्भ या अन्तिम सिरों पर लगा होता है। यह रेल-पथ के एकदम निकट लगा होता है। डिटेक्टर का कार्य उसके ऊपर से गुजरने वाले प्रत्येक धुरे के साथ एक पल्स (pulse) उत्पन्न करना है।

(ii) पल्स को प्राप्त करने तथा गिनने वाली युक्तियाँ तथा धुरों के प्रवेश होने तथा बाहर जाने पर दोनों प्रकार की पल्सों का अन्तर ज्ञात करने वाली युक्ति की आवश्यकता होती है।

(iii) जबकि दोनों गिनने वाली युक्तियाँ एक केन्द्रित स्थान पर स्थित होती हैं। अतएव इन युक्तियों को पायेदानों (treadles) से संयोजित करने के लिए एक-एक केबिन की आवश्यकता होती है।

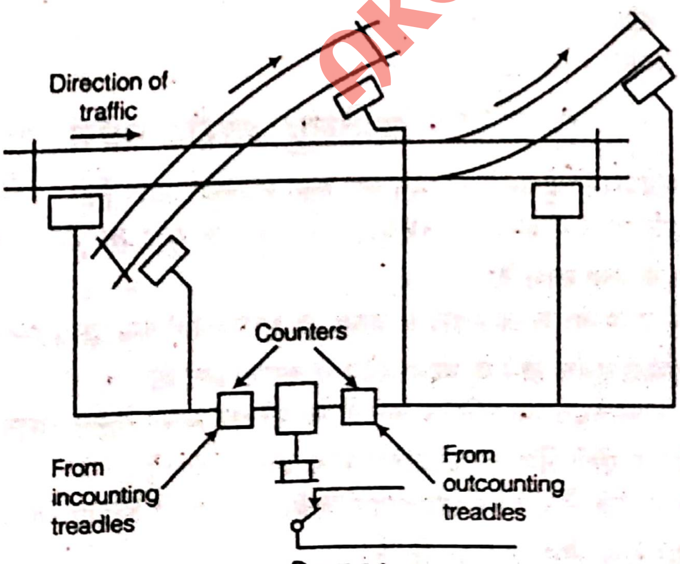
(iv) इम्पल्स को उत्पन्न करने के शक्ति स्रोत (power supply) की आवश्यकता होती है।

(v) रेल-पथ के भाग की अन्तिम स्थिति को दर्शाने के लिए कि, रेल-पथ पर ट्रेन खड़ी है अथवा पथ रिक्त है, इसकी सूचना संकेत देने की प्रणाली तक भेजने का कार्य रिले द्वारा होता है। रिले कुण्डली के ऊर्जित होने के कारण रिले आर्मेचर ऊपर उठाई गयी स्थिति (picked up position) में होता है, तब रिले यह दर्शाती है कि रेल-पथ भाग रिक्त है तथा जब आर्मेचर नीचे की ओर गिरने की स्थिति में (drop off position) में होता है। तब रिले यह दर्शाती है कि रेल-पथ के भाग पर ट्रेन खड़ी है। रेल-पथ के भाग (section of track) पर धुरों को गिनने के लिए उपयोग में लाये जाने वाले सभी उपकरणों को चित्र 7.13 में ब्लॉक चित्र द्वारा दर्शाया गया है।



चित्र 7.13

रेल-पथ के उस भाग में जहाँ दूसरा रेल-पथ पहले रेल-पथ की पथ मुख्य लाइन से 30° से 60° पर मुड़ रहा हो, धुरों को गिनने के लिए उपयोग में लाई जाने वाली प्रणाली के रेखाचित्र (ले-आऊट) को चित्र 7.14 में दर्शाया गया है।



चित्र 7.14

Scanned with CamScanner

8 सुपरवाइजरी रिमोट कन्ट्रोल
Supervisory Remote Control

खण्ड 'अ' : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQ)

प्रश्न 1. निम्न में से रिमोट कन्ट्रोल का लाभ है—

(a) यह अल्पययी है
(b) इसके द्वारा प्रचालन शीघ्र होता है
(c) (a) तथा (b) दोनों
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

उत्तर (c) (a) तथा (b) दोनों

प्रश्न 2. दूरवर्ती नियन्त्रण प्रणाली का प्रयोग कितने किलो-वोल्ट के विद्युतीकरण के लिए किया जाता है?

(a) 25 किलो-वोल्ट (b) 50 किलो-वोल्ट (c) 33 किलो-वोल्ट (d) 11 किलो-वोल्ट

उत्तर (a) 25 किलो-वोल्ट

प्रश्न 3. दूरवर्ती नियन्त्रण प्रणाली का प्रयोग कितने हर्ट्ज के विद्युतीकरण के लिए किया जाता है?

(a) 30 हर्ट्ज (b) 50 हर्ट्ज (c) 40 हर्ट्ज (d) 25 हर्ट्ज

उत्तर (b) 50 हर्ट्ज

प्रश्न 4. अनुकरण करने वाले चित्र पर निम्न में से कौन-सी अतिरिक्त सुविधाएँ उपलब्ध होती हैं?

(a) प्रत्येक नियन्त्रित अवस्थान पर उपकरणों की सही स्थिति को ज्ञात करने के लिए "सामान्य जाँच नॉब" उपलब्ध रहती है।
(b) मिमिक चित्र पर लैम्पों के परीक्षण के लिए एक नॉब होती है जिसे दबाने से मिमिक चित्र पर लगे सभी लैम्पों के सही दशा में होने का परीक्षण हो जाता है।
(c) मिमिक चित्र पर अलार्म रिसेट नॉब उपलब्ध होती है।
(d) उपरोक्त सभी।

उत्तर (d) उपरोक्त सभी।

खण्ड 'ब' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. उच्च वोल्टता परिपथ वियोजकों का नियन्त्रण कहाँ से किया जाता है?

उत्तर उच्च वोल्टता परिपथ वियोजकों का नियन्त्रण रिमोट कन्ट्रोल केन्द्र के द्वारा किया जाता है।

प्रश्न 2. रिमोट कन्ट्रोल के क्या लाभ हैं?

उत्तर रिमोट कन्ट्रोल से दो प्रकार के लाभ होते हैं; प्रथम यह अल्पययी है तथा दूसरा इसके द्वारा प्रचालन शीघ्र होता है।

प्रश्न 3. केबल लाइन संकेत दुर्बल होने के कौन-कौन से कारक होते हैं?

उत्तर केबल परिपथ में परावैद्युत एवं प्रतिरोध हानियों के परिणामस्वरूप केबल लाइन संकेत दुर्बल हो जाते हैं।

प्रश्न 4. घोषणा खिड़की के पीछे लैम्प का प्रकाशित होना क्या दर्शाता है?

उत्तर घोषणा खिड़की के पीछे लैम्प का प्रकाशित होना किसी विशेष प्रकार के दोष उत्पन्न होने की सूचना देता है।

प्रश्न 5. लाल प्रकाश देने वाला लैम्प क्या दर्शाता है?

उत्तर लाल प्रकाश देने वाला लैम्प चैनल के कार्य न करने की सूचना देता है।

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

खण्ड 'स' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

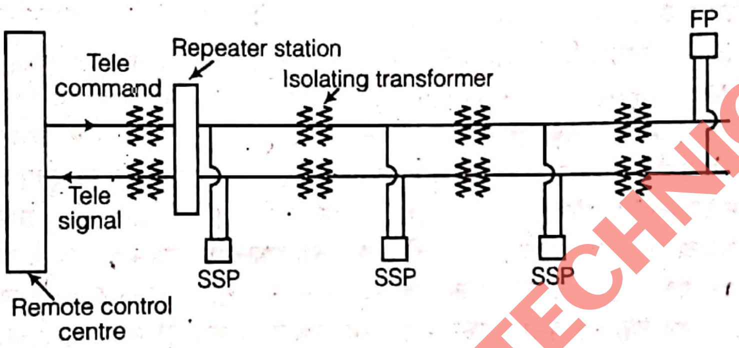
प्रश्न 1. परिवीक्षणयुक्त दूरस्थ नियन्त्रण प्रणाली से आप क्या समझते हैं? इस प्रणाली के क्या-क्या लाभ हैं?

अथवा **दूरस्थ रिमोट कन्ट्रोल प्रणाली (remote control system) पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।**

अथवा **दूरस्थ नियन्त्रण प्रणाली से क्या तात्पर्य है?** **(2016)**

अथवा **दूरस्थ नियन्त्रक से क्या-क्या कार्य लिए जा सकते हैं? समझाइए।** **(2018)**

उत्तर **रिमोट कन्ट्रोल की प्रणाली** System of Remote Control दूरवर्ती नियन्त्रण प्रणाली का प्रयोग 25 किलोवोल्ट 50 हर्ट्ज (Hz) के विद्युतीकरण के लिए किया जाता है। 25 किलोवोल्ट 50 हर्ट्ज प्रत्यावर्ती धारा शिरोपरि लाइन के भागों के नियन्त्रण के लिए प्रयुक्त होती है। यह आवाज आवृत्ति संकेतों (voice frequency signals) के संचरण (transmission) के द्वारा प्रचालित (operate) होती है। इस प्रणाली में दिष्टधारा गूढ़ संकेत (coded D.C. pulses) जोकि उपयोगी सूचनाएँ रखते हैं। 420 से 2460 हर्ट्ज परास के ध्वनि आवृत्ति संकेत मॉडुलेटेड कैरियर धारा द्वारा बनाये जाते हैं तथा प्रत्येक 120-120 हर्ट्ज के निरन्तर पृथक्कीकरण द्वारा 18 चैनल प्राप्त होते हैं, जिससे हम तारों के एक जोड़े के द्वारा एक ही समय में 18 केन्द्र (stations) नियन्त्रित कर सकते हैं, जबकि साधारण नियन्त्रण प्रणाली में प्रत्येक खम्भे (post) नियन्त्रण के लिए एक जोड़ा पायलेट तारों की आवश्यकता होती है। रिमोट कन्ट्रोल प्रणाली में जो ध्वनि आवृत्ति संकेत प्रयुक्त होते हैं, उनमें स्विचों के प्रचालन से संक्रमण धारा (transit current) के द्वारा चुम्बकीय प्रेरण द्वारा बाधाएँ (disturbances) उत्पन्न नहीं होतीं।



