



महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ

(स्वायत्त) (ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान पदविका

शिक्षण पुस्तिका

(Learning Material)

इलेक्ट्रिकल एस्टीमेटिंग आणि कॉन्ट्रॅक्टिंग

Electrical Estimating and Contracting

(३१४३२५)

विद्युत अभियांत्रिकी ग ट

मराठी - इंग्रजी (द्विभाषिक) माध्यम

(अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञानातील चौथे सत्र पदविका)

शिक्षण पुस्तिका
(Learning Material)

इलेक्ट्रिकल एस्टीमेटिंग आणि कॉन्ट्रॅक्टिंग

Electrical Estimating and Contracting

(३१४३२५)

विद्युत अभियांत्रिकी ग ट

मराठी - इंग्रजी (द्विभाषिक) माध्यम
(अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञानातील चौथे सत्र पदविका)



महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ

(स्वायत्त) (ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)

मार्गदर्शक

डॉ. एस. व्ही. भंगाळे
विभाग प्रमुख, विद्युत अभियांत्रिकी

प्रकल्प समन्वयक

प्रा. एस. बी. पवार
विभाग प्रमुख, विद्युत अभियांत्रिकी

समीक्षक

प्रा. एच. एम. काकड
प्राध्यापक, विद्युत अभियांत्रिकी

संकलक

प्रा. व्ही. बी. राव
प्राध्यापक, विद्युत अभियांत्रिकी

प्रा. जी. एम. कुलकर्णी
प्राध्यापक, विद्युत अभियांत्रिकी

प्रा. एस. एम. सोनजे
प्राध्यापक, विद्युत अभियांत्रिकी

प्रा. पी. के. चौधरी
प्राध्यापक, विद्युत अभियांत्रिकी

प्रा. डी . के. लाखे
प्राध्यापक, विद्युत अभियांत्रिकी



महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ

(स्वायत्त) (ISO ९००१:२०१५) (ISO/IEC २७००१:२०१३)

शासकीय तंत्रनिकेतन इमारत, ४ था मजला, ४९, खेरवाडी, वांद्रे (पूर्व), मुंबई - ४०० ०५१

दू.क्र.: ०२२-६२५४२१००/१०१/१०२

संकेतस्थळ : www.msbte.org.in

ई-मेल : director@msbte.com



प्रास्ताविक

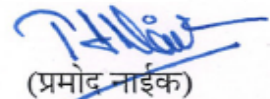
महाराष्ट्र राज्यातील पदविका स्तरावरील तंत्रशिक्षणाशी संबंधित बाबींचे नियमन करण्यासाठी महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ वचनबद्ध असून विद्यार्थ्यांच्या सर्वांगीण विकासाकरिता वेळोवेळी प्रयत्नशील आहे. तंत्रज्ञान, उद्योग, समाज आणि जागतिकीकरण यामध्ये सतत घडून येणा-या बदलांच्या अनुषंगाने तांत्रिक शिक्षणाची भविष्यातील निकड वेधून पदविका स्तरावरील अभ्यासक्रम, परीक्षा पद्धती व शैक्षणिक सामुग्री ह्यांमध्ये अद्ययावत बदल करण्यात महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ अग्रगण्य आहे. विद्यार्थी हा शिक्षण क्षेत्राच्या केंद्रस्थानी असून त्यांची निकड व समस्या संवेदनशीलपणे हाताळल्यास भारत देशाचे 'ज्ञान महासत्ता' बनण्याचे स्वप्न पूर्णत्वास जाईल ह्याचा मला विश्वास आहे.

शहर आणि ग्रामीण भागातील शैक्षणिक सोयीसुविधांमधील दरी अनेक वेळा दिसून येत असून ग्रामीण भागातील विद्यार्थ्यांचे इंग्रजी भाषेतील ज्ञान व संवाद कौशल्याबाबतही ही वस्तुस्थिती प्रकर्षाने जाणवते. केवळ इंग्रजी भाषेतील संवाद कौशल्याअभावी ग्रामीण भागातील विद्यार्थी तंत्रशिक्षणापासून वंचित राहू नये, ह्या दृष्टिकोनातून महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळाने शैक्षणिक वर्ष २०२१-२२ पासून प्रथम वर्ष पदविका अभ्यासक्रमाकरिता तांत्रिक शिक्षण मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमात इच्छुक विद्यार्थ्यांना उपलब्ध करून दिले आहे. मात्र असे करताना कोणत्याही परिस्थितीत गुणवत्तेशी तडजोड केली जाऊ नये ह्या दृष्टीने प्रमुख विषयांसाठीच्या शैक्षणिक सामुग्रीची निर्मिती करण्यात आली आहे.

राष्ट्रीय शिक्षण धोरण २०२० मध्ये प्रादेशिक भाषांमध्ये सर्वांना शिक्षणाची कल्पना मांडण्यात आली आहे. त्यास अनुसरून मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमाचा पर्याय द्वितीय व तृतीय वर्षाकरिताही उपलब्ध करून देण्यात आला आहे. तसेच त्याकरिता शैक्षणिक सामुग्रीही विद्यार्थी व अध्यापकांना उपलब्ध करून देण्यात येत आहे.

महाराष्ट्र राज्यातील अनुभवी अध्यापकांकरवी ही शैक्षणिक सामुग्री तयार करण्यात आली असून व्यावहारिक मराठी भाषा, इंग्रजी भाषेतील तांत्रिक शब्दावलीचा उपयोग आणि संदर्भ पुस्तके लक्षात घेऊन या सामुग्रीची निर्मिती करण्यात आलेली आहे. सदर सामुग्रीची पुनर्तपासणी सुकाणू समितीमार्फत करण्यात आलेली असल्याने ही शैक्षणिक सामुग्री अधिक समृद्ध झालेली आहे. त्यामुळे विद्यार्थ्यांना तांत्रिक शिक्षण समजून घेणे अधिक सुकर होईल. तसेच व्यावहारिक मराठी भाषेच्या उपयोगाने विद्यार्थ्यांना विषयाचे सखोल आकलन होईल व इंग्रजी भाषेतील तांत्रिक शब्दावलीच्या वापरामुळे विद्यार्थ्यांचा उद्योग जगतातील वावर सुलभ होईल. त्यामुळे महाराष्ट्र राज्य तांत्रिक क्षेत्रातील वैश्विक मनुष्यबळाच्या निर्मितीत अग्रेसर राहील व त्यायोगे राष्ट्रनिर्मितीकरीता निश्चितच हातभार लागेल असा मला विश्वास आहे.

अभियांत्रिकी पदविका अभ्यासक्रमातील प्रमुख विषयांची मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक शैक्षणिक सामुग्री बनविण्यासाठी अध्यापक व सुकाणू समितीचे सदस्य हे कौतुकास पात्र असून मी त्यांचे अभिनंदन करतो.


(प्रमोद नाईक)

संचालक

म. रा. तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई.

अनुक्रमणिका

अ.क्र.	युनिटचे नाव (Unit Name)	पान क्र.
1	एस्टिमेट्स अँड कॉन्ट्रॅक्ट्स Estimates and Contracts	1
2	डोमेस्टिक आणि कमर्शियल इंस्टॉलेशन Domestic and Commercial Installations	44
3	इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन Industrial Installations	88
4	पब्लिक लायटिंग इंस्टॉलेशन Public Lighting Installation	141
5	डिस्ट्रिब्युशन लाईन्स Distribution Lines	180

युनिट – १

एस्टिमेट्स अँड कॉन्ट्रॅक्ट्स

(Estimates and Contracts)

➤ विषय निष्पत्ती (Course Outcome):

- CO1 - सामान्य टेंडर दस्तऐवज, कोटेशन, कंप्यारेटीव स्टेटमेंट, आणि परचेस ऑर्डर तयार करा.
(Prepare generic tender document, quotation, comparative statement, and supply order.)

➤ घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcome):

- दिलेले डॉक्युमेंट्स तयार करतांना एनईसी 2023 (NEC 2023) ची तत्वे लागू करा.
(Apply the principles of NEC 2023 during preparation of the given document.)
- दिलेल्या एस्टिमेट्सच्या प्रकारांचे उद्दीष्ट सांगा.
(State the purpose of preparation of the given type(s) of estimates.)
- दिलेल्या कॉन्ट्रॅक्ट्सच्या प्रकारांचे उद्दीष्ट सांगा.
(State the purpose of awarding the given type(s) of contracts.)
- दिलेल्या कामासाठी टेंडर कागदपत्रे, कोटेशन आणि बिल तयार करा.
(Prepare tender documents, quotations, and bills for the specified work.)

परिचय (Introduction):

विद्युत प्रकल्पांच्या यशस्वी अंमलबजावणीसाठी एस्टिमेट्स (Estimates) आणि कॉन्ट्रॅक्ट (Contracts) आवश्यक आहेत, त्यामुळे आर्थिक नियंत्रण (Financial Control) आणि प्रकल्प गुणवत्ता (Project Quality) दोन्ही सुनिश्चित होतात. अचूक विद्युत एस्टिमेट्स एखाद्या प्रकल्पासाठी आवश्यक संसाधने, बजेट (Budget) आणि वेळ निश्चित करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात. ते मटेरियलचा खर्च (Material Cost), कामगार शुल्क (Labour cost) यांचा एस्टिमेट्स करण्यास मदत करतात, ज्यामुळे योग्य अर्थसंकल्प (Financial budget) सक्षम करता येतो आणि अतिरिक्त खर्च टाळता येतो. याव्यतिरिक्त, चांगल्या प्रकारे तयार केलेले एस्टिमेट्स प्रकल्पांच्या व्यवहार्यतेचे (Feasibility) एस्टिमेटिंग करण्यास मदत करतात. एस्टिमेट्सची सखोल माहिती आर्थिक विसंगतींचा (Financial Discrepancies) धोका कमी करते.

करारनामा (कॉन्ट्रॅक्ट) देखील तितकाच महत्त्वाचा आहेत कारण तो कायदेशीर चौकट परिभाषित करतो. त्याने हे सुनिश्चित होते की दोन्ही पक्ष- कॉन्ट्रॅक्टर (Contractor) आणि ग्राहक (Customer) - त्यांच्या भूमिका, जबाबदाऱ्या, वेळ आणि देय अटींबद्दल स्पष्ट आहेत. विशिष्ट अटी, कामाची व्याप्ती आणि पालन न करण्याच्या दंडांची रूपरेषा देऊन योग्य प्रकारे कॉन्ट्रॅक्ट तयार केला जातो. टेंडर (Tender) प्रक्रियेमध्ये कोटेशन (Quotation) तयार करणे आणि त्याची तुलना समाविष्ट आहे. त्यामुळे कंत्राटदारांची (Contractor) निवड करण्यात निष्पक्षता सुनिश्चित करता येते. तसेच गवर्नमेंट ई-मार्केट प्लेस (Government e-Market Place) (जीईएम) पारदर्शक खरेदी व्यासपीठ देते.

1.1 नॅशनल इलेक्ट्रिकल कोड 2023 (National Electrical Code 2023 (NEC 2023)):

नॅशनल इलेक्ट्रिकल कोड ऑफ इंडिया 2023 (एनईसी 2023) हा भारतभरातील विद्युत इंस्टॉलेशनसची (Electrical Installation) सुरक्षा (Safety), विश्वासार्हता (Reliability) आणि एफिशियन्सी (Efficiency) सुनिश्चित करण्यासाठी तयार केलेल्या नियम आणि मार्गदर्शक तत्वांचा एक विस्तृत संच आहे. या मध्ये जीवन (Life), मालमत्ता (Property) आणि वातावरणाचे (Environment) इलेक्ट्रिक हजार्ड पासून (Electrical Hazards) संरक्षण करण्याच्या उद्देशाने विद्युत प्रणालींचे डिझाइन, इंस्टॉलेशन आणि देखभाल यासाठी आवश्यक नियम तयार केले आहेत. एनईसी 2023 विद्युत कमर्शियल (Electrical commercial), कॉन्ट्रॅक्टर (Contractors) आणि नियामक प्राधिकरणांसाठी (Regulatory Authorities) महत्त्वपूर्ण संदर्भ म्हणून काम करते.

➤ नॅशनल इलेक्ट्रिकल कोडची व्याप्ती (एनईसी 2023) (Scope of the National Electrical Code of India 2023):

एनईसी 2023 ची व्याप्ती सुरक्षा (Safety), विश्वासार्हता (Reliability) आणि कार्यक्षमतेवर (Efficiency) लक्ष केंद्रित करते.

1. **रेसिडेन्शियल इंस्टॉलेशन्स (Residential Installations):** वायरिंग (Wiring), लाइटिंग (Lighting) वीज वितरण (Power Distribution) आणि संरक्षणात्मक उपकरणांसह (Protective Devices) घरांमध्ये विद्युत सिस्टम संदर्भातील नियम आणि अटी समाविष्ट आहेत.
2. **कमर्शियल इंस्टॉलेशन्स (Commercial Installations):** हाय पॉवर डिमांड, सुरक्षा आणि एनर्जी कार्यक्षमतेसाठी कार्यालये, शॉपिंग सेंटर आणि इतर कमर्शियल गुणधर्मामधील विद्युत सिस्टम बाबत सूचना.
3. **इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन्स (Industrial Installations):** कारखाने, मॅन्युफॅक्चरिंग प्लांट्स (Manufacturing Plants) आणि उद्योगांमधील इलेक्ट्रिकल सिस्टम, उच्च एनर्जी मागणी, मटेरियल (Material) आणि हेवी-ड्यूटी उपकरणांसह (Heavy-Duty Equipment.) अधिक जटिल डिझाईन याबद्दल नियम एनईसी 2023 संबोधित करतो.
4. **पॉवर डिस्ट्रिब्यूशन सिस्टम (Power Distribution Systems) :** ट्रान्सफॉर्मर्स, सर्किट ब्रेकर, स्विचगियर आणि इतर संबंधित घटकांसह एनर्जी वितरण नेटवर्कची इंस्टॉलेशन, ऑपरेशन आणि देखभाल संदर्भात सूचना.
5. **रिन्यूएबल एनर्जी सिस्टम (Renewable Energy Systems):** इलेक्ट्रिकल ग्रीडमध्ये सौर (Solar) आणि पवन ऊर्जा (Wind Energy) यासारख्या रिन्यूएबल एनर्जी स्रोतांच्या इंस्टॉलेशनसची आणि एकत्रीकरणाची तरतूद.
6. **देखभाल आणि सुरक्षा प्रोटोकॉल (Maintenance and Safety Protocols) :** सतत सुरक्षित कार्य सुनिश्चित करण्यासाठी नियमित तपासणी, चाचणी आणि विद्युत सिस्टम ची देखभाल यासाठी मार्गदर्शक तत्वे.

➤ **नॅशनल इलेक्ट्रिकल कोड ऑफ इंडिया 2023 (एनईसी 2023) ची वैशिष्ट्ये (Features of the National Electrical Code of India 2023):**

नॅशनल इलेक्ट्रिकल कोड ऑफ इंडिया 2023 (एनईसी 2023) ची वैशिष्ट्ये खालीलप्रमाणे आहेत:

1. **सुरक्षा स्टॅंडर्ड (Safety Standards):** एनईसी 2023 चे प्राथमिक वैशिष्ट्य म्हणजे सुरक्षिततेवर जोर देणे. हे आग आणि शॉर्ट सर्किट्स (Short Circuits) यासारख्या इलेक्ट्रिकल हजार्डचे (Electrical Hazards) जोखीम कमी करण्यासाठी कठोर मार्गदर्शक तत्वे प्रदान करते.
2. **इलेक्ट्रिकल सिस्टम डिझाइन (Electrical System Design):** वायरिंग सिस्टमच्या सिस्टम आणि स्थापनेसाठी तपशीलवार सूचना मानकामध्ये समाविष्ट आहेत. यात ग्राउंडिंग (Grounding), सर्किट संरक्षण (Circuit Protection), लोड वितरण (Load Distribution), आणि योग्य केबल्स (Cables) आणि उपकरणे निवडण्यासाठी योग्य प्रक्रिया समाविष्ट आहेत.
3. **व्होल्टेज लिमिट आणि स्टॅंडर्ड (Voltage Limits and Standards):** एनईसी 2023 विविध इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशनसाठी मानक व्होल्टेज रेटिंग आणि सेफटी लिमिट स्थापित करते.
4. **विशेष इंस्टॉलेशन कोड (Code for Special Installations):** यात घातक क्षेत्रे (Hazardous Areas) (उदा. स्फोटक वातावरण) सारख्या विशेष इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशनसाठी विशिष्ट तरतुदींचा समावेश आहे आणि त्यामुळे जोखीम असलेल्या वातावरणात सुरक्षित पद्धती सुनिश्चित करता येते .
5. **एनर्जी एफिशियन्सी (Energy Efficiency):** कोडमध्ये एनर्जी -कार्यक्षम सिस्टम आणि पद्धतींना प्रोत्साहित करणारे मानक समाविष्ट केले गेले आहे. यात लायटिंग (Lighting), एनर्जी वितरण (Power Distribution) आणि एनर्जी -बचत तंत्रज्ञानाच्या (Energy-Saving Technologies), शिफारशींचा समावेश आहे, जे एकूण वापर आणि कार्बन फूटप्रिंट (Carbon Footprints) कमी करण्यात योगदान देते.
6. **ग्राउंडिंग आणि बॉन्डिंग आवश्यकता (Grounding and Bonding Requirements):** संभाव्य शॉकच्या धोक्यांपासून बचाव करण्यासाठी विद्युत व्यवस्था योग्यरित्या अर्थिंग (earthing) जोडली गेली आहे हे सुनिश्चित करण्यासाठी सुरक्षित ग्राउंडिंग (Grounding) तंत्राचे आदेश दिले आहेत.
बॉन्डिंगमुळे विद्युत उपकरणे, सर्व मेटल चे पार्ट एकत्र करून ग्राउंडिंग सिस्टमशी जोडले जातात याची खात्री होते, ज्यामुळे फॉल्ट करंट्ससाठी कमी-प्रतिबाधा मार्ग तयार होतो आणि व्होल्टेजमधील फरक टाळता येतो.
7. **तपासणी व चाचणी (Inspection and Testing):** एनईसी 2023 मध्ये इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन्सची नियमित तपासणी आणि चाचणी आवश्यक आहे. हे सुरक्षा तपासणी लिहून देते, हे सुनिश्चित करते की विद्युत सिस्टम वेळोवेळी सुरक्षा मानकांची पूर्तता करत राहतात.
8. **आधुनिक तंत्रज्ञानाचे रुपांतर (Adaptation to Modern Technologies):** कोडमध्ये इलेक्ट्रिकल तंत्रज्ञानामध्ये प्रगती होते, जसे की स्मार्ट इलेक्ट्रिकल सिस्टम (Smart Electrical Systems) आणि रिन्यूएबल एनर्जी सिस्टम

(Renewable Energy System) एकत्रीकरण (सौर, वारा इ.) या तंत्रज्ञानाच्या सुरक्षित इंस्टॉलेशन (Installation) आणि ऑपरेशन (Operation) संबंधित सूचना कोड मध्ये नमूद केलेल्या आहेत.

9. **कायदेशीर आवश्यकतांचे पालन:** एनईसी 2023 हे सुनिश्चित करते की विद्युत इंस्टॉलेशन स्थानिक अधिकारी आणि भारत सरकारने ठरविलेल्या कायदेशीर नियम आणि मानकांचे पालन करतात.

एनईसी 2023 उद्योगमुख तंत्रज्ञान आणि नॅशनल नियमांनुसार सुरक्षितता, विश्वासार्हता आणि टिकाव यावर लक्ष केंद्रित करून विद्युत सिस्टम डिझाइन करणे, स्थापित करणे आणि राखण्यासाठी एक विस्तृत मार्गदर्शक म्हणून काम करते.

- **विद्युत इंस्टॉलेशनचे प्रकार-इंडस्ट्रियल आणि नॉन-इंडस्ट्रियल (Types of electrical installation-Non industrial and industrial):**

विद्युत इंस्टॉलेशनचे विस्तृतपणे इंडस्ट्रियल आणि नॉन-इंडस्ट्रियल प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केले जाऊ शकते. या श्रेणी डिझाइन, लोड आवश्यकता, सुरक्षा मानक आणि ऑपरेशनच्या जटिलतेच्या बाबतीत वेगवेगळ्या आहेत.

1. **नॉन -इंडस्ट्रियल विद्युत इंस्टॉलेशन (Non-Industrial Electrical Installations):** नॉन-इंडस्ट्रियल विद्युत इंस्टॉलेशन प्रामुख्याने डोमेस्टिक (Domestic), कमर्शियल (Commercial) आणि सार्वजनिक इमारतींमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या विद्युत प्रणालींचा संदर्भ घेतात, जसे की घरे, कार्यालये, शॉपिंग सेंटर, रुग्णालये, शाळा आणि बरेच काही. ही इंस्टॉलेशन सामान्यतः इंडस्ट्रियल सिस्टम च्या तुलनेत कमी एनर्जी भारांशी संबंधित आहे आणि सुरक्षितता, सोयीची आणि कार्यक्षमतेवर अधिक लक्ष केंद्रित करतात.

- **नॉन-इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशनची मुख्य वैशिष्ट्ये (Key Characteristics of Non-Industrial Installations):**

1. **कमी ते मध्यम एनर्जी आवश्यकता (Low to Medium Power Requirements):** एनर्जी मागणी सामान्यतः इंडस्ट्रियल सिस्टम पेक्षा जास्त नसते. नॉन-इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन सामान्यतः प्रकाश (Light), उष्णता (Heating), वातानुकूलन, उपकरणे आणि संगणक यासारख्या मूलभूत विद्युत भारांना पुरवठा देतात.
2. **सोपी वायरिंग पद्धती (Simple Wiring Systems):** नॉन-इंडस्ट्रियल स्थापनेसाठी वायरिंग पद्धती सोपी आहे, विविध आउटलेट्स (Outlets) आणि लाइटिंग (Lighting) सर्किट्समध्ये पॉवर डिस्ट्रीब्यूट (Distribute) करण्यासाठी डिझाइन केलेले. सामान्य प्रणालींमध्ये मागणीनुसार सिंगल-फेज (Single Phase) किंवा थ्री-फेज (Three Phase) पद्धती समाविष्ट असतात.
3. **स्टॅंडर्ड व्होल्टेज लेव्हल (Standard Voltage Levels):** व्होल्टेज पातळी सामान्यतः रेसिडेन्शियल (Residential) आणि कमर्शियल (Commercial) इंस्टॉलेशनसाठी 220 V ते 240 V पर्यंत असते, मोठ्या कमर्शियल इमारती किंवा सार्वजनिक पायाभूत सुविधांमध्ये उच्च व्होल्टेज सिस्टम (415 V पर्यंत) वापरल्या जातात.

4. **सुरक्षा वैशिष्ट्ये (Safety Features):** विद्युत शॉक, आग आणि ओव्हरलोडिंगपासून संरक्षणावर जोर दिला जातो. सुरक्षिततेच्या उपायांमध्ये सर्किट ब्रेकर (Circuit Breaker), फ्यूज (Fuse) आणि अर्थ लिकेज सर्किट ब्रेकर्स (ईएलसीबी) (ELCB) समाविष्ट आहेत.
5. **नियंत्रण सिस्टम (Control Systems):** नॉन-इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन सामान्यतः लाइट (Light), टेम्परेचर (Temperature) आणि इतर विद्युत उपकरणांचे नियमन करण्यासाठी लाइट स्विच (Light Switch), डिमर (Dimmer) आणि थर्मोस्टॅट्स (Thermostat) सारख्या सोप्या नियंत्रण सिस्टम वापरतात.
6. **एनर्जी एफिशियन्सी (Energy Efficiency):** उर्जा-कार्यक्षम सिस्टमचा (Energy-Efficient Installations) वापर मोठ्या प्रमाणात वाढत आहे, एलईडी लाइटिंग (LED Lighting), सौर एनर्जी सिस्टम (Solar Energy System) आणि स्मार्ट मीटरचा (Smart Meters) वापर एनर्जी वापराचे परीक्षण (Monitoring) करण्यासाठी आणि एफिशियन्सी वाढवण्यासाठी होतो.
7. **देखभाल (Maintenance) :** वायरिंग, उपकरणे आणि सर्किट संरक्षण उपकरणांवर नियमित तपासणीसह नॉन-इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन ची देखभाल सामान्यतः कमी कॉमप्लिकेटेड असते.

नॉन-इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन्सची उदाहरणे:

- **रेसिडेन्शियल इमारती:** रेसिडेन्शियल घरे, अपार्टमेंट्स किंवा गृहनिर्माण संकुल (Housing Societies)
- **कमर्शियल इमारती:** कार्यालये, किरकोळ दुकाने, रेस्टॉरंट्स, हॉटेल, मॉल.
- **सार्वजनिक इमारती:** शाळा, रुग्णालये, ग्रंथालये, सरकारी इमारती.

2. इंडस्ट्रियल विद्युत इंस्टॉलेशन (Industrial Electrical Installations): इंडस्ट्रियल कारखाने आणि अवजड उद्योगांना हाय पॉवरची आवश्यकता असते. हे विद्युत इंस्टॉलेशन अधिक जटिल आहेत, कारण त्यांना 24/7 सुरु ठेवावे लागते. इंडस्ट्रियल विद्युत सिस्टम मजबूत (Robust), विश्वासार्ह (Reliable), उच्च भार (Higher Loads) हाताळण्यास सक्षम असणे आवश्यक आहे.

➤ इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशनची मुख्य वैशिष्ट्ये (Key Characteristics of Non-Industrial Installations):

1. **उच्च पॉवर लोड (High Power requirement) :** इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन्समध्ये उच्च पॉवर मागणी असते, जी कामकाजाच्या प्रमाणावर किलो वॉट्स (kW) ते मेगावॉट्स (MW) पर्यंत असू शकते. उच्च पॉवर मागण्या पूर्ण करण्यासाठी आणि संतुलित लोड वितरण सुनिश्चित करण्यासाठी पॉवर थ्री-फेज सिस्टम द्वारे पुरवली जाते.
2. **जटिल वायरिंग सिस्टम (Complicated wiring system) :** इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन्समध्ये वायरिंग सिस्टम खूपच जटिल असते आणि ती हाय वोल्टेज व्यवस्थापन करण्यासाठी डिझाइन केली जाते. या सिस्टम मध्ये सबस्टेशन्स (Substation), ट्रान्सफॉर्मर्स (Transformers), डिस्ट्रीब्युशन पॅनेल्स (Distribution Panels), आणि मोटर कंट्रोल

सेंटर (MCCs) यांचा समावेश असतो. इंडस्ट्रियल सुविधांसाठी केबल (Cables) आणि कंड्युट्सची (Conduits) आवश्यकता असते जी एनवायरोमेंटल (Environmental Stress) परिस्थितींना सहन करू शकतात, जसे की उच्च तापमान, केमिकल लिक्विड (Chemical Liquids), आणि मेकॅनिकल वियर (Mechanical Wear).

3. **उच्च व्होल्टेज सिस्टम (HV System) :** इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशनसमधील व्होल्टेज पातळी खूप जास्त असू शकते, सामान्यतः 415 V ते 11 kV किंवा त्याहून अधिक उच्च व्होल्टेज सिस्टम सामान्यतः कारखाने (Factories), पॉवर प्लांट्स (Power Plants), आणि अवजड उद्योगांमध्ये (Heavy Industries) वापरल्या जातात ज्यांना मोठ्या प्रमाणात विद्युत एनर्जी आवश्यक असते.
4. **सुरक्षा सिस्टम (Safety System):** उच्च पॉवर असलेल्या इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशनसमध्ये सुरक्षा अत्यंत महत्वाची असते. यामध्ये सर्किट ब्रेकर्स (Circuit Breakers), सर्ज प्रोटेक्शन डिवाइस (Surge Protection Devices), ओव्हरलोड रिले (Overload Relays), आणि अर्थ फॉल्ट प्रोटेक्शन सिस्टम (Earth Fault Protection Systems.) यांसारखी अत्याधुनिक संरक्षक उपकरणे समाविष्ट आहेत. आपत्कालीन शटडाउन सिस्टम (Emergency Shutdown System) आणि आर्क फ्लॅश प्रोटेक्शन (Arc Flash Protection) सिस्टमचा समावेश असतो ज्यामुळे कर्मचाऱ्यांची सुरक्षा सुनिश्चित केली जाते.
5. **स्वयंचालित नियंत्रण सिस्टम (Automatic control System) :** इंडस्ट्रियल विद्युत सिस्टम मध्ये ऑटोमॅटिक आणि कंट्रोल सिस्टम एकत्र केली जातात, ज्यामुळे मॅन्युफॅक्चरिंग लाईन्सचे व्यवस्थापन होते. यामध्ये प्रोग्रॅमॅबल लॉजिक कंट्रोलर्स (PLCs), स्काडा (SCADA) आणि व्हेरिएबल फ्रिक्वेंसी ड्राइव्हज (VFDs) यांचा समावेश आहे, जे मोटर्स आणि यांत्रिकींच्या गती आणि कार्यक्षमतेचे नियंत्रण करतात. इंडस्ट्रियल नेटवर्क्स जसे की ईथरनेट (Ethernet) आणि मोड बस हे सिस्टम रिमोट निरीक्षण आणि नियंत्रण करण्यासाठी वापरले जातात.
6. **एनर्जी एफिशियन्सी आणि शाश्वतता (Energy Efficiency and Sustainability):** इंडस्ट्रियल ऑपरेशन्सचा एनर्जी वापर जास्त असल्याने एनर्जी व्यवस्थापन हे अत्यंत महत्वाचे आहे. अनेक उद्योग एनर्जी कार्यक्षम सिस्टम वापरत आहेत आणि सोलर पॅनेल्स (Solar Panels) आणि विंड टर्बाइन्स (Wind Turbines) सारख्या रिन्यूएबल एनर्जी स्रोतांचा वापर करत आहेत, ज्यामुळे ऑपरेशनल कॉस्ट (Operational Cost) कमी होते. पॉवर फॅक्टर सुधारणा (PF Correction) आणि लोड व्यवस्थापन तंत्रांचा वापर विद्युत उर्जेचा उपयोग ऑप्टिमाइज (Optimise) करण्यासाठी केला जातो.
7. **देखभाल आणि निरीक्षण (Maintenance and Monitoring):** इंडस्ट्रियल विद्युत सिस्टम नियमित देखभाल करणे आवश्यक आहे, ज्यात मोटर्स (Motors), ट्रान्सफॉर्मर्स (Transformers), आणि इतर मुख्य घटकांची तपासणी केली जाते जेणेकरून सतत कार्य होईल. परिस्थिती निरीक्षण आणि रिमोट मॉनिटरिंग सिस्टम वापरण्याचा प्रचलन वाढत आहे, ज्यामुळे फॉल्ट (Faults) त्वरित शोधले जातात.

➤ **इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन्सची उदाहरणे:**

1. **निर्मिती कारखाने:** ऑटोमोबाईल कारखाने, केमिकल प्लांट्स, फूड प्रोसेसिंग प्लांट्स (Food Processing Plants).
2. **पॉवर प्लांट्स (Power Plants) :** औष्णिक (Thermal), जलविद्युत (Hydro), आणि रिन्यूएबल एनर्जी उत्पादन सुविधा.
3. **अवजड उद्योग (Heavy Industries) :** स्टील मिल्स, सिमेंट फॅक्टरी , माईन्स (Mines) .
4. **वेयरहाऊस आणि डिस्ट्रिब्यूशन सेंटर (Warehouses and Distribution Centers) :** मोठ्या स्टोरेज सुविधांमध्ये स्वयंचलित सिस्टम असतात ज्यामुळे उत्पादने वेगळी आणि वितरित केली जातात.

- **व्होल्टेज स्टॅंडर्ड आणि त्यांचे लिमिट (Standard value of voltages and their limits):** विद्युत उपकरणाच्या सुरक्षा, विश्वासार्हता आणि कार्यक्षमतेला सुनिश्चित करण्यासाठी मानकीकृत व्होल्टेज मूल्ये पालन करणे अत्यंत महत्वाचे आहे. नॅशनल एलेक्ट्रिक कोड (NEC 2023) तसेच इतर इंटरनॅशनल मानक विविध प्रकारच्या विद्युत इंस्टॉलेशन्ससाठी विशिष्ट व्होल्टेज स्तर निश्चित करतात, ज्यामध्ये रेसिडेन्शियल , कमर्शियल आणि इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन्सचा समावेश आहे. खाली विद्युत प्रतिष्ठानांमध्ये वापरण्यात येणारी मानक व्होल्टेज मूल्ये आणि त्यांची स्वीकारार्ह मर्यादा दिली आहे.

Table 1.1: व्होल्टेज स्टॅंडर्ड आणि त्यांचे लिमिट

सिस्टम	व्होल्टेज लेवल (V)	व्होल्टेज मर्यादा (टोलरन्स)
लो व्होल्टेज (रेसिडेन्शियल /कमर्शियल)	230V (सिंगल-फेज), 400V (थ्री-फेज)	±10%
मेडीयम व्होल्टेज (इंडस्ट्रियल /पॉवर वितरण)	11kV, 22kV, 33kV	±5%
हाय व्होल्टेज (पॉवर ट्रान्समिशन)	66kV, 110kV, 220kV, 400kV	±2% ते ±5%
अतिउच्च व्होल्टेज (लॉन्ग डिस्टन्स ट्रान्समिशन)	400kV, 765kV	±2% किंवा कमी
विशेष व्होल्टेज सिस्टम	12V, 24V, 48V	±5%

- **विद्युत इंस्टॉलेशन्ससाठी लागणारी मूलभूत तत्त्वे (Fundamental principles for electrical installations):**

विद्युत इंस्टॉलेशन्सची डिझाईन आणि अंमलबजावणी काही मूलभूत तत्त्वांद्वारे मार्गदर्शित केली जाते, जेणेकरून इंस्टॉलेशन्स सुरक्षित, कार्यक्षम आणि विश्वासार्ह असतील. हे तत्त्वे इलेक्ट्रिक शॉक्स, आग आणि उपकरणांचे नुकसान यांसारख्या धोके कमी करण्यासाठी महत्वाची आहेत, आणि विद्युत सिस्टमची एफिशियन्सी सर्वोत्तम राखण्यासाठी देखील आवश्यक आहेत. खाली दिलेली आहेत विद्युत इंस्टॉलेशन्ससाठी लागू होणारी प्रमुख तत्त्वे:

1. **सुरक्षा (Safety):** इलेक्ट्रिक शॉक्स, आगी आणि इतर धोक्यांपासून सुरक्षा याला प्राथमिकता द्या. यामध्ये योग्य अर्थिंग, ओव्हरकरंट संरक्षण (फ्युझ/सर्किट ब्रेकर्स), आणि सुरक्षित विलगणीकरण प्रक्रियांचा समावेश होतो.
2. **एफिशियन्सी आणि अर्थव्यवस्था (Efficiency and Economy):** एनर्जी वापर कमी करण्यासाठी आणि खर्च कमी करण्यासाठी प्रणालींची डिझाईन करा, यामध्ये उपकरणांचे आकार ऑप्टिमाइज करणे, लोड योग्य प्रकारे वितरित करणे, आणि एनर्जी बचत तंत्रज्ञानांचा वापर (जसे की LED लाइटिंग) समाविष्ट आहे.
3. **विश्वसनीयता आणि दीर्घायुष्य (Reliability and Durability):** व्यवस्था विश्वसनीयपणे कार्यरत राहील आणि दीर्घायुष्य टिकेल यासाठी उच्च-गुणवत्तेची मटेरियल वापरा, योग्य लोड कॅल्क्युलेशन्स करा, आणि नियमित तपासणी व देखभाल करा.
4. **कोड आणि मानकांचे पालन (Compliance with Codes and Standards):** सुरक्षा आणि विद्युत डिझाईन व इंस्टॉलेशनमध्ये एकसारखेपणा सुनिश्चित करण्यासाठी स्थानिक आणि जागतिक मानकांचे (जसे की NEC, IEC, BIS) पालन करा.
5. **प्रवेशयोग्यता आणि देखभाल (Accessibility and Maintenance):** व्यवस्था डिझाईन अशी करा की तिची सोयीस्करपणे देखभाल केली जाऊ शकते. यामध्ये पॅनेल्ससाठी सोपा प्रवेश, योग्य केबल रूटिंग, आणि अपग्रेड्ससाठी मॉड्यूलर डिझाईन्स यांचा समावेश आहे.
6. **भविष्यकालीन विस्तारासाठी लवचिकता (Flexibility for Future Expansion):** व्यवस्था ही वाढीच्या आणि भविष्यातील तंत्रज्ञानाच्या सुधारणा (जसे की रिन्यूएबल एनर्जी एकत्र करणे किंवा स्मार्ट सिस्टम) साठी लवचिक असावी.
7. **पर्यावरणीय घटकांपासून संरक्षण (Protection Against Environmental Factors):** विद्युत व्यवस्थेची डिझाईन अशाप्रकारे करा की ती पर्यावरणीय परिस्थिती जसे की हवामान, तापमानातील बदल आणि गंज यांसारख्या गोष्टींना सहन करू शकेल.
8. **पॉवर सप्लायची गुणवत्ता (Quality of Power Supply):** स्थिर व्होल्टेज, स्थिर पॉवर फॅक्टर सुनिश्चित करा, जेणेकरून कनेक्ट केलेल्या उपकरणांचे सुरक्षित आणि कार्यक्षम कार्य होईल.

➤ **विद्युत कार्यातील सुरक्षा (Safety in electrical work):**

विद्युत कार्यामध्ये सुरक्षा अत्यंत महत्त्वाची आहे कारण यासंबंधित अनेक रिस्क (Risk) असतात, जसे की इलेक्ट्रिक शॉक, आग, स्फोट, आणि उपकरणांचे नुकसान. इंस्टॉलेशन कोणत्याही प्रकाराचे असो—रेसिडेन्शियल, कमर्शियल, किंवा इंडस्ट्रियल—सुरक्षा प्रोटोकॉलचे पालन करणे आवश्यक आहे, जेणेकरून कर्मचार्यांचे, मालमत्तेचे आणि सामान्य जनतेचे संरक्षण होईल. या धोक्यांना कमी करण्यासाठी योग्य सुरक्षा उपायांचे पालन करणे आवश्यक आहे. विद्युत सुरक्षा याबद्दलचे प्रमुख पैलू खाली दिले आहेत:

महत्वाचे सुरक्षा पैलू (Key Safety Aspects):

1. **वैयक्तिक सुरक्षा उपकरणे (Personal Protective Equipment (PPE)):** कर्मचाऱ्यांनी योग्य वैयक्तिक सुरक्षा उपकरणे घालावीत, जसे की इंसुलेटेड ग्लोव्हज, रबर बुट्स, सुरक्षा चष्मे, आणि हेल्मेट्स, जेणेकरून इलेक्ट्रिक शॉक आणि आर्क फ्लॅशपासून संरक्षण मिळू शकेल.
 2. **लॉकआउट/टॅगआउट प्रक्रिया (Lockout/Tagout Procedures) :** कोणत्याही विद्युत देखभाल किंवा दुरुस्ती करण्यापूर्वी, लॉकआउट/टॅगआउट प्रक्रियांचे पालन करा, जेणेकरून विद्युत पुरवठा विलगित केला जाईल आणि अपघाती एनर्जी संप्रेषण टाळता येईल.
 3. **योग्य साधने आणि उपकरणे (Proper Tools and Equipment):** फक्त इंसुलेटेड साधनांचा आणि उपकरणांचा वापर करा, जे त्या व्होल्टेज पातळीसाठी योग्य असतील, जेणेकरून विद्युत शॉक किंवा अपघात टाळता येईल.
 4. **अविद्युत उपकरणांसह कार्य करणे (Working with De-energized Equipment):** कार्य सुरू करण्यापूर्वी, नेहमी खात्री करा की विद्युत उपकरण विद्युतरहित केले गेले आहे, जरी चालू सर्किट्सवर काम करणे अत्यावश्यक असेल, तरीही ते करणे टाळा.
 5. **इलेक्ट्रिकल हजार्ड अवेयरनेस (Electrical Hazard Awareness):** कर्मचाऱ्यांना इलेक्ट्रिकल हजार्डची ओळख होण्यासाठी प्रशिक्षण दिले पाहिजे, ज्यामध्ये चुकीचे ग्राउंडिंग, आणि अयोग्य वायरिंग यांचा समावेश होतो, आणि त्यांना त्यावर उपाययोजना करण्यासाठी योग्य पद्धती शिकवाव्यात.
- **परमीट टु वर्क (Permit to electrical work) (PTW):** परमीट टु वर्क (PTW) एक औपचारिक सुरक्षा प्रक्रिया आहे जी धोकादायक कामांचे नियंत्रण आणि निरीक्षण करण्यासाठी वापरली जाते, ज्यामुळे विशिष्ट कार्ये सुरक्षितपणे पार पाडली जातात. ही व्यवस्था विशेषतः उच्च-धोक्याच्या इलेक्ट्रिकल कामांसाठी महत्वाची आहे, ज्यामध्ये जखमी होण्याचा किंवा नुकसान होण्याचा धोका मोठा असतो. PTW व्यवस्था सुरक्षितपणे इलेक्ट्रिकल कार्य पूर्ण करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या सुरक्षा उपायांची स्पष्टता करते.

परमीट टु वर्क : व्यवस्थेचे मुख्य घटक (Key Components of the PTW System):

1. **वर्क ऑथोरायझेशन (Work Authorization):** कामाची परवानगी अधिकृत व्यक्ती—साधारणपणे सुपरवायझर किंवा सुरक्षा अधिकारी—द्वारे दिली जाते. या परवानगीनुसार काम करणाऱ्यांना विशिष्ट इलेक्ट्रिकल काम करण्याची मंजूरी दिली जाते. कामाच्या परवानगीत कार्याचा विस्तृत वर्णन, कार्याची मर्यादा आणि कामाच्या पारंपारिक कार्यानुसार योग्य व्यक्तींना परवानगी दिली जाते याची खात्री केली जाते.

2. **कामाची सुस्पष्ट व्याप्ती (Detailed Scope of Work):** परवानगीमध्ये इलेक्ट्रिकल कामाचा अचूक प्रकार स्पष्ट केला जातो, जसे की इन्स्टॉलेशन, देखभाल, दोष निवारण, किंवा दुरुस्ती. या परवानगीत स्थान, आवश्यक साधने, आणि धोक्यांची माहिती देखील असते, ज्यामुळे काम योग्य प्रकारे नियोजित आणि सुरक्षित होईल.
 3. **रिस्क असेसमेंट (Risk Assessment):** परवानगी देण्यापूर्वी एक संपूर्ण रिस्क असेसमेंट केले पाहिजे. या मूल्यांकनाद्वारे इलेक्ट्रिकल धोक्यांची ओळख केली जाते, जसे की: इलेक्ट्रिक शॉक, आर्क फ्लॅश, आग लागण्याचा धोका. या मूल्यांकनावर आधारित, रिस्क कमी करण्यासाठी आवश्यक असलेले सुरक्षा उपाय निश्चित केले जातात.
 4. **एनर्जी स्रोतांची विलगणीकरण (Isolation of Energy Sources):** काम सुरू होण्यापूर्वी एनर्जी स्रोतांची योग्य प्रकारे विलगणीकरण करणे आवश्यक आहे. परवानगीमध्ये याची नोंद केली जाते की उपकरणे किंवा विद्युत व्यवस्था बंद केली गेली आहे, ज्यामुळे अनधिकृत एनर्जी वापरणे रोखले जाते आणि कामाच्या दरम्यान कोणताही विद्युत प्रवाह होणार नाही.
 5. **सुरक्षा उपाय आणि खबरदारी (Safety Measures and Precautions):** परवानगीमध्ये सुरक्षा उपाय दिले जातात, ज्यात वैयक्तिक सुरक्षा उपकरणे (जसे की इंसुलेटेड ग्लोव्हज, रबर बूट, हेल्मेट), आपत्कालीन प्रक्रिया, जसे की इलेक्ट्रिक शॉक किंवा आग लागल्यास काय करावे हे समाविष्ट आहे.
 6. **कार्यादरम्यान सुरक्षा निरीक्षण (Supervision and Review):** काम करणाऱ्यांना या सर्व सुरक्षा उपायांचे पालन करणे आवश्यक आहे, जेणेकरून कोणतीही दुर्घटना होणार नाही.
 7. **देखरेख आणि पुनरावलोकन (Clearance):** कामाची जवळून देखरेख केली जाते, जी सुपरवायझर किंवा सुरक्षा अधिकारीद्वारे केली जाते, जेणेकरून सर्व सुरक्षा नियमांचे पालन केले जाते. कार्याच्या दरम्यान नियमित तपासणी केली जाते, ज्यामुळे कोणत्याही अप्रत्याशित धोक्याचा वेळीच निवारण केला जातो.
- **सुरक्षा सूचना आणि सुरक्षा पद्धती (Safety instruction and safety practices):**
- **सामान्य सुरक्षा सूचना (Safety instruction):**
1. **विद्युत पुरवठा बंद करणे (De-energization):** काम सुरू करण्यापूर्वी नेहमी खात्री करा की विद्युत सर्किट्स विद्युत रहित (De-energized) केले गेले आहेत. व्होल्टेज नाही याची खात्री करण्यासाठी योग्य चाचणी उपकरणांचा वापर करा.
 2. **योग्य इंसुलेशन वापरणे (Use Correct Insulation):** केबल्स, वायर्स आणि विद्युत घटकांची योग्य इंसुलेशन सुनिश्चित करा, ज्यामुळे जिवंत भागांशी अपघाती संपर्क टाळता येईल.
 3. **योग्य ग्राउंडिंग (Proper Grounding):** विद्युत व्यवस्थेमध्ये असलेल्या सर्व उपकरणांचे योग्य प्रकारे ग्राउंडिंग केले गेले पाहिजे, ज्यामुळे इलेक्ट्रिक शॉक टाळता येईल.

4. **पाणी आणि ओलसर ठिकाणांपासून दूर राहा (Avoid Water and Damp Areas):** ओलसर किंवा पाण्याने भरलेल्या परिसरात काम करताना विशेष काळजी घेणे आवश्यक आहे (जसे की इंसुलेटेड साधनांचा आणि रबर मॅट्सचा वापर).
5. **सुरक्षित शिडी आणि स्कॅफोल्डिंगचा वापर (Safe Use of Ladders and Scaffolding):** उंचीवर काम करताना, शिडी आणि स्कॅफोल्डिंग सुरक्षित असल्याची आणि कामकऱ्यांना योग्य प्रकारे सुरक्षित केल्याची खात्री करा, ज्यामुळे पडण्याचे अपघात टाळता येतील.
6. **वॉरनिंग साईन्स आणि बॅरीकेड्स (Warning Signs and Barricades):** धोक्याच्या कार्यक्षेत्रांभोवती स्पष्ट वॉरनिंग साईन्स, बॅरीकेड्स किंवा टेप लावा, ज्यामुळे अनधिकृत व्यक्तींना तेथे प्रवेश करणे टाळता येईल.

➤ **विद्युत कार्यासाठी सुरक्षा पद्धती (Safety practices):** सुरक्षा पद्धती म्हणजे विद्युत धोक्यांना कमी करण्यासाठी स्थापित केलेली कार्यव्यवस्था आणि क्रिया. या पद्धतींचा वापर विद्युत कार्याच्या मानक प्रक्रियेचा भाग म्हणून केला जातो.

सर्वोत्तम सुरक्षा पद्धती (Best Safety Practices):

1. **प्रशिक्षण आणि प्रमाणपत्र (Training and Certification):** सर्व कर्मचाऱ्यांना विद्युत सुरक्षा, उपकरणांचा वापर, आणि आपत्कालीन प्रक्रियेवर योग्य प्रशिक्षण घेणे आवश्यक आहे. प्रशिक्षण चालू ठेवले पाहिजे, जेणेकरून कामकऱ्यांना सुरक्षा प्रोटोकॉल्सबद्दल अद्ययावत माहिती मिळेल.
2. **तपासणी (Inspections):** विद्युत व्यवस्था वायरिंग आणि उपकरणांची नियमित तपासणी केली पाहिजे, ज्यामुळे इजा, नुकसान, किंवा दोषांचा शोध घेता येईल. जर काही समस्या आढळल्या तर तत्काळ योग्य उपाययोजना केली पाहिजे.
3. **विद्युत व्यवस्थेची देखभाल (Electrical System Maintenance):** विद्युत उपकरणांची नियमित देखभाल सुनिश्चित करते की ती योग्य प्रकारे कार्यरत आहेत आणि शॉर्ट सर्किट्स, ओव्हरहीटिंग किंवा दोषपूर्ण वायरिंग सारख्या विद्युत धोक्यांची शक्यता कमी करते.
4. **योग्य साधनांचा वापर (Use of Proper Tools):** फक्त अशा साधनांचा वापर करा जे व्होल्टेज आणि कार्यप्रकारानुसार योग्य असतील. जिवंत वायरच्या जवळ काम करताना इंसुलेटेड साधनांचा आणि रबरयुक्त मॅट्सचा वापर अत्यंत महत्वाचा आहे.
5. **सुपरविजन (Supervision):** सर्व विद्युत कार्य योग्य प्रमाणपत्र असलेल्या व्यक्तीद्वारे सुपरविजन केले जावे, विशेषतः उच्च व्होल्टेज किंवा धोकादायक परिस्थितींमध्ये काम करत असताना.
6. **आपत्कालीन प्रक्रियेची तयारी (Emergency Procedures):** कामकऱ्यांना विद्युत आपत्कालीन परिस्थितीमध्ये कसे प्रतिसाद द्यावे हे प्रशिक्षण दिले पाहिजे, जसे की शॉक, आग, किंवा स्फोट. यामध्ये पावर कसा सुरक्षितपणे

बंद करावा, फायर एक्सटिंग्विशर कसा वापरावा, आणि प्राथमिक उपचार कसे करावे याची माहिती असणे आवश्यक आहे.

7. **तात्पुरत्या विद्युत पुरवठ्याचा सुरक्षित वापर (Safe Use of Temporary Power):** तात्पुरत्या विद्युत स्रोतांचा वापर करत असताना, त्याची वायरिंग योग्यरित्या केली पाहिजे आणि सर्व सुरक्षा मानकांचे पालन केले पाहिजे, जेणेकरून अपघात टाळता येतील.

- 1.2 **एस्टीमेटिंग आणि कॉस्टिंग (Estimating and costing):** एस्टीमेटिंग ही एक अशी पद्धत आहे, ज्याद्वारे आपण विद्युत प्रकल्पाच्या पूर्ण होण्याच्या वेळ, मटेरियल आणि गुंतवणूक यांचा एस्टीमेट्स घेऊ शकतो. मटेरियल खर्च आणि प्रकल्पाच्या पूर्णतेसाठी आवश्यक वेळ याचे एस्टीमेटिंग करून आपण कोणत्याही फर्मसोबत कॉन्ट्रॅक्ट (Contract) करतांना योग्य आणि ठाम निर्णय घेण्यास मदत मिळवू शकतो. परंतु, एस्टीमेटिंग आणि खर्च याबद्दल तयार केलेले रिपोर्ट कोणताही टेंडर (Tender) किंवा कॉन्ट्रॅक्ट स्थापित करत नाही. एक एस्टीमेटरचे (Estimator) काम विविध पैलूंशी जोडलेले असते, ज्यामुळे ते वेगळे करणे सोपे नसते. सामान्यपणे, याचे वर्गीकरण पुढील चार विभागांत केले जाऊ शकते:

1. **मटेरियल चे प्रमाण आणि संबंधित खर्चाचे एस्टीमेटिंग (Estimating the quantity of material and the cost involved) :** प्रकल्पासाठी आवश्यक असलेल्या मटेरियल चे प्रमाण आणि त्याचा खर्च एस्टीमेट्स पत्रकात दर्शवला जातो. यामध्ये केबल्स, स्विचेज, पॅनेल्स, फिटिंग्स इत्यादी सामग्रींचा समावेश होतो.
2. **खर्च किंवा सेलिंग प्राइजचे विश्लेषण (Analysis of cost or selling price):** प्रकल्पातील एकूण खर्च आणि विक्री किंमतींचे विश्लेषण केले जाते, जेणेकरून प्रकल्पाची आर्थिक एफिशियन्सी आणि त्याचे फायदे समजता येतात.
3. **योग्यरित्या अकाउंट तयार करणे (Maintaining proper accounts):** प्रकल्पातील सर्व आर्थिक व्यवहारांची योग्य नोंद ठेवली जाते. यामध्ये सर्व खर्च, तसेच इतर संबंधित आर्थिक बाबींची तपशीलवार नोंद केली जाते.
4. **विक्री सहाय्य प्रदान करणे (Provision of selling aids):** विक्री प्रक्रियेत मदत करणारे आवश्यक साहित्य, उपकरणे किंवा सेवा प्रदान करणे. यामध्ये आवश्यकतेनुसार विक्री साहित्य, इत्यादींचा समावेश होऊ शकतो.

- **एस्टीमेटिंग आणि कॉस्टिंगचे उद्दीष्ट (Purpose of Estimating and costing):** कोणत्याही नवीन कार्यक्रमाची सुरुवात करण्यापूर्वी आवश्यक मटेरियल आणि त्यावर होणारा खर्च जाणून घेणे आवश्यक आहे. म्हणूनच, संबंधित कार्यक्रमासाठी संपूर्ण प्रकल्प अहवाल तयार करणे अत्यंत महत्वाचे आहे, कारण हा प्रकल्प आमच्या कार्यक्रमाच्या यशस्वी अंमलबजावणीसाठी मार्गदर्शक ठरतो. प्रकल्प अहवालात केले जाणारे काम, कामाचे रेखाटन, आवश्यक मटेरियल ची संपूर्ण माहिती आणि त्याचा खर्च, तसेच कार्यसिस्टम ची सुसंगतता यांचा समावेश असतो.

एस्टीमेटिंग हे देखील आवश्यक आहे कारण यामुळे आपल्याला आवश्यक असलेल्या पैशाची रक्कम, मटेरियल ची उपलब्धता इत्यादीबद्दल निश्चितता मिळते. प्रकल्प अहवाल आणि खर्चाचे एस्टीमेटिंग न करता काम सुरू केल्यास, काम पूर्ण करणे कठीण होऊ शकते, कारण अचानक पैसे कमी होणे किंवा मटेरियल ची अनुपलब्धता होऊ शकते. एस्टीमेटिंग आणि खर्चासाठी मटेरियल खरेदी करण्यासाठी बाजारपेठेचा सर्वेक्षण आवश्यक आहे. एस्टीमेटिंग आणि खर्चाचे मुख्य उद्दीष्ट खालीलप्रमाणे आहेत:

➤ **एस्टीमेटिंग आणि कॉस्टिंगचे उद्दीष्ट (Objectives of Estimating and Costing):**

1. **मटेरियल्सची यादी पूर्ण करणे:** काम सुरू होण्यापूर्वी आवश्यक असलेल्या मटेरियल्सची यादी पूर्ण करणे आवश्यक आहे, ज्यामुळे काम सुरू केल्यानंतर मटेरियल कमी पडण्याची शक्यता अत्यंत कमी होते.
2. **प्रोजेक्ट्स मध्ये पैशांचा अयोग्य वापर टाळणे:** कार्यान्वयनातील प्रोजेक्ट्स मध्ये पैशांचा अयोग्य वापर होणार नाही याची खात्री करणे.
3. **वेळेची बचत:** काम वेळेवर पूर्ण होईल, जसे की नियोजित केले गेले होते. यामुळे कार्याची एफिशियन्सी आणि प्रोजेक्टची प्रगती सुनिश्चित होते.

➤ **सर्वोत्तम एस्टीमेटरची गुणवैशिष्ट्ये (Qualities of good estimator):** यशस्वी आणि आर्थिकदृष्ट्या योग्य एस्टीमेट्स फक्त योग्य पात्र, कार्यक्षम आणि अनुभवी व्यक्तींच तयार करू शकतो. त्यांना कामामध्ये वापरण्यात येणाऱ्या मटेरियल्सचे पूर्ण ज्ञान असावे लागते आणि त्याच्या अचूक किमतीचे एस्टीमेट्स असावे लागतात. म्हणून, एक चांगला एस्टीमेटर खालील गुणांसह असावा:

1. **पूर्ण ज्ञान आणि व्यावहारिक अनुभव:** एस्टीमेटरला एस्टीमेट्स घेण्याबद्दल पूर्ण ज्ञान आणि व्यावहारिक अनुभव असावा लागतो, ज्यामुळे तो कार्याचे नीटपणे एस्टीमेटिंग करू शकतो.
2. **कामाच्या ठिकाणी नियमितपणे भेट देणे:** एस्टीमेटरला त्याच्या अंदाजावर आधारित चालू प्रकल्पाची तपासणी करण्यासाठी वेळोवेळी कामाच्या ठिकाणी जाऊन पाहणे आवश्यक आहे.
3. **चांगली इमॅजिनेशन आणि प्रयोग क्षमता:** एस्टीमेटरला चांगली इमॅजिनेशन क्षमता असावी लागते, तसेच त्याला सध्याच्या डिझाईन्सविषयी सखोल आणि अद्ययावत ज्ञान असावे लागते.
4. **भविष्यातील विस्तार किंवा बदलासाठी तयारी:** एक चांगला एस्टीमेटर नेहमी प्रकल्पाच्या अंदाजात भविष्यकाळात विस्तार किंवा बदल करण्याची तरतूद ठेवतो.
5. **मटेरियलच्या किमतींचे अद्ययावत ज्ञान:** एस्टीमेटरला मटेरियल च्या किमतींचे अद्ययावत ज्ञान असले पाहिजे, आणि त्यासाठी त्याला आपल्या कार्यालयात ठेवलेल्या किंमत यादीत वेळोवेळी बदल करावा लागतो.

- **एस्टीमेटिंग आणि कॉस्टिंगचे आवश्यक घटक (Essential elements of estimating and costing):** कोणत्याही विद्युत प्रकल्पाची सुरुवात करण्यापूर्वी, त्या प्रकल्पासाठी आवश्यक असलेले माटेरियल्स आणि संबंधित खर्च तयार करणे अत्यंत महत्वाचे आहे. यासाठी प्रोजेक्टचा डिझाइन तपशील आणि आवश्यक माटेरियल ची यादी तयार करतांना, एस्टीमेटरने काही महत्वाच्या घटकांचा विचार करावा लागतो. खालील घटक मूल्यमापनाच्या आवश्यक घटकांमध्ये समाविष्ट आहेत:
1. **माटेरियल्सचे स्पेसिफिकेशन (Specification of material):** प्रोजेक्टसाठी आवश्यक असलेल्या प्रत्येक माटेरियल्सचे तपशीलवार विनिर्देशन असावे लागते. यामध्ये माटेरियलचा प्रकार, आकार, गुणवत्ता, आणि इतर आवश्यकतांचा समावेश होतो.
 2. **माटेरियल्सची बाजारातील किंमत (Latest market cost of material):** प्रोजेक्टच्या अंदाजात माटेरियलच्या बाजारातील किमतींचा समावेश करणे आवश्यक आहे. यासाठी बाजारातील किमतींवर नियमित लक्ष ठेवावे लागते.
 3. **प्राइज यादी आणि नेट प्राइज (Price list and net prices):** साहित्याची किंमत यादी तयार करणे आणि त्या निव्वळ किमतींचा एस्टीमेट्स घेणे आवश्यक आहे, ज्यामुळे खर्चाची योग्य गणना होईल.
 4. **माटेरियल आणि मजुरी खर्चाचे कॅलक्युलेशन (Calculation of material and labour cost):** माटेरियल आणि मजुरी खर्चाची अचूक गणना करणे महत्वाचे आहे, जेणेकरून प्रकल्पाच्या एकूण खर्चाचा योग्य एस्टीमेट्स प्राप्त होईल.
 5. **परचेस सिस्टमचे ज्ञान (Knowledge of purchase system):** प्रोजेक्टच्या माटेरियल खरेदीच्या प्रक्रियेबद्दल चांगले ज्ञान असणे आवश्यक आहे, जेणेकरून योग्य दर आणि उपलब्धतेसह माटेरियल खरेदी केली जाऊ शकते.
 6. **मजुरी खर्च (Labour cost):** प्रकल्पातील मजुरी खर्चाचा एस्टीमेट्स घेणे आवश्यक आहे. यामध्ये कामगारांची वेतन संरचना, कामाच्या प्रकारानुसार दर आणि संबंधित कामाचे तास समाविष्ट करणे आवश्यक आहे.
- **अर्थ आणि उद्देश-रफ एस्टीमेट्स, तपशीलवार एस्टीमेट्स, पूरक एस्टीमेट्स, वार्षिक देखभाल एस्टीमेट्स आणि सुधारित एस्टीमेट्स (Meaning and purpose of- rough estimate, detailed estimate, supplementary estimate, annual maintenance estimate and revised estimate):**
- **रफ एस्टीमेट्स (Rough Estimate):** रफ एस्टीमेट्स म्हणजे प्रकल्पाच्या प्रारंभिक टप्प्यात तयार केलेला एक साधारण खर्च एस्टीमेट्स, जो प्रकल्पाच्या आर्थिक बाबी आणि धोरणात्मक मुद्द्यांवर विचार करण्यासाठी वापरला जातो. यामध्ये प्रकल्पाच्या एकूण खर्चाचा प्राथमिक विचार केला जातो, जो पुढील कार्यासाठी मार्गदर्शन करणारा असतो.
- रफ एस्टीमेट्स एक प्रारंभिक आणि साधारण खर्च एस्टीमेट्स आहे जो प्रकल्पाच्या सुरुवातीच्या टप्प्यावर तयार केला जातो. हे एस्टीमेट्स प्रकल्पाच्या आर्थिक बाबी, धोरणात्मक मुद्दे आणि आवश्यकतांचे विचार करण्यासाठी

महत्वाचे आहेत. यामुळे प्रकल्पाच्या सुरुवातीच्या मंजूरीसाठी आवश्यक असलेल्या सर्व माहितीचा योग्य विचार केला जातो.

- **डिटेल्ड एस्टिमेट्स (Detailed Estimate):** डिटेल्ड एस्टिमेट्स म्हणजे तात्पुरत्या अंदाजाच्या प्रशासनिक मंजूरीनंतर तयार केला जाणारा खर्चाचा एक सुसंगत आणि विस्तृत एस्टिमेटिंग. या अंदाजामध्ये प्रकल्पाचे प्रत्येक घटक आणि त्याच्या संबंधित खर्चाचा डिटेल्ड विचार केला जातो. एस्टिमेट्स तयार केल्यानंतर, तो संबंधित अधिकाऱ्यांकडे 'तांत्रिक मंजूरी' मिळवण्यासाठी सादर केला जातो. यामध्ये संपूर्ण प्रकल्पाला उपकार्यामध्ये विभाजित केले जाते आणि प्रत्येक उपकार्याचा खर्च स्वतंत्रपणे गणला जातो. या सर्व खर्चांना एकत्र करून एकूण प्रकल्प खर्च प्राप्त केला जातो.

डिटेल्ड एस्टिमेट्स तयार करताना खालील बाबींचा विचार केला जातो:

1. **प्रत्येक उपकार्याचा खर्च:** प्रकल्पाचे प्रत्येक उपकार्य स्वतंत्रपणे विचारले जाते आणि त्याचा खर्च एकत्र करून प्रकल्पाचा एकूण खर्च मिळवला जातो.
2. **करंट मार्केट रेट उपयोग:** प्रत्येक घटकाचा खर्च करंट मार्केट रेटनुसार टाकला जातो.
3. **लागणारे घटक:** या अंदाजात श्रमिक खर्च, मटेरियल खर्च, उपकरणांचा खर्च, ओव्हरहेड चार्जेस, नफा इत्यादी सर्व गोष्टींचा समावेश केला जातो.

डिटेल्ड अंदाजासोबत संलग्न असलेल्या कागदपत्रांची सूची:

1. **इलेक्ट्रिकल ड्राइंग (Electrical Drawings) :** विविध कार्यासाठी वेगवेगळी ड्राइंग्स सोबत जोडली जातात. यामुळे कामाच्या रचनेचा आणि कार्याची समज स्पष्ट होईल.
2. **डिटेल्ड तांत्रिक बाबी (Specification) :** कामाच्या अंमलबजावणीसाठी डिटेल्ड तांत्रिक बाबी (Specification) तयार करणे आवश्यक आहे, ज्यामध्ये प्रत्येक घटकाच्या गुणवत्ता, आकार, आणि इतर आवश्यकतांचे वर्णन केले जाते.
3. **कॅलक्युलेशन आणि डिझाइन (Calculations and design):** विविध कार्यासाठी कॅलक्युलेशन आणि डिझाइन यांचा समावेश केला जातो. यामध्ये कामाच्या प्रमाणाची आणि कार्यक्षमतेची तपशीलवार माहिती असते.
4. **प्राइज लिस्ट (Prise list) :** कामामध्ये वापरलेल्या सर्व वस्तूच्या किमतींची यादी बनवली जाते, ज्यावरून संबंधित कार्याचे एस्टिमेटिंग केले जाते.
5. **नॉन-शेड्यूल वस्तूचे दर विश्लेषण:** नॉन-शेड्यूल वस्तूचे दर विश्लेषण (जे शेड्यूलमध्ये समाविष्ट नाहीत) देखील आवश्यक आहे, ज्याद्वारे त्या कार्याची किंमत एस्टिमेटिंग केली जाते.
6. **डिटेल्ड अहवाल:** तपशीलवार अंदाजासोबत एक अहवाल जोडला जातो, ज्यात प्रोजेक्टच्या आवश्यकतेची, कार्याचे स्वरूप आणि खर्चाचा तपशील दिला जातो.