चित्र 8.1 रिमोट कन्ट्रोल प्रणाली का योजना बद्ध एक रेखीय चित्र

उपरोक्त वर्णित कारण से इस प्रकार की नियन्त्रण प्रणाली प्रत्यावर्ती धारा द्वारा विद्युतीकरण किये गये रेल पथों पर अपरिवर्तनीय रूप से (invariably) उपयोग में लायी जाती है। दूसरी ओर दूरवर्ती नियन्त्रण प्रणाली में दिष्ट धारा नियन्त्रण संकेत प्रयुक्त होते हैं तथा उन्हें सीधे ही सुपरवाइजरी लाइन पर संचरित (transmitted) किया जाता है तथा इन्हें दिष्ट धारा द्वारा विद्युतीकरण की गई रेल-पथ पर उपयोग किया जाता है। ऐसा इसलिए किया जाता है क्योंकि इससे प्रेरित विद्युत वाहक बल (electro motive force) उत्पन्न होने तथा इसके परिणाम स्वरूप खराब प्रचालन होने का भय नहीं रहता। आवृत्ति मॉडुलेटेड ध्वनि आवृत्ति के प्रयोग से टेलीग्राफ उपकरणों की आवश्यकता नहीं पड़ती जिससे दिष्ट धारा संकर्षण के लिए यह प्रणाली उपयुक्त तथा अधिक किफायती (अल्पव्ययी) सिद्ध हुई है। रिमोट कन्ट्रोल प्रणाली में ध्वनि आवृत्ति संकेत प्रयुक्त होते हैं तथा एक जोड़ा तार प्रयुक्त होता है। इस प्रकार ध्वनि आवृत्ति के एक जोड़ा तार को संवाद नियन्त्रक (telecommand) कहते हैं, एक जोड़ा संवाद नियन्त्रक तार रिमोट कन्ट्रोल केन्द्र (remote control centre) से संवाद संकेत नियन्त्रित अवस्थान (telesignal controlled post) को तथा दूसरा जोड़ा तार संवाद नियन्त्रित अवस्थान से रिमोट कन्ट्रोल केन्द्र तक वापस ले जाता है। तारों का प्रत्येक जोड़ा अधिकतम 18 केन्द्रों (stations) को नियन्त्रित कर सकता है। 25 किलो वोल्ट प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण लाइन के प्रेरण प्रभाव के कारण संवाद नियन्त्रण तारों से देशान्तरीय प्रेरित वोल्टता (longitudinal induced voltage) उत्पन्न होने के प्रभाव को सीमित रखने के लिए, केबल परिपथ में पृथक्कारी ट्रांसफॉर्मर (isolating transformer) प्रत्येक 10-15 किमी के मध्यान्तर (interval) पर लगाये जाते हैं। केबल परिपथ में परावैद्युत एवं प्रतिरोध हानियों के परिणाम स्वरूप केबल लाइन संकेत

Scanned with CamScanner

(signals) दुर्बल हो जाते हैं जिन्हें 30-50 किमी के मध्यान्तर पर ध्वनि आवृत्ति को दोहराने वाले केन्द्र (voice frequency repeaters) लगाकर सुधारा जाता है।

रिमोट कन्ट्रोल के लाभ Advantages of Remote Control रिमोट कन्ट्रोल से दो प्रकार के लाभ हैं—प्रथम यह अल्पव्ययी (economical) है तथा दूसरा इसके द्वारा प्रचालन शीघ्र होता है। यह अल्पव्ययी इसलिए है, क्योंकि इसके द्वारा नियन्त्रित विद्युत उप-केन्द्र तथा नियन्त्रण खम्भे (control posts) पर देख-रेख करने वाले व्यक्तियों (attendents) की आवश्यकता नहीं होती जिसके परिणाम स्वरूप पारिश्रमिक भुगतान पर व्यय बहुत कम आता है। प्रचालन (operation) की दृष्टि से यह इसलिए अच्छा है, क्योंकि पूर्ण मार्ग के प्रत्येक नियन्त्रण खम्भे के कार्य की देख-रेख का कार्य एक ही केन्द्रीय नियन्त्रण स्टेशन से किया जा सकता है जिसके कारण सम्पूर्ण प्रणाली का आपसी समन्वय (co-ordination) सम्भव है, किसी नियन्त्रण कार्य के लिए टेलीफोन पर सूचनाएँ एक स्थान से दूसरे स्थान को भेजी जाती हैं। मानव द्वारा सुनने एवं समझने के द्वारा होने वाली सम्भावित त्रुटियों को रिमोट कन्ट्रोल प्रणाली को अपनाकर पूर्णतया रोका जा सकता है। इसके अतिरिक्त निर्देशों का निष्पादन (execution) तीव्रता से किया जा सकता है, इसलिए रिमोट कन्ट्रोल केन्द्र के द्वारा स्विचिंग प्रचालन (switching operations) शीघ्रता से सुरक्षित व निश्चित रूप से तथा अल्पव्ययी विधि से होता है।

प्रश्न 2. अनुकरण करने वाले चित्र (mimic diagram) को विस्तार से समझाइए।

उत्तर **अनुकरण करने वाला चित्र** Mimic Diagram 25 किलोवोल्ट शिरोपरि संरचना के लिए पावर सप्लाई व्यवस्था रिमोट कन्ट्रोल केन्द्र में छोटे पैमाने पर दर्शायी गई है। केन्द्र का प्रत्येक उपकरण जोकि रिमोट कन्ट्रोल द्वारा नियन्त्रित होता है; जैसे—परिपथ वियोजक, अवरोधक (circuit breaker, interruptor) आदि अनुकरण चित्र पर नियन्त्रण भिन्नता स्विच (control discrepancy switch) DS से दर्शाया जाता है। परिपथ वियोजक अथवा अवरोधक (interruptor) को बन्द करने अथवा खोलने (closing or tripping) के लिए संवाद नियन्त्रक को विरोध स्विच (DS) द्वारा संचरित किया जाता है। जब विरोध स्विच बसबार (busbar) के साथ लाइन से जुड़ा होता है तब यह मिमिक चित्र पर परिपथ वियोजक की बन्द स्थिति (closed position) को दर्शाता है तथा जब (DS) प्रथम स्थिति से 90° पर होता है तब यह परिपथ वियोजक की मिमिक चित्र पर खुली स्थिति को दर्शाता है। मिमिक चित्र में केन्द्रीय सूचक बार (central indicating bar) पर प्रत्येक DS के लिए एक-एक सूचक लैम्प (indicating lamp) लगा होता है, जब यह सूचक लैम्प प्रकाशित होता है, तब यह DS तथा उपकरण की सही स्थिति के मध्य भिन्नता (discrepancy) को दर्शाता है। कुछ अदूरवर्ती नियन्त्रित उपकरण (non-remote controlled apparatus) पृथक्कारी हस्त चालित स्विचों द्वारा दर्शाये जाते हैं। ये स्विच नकली स्विच (dummy switch) कहलाते हैं, क्योंकि ये स्विच रिमोट कन्ट्रोल प्रणाली से नियन्त्रित नहीं होते तथा ये DS से भिन्न प्रकार के होते हैं। ये रेल-पथ जोकि विद्युत शक्ति से ऊर्जित हैं मिमिक चित्र पर अर्द्ध पारदर्शक शीट से बनी पट्टी (perpex sheet strip) पर दर्शाये जाते हैं। कैटेनरी चालकों के प्रत्येक भाग के लिए एक-एक सूचक लैम्प लगाया जाता है। यदि कैटेनरी के किसी भाग में वोल्टता शून्य हो जाती है तब मिमिक चित्र पर कैटेनरी के उस भाग से सम्बन्धित लैम्प प्रकाशित हो जाता है। प्रणाली के सामान्य रूप से कार्य करते रहने की दशा में मिमिम चित्र पर लगे दोष को दर्शाने वाले लैम्प अप्रकाशित स्थिति (dark position) में रहते हैं तथा जैसे ही किसी भाग में दोष उत्पन्न होता है उस भाग से सम्बन्धित सूचक लैम्प मिमिक चित्र पर तुरन्त ही प्रकाशित होकर, उस भाग में दोष उत्पन्न होने की सूचना प्रचालक (operator) को देता है।