- **सप्लीमेंटरी एस्टिमेट्स (Supplementary Estimate):** जेव्हा मूळ कार्याच्या प्रस्तावात किंवा अंदाजात काही भर घालण्याची सूचना केली जाते, तेव्हा मूळ कामाला पूरक ठरणारा एक नवीन डिटेल्ड एस्टिमेट्स तयार केला जातो. या नवीन अंदाजाला सप्लीमेंटरी एस्टिमेट्स म्हणतात. यामध्ये सर्व संबंधित कागदपत्रे जसे की रेखाचित्रे, डिझाईन, एस्टिमेट्स अहवाल, अतिरिक्त कामाची आवश्यकता स्पष्ट करणारे कागदपत्र इत्यादी समाविष्ट करणे आवश्यक आहे आणि ते उच्च अधिकाऱ्यांकडे अंतिम मंजूरीसाठी पाठवले जातात.
- **अॅन्युअल मेंटेनन्स एस्टिमेट्स (Annual Maintenance Estimate):** प्रत्येक इलेक्ट्रिकल संरचना, वायरिंग, यांत्रिक यंत्रणा किंवा इलेक्ट्रिक नियंत्रण सिस्टम ला वार्षिकपणे काही दुरुस्ती करणे आवश्यक असते, जेणेकरून सिस्टम नेहमी कार्यशील स्थितीत राहील. यासाठी एक वार्षिक देखभाल एस्टिमेट्स तयार केला जातो. हा एस्टिमेट्स कार्याच्या भांडवली खर्चाच्या 1.5% पेक्षा अधिक नसावा.
- **रिव्हाईज एस्टिमेट्स (Revised Estimate):** रिव्हाईज एस्टिमेट्स म्हणजे एक डिटेल्ड एस्टिमेट्स, जो नवीनपणे तयार केला जातो, अगदी मूळ अंदाजाच्या प्रमाणे, जेव्हा मूळ मंजूर केलेला डिटेल्ड एस्टिमेट्स 5% किंवा त्याहून अधिक वाढतो, मग ते सुधारित दरांमुळे, प्रकल्पातील मोठ्या बदलांमुळे किंवा काही इतर कारणांमुळे असो. संशोधित अंदाजात सर्व संबंधित कागदपत्रे समाविष्ट असावीत, जसे की डिटेल्ड अंदाजामध्ये असतात, आणि त्यात एक तुलनात्मक समाविष्ट असावा, ज्यात प्रत्येक कार्याच्या घटकातील फरक, त्याची प्रमाण, दर, मूळ खर्च आणि सुधारित खर्च किंवा बचत दर्शविली जाईल, तसेच प्रत्येक घटकाच्या खर्चाच्या वाढीचे किंवा बचतीचे कारण स्पष्ट केले जाईल.
- **डिटेल्ड एस्टिमेट्स तयार करतांना आणि कामाच्या आर्थिक अंमलबजावणीसाठी विचार करण्यायोग्य घटक (Factors to be considered while preparation of detailed estimate and economical execution of work):** डिटेल्ड एस्टिमेट्स तयार करतांना आणि कामाची अंमलबजावणी करतांना काही महत्वाचे घटक विचारात घेणे आवश्यक असतात. हे घटक प्रोजेक्टच्या यशस्वी आणि खर्च-कारक अंमलबजावणीसाठी खूप महत्वाचे असतात. खालील घटकांचा विचार केला जातो:
 1. **मटेरियलचे प्रमाण (Quantity of Material):** मोठ्या प्रोजेक्टसाठी मोठ्या प्रमाणात मटेरियल खरेदी करणे आणि लहान प्रोजेक्टसाठी कमी प्रमाणात मटेरियल खरेदी करणे, यामुळे दरांमध्ये मोठा फरक पडतो. मोठ्या प्रमाणात मटेरियल खरेदी केल्यास ती कमी किमतीत मिळवता येते, म्हणून दर निर्धारित करतांना कामाच्या प्रमाणानुसार ते समायोजित केले पाहिजे.
 2. **मटेरियलची उपलब्धता (Availability of Material):** प्रोजेक्टसाठी आवश्यक मटेरियल कामाच्या ठिकाणी उपलब्ध असली पाहिजे, अन्यथा कामगार आणि पर्यवेक्षक काम न करता बसू शकतात. मटेरियल उपलब्ध नसल्याने प्रोजेक्टचा खर्च वाढतो आणि कामाच्या प्रगतीवर प्रतिकूल प्रभाव पडतो. त्यामुळे मटेरियल वेळेवर उपलब्ध होण्यासाठी एक पक्की व्यवस्था तयार केली पाहिजे.

3. **मटेरियल चा वाहतूक खर्च (Transportation of Material):** कमी प्रमाणात मटेरियलची वाहतूक मोठ्या प्रमाणात मटेरियलच्या तुलनेत जास्त खर्चिक ठरते. त्यामुळे मटेरियलच्या वाहतुकीचे अर्थशास्त्रीय विचार करतांना मोठ्या प्रमाणात मटेरियलची वाहतूक करण्याचा विचार केला जातो.
4. **लोकेशन ऑफ साईट (Location of Site):** प्रकल्पाची साइट दूर किंवा दुर्गम ठिकाणी असेल, जिथे वारंवार लोडिंग आणि अनलोडिंग करणे आवश्यक असेल, तसेच विविध वाहतूक साधनांचा वापर करणे आवश्यक असेल, तर मटेरियल चा हानी किंवा नुकसान होऊ शकतो. या बाबींचा विचार करून एस्टिमेट्स तयार केला पाहिजे.
5. **कामगारांची उपलब्धता (Availability of Labour):** स्थानिक असलेल्या अकुशल किंवा अर्धकुशल कामगारांचा वापर करण्यामुळे खर्च कमी होऊ शकतो. स्थानिक कामगारांची उपलब्धता बाह्य कामगारांपेक्षा कमी किमतीत होऊ शकते, म्हणून कामाच्या ठिकाणी स्थानिक कामगारांचा वापर करणे अधिक आर्थिकदृष्ट्या फायदेशीर ठरते.

1.3 विद्युत कॉन्ट्रॅक्ट: संकल्पना, प्रकार, भूमिका, आणि चांगल्या कॉन्ट्रॅक्टरचे गुणधर्म (Contracts: Concepts, types, roles, and qualities of good contractor):

विद्युत कॉन्ट्रॅक्ट म्हणजे विद्युत कॉन्ट्रॅक्टर (सेवा प्रदाते) आणि क्लायंट्स (व्यक्ती, संस्था, किंवा कंपनी) यामधील औपचारिक कॉन्ट्रॅक्ट असतात, ज्यामध्ये विद्युत इंस्टॉलेशन, देखभाल, किंवा इतर सेवा प्रदान करण्याचे प्रावधान केले जाते. या करारांचा उद्देश म्हणजे कामाच्या व्याप्ती, पेमेंट्स, आणि वेळापत्रक स्पष्टपणे निश्चित करणे, जेणेकरून वाद किंवा गैरसमज निर्माण होणार नाहीत. विद्युत कॉन्ट्रॅक्ट दोन्ही पक्षांच्या हितांची सुरक्षा देखील करतात, आणि समस्यांच्या वेळी कायदेशीर संरक्षण प्रदान करतात.

➤ विद्युत कंत्राटाचे प्रकार (Types of Electrical Contract) :

1. **लंप सम कॉन्ट्रॅक्ट (Lump Sum Contract) :** लंप सम कॉन्ट्रॅक्टमध्ये संपूर्ण कामाची किंमत निश्चित केली जाते. याचा अर्थ, क्लायंट कॉन्ट्रॅक्टरला कामाच्या सर्व बाबींसाठी एक ठरलेली रक्कम देतो, त्याचे पूर्ण होण्यास किती वेळ लागतो किंवा वास्तविक खर्च किती होईल याचा विचार न करता.

फायदे:

- a) **अंदाजात्मक खर्च:** क्लायंटला नक्कीच कळते की प्रकल्पाचा खर्च किती होईल.
- b) **स्पष्ट अपेक्षा:** निश्चित किमतीमुळे कामाची व्याप्ती स्पष्ट होते, ज्यामुळे दोन्ही पक्षांमध्ये अचूकता राहते.

तोटे:

- c) **लवचिकता:** जर प्रकल्पात बदल होतात, तर त्यामुळे खर्चात वाढ होऊ शकते किंवा कॉन्ट्रॅक्टमध्ये बदल करणे आवश्यक होईल.

2. युनिट प्राइस कॉन्ट्रॅक्ट (Unit Price Contract): युनिट प्राइस कॉन्ट्रॅक्टमध्ये, कामाच्या प्रमाणावर किमतीचा ठराव केला जातो. क्लायंट प्रत्येक युनिटसाठी ठराविक दरांवर कॉन्ट्रॅक्टरला पैसे देतो (उदा. वायरिंग किंवा इलेक्ट्रीकल फिटिंग्स प्रति मीटर). हे प्रकल्पासाठी वापरले जाते जेथे कामाची व्याप्ती पूर्णपणे निश्चित केलेली नसते किंवा जिथे कामाच्या प्रमाणात बदल होण्याची शक्यता असते.

फायदे:

a) **लवचिकता:** प्रकल्पाची व्याप्ती किंवा आकार बदलल्यास, कॉन्ट्रॅक्टमध्ये समायोजन होऊ शकते.

b) **खर्चास अनुकूल:** जर आवश्यक युनिट्स अपेक्षेपेक्षा कमी असतील, तर क्लायंटला कमी पैसे द्यावे लागतात.

तोटे:

a) **एस्टिमेट्स न करता खर्च:** अंतिम किंमत ठरवणे कठीण, कारण सर्व युनिट्स मोजल्याशिवाय अंतिम किंमत समजणार नाही.

b) **मॉनिटरिंग आव्हान:** दोन्ही पक्षांना कामाच्या प्रमाणाची अचूकपणे मोजणी करणे आवश्यक आहे, जेणेकरून बिले योग्य असतील.

3. टाइम आणि मटेरियल कॉन्ट्रॅक्ट (Time and Materials (T & M) Contract): या कॉन्ट्रॅक्टमध्ये, क्लायंट कॉन्ट्रॅक्टरला त्याच्या कामाच्या वेळेच्या दरावर (तासिक किंवा दिवसीय दर) आणि वापरलेल्या मटेरियल साठी (खर्चासह) पैसे देतो. याचा वापर त्या प्रकल्पांमध्ये केला जातो जिथे कामाची व्याप्ती अस्पष्ट असते किंवा जेथे प्रकल्पाच्या कार्यान्वयनात बदल होण्याची शक्यता असते.

फायदे:

a) **समायोजनाची लवचिकता:** प्रकल्पाच्या अंमलबजावणीसह, कॉन्ट्रॅक्टमध्ये बदल करू शकतो.

तोटे:

a) **महागडी होण्याची शक्यता:** जर कामासाठी अधिक वेळ लागला किंवा मटेरियलची आवश्यकता अधिक झाली, तर अंतिम खर्च वाढू शकतो.

b) **कमी नियंत्रण:** क्लायंटला अंतिम खर्चावर कमी नियंत्रण असतो, ज्यामुळे बजेट वाढू शकते.

4. कॉस्ट प्लस कॉन्ट्रॅक्ट (Cost Plus Contract): कॉस्ट प्लस कॉन्ट्रॅक्टमध्ये, क्लायंट कॉन्ट्रॅक्टरला वास्तविक खर्च (काम, मटेरियल, आणि ओव्हरहेड्ससह) आणि कंत्राटदाराच्या नफ्याचा एक ठराविक टक्केवारीसह पैसे देतो. हे कॉन्ट्रॅक्ट असं वापरलं जातं जिथे कामाची व्याप्ती अस्पष्ट असते किंवा जेव्हा अनपेक्षित परिस्थिती उद्भवतात.

फायदे:

a) **पारदर्शकता:** क्लायंटला खर्च आणि कंत्राटदाराच्या नफ्याची स्पष्ट माहिती मिळते.

तोटे:

a) **एस्टिमेट्स न करता अंतिम खर्च:** क्लायंटला अंतिम खर्चावर कमी नियंत्रण असतो, विशेषत: जर कामाची व्याप्ती वाढली.

c) **ओव्हरचार्ज होण्याची शक्यता:** कॉन्ट्रॅक्टरला खर्च आणि टक्केवारी यावर आधारित पैसे दिल्याने कार्यक्षमतेची कमी किंवा ओव्हरचार्ज होण्याचा धोका असतो.

5. डिझाईन आणि बिल्ड कॉन्ट्रॅक्ट (Design and Build Contract): डिझाईन आणि बिल्ड कॉन्ट्रॅक्टमध्ये, विद्युत कॉन्ट्रॅक्टरला डिझाईन तयार करण्याची आणि विद्युत सिस्टम ची कार्यान्वयनाची जबाबदारी असते. कॉन्ट्रॅक्टर डिझाईन तयार करतो आणि त्याचे इंस्टॉलेशन करतो. हे मुख्यतः बांधकाम प्रकल्पांमध्ये वापरले जाते जिथे क्लायंट एकाच संस्थेकडून काम करून घेऊ इच्छितो.

फायदे:

a) **वेळेची एफिशियन्सी :** डिझाईन आणि बांधकाम एकाच वेळी होऊ शकते, ज्यामुळे प्रक्रिया जलद होऊ शकते.

6. फिक्स्ड-प्राइस विथ व्हेरिएशन्स कॉन्ट्रॅक्ट (Fixed-Price with Variations Contract): हे लंप सम कंत्राटाचा एक सुधारित प्रकार आहे. जरी एक निश्चित किंमत असली तरी कामाच्या व्याप्तीतील बदल (ज्याला "व्हेरिएशन्स" म्हणतात) किमतीत बदल करू शकतात. यामध्ये अतिरिक्त काम, मटेरियल तील बदल, किंवा अनपेक्षित समस्यांचा समावेश असू शकतो.

फायदे:

a) **अंदाजात्मक खर्च:** मुख्य कामासाठी निश्चित किंमत असते, परंतु बदलांसाठी लवचिकता असते.

b) **व्हेरिएशन्ससाठी पारदर्शकता:** कामाच्या व्याप्तीतील बदलांचे स्पष्टपणे एस्टीमेटिंग केले जाते.

7. देखभाल कॉन्ट्रॅक्ट (Maintenance Contract):

मंटेनेन्स कॉन्ट्रॅक्टमध्ये, कॉन्ट्रॅक्टर नियमितपणे विद्युत सिस्टम चे निरीक्षण, देखभाल आणि दुरुस्ती करणार असतो. हे कॉन्ट्रॅक्ट मोठ्या इमारतीं, इंडस्ट्रियल प्लांट्स किंवा उपकरणांसाठी सामान्यतः वापरले जाते ज्या नियमित देखभाल आणि सेवेसाठी आवश्यक असतात.

फायदे:

a) **आपत्कालीन खर्च कमी करणे:** नियमित देखभाल समस्यांना तात्काळ ओळखून त्यावर काम करू शकते, ज्यामुळे आपत्कालीन खर्च कमी होतो.

तोटे:

a) **निश्चित शुल्क:** ग्राहकाला ठरवलेल्या शुल्कावर देखभाल सेवा मिळते, जी सेवा कालावधीत काही समस्या उद्भवत नसल्यास आवश्यक वाटू शकते.

➤ **कॉन्ट्रॅक्टर (Contractor):**

कॉन्ट्रॅक्टर या शब्दाचा अर्थ म्हणजे ती व्यक्ती, भागीदारी संस्था, सार्वजनिक किंवा खाजगी कंपनी ज्या कॉन्ट्रॅक्टच्या अटींवर कामे, मटेरियलचा पुरवठा किंवा संबंधित सेवांचा अभ्यास करतात.

➤ **रोल ऑफ गुड कॉन्ट्रॅक्टर (Role of good contractor):**

1. **कायदेशीर अटी:** जेव्हा कॉन्ट्रॅक्टरला कंपनी किंवा सरकारकडून अधिकृत केले जाते आणि कॉन्ट्रॅक्टर कायदेशीर बंधनात येतो, तेव्हा त्याला प्रामाणिकपणे आपली भूमिका पार पाडावी लागते.
2. **प्रकल्पाची समज:** कॉन्ट्रॅक्ट किव्हा काम सुरू करण्यापूर्वी, कॉन्ट्रॅक्टरला (त्याच्या तज्ञांची टीम सह) प्रकल्पाचे पूर्ण ज्ञान असणे आवश्यक आहे. प्रकल्प लहान, मध्यम, मोठा किंवा अतिशय मोठा असू शकतो, त्यानुसार त्याची क्षमता पाहूनच कंत्राटामध्ये सामील होणे योग्य ठरते.
3. **बैठकांचे आयोजन:** प्रकल्पाच्या भागांच्या प्राथमिकता समजून घेण्यासाठी कंत्राटदाराने संबंधित पक्षांसोबत नियमित बैठक केली पाहिजे.
4. **साहित्य, मटेरियल, तज्ञ, श्रमिक, वाहतूक यांची प्रभावी व्यवस्था:** कंत्राटदाराने काम सुरू होण्यापूर्वी आणि कामाच्या प्रत्येक टप्प्यात आवश्यक असलेल्या सर्व साहित्य, यंत्रमटेरियल, तज्ञ, श्रमिक, आणि वाहतूक व्यवस्थेची प्रभावीता सुनिश्चित केली पाहिजे.
5. **उपकॉन्ट्रॅक्टरची नियुक्ती (विशेषतः मोठ्या प्रकल्पांसाठी):** जर काम खूप मोठे असेल, तर कॉन्ट्रॅक्टर उपकॉन्ट्रॅक्टर नियुक्त करू शकतो आणि संबंधित कागदपत्रांचा जबाबदारीने ताबा घेऊन कार्याची अंमलबजावणी करतो.
6. **सुपरवायझर्सची नियुक्ती:** कंत्राटदाराने कर्मचाऱ्यांचे नियंत्रण, कामाच्या प्रगतीचे निरीक्षण आणि सुपरवायझर्सकडून प्रगती अहवाल मिळवण्यासाठी योग्य ठिकाणी सुपरवायझर्सची नियुक्ती केली पाहिजे.
7. **कॉन्ट्रॅक्टरचे चांगले संबंध ठेवा:** कंत्राटदाराने ज्या कंपन्यांकडून काम घेतले आहे, त्यांच्या सोबत चांगले कमर्शियल संबंध ठेवणे आवश्यक आहे, जेणेकरून कामाच्या सर्व बाबी सुरळीत पार पडू शकतील.
8. **कामाच्या विलंबाची टाळणी:** कंत्राटदाराने देखरेख केली पाहिजे की काम श्रमिक, मटेरियल किंवा यंत्रमटेरियल च्या अभावामुळे थांबले नाही, किंवा त्याच्या अडचणीमुळे कामाचा वेळ वाढला नाही.
9. **वेळेवर कामाची पूर्णता:** कंत्राटदाराने कंत्राटामध्ये ठरलेल्या वेळेत काम पूर्ण करण्याची खात्री केली पाहिजे, ज्यामुळे त्याला दंड (penalties) लागू होणार नाहीत. यामुळे त्याला वित्तीय नुकसान होण्याची शक्यता कमी होईल. चांगला कॉन्ट्रॅक्टर हा त्याच्या जबाबदारीचे नेहमी पालन करतो, प्रकल्पाच्या वेळापत्रकावर लक्ष ठेवतो, आणि कामाच्या गुणवत्तेसाठी प्रयत्नशील असतो. त्याला सहकार्य करणाऱ्या इतरांशी चांगले संबंध ठेवणे आणि त्याच्या कंत्राटातील सर्व अटी पाळणे आवश्यक आहे. हे सर्व त्याला आणि ग्राहकाला यशस्वी प्रकल्प अंमलबजावणी करण्यासाठी मदत करतात.

➤ **चांगल्या कॉन्ट्रॅक्टरचे गुणधर्म (Qualities of good contractor):**

1. **कमर्शियल ज्ञान आणि कौशल्य:** चांगला कॉन्ट्रॅक्टर त्याच्या क्षेत्रातील कमर्शियल ज्ञान आणि तांत्रिक कौशल्यात प्रावीण असावा लागतो. त्याला विद्युत इंस्टॉलेशन, देखभाल आणि इतर संबंधित सेवांचे सखोल ज्ञान असावे लागते.

2. **विश्वसनीयता आणि निष्ठा:** कंत्राटदाराने आपल्या वचनांचे पालन करणे आणि वेळेवर व बजेटमध्ये काम पूर्ण करणे आवश्यक आहे. तो वचनबद्ध असावा आणि ग्राहकाच्या हितांची काळजी घ्यावी.
3. **संचार कौशल्य:** कंत्राटदाराने स्पष्ट आणि प्रभावी संवाद साधण्याची क्षमता असावी. तो ग्राहकांसोबत तसेच कामाच्या ठिकाणी असलेल्या इतर कर्मचाऱ्यांशी उत्तम संवाद साधू शकावा.
4. **गुणवत्तेची हमी:** चांगला कॉन्ट्रॅक्टर उत्कृष्ट गुणवत्ता असलेल्या मटेरियल चा वापर करतो आणि प्रकल्पाच्या गुणवत्तेची हमी देतो. त्याला त्याच्या कामामध्ये गुणवत्ता सुनिश्चित करणे महत्वाचे असते.
5. **कायदेशीर आणि नियमांचे पालन:** कंत्राटदाराने सर्व संबंधित कायदे आणि मानकांचे पालन केले पाहिजे. तो काम करत असताना सुरक्षा नियम आणि स्थानिक कायदे पाळतो याची खात्री करतो.
6. **समस्या निराकरणाची क्षमता:** कॉन्ट्रॅक्टरला संकटांच्या वेळी समस्या सोडवण्यासाठी चांगली क्षमता असावी लागते. प्रकल्पात कोणतीही अडचण आली तरी, त्याला योग्य आणि तत्परतेने त्यावर उपाय शोधता यायला हवे.

1.4 टेंडर (Tender): टेंडर म्हणजे पुरवठादाराने दिलेला एक प्रस्ताव, जो ठरवलेल्या दरांवर आणि काही अटी व शर्तीवर अवलंबून असतो. या प्रस्तावाला बंद लिफाफ्यात ठेवून टेंडर नोटीसला उत्तर दिलं जातं. टेंडर बरोबर काही पैसे जमा करावं लागतात, जे "एर्नेस्ट मनी" म्हणून ओळखले जातात. एर्नेस्ट मनी म्हणजे एक प्रकारची गॅरंटी असते, जी टेंडर करणाऱ्याने दिली असते. हे पैसे अशा प्रकारे टेंडर करणाऱ्याची गॅरंटी असतात की, त्याचा टेंडर स्वीकारल्यास तो ठरलेल्या अटी व शर्तीनुसार मटेरियलचा पुरवठा करेल.

➤ टेंडरचे प्रकार (Types of tenders):

टेंडर प्रक्रिया ही विविध प्रकारात केली जाऊ शकते, त्यातील काही प्रमुख प्रकार खालीलप्रमाणे आहेत:

1. **ओपन टेंडर (Open Tendering):** ओपन टेंडर प्रक्रिया म्हणजे सर्व पुरवठादारांना खुली असलेली टेंडर प्रक्रिया. यात सर्व इच्छुक आणि पात्र पुरवठादार टेंडर सादर करू शकतात. ही प्रक्रिया पारदर्शक असते आणि सर्व भागीदारांना समान संधी मिळते.
2. **लिमिटेड टेंडर (Limited Tendering):** लिमिटेड टेंडर ही एक बंद प्रक्रिया (Closed Process) असते, जिथे निवडलेले किंवा आमंत्रित केलेले पुरवठादारच टेंडर सादर करू शकतात. या प्रक्रियेत कमी पुरवठादार सहभागी होतात, आणि ही प्रक्रिया तातडीच्या किंवा अत्यंत विशिष्ट आवश्यकता असलेल्या प्रोजेक्टसाठी वापरली जाते.
3. **ग्लोबल टेंडर (Global Tendering):** ग्लोबल टेंडर प्रक्रिया ही आंतरनॅशनल पातळीवर केली जाते, जिथे विविध देशांमधून पुरवठादार टेंडर सादर करतात. या प्रकारात अधिक स्पर्धा असते आणि मोठ्या प्रमाणावर जागतिक पुरवठादार समाविष्ट होतात.

4. **सिंगल टेंडर (Single Tender):** सिंगल टेंडर प्रक्रिया ही एक निवडक प्रक्रिया असते, ज्यामध्ये एकच पुरवठादार टेंडर सादर करतो. या प्रक्रियेत इतर कोणत्याही निविदांचा विचार केला जात नाही आणि ही प्रक्रिया प्रामुख्याने अत्यावश्यक किंवा अनन्य आवश्यकतेसाठी वापरली जाते.
5. **प्रॉपरायटरी टेंडर (Proprietary Tender):** प्रॉपरायटरी टेंडर प्रक्रिया विशेष किंवा बौद्धिक संपत्ती अधिकार असलेल्या उपकरणे किंवा सेवांसाठी वापरली जाते. या प्रक्रियेत, फक्त विशिष्ट किंवा पेटंट तंत्रज्ञान असलेल्या पुरवठादारांना टेंडर सादर करण्याची संधी असते.
6. **स्पॉट टेंडर (Spot Tendering):** स्पॉट टेंडर एक तात्काळ टेंडर प्रक्रिया असते, जिथे प्रकल्प किंवा कामासाठी तातडीने टेंडर मागवली जाते. यात काळजीपूर्वक निवड किंवा दीर्घकालीन टेंडर प्रक्रिया न करता, तत्काळ निर्णय घेतला जातो.

- **टेंडर सूचना (Tender Notice):** टेंडर सूचना म्हणजे काही मोठ्या खरेदीसाठी माहिती जाहिरात करण्याची प्रक्रिया, जी सामान्यतः वृत्तपत्रांमध्ये प्रकाशित केली जाते. टेंडर सूचना त्या क्षेत्रातील प्रमुख वृत्तपत्रांमध्ये प्रकाशित केली जाते. टेंडर सूचना मोठ्या प्रमाणावर खरेदी किंवा महागड्या उपकरणांच्या खरेदीसाठी दिली जाते, जसे की मोठ्या उद्योगात पॉवर वायरिंगची प्रतिष्ठापना, सब-स्टेशनची प्रतिष्ठापना, जनरेटरच्या खरेदीसाठी इत्यादी. टेंडर सूचनेत खरेदी करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या मटेरियल चे तपशीलवार माहिती असते, म्हणजे पूर्ण तपशील, अंदाजे खर्च, प्रमाण, टेंडर सादर करण्याची अंतिम तारीख, टेंडर फॉर्मची किंमत आणि निविदेशी संबंधित ठेव रक्कम (एर्नेस्ट मनी) जमा करण्याची माहिती.

पुरवठादार फक्त विभागाने निश्चित केलेल्या टेंडर फॉर्मवर दरांचे उल्लेख करू शकतात. टेंडर फॉर्ममध्ये सर्व आवश्यक माहिती असते (जसे की टेंडर सूचनेत दिलेली आहे) आणि खरेदी करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या मटेरियल चे तपशील, आकार, प्रमाण, रेटिंग आणि इतर संबंधित माहिती असते, आणि जर आवश्यक असेल तर त्या मटेरियल चे ब्लूप्रिंट किंवा ड्रॉईंग देखील दिले जाते. टेंडर सूचना पुरवठ्याचे अटी आणि शर्ती समाविष्ट करते.

- **टेंडर कागदपत्रांची तयारी (Preparation of tender document):**

टेंडर कागदपत्रांमध्ये खालील गोष्टींचा समावेश असावा:

1. **नोटिस इन्व्हायटिंग टेंडर**
2. **टेंडर फॉर्म** - मानक कराराच्या अटींसह असलेला मुद्रित फॉर्म
3. **कामाचे प्रमाण, कार्याचे वेळापत्रक आणि विभागाकडून पुरवले जाणारे मटेरियल , साधने व यंत्रे (जर असतील तर).**
4. **विशेष अटी व शर्ती** - जर असतील तर.

5. विशेष तपशील आणि कराराची अतिरिक्त शर्ती.

6. इलेक्ट्रिकल ड्राईंग्स - जर आवश्यक असेल तर.

वरील सर्व कागदपत्रे भरून, अर्ज व बँक ड्राफ्टसह एर्नेस्ट मनीच्या रकमेची भरपाई केली जाते आणि एक झाकलेले व सीलबंद डाकपत्र तयार केले जाते. या डाकपत्रावर कामाचे नाव आणि ठेकेदाराचे नाव लिहिलेल्या पद्धतीने दिले जाते आणि ते टेंडर बॉक्समध्ये निर्दिष्ट केलेल्या वेळेत आणि तारखेस टाकले जाते.

➤ **टेंडर उघडण्याची पद्धत (Method of Opening of Tender):** ठेकेदारांकडून प्राप्त केलेल्या सीलबंद टेंडर, टेंडर नोटिसमध्ये नमूद केलेल्या वेळेस आणि ठिकाणी ठेकेदार किंवा त्यांचे प्रतिनिधी यांच्या उपस्थितीत उघडाव्यात. टेंडर उघडणारा अधिकारी टेंडर रेट आणि प्रमाणपत्रानुसार दिलेले दर वाचून दाखवेल, आणि लंप-सम टेंडर असलेल्या प्रकरणात रक्कम वाचून दाखवेल, ज्यामुळे उपस्थित सर्व लोकांना माहिती मिळेल.

दर आणि इतर बदलांमध्ये हस्तक्षेप टाळण्यासाठी, ऑफिसकडून तुलनात्मक स्टेटमेंट तयार केल्यानंतर, अधिकारी त्या बदलांची छाननी करणार आहे. जर निविदेत कोणतेही बदल किंवा संशोधन केले गेले असतील, तर अधिकारी ते लाल स्याहीने चिजवून त्यावर आपले हस्ताक्षर करेल, आणि प्रत्येक पृष्ठाच्या खालच्या भागावर स्वाक्षरी करेल, तसेच निविदेसोबत जोडलेल्या कागदपत्रांवरही त्याचे आदान-प्रदान करेल. अनधिकृत बदल किंवा कत्तली असलेल्या टेंडर नाकारल्या जाऊ शकतात.

अशा टेंडर ज्या योग्य स्वरूपात प्राप्त झालेल्या नाहीत, पूर्ण केलेल्या नाहीत किंवा स्वाक्षरी केलेल्या नाहीत, किंवा आवश्यक एर्नेस्ट मनीने समर्थित नाहीत, त्या टेंडर तत्काळ नाकारल्या जातात आणि अशा प्रकरणांचा नोंदणी रजिस्टरमध्ये नोंद ठेवली जाते.

➤ **गव्हर्नमेंट ई-मॉर्केटप्लेस (Government e-Market Place (GeM):** गव्हर्नमेंट ई-मॉर्केटप्लेस (GeM) हे एक ऑनलाइन प्लॅटफॉर्म आहे जो विविध सरकारी विभाग आणि सार्वजनिक क्षेत्रातील युनिट्सद्वारे वस्तू आणि सेवांची खरेदी करण्यासाठी तयार केले गेले आहे. हे भारत सरकारच्या वाणिज्य आणि उद्योग मंत्रालयाने सुरू केले आहे, ज्याचा उद्देश सरकारी खरेदी प्रक्रियांना अधिक पारदर्शक, कार्यक्षम आणि खर्च-प्रभावी बनवणे आहे. GeM पोर्टलद्वारे सरकारी खरेदी प्रक्रियेचे डिजिटायझेशन करणे, विक्रेते आणि खरेदीदार यांच्यातील संवाद सुलभ करणे आणि खरेदी प्रक्रियेत पारदर्शकता वाढवणे हे मुख्य उद्दिष्ट आहे.

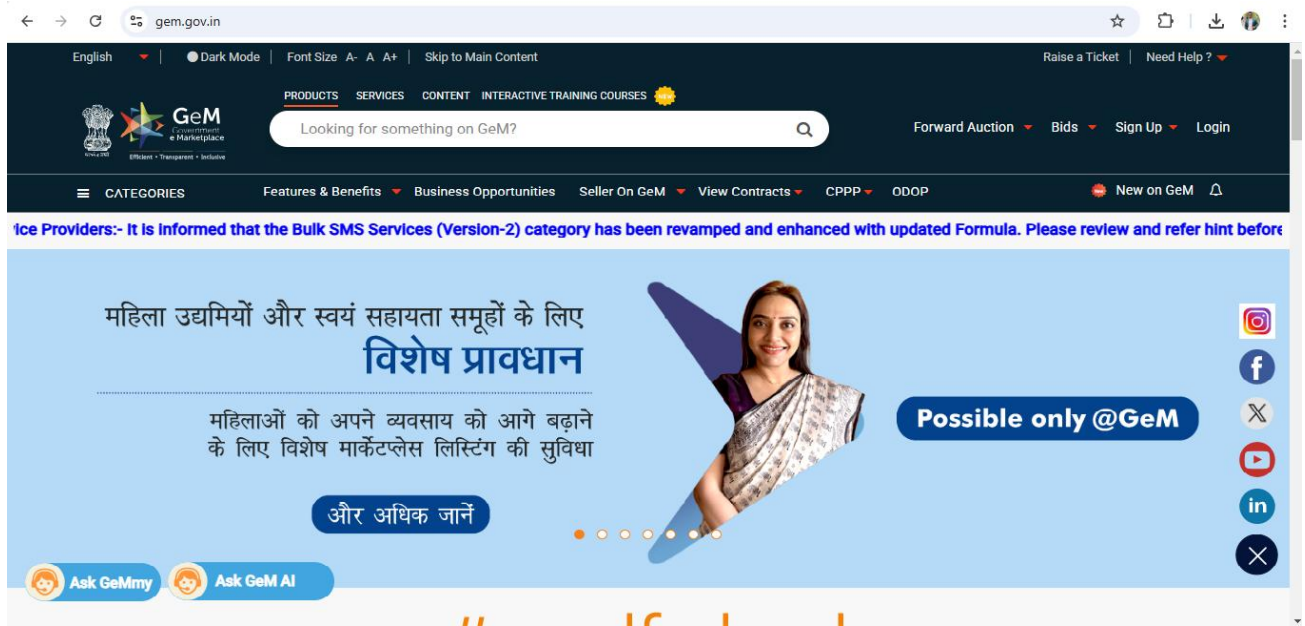


Figure 1.1: जेम पोर्टल (Screenshot of GeM Portal)

Reference: <https://gem.gov.in/>

➤ **GeM (Government e-Marketplace) पोर्टलवर खाते तयार करण्याची चरणबद्ध प्रक्रिया (Stepwise Procedure for Creating an account on GeM portal):**

GeM (Government e-Marketplace) पोर्टलवर खाते तयार करण्याची चरणबद्ध प्रक्रिया खाली दिली आहे:

1. GeM पोर्टलवर भेट द्या:

आपल्या वेब ब्राउझरमध्ये <https://gem.gov.in> या लिंकवर जा.

2. "Sign Up" वर क्लिक करा:

पोर्टलवर गेल्यानंतर, तुम्हाला स्क्रीनवर "Sign Up" किंवा "नोंदणी करा" असा पर्याय दिसेल, त्यावर क्लिक करा.

3. पृष्ठावर तपशील भरा:

"Sign Up" पृष्ठावर तुम्हाला खालील माहिती भरावी लागेल:

- व्यापारी प्रकार:** तुमच्या व्यवसायाच्या प्रकाराचा चयन करा (उदा. उत्पादक, विक्रेता, सेवा प्रदाता).
- संपर्क माहिती:** तुमचा मोबाईल नंबर आणि ईमेल आयडी भरा.
- प्रोफेशनल तपशील:** तुमचा व्यवसाय नाव, पॅन कार्ड, GST क्रमांक इत्यादी माहिती भरा.
- पासवर्ड:** तुमचं खातं सुरक्षित करण्यासाठी एक मजबूत पासवर्ड सेट करा.

4. व्हेरीफिकेशन प्रोसेस:

दिलेल्या ईमेल आयडीवर आणि मोबाईल नंबरवर OTP पाठवले जाईल. OTP भरल्यानंतर तुमचा ईमेल आणि फोन नंबर सत्यापित करा.

5. व्यवसाय तपशील भरा:

तुमचा व्यवसाय संबंधित अधिक माहिती जसे की कार्यालयाचा पत्ता, इन्कम टॅक्स रिटर्न्स, आणि GST प्रमाणपत्र अपलोड करा.

6. किमतींचे मापदंड भरा:

उत्पादन किंवा सेवांशी संबंधित किमती, वितरणाचे तपशील, इत्यादी माहिती भरा.

7. नियम आणि शर्ती स्वीकारा:

GeM पोर्टलच्या वापराच्या अटी आणि नियमांचे पालन करण्यासाठी, त्यांचा स्वीकार करा.

8. "Submit" बटणावर क्लिक करा:

सर्व माहिती तपासल्यानंतर "Submit" बटणावर क्लिक करा.

9. अधिकार प्राप्त करा:

नोंदणी पूर्ण झाल्यावर तुमच्या खाते संबंधित एक पुष्टीकरण मेल प्राप्त होईल. त्यानंतर तुम्ही GeM पोर्टलवर लॉगिन करून आपला व्यवसाय सुरू करू शकता.

10. लॉगिन करा:

नोंदणी पूर्ण झाल्यानंतर, तुमच्या ईमेल आणि पासवर्डने लॉगिन करा आणि तुमच्या खात्याचा उपयोग करा. याशिवाय, जर तुम्हाला GeM पोर्टल वापरत असताना कोणत्याही अडचणी येत असतील, तर ग्राहक सहाय्य सेवा किंवा FAQ विभागाचा वापर करा.

- **GeM पोर्टलवरील ई-टेंडरिंग प्रक्रिया (e-tendering Procedure on GeM Portal):** ई-टेंडरिंग म्हणजे ऑनलाइन प्लॅटफॉर्मचा वापर करून टेंडरिंग प्रक्रियेचे इलेक्ट्रॉनिकरीत्या आयोजन करणे. हे डिजिटल खरेदीकडे होणाऱ्या मोठ्या बदलाचा भाग आहे आणि याचा उद्देश टेंडर्स आमंत्रित करणे, प्राप्त करणे आणि एस्टीमेटिंग करणे या प्रक्रियेला सुव्यवस्थित करणे आहे, जे पारदर्शकता, जबाबदारी आणि कार्यक्षमतेला सुनिश्चित करते. भारतात, सरकारी ई-मार्केटप्लेस (GeM) पोर्टल हा सरकारी संघटनांसाठी ई-टेंडरिंग करण्यासाठी एक प्रमुख प्लॅटफॉर्म आहे. GeM पोर्टल (गव्हर्नमेंट ई-मार्केटप्लेस) सरकारी संघटनांना आणि सार्वजनिक क्षेत्राच्या संस्थांना खरेदीसाठी टेंडर आमंत्रित करण्याची आणि सबमिट करण्याची सुविधा पुरवते. GeM पोर्टल ही प्रक्रिया पारदर्शकता आणि एफिशियन्सी सुनिश्चित करतं.

GeM पोर्टलवर ई-टेंडरिंग करण्याची प्रक्रिया:**1: GeM पोर्टलला भेट द्या**

आपल्या वेब ब्राउझरमध्ये <https://gem.gov.in/> या GeM पोर्टलच्या अधिकृत वेबसाइटला उघडा.

2: GeM पोर्टलमध्ये लॉगिन करा

पोर्टलच्या होमपेजवर, उजव्या कोपऱ्यात "Login" वर क्लिक करा.

आपला ईमेल आयडी आणि पासवर्ड टाका आणि लॉगिन करा.

जर आपल्याकडे खाते नसेल, तर खातं तयार करण्यासाठी पुढील प्रक्रियेचा पालन करा.

3: खरेदीदार खाते तयार करा

GeM पोर्टलवर ई-टेंडरिंग प्रक्रिया सुरू करण्यासाठी आपल्याकडे एक खरेदीदार खाते असणे आवश्यक आहे. जर आपण सरकारी संस्थेचे प्रतिनिधित्व करत असाल, तर आपल्याला टेंडर सुरू करण्यासाठी अधिकृत असणे आवश्यक आहे.

4: टेंडर विभागात जा

लॉगिन केल्यानंतर, डॅशबोर्डवरील मुख्य मेनूमधून "Tenders" विभाग निवडा.

तुम्ही टेंडर व्यवस्थापन पृष्ठावर पुनर्निर्देशित होऊन विद्यमान टेंडर पाहू किंवा नवीन टेंडर तयार करू शकता.

5: नवीन टेंडर तयार करा

नवीन टेंडर तयार करण्यासाठी खालील चरणांचे पालन करा:

1. **“Create Tender” वर क्लिक करा:** यामुळे टेंडर तयार करण्याची प्रक्रिया सुरू होईल.

2. **टेंडर तपशील:**

- **टेंडर आयडी:** हे सिस्टमद्वारे ऑटो-जनरेट होईल.
- **टेंडर नाव:** टेंडरचे स्पष्ट नाव द्या (उदाहरणार्थ, कार्यालय फर्निचर पुरवठा).
- **टेंडर श्रेणी:** योग्य श्रेणी निवडा (उदाहरणार्थ, वस्तु, सेवा, इ.).
- **टेंडर प्रकार:** टेंडर प्रकार निवडा, जसे:
 - **ओपन टेंडर:** कोणत्याही पात्र विक्रेत्याला सहभागी परवानगी आहे.
 - **सीमित टेंडर:** फक्त निवडक विक्रेत्यांना सहभागी होण्याची परवानगी आहे.
 - **लिलाव:** रिक्वर्ड लिलाव प्रक्रिया.
- **टेंडर वर्णन:** आवश्यक असलेल्या वस्तू किंवा सेवांचे तपशीलवार वर्णन द्या.

3. **बिड सबमिशन कालावधी:**

- बिडसाठी सुरुवातीची आणि समाप्तीची तारीख निश्चित करा.
- विक्रेत्यांना बिड सबमिट करण्यासाठी पुरेशी वेळ द्या.

4. **टेंडर कागदपत्रे:**

- संबंधित कागदपत्रे जोडणे (तांत्रिक वैशिष्ट्ये, अटी आणि शर्ती इ.).
- हे कागदपत्र विक्रेत्यांना आवश्यक निकष समजून घेण्यासाठी मदत करतात.

5. **पेमेंट अटी:**

- पेमेंट अटी निश्चित करा, ज्या मध्ये रक्कम, अटी आणि वेळावधीनुसार पेमेंटाचे तपशील असतील.

6. एस्टीमेटिंग निकष:

- टेंडरसाठी एस्टीमेटिंग निकष ठरवा (उदाहरणार्थ, कमी किंमत, तांत्रिक कौशल्य, इ.).
- यामुळे सर्व बिड्सचे एस्टीमेटिंग पूर्वनिर्धारित पद्धतीनुसार होईल.

7: टेंडर प्रकाशित करा

सर्व माहिती भरल्यानंतर, तपशीलांची पुनरावलोकन करा आणि खात्री करा की सर्व माहिती अचूक आहे. सत्यापन केल्यानंतर, "Publish" बटणावर क्लिक करा आणि टेंडर GeM पोर्टलवर प्रकाशित करा. टेंडर नोंदणीकृत विक्रेत्यांना दिसेल, जे नंतर आपली बिड्स सबमिट करू शकतील.

8: विक्रेता बिड सबमिशन

एकदा टेंडर प्रकाशित झाल्यावर, विक्रेते/विक्रेत्यांना जे टेंडरसाठी बोली देण्यास इच्छुक असतील ते टेंडर पाहू शकतात.

बिड देण्यासाठी त्यांना खालील गोष्टी कराव्यात:

1. GeM पोर्टलवर विक्रेता खात्यात लॉगिन करा.**2. टेंडर शोधा:** टेंडर आयडी किंवा संबंधित निकषांनुसार टेंडर शोधा.**3. बिड सबमिट करा:** विक्रेत्यांना बिड तपशील (किंमत आणि इतर कागदपत्रे) भरून बिड सबमिट करावी लागेल, आणि बिड सबमिट करण्याच्या अंतिम मुदतीपूर्वी हे करणे आवश्यक आहे.**9: तांत्रिक आणि आर्थिक बिड एस्टीमेटिंग****1. बिड उघडा:** सबमिट करण्याची अंतिम तारीख नंतर, खरेदीदार तांत्रिक आणि आर्थिक बिड उघडेल.**2. तांत्रिक बिडचे एस्टीमेटिंग :**

- विक्रेत्यांचे तांत्रिक पात्रता एस्टीमेटिंग करा.
- त्यांचे उत्पादन वैशिष्ट्ये, वितरण वेळापत्रक, प्रमाणपत्र, इ. यांचा तपास करा.

3. आर्थिक बिडचे एस्टीमेटिंग :

- आर्थिक बिड्सची तपासणी केली जाईल, ज्यायोगे कमी किंमत किंवा सर्वोत्तम ऑफर निवडली जाईल.
- काही प्रकरणांमध्ये, सर्वोत्तम किमतीसाठी खरेदीदार रिव्हर्स लिलाव करू शकतो.

10: कॉन्ट्रॅक्ट मंजूर करा

- बिड एस्टीमेटिंग केल्यानंतर, खरेदीदार त्या विक्रेत्याला निवडेल ज्याची बिड आवश्यकता पूर्ण करते आणि सर्वोत्तम मूल्य प्रदान करते.
- निवडक विक्रेत्याला कॉन्ट्रॅक्ट दिला जाईल आणि पोर्टलवर स्थिती अद्ययावत केली जाईल.

11: परचेस ऑर्डर (Purchase Order) देणे

- एकदा टेंडर दिल्यावर, खरेदीदार निवडक विक्रेत्याला परचेस ऑर्डर (PO) देतो .
- PO GeM पोर्टलद्वारे जनरेट केली जाऊ शकते.

12: आदेश आणि वितरण ट्रॅक करा

- PO जारी केल्यानंतर, खरेदीदार आणि विक्रेता दोघेही ऑर्डरचा प्रगती ट्रॅक करू शकतात.
- विक्रेता वस्तू/सेवांचा पुरवठा करेल, आणि एकदा खरेदीदार वस्तू किंवा सेवा प्राप्त केल्यानंतर वितरण पुष्टी केली जाईल.

13: पूर्णता आणि फीडबॅक

- वितरण आणि पेमेंट प्रक्रियेची यशस्वीरित्या पूर्णता झाल्यानंतर, खरेदीदार ऑर्डर पूर्ण म्हणून चिन्हांकित करेल.
- **फीडबॅक:** खरेदीदार आणि विक्रेता दोघेही व्यवहारावर फीडबॅक देऊ शकतात.
GeM ई-टेंडरिंग प्रक्रिया सरकारच्या खरेदी प्रक्रियेचे सुव्यवस्थित करते, सबमिशन, एस्टीमेटिंग आणि कॉन्ट्रॅक्ट पुरस्कार टप्प्यांची प्रक्रिया सुलभ करते. GeM पोर्टलचा वापर करून, सर्व व्यवहार पारदर्शकतेने केले जातात, ज्यामुळे न्याय्य स्पर्धा आणि सार्वजनिक निधींसाठी चांगले मूल्य सुनिश्चित होते.

➤ GeM पोर्टलची वैशिष्ट्ये (Features of GeM):**1. ऑनलाइन प्लॅटफॉर्म (Online Platform):**

- GeM एक वेब-आधारित प्लॅटफॉर्म आहे जिथे सरकारी खरेदीदार नोंदणीकृत विक्रेत्यांकडून वस्तू आणि सेवा खरेदी करू शकतात.
- हे खरेदीदार आणि पुरवठादारांसाठी पारदर्शक आणि स्पर्धात्मक वातावरण प्रदान करते.

2. मटेरियल आणि सेवा यांचा विस्तृत श्रेणी (Wide Range of Products and Services):

- प्लॅटफॉर्ममध्ये कार्यालयीन पुरवठा, फर्निचर, आयटी उपकरणे, वैद्यकीय पुरवठा आणि अधिक अशा वस्तूंचा समावेश आहे.
- त्यात मानवी संसाधन बाह्यवर्तीकरण, वाहतूक सेवा, इत्यादीसारख्या सेवा देखील समाविष्ट आहेत.

3. नोंदणीची सोपी प्रक्रिया (Ease of Registration):

- विक्रेत्यांना प्लॅटफॉर्मवर नोंदणी करून आपल्या वस्तू आणि सेवा कमीत कमी कागदपत्रे आणि अनुपालन आवश्यकता पूर्ण करून ऑफर करता येतात.
- खरेदीदार (सरकारी विभाग) नोंदणी करून सिस्टीममध्ये प्रवेश करू शकतात आणि थेट ऑर्डर्स देऊ शकतात.

4. डायनॅमिक किंमत निर्धारण (Dynamic Pricing):

- GeM डायनॅमिक किंमत निर्धारणास अनुमती देते, ज्यामुळे पुरवठादारांना बाजाराच्या परिस्थितीवर आधारित त्यांच्या किंमती बदलता येतात.
- यामुळे खरेदीदारांना स्पर्धात्मक आणि अद्ययावत किंमती मिळवता येतात.

5. कॅटलॉग व्यवस्थापन (Catalog Management) :

- विक्रेते त्यांच्या वस्तू (goods) आणि सेवांचा (services) कॅटलॉग तयार करू शकतात, ज्यामध्ये तपशीलवार विशिष्टता, चित्रे आणि किमतींचा समावेश असतो.
- खरेदीदार त्यांच्या आवश्यकतांनुसार कॅटलॉग पाहू शकतात आणि फिल्टर करू शकतात.

6. इंटीग्रेटेड पेमेंट सिस्टम (Integrated Payment System):

- प्लॅटफॉर्म इलेक्ट्रॉनिक पेमेंटसला समर्थन देतो, ज्यामुळे खरेदीदार आणि विक्रेत्यांसाठी व्यवहार प्रक्रिया सुलभ होते.
- विविध पेमेंट मोड्स जसे की नेट बँकिंग, UPI, इत्यादी स्वीकारले जातात.

7. बिडिंग आणि रिव्हर्स ऑक्शन (Bidding and Reverse Auction):

- GeM काही वस्तूसाठी रिव्हर्स ऑक्शनिंगची अनुमती देते, जिथे विक्रेते मागवलेल्या वस्तू किंवा सेवेसाठी सर्वात कमी किंमत देण्यासाठी स्पर्धा करतात.
- बिडिंग प्रक्रियेच्या माध्यमातून स्पर्धा वाढवण्यासाठी टेंडरिंग प्रक्रियेद्वारे देखील बिडिंग केली जाऊ शकते.

8. ट्रॅकिंग आणि रिपोर्टिंग (Tracking and Reporting):

- GeM खरेदीदार आणि विक्रेत्यांना खरेदी प्रक्रियेची प्रगती आणि स्थिती मॉनिटर करण्यासाठी सर्वसमावेशक ट्रॅकिंग आणि रिपोर्टिंग टूल्स प्रदान करते.
- यामध्ये ऑर्डर ट्रॅकिंग, वितरण स्थिती आणि पेमेंट स्थितीचा समावेश आहे.

9. बहुभाषिक समर्थन (Multi-Language Support):

- प्लॅटफॉर्म देशभरातील विविध वापरकर्त्यांसाठी अनेक भाषांचे समर्थन प्रदान करतो.
- GeM प्लॅटफॉर्मचे हे वैशिष्ट्ये सरकारी खरेदी प्रक्रियेस पारदर्शक, सुलभ आणि अधिक स्पर्धात्मक बनवतात, ज्यामुळे सर्व उपयोगकर्त्यांना फायदेशीर परिणाम मिळवता येतात.

➤ GeM चे फायदे (Benefits of GeM):

1. पारदर्शकता (Transparency):

- GeM व्यवहार, टेंडर आणि करारांचे तपशीलवार रेकॉर्ड्स प्रदान करून पारदर्शकता वाढवते.
- सर्व संबंधित पक्षांसाठी किंमती, पुरवठादाराची एफिशियन्सी आणि खरेदी स्थितीच्या बाबतीत दृश्यमानता असते.

2. खर्चाच्या कार्यक्षमतेत वाढ (Cost-Effectiveness):

- रिव्हर्स ऑक्शन्स आणि डायनॅमिक किंमत निर्धारणाद्वारे विक्रेत्यांमध्ये स्पर्धा उत्तेजित करून, GeM सरकारच्या खरेदी खर्चात कमी करण्यास मदत करते.
- प्लॅटफॉर्म पैसे वाचवण्याच्या संकल्पनेला प्रोत्साहन देतो.

3. एफिशियनसी (Efficiency):

- GeM खरेदी प्रक्रियेला सुलभ बनवते, कागदपत्रांची मात्रा कमी करते आणि मानवी हस्तक्षेप कमी करते.
- ऑनलाइन सिस्टम खरेदी निर्णय, ऑर्डर ठेवण्याची आणि वितरण प्रक्रिया जलद करते.

4. व्यवसाय करणे सोपे करते (Promotes Ease of Doing Business):

- प्लॅटफॉर्म विक्रेत्यांसाठी खरेदी प्रक्रियेला सुलभ बनवते, टेंडर्सला प्रतिसाद देण्यात लागणारा वेळ आणि मेहनत कमी करते.
- यामुळे MSMEs (सूक्ष्म, लहान आणि मध्यम उद्योग) सरकारी खरेदी प्रक्रियेत भाग घेण्यासाठी उत्तम व्यवसाय वातावरण निर्माण होतो.

5. भ्रष्टाचार आणि मानवी हस्तक्षेप कमी करणे (Reduced Corruption and Human Intervention):

- स्वयंचलित सिस्टम मानवी हस्तक्षेप कमी करण्यास मदत करते, ज्यामुळे भ्रष्टाचाराचे प्रमाण कमी होते.
- बिडिंग प्रक्रिया आणि रिव्हर्स ऑक्शनस यामुळे निर्णय मेरिटवर आधारित घेतले जातात, न की कनेक्शनवर.

6. MSMEs साठी समावेशी प्लॅटफॉर्म (Inclusive Platform for MSMEs):

- GeM छोटे आणि मध्यम उद्योगांना सरकारला विक्री करण्यासाठी संधी देण्यासाठी डिझाइन केले आहे.
- MSMEs आता एक विस्तृत ग्राहक वर्गाशी कनेक्ट होऊ शकतात, ज्यामुळे त्यांचा व्यवसाय वाढवतो.

7. देशभरातील पोहोच (Nationwide Reach):

- GeM विक्रेत्यांना संपूर्ण सरकारी क्षेत्राला उत्पादने आणि सेवांची ऑफर करण्यास अनुमती देते, ज्यामुळे मोठ्या प्रमाणात पोहोच सुनिश्चित होते.
- याचा अर्थ विक्रेत्यांना मोठ्या संभाव्य खरेदीदारांची एक विस्तृत तळी उपलब्ध होते.

8. रीयल- टाइम अपडेट्स आणि सूचना (Real-Time Updates and Notifications):

- GeM खरेदीदारांना आणि विक्रेत्यांना ऑर्डर, वितरण आणि पेमेंट स्थितीबद्दल वास्तविक वेळेतील अपडेट्स प्रदान करते.
- यामुळे खरेदी क्रियाकलापांची चांगली नियोजन आणि अंमलबजावणी होण्यास मदत होते.

9. पर्यावरणपूरक खरेदी प्रक्रिया (Environmentally Sustainable Procurement):

- GeM पर्यावरणास अनुकूल आणि शाश्वत खरेदी पद्धतीला प्रोत्साहन देते, ज्या ह्या ग्रीन उत्पादने खरेदी करण्यास प्रोत्साहन देतात.
- यामुळे डिजिटलायझेशनला देखील प्रोत्साहन मिळते, ज्यामुळे कागद-आधारित प्रक्रियांची आवश्यकता कमी होते.

GeM च्या या फायदेशीर वैशिष्ट्यांमुळे सरकारी खरेदी प्रक्रिया अधिक पारदर्शक, कार्यक्षम आणि स्पर्धात्मक बनली आहे.

- **कोटेशन (Quotation):** कोटेशन ही एक औपचारिक स्टेटमेंट आहे ज्यामध्ये एक पुरवठादार किंवा सेवा प्रदाता विशिष्ट वस्तू किंवा सेवांसाठी संभाव्य ग्राहकाला किंमत ऑफर करतो. यामध्ये सामान्यतः दिलेल्या वस्तू किंवा सेवांच्या प्रमाण, गुणवत्ता आणि वितरण अटींचा समावेश असतो.
- **कोटेशन चे स्वरूप (Quotation Format):**
कोटेशन तयार करताना खालील मुद्दे विचारात घेतले जातात:
1. **शीर्षक (Title):** "कोटेशन" (हे संदर्भासाठी कोटेशन क्रमांक देखील समाविष्ट करू शकते).
 2. **तारीख (Date):** कोटेशन दिल्याची तारीख.
 3. **कंपनी माहिती (Company Information):** पुरवठादाराचे नाव, पत्ता, संपर्क तपशील आणि इतर संबंधित माहिती.
 4. **ग्राहक माहिती (Customer Information):** ग्राहकाचे नाव, पत्ता आणि संपर्क तपशील.
 5. **उत्पादन/सेवा वर्णन (Description of Goods/Services):** कोटेशन केलेल्या वस्तू/सेवांचे स्पष्ट आणि तपशीलवार वर्णन, ज्यात विशेषतः वैशिष्ट्ये, प्रमाण आणि इतर संबंधित तपशील समाविष्ट असावा.
 6. **किंमत (Price):** प्रत्येक वस्तू किंवा सेवेसाठी किंमत, ज्यात लागू असलेले कर, शुल्क आणि वितरण शुल्क समाविष्ट असावे.
 7. **अटी आणि शर्ती (Terms and Conditions):** पेमेंट अटी, वितरणाची वेळापत्रक, कोटेशनची वैधता कालावधी आणि इतर संबंधित शर्ती.
 8. **स्वाक्षरी (Signature):** कंपनीच्या स्वाक्षरीसाठी जागा किंवा सहमतीची पुष्टी करण्यासाठी.
हे स्वरूप सुनिश्चित करते की कोटेशनमध्ये सर्व आवश्यक तपशील समाविष्ट असतात आणि ते पुरवठादार आणि ग्राहक यांच्यासाठी स्पष्टपणे संदर्भ म्हणून वापरले जाऊ शकतात.
- **विद्युत कामासाठी कोटेशन स्वरूप (Sample Quotation Format for Electrical Work):**

कोटेशन

(Quotation)

कोटेशन क्रमांक: _____

तारीख: _____

कंपनी माहिती (Company Information):

कंपनीचे नाव: _____

पत्ता: _____

संपर्क क्रमांक: _____

ईमेल: _____

ग्राहक माहिती (Customer Information):

ग्राहकाचे नाव: _____

पत्ता: _____

संपर्क क्रमांक: _____

उत्पादन/सेवा वर्णन (Description of Work):

संपूर्ण विद्युत काम (जसे की लाईटिंग सिस्टिम इन्स्टॉलेशन, पंखे लावणे, वायरस बदलणे, वीज पुरवठा संबंधित सर्व सेवा इत्यादी)

- सर्व मटेरियल पुरवठा आणि स्थापित करणे.
- आवश्यक वायरिंग आणि फिटिंग्स.
- आवश्यक उपकरणे आणि साधने वापरून सर्व काम पूर्ण करणे.

किंमत (Price):

कामाचे विवरण (Description of Work)	प्रमाण (Quantity)	किंमत (Price)	एकूण (Total)
वायरिंग आणि फिटिंग्स (Wiring and Fittings)	__ मीटर (meters)	₹ _____	₹ _____
लाईट सिस्टिम इन्स्टॉलेशन (Lighting System Installation)	__ युनिट (units)	₹ _____	₹ _____
पंखे लावणे (Fan Installation)	__ युनिट (units)	₹ _____	₹ _____
इतर (Others)	__	₹ _____	₹ _____

एकूण किंमत (Total Price): ₹ _____**अटी आणि शर्ती (Terms and Conditions):**

1. पेमेंट अटी: 50% आगाऊ, उर्वरित 50% काम पूर्ण झाल्यावर.
2. कामाची सुरुवात तारीख: _____
3. कामाची समाप्ती तारीख: _____
4. कोटेशन 30 दिवसांसाठी वैध आहे.
5. वरील किंमत सर्व करांसहित आहे.
6. कोटेशनमध्ये दिलेल्या किंमती मध्ये जास्तीचे किंवा कमी काम केले जाणार नाही.

स्वाक्षरी (Signature):

(कंपनीचे प्रतिनिधीचे नाव)

कंपनीचे नाव

(तारीख)

हे एक साधे आणि स्पष्ट विद्युत कामासाठी कोटेशन स्वरूप आहे. यात सर्व आवश्यक तपशील आणि अटी समाविष्ट केलेल्या आहेत.

➤ **टेंडर आणि कोटेशन यामध्ये तुलना (Comparison Between Tender and Quotation) :**

Table 1.2 टेंडर आणि कोटेशन यामध्ये तुलना

मुद्दे(Aspects)	टेंडर (Tender)	कोटेशन (Quotation)
परिभाषा (Definition)	टेंडर म्हणजे सरकारी किंवा खाजगी संस्थांद्वारे वस्तू किंवा सेवा खरेदी करण्यासाठी केलेला औपचारिक प्रस्ताव.	कोटेशन म्हणजे पुरवठादार किंवा सेवा प्रदात्याद्वारे दिलेली किंमत सूचना, जी विशिष्ट वस्तू किंवा सेवा खरेदी करण्यासाठी दिली जाते.
उद्दीष्ट (Purpose)	निविदेचा उद्दीष्ट म्हणजे उच्च गुणवत्ता, योग्य किंमत आणि पारदर्शकता सुनिश्चित करून खरेदी प्रक्रिया सुरू करणे.	कोटेशनचा उद्दीष्ट म्हणजे ग्राहकाला विशिष्ट वस्तू किंवा सेवा मिळवण्यासाठी किंमत आणि तपशील देणे.
प्रकार (Type)	टेंडर सामान्यतः खुले (Open), मर्यादित (Limited), आणि लिलाव (Auction) अशा प्रकारांमध्ये असू शकतात.	कोटेशन एकाच प्रकाराचा असतो आणि ते सामान्यतः एका पुरवठादाराकडून दिले जाते.
प्रक्रिया (Process)	टेंडर प्रक्रिया जास्त औपचारिक असते आणि त्यात निवड प्रक्रिया, टेंडर खुली करणे, आणि दस्तऐवज सादर करणे समाविष्ट असते.	कोटेशन साधारणपणे त्वरित दिले जाते आणि त्यामध्ये टेंडर प्रक्रिया किंवा निवड प्रक्रिया असू नये.
संख्या (Number)	एकाच टेंडर मध्ये अनेक पुरवठादारांचा समावेश असू शकतो, जे टेंडर देऊ शकतात.	कोटेशन सामान्यतः एकाच पुरवठादाराकडून दिले जाते.

मुद्दे(Aspects)	टेंडर (Tender)	कोटेशन (Quotation)
किंमत (Price)	टेंडर मध्ये किंमत निलंबित केली जात नाही, कारण ते निवडलेल्या पुरवठादारावर अवलंबून असते.	कोटेशन मध्ये किंमत निश्चित असते आणि ते खरेदीदाराला सूचित केली जाते.
कायदेशीर बंधन (Legal Binding)	टेंडर एक कायदेशीर बंधन असू शकतो, ज्यामध्ये टेंडर करणाऱ्या संस्थेने निवडक पुरवठादाराशी कॉन्ट्रॅक्ट केला जातो.	कोटेशन एक बंधनकारक कॉन्ट्रॅक्ट नसतो, ते साधारणपणे एक प्रस्ताव आहे.
आवश्यकता (Requirement)	निविदेचा वापर अधिक जटिल आणि मोठ्या प्रमाणावर खरेदीसाठी केला जातो.	कोटेशन साधारणतः कमी प्रमाणात आणि सोप्या खरेदीसाठी दिले जाते.
निवड प्रक्रिया (Selection)	टेंडर मध्ये निवड प्रक्रिया जास्त पारदर्शक असते आणि विविध मानकांचा अवलंब केला जातो.	कोटेशन मध्ये निवड प्रक्रिया अधिक सोपी आणि तुलनेत कमी तपशीलवार असते.

टेंडर आणि कोटेशन यांमध्ये मुख्य फरक म्हणजे टेंडर एक अधिक जटिल आणि औपचारिक प्रक्रिया असते, तर कोटेशन एक साधे किंमत प्रस्ताव असते.

➤ **कंप्यारेटिव स्टेटमेंट (Comparative Statement):** कमपेरेटिव्ह स्टेटमेंट (Comparative Statement) हे एक दस्तऐवज आहे जे ऑफिस खरेदी लिपिक ने कोटेशन उघडल्यानंतर तयार केले जाते, ज्याचा उपयोग विविध पुरवठादारांनी दिलेल्या दरांची तुलना करण्यासाठी केला जातो. जे पुरवठादार कमी दर देतात त्यांना एकाच पृष्ठावरून थेट निवडले जाऊ शकते. तयार केलेले कमपेरेटिव्ह स्टेटमेंट पूर्णपणे तपासले जाते, ज्यामध्ये खरेदी अधिकारी, खाती अधिकारी आणि तांत्रिक सल्लागार यांचा समावेश असलेली समिती असते. या समितीने प्रत्येक पुरवठादाराने दिलेल्या दरांची आणि पुरवठा अटींची तपासणी केली जाते.

कमपेरेटिव्ह स्टेटमेंट हे एक महत्वाचे दस्तऐवज आहे जो प्राप्त झालेल्या ऑफर्सची एस्टीमेटिंग करण्यासाठी वापरला जातो. निविदांची कमपेरेटिव्ह किंमत स्टेटमेंट तयार करताना अत्यंत काळजी घ्यावी लागते. टेंडर दिलेल्या तपशीलांमध्ये कोणताही फरक, वितरण अटी आणि इतर सहाय्यक बाबींचा विचार केला जातो

- **कमपेरेटिव्ह स्टेटमेंट तयार करण्याची प्रक्रिया (Procedure to Prepare Comparative Statement):**
1. **कोटेशन उघडल्यानंतर (After Opening the Quotation):** खरेदी लिपिक कोटेशन उघडल्यानंतर कमपेरेटिव्ह स्टेटमेंट तयार करतो.
 2. **समितीची रचना (Constitution of Committee):** एक समिती तयार केली जाते, ज्यामध्ये खरेदी अधिकारी, तांत्रिक सल्लागार आणि खाती अधिकारी यांचा समावेश असतो. या समितीने प्रत्येक पुरवठादारांनी दिलेल्या दरांची आणि पुरवठ्याच्या अटींचा तपशीलवार अभ्यास करावा लागतो.
 3. **किमान दराची निवड (Selection of Lowest Rates):** प्रत्येक पुरवठादाराने दिलेल्या दरांमध्ये सर्वात कमी दर असलेले पुरवठादार चिन्हांकित केले जातात. नंतर, पुरवठा ऑर्डर जारी करण्यासाठी त्या पुरवठादाराची निवड केली जाते, याची खात्री करून की पुरवठ्यासाठी दिलेले आयटम पूर्णपणे निविदेच्या तपशिलांनुसार आहेत.
- **विद्युत कामासाठी कमपेरेटिव्ह निवेदनाचे स्वरूप (Format of Comparative Statement for Electrical Work):**

कमपेरेटिव्ह स्टेटमेंट

खरेदी अधिकारी कार्यालयाचे नाव:

तारीख:

कोटेशन नोटीस क्र.:

उघडण्याची तारीख:

वेळ:

मान्यताप्राप्त मागणी क्र.:

कोटेशन देणाऱ्या पुरवठादारांची संख्या:

टेंडर क्रमांक	पुरवठादाराचे नाव	ऑफर केलेला दर (₹)	पुरवठ्याची अटी	निविदेचे तपशील आणि अटीचे पालन	निवडलेला पुरवठादार
1	पुरवठादार 1	₹ X	30 दिवसांमध्ये	पूर्णपणे पालन	✓ पुरवठादार 1
2	पुरवठादार 2	₹ Y	45 दिवसांमध्ये	काही अटी पूर्ण नाहीत	
3	पुरवठादार 3	₹ Z	60 दिवसांमध्ये	पूर्णपणे पालन	

1. कोटेशन तयार करणाऱ्या व्यक्तीचे नाव आणि सही:

.....

2. तपासणी अधिकारीचे नाव आणि सही:

.....

3. मुख्य खरेदी अधिकारीचे नाव आणि सही:

.....

4. खाते अधिकारीचे नाव आणि सही:

.....

हे कमपेरिटिव्ह स्टेटमेंट खरेदी आणि टेंडर प्रक्रियेसाठी मदत करते, आणि पुरवठादाराची निवड करण्यासाठी उपयोगी ठरते.