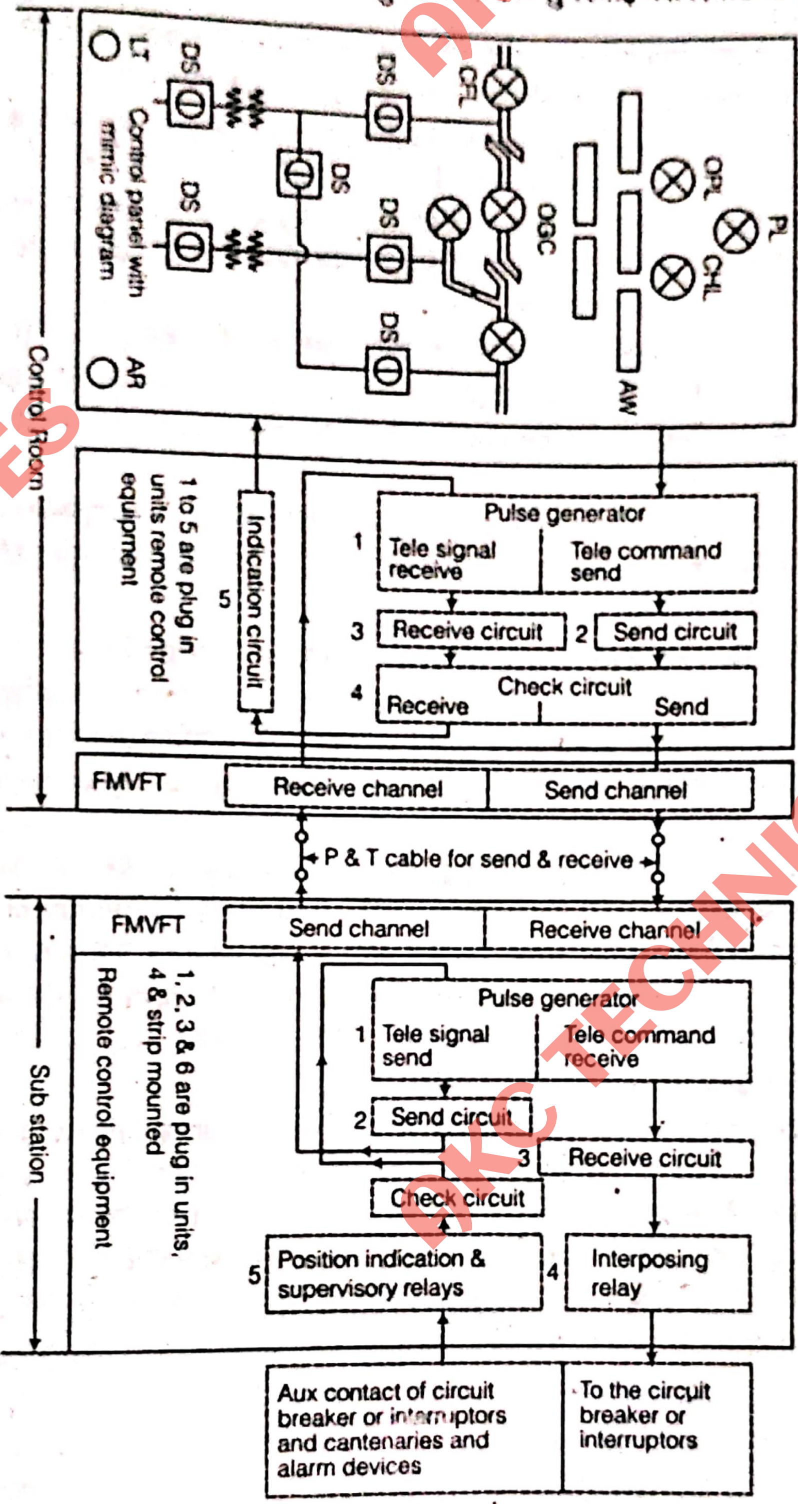
उपरोक्त व्यवस्था के अतिरिक्त मिमिक चित्र पर प्रत्येक नियन्त्रण के लिए निम्न अलार्म सूचनाएँ तथा सुपरवाइजरी सुविधाएँ उपलब्ध होती हैं। अनुकरण करने वाले चित्र (mimic diagram) को चित्र 8.2 में दर्शाया गया है।

(i) लाल प्रकाश देने वाला लैम्प चैनल के कार्य न करने की सूचना देता है। इस लैम्प को मिमिक चित्र में (CHL) से दर्शाया जाता है। जैसा कि चित्र 8.2 में दर्शाया गया है।

(ii) हरा प्रकाश देने वाला लैम्प 'प्रचालन उन्नति पर है' (operation in progress) की सूचना देता है। इस लैम्प को मिमिक चित्र पर (OPL) से दर्शाया जाता है।

(iii) दूधिया प्रकाश (milkey light) देने वाला लैम्प उस समय प्रकाशित होता है जब किसी केन्द्र से अलार्म प्राप्त होता है अर्थात् उस केन्द्र पर असामान्य स्थिति उत्पन्न हो चुकी है, अलार्म इस बात की सूचना देता है। इस लैम्प को मिमिक चित्र पर (PL) से दर्शाया जाता है।

Scanned with CamScanner



चित्र 8.2 Mimic diagram

(iv) घोषणा खिड़कियाँ (announciation windows) प्रत्येक अवस्थान (post) के लिए दोष की प्रकृति को दर्शाती है। जब खिड़की के पीछे लैम्प प्रकाशित होता है, तब किसी विशेष प्रकार के दोष उत्पन्न होने की सूचना प्रकाश के रूप में प्राप्त होती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

Scanned with CamScanner

प्रश्न 3. अनुकरण करने वाले चित्र पर कौन-कौन सी अतिरिक्त सुविधाएँ उपलब्ध होती हैं?

उत्तर अनुकरण करने वाले चित्र पर निम्नलिखित अतिरिक्त सुविधाएं उपलब्ध होती हैं—

(i) प्रत्येक नियन्त्रित अवस्थान (controlled post) पर उपकरणों की सही स्थिति को ज्ञात करने के लिए "सामान्य जाँच नॉब" (general check key) उपलब्ध रहती है। जब इस नॉब को दबाया जाता है तब नियन्त्रण संकेत (command) प्रश्न के रूप में नियन्त्रण केन्द्र से भेजा (transmit) जाता है तथा वापसी नियन्त्रण संकेत द्वारा उत्तर के रूप में परिपथ वियोजक, कैटेनरी, बैटरी सप्लाई तथा सहायक सप्लाई की दशा ज्ञात हो जाती है। मिमिक चित्र पर सामान्य जाँच नॉब को (GC) से दर्शाया जाता है।

(ii) मिमिक चित्र पर लैम्पों के परीक्षण के लिए एक नॉब (key) होती है जिसे दबाने (press) से मिमिक चित्र पर लगे सभी लैम्पों के सही दशा में होने का परीक्षण हो जाता है, क्योंकि मिमिक चित्र पर यदि लैम्प अप्रकाशित स्थिति में हो तो उपकरणों की सामान्य स्थिति का आभास होता है। इस परीक्षण नॉब (key) को मिमिक चित्र पर (LT) से दर्शाया जाता है।

(iii) मिमिक चित्र पर अलार्म रिसेट नॉब (alarm reset knob) उपलब्ध होती है। संकर्षण शक्ति नियन्त्रण (TPC) को इस योग्य करती है कि यह किसी भी अलार्म को पहचान सके तथा उसे निरस्त कर सके जोकि संकेतों के रूप में नियन्त्रण केन्द्र पर पहुँच रहा है।

प्रश्न 4. संकर्षण शक्ति नियन्त्रण डेस्क (desk of TPC) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर यह मेज (desk) पूर्ण मिमिक चित्र के मध्य स्थान पर स्थित रहती है तथा इस पर अनेक दूरसंचार सुविधाएँ; जैसे—लाउडस्पीकर, टेलीफोन आदि TPC परिपथ में जुड़े रहते हैं। इसके अतिरिक्त संकर्षण रेल नियन्त्रण परिपथ में आपात कालीन नियन्त्रण परिपथ तथा रिंगिंग के साथ प्रतिनिधित्व नियन्त्रण (deputy control with ringing) सुविधाएँ उपलब्ध रहती हैं।

नियन्त्रण डेस्क पर अलार्म को निरस्त करने के लिए दो नॉब (key) होती हैं जिनमें एक आने वाले संकेत की पहचान करती है तथा उसे निरस्त करती है। दूसरी नॉब नियन्त्रण केन्द्र की बैटरी सप्लाई की निम्न वोल्टता की पहचान करती है तथा उसे निरस्त करती है। निम्न वोल्टता सूचना को प्राप्त करने के लिए डेस्क पर एक बजर (buzzer) तथा लाल प्रकाश देने वाले लैम्प लगे होते हैं तथा एक तीसरा सूचक लैम्प डेस्क पर लगा होता है जोकि आवश्यकता पड़ने पर सूचक लैम्पों के सही दिशा में होने की सूचना देता है, इसे परीक्षण लैम्प कहते हैं।

प्रश्न 5. रिमोट कन्ट्रोल केन्द्र पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।

उत्तर किसी रेलवे विद्युतीकरण योजना में बहुत अधिक संख्या में परिपथ वियोजक नियन्त्रण खम्भों (control posts) पर स्थापित रहते हैं। इन स्विच गियरों का फैलाव बहुत अधिक होने के कारण इनका नियन्त्रण प्रचालकों (operators) के द्वारा टेलीफोन सूचनाओं के आधार पर होता है। इस प्रकार स्विचिंग स्टेशन पर टेलीफोन सूचनाओं के आधार पर परिपथ वियोजकों तथा विद्युत उपकरणों के नियन्त्रण में समय अधिक व्यय होता है जिससे ट्रैफिक के प्रचालन (operation) में बाधा उत्पन्न होती है। अतएव उच्च वोल्टता परिपथ वियोजकों का नियन्त्रण रिमोट कन्ट्रोल केन्द्र (remote control centre) द्वारा किया जाता है।

Scanned with CamScanner

9 पटरी तथा वापसी पथ
Rail and Return Path

खण्ड 'अ' : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQ)

प्रश्न 1. सिगनलिंग केबल में वोल्टता कितने प्रकार से प्रेरित होती है?
(a) तीन (b) दो (c) चार (d) पाँच