- **परचेस ऑर्डर (Purchasing Order):** जर खरेदी अधिकारी मोठ्या प्रमाणावर खरेदीचे आदेश देत असेल तर, त्यापूर्वी कोटेशनची मंजूरी मिळवणे आवश्यक आहे. त्यानंतर प्रशासकीय अधिकारी आणि लेखा अधिकारी यांची मंजूरी आवश्यक आहे, जेणेकरून पुरवठा आदेश जारी करण्यापूर्वी आवश्यक निधी उपलब्ध होईल. वर दिलेल्या पुरवठादारास परचेस ऑर्डर पुरवठा करण्यासाठी दिला जातो, जो खासगी व्यक्तीने कोटेशन फॉर्मवर दिलेल्या अटी आणि शर्तीप्रमाणे असावा. जर पुरवठादार मटेरियल पुरवठा करण्यात अयशस्वी झाला किंवा अटी आणि शर्तीचे उल्लंघन केले, तर पुरवठादाराने ठेवलेली एर्नेस्ट मनी जप्त केली जाते.
- **विद्युत कामासाठी परचेस ऑर्डरचे प्रारूप (Format of Purchasing Order) :**

परचेस ऑर्डर (Purchase Order)

आदेश क्र. (Order No.): _____

तारीख (Date): _____

पुरवठादाराचे नाव (Supplier Name): _____

पत्ता (Address): _____

दूरध्वनी (Phone): _____

कामाचे तपशील (Details of Work):

क्र.स. (Sr. No.)	कामाचे नाव (Description of Work)	प्रमाण (Quantity)	एकक किंमत (Unit Price)	एकूण किंमत (Total Price)
1	इलेक्ट्रिकल वायरिंग (Electrical Wiring)	_____	_____	_____
2	स्विच बोर्ड आणि पॅनेल बसवणे (Switchboard and Panel Installation)	_____	_____	_____
3	लाइट फिटिंग (Light Fittings)	_____	_____	_____
4	पंखा आणि इतर उपकरणे बसवणे (Fan and Other Equipment Installation)	_____	_____	_____
5	इतर (Other)	_____	_____	_____

एकूण (Total): _____**अटी आणि शर्ती (Terms and Conditions):**

1. **कामाची सुरुवात:** पुरवठादाराने दिलेल्या तारखेनुसार काम सुरू करावे.
2. **संपूर्ण कार्य:** सर्व विद्युत कामे सुरक्षा नियमांचे पालन करून पार केली जाईल.
3. **गुणवत्ता:** सर्व मटेरियल आणि कामे उच्च गुणवत्तेची असावीत.
4. **समाप्तीची तारीख:** काम पूर्ण करण्याची अंतिम तारीख _____ आहे.
5. **पेमेंट अटी:** काम पूर्ण झाल्यावर पद्धतशीर तपासणी करून बिल मंजूर केले जाईल.
6. **सुरक्षा:** कामाच्या ठिकाणी सर्व सुरक्षा उपाय घेण्यात येतील.
7. **हस्ताक्षर:** या आदेशाला पुरवठादाराचे मान्यता मिळाल्यावरच खरेदी प्रक्रिया सुरू केली जाईल.

खरेदी अधिकारी (Purchase Officer):

सही: _____

तारीख: _____

प्रशासकीय अधिकारी (Administrative Officer):

सही: _____

तारीख: _____

लेखा अधिकारी (Accounts Officer):

सही: _____

तारीख: _____

पुरवठादाराची सही (Supplier's Signature):

सही: _____

तारीख: _____

(वरील प्रारूप उदाहरण म्हणून दिलेले आहे. तुमच्या संस्थेच्या विद्युत कामाच्या गरजा आणि धोरणानुसार बदल केले जाऊ शकतात.)

➤ विद्युत कामांच्या अंमलबजावणीचे तत्त्वे (Principles of Execution of Electrical Works):

विद्युत कामांच्या अंमलबजावणी दरम्यान खालील तत्त्वांचा पालन केला जातो:

- 1. सुरक्षा मानकांचे पालन (Adherence to Safety Standards):** अपघात टाळण्यासाठी विद्युत सुरक्षा कोड्स आणि मानकांचे पालन करा (उदा., IEC, NEC).
- 2. साहित्याची गुणवत्ता (Quality of Materials):** उच्च गुणवत्तेची विद्युत मटेरियल (केबल्स, स्विच, पॅनेल्स) वापरण्याची खात्री करा, ज्यामुळे अपयश टाळता येईल आणि दीर्घकालीन एफिशियन्सी सुनिश्चित होईल.
- 3. कोड्स आणि नियमांचे पालन (Compliance with Codes and Regulations):** वायरिंग आणि स्थापनेसाठी नॅशनल आणि स्थानिक विद्युत कोड्स, नियम आणि स्पेसिफिकेशन्सचे पालन करा.
- 4. व्यवस्थित इंस्टॉलेशन (Systematic Installation):** वायरिंग, पॅनेल इंस्टॉलेशनसाठी आणि इतर विद्युत कामे व्यवस्थित करा, ज्यामुळे योग्य इन्सुलेशन आणि ग्राउंडिंग सुनिश्चित होईल.
- 5. चाचणी आणि प्रक्षिप्तिकरण (Testing and Commissioning):** स्थापनेसाठी योग्य कार्यसिस्टम आणि सुरक्षा सुनिश्चित करण्यासाठी चाचण्या (उदा., कंटिन्युटी, इन्सुलेशन रेसिस्टन्स, लोड चाचणी) करा.

➤ विद्युत कामांची प्लॅनिंग (नियोजन) प्रक्रिया (Planning of Electrical work):

विद्युत कामांचे नियोजन करतांना खालील मुद्दे विचारात घेतले जातात:

- 1. साइट सर्वेक्षण (Site Survey):** एनर्जी आवश्यकता, लोड वितरण, आणि संभाव्य धोक्यांचा एस्टीमेटिंग करण्यासाठी सखोल साइट सर्वेक्षण करा.

2. **डिझाइन आणि ड्रॉइंग (Design and Drawings):** सर्किट डायग्राम, वायरिंग शेड्यूल्स आणि लोड गणना यांसह तपशीलवार विद्युत डिझाइन आणि लेआउट ड्रॉइंग तयार करा.
3. **मटेरियल आवश्यकता (Material Requirement):** प्रकल्पासाठी लागणारी मटेरियल (केबल्स, कंड्युट्स, ट्रान्सफॉर्मर्स, पॅनेल्स) ची प्रमाण आणि स्पेसिफिकेशन गणना करा.
4. **वेळापत्रक (Timeline):** कामाचे वेळापत्रक करा, ज्यात डिझाइन पूर्णता, खरेदी, चाचणी आणि प्रक्षिप्तिकरणासाठी महत्त्वपूर्ण टप्पे समाविष्ट असावेत.

➤ **विद्युत कामांचे ऑर्गनाइझेशन (Organizing of Electrical work):**

विद्युत कामांचे आयोजन करतांना खालील मुद्दे विचारात घेतले जातात:

1. **टीम गठन (Team Formation):** योग्य तज्ञ इलेक्ट्रिशियन, अभियंते, आणि पर्यवेक्षकांना त्याच्या तज्ञतेनुसार विशिष्ट कार्यासाठी नियुक्त करा (उदा., उच्च वोल्टेज सिस्टम, वायरिंग).
2. **खरेदी आणि इन्व्हेंटरी (Procurement and Inventory):** विद्युत मटेरियल आणि उपकरणांची वेळेवर खरेदी सुनिश्चित करा, ज्यात केबल्स, सर्किट ब्रेकर, स्विचेस, आणि सुरक्षा उपकरणे समाविष्ट आहेत.
3. **कामाचे समन्वय (Work Coordination):** इतर बांधकाम टीमस (उदा., सिव्हिल, HVAC) सोबत समन्वय साधा, जेणेकरून विद्युत काम पूर्ण प्रकल्पात योग्यरित्या समाविष्ट होईल.
4. **कामाचे वितरण (Work Allocation):** काम विभाजित करा आणि विशिष्ट कार्यांमध्ये विभाजित करा, जसे की वायरिंग, पॅनेल इंस्टॉलेशन, लाइटिंग, आणि सॉकेट बसवणे. कामगारांना स्पष्टपणे भूमिकांचे वाटप करा.
5. **देखरेख आणि गुणवत्ता नियंत्रण (Supervision and Quality Control):** विद्युत स्थापनेसाठी नियमितपणे देखरेख करा, ज्यामुळे त्याचा दर्जा आवश्यक मानकांनुसार सुनिश्चित होईल.

➤ **काम पूर्णतेची प्रक्रिया (Completion of Work):**

विद्युत काम पूर्ण झाल्यानंतर खालील टप्प्यांचे पालन केले जाते:

1. **अंतिम तपासणी (Final Inspections):** इंस्टॉलेशन झाल्यानंतर, विद्युत कामाची शुद्धता पडताळण्यासाठी सखोल तपासणी करा (उदा., व्होल्टेज टेस्टिंग, ग्राउंडिंग पडताळणी).
2. **सुसंगतता तपासणी (Compliance Check):** विद्युत इंस्टॉलेशन सर्व स्थानिक विद्युत कोड्स आणि सुरक्षा नियमांचे पालन करत असल्याचे सुनिश्चित करा.
3. **चाचण्या (Testing):** आवश्यक चाचण्या करा, ज्यामध्ये इन्सुलेशन रेसिस्टन्स चाचणी, कंटिन्युटी चाचणी, अर्थ फॉल्ट लूप इम्पेडन्स आणि लोड चाचणी यांचा समावेश आहे, जेणेकरून एफिशियनसी आणि सुरक्षा सुनिश्चित होईल.

4. **प्रक्षिप्तिकरण (Commissioning):** विद्युत सिस्टम नियंत्रित परिस्थितींमध्ये सक्रिय करा, जेणेकरून सर्व उपकरणे योग्य आणि सुरक्षितपणे कार्य करत असल्याची खात्री केली जाईल.
5. **अहवाल (Handover):** क्लायंटला एक सुसंगत अहवाल प्रदान करा, ज्यात इलेक्ट्रिकल वायरिंग डिझाईन, चाचणी प्रमाणपत्रे आणि ऑपरेशन मॅन्युअल्स समाविष्ट असावेत.

➤ **विद्युत कामाचे बिलिंग (Billing of Electrical Work):**

विद्युत कामाचे बिलिंग म्हणजे प्रकल्पात दिलेल्या विद्युत सेवांचे तपशीलवार दस्तऐवजीकरण आणि इन्वॉइसिंग. यामध्ये साहित्य, कामगार, इंस्टॉलेशन आणि देखभाल यांसारख्या खर्चाचा समावेश असतो. बिलिंग प्रक्रिया पारदर्शकता, अचूक खर्च ट्रॅकिंग आणि ठेकेदारांसाठी वेळेवर पेमेंट सुनिश्चित करते, जे विद्युत कामाच्या योग्य अंमलबजावणीसाठी आणि स्पेसिफिकेशन्सचे पालन करण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे.

विद्युत कामाचे बिलिंग करतांना खालील मुद्दे विचारात घेतले जातात:

1. **कामाची मोजणी (Measurement of Work Done):** पूर्ण केलेल्या विद्युत कामाचे प्रमाण मोजा, ज्यामध्ये वायरिंगची लांबी, आउटलेट्स, स्विचेस, आणि लाइटिंग पॉइंट्सची संख्या समाविष्ट आहे.
2. **अंतरिम बिल (Interim Bills):** मोठ्या प्रमाणावर प्रकल्पांसाठी, पूर्ण केलेल्या टप्प्यांवर आधारित अंतरिम बिल सादर करा (उदा., वायरिंग, पॅनेल इंस्टॉलेशन किंवा चाचणी पूर्ण झाल्यावर).
3. **युनिट दर (Unit Rates):** विद्युत कामासाठी पूर्वनिर्धारित युनिट दरावर बिलिंग करा (उदा., केबल लावण्यासाठी प्रति मीटर, स्विच बसवण्यासाठी प्रति स्विच).
4. **अंतिम बिल (Final Bill):** काम पूर्ण झाल्यावर, सर्व खर्चाचा समावेश करून, कोणत्याही बदलांची सुधारणा आणि कोणतेही डिस्काउंट किंवा दंड यांसह तपशीलवार अंतिम बिल तयार करा.
5. **समर्थन दस्तऐवज (Supporting Documents):** मोजणी पत्रके, चाचणी अहवाल, डिलिव्हरी रसीद आणि प्रगती अहवाल यांसारखे समर्थन दस्तऐवज जोडून बिलिंग रक्कमाचे समर्थन करा.
6. **सत्यापन आणि प्रमाणपत्र (Verification and Certification):** पेमेंटसाठी इन्वॉइसिंग करण्यापूर्वी, क्लायंट किंवा अधिकृत प्रतिनिधीने काम सत्यापित केल्याची खात्री करा.

➤ **विद्युत कामासाठीच्या बिलाचा मायना (Sample of Billing Format for Electrical work):**

बिल (Invoice)

बिल क्रमांक (Invoice No.): _____

तारीख (Date): _____

पात्रता (Bill To): _____

ग्राहकाचे नाव (Customer Name): _____

पत्ता (Address): _____

दूरध्वनी (Phone): _____

कामाची तपशीलवार माहिती (Details of Work):

क्र.स. (Sr. No.)	कामाचे वर्णन (Description of Work)	प्रमाण (Quantity)	एकक किंमत (Unit Price)	एकूण किंमत (Total Price)
1	इलेक्ट्रिकल वायरिंग (Electrical Wiring)	_____	_____	_____
2	स्विच बोर्ड आणि पॅनेल बसवणे (Switchboard and Panel Installation)	_____	_____	_____
3	लाइट फिटिंग (Light Fittings)	_____	_____	_____
4	पंखा आणि इतर उपकरणे बसवणे (Fan and Other Equipment Installation)	_____	_____	_____
5	इतर (Other)	_____	_____	_____

एकूण रक्कम (Total Amount): _____

GST (अगर लागू असेल तर) (GST): _____

एकूण देय रक्कम (Total Amount Payable): _____

पेमेंट अटी (Payment Terms):

- पेमेंट [X] दिवसांत दिले जाईल.
- पेमेंट चेक / बँक हस्तांतरणद्वारे दिले जाऊ शकते.
- विलंब झाल्यास, व्याज आकारले जाऊ शकते.

कंपनीचे नाव (Company Name): _____

पत्ता (Address): _____

दूरध्वनी (Phone): _____

ई-मेल (Email): _____

बिल तयार करणारे (Prepared By):

सह सही: _____

तारीख: _____

ग्राहकाची सह सही (Customer's Signature):

सह सही: _____

तारीख: _____

(वरील प्रारूप एक उदाहरण आहे. तुमच्या कंपनीच्या आवश्यकतांनुसार आणि कामाच्या प्रकारानुसार बदल करता येऊ शकतात.)

➤ **नमूना प्रश्न (Sample Questions):**

1. इंडस्ट्रियल आणि नॉन -इंडस्ट्रियल लोड यामध्ये तुलना करा (Compare between non-industrial and industrial load.)
2. एस्टिमेट आणि कॉस्टिंग करण्याचा उद्देश काय आहे? एक चांगल्या एस्टिमेटरच्या चार गुणविशेषांची यादी करा. (State the purpose of estimating and costing. List any four qualities of good estimator.)
3. कॉन्ट्रॅक्ट (Contract) काय आहे? एक चांगल्या कंत्राटदाराच्या चार गुणविशेषांची यादी करा. (Define Contract. State any four qualities of good contractor.)
4. व्होल्टेजच्या स्टॅंडर्ड आणि त्याच्या मर्यादांची यादी करा. (List the Standard values of voltages and their limits.)
5. टेंडर (Tender) काय आहे? त्याचे प्रकार सूचीबद्ध करा. (Define Tender. List its types.)
6. सविस्तर एस्टिमेट्स तयार करतांना आणि कामाची आर्थिक अंमलबजावणी करतांना विचारात घेण्यासारख्या घटकांची स्पष्टता करा. (Explain the factors to be considered while preparation of detailed estimate and economical execution of work.)
7. GeM पोर्टलची वैशिष्ट्ये आणि फायदे स्पष्ट करा. (Explain features and benefits of GeM Portal.)
8. राष्ट्रीय इलेक्ट्रिकल कोड 2023 (NEC 2023) चा विस्तार आणि वैशिष्ट्ये स्पष्ट करा. (Explain Scope and features of National Electrical Code 2023 (NEC 2023).)

➤ **Suggested learning materials / books:**

Sr.No	Author	Title	Publisher with ISBN Number
1	K.B.Raina, S.K.Bhattacharya	Electrical Design Estimating and Costing	New Age International Publisher, First, Reprint 2010, ISBN:13: 978-8122443585
2	Surjit Singh, Ravi Deep Singh	Electrical Estimating and Costing	Dhanpat Rai and Sons, 2014 New Delhi, ISBN:1234567150995
3	J.B. Gupta	A Course in Electrical Installation Estimating and Costing	S.K. Kataria and Sons; New Delhi Reprint Edition, 2013, ISBN: 13: 978-9350142790
4	BIS	SP-30:2023, National Electrical Code, 2023	Bureau of Indian Standards
5	BIS	IS: 732-1989, Code of Practice for Electrical Wiring Installation	Bureau of Indian Standards

➤ **Learning websites & portals:**

Sr.No	Link / Portal	Description
1	https://standardsbis.bsbedge.com/	SP:30 NEC 2023
2	https://gem.gov.in/	GeM portal for procurement.

युनिट - 2

डोमेस्टिक आणि कमर्शियल इंस्टॉलेशन

Domestic and Commercial Installations

➤ विषय निष्पत्ती (Course Outcome):

- सीओ 2 - डोमेस्टिक अँड कमर्शियल इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशनचा एस्टीमेट तयार करा
- CO2 - Prepare estimate of domestic and commercial electrical installations.

➤ घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcome):

- दिलेल्या इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन प्लॅन आणि इलेक्ट्रिकल डायग्रामचे स्पष्टीकरण करा.
(Interpret the given electrical installation plan and electrical diagrams)
- दिलेल्या घरगुती इंस्टॉलेशनसाठी आवश्यक असणारी मटेरियलचे एस्टीमेट करा.
(Estimate materials required for the given domestic installations)
- दिलेल्या व्यावसायिक इंस्टॉलेशनसाठी आवश्यक मटेरियलचे एस्टीमेट करा.
(Estimate materials required for the given commercial installations)
- दिलेल्या सर्विस कनेक्शनसाठी आवश्यक मटेरियलचे एस्टीमेट करा.
(Estimate materials required for given type of service connection)

परिचय (Introduction): इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन (Electrical Installation) नियोजन आणि मटेरियलचे एस्टीमेट कोणत्याही बांधकाम प्रकल्पाचे महत्त्वपूर्ण पैलू आहेत, मग ते निवासी घर, व्यावसायिक इमारत किंवा पॉवर ग्रीड (power grid), सर्विस कनेक्शनसाठी (service connection) असो.

डोमेस्टिक और कमर्शियल इंस्टॉलेशन साठी खालील मुद्दे विचारात घेणे आवश्यक आहे

1. इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन प्लॅन आणि डायग्रामचे स्पष्टीकरण करणे (Interpreting Electrical Installation Plans and Diagrams): वायरिंग रूट्स (Wiring routes), पॉवर डिस्ट्रिब्युशन (Power Distribution), प्रोटेक्शन डिव्हायसेस आणि लोड कॅलकुलेशन (Load Calculations), इमारतीत इलेक्ट्रिकल सिस्टिम कशा तयार केल्या जातील हे व्हीज्वालाईज करते. हे आकृत्या समजून घेणे इलेक्ट्रिकल सिस्टिम ची सुरक्षित आणि कार्यक्षम डिझाइन सुनिश्चित करण्यासाठी महत्त्वाची आहे.

2. घरगुती इंस्टॉलेशनसाठी मटेरियलचा अंदाज लावणे (Estimating Materials for Domestic Installations): घरांसाठी, केबल्स, वायरिंग, सर्किट ब्रेकर (circuit breaker), स्विच, आउटलेट्स आणि लाइटिंग फिक्स्चरचा समावेश आहे. योग्य अंदाज (estimate) हे सुनिश्चित करते की इलेक्ट्रिकल सिस्टिम आवश्यक लोड हाताळू शकते आणि खर्च-प्रभावी असताना सेफ्टी स्टँडर्ड्स (safety standards) ची पूर्तता करते.

3. कमर्शियल इंस्टॉलेशनसाठी मटेरियलचे एस्टीमेट काढणे (Estimating Materials for Commercial Installations): कमर्शियल प्रोजेक्ट्स (commercial projects) साठी हेवी-ड्यूटी केबल्स (heavy duty cables), स्पेशियल लायटिंग, मोठे सर्किट प्रोटेक्शन डिवायसेस (circuit protection devices) आणि मशीन मटेरियलसाठी कंट्रोल पॅनलसह मोठ्या, अधिक कॉम्प्लेक्स सिस्टिम आवश्यक आहेत. अचूक मटेरियलचा अंदाज कार्यक्षम इलेक्ट्रिकल डिस्ट्रीब्युशन (electrical distribution) राखण्यास मदत करते आणि इमारतीच्या ऑपरेशनल गरजा भागवते.

4. सर्विस कनेक्शनसाठी मटेरियलचे एस्टीमेट काढणे (Estimating Materials for Service Connections): सर्व्हिस कनेक्शन (service connection) म्हणजे युटिलिटीचा वीजपुरवठा (utility power supply) आणि इलेक्ट्रिकल कंझुमर बिल्डिंग (electrical consumer building) यांच्यातील सप्लाय लिंक. यासाठी मटेरियलमध्ये सर्व्हिस केबल्स (service cables), मीटरिंग उपकरणे (metering devices), डिस्कनेक्ट स्विच (disconnect switch) आणि ग्राउंडिंग सिस्टम (grounding system) समाविष्ट आहेत. योग्य मटेरियलची निवड पॉवर ग्रीडशी (power grid) विश्वासार्ह आणि सुरक्षित कनेक्शन सुनिश्चित करते. इम्पेक्टिव्ह इंटरप्रेटेशन आणि मटेरियल चे एस्टीमेट हे इलेक्ट्रिकल सिस्टिम सुरक्षित, कार्यशील आणि वापरासाठी तयार असल्याचे सुनिश्चित करण्यास महत्वाचे आहेत.

2.1 इलेक्ट्रिकल ड्राईंग (Electrical Drawing): एनईसी (NEC) 2023 नुसार इलेक्ट्रिकल डायग्राममध्ये वापरली जाणारी इलेक्ट्रिकल सिम्बॉल (Electrical symbol)

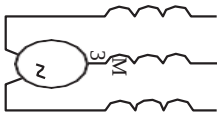
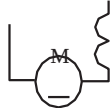
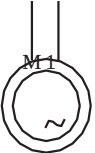
इलेक्ट्रिकल ड्राईंग (Electrical Drawing):

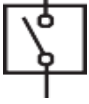
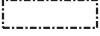
इलेक्ट्रिकल ड्राईंग हे एक टेक्निकल ड्राईंग (technical drawing) आहे जे इलेक्ट्रिकल सिस्टिम चा लेआउट दर्शविते. हे इलेक्ट्रिकल प्लॅन (electrical plan), वायरिंग डायग्राम (wiring diagram) किंवा स्कियमॅटिक ड्राईंग (schematic drawing) म्हणून देखील ओळखले जाते. इलेक्ट्रिकल ड्राईंग हा एक प्रकारचा टेक्निकल ड्राईंग आहे जो इंजिनिअरिंग (engineering) किंवा आर्किटेक्चरलसाठी (architectural) पॉवर, लाईट आणि कम्युनिकेशन (communication) याबद्दल माहिती दर्शवितो.

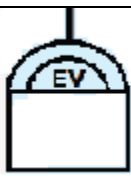
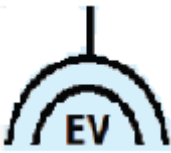
इलेक्ट्रिकल ड्राईंग इलेक्ट्रिकल सिस्टिम ची सुरक्षा, विश्वासार्हता आणि कार्यक्षमता सुनिश्चित करण्यात मदत करतात.

ते इलेक्ट्रीशियन (electrician) आणि इतर कामगारांना इलेक्ट्रिकल सिस्टिम इन्स्टॉल किंवा दुरुस्त करण्यात मदत करतात ते अंत-वापरकर्त्यांना (end user) इलेक्ट्रिकल सिस्टिम कसे वापरावे हे समजण्यास मदत करतात.

Table 2.1: इलेक्ट्रिकल सिम्बॉल (Electrical Symbol)

पर्टिक्युलर (Particular)	सिम्बॉल (Symbol)
डायरेक्ट करंट (Direct current)	—
आल्टरनेटिंग करंट (Alternating current)	~
भूमिगत केबल (Underground cable)	— =
ओवरहेड लाईन (Overhead line)	—○—
सिंगल लाइन प्रतिनिधित्व (दोन कंडक्टर) Single line representation (two conductor)	//
बहु रेषा प्रतिनिधित्व (Multiline representation)	====
सिंगल लाइन प्रतिनिधित्व (तीन कंडक्टर) Single line representation (three conductor)	—///—
बहुरेषा प्रतिनिधित्व (Multiline representation)	=====
अर्थ (Earth)	⊥ —
फॉल्ट (Fault)	⚡
ए.सी. सिरिज मोटर (सिंगल फेज) a.c. series motor single phase	
ए.सी. सिरिज मोटर (तीन फेज) a.c. series motor three phase	
डी.सी. सिरिज मोटर d.c. series motor	
इंडक्शन मोटर, स्केअरल केज (सिंगल फेज) Induction motor, Squirrel cage single-phase	
सिंगल फेज ट्रांसफॉर्मर Single phase transformers	

पर्टिक्युलर (Particular)	सिम्बॉल (Symbol)
तीन फेज ट्रान्सफॉर्मर Three phase transformer	
सर्किट ब्रेकर Circuit breaker	
आयसोलेटर Isolator	
वितरण बोर्ड Distribution board	
सॉकेट Socket	
प्लग Plug	
प्लग आणि सॉकेट Plug and socket	
रिले Relay	
मुख्य फ्यूज-बोर्ड स्विचशिवाय Main fuse-board without switches	
मुख्य फ्यूज-बोर्ड स्विचसह Main fuse-board with switches	
वितरण फ्यूज-बोर्ड स्विचसह Distribution fuse-board with switches	
सिंगल पोल वन-वे स्विच Single pole one way switch	
टू-पोल वन-वे स्विच Two-pole one way switch	
टू-वे स्विच Two-way switch	
इंटरमीडिएट स्विच Intermediate switch	
पुश बटन Push-button	

पर्टिक्युलर (Particular)	सिम्बॉल (Symbol)
सॉकेट आउटलेट, ५ अ‍ॅम्प Socket outlet, 5 A	
सॉकेट आउटलेट, १५ अ‍ॅम्प Socket outlet, 15 A	
संपूर्ण स्विच आणि सॉकेट आउटलेट Combined switch and socket outlet	
लॅम्प Lamp	
इलेक्ट्रिक बेल Electric Bell	
बझर Buzzer	
सिलिंग फॅन Ceiling fan	
एक्झॉस्ट फॅन Exhaust fan	
इलेक्ट्रिक चार्जिंग स्टेशन Electric Charging station	
इलेक्ट्रिक चार्जिंग पॉइंट Electric charging point	

➤ कंडक्टरचे मल्टीलाइन आणि सिंगल लाइन रिप्रेझेंटेशन (Multiline and single line representation of a conductor):

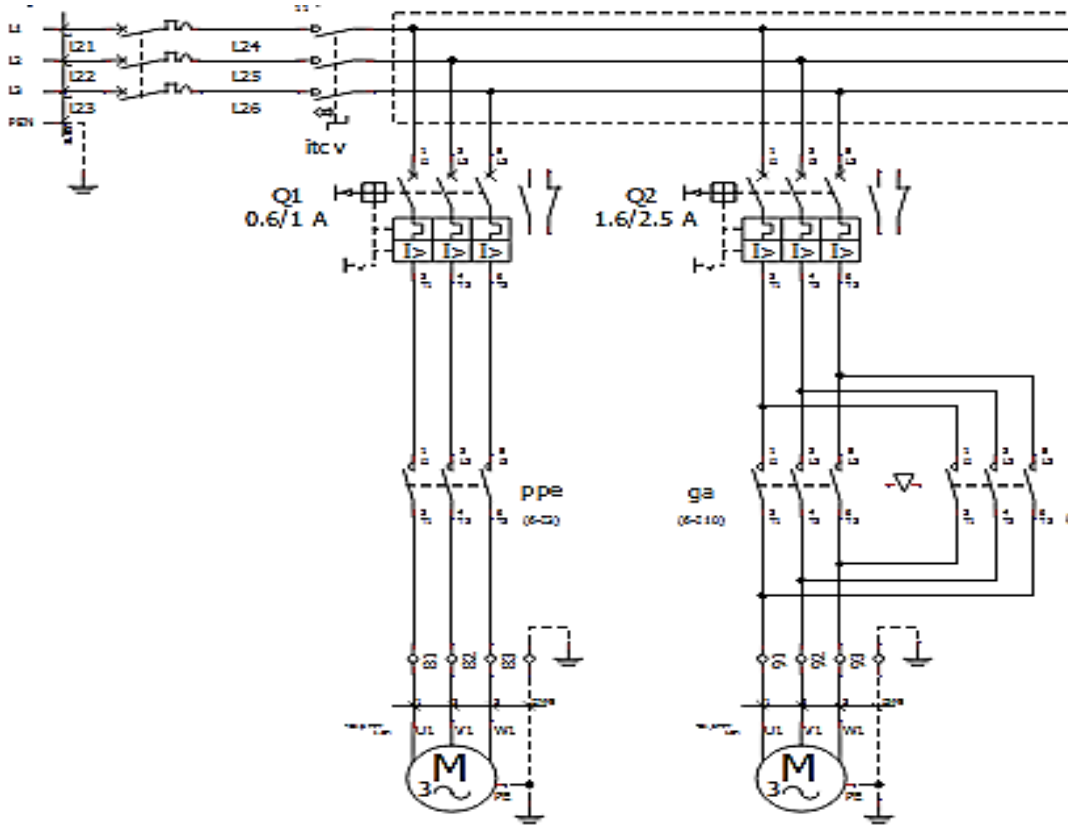


Figure. 2.1: मल्टीलाइन कंडक्टर (multiline conductor)

मल्टीलाइन कंडक्टर (multiline conductor) मल्टीलाइन फिगर्स (multiline figures) मध्ये वापरली जातात. मल्टीलाइन कंडक्टर प्रत्येक टर्मिनल लाइन (terminal line) आणि दोन आणि तीन फेज पॉवर सिस्टमच्या (two and three phase power system) फेज रिप्रेझेंटेशन (phase representation) साठी वापरले जातात. मल्टीलाइन कंडक्टर सर्व इलेक्ट्रिक आणि कंट्रोल सिस्टमच्या (control system) रिप्रेसेंटेशनसाठी वापरले जातात.

➤ मल्टीलाईन कंडक्टरची मुख्य वैशिष्ट्ये (Main features of multiline conductors):

1. सिस्टिम मधील प्रमुख घटक जसे व्होल्टेज, पॉवर ओळखण्याची क्षमता.
2. कंडक्टर ची (conductor information) माहिती जसे व्होल्टेज, करंट आणि त्याचे लोकेशन (conductor location) निर्देशित करतो.
3. कंडक्टर ची व्हेरिएबल्स (variables) जसे ऑटो नंबरिंग (auto numbering) डिस्प्ले करणे.
4. कंडक्टर वर कंडक्टर व्हेरिएबल्स (conductor variables) लिहिणे.

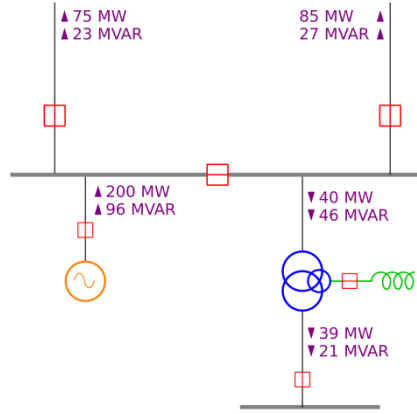


Figure. 2.2: सिंगल लाइन कंडक्टर (single line diagram)

सिंगल-लाइन डायग्राम (single line diagram-एसएलडी), ज्याला वन-लाइन डायग्राम (one line diagram) देखील म्हटले जाते, थ्री फेज (three phase) पॉवर सिस्टिमचे रिप्रेझेंटेशन करण्यासाठी एक सिम्पलीफाईड इंडिकेशन (simplified indication) आहे. पॉवर फ्लो स्टडीजमध्ये (power flow studies) सिंगल-लाइन डायग्रामचा सर्वात मोठा ॲप्लिकेशन (application) आहे. सर्किट ब्रेकर (circuit breaker), ट्रान्सफॉर्मर्स (transformers), कॅपेसिटर (capacitor), बस बार (busbar) आणि कंडक्टर सारख्या इलेक्ट्रिकल कॉम्पोनन्ट्स (electrical components) प्रमाणित स्किम्याटिक सिम्बॉल्स (schematic symbols) दर्शविले जातात. सेपरेट लाईन्स (separate lines) किंवा टर्मिनलसह प्रत्येक तीन फेज (three phase) चे रिप्रेझेंटेशन (representation) करण्याऐवजी केवळ सिंगल कंडक्टर (single conductor) दर्शविले जाते.

हे ब्लॉक डायग्रामचा (block diagram) एक प्रकार आहे जे सिस्टमच्या फेज मधील उर्जा प्रवाहासाठी मार्गाचे ग्राफिकली इलुस्ट्रेट (graphically illustrate) करते. फिगर वरील कॉम्पोनन्ट्स (components) इलेक्ट्रिकल इक्विपमेंट्सचा (electrical equipments) फिझिकल साईझ (physical size) किंवा लोकेशन चे रिप्रेझेंटेशन करत नाही. परंतु स्विचगियर (switchgear) किंवा इतर उपकरणांप्रमाणेच डावीकडून उजवीकडे, वरच्या-ते-खालच्या अनुक्रमांसह फिगर ऑर्गनाईझ (organize) करते. पीएलसी (PLC), कंट्रोल सिस्टमसाठी (control system) कॉन्ड्युट रण (conduit run) हाय लेवल व्हिव (high level view) दर्शविण्यासाठी सिंगल लाईन डायग्राम (single line diagram) वापरली जाऊ शकते.

➤ इलेक्ट्रिकल डायग्राम (Electrical Diagram):

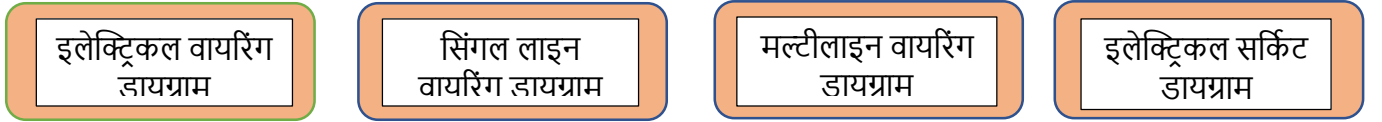
▪ इलेक्ट्रिकल डायग्रामची आवश्यकता (Need of Electrical Diagram)

इलेक्ट्रिकल डायग्राम (electrical diagrams) इलेक्ट्रिकल सर्किट्स ला (electrical circuit) रिप्रेझेंट करण्यासाठी वापरली जातात, या सर्किट्स लाईन (circuit lines), सिम्बॉल (symbol) आणि व्हॅल्यू कंबाईन (value combine) करून रिप्रेझेंट (represent) केले जातात. इलेक्ट्रिकल डायग्राम (Electrical diagram), कॉम्पोनन्ट

(components) आणि त्याची रिलेटिव्ह पोजिशन (relative position) मध्ये वायरिंग (wiring) दर्शवितात. इलेक्ट्रिकल डायग्रामच्या मदतीने बिल्डिंग मध्ये वापरल्या जाणाऱ्या इलेक्ट्रिक सर्किट्सची (electric circuit) अधिक चांगली माहिती मिळू शकते. बिल्डिंग मध्ये इलेक्ट्रिकल वायरिंग (electrical wiring) करण्यासाठी इलेक्ट्रिकल डायग्राम (electrical diagram) वापरल्या जातात आणि या फिगर (figure) चा वापर करून इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन (installation) इलेक्ट्रीशियनद्वारे (electrician) केली जाते.

• **इलेक्ट्रिकल डायग्रामचे वर्गीकरण** (Classification of electrical diagram)

इलेक्ट्रिकल डायग्रामचे वर्गीकरण



➤ **इलेक्ट्रिकल वायरिंग डायग्राम** (Electrical wiring diagram):

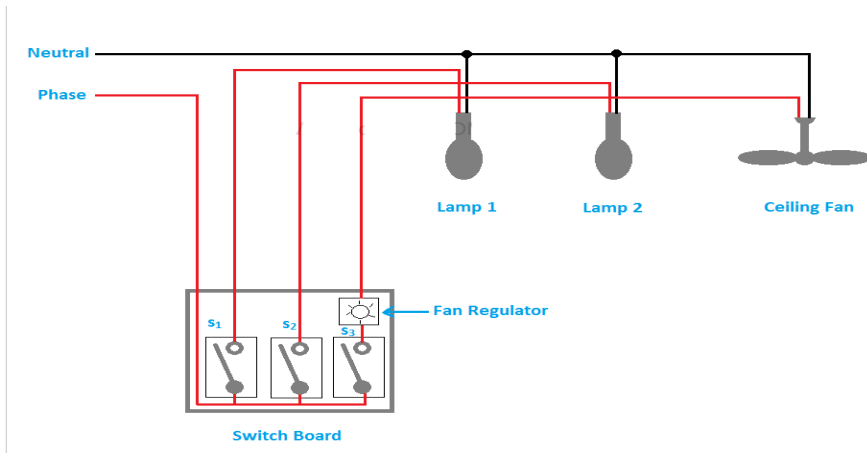


Figure. 2.4: इलेक्ट्रिकल वायरिंग (Electrical wiring diagram)

इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन चे इंटर्नल (internal) आणि एक्सटर्नल (external) कनेक्शन चे इम्प्लिमेंटेशन (implementation) आणि इन्स्पेक्शन (inspection) करण्यासाठी जी डायग्राम वापरली जाते तिला वायरिंग डायग्राम (wiring diagram) म्हणतात.

- हि डायग्राम इंस्टॉलेशनचे इलेक्ट्रिकल कनेक्शन दर्शविते.
- हे कनेक्शन प्रत्यक्षात कसे केले जाते हे देखील दर्शविते.

➤ **इलेक्ट्रिकल सर्किट डायग्राम (Electrical Circuit diagram):**

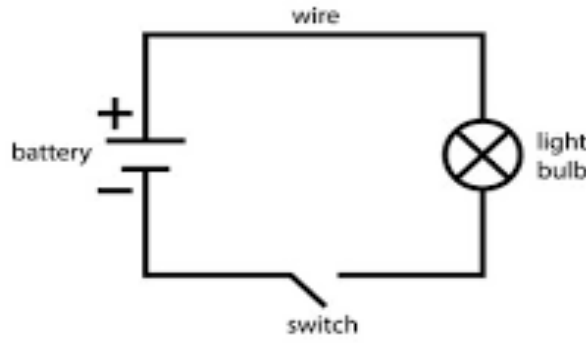


Figure. 2.5: इलेक्ट्रिकल सर्किट डायग्राम (Electrical circuit diagram)

- हे इलेक्ट्रिकल सर्किटचे ग्राफिकल रिप्रेसेंटेशन (graphical representation) आहे. सर्किट डायग्राम कॉम्पोनन्ट्स च्या सोप्या इमेज तयार करते, तर एक स्कीमॅटिक डायग्राम (schematic diagram) सर्किट कॉम्पोनन्ट्स आणि सर्किट चे इंटरकनेक्शन (interconnection) स्टॅंडर्ड सिम्बॉल (standard symbols) चा उपयोग करून दाखविते.

➤ **इलेक्ट्रिकल मल्टीलाइन डायग्राम (Electrical multiline diagram):**

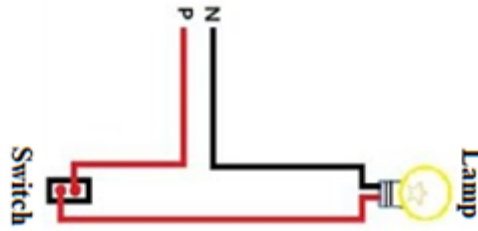


Figure. 2.6: मल्टीलाइन डायग्राम (Multiline Diagram).

मल्टीलाईन डायग्राम ला थ्री लाईन डायग्राम (three-line diagram) म्हणतात कारण मल्टीलाईन डायग्राम प्रत्येक कॉम्पोनन्ट (component) आणि इंडिव्हिजुअल सर्किट (individual circuit) चे कनेक्शन दर्शविते. सिंगल लाईन डायग्राम (single line diagram), स्किम्याटिक डायग्राम (schematic diagram) आणि वायरिंग डायग्राम (wiring diagram) प्रमाणे मल्टीलाईन डायग्राम (multiline diagram) पॉवर सिस्टिम च्या कॉम्पोनन्ट्स ला स्टॅंडर्ड सिम्बॉल (standard symbols) चा वापर करून रिप्रेझेंट करते.

मल्टीलाईन डायग्राम हि सिंगल लाईन डायग्राम पेक्षा वेगळी असते जी पॉवर सर्किट चे कॉम्पोनन्ट्स ला सेपरेट लाईन (separate line) ने दर्शविते.

➤ **सिंगल लाइन वायरिंग डायग्राम (Single line wiring diagram):**

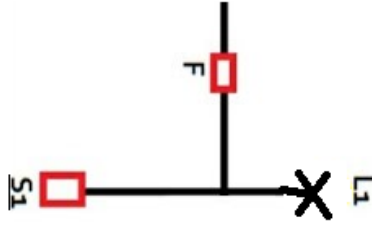


Figure. 2.7: सिंगल लाइन डायग्राम (Single line diagram)

इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशनमधील "सिंगल लाइन वायरिंग डायग्राम (single line wiring diagram)", ज्याला "सिंगल-लाइन डायग्राम" किंवा "एक-लाइन डायग्राम (single line diagram)" देखील म्हणतात, विविध कॉम्पोनेन्ट्स द्वारे पॉवर दर्शविण्यासाठी एकाच लाईनचा वापर करून इलेक्ट्रिकल सिस्टिम चे एक सरळ रिप्रेझेंटेशन आहे आहे. जसे ट्रान्सफॉर्मर्स (transformers), सर्किट ब्रेकर्स (circuit breakers) आणि लोड (load).

सिंगल लाईन डायग्राम मध्ये प्रत्येक फेज वायर (phase wire) आणि डायग्राम ला रिड (read) आणि इंटरप्रेट (interpret) करून रिप्रेझेंट न करता एकच फेज रिप्रेझेंट केला जातो.

➤ **वायरिंग डायग्राम चे रिप्रेझेंटेशन करण्याची पद्धत (Method of Representation of the wiring diagram)-**

1. मल्टी लाइन वायरिंग डायग्राम

2. सिंगल लाइन वायरिंग डायग्राम

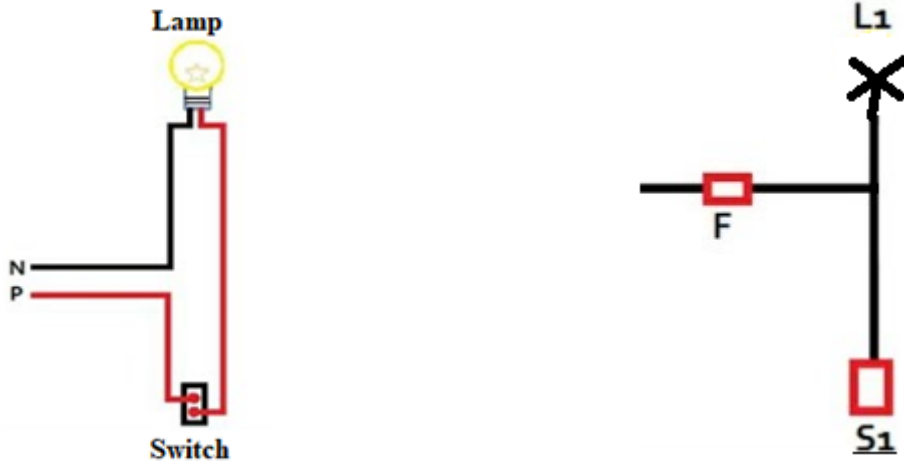


Figure.2.8: वायरिंग डायग्रामचे रिप्रेसेंटेशन (wiring diagram representation)

वायरिंग डायग्राम, मल्टीलाईन रिप्रेझेंटेशन (multiline representation) मध्ये किंवा सिंगल लाईनच्या रिप्रेझेंटेशन (single line representation) मध्ये दर्शविली जाऊ शकते. फिगर-1 मल्टीलाईन वायरिंग डायग्राम दर्शविते. फिगर-2 सिंगल लाईन डायग्राम दर्शविते.

फिगर-2 वरून हे लक्षात आले आहे की फिगर-1 च्या मल्टीलाईन रिप्रेझेंटेशन मध्ये एकत्रितपणे रन होणाऱ्या लाईन सिंगल लाईनच्या रिप्रेझेंटेशन मध्ये आहेत.

एकाच ठिकाणी बाजूने बसविलेल्या अनेक समान उपकरणे सिंगल डायग्राम सह एका सिम्बॉल ने रिप्रेझेंट केली जातात. फिगर-2 वरून हे स्पष्ट होते कि, सिम्बॉल (symbol) द्वारे एक स्विच (switch) रिप्रेझेंट केले गेले आहे. व्यावहारिकदृष्ट्या (commercially) मल्टीलाईन वायरिंग डायग्राम काढणे हि रेगुलर प्रॅक्टिस नाही. सिंगल लाइन डायग्राम वायरमॅनला (wireman) आवश्यक मटेरियल (required material) रिप्रेझेंटेशन साठी आणि प्रत्यक्षात इन्स्टॉलेशन साठी पुरेशी माहिती देतात.

➤ **मल्टीलाईन डायग्राम चे सिंगल लाइन डायग्राम कन्व्हर्जन (Conversion of multiline representation into single line and vice versa)**

मल्टीलाईन डायग्राम (multiline diagram) चे सिंगल लाइन डायग्राम (single line diagram) कन्व्हर्जन (conversion) म्हणजे एक कॉम्प्लिकेटेड सर्किट (complicated circuit) सोपे करण्याची प्रोसेस (process) आहे. सामान्यतः प्रत्येक फेजसाठी मल्टीलाईन सह (तीन-फेज सिस्टिम प्रमाणे), सिंगल लाइन डायग्राम (एसएलडी) मध्ये दर्शवते जे केवळ आवश्यक कनेक्शन दर्शविते आणि सर्व फेजचे इन्स्टॉलेशन साठी सिंगल लाइन वापरणारे कॉम्पोनंट्स दर्शविते.

➤ **कसे कन्व्हर्ट करावे (How to convert)?**

- सिस्टिममधील मुख्य कॉम्पोनंट ओळखा.
- सिस्टिमद्वारे पॉवर प्रवाहाचे (power flow) रिप्रेझेंटेशन करण्यासाठी सिंगल लाइन काढा.
- ट्रान्सफॉर्मर्स (transformers), मोटर्स (motors) आणि स्विचगियर (switchgear) सारख्या भिन्न घटक रिप्रेझेंटेशन साठी स्टॅंडर्ड सिम्बॉल वापरा.
- व्होल्टेज लेव्हल (voltage level) आणि करंट रेटिंगसारख्या (current rating) संबंधित माहितीचा समावेश करा.

i) **सिंगल लॅम्प कंट्रोल सर्किट मल्टीलाईन डायग्राम- (single lamp control circuit multiline diagram)-**

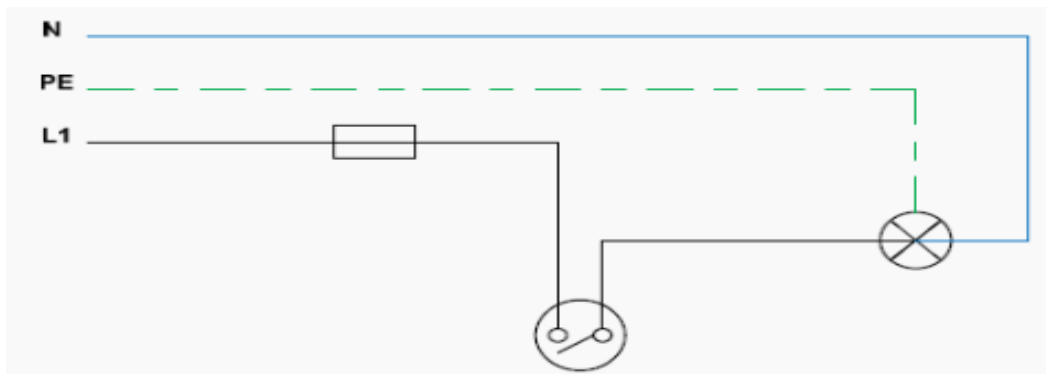


Figure. 2.9: सिंगल लॅम्प कंट्रोल सर्किट (single lamp control circuit)

➤ **सिंगल लाइन डायग्राम मध्ये कन्व्हर्जन - (Conversion into single line diagram)-**

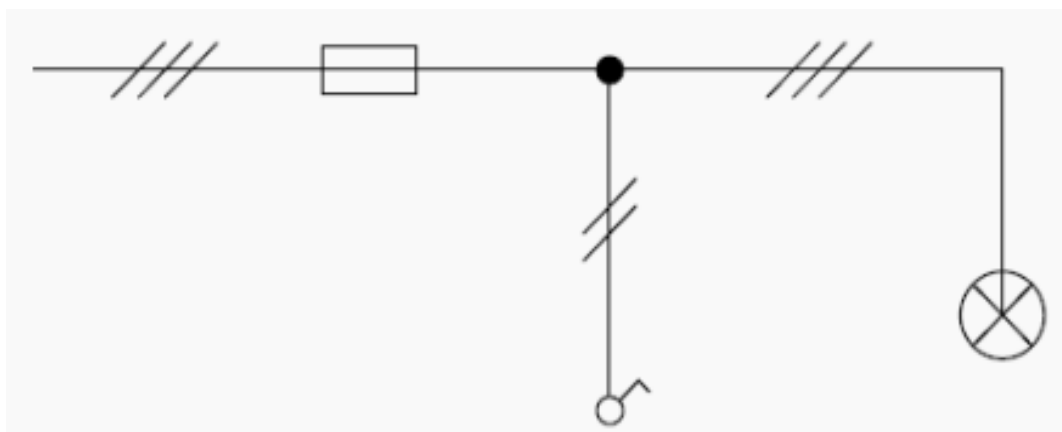


Figure. 2.10: सिंगल लॅम्प कंट्रोल सर्किटची सिंगल लाइन डायग्राम. (Single lamp control single line diagram)

ii) स्टेयर केस वायरिंग मल्टिलिन डायग्राम- (Stair Case wiring multiline diagram):

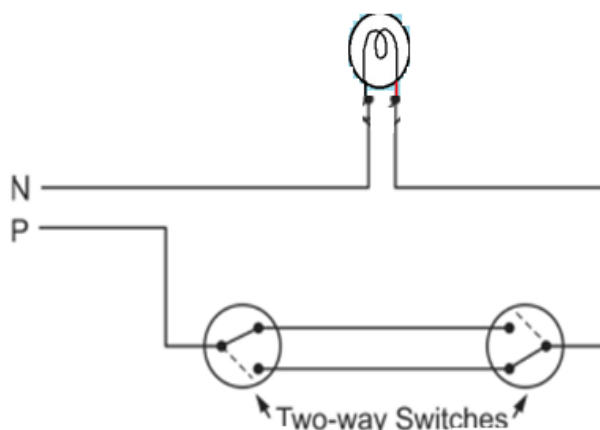


Figure. 2.11: दोन भिन्न स्थानावरील सिंगल दिवा नियंत्रण (One lamp control by two switches)

➤ **सिंगल लाइन डायग्राम मध्ये रूपांतरण (Conversion into single line diagram):**

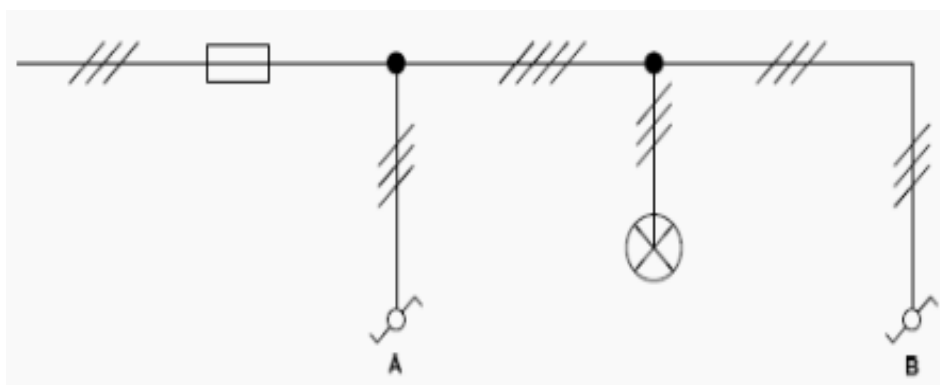


Figure. 2.12: दोन भिन्न स्थितीतून सिंगल लॅम्प कंट्रोलची सिंगल लाइन. (Single lamp control by two point method)

➤ **सिविल इंजिनीअरिंग बिल्डिंग डायग्राम ची आवश्यकता (Necessity of Civil Engineering building drawing):**

- सिविल इंजिनीअरिंगमध्ये (civil engineering) फ्लोर प्लॅन (floor plan) मोजण्याचे रेखांकन आहे, जे रूम्स (rooms), जागा (spaces), ट्रॅफिक मार्ग (traffic) आणि इतर फिजिकल फिचर (physical features) वेगवेगळ्या लेव्हल्स वरती रिप्रेझेंट करते..
- इलेक्ट्रीकल वायरिंग (electrical wiring) चे इंस्टॉलेशन स्ट्रक्चर चा टाईप (structure type) आणि कॉन्स्ट्रक्शन ची (construction method) पद्धत वर अवलंबून असते.
- कॉन्स्ट्रक्शन (construction) मधील खर्चिक बदल (wasteful changes) आणि मॉडिफिकेशन (modification) मुळे होणार खर्च टाळण्यासाठी इंटरनल वायरिंग (internal wiring) व्यवस्थित प्लॅन (plan) आणि डिझाईन (design) करणे आवश्यक असते.
- कॉन्स्ट्रक्शन प्लॅन (construction plan) आपणास खालील निर्णय घेण्यात मदत करतो.
 1. आवश्यक सर्किट्सची संख्या (Number of circuits required)
 2. आवश्यक सॉकेट्सची संख्या (Number of circuits required)
 3. आवश्यक लॅम्प कनेक्शनची संख्या (Number of lamps required)
 4. आवश्यक टीव्ही आणि कॅम्युनिकेशन कनेक्शनची संख्या (number of TV and connections required)
 5. स्मार्ट होम (smart home) फंक्शन्ससाठी इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन्सची तयारी, जसे की मल्टी-रूम ऑडिओ सिस्टम (multiroom audio system), इलेक्ट्रिक रोलर शटर कंट्रोल (electric roller shutter control), अलार्म सिस्टम (alarm system) इ.

➤ **इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन प्लॅन आणि इलेक्ट्रिकल डायग्रामचे स्पष्टीकरण (Interpretation of electrical installation plan and electrical diagrams):**

इलेक्ट्रिकल प्लॅन (electrical plan) आणि डायग्राम लेआउट (diagram layout) हे डायमन्शन्स (dimensions), वैशिष्ट्य (characteristics) आणि इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन ची अचूक (accurate) आणि औपचारिक माहिती (formal information) देण्याची पद्धत आहे. डायग्राम ही अभियांत्रिकीची युनिव्हर्सल (universal) भाषा आहे. इलेक्ट्रिकल डायग्राम मुळे वाचणे आणि अर्थ लावणे आणि ते समजून घेण्यासाठी, विविध प्रकारच्या इलेक्ट्रिकल डायग्राम वर वापरल्या जाणाऱ्या मानक अधिवेशने (standard conventions), नियम (regulations) आणि सिम्बॉल (symbol) माहिती असणे आवश्यक आहे.

इलेक्ट्रिकल डायग्राम हे इलेक्ट्रिकल सिस्टमचे ग्राफिकल रिप्रेझेंटेशन (graphical representation) आहे जे

कॉम्पोनंट्स कसे जोडले जातात आणि करंट सिस्टिम मध्ये कसा फ्लो होतो हे दाखविते. अशा सिस्टिम च्या उदाहरणांमध्ये लाइटिंग सर्किट्स (lighting circuits), मशीन कंट्रोल (machine control) आणि ऍडव्हान्स इंडस्ट्रियल ऑटोमेशन सिस्टिम (advanced industrial automation system) देखील समाविष्ट आहेत. या मार्गदर्शकामध्ये, इलेक्ट्रिकल डायग्राम योग्यरित्या कसे वाचावे, सिम्बॉल समजून घ्यावेत आणि हे ज्ञान व्यवहारात कसे लागू करावे हे स्पष्ट करू.

➤ **इलेक्ट्रिकल डायग्राम वाचणे अनेक कारणांमुळे क्रिटिकल आहे** (Reading electrical diagrams is critical for several reasons):

१. डायग्नोस्टिक्स (Diagnostics): जेव्हा फेल्युअर (failure) येते तेव्हा डायग्राम समस्याप्रधान फॅक्टर (problematic factor) ओळखण्यास आणि सिस्टिमचा विशिष्ट भाग योग्य प्रकारे का कार्य करत नाही हे समजण्यास मदत करते.

२. सुरक्षा (Safety): योग्य डायग्राम स्पष्टीकरण यंत्रणेचे (explanatory mechanism) कोणते भाग इनरजाईज्ड (energized) आहेत हे समजून घेण्यास परमिशन (permission) देते, अपघात (accidents) टाळण्यास मदत करते.

३. डिझाइन आणि इंस्टॉलेशन (Design and Installation): नवीन इलेक्ट्रिकल सिस्टिम (New electrical systems) इंस्टॉल करताना इलेक्ट्रिकल डायग्राम महत्त्वपूर्ण आहेत, कारण ते कॉम्पोनंट्स ची अचूक प्लेसमेंट (accurate placement) आणि कनेक्शनला (connection) परवानगी देतात.

2.2 डोमेस्टिक इंस्टॉलेशन ची रचना (Design of Domestic Installation):

➤ **डोमेस्टिक इंस्टॉलेशन डिझाइन आणि एस्टीमेट साठी स्टेप** (Step to be followed for design and estimation of domestic installation):

डोमेस्टिक इंस्टॉलेशन (Domestic installation) च्या डिझाइन आणि एस्टीमेट साठी खालील स्टेप चे पालन केले पाहिजे:

1. सिव्हिल अभियांत्रिकी प्लॅन (Civil engineering plan) नुसार उपलब्ध फॅन्स (fans), ट्यूब (tubelights), मुख्य बोर्ड (main board), स्विचबोर्ड (switch board) इ. सारख्या सर्व इलेमेंटच्या अरेंजमेंट (Element arrangement) इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन प्लॅन तयार करा.
2. वायरिंग सहजपणे समजून घेण्यासाठी आणि आवश्यक असलेल्या बॅटन (batten) आणि वायरची लांबी (wire length) मोजण्यासाठी, आयसोमेट्रिक व्हिव (isometric view) ला प्राधान्य दिले जाते.
3. मुख्य बोर्ड (main board), स्विचबोर्ड (switch board), लॅम्प (lamps), फॅन्स (fans) इत्यादींची स्थिती दर्शवा.
4. प्रत्येक लाइटिंग सब सर्किटवरील (lighting sub circuit) लोड 800 वॅट्स पेक्षा जास्त नसावा म्हणून, लाइटिंग

सब सर्किटची एकूण संख्या खाली दिलेल्या फॉर्मूला नुसार शोधली जाते.

एकूण लाइटिंग सब सर्किट = एकूण इलेक्ट्रिकल लाइटिंग पॉइंट्स/10

किंवा

एकूण लाइटिंग सब सर्किट = एकूण इलेक्ट्रिकल लाइटिंग लोड/800

5. पॉवर सब सर्किट (**power sub circuit**): पॉवर सर्किटमध्ये रेफ्रिजरेटर (refrigerator), गिझर (geyser) आणि एअर कंडिशनर (एसी) असतात. म्हणून, पॉवर सर्किट डिझाइन करण्यासाठी, खालील तत्त्वे (principles) वापरली जातात.

- प्रत्येक पॉवर सब सर्किटमध्ये 15 अँपिअर सॉकेट आउटलेटच्या (15 A, socket outlets) एकूण 2 पॉइंट्स पेक्षा जास्त नसावेत.
- प्रत्येक पॉवर सब सर्किटवरील लोड 3000 वॅट्स पेक्षा जास्त नसावा म्हणून, पॉवर सब सर्किटची एकूण संख्या एकूण संख्या खाली दिलेल्या फॉर्मूला नुसार शोधली जाते.

एकूण पॉवर सब सर्किट = एकूण इलेक्ट्रिकल उर्जा पॉइंट्स /2

किंवा

एकूण पॉवर सब सर्किट = एकूण इलेक्ट्रिकल उर्जा लोड/3000

6. आवश्यक असलेल्या बॅटनच्या लांबीची गणना (batten length calculation) करण्यासाठी गृहित धरले जाणारे गृहितके (assumptions) खालील प्रमाणे आहेत:

- i. मुख्य बोर्ड (main board) फ्लोर (floor) पासून 1.75 मीटर उंचीवर निश्चित केले आहे.
- ii. स्विचबोर्ड (switch board) फ्लोर (floor) पासून 1.5 मीटर उंचीवर निश्चित केला आहे.
- iii. वायरिंग सिलिंग (ceiling) खाली 0.5 मीटर वर रन केली जाते.
- iv. लॅम्प सिलिंग खाली 1 मीटर भिंतीवर निश्चित केले जातात.
- v. फॅन सिलिंगच्या कमाल मर्यादेपासून निश्चित (suspend) केले जाते.

8. नंतर बॅटनच्या मोजणीच्या लांबीमध्ये (batten length calculations) सुमारे 10% वेस्टेज (wastage) विचारात घ्यावा लागतो.

9. सामान्यतः अंदाजानुसार, आवश्यक असलेल्या वायरची लांबी मोजली जाणाऱ्या बॅटनच्या लांबीच्या 3 पट (3 times) घेतली जाते.

10. डोमेस्टिक वायरिंगसाठी, सामान्यतः सी.टी.एस. (CTS) 1/18 कॉपर वायर निवडले जाते.

11. आता खालील मटेरियलसह अंदाजासाठी मटेरियल एस्टीमेट टेबल तयार करा:

Table 2.2: मटेरियलचे शेड्यूल

Sr. No.	Description of Materials	Unit	Quantity	Rate	Unit	Cost
---------	--------------------------	------	----------	------	------	------

12. अखेरीस, कॉम्पोनंट्स च्या सध्याच्या बाजार दरानुसार आणि त्यांच्या संबंधित प्रमाणानुसार, इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन च्या अंदाजित किंमतीची गणना करा.

➤ **डोमेस्टिक इंस्टॉलेशन मध्ये इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन डिझाइन (Design consideration of electrical installation in domestic installations):**

1) सर्विस मेन्स (Service Mains):

इलेक्ट्रिकल सप्लायर (Electrical supplier) ची वायरिंग लाईन (wiring line) इलेक्ट्रिकल कंझुमर (electrical consumer) च्या अंतर्गत वायरिंग (internal wiring) प्रिमायसेस (premises) ला जोडली जाते. यासाठी इलेक्ट्रिकल कंझुमर युनिट दराप्रमाणे (unit rates) इलेक्ट्रिकल दराचे पैसे भरतो.

या उद्देशाने सप्लायर च्या सर्विस लाइन (service line) सप्लाय ऑथोरिटीने (supply authority) प्रदान केलेल्या एनर्जी मीटरच्या इनपुट टर्मिनलशी (energy meter input terminal) जोडल्या जातील.

उर्जा मीटर नंतर सर्व्हिस लाइन कट आउटशी (service line cut out) जोडली जाते.

कट-आउटमध्ये एक फ्यूज वायर (fuse wire) आहे जेणेकरून जर ग्राहक मीटरच्या रेटिंगपेक्षा जास्त ऊर्जा घेत असेल तर फ्यूज मीटरला नुकसानीपासून वाचवेल.

ग्राहक (electrical consumer) बिले (electricity bills) भरण्यास अपयशी ठरल्यास सप्लाय ऑथोरिटीने (supply authority) वीजपुरवठा बंद करण्यासाठी कट-आउट वापरला जातो.

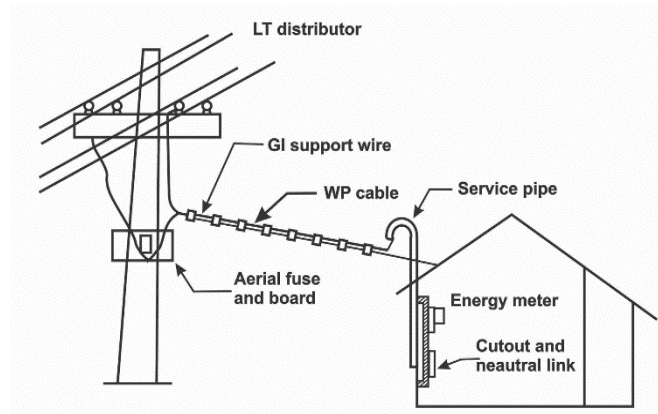
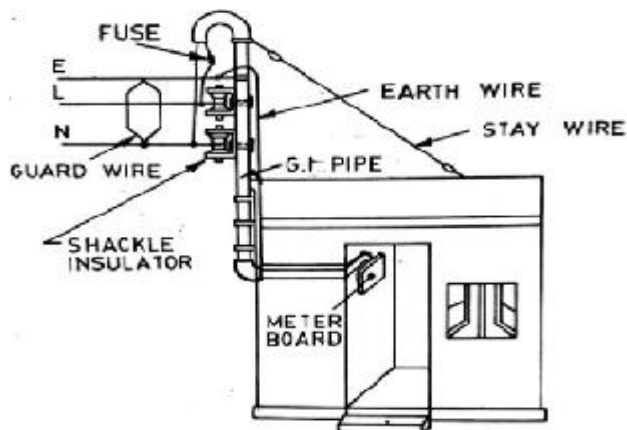


Figure. 2.13: सर्विस कनेक्शन (Service Connection)

2) सब सर्किट्स (Sub circuits): मेन स्विच (main switch) नंतर डायग्राम मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे इलेक्ट्रिक सप्लाय (electric supply) विविध लोड पॉइंट्स (load points) वर घेतला जातो. या प्रकारच्या कनेक्शनचा मुख्य डीसॅडव्हान्टेज (disadvantage) असा आहे की वायरिंगच्या कोणत्याही भागात शॉर्ट सर्किटच्या (short circuit) बाबतीत फ्यूज संपूर्ण इंस्टॉलेशनचा वीज पुरवठा डिस्कनेक्ट (disconnect) करेल. तसेच, जेथे लोड पॉइंट्सची (load points) संख्या मोठी आहे, अगदी दूरच्या टोकाला उपलब्ध व्होल्टेज, लाईन व्होल्टेज ड्रॉपमुळे (line voltage drop) कमी असेल. या कारणांमुळे वायरिंगला सब-सर्किट्स नुसार अनेक लहान सर्किटमध्ये (small circuits) विभागण्याची प्रथा आहे. पुढे, असे दिसून आले आहे की त्याच सर्किटमध्ये लाईट (light), फॅन (fan) आणि पॉवर पॉइंट्स (power points) आहेत. वीज उपकरणांमुळे मोठ्या व्होल्टेज ड्रॉपमुळे लाईट पॉइंट्समध्ये कमी व्होल्टेज उपलब्ध होईल. शिवाय, पॉवर सर्किट्समधील दोषांची (power circuit defects) शक्यता लाईटिंग सर्किट्सच्या (lighting circuits) तुलनेत अधिक असते.