उत्तर (b) दो

प्रश्न 2. सिगनलिंग केबल में वोल्टता निम्न में से किससे प्रेरित होती है?
(a) स्थैतिक विद्युत प्रेरण द्वारा
(b) विद्युत चुम्बक प्रेरण द्वारा
(c) (a) व (b) दोनों
(d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (c) (a) व (b) दोनों

प्रश्न 3. निम्न में से कौन-सा/से कारक केबल चालक में प्राथमिक तथा द्वितीयक प्रेरित विद्युत वाहक बलों को प्रभावित करता है/करते हैं—
(a) शिरोपरि सम्पर्क तार तथा पटरियों के सापेक्ष केबल चालक की आपेक्षिक स्थिति
(b) पटरी तथा पटरी के आस-पास की भूमि में प्रवाहित होने वाली कुल संकर्षण धारा का अनुपात
(c) केबल आचरण में से प्रवाहित होने वाली वापसी धारा की मात्रा
(d) उपरोक्त सभी

उत्तर (d) उपरोक्त सभी

प्रश्न 4. सीसे की तुलना में ऐलुमिनियम की अधिक चालकता के कारण ऐलुमिनियम का घटाव कारक सीसे का कितना गुना होता है?
(a) $\frac{1}{2}$ गुना (b) $\frac{1}{3}$ गुना (c) $\frac{1}{5}$ गुना (d) $\frac{1}{8}$ गुना

उत्तर (c) $\frac{1}{5}$ गुना

प्रश्न 5. वोल्टता वृद्धि की सीमा दूरसंचार केबल (शॉर्ट सर्किट) की स्थिति में कितने VRMS निश्चित की गयी है?
(a) 230 VRMS (b) 330 VRMS (c) 530 VRMS (d) 430 VRMS

उत्तर (d) 430 VRMS

प्रश्न 6. वोल्टता वृद्धि की सीमा सामान्य अधिकतम धारा की स्थिति में कितने VRMS निश्चित की गयी है?
(a) 430 VRMS (b) 60 VRMS (c) 100 VRMS (d) 130 VRMS

उत्तर (b) 60 VRMS

प्रश्न 7. प्रेरित वोल्टता के मान को सीमित करने के लिए कौन-से कदम उठाए गए हैं?
(a) शिरोपरि लाइनों के स्थान पर दूरसंचार लाइनें केबल के द्वारा ले जायी जाती हैं।
(b) लम्बी दूरसंचार लाइनों की बूस्टर ट्रांसफॉर्मर के द्वारा लम्बाई घटायी जाती है।
(c) यदि सम्भव हो सके तो शिरोपरि दूरसंचार लाइन का संस्थापन विद्युत रेल पथ से दूर करना चाहिए।
(d) उपरोक्त सभी

उत्तर (d) उपरोक्त सभी

AKC TECHNICAL CLASSES
Scanned with CamScanner

प्रश्न 8. दो बूस्टर ट्रांसफॉर्मरों के मध्य पथ पर पटरियों को निम्न में से किससे संयोजित किया जाता है?

(a) पटरी संयोजित बूस्टर ट्रांसफॉर्मर द्वारा (b) वापसी फीडर सहित बूस्टर ट्रांसफॉर्मर द्वारा
(c) (a) व (b) दोनों (d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (b) वापसी फीडर सहित बूस्टर ट्रांसफॉर्मर द्वारा

प्रश्न 9. ऋणात्मक बूस्टर के द्वारा पटरी पथ में वोल्टतापात कितने वोल्ट/किमी की दर से सीमित बनाए रखती है?

(a) 5 वोल्ट/किमी (b) 6 वोल्ट/किमी (c) 7 वोल्ट/किमी (d) 8 वोल्ट/किमी

उत्तर (c) 7 वोल्ट/किमी

खण्ड 'ब' : अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. जब सम्पर्क तार में लोड धारा प्रवाहित होती है तब यह सम्पर्क तार के चारों ओर कौन-सा क्षेत्र उत्पन्न करती है?

उत्तर जब सम्पर्क तार में लोड धारा प्रवाहित होती है तब यह सम्पर्क तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है।

प्रश्न 2. शिरोपरि लाइनों के स्थान पर दूर संचार लाइनें किसके द्वारा ले जायी जाती हैं?

उत्तर शिरोपरि लाइनों के स्थान पर दूर संचार लाइनें केबल के द्वारा ले जायी जाती हैं।

प्रश्न 3. केबल के जीवनकाल को प्रभावित करने वाले कौन-से कारक होते हैं?

उत्तर केबल का जीवनकाल बुरे मौसम, तेज हवाओं तथा प्राकृतिक कम्पनों के कारण प्रभावित होता है तथा इनका जीवनकाल कम हो जाता है।

प्रश्न 4. स्क्रीन प्रभाव किस पर निर्भर करता है?

उत्तर स्क्रीन प्रभाव स्क्रीन से प्रवाहित होने वाली धारा पर निर्भर करता है।

प्रश्न 5. भू-धाराओं का वितरण तथा परिमाण किन बातों पर निर्भर करता है?

उत्तर भू-धाराओं का वितरण तथा परिमाण स्थानीय दशाओं तथा मिट्टी की प्रतिरोधकता पर निर्भर करता है।

खण्ड 'स' : लघु एवं दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. विद्युत रेल संकर्षण केबलों में उत्पन्न प्रेरित वोल्टता के क्या कारण हैं? वर्णन कीजिए।

अथवा **स्थैतिक विद्युत प्रेरण के द्वारा सिगनलिंग केबल में विद्युत वाहक बल किस प्रकार प्रेरित होते हैं? समझाइए।**

अथवा **विद्युत चुम्बक प्रेरण द्वारा सिगनलिंग केबल तथा दूर-संचार लाइन में विद्युत वाहक बल किस प्रकार प्रेरित होता है? समझाइए।**

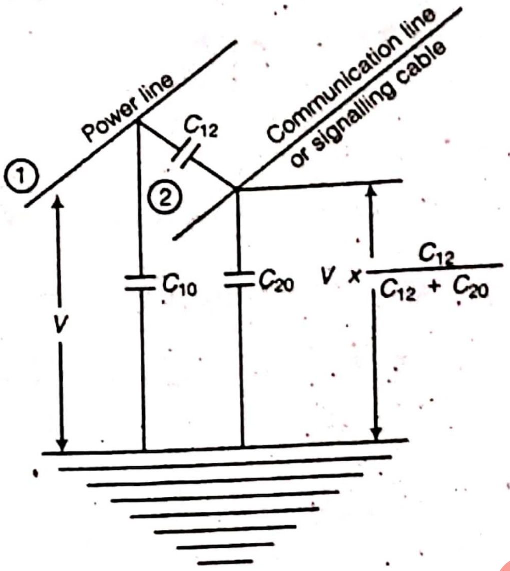
उत्तर दूरसंचार परिपथों (communication circuits) से सम्बन्ध हार्मोनिक्स (harmonics) तथा उच्च आवृत्ति धाराओं (high frequency current) से उत्पन्न होने वाली बाधाओं (interferences) से रहता है यह बाधाएँ दूर-संचार परिपथों को बहुत अधिक प्रभावित करती हैं। विद्युत रेलपथों के साथ नियन्त्रण संकेत ले जाने वाले परिपथ (signaling circuits) का सम्बन्ध केबल में उत्पन्न होने वाली सभी वोल्टताओं के अन्तिम परिमाण (final magnitude) से होता है।

सिगनलिंग केबल में वोल्टता निम्न दो प्रकार से प्रेरित होती है—

(i) स्थैतिक विद्युत प्रेरण द्वारा सिगनलिंग केबल में स्थैतिक विधि द्वारा विद्युत वाहक बल उच्च वोल्टता सम्पर्क तार तथा भू (high voltage contact wire and earth) के मध्य वोल्टता के हल्के उतार-चढ़ाव के परिणामस्वरूप विद्युत स्थैतिक बल में परिवर्तन के कारण उत्पन्न होता है। चित्र 9.1 के अनुसार इस वोल्टता का परिणाम (magnitude) सम्पर्क तार तथा सिगनलिंग केबल के मध्य की धारिताओं के आपेक्षित मान $[C_{12}]$ तथा सिगनलिंग केबल एवं भू $[C_{20}]$ तथा पावर लाइन की वोल्टता पर निर्भर करता है। यदि सम्पर्क तार तथा भू के मध्य वोल्टता V है तब सिगनलिंग केबल तथा भू के मध्य वोल्टता $= V \times \dfrac{C_{12}}{C_{12} + C_{20}}$ होगी।