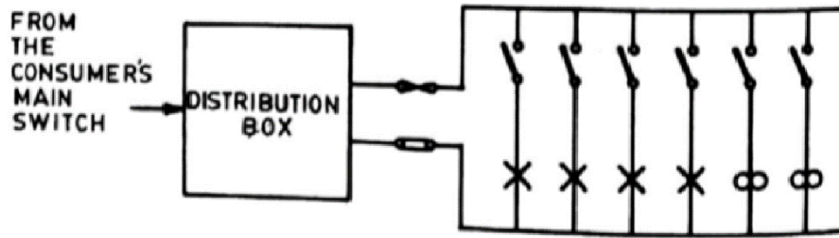


Figure. 2.14: सब सर्किट (Sub Circuit)

सब-सर्किट्स, म्हणूनच, दोन कॅटेगिरी विभागले गेले आहेत उदा.

- (1) लाईट आणि फॅन सब-सर्किट Light and fan sub-circuit:** लॅम्प (lamp) आणि फॅन्स (fans) सामान्य सर्किटवर (simple circuit) वायरिंग केले जाऊ शकतात. प्रत्येक सब-सर्किटमध्ये एकूण दहा पॉइंट लॅम्प (lamp), फॅन्स (fans) आणि 5 ॲंपियर (5 Ampere) सॉकेट आउटलेटपेक्षा (socket outlets) जास्त नसावेत. प्रत्येक सब-सर्किटवरील लोड 800 वॅट्सपुरता (800 watts) मर्यादित असेल. प्रत्येक घरात कमीतकमी दोन लाईटिंग सब-सर्किट्स (two lighting sub circuits) प्रदान करण्याचा सल्ला दिला जातो जेणेकरून एका सब-सर्किटमध्ये डिफेक्ट असल्यास संपूर्ण घर अंधारात जाऊ नये.

एकूण लाईटिंग सब सर्किट = एकूण इलेक्ट्रिकल लाईटिंग लोड/800

- (2) पॉवर सब-सर्किट (Power sub-circuit):** प्रत्येक पॉवर सब-सर्किटवरील लोड साधारणपणे 2000-3000 वॅट्सपुरता मर्यादित असावा. कोणत्याही परिस्थितीत प्रत्येक सब -सर्किटवर दोनपेक्षा जास्त आउटलेट्स (not more than two outlets) नसावेत.

एकूण पॉवर सब सर्किट = एकूण इलेक्ट्रिकल पॉवर लोड/3000

(3) पॉईंट संख्या (लाईट, फॅन, सॉकेट आउटलेट्स- Light, Fan, Socket outlets):

लाईट पॉईंट्स (light points) संख्या खोलीच्या आकारानुसार (room size) आणि आवश्यक असलेल्या इल्यूमिनेशन लेव्हल (illumination level) नुसार निश्चित केली जाते.

फॅन पॉईंट्सची संख्या लांबी (length), रुंदी (width) आणि खोलीची उंची (height) आणि फॅनच्या आकारा (fan size) नुसार निश्चित केली जावी.

(4) पॉईंट संख्या (लाईट, फॅन, सॉकेट आउटलेट्स- Light, Fan, Socket outlets):

खाली टेबल मध्ये सॉकेट आउटलेटची (socket outlets) संख्या निश्चित केलेली आहे:

Table 2.3: लाइटिंग पॉईंट्सची संख्या

वर्णन (Description)	सॉकेट आउटलेटची संख्या (Number of socket outlet)	
	5 A	15 A
बेडरूम Bed room	2 to 3	1
लिव्हिंग रूम Living room	2 to 3	2
किचन Kitchen	1	2
डायनिंग रूम Dining room	2	1
रेफ्रिजरेशन Refrigeration	-	1
वेरांडा Verandah	-	1
बाथरूम Bathroom	1	1

(5) एकूण लोड निश्चित करणे (Finalization of total load):

इंस्टॉलेशन लोडच्या निर्धारणासाठी मूल्ये ज्ञात किंवा निर्दिष्ट केल्याशिवाय खालील रेटिंग गृहित धरले जाऊ शकते.

- फ्लोरोसेंट लॅम्प (Fluorescent Lamp-Choke type) 50 वॅट्स (40 वॅट्स 10 वॅट्स)
- इन्कॅण्डेसेंट लॅम्प (Incandescent lamp), फॅन्स (fans) आणि सॉकेट आउटलेट्स (socket outlets) - 60 वॅट्स
- पॉवर सॉकेट आउटलेट्स (power socket outlets) - 1000 वॅट्स
- एक्झॉस्ट फॅन्स (Exhaust fan)-एक्झॉस्ट फॅन्सच्या प्रति क्षमतेनुसार.
- कंडक्टरच्या आकाराचा (conductor size) निश्चित करणे:

दिलेल्या सर्किटच्या वायरिंगसाठी कंडक्टरचा आकार निश्चित करताना खालील 3 पॉईंट विचारात घेतले पाहिजेत:

- कंडक्टरचा किमान आकार (Minimum size of conductor)
- करंट वाहून नेण्याची क्षमता (current carrying capacity)

iii. व्होल्टेज ड्रॉप (voltage drop)

Table 2.4: कंडक्टरचा आकार (conductor size)

कॉपर कंडक्टर Copper Conductor					अल्युमिनियम कंडक्टर Aluminum Conductor				
केबलचा आकार Size of cable		करंट Current in	रेटिंग अ‍ॅम्पीअरमध्ये Rating amperes	सुमारे अ‍ॅम्पीअर-मीटर Approximate ampere-meters	केबलचा आकार Size of cable		करंट Current	रेटिंग अ‍ॅम्पीअरमध्ये Rating in amperes	सुमारे अ‍ॅम्पीअर-मीटर Approximate ampere-meters
नंबर आणि वायरचा व्यास मिमीमध्ये No and dia of wire in mm	नॉमिनल क्षेत्रफळ मिमी ² Nominal area in mm ²	2-कोर केबल 2-core cable	3 किंवा 4-कोर केबल 3 or 4 core cable	प्रत्येक व्होल्ट ड्रॉप per volt drop	नंबर आणि वायरचा व्यास मिमीमध्ये No and dia of wire in mm	नॉमिनल क्षेत्रफळ मिमी ² Nominal area in mm ²	2-कोर केबल 2-core cable	3 किंवा 4-कोर केबल 3 or 4 core cable	प्रत्येक व्होल्ट ड्रॉप per volt drop
1/1.12	0.96	5	5	55	1/1.40	1.5	10	9	22.5
3/0.763	1.29	10	10	72	1/1.40	1.5	10	9	225
3/0.915	1.93	IS	13	110	1/1.80	2.5	15	11	37.4
7/0.736	2.90	20	15	165	1/2.24	4.0	20	15	61.5
7/0.915	4.52	28	22	260	1/2.80	6.0	27	21	90.3
7/1.12	6.45	36	29	380	1/3.55	10.0	34	27	145.8
7/1.32	9.35	43	34	545	7/1.70	16.0	43	35	238.0
7/1.626	14.50	53	42	820	7/2.24	25.0	59	48	403.0
19/1.12	19.35	62	50	1,050	7/2.50	35.0	60	55	495.0
19/1.32	25.80	74	59	1,475	7/3.00	50.0	91	69	690.0
19/1.626	38.70	97	78	2,200					

(6) डोमेस्टिक इन्स्टॉलेशनचा एस्टीमेट (Estimation of Domestic Installation):

- इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशनचे काम हा एक अत्यंत स्पर्धात्मक व्यवसाय आहे आणि सहसा सर्वात कमी अंदाज (estimate) सबमिट करणाऱ्या फर्मला (firm) कॉन्ट्रॅक्ट (contract) दिले जातात.

- जर कंत्राटदार (contractor) च्या किंमती खूप जास्त असतील तर तोत्याला कामे दिली जाणार नाही, जर किंमती कमी असेल तर त्याला तोत्या ला सामोरे जावे लागेल.
- परिणामी, प्रॉपर एस्टीमेट (proper estimate) हा चालू असलेल्या व्यवसायाचा एक महत्वाचा भाग आहे. एस्टीमेट काढणे ही विविध वस्तूंच्या प्रमाणात आणि कामाची अंमलबजावणी करण्यात गुंतलेल्या मटेरियलची (material) आणि कामाची किंमत (work value) मोजण्याची एक पद्धत आहे.
- इन्स्टॉलेशन च्या कामासाठी आवश्यक असलेल्या विविध मटेरियलचे प्रमाण (material quantity) आणि वैशिष्ट्ये (features), दर (rates) आणि मटेरियलची एकूण किंमत (total cost of material) आणि लेबर कॉस्ट (labour cost) टॅबुलर (tabular) स्वरूपात लिहिले जाऊ शकते.
- याला मटेरियल आणि किंमतीचे शेड्यूल (material and cost schedule) म्हणतात.
- कॉस्ट एस्टीमेट (estimation and costing) लावण्यासाठी, प्रथम मटेरियल क्वांटिटी (material quantity) नुसार एस्टीमेट तयार केले पाहिजे.

➤ **डोमेस्टिक इन्स्टॉलेशनचे डिझाइन, ड्राईंग, एस्टीमेट आणि कॉस्टिंग- ५ किलोवॉट लोड आहे.**

Design, drawing, estimation and costing of a domestic installation having maximum 5 kW load.

उदाहरण

1) नवीन बांधलेल्या निवासी (residential building) युनिटमध्ये खालील लोड आहेत.

- (i) 8 लॅम्प 40 W चे
- (ii) 4 सिलिंग फॅन 65 W चे
- (iii) 4 सॉकेट 6 Amp, 100 वॅट्स चे
- (iv) 2 सॉकेट 16 Amp, 2 kW लोड चे.

क्याल्कुलेट करा:

- i. एकूण लाइटिंग लोड (total lighting load)
- ii. एकूण पॉवर लोड (total power load)
- iii. डिस्ट्रिब्युशन बोर्डचा आकार (size of distribution board)
- iv. सब-सर्किट्सची संख्या (number of sub circuits required)

Ans: **i) एकूण लायटिंग लोड (Total lighting load):** लाइटिंग लोडमध्ये लॅम्प, फॅन्स आणि 6 Ampere सॉकेट्स असतात.

या प्रकरणात, एकूण लॅम्प लोड = 8×40 वॅट्स = 320 वॅट्स

एकूण फॅन लोड $= 4 \times 65W = 260$ वॅट्स

एकूण 6 Amp सॉकेट लोड $= 4 \times 100$ वॅट्स $= 400$ वॅट्स

एकूण लाइटिंग लोड (total lighting load) $= 320 + 260 + 400 = 980$ वॅट्स

ii) एकूण पॉवर लोड (Total power load): पॉवर लोडमध्ये 16 Amp सॉकेट्स असतात.

या प्रकरणात, एकूण पॉवर लोड म्हणजेच एकूण 16 Amp सॉकेट्स
 $= 2 \times 2$ के-वॅट्स

एकूण पॉवर लोड (Total power load) = 4000 वॅट्स

iii) डिस्ट्रिब्युशन बोर्ड आकार (Size of distribution board):

एकूण इलेक्ट्रिकल लोड $= 980 + 4000 = 4980$ वॅट्स

रेट केलेले इनपुट करंट फॉर्म्युला वापरून आढळू शकते, $P = VI \cos \phi$ $\cos \phi = 0.8$ आणि $V = 230$ V

$$I_L = 4980 / 230 \times 0.8 = 27.06 \text{ Amp}$$

$$\text{इनपुट करंट} = I_L = 1.5 \times 27.06 = 40.59 \text{ Amp}$$

म्हणून आम्ही 230 Volt, 30 Amp, आयएसआय (ISI Mark) चिन्हांकित मेन स्विच (main switch) आणि कोणत्याही मेकचे (any make) 3 way डिस्ट्रिब्युशन बोर्ड वापरतो.

iv) सब-सर्किट्सची संख्या (Number of sub circuits required):

अ) लाइटिंग सब-सर्किट्सची संख्या $=$ एकूण प्रकाश लोड / 800 वॅट्स (i) एकूण प्रकाश लोड
 $= 980$ वॅट्स

लाइटिंग सब-सर्किट्सची संख्या $= 980 / 800 = 1.225 \approx 2$

बी) पॉवर सब-सर्किट्सची संख्या $=$ एकूण पॉवर लोड / 2000 वॅट्स (ii) एकूण उर्जा लोड
 $= 4000$ वॅट्स

पॉवर सब-सर्किट्सची संख्या $= 4000 / 2000 = 2$

म्हणून, या इंस्टॉलेशन, लाइटिंग सब-सर्किट्सची संख्या $= 2$

पॉवर सब-सर्किट्सची संख्या $= 2$

-----*****-----

उदहारण

2) 4 मी x 3 मीटर x 3.5 मीटर मोजलेल्या खोलीत खालील पॉइंट्स प्रदान केले जातील.

i) लाइट पॉइंट्स - 2. ii) फॅन पॉइंट्स - 2. iii) प्लग पॉइंट्स - 2. पॉइंट्स.

योग्य स्थिती दर्शवा, योग्य डेटा गृहीत करा आणि बॅटन वायरिंग सिस्टम प्रदान करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या मटेरियलचे शेड्यूल तयार करा.

Ans: Step 1: फॅन्स, ट्यूब, मुख्य बोर्ड, स्विचबोर्ड इ. सारख्या सर्व घटकांच्या व्यवस्थेसह इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन प्लॅन तयार करा.

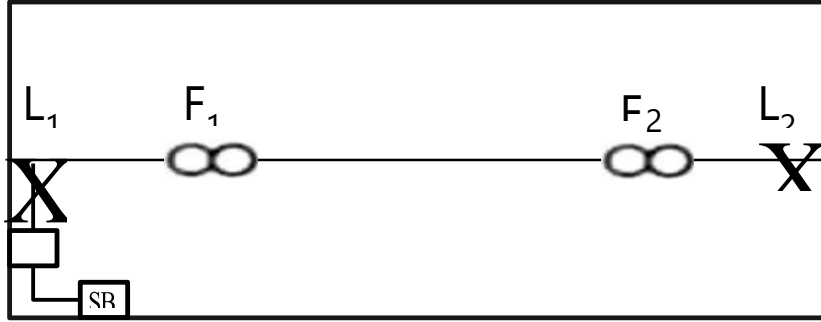


Figure. 2.15: खोलीचे मापन (Room Measurement)

वरील फिगर मुख्य बोर्ड (main board), स्विच बोर्ड (switch board), फॅन पॉईंट्स (light points), लॅम्प पॉईंट्स (lamp points) आणि त्यांची स्थिती जोडणारी सिंगल लाइन डायग्राम दर्शविते.

गृहितक (Assumptions):

- मुख्य बोर्ड फ्लोअर पासून 1.75 मीटर उंचीवर निश्चित केले आहे.
- स्विचबोर्ड फ्लोअर पासून 1.5 मीटर उंचीवर निश्चित केला आहे.
- वायरिंग सिलिंग खाली 0.5 मीटर चालविली जाते.
- लॅम्प सिलिंग खाली 1 मीटर भिंतीवर निश्चित केले जातात.
- फॅन सिलिंग पासून निश्चित केले आहेत.

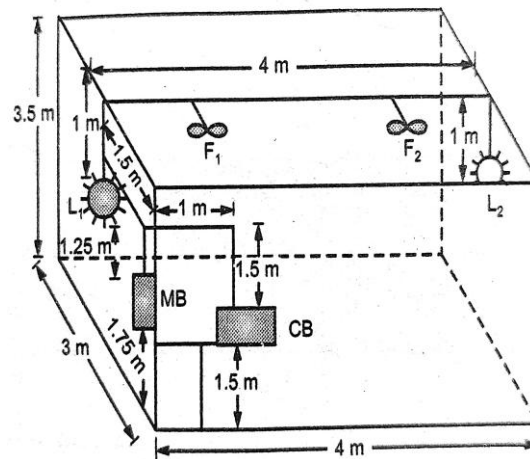


Figure. 2.16: इलेक्ट्रिकल प्लॅन (Electrical Plan)

बॅटनची लांबी (batten length):

- मेन बोर्ड (एमबी) पासून वायरिंग उंची = 1.25 मीटर पर्यंत
- वायरिंग उंचीवर मेन बोर्ड (एमबी) ते स्विच बोर्ड (सीबी) = 1 मीटर

3. वायरिंग उंचीपासून स्विच बोर्ड (सीबी) = 1.5 मीटर पर्यंत
 4. मेन बोर्ड (एमबी) च्या स्थान ते L1 = 1.5 मीटर पर्यंत आडवा मार्ग
 5. वायरिंग उंचीपासून L1 Lamp = 0.5 मीटर पर्यंत
 6. वायरिंग उंचीपासून सिलिंग = 0.5 मीटर पर्यंत
 7. F1 कनेक्ट करण्यासाठी छतापासून एकूण रन: F2 आणि L2 = 4 मीटर
 8. छतापासून L2 = 1 मी पर्यंत
 बॅटनची एकूण लांबी = $1.25 + 1 + 1.5 + 1.5 + 0.5 + 0.5 + 0.5 + 4 + 1 = 11.25$ मी.

बॅटनची लांबी:

- बॅटन आवश्यक लांबीची गणना = 11.25 मी वेस्टेजसाठी 10% जोडणे,
 बॅटनची एकूण लांबी = $11.25 \times 10\%$
 बॅटनची एकूण लांबी = $11.25 \times 10\% = 12.37$ मीटर = 12.5 मीटर

वायरची आवश्यक लांबी:

एस्टीमेट नुसार, आवश्यक वायरची लांबी बॅटनच्या लांबीच्या 3 पट घेतली जाते. म्हणून $1/18$ सी.टी.एस. कॉपर वायरची लांबी

$$= 3 \times 12.5 = 37.5 = 38 \text{ मीटर}$$

आता आम्ही खालीलप्रमाणे मटेरियल टेबल चे शेड्यूल तयार करू शकतो:

Table 2.5: मटेरियलचे शेड्यूल

Sr. No.	Description	Unit	Quantity	Rate	Unit	Cost
1	Main Switch, ICDP, 250 V, 15A	Nos.	1	200.00	each	200.00
2	Teak wood batten	M	12.5	2.25	per m	28.125
3	CTS wire 1/18, 250V	M	38	3.00	per m	117.00
4	Single pole switches	Nos.	6	5.00	each	30.00
5	Ceiling rose for fan 250V, 5A	Nos.	2	5.00	each	10.00

Sr. No.	Description	Unit	Quantity	Rate	Unit	Cost
6	3 pin plug socket holder 250V, 5A	Nos.	2	15.00	each	30.00
7	Angle holder for lamps 250 V, 5A	Nos.	2	15.00	each	30.00
8	Wooden board for Main Board	Nos.	1	20.00	each	20.00
9	Wooden Board for Switch board	Nos.	1	20.00	each	20.00
10	Flexible wires for fan point 250V	M	1	3.00	per m	3.00
11	Screws for fixing Batten 3.18 cm x 8 SWG	Nos.	25	0.65	each	16.25
12	Screws for fixing Switches 1.9 cm x 4 SWG	Nos.	24	0.35	each	8.40
13	Screws for fixing Switchboard 5.08 cm x 8 SWG	Nos.	8	0.75	each	6.00
14	Tin clips 2.5 cm for batten wiring	Packet of 100 Nos.	1	8.00	1	8.00
15	Nails 1.25 cm for fixing tin clip	Gm	25	50.00	per kg.	1.25

Sr. No.	Description	Unit	Quantity	Rate	Unit	Cost
16	Copper wire No.14 for earthing	M	4	10.00	per m	40.00
17	Sundries such as sand, cement, tape, etc.	L.S.	L.S.			50.00
TOTAL						₹ 618.025

2.3 कमर्शियल इंस्टॉलेशन डिझाईन (Design of Commercial Installation):

- कमर्शियल इंस्टॉलेशन (commercial installation) मुळात इमारतींमध्ये केलेल्या इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशनच्या कार्याचा (electrical installation work) व्यवहार करते जे प्रामुख्याने व्यावसायिक किंवा व्यवसायाच्या उद्देशाने वापरले जातात.
- यात हॉटेल (hotel), शाळा (schools), महाविद्यालये (collages), रुग्णालये (hospitals), शॉपिंग मॉल्स (shopping malls), वसतिगृह (hostels), सिनेमा हॉल (cinema hall) इ. मध्ये केलेल्या इंस्टॉलेशन चा समावेश असू शकतो.
- कमर्शियल बिल्डिंग (commercial building) मध्ये इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन (electrical installation) च्या डिझाईन साठी खालील स्टेप्स चे पालन केले जाईल:
 - 1) दिलेल्या व्यावसायिक इंस्टॉलेशन (commercial installation) साठी लोडचा प्रकार (load type) आणि एकूण इलेक्ट्रिकल लोड (electrical load) शोधा.
 - 2) लाइटिंग लोड (lighting load) आणि पॉवर लोडमध्ये (power load) या एकूण इलेक्ट्रिकल लोड मध्ये फरक करा.
 - 3) लाइटिंग लोडसाठी लाइटिंग सब सर्किटची (lighting sub circuits) संख्या
 लाइटिंग सब सर्किटची संख्या = एकूण इलेक्ट्रिकल लाइटिंग लोड/800 वॅट्स किंवा
 लाइटिंग सब सर्किट्सची संख्या = एकूण लाइटिंग पॉईंट्स /10
 - 4) पॉवर लोडसाठी पॉवर सब सर्किट्सची (power sub circuits) संख्या
 लाइटिंग सब सर्किट्सची संख्या = एकूण इलेक्ट्रिकल पॉवर लोड/1000 वॅट्स किंवा 2000 वॅट्स
 पॉवर सब सर्किट्सची संख्या = एकूण पॉवर पॉइंट्सची / 2
 - 5) प्रत्येक लायटिंग इंस्टॉलेशन (lighting installation) आणि पॉवर सब सर्किट्सचा एकूण पॉवर वापर शोधा.

6) प्रत्येक लायटिंग आणि पॉवर सब सर्किटसाठी इनपुट करंट शोधा.

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

P = प्रत्येक सब सर्किटसाठी इनपुट पॉवर

$$V = \text{व्होल्टेज} = 230 \text{ V}$$

I = प्रत्येक सब सर्किटसाठी इनपुट करंट

$$\cos\phi = \text{पॉवर फॅक्टर}$$

7) ओव्हरलोड सर्ज (overload surge) आणि भविष्यातील विस्ताराचा (future expansion) विचार करून प्रत्येक सब सर्किटसाठी वायरचे आकार (wire size) निश्चित करा.

8) सिंगल लाईन डायग्राम काढा.

9) प्लॅन वर बॅटन लेआउट मार्क करा.

10) प्रत्येक सब सर्किट आणि संपूर्ण कमर्शियल इंस्टॉलेशनसाठी बॅटनची एकूण लांबी शोधा.

11) प्रत्येक सब सर्किटसाठी आवश्यक असलेल्या वायरची एकूण लांबी (total length) आणि आकार (size) शोधा.

12) संपूर्ण कमर्शियल इंस्टॉलेशनसाठी आवश्यक मटेरियलची यादी करा.

13) एस्टीमेट टेबलमध्ये मटेरियल आणि लेबर चार्जेस (labour charges) शोधा.

14) प्रॉफिट मार्जिन आणि कॉंटीजेन्सी शुल्कासह एस्टीमेटची एकूण किंमत शोधा.

15) सर्किट डायग्राम काढा.

उदाहरण:

1. एका कॉलेजच्या कॅंटीन हॉलचा आकार 6 मीटर x 4 मीटर आहे. त्यात पुढील इलेक्ट्रिक लोड प्रदान केला आहे:

- i) 12 ट्यूब लाइट्स, प्रत्येक 40 वॉटचा.
- ii) 6 पंख्यांचे पॉइंट्स, प्रत्येक 60 वॉटचा.
- iii) 4 प्लग पॉइंट्स, प्रत्येक 240 वॉटचा.

केसिंग कॅपिंग वायरिंग सिस्टीमसाठी आवश्यक मटेरियल आणि त्यांचा खर्च याचा एस्टीमेट काढा.

1) हॉलमधील एकूण लोड मोजा:

• ट्यूब लाइट्स (Tubelights):

- ट्यूब लाइट्सची संख्या = 12
- प्रत्येक ट्यूब लाइटची पॉवर = 40 W

○ ट्यूब लाइट्ससाठी एकूण पॉवर = $12 \times 40 \text{ W} = 480 \text{ W}$

• **पंखे (Fans):**

- पंखांची संख्या = 6
- प्रत्येक पंखाची पॉवर = 60 W
- पंखांसाठी एकूण पॉवर = $6 \times 60 \text{ W} = 360 \text{ W}$

• **सॉकेट्स (Sockets):**

- प्लग पॉइंट्सची संख्या = 4
- प्रत्येक प्लग पॉइंटची पॉवर = 240 W
- सॉकेट्ससाठी एकूण पॉवर = $4 \times 240 \text{ W} = 960 \text{ W}$

• **हॉलमधील एकूण लोड (Total load):**

एकूण लोड = ट्यूब लाइट्स + पंखे + सॉकेट्स .

एकूण लोड = $480 \text{ W} + 360 \text{ W} + 960 \text{ W} = 1800 \text{ W}$

2) एकूण लोडला करंट (अँपिअर मध्ये) कन्वर्ट करा:

समजा व्होल्टेज V = 230 V आहे आणि पॉवर फैक्टर Power Factor = 1 आहे

करंट (I) = एकूण लोड (W) / व्होल्टेज (V) $I = 1800 \text{ W} / 230 \text{ V} = 7.82 \text{ A} \approx 8 \text{ Amp}$

3) मुख्य स्विच रेटिंग (Main Switch Rating):

- कारण सुरूवातीचा करंट (इनरश करंट) सामान्य रेटेड करंटच्या 1.5 पट आहे (इंडक्टिव लोड सुरू करताना), त्यामुळे मुख्य स्विच रेटिंग असे असावे:

सुरूवातीचा करंट = $1.5 \times 8 \text{ A} = 12 \text{ A}$

- म्हणून, मुख्य स्विच चे रेटिंग 240V, 16A (ISI मार्कसह) असावे जे रेटेड आणि इनरश करंट हाताळू शकेल.

4) लाइटिंग सब-सर्किट्सची संख्या (Number of Lighting Sub circuits):

एकूण लोड (1800 W) लाइटिंग सब-सर्किट्समध्ये विभागले जाईल. समजा प्रत्येक सब-सर्किट 800 W पर्यंत डिझाइन केलेले आहे:

सब-सर्किट्सची संख्या = एकूण लोड (W) प्रत्येक सब-सर्किटची क्षमता (W) = $1800/800 = 2.25 \approx 3$

म्हणून, 3 सब-सर्किट्स लाइटिंगसाठी आवश्यक आहेत.

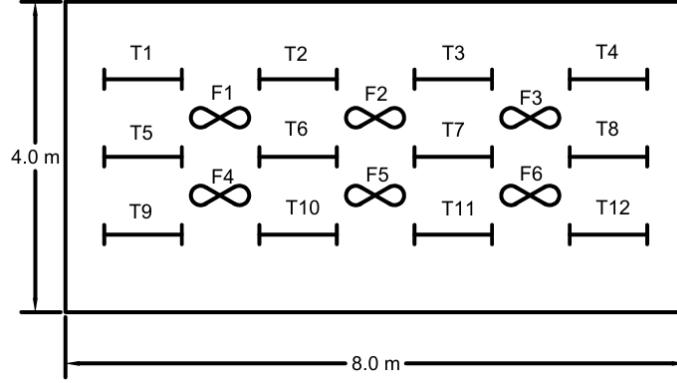


Table 2.17: मटेरियलचे शेड्यूल (Material Schedule)

S.No	Material of Material	Quantity	Rate	Total Amount
1	ICDP 250V,16A	01	250.00	250.00
2	Fuses 250V, 16A	02	45.00	90.00
3	PVC Casing Capping (2Mtr pipe) 1.5mm thickness	16 Nos (32 Mtr)	45.00	720.00
4	Copper Earthing Plate	01	490.00	490.00
6	DP	03	150.00	450.00
7	Earthing Sundry	lumsup	200.00	200.00
8	6A S.P.S.T.	22	10.00	220.00
9	6A Three point socket	04	12.00	48.00
10	Ceiling rose	18	10.00	180.00
11	1.5 Sqmm PVC wire (90 Mtr -1 bundle)	01 Bundle	550	550.00
11	1 Sqmm PVC wire Running earth	40 Mtr	7.00	280.00
12	10" x12" Switch Board	02 Nos	25.00	50.00
12	Labour Charges	22	70.00	1540.00
		Total Amount :-		5068.00
13	Contingencies+ profit margin	10% Amount:-		507.00
		Total Amount:-		5575.00
	iii) Cost of work:	Say Total Amount:		5575.00

२) वर्गाच्या दिलेल्या प्लॅन नुसार 7 फ्लूरोसेंट लॅम्प , 5 A चे 1 प्लग सॉकेट आणि 2 फॅन्स बसवलेले आहेत आणि कंट्रोल बोर्ड मधून नियंत्रित केले आहेत. सिलिंग उंची 5 मीटर आहे. केसिंग-कॅपिंग वायरिंग सिस्टमसाठी आवश्यक असलेल्या वायरिंग मटेरियलचा एस्टीमेट तयार करा.

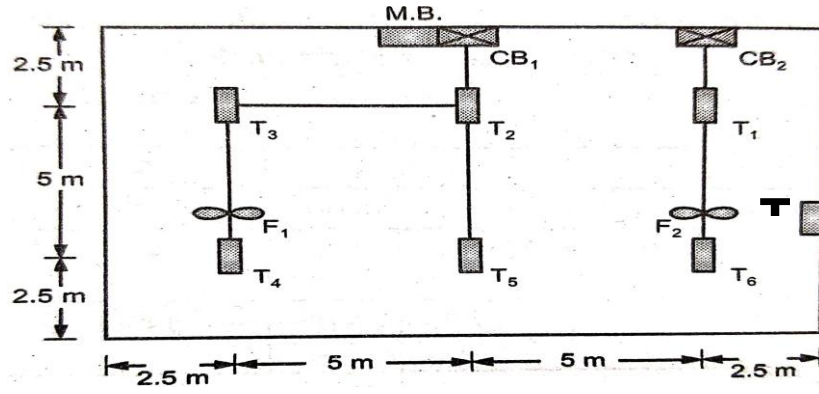


Figure 2.18: वर्ग (Classroom)

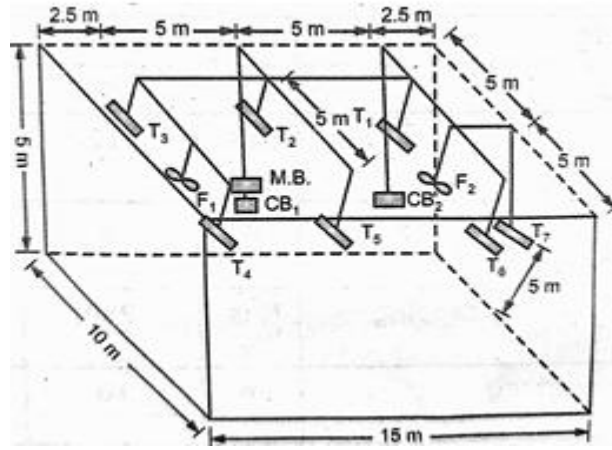


Figure 2.19: वर्ग (Classroom)

Ans: T2, T3, T4, T5 आणि फॅन F1, CB1 वरून नियंत्रित केले जाते, तर T1, T6, T7 आणि फॅन F2 आणि प्लग सॉकेट CB 2 वरून नियंत्रित केले जातात.

गृहितक (Assumptions):

- मुख्य बोर्ड फ्लोर पासून 1.75 मीटर उंचीवर निश्चित केले आहे.
- स्विचबोर्ड फ्लोर पासून 1.5 मीटर उंचीवर निश्चित केला आहे.
- वायरिंग सिलिंग खाली 0.5 मीटर चालविली जाते.
- टी 7 जो फ्लोर पासून 2.5 मीटरवर निश्चित केला आहे.
- फॅन सिलिंग पासून निश्चित केला आहेत.