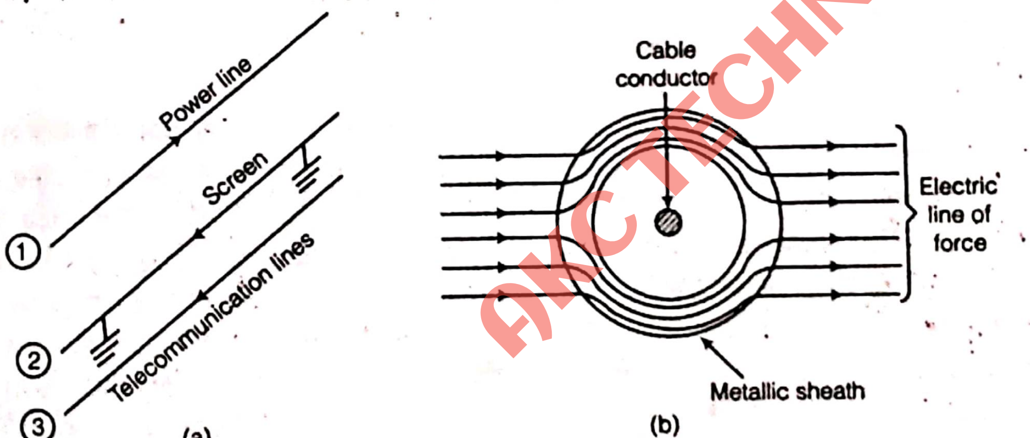
Scanned with CamScanner

भारतीय रेलवे प्रयोगात्मक रूप में प्राय: सिगनलिंग केबल भूमि में लगभग एक मीटर गहरा तथा रेल से लगभग तीन मीटर अन्तर दूरी पर ले (lay) करता है। सिगनलिंग केबल के भूमिगत होने की दशा में जब केबल अच्छे भू सम्पर्क के बहुत निकट होगा ऐसी स्थिति में C_{20} का मान C_{12} की तुलना में अधिक होगा, अतएव स्थैतिक विद्युत प्रेरण द्वारा प्रेरित विद्युत वाहक बल का परिमाण बहुत कम (negligible) होगा इसलिए ऐसी स्थिति में धातु आवरण (metal sheathing) को सिगनलिंग केबल पर चढ़ाने की आवश्यकता नहीं रहती है। जैसाकि चित्र 9.2 (a) में दर्शाया गया है।



चित्र 9.1

भारतीय रेलवे में सिगनलिंग केबल को भूमि के ऊपर 0.5 मीटर से 1.75 मीटर ऊँचाई पर भी प्रयोग किया जाता है। ऐसी दशा में स्थैतिक विद्युत प्रेरित वोल्टता 1000 वोल्ट तक बढ़ सकती है। ऐसी स्थिति में सिगनलिंग केबल के चारों ओर आरमरिंग (armouring) के रूप में धातु आवरण (कवच) को प्रयोग करना अत्यन्त आवश्यक है तथा इस आवरण के प्रारम्भिक तथा अन्तिम सिरों को अच्छे भू सम्पर्कित इलेक्ट्रोड से संयोजित किया जाना चाहिए। हम जानते हैं कि यद्यपि आवेश, खोखले चालक (hollow conductor) की बाह्य सतह पर रहता है तथा खोखले चालक की आन्तरिक सतह पर कोई विद्युत क्षेत्र नहीं होता, वर्तमान स्थिति में सिगनलिंग केबल चालक के चारों ओर खोखला धातु आवरण (metal sheath) भीतरी ओर केबल चालक (cable conductor) के लिए स्क्रीन (screen) का कार्य करता है तथा सभी बाह्य विद्युत बल रेखाओं को केबल चालक से दूर मोड़ देता है जैसा कि चित्र 9.2 (b) में दर्शाया गया है।



चित्र 9.2

उपरोक्त को ध्यान में रखकर यदि विचार किया जाये तब हमें ज्ञात होता है कि भूमि के ऊपर प्रयोग में लाये जाने वाले केबल का बुरे मौसम, तेज हवाओं तथा प्राकृतिक कम्पनों के कारण जीवन काल (life) कम हो जाता है तथा धातु आवरण (screen) युक्त के बिल धातु आवरण के भार के कारण भूमि के ऊपर लटकाकर ले जाने में शीघ्र कमजोर हो जाता है। इसलिए सिगनलिंग केबल भूमिगत ले (lay) करते हुए प्रयोग किये जाने पर उपरोक्त सभी असुविधाओं तथा हानियों से मुक्त रहते हैं।

(ii) विद्युत चुम्बक प्रेरण द्वारा जब सम्पर्क तार में लोड धारा प्रवाहित होती है तब यह सम्पर्क तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। यह चुम्बकीय क्षेत्र निकट के विद्युत परिपथों में विद्युत वाहक बल (e.m.f.) प्रेरित (induce) करता है। इस प्रकार दूरसंचार तथा सिगनलिंग लाइनों में लम्बाई के साथ वोल्टता (longitudinal

Scanned with CamScanner

voltage) उत्पन्न होती है। अब हम उन पहलुओं पर विचार करेंगे जिनको प्रयोग में लाये जाने पर दूरसंचार एवं सिगनलिंग लाइनों में प्रेरित वोल्टता के परिमाण को घटाया जा सकता है। यह है केवल धातु आवरण (screen), अतिरिक्त भू-सम्पर्कित चालक या पटरी (additional earthed conductor or rail)।

यदि पावर लाइन में धारा I_1 प्रवाहित हो रही है तथा M विभिन्न लाइनों के मध्य पारस्परिक प्रेरण (mutual inductance) है तब स्क्रीन में प्रेरित वोल्टता $= I_1 M_{12}$ तथा स्क्रीन में धारा $= \frac{I_1 M_{12}}{Z_{23}}$ होगी चित्र 9.2 (a) के अनुसार दूरसंचार लाइन में प्रेरित वोल्टता $= I_1 M_{13} - \frac{M_{23} M_{12} I_1}{Z_{23}}$।

स्क्रीन कारक (screening factor) जोकि स्क्रीन युक्त दूरसंचार लाइन में प्रेरित वोल्टता तथा बिना स्क्रीन के दूरसंचार लाइन में प्रेरित वोल्टता है अनुपात से दर्शाया जाता है।

$$\text{स्क्रीनिंग कारक (screening factor)} = \frac{I_1 M_{13} - \frac{M_{23} M_{12} I_1}{Z_{23}}}{I_1 M_{23}} = 1 - \frac{M_{23} M_{12}}{M_{13} Z_{23}}$$

केबल के लिए M_{12} तथा M_{13} का मान केबल तथा आवरण (sheath) दोनों के लिए समान रहेगा जैसा कि दोनों के मध्य अन्तर दूरी पावर लाइन से लगभग समान है।

$$\therefore \quad \text{स्क्रीनिंग कारक} = I - \frac{M_{23}}{Z_{23}}$$

जब केबल चालक की आवरण पूर्णतया चारों ओर से घिरे हुए हो जैसा कि आर्मर्ड केबल की स्थिति में होता है। इस स्थिति में दोनों के मध्य दूरी बहुत ही कम होती है

अर्थात्

$$M_{23} = j\omega L_{23}$$

$$\therefore \quad \text{केबल का स्क्रीनिंग कारक} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{j\omega L_{23}}{R_{23}}} \quad \ldots(i)$$

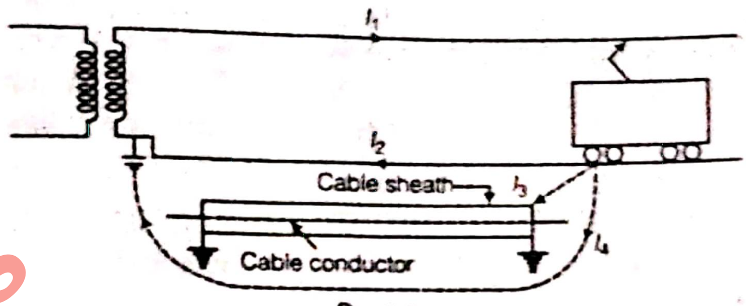
प्रभावशाली स्क्रीनिंग के लिए स्क्रीनिंग कारक का मान जहाँ तक सम्भव हो सके कम-से-कम होना चाहिए। समीकरण (i) से यह ज्ञात होता है कि आवरण धातु (sheath metal) के प्रतिरोध का मान कम-से-कम होना चाहिए तथा केबल के स्वत: प्रेरकत्व (self inductance) का मान जहाँ तक सम्भव हो सके अधिक-से-अधिक होना चाहिए जोकि सीसा आवरण (lead sheathing) के स्थान पर ऐलुमिनियम आवरण (aluminium sheathing) को प्रयोग करके प्राप्त किया जा सकता है। जैसाकि स्क्रीन प्रभाव स्क्रीन से प्रवाहित होने वाली धारा पर निर्भर करता है अतएव स्क्रीन के लिए उपयोग में लाई जाने वाली धातु का प्रतिरोध कम-से-कम होना चाहिए तथा इसके दोनों सिरों को अच्छे-से-अच्छे भू-सम्पर्कित चालक (best earthed conductor) से संयोजित (connect) करना चाहिए। सीसा (lead) संक्षारण (corrosion) के प्रति अच्छा प्रतिरोध रखता है अर्थात् यह (anticorrosive metal) है जबकि ऐलुमिनियम धातु में यह गुण उपस्थित नहीं है क्योंकि ऐलुमिनियम विद्युत विश्लेषिक संक्षारण के लिए बहुत अधिक संवेदनशील है इसलिए आजकल धातु आवरण पर पी०वी०सी० को चढ़ाया जाता है।

प्रश्न 2. विद्युत संकर्षण प्रणाली में रिटर्न धारा से किस प्रकार भूमिगत उपकरणों को रक्षा प्रदान की जाती है?

उत्तर **भूमिगत उपकरणों की वापसी धारा से रक्षा** Earth Return Protection of Under Ground Equipment चित्र 9.3 में दर्शाये गये विद्युत परिपथ से स्पष्ट है कि विद्युत रेल इन्जन को धारा (I_1) यद्यपि मुख्य सम्पर्क तार (main contact wire) के द्वारा सप्लाई की जाती है परन्तु वापस लौटने वाली धारा (return current) I_1 केवल पटरी से होकर वापस नहीं होती, इसमें धारा की कुछ भाग रेल पथ के नीचे तथा दोनों ओर बिछे पत्थर के टुकड़ों (ballast) से होकर भूमि में चला जाता है यहाँ पुन: धारा का कुछ भाग चालन सतह से होकर समीप के भू-सम्पर्कित चालक (earthed conductors) में चला जाता है जिससे केबल का कवच (sheath of cable) स्वत: भी सम्मिलित रहता है।

Scanned with CamScanner

इस धारा का एक महत्त्वपूर्ण भाग भूमि के अन्दर गहराई तक जाकर भूमि के नीचे ही नीचे सब स्टेशन के भू-सम्पर्कित चालक में चला जाता है। भू-धाराओं का वितरण तथा परिमाण स्थानीय दशाओं तथा मिट्टी की प्रतिरोधकता (resistivity) पर निर्भर करता है।



चित्र 9.3

मुख्य सम्पर्क तार से प्रवाहित होने वाली धारा, पटरी तथा अनेक समान्तर पथों से वापस लौटकर केबल तथा केबल कवच दोनों ही में प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न करती है। क्योंकि केबल आवरण दोनों सिरों पर भू-सम्पर्कित होता है, जिससे प्रेरित धारा का मान अधिक हो जाता है। अतएव निम्न कारक (factors) केबल चालक में प्राथमिक तथा द्वितीयक प्रेरित विद्युत वाहक बलों को प्रभावित करते हैं—

(i) शिरोपरि सम्पर्क तार तथा पटरियों के सापेक्ष केबल चालक की आपेक्षिक स्थिति।

(ii) पटरी तथा पटरी के आस-पास की भूमि में प्रवाहित होने वाली कुल संकर्षण धारा का अनुपात।

(iii) केबल आवरण में से प्रवाहित होने वाली वापसी धारा (return current) की मात्रा।

यदि कैटेनरी तार, पटरी भूमि में I_1, I_2 तथा I_4 क्रमानुसार धाराएं है तथा M_1, M_2 तथा M_4 यथाक्रम में केबल चालक अथवा चालक के सापेक्ष पटरी, कैटेनरी तार या भूमि के मध्य पारस्परिक प्रेरकत्व गुणांक (coefficient of mutual inductance) हैं तब केबल आवरण तथा चालक में प्रेरित वोल्टता (induced e.m.f.)

$$= K(M_1I_1 - M_2I_2 - M_4I_4)$$

यदि Z_3 केबल आवरण की प्रतिबाधा है तब आवरण (sheath) में प्रेरित धारा $= \dfrac{K(M_1I_1 - M_2I_2 - M_4I_4)}{Z_3}$

यदि I_3 आवरण में प्रवाहित संकर्षण धारा का कुछ भाग है तब कुछ धारा जोकि आवरण में से होकर प्रवाहित होती है।

$$= \frac{K}{Z_3}(M_1I_1 - M_2I_2 - M_4I_4) + I_3$$

यदि M आवरण एवं केबल चालक के मध्य पारस्परिक प्रेरकत्व गुणांक है तब केबल चालक में धारा उत्पन्न विद्युत वाहक बल का आयाम

$$= \frac{KM}{Z_3}(M_1I_1 - M_2I_2 - M_4I_4) + MI_3$$

केबल चालक में उत्पन्न विद्युत वाहक बल

$$= K(M_1I_1 - M_2I_2 - M_4I_4) - \frac{KM}{Z_3}(M_1I_1 - M_2I_2 - M_4I_4) - MI_3$$

$$= K(M_1I_1 - M_2I_2)\left(1 - \frac{M}{Z_3}\right) - MI_3 \quad \text{...(ii)}$$

समीकरण (ii) से यह ज्ञात होता है कि I_2 धारा का केबल चालक में प्रेरित विद्युत वाहक बल को घटाने में मुख्य योगदान (role) है जोकि पटरी स्क्रीनिंग गुणांक से सम्मिलित हो जाता है।

Scanned with CamScanner

पटरी में प्रवाहित धारा के बढ़ाने से स्क्रीनिंग क्रिया (screening action) बढ़ जाती है। भूमि की प्रतिरोधकता को बढ़ाने से भूमि में धारा और अन्दर तक जाती है। इससे M_4 के मान में कमी आती है और स्क्रीनिंग क्रिया बढ़ जाती है। दूसरे शब्दों में, स्क्रीनिंग कारक (screening factor) भूमि की प्रतिरोधकता को बढ़ाने से और पटरी धारा (rail current) को घटाने से बढ़ता है।

चूँकि केबल आवरण (cable sheath) केबल चालक (cable conductor) के सबसे नजदीक है। अत: इसमें प्रवाहित धारा का स्क्रीनिंग पर सबसे अधिक असर होता है। प्रेरित धारा और वापसी संकर्षण धारा (return traction current) दोनों का आयाम आवरण की प्रतिबाधा पर निर्भर करता है। आवरण की स्क्रीनिंग पर, आवरण के प्रतिरोध का काफी असर पड़ता है।

सम्पर्क तार में प्रवाहित धारा के कारण केबल चालक में प्रेरित वोल्टता

$$E = 2\pi j K_c K_r M I_1 \text{ वोल्ट/किमी} \quad \text{...(iii)}$$

जहाँ, K_c = केबल का स्क्रीनिंग गुणांक (cable screening factor)
स्क्रीन किये गये केबल के लिए इसका मान 1.0
और स्क्रीन नहीं किये गये केबल के लिए इसका मान 0.4 है।
K_r = रेल का स्क्रीनिंग गुणांक (rail screening factor)

रेल पथ भाग में 2 वापसी रेल परिपथ (2 rail return circuit in single track section) के लिए इसका मान 0.33 है और दो रेल पथ परिपथ में 4 वापसी रेल परिपथ (4 rails return circuit in two track circuit) के लिए इसका मान 0.69 है।

M = पारस्परिक प्रेरकत्व (mutual inductance) है। इसका मान भूमि की प्रतिरोधकता तथा केबल चालक और सम्बन्ध तार के मध्य दूरी पर निर्भर करता है। इसका मान कार्सन पोलेजेक (Carson Pollaczek) सूत्र द्वारा निकाला जा सकता है।

$$M = 0.2 \log_e \left(\frac{660}{d} \frac{\sqrt{\rho}}{f} \right) \text{ मिली हेनरी/किमी}$$

जहाँ, d = कप्लिंग चालक (coupling conductor) के बीच की दूरी है
ρ = मिट्टी की प्रतिरोधकता (ओह्म-मीटर) है

कैटेनरी और केबल के मध्य की दूरी करीब 6 मी तथा प्रतिरोधकता 250 ओह्म-मीटर लेने पर M का मान 1.11 मिली हेनरी (mH) आता है। कैटेनरी धारा का मान 600 ऐम्पियर (A) लेने पर और रेल स्क्रीनिंग गुणांक (rail screening factor) 0.39 लेने पर प्रति किलोमीटर प्रेरित वोल्टता 8.15 आती है।

प्रश्न 3. सिगनलिंग केबल चालक के ऊपर आवरण धातु (sheath metal) के रूप में आप कौन-सी धातु का अनुमोदन करेंगे और क्यों?

अथवा **ट्रेन संकर्षण में प्रयुक्त होने वाले केबल किन पदार्थों से बनाए जाते हैं? इन केबलों में वोल्टता वृद्धि को रोकने के उपाय दीजिए।**

उत्तर आजकल मुख्य रूप से ऐलुमिनियम (aluminium) और सीसा (lead) आवरण के रूप में प्रयोग में लाये जाते हैं। सीसे की तुलना में ऐलुमिनियम की अधिक चालकता के कारण ऐलुमिनियम का घटाव कारक (reduction factor) सीसे का $\frac{1}{5}$ गुना होता है। अर्थात् यदि दोनों का घटाव कारक बराबर है तो सीसे के आवरण की मोटाई ऐलुमिनियम से पाँच गुनी होगी। इससे केबल की अधिक लम्बाई प्रयोग में लाई जा सकती है और कम जोड़ प्रयोग में लाये जाते हैं। अतएव ऐलुमिनियम के बने आवरण वजन में हल्के होते हैं। इसके अतिरिक्त ऐलुमिनियम भी सीसे से अधिक शक्तिशाली है और इसमें आन्तरिक क्रिस्टल नहीं टूटते और क्रिस्टल बढ़ते नहीं है अत: यह सीसे से अच्छा सिद्ध होता है। सीसे की तुलना में ऐलुमिनियम आसानी से उपलब्ध हो जाता है। नये लाभों के अतिरिक्त ऐलुमिनियम को प्रयोग करने में दो हानियाँ भी है। पहला, ऐलुमिनियम अधिक क्रियाशील है अत: नमी की उपस्थिति में दूसरी धातु से प्रतिक्रिया कर जाता

Scanned with CamScanner

है। अतः आवरण में ऐलुमिनियम का प्रयोग करने से अतिरिक्त प्रतिसंक्षारक (anticorrosive layer) पेन्ट की परत को चढ़ाना पड़ता है। ऐलुमिनियम के साथ दूसरी असुविधा यह है कि उच्च ताप एवं दाब के कारण निःस्रवण में कठिनाई होती है।

संचार परिपथ में वोल्टता वृद्धि को रोकने के लिए उपाय Measures Employed for Limiting the Voltage Rise in Communication Circuits उपकरण और अपनी सुरक्षा के लिए इन्टरनेशनल कन्सलटेटिव कमेटी ऑन टेलीफोन एण्ड टेली कम्यूनिकेशन (international consultative committee on telephones and telecommunication ; CCITT) ने वोल्टता वृद्धि की सीमा निश्चित की है। यह सीमा दूरसंचार केबल (शॉर्ट सर्किट) की स्थिति में 430 V.R.M.S. और सामान्य अधिकतम धारा की स्थिति में 60 V.R.M.S. निश्चित की गई है। प्रेरित वोल्टता के मान को सीमित करने के लिए निम्न कदम उठाये गये हैं—

(i) शिरोपरि लाइनों के स्थान पर दूरसंचार लाइनें केबल के द्वारा ले जाई जाती हैं।

(ii) लम्बी दूरसंचार लाइनों की बूस्टर ट्रांसफॉर्मर के द्वारा लम्बाई घटाई जाती है।

(iii) दूरसंचार केबलों पर सीसे के कवच (sheath) चढ़ाने के स्थान पर ऐलुमिनियम की कवच चढ़ाई जाती है।

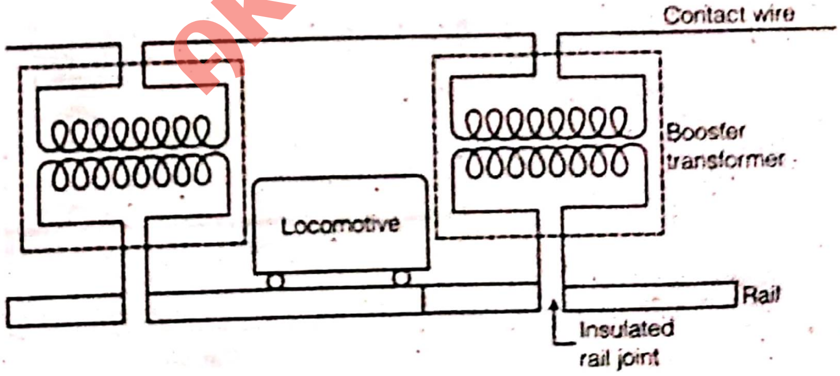
(iv) कवच को संक्षारण (corrosion) से बचाने के लिए ऐलुमिनियम कवच (sheath) पर पी०वी०सी० अथवा रबर की परत चढ़ाई जाती है।

(v) यदि सम्भव हो सके तो शिरोपरि दूरसंचार लाइन का संस्थापन विद्युत रेल पथ से दूर करना चाहिए।

(vi) दूरसंचार केबल के चारों ओर इस्पात का तार या टेप का कवच चढ़ाने से स्क्रीनिंग प्रभाव को बढ़ाया जा सकता है। इस्पात तार या टेप के इस कवच को आरमरिंग (armouring) कहते हैं तथा इसको केबल लाइन के प्रारम्भिक तथा अन्तिम सिरों पर भू-सम्पर्कित (earthed) किया जाता है।

प्रश्न 4. बूस्टर ट्रांसफॉर्मर क्या है? यह किस प्रकार दूरसंचार लाइनों में उत्पन्न होने वाली बाधा को कम करता है?

उत्तर बूस्टर ट्रांसफॉर्मर Booster Transformer प्रत्यावर्ती धारा संकर्षण प्रणाली में वापसी धारा (return current) जोकि विद्युत रेल इन्जन से प्रवाहित होती है यह रेल पथ की पटरी से प्रवाहित होती है तथा इसका कुछ भाग क्षरण धारा के रूप में निकट के भूमि खण्ड से होकर भू-मार्ग द्वारा सब-स्टेशन के भू-सम्पर्कित चालक (earth electrode) को पहुँचता है। इन भू-धाराओं के कारण निकट की संचार लाइनों (communication lines) में बाधा (interference) उत्पन्न होती हैं। इस प्रकार की बाधा को कम-से-कम करने के लिए भू-धाराओं को प्रतिबन्धित (restricted) मार्ग से प्रवाहित होने के लिए बाध्य किया जाता है। यह कार्य बूस्टर ट्रांसफॉर्मर के माध्यम से पूर्ण किया जाना सम्भव है। बूस्टर ट्रांसफॉर्मर में 1 : 1 अनुपात की दो कुण्डलनें (windings) होती है, जिसकी प्राथमिक कुण्डलन सम्पर्क तार (contact wire) के श्रेणी में संयोजित होती है। प्राथमिक कुण्डलन से जो कुछ भी धारा की मात्रा प्रवाहित होती है उसके द्वारा द्वितीयक कुण्डलन में समान धारा को सन्तुलित करने की आवश्यकता होती है। जिससे विचलन पथों (stray paths) से होकर प्रवाहित होने वाली धाराओं की मात्रा घट जाती है। बूस्टर ट्रांसफॉर्मर को संकर्षण लाइनों में प्रयोग करने की विधियों का वर्णन निम्न प्रकार है—



चित्र 9.4

(i) पटरी संयोजित बूस्टर ट्रांसफॉर्मर Rail Connected Booster Transformer जैसाकि चित्र 9.4 में दर्शाया गया है कि बूस्टर ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक कुण्डलन सम्पर्क लाइन के श्रेणी में संयोजित की गई है तथा द्वितीयक कुण्डलन पटरी के श्रेणी में संयोजित की गई है। द्वितीयक कुण्डलन में प्रेरित वोल्टता वापसी धारा को पटरी से होकर प्रवाहित

Scanned with CamScanner

होने के लिए बाध्य करते हैं। ट्रांसफॉर्मर को संयोजित करने की यह विधि निम्न असुविधाओं (disadvantages) से प्रभावित रहती है—

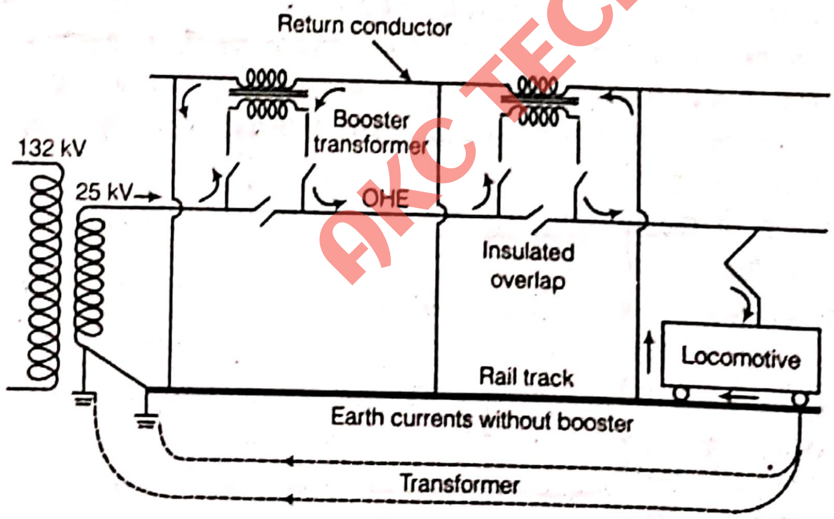
(a) बूस्टर ट्रांसफॉर्मर की सभी स्थितियों में हमें OHE के उदासीन भाग (neutral section) सहित विद्युतरोधित पटरी जोड़ उपलब्ध करना होता है, अर्थात् विद्युतरोधी पटरी जोड़ की व्यवस्था न होने पर बूस्टर ट्रांसफॉर्मर का संस्थापन कार्य कठिन है।

(b) विद्युतरोधी पटरी जोड़ के मध्य प्रयोग किये गये विद्युतरोधन की परावैद्युत सामार्थ्य के क्षीण होने के कारण बूस्टर ट्रांसफॉर्मर की द्वितीयक कुण्डलन लघुपरिपथ हो जाती है जिससे बूस्टर ट्रांसफॉर्मर प्रभावहीन हो जाता है।

(c) दो पटरियों के मध्य 200 वोल्ट तथा पटरी एवं भू (earth) के मध्य 100 वोल्ट जोकि असामान्य तो नहीं परन्तु जीवन (life) को खतरे में डाल सकते हैं।

(d) विचलन पथ (stray path) से प्रवाहित होने वाली धाराओं से अधिक सुरक्षा प्राप्त न होने के कारण दो बूस्टर ट्रांसफॉर्मर के मध्य अन्तर दूरी (spacing) कम रखनी पड़ती है।

(ii) वापसी फीडर सहित बूस्टर ट्रांसफॉर्मर Booster Transformer With Return Feeder जैसाकि चित्र 9.5 में दर्शाया गया है कि दो बूस्टर ट्रांसफॉर्मरों के मध्य पथ पर पटरियों को वापसी फीडर (return feeder) से संयोजित (connected) किया जाता है। इस व्यवस्था के द्वारा पटरियाँ वापसी धारा से मुक्त हो जाती हैं, अब यह वापसी फीडर के द्वारा सब-स्टेशन को वापस लौटती है। परन्तु वापसी फीडर के सम्पर्क तार (contact wire) के बहुत निकट होने के कारण विद्युत पावर लाइन तथा दूरसंचार लाइन के मध्य चुम्बकीय कपलिंग की प्रवृत्ति घट जाती है। बूस्टर ट्रांसफॉर्मर के संयोजन (connection) करने की यह विधि (i) विधि से अधिक प्रभावशाली है तथा यह दो ट्रांसफॉर्मर के मध्य बड़ा स्थान (large space) उपलब्ध कराती है। इस विधि की असुविधाएँ (disadvantages) यह हैं कि रेल पथ में OHE के भाग (section) पर लोड की स्थिति बदलने के साथ इस विधि से प्राप्त सुरक्षा भी प्रभावित होती रहती है तथा वापसी पथ जिससे बूस्टर ट्रांसफॉर्मर सम्बन्धित है, पटरी तथा दो फीडर संयोजनों से जुड़ रहता है।



चित्र 9.5

बूस्टर ट्रांसफॉर्मर के अभिकल्प के लिए इसकी विशिष्टियों पर विचार करते समय यह अति आवश्यक है कि इसकी प्राथमिक एवं द्वितीयक कुण्डलनों का वर्तन अनुपात 1 : 1 होना चाहिए ताकि इसकी द्वितीयक कुण्डलन पटरियों से उतनी ही मात्रा में धारा ग्रहण कर सके जितनी धारा प्राथमिक कुण्डलन से होकर प्रवाहित हो रही है। जबकि बूस्टर ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक कुण्डलन OHE के श्रेणी में तथा द्वितीयक कुण्डलन वापसी चालक (return conductor) की श्रेणी में संयोजित (connected) है अतएव यह दोष धारा (जोकि 4000 से 5000 ऐम्पियर तक हो सकती है)

Scanned with CamScanner

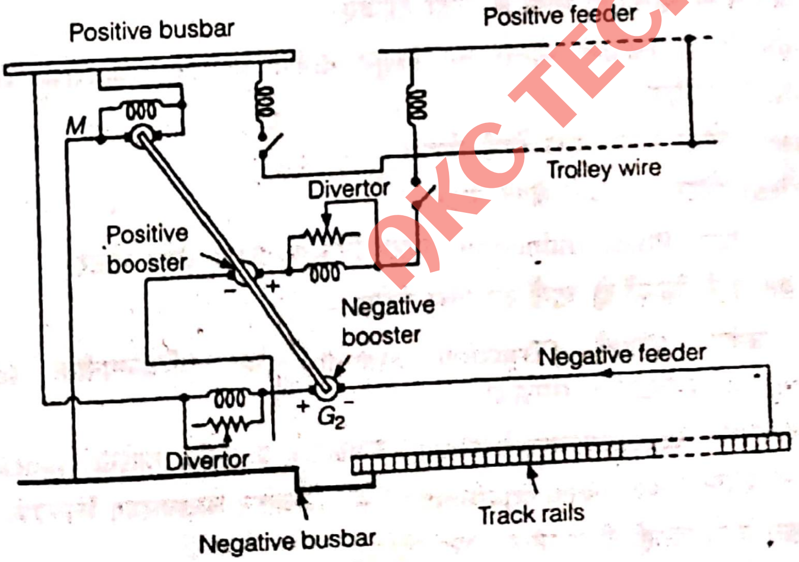
के द्वारा उत्पन्न होने वाले यान्त्रिक प्रतिबल (mechanical stress) सहने योग्य होना चाहिए। दूसरा कारक (factor) जोकि ट्रांसफॉर्मर के आकार (size) को प्रभावित करता है वह ट्रांसफॉर्मर की उत्तेजन धारा (magnitude of exciting current) है, उच्च उत्तेजन धारा प्रयोग में लाने से ट्रांसफॉर्मर का आकार घटाया जा सकता है परन्तु यह प्राथमिक एवं द्वितीयक कुण्डलनों के मध्य धारा के सन्तुलन को प्रभावित करेगा। बूस्टर ट्रांसफॉर्मर के प्राथमिक कुण्डलन को विद्युतरोधन स्तर (insulation level) 25 किलो वोल्ट OHE के विद्युतरोधन के समान ही रखना होगा, परन्तु द्वितीयक कुण्डलन लघुपरिपथ की दिशा में उच्च विभव को सहती है अतएव द्वितीयक कुण्डलन का विद्युतरोधन स्तर 3 किलोवोल्ट का माना जाना पूर्णतया उचित होगा।

बूस्टर ट्रांसफॉर्मर से असुविधाएँ यह हैं कि इसके प्रयोग किये जाने से संकर्षण परिपथ की प्रतिबाधा अधिक हो जाती है जिसके कारण पावर फीडिंग पोस्ट को निकट रखना पड़ता है। इसके साथ अतिरिक्त वापसी फीडर को प्रयोग में लाये जाने के कारण संकर्षण प्रणाली का संस्थापन मूल्य अधिक हो जाता है तथा OHE का निर्माण कार्य जटिल हो जाता है। अतएव नगरीय सेवा में विद्युत रेल पथ के साथ संवेदनशील संचार लाइन से संस्थापित हो। इसके समाधान के लिए इन शिरोपरि संचार लाइनों को भूमिगत केबल के द्वारा ले जाना पड़ता है। इसलिए नगरीय (urban) क्षेत्रों में बूस्टर ट्रांसफॉर्मर का अनुप्रयोग प्रतिबन्धित (restricted) है।

प्रश्न 5. ऋणात्मक बूस्टर (negative booster) पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। **(2016)**

अथवा **ऋणात्मक बूस्टर क्या है?**

उत्तर चित्र 9.6 के अनुसार दिष्ट धारा ऋणात्मक बूस्टर (negative booster) एक पृथक् उत्तेजित दिष्ट धारा श्रेणी जनित्र है, जिसका आर्मेचर, ऋणात्मक बूस्टर फीडर के श्रेणी में संयोजित रहता है तथा क्षेत्र कुण्डलन उस फीडर के श्रेणी में संयोजित रहता है जोकि सम्बन्धित खण्ड के ट्रॉली वायर को विद्युत की आपूर्ति करता है। यह बूस्टर दिष्ट धारा शन्ट मोटर M के द्वारा चालित होता है। "धनात्मक फीडर की वोल्टता" एक अन्य धनात्मक बूस्टर (दिष्ट धारा श्रेणी जनित्र) के क्षेत्र कुण्डलन के समान्तर में संयोजित परिवर्तित प्रतिरोध के द्वारा समायोजित की जाती है जैसाकि चित्र 9.6 में दर्शाया गया है।



चित्र 9.6

जैसे ही 'ट्रेन कार', विद्युत सब-स्टेशन से दूर जाती है वैसे ही शिरोपरि ट्रॉली वायर के आर-पार (across) वोल्टतापात होता है तथा पटरी पथ (track rail) के आर-पार वोल्टता में बढोतरी होती है। ऋणात्मक बूस्टर के द्वारा पटरी पथ में वोल्टतापात 7 वोल्ट प्रति किमी की दर से सीमित बनाये रखी जाती है।

Scanned with CamScanner

पॉलिटेक्निक
की अन्य महत्वपूर्ण पुस्तकें

Common Papers
औद्योगिक प्रबन्ध एवं उद्यमिता विकास
(Inds. Mgt. & Entrepreneurship Development)

Mechanical Engineering
मशीनों के सिद्धान्त (Theory of Machines)
मशीन अभिकल्पन (Machine Design)
उत्पादन तकनीकी (Production Technology)
उत्पादन प्रबन्धन (Production Management)

Automobile / Production / CAD
स्वचालित इंजीनियरिंग (Automobile Engg.)

Civil Engineering
जल तथा दूषित जल इंजीनियरिंग
(Water and Waste Water Engg.)
रेलवे, पुल तथा सुरंगे (Railways, Bridges and Tunnels)
भूकम्प अभियांत्रिकी (Earthquake Engineering)
मृदा यांत्रिकी एवं नींव इंजीनियरिंग
(Soil Mechanics & Foundation Engg.)
सर्वेक्षण-II (Surveying-II)
सार्वभौमिक मानवीय मूल्य (Universal Human Values)

Electrical Engineering
स्विच गियर एवं रक्षण (Switchgear and Protection)
वैद्युत मशीन-II (Electrical Machine-II)
PLC, माइक्रोकन्ट्रोलर एवं स्काडा (PLC, Microcontroller & SCADA)

ऐच्छिक विषय (Elective Subject)
ऊर्जा के नवीकरणीय स्रोत (Renewable Sources of Energy)
वैद्युत मशीनों का नियंत्रण (Control of Electric Machines)
ऊर्जा प्रबन्धन (Energy Management)

Electronics Engineering
माइक्रोप्रोसेसर (Microprocessors)
ऑप्टिकल फाइबर इंजीनियरिंग (Optical Fibre Engg.)
उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिक्स (Consumer Electronics)
प्रोग्रामिंग इन C (Programming in C)

Computer Science Engineering
सॉफ्टवेयर इंजीनियरिंग (Software Engineering)
PHP उपयोग द्वारा वेब निर्माण (Web Development using PHP)
Python उपयोग द्वारा कम्प्यूटर प्रोग्रामिंग
(Comp. Programming using Python)
कम्प्यूटर आर्किटेक्चर और हार्डवेयर रख-रखाव
(Computer Architecture and Hardware Maintenance)
इन्टरनेट ऑफ थिंग्स (Internet of Things)

Vidya Prakashan's
eVIDYA
Let's Crack Exams

Modern-Gen Competitive Exam Prep. App

www.evidya.in

वर्षों का विश्वास अब तकनीक के साथ

उपलब्ध कोर्सेस एवं टेस्ट सीरीज

- SSC
- BANKING
- RAILWAY
- UPSC
- UPSSC
- STATE EXAMS
- TEACHING
- DEFENCE Exams

केन्द्र व राज्य स्तरीय भर्ती परीक्षाओं के लिए विशेषज्ञों द्वारा फ्री मार्गदर्शन, टॉपर्स द्वारा रणनीति, मैराथन क्लासेस, डेली करंट अफेयर्स, वीडियो लेक्चर आदि देखने के लिए हमारे यूट्यूब चैनल को Subscribe करें।

/eVidya-Let's Crack Exams

Scan करें व download करें

Helpline: 1800 890 1399

हमसे सोशल मीडिया पर जुड़े रहें

VIDYA Prakashan Mandir (P) Ltd.

Like us on www.facebook.com/vidyaprakashanmandir

Book Code H 582
ISBN 935474-032-9

M.R.P. ₹125

Head Office: Vidya Industrial Estate, Baghpat Road, Meerut - 250002 (Delhi NCR). Tele : 0121-7130556, 7130600
Regd. Office : G-8, Narain Manzil, 23-Barakhamba Road, Connaught Place, New Delhi-110001, Visit at: www.vidyaprakashan.com
Email: info@vidyaprakashan.com, For Educational Use, No Tax on Books, © Publishers

Scanned with CamScanner