केसिंगच्या लांबीसाठी गणना:

सर्किट क्रमांक 1:

- CB1 ते सिलिंग = 3.5 मीटर
- T2 आणि T5 = 2.5 5 = 7.5 मीटर कनेक्ट करण्यासाठी सिलिंग रन

- iii) T2 ते T3 = 5 मी जोडण्यासाठी सिलिंग रन
 iv) T3 ते F1 आणि T4 = 5 मीटर कनेक्ट करण्यासाठी सिलिंग रन
 v) सर्किट क्रमांक 1 = 3.5 + 7.5 + 5 + 5 = 21 मीटरसाठी एकूण केसिंग कॅपिंग लांबी

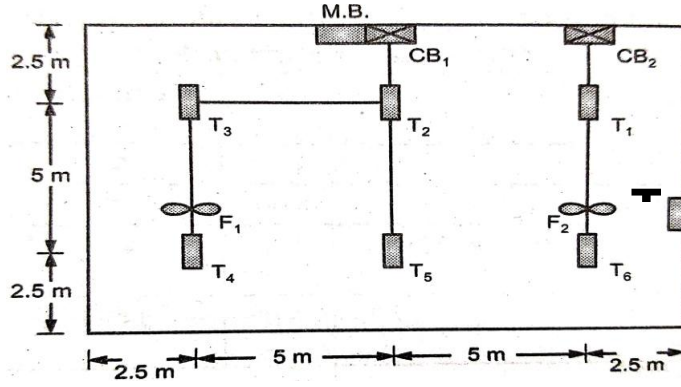


Figure. 2.20: क्लासरूम प्लॅन (Classroom Plan)

केसिंगच्या लांबीसाठी गणना:

सर्किट क्रमांक 2:

- i) T2 ते T1 = 5 मीटर जोडण्यासाठी सिलिंग रन.
 ii) T1 ते CB 2 = 2.5 + 3.5 = 6 मी.
 iii) सिलिंग T1 ते T6 = 5 मी.
 iv) F2 ते T7 = 2.5 + 2.5 = 5 मीटर
 सर्किट क्र. 2 = 5 + 6 + 5 + 5 = 21 मी.

केसिंग कॅपिंगच्या लांबीसाठी गणना:

केसिंग कॅपिंगची एकूण लांबी = 21 + 21 = 42 मी 10% वेस्टेज जोडणे,
 केसिंग कॅपिंगची लांबी 42 + 10% च्या 42 = 42 + 4.2
 केसिंग कॅपिंगची लांबी आवश्यक = 46.2 = 47 मीटर

वायरची लांबी:

अंदाजानुसार, आवश्यक वायरची लांबी बॅटन/केसिंगच्या लांबीच्या 3 पट घेतली जाते.

म्हणून वायरची लांबी = 3 x 47 = 141 मीटर

वायरचे आकार/रेटिंग:

एकूण इलेक्ट्रिकल लोड एकूण लॅम्प लोड = 7 x 50 = 350W ची गणना करा

एकूण फॅन लोड = 2 x 60 = 120 वॅट्स एकूण 5 ए सॉकेट लोड = 1 x 60 = 60 वॅट्स

एकूण इलेक्ट्रिकल लोड = 350 + 120 + 60 = 530 वॅट्स

इनपुट करंट फॉर्म्युला वापरून आढळू शकते, पी = व्ही * आय * कॉस φ

पी = प्रत्येक सब सर्किटसाठी इनपुट पॉवर, कॉस $\phi = 0.8$ आणि $V = 230\text{ V}$

$$I_L = 530/230 \times 0.8 = 2.88\text{ Amp}$$

$$\text{स्टार्टिंग करंट} = I_L = 1.5 \times 2.88 = 4.32\text{ Amp}$$

म्हणून 1/1.4 सिंगल कोअर वायर अल्युमिनियम कंडक्टर वापरणे.

खालीलप्रमाणे मटेरियलचे शेड्यूल तयार करू शकतो.

Table 2.6: मटेरियलचे शेड्यूल (Schedule of Material)

Sr. No.	Description	Unit	Quantity	Rate	Unit	Cost
1	ICDP switch 15A, 250 V	No.	1	200.00	each	200.00
2	Kit Kat fuse 15A, 250 V	No.	2	25.00	each	50.00
3	Teak wood casing capping	M	47	15.00	per m	705.00
4	1/1.4 VIR Al wire	M	141	3.00	per m	423.00
5	Ceiling rose, 250 V, 5A	No.	9	5.00	each	45.00
6	3 pin plug socket holder 250V, 5A	Nos.	1	15.00	each	15.00
7	Flexible wires for ceiling points i.e. tube and fan point 250V	M	5	3.00	per m	15.00
8	Single Pole switches 250V, 5A	No.	10	5.00	each	50.00
9	Teak wood board (For main board & control board)	Nos.	3	25.00	each	75.00
10	Screws for fixing Switches 1.9 cm x 4 SWG	Nos.	25	0.35	each	8.75

Sr. No.	Description	Unit	Quantity	Rate	Unit	Cost
11	Screws for fixing Switchboard 5.08 cm x 8 SWG	Nos.	20	0.75	each	15.00
12	Wood screws 1.25 cm for fixing capping	Nos.	250	50.00	100 Nos.	125.00
13	Teak Wood Corners	Nos.	2	3.00	each	6.00
14	Teak wood Tee Joints	Nos.	8	10.00	each	80.00
15	Copper wire No.14 for earthing	M	10	10.00	per m	100.00
16	Sundries such as sand, cement, insulation tape, etc.	L.S.	L.S.			100.00
Total Cost =						₹ 2012.75

2.4 सर्विस कनेक्शन (Service Connection):

जवळच्या डिस्ट्रिब्युशन पोल (distribution pole) पासून ग्राहकांच्या प्रिमाईसेस किंवा त्यांच्या इमारतीत घेतलेल्या ओव्हरहेड लाइन (overhead line) किंवा केबल कनेक्शनला (cable connection) सर्व्हिस लाइन किंवा कंड्युमर सर्विस कनेक्शन म्हणतात.

सर्विस कनेक्शन दोन प्रकार आहे:

- 1) ओव्हरहेड सर्विस कनेक्शन (Overhead Service Connection)
- 2) अंडरग्राऊंड सर्विस कनेक्शन (Underground Service Connection)

➤ ओव्हरहेड सर्विस कनेक्शन (Overhead Service Connection):

जेव्हा इलेक्ट्रिकल कंड्युमर (electrical consumer) सप्लायर लाईन डिस्ट्रिब्युशन पोल पासून 45 मीटरपेक्षा जास्त अंतरावर असते तेव्हा सर्व्हिस लाइनसाठी बेअर ओव्हरहेड कंडक्टर (Bare overhead conductor) वापरले जातात. जेव्हा ग्राहकांच्या जागेचे अंतर डिस्ट्रिब्युशन पोल सून 45 मीटरपेक्षा कमी असेल तेव्हा सर्व्हिस लाइन वेदर प्रूफ (Weather proof) किंवा पीव्हीसी (PVC) केबल वापरले जातात.

याचा अर्थ असा आहे की ओव्हरहेड सर्व्हिस लाइन एकतर पीव्हीसी किंवा वेदर प्रूफ केबल किंवा अगदी बेअर कंडक्टर असू शकते.

1) पीव्हीसी वेदर प्रूफ केबल सर्व्हिस लाइन (PVC weather proof cable service line)

ओव्हरहेड सर्व्हिस लाइन (overhead service line) बसविण्याच्या या पद्धतीमध्ये, वेदरप्रूफ केबल किंवा पीव्हीसी केबल क्लिपद्वारे (clipped) ग्याल्वनाइज आयर्न Galvanized Iron (जी.आय) वायरसह बांधले जाते, सर्व्हिस पोल (service pole) आणि बिल्डिंग दरम्यान बसवलेला आहे. मग ते थेट बिल्डिंगमध्ये नेले जाते आणि तेथून ते लाकडी बॅटनवर (batten) निश्चित केले जाते किंवा ते जी.आय पाईप (GI Pipe) मधून सर्व्हिस बोर्डकडे जाते. जर बिल्डिंग एकापेक्षा जास्त मजली असेल तर 8 SWG (Stranded Wire Gauge) आकाराच्या जी.आय वायरच्या एका टोकाला सर्व्हिस पोलशी बांधले गेले आहे, तर त्याचा दुसरा टोक बिल्डिंगच्या भिंतीवर फिट असलेल्या आय स्कू बोल्ट (Eye Screw Bolt) ने बसविला जातो. मग, वेदरप्रूफ केबल क्लिपद्वारे या जी.आय वायरसह बांधले जाते आणि ते बिल्डिंगमध्ये नेले जाते. तिथून ही केबल जी.आय पाईपमधून सर्व्हिस बोर्डपर्यंत (Service board) पोहोचते.

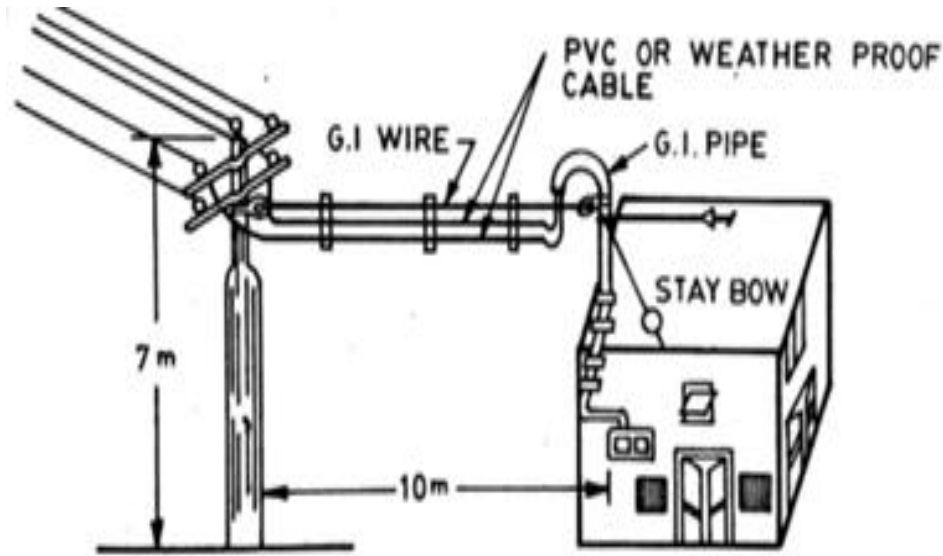


Figure. 2.21: पीव्हीसी वेदर प्रूफ केबल सर्व्हिस लाइन (PVC weather proof cable service connection)

2) बेअर कंडक्टर सर्व्हिस कनेक्शन (Bare conductor service connection)

सर्व्हिस कनेक्शन एक मजला असलेल्या बिल्डिंग ला दिले जाते. एका बेअर कंडक्टरद्वारे (Bare conductor), जवळच्या डिस्ट्रिब्युशन पोल (Distribution Pole) पासून योग्य उंचीवर जीआय पाईपवर स्थित असलेल्या शॅकल इन्सुलेटरवर (Shackle Insulator) आणले जाते.

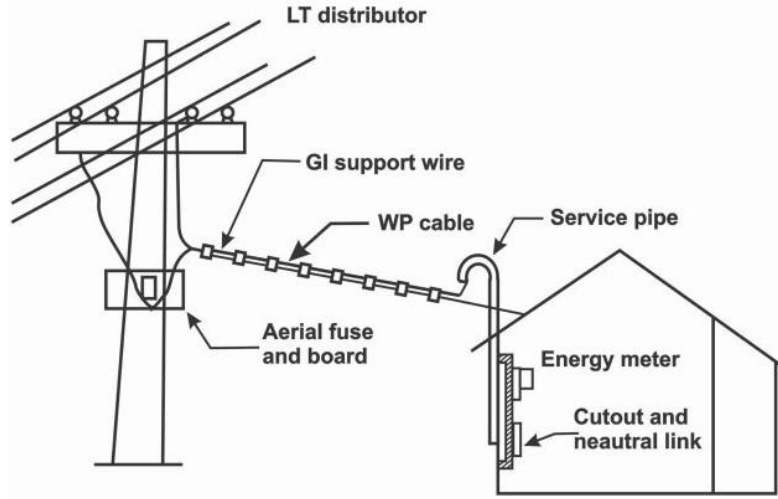


Figure. 2.22: बेअर कंडक्टर सर्व्हिस लाइन (Bare conductor service line)

1) खाली नमूद केलेली मटेरियल ची यादी वेदर प्रूफ पीव्हीसी केबल ला वापरली जाते (Material List for Underground Service Connection):

- S आकाराचा GI पाईप 50 मिमी व्यास, 5 मीटर
- अर्थ वायर 8 SWG, 70 मीटर
- मीटर बोर्ड 1 नग
- स्टे वायर 3 मीटर
- स्टे इंसुलेटर 1 नग
- सिमेंट 1 बॅग
- रेत 1 बॅग
- पाईप क्लॅम्प 3 नग वेदर प्रूफ
- GI पाईप 1 नग
- पाईप फिटिंगसाठी सॅडल्स - एकूण
- पाईप फिटिंगसाठी स्कू - एकूण
- अर्थिंग संझी
- अर्थिंग प्लेट 1 नग
- SWG GI वायर
- ब्रास नट बोल्ट 2 नग
- 1.4 चौरस मिमी x 2 कोर पीव्हीसी इन्सुलेटेड केबल किंवा इन्सुलेटेड वायर 70 एमटीआर लांबी

➤ **अंडरग्राऊंड सर्विस कनेक्शन (Underground service connection):**

ओव्हरहेड सर्विस मेन्सशी (overhead service mains) तुलना करता, भूमिगत सर्विस कनेक्शन मेन्स (Underground service connection) इंस्टॉलेशन ची प्रक्रिया खूपच कठीण आहे. अंडरग्राऊंड सर्विस मेन्स (Underground service mains) साठी वापरली जाणारे मटेरियल म्हणजे जीआय पाईप्स (GI Pipes), अंडरग्राऊंड केबल्स (Underground cables), पॉटहेड्स (Potheads), जीआय बेन्ड्स (GI Bends), इत्यादी.

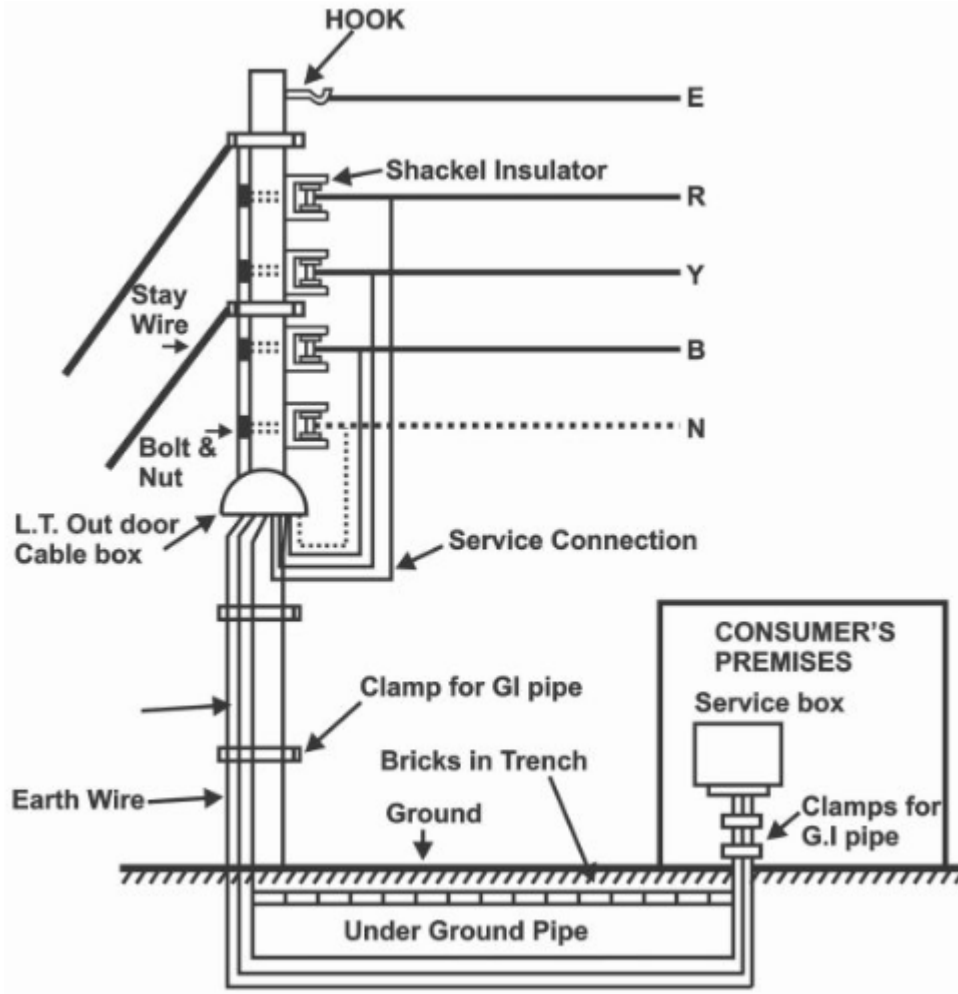


Figure. 2.23: अंडरग्राऊंड सर्विस कनेक्शन (Underground service connection)

अंडरग्राऊंड सर्विस कनेक्शनसाठी मटेरियलची यादी (Material List for Underground Service Connection):

1. 2.5 स्क्वेयर मिमी (Square mm), 4 कोर आर्मर्ड केबल (4 Core Armored cable).
2. विटा (Bricks), मऊ वाळू (Sand) केबलच्या संरक्षणासाठी.

3. जर केबल सार्वजनिक रस्त्यावरून ठेवली असेल, तर केबलच्या संरक्षणासाठी सिमेंट पाईप (cement pipe), किंवा GI पाईप आवश्यक आहे.
4. केबल लग (cable lug) आवश्यक आकारानुसार.
5. केबल ग्लॅंड (cable gland) आवश्यक आकारानुसार.
6. फीडर पिलर (feeder pillar) किंवा केबल बॉक्स (cable box) किंवा बस बार (bus bar) आणि केबल एंड बॉक्स (cable end box).
7. आवश्यक आकाराचा GI पाईप.
8. केबल बुशिंग (cable bushing).
9. 8 SWG वायर.
10. क्लॅम्प्स (clamps), सॅडल्स (saddles) इत्यादी.

तसेच, सर्व सर्विस कनेक्शन मटेरियल जसे की मुख्य स्विच, MCB, एनर्जी मीटर (Energy Meter), न्यूट्रल लिंक (Neutral Link), IC कट आउट, अर्थिंग सेट (Earthing Set), नट (Nut), स्कू (Screw), आणि लाकडी बोर्ड इत्यादी.

➤ **ओव्हरहेड आणि अंडरग्राऊंड सर्विस कनेक्शन यामधील तुलना Comparison between overhead and underground service connection**

Table 2.7: तुलना टेबल

पॅरामीटर Parameter	ओव्हरहेड सर्विस कनेक्शन Overhead Service Connection	अंडरग्राऊंड सर्विस कनेक्शन Underground Service Connection
प्रारंभिक खर्च (Initial Cost)	कमी (Less)	जास्त (More)
देखभाल खर्च (Initial Cost)	जास्त (More)	कमी (Less)
सुरक्षा (safety)	कमी सुरक्षित (less Safe)	जास्त सुरक्षित (less Safe)
अपिअरन्स (Appearance)	ठीक (Not so good)	उत्तम (Better)
टेलिफोन लाईन हस्तक्षेप (Interference with telephone lines)	हस्तक्षेप होतो (Affects)	प्रभाव नाही (Not Affected)

पॅरामीटर Parameter	ओव्हरहेड सर्विस कनेक्शन Overhead Service Connection	अंडरग्राउंड सर्विस कनेक्शन Underground Service Connection
थंडर स्टॉर्म आणि वीज परिणाम (Effect of lightening and thunderstorm)	प्रभाव निर्माण करतो (Affects)	प्रभाव नाही (Not Affected)
यांत्रिक नुकसान संरक्षण (mechanical protection)	आवश्यक नाही (Not required)	ब्रिक्स आणि वाळूच्या थरांचा वापर करून यांत्रिक नुकसानापासून संरक्षण मिळवले जाते
फॉल्ट लोकेशन (fault location)	शोधणे सोपे आहे (Easy)	शोधायला कठीण (Difficult)

➤ इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशन साठी सर्विस केबल्स Cables Used for Electrical Installation:

सर्विस केबल्स (service cables) किंवा वायर्स (wires) हे इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशनसमधील महत्वाचे कंपोनेंट आहेत कारण ते युटिलिटी सप्लायपासून (Utility supply) बिल्डिंग किंवा जागेपर्यंत इलेक्ट्रिकल पॉवर आणतात. त्यांना सुरक्षा, विश्वसनीयता आणि कार्यक्षमता सुनिश्चित करण्यासाठी काही विशिष्टता पूर्ण कराव्या लागतात. खाली सर्विस केबल्स किंवा वायर्सची प्रमुख वैशिष्ट्ये (important features) दिली आहेत:

1. कंडक्टिव्हिटी (Conductivity):

- सर्विस केबल्स साधारणतः त्या मटेरियल पासून बनवलेल्या असतात ज्यामध्ये उच्च इलेक्ट्रिकल कंडक्टिव्हिटी (high electrical conductivity) असते, जसे की तांबा (copper) किंवा अल्युमिनियम (aluminium). तांबा (copper) अधिक कार्यक्षम असतो पण तो अधिक महाग (high cost) असतो, तर अल्युमिनियम हलका (light weight) आणि किफायतशीर असतो, पण तो समान करंट हाताळण्यासाठी मोठ्या आकारात असावा लागतो.

2. व्होल्टेज रेटिंग (Voltage Rating):

- व्होल्टेज टॉलरन्स (Voltage Tolerance):** सर्विस केबल्स विशिष्ट व्होल्टेज टॉलरन्स हाताळण्यासाठी डिझाइन केले जातात, हे इलेक्ट्रिकल सिस्टिम वर अवलंबून असते. सामान्य व्होल्टेज रेटिंग्स 600V, 1000V किंवा अधिक

असतात, ते अप्लिकेशन एरिया (application area) आणि इन्स्टॉलेशनच्या प्रकारावर (उदाहरणार्थ, रेसिडेन्शियल, कॅमर्शियल आणि इंडस्ट्रियल) अवलंबून असते.

3. करंट कॅरींग कॅपेसिटी (Current carrying capacity):

- **एम्पेसिटी (Ampere Capacity):** सर्विस केबल्स त्यांच्या एम्पेसिटी (करंट कॅरींग कॅपेसिटी) वर रेट (rate) केले जातात, जे त्यांना सुरक्षितपणे वाहू शकणारा कमाल करंट (safe current) ठरवते. हे केबलच्या आकार, इन्सुलेशन प्रकार (insulation type) आणि वातावरणीय तापमान (atmospheric temperature) यांसारख्या घटकांवर अवलंबून असते. मोठे केबल्स उच्च करंट (high current) वाहू शकतात.

4. इन्सुलेशन (Insulation):

- **नुकसानीपासून संरक्षण (Damage Protection):** वायरीवरील इन्सुलेशन त्यास नुकसान, पर्यावरणीय घटक आणि शॉर्ट सर्किटपासून (short circuit protection) संरक्षण करते. केबल तयार करताना PVC (पॉलीविनायल क्लोराईड), XLPE (क्रॉस-लिंकेड पॉलीइथिलीन), किंवा EPR (एथिलीन प्रोपिलिन रबर) इत्यादी इन्सुलेटिंग मटेरियल वापरले जातात, जे उष्णता (heat), ओलावा (moisture) आणि रासायनिक पदार्थांपासून (chemical material) प्रतिकार करतात.
- **इन्सुलेशन क्लास (Insulation Class):** इन्सुलेशनला एक तापमान रेटिंग (temperature rating) असते, जे केबलला हाताळता येतील असे कमाल तापमान (maximum temperature) दर्शवतो, जे इंडस्ट्रियल ग्रेड (industrial grade) केबल्ससाठी 70°C ते 90°C किंवा अधिक असू शकते.

5. ड्युन्याबिलिटी (Durability):

- **मेकॅनिकल स्ट्रेंथ (Mechanical Strength):** से सर्व्हिस केबल्स फिजिकल स्ट्रेस (physical stress) सहन करण्यासाठी डिझाइन केली जातात, जसे वाकणे (bending), घासणे (friction), किंवा कठीण परिस्थितीला तोंड देणे. केबलच्या आवरणामुळे कंडक्टरला मेकॅनिकल डॅमेज (mechanical damage) पासून संरक्षण मिळते.
- **वेदर रेझिस्टन्स (weather resistance):** आऊटडोअर (outdoor) किंवा अंडरग्राऊंड (underground) वापरल्या जाणार्या सर्व्हिस केबल्स पर्यावरणीय घटकांना तोंड देण्यासाठी डिझाइन केली जातात, जसे की ओलावा (moisture), यूव्ही किरणोत्सर्ग (UV radiation), आणि उच्च तापमान (high temperature).

6. लवचिकता (Flexibility):

- **वाकण्याची क्षमता (Bending ability):** अप्लिकेशनच्या आधारावर, सर्व्हिस केबल्स लवचिक (flexible) असणे आवश्यक असू शकतात, विशेषतः त्या इन्स्टॉलेशन्ससाठी जिथे केबल्स वाकवली जातात किंवा वारंवार हलवली

जातात. लवचिक केबल्स अधिक लहान कॉपर स्ट्रॅन्ड (small copper strands) वापरून बनवले जातात, जे कार्यक्षमता न गमावता चांगली मॅन्युवरेबिलिटी (Maneuverability- कुशलता) प्रदान करतात.

7. आकार आणि संरचना (Size and Structure)

- **वायर गेज (Wire Gauge):** सर्विस केबल्स विविध आकारांमध्ये उपलब्ध असतात, जे सामान्यतः अमेरिकन वायर गेज (American Wire Gauge) किंवा चौरस मिलिमीटर (mm^2) मध्ये मोजले जातात. मोठ्या केबल्स (उदाहरणार्थ, 10mm^2 , 16mm^2) उच्च पॉवर लोडसाठी (power load) वापरल्या जातात.
- **सिंगल-कोर (single core) आणि मल्टी-कोर (multi core):** सिंगल-कोर केबल्स डायरेक्ट पॉवर ट्रान्समिशनसाठी (direct power transmission) वापरल्या जातात, तर मल्टी-कोर केबल्स अधिक कॉम्प्लिकेटेड कनेक्शनसाठी (complicated connection) वापरल्या जातात, जे एकाच केबलमध्ये एकाधिक सर्किट्स प्रदान करतात.

8. इलेक्ट्रीकल फॉल्ट पासून संरक्षण (Protection against electrical fault):

- **अर्थिंग/ग्राउंडिंग (Earthing / Grounding):** सर्विस केबल्समध्ये एक स्वतंत्र ग्राउंड वायर (ground wire) असू शकते किंवा केबल चिलिंग मेकॅनिकल टेक्नॉलॉजी (chilling mechanical technology) तंत्राचा वापर करून ग्राउंडिंग यंत्रणा म्हणून वापरली जाऊ शकते, ज्यामुळे इलेक्ट्रिकल दोष झाल्यास सुरक्षा सुनिश्चित केली जाते.

9. मानकांचे पालन (Adherence to standards)

- सर्विस केबल्सला सुरक्षा आणि कार्यक्षमतेसाठी राष्ट्रीय (national) आणि आंतरराष्ट्रीय (international) मानकांचे (standards) पालन करणे आवश्यक असते, जसे की IEC (आंतरराष्ट्रीय इलेक्ट्रोटेक्निकल कमिशन) मानक, NEC (नॅशनल इलेक्ट्रिकल कोड), किंवा स्थानिक नियामक आवश्यकता.

10. खर्च आणि उपलब्धता (Cost and availability):

- **खर्च:** कॉपर केबल्स (copper cables) सामान्यतः अल्युमिनियम केबल्सपेक्षा (aluminium cables) महाग (costly) असतात, परंतु ते अधिक कार्यक्षम असतात. लांब अंतरासाठी (long transmission of power) किंवा मोठ्या इन्स्टॉलेशनसाठी (large installation) अधिक किफायतशीर उपाय म्हणून अल्युमिनियमचा वापर केला जातो.

11. फायर रेझिस्टन्स (Fire resistance):

• **फायर रेटिंग (Fire rating):** सर्विस केबल्सला फायर रेझिस्टन्स (fire resistance) किंवा फ्लेम-रिटार्टेड (flame retired) गुणधर्म असण्याची आवश्यकता असू शकते, विशेषतः कमर्शियल (commercial) किंवा औद्योगिक (industrial) इन्स्टॉलेशन्समध्ये आग सुरक्षा महत्त्वपूर्ण बाब असते.

उदाहरण:

- 1) दिलेल्या लाईन पासून 2 किमी वाढविण्यासाठी ओव्हरहेड लाइनसाठी आवश्यक असलेल्या मुख्य मटेरियलचा अंदाज घ्या. 50 मीटर स्पॅन गृहीत धरा.

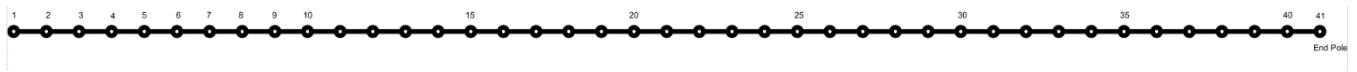


Figure. 2.24: पोल मार्किंग (Pole marking)

11 केव्ही पिन इन्सुलेटर (स्टार्ट आणि एंड पोल वगळता) $= 41 - 2 = 39 \times 3 = 117$

11 केव्ही स्ट्रेन डिस्क इन्सुलेटर = 3 प्रत्येक स्टार्ट पोल आणि एंड पोल $= 3 \times 2 = 6$

HT लाइनसाठी, 5 स्पॅननंतर कट-पॉइंट तयार केला जातो. तर 40 किंवा 41 पोल लाइनसाठी, 7 कट पॉइंट्स असतील आणि प्रत्येक कट-पॉइंट पोलवर 6 डिस्क प्रकार इन्सुलेटर आवश्यक असतील.

11 केव्ही स्ट्रेन डिस्क इन्सुलेटर कट-पॉइंट पोल्स $= 6 \times 7 = 42$ एकूण स्ट्रेन प्रकार डिस्क इन्सुलेटर आवश्यक $= 6 + 42 = 48$

क्रॉस आर्म्स (Cross arms): योग्य आकाराचे क्रॉस आर्म्स (1.52 मीटर x 12.5 सेमी x 12.5 सेमी) $= 31$

योग्य आकाराचे क्रॉस आर्म्स (2.15 मीटर x 12.5 सेमी x 12.5 सेमी) प्रत्येक समाप्तीच्या संरचनेसाठी एक $= 2$

योग्य आकाराचे क्रॉस आर्म्स (2.15 मीटर x 12.5 सेमी x 12.5 सेमी) दोन प्रत्येक कट-पॉइंटसाठी $= 14$

एकूण क्रॉस आर्म्स (2.15 मीटर x 12.5 सेमी x 12.5 सेमी) आकार $= 16$ स्टार्ट आणि एंड पोल वगळता शीर्ष इन्सुलेटर $= 41$

इंटरमीडिएट सिंगल पोल स्ट्रक्चर्स $= 39 \times 2 = 78$ वर अर्थ वायरला समर्थन देण्यासाठी स्कू आय बोल्ट आणि नट 23 सेमी x 1.6 सेमी.

1. **नी ब्रॅसिंग सेट्स (Knee bracing sets)**

- संख्या: 39 सेट्स

2. कंडक्टर (conductor):

ACSR कंडक्टर 6/1 x 2.11 मिमी:

$$\begin{aligned}\text{लांबी} &= (3 \times 2000) + 5\% \text{ सॅगिंग आणि वेस्टेजसाठी} \\ &= (3 \times 2000 \times 105/100) = 6300 \text{ मीटर} = 6.3 \text{ किमी}\end{aligned}$$

- **नंबर 8 SWG GI वायर अर्थिंगसाठी (2 रन):**

$$\begin{aligned}\text{लांबी} &= 2 \text{ किमी} + 5\% \text{ सॅगिंग आणि वेस्टेजसाठी} \\ &= (2 \times 2 \times 105/100) = 4.2 \text{ किमी}\end{aligned}$$

- **नंबर 8 SWG GI वायरचा वजन:**

GI वायरचे वजन अंदाजे 100 किलोग्रॅम प्रति किमी. म्हणून:

$$\text{वजन} = 4.2 \text{ किमी} \times 100 = 420 \text{ किलोग्रॅम}$$

3. इतर मटेरियल (Miscellaneous):

- **गाय सेट्स पूर्ण असलेले (प्रत्येक पोलसाठी एक, आणि प्रत्येक 5 व्या पोलसाठी दोन):**

$$= 1 + (2 \times 7) = 15 \text{ गायसेट्स}$$

- **गायवायर 7/8 SWG:**

$$\text{वजन} = 25 \text{ किलोग्रॅम}$$

- **अर्थिंग सेट्स (प्रत्येक पोलसाठी एक):**

$$\text{संख्या} = 41 \text{ सेट्स}$$

- **डेंजर प्लेट्स (प्रत्येक पोल संरचनेवर एक):**

$$\text{संख्या} = 41 \text{ प्लेट्स}$$

- **बारब वायर (अँटी-क्लायंबिंग डिव्हाईस म्हणून):**

$$\text{वजन} = 60 \text{ किलोग्रॅम}$$

➤ मटेरियल एस्टीमेट

Table 2.7: मटेरियलचे शेड्यूल

Sr. No.	Description of the material	Quantity required	Unit
1	PCC poles, 9m long	41	No.
2	ACSR conductor 6/1 x 2.11 mm or equivalent conductor	6.3	km
3	Pin insulators 11 kV along with pins	117	No.
4	11 kV strain disc insulator	48	No.
5	Cross arms 1.52m x 12.5 cm x 12.5 cm	31	No.
6	Cross arms 2.15 m x 12.5 cm x 12.5 cm	16	No.
7	Top insulator brackets	41	No.
8	Screw type bolts and nuts 23 cm x 1.6 cm	78	No.
9	No. 8 SWG GI wire for earthing	420	kg
10	Guy sets complete with guy plate and other accessories	15	No.
11	Guy wire 7/8 SWG	25	kg
12	Earthing set	41	set
13	Knee bracing sets	39	set
14	Danger plates	41	No.
15	Barbed wire	60	kg
16	Bolts and nuts of various sizes	60	kg
17	MS flats for clamps	10	Kg
18	Cement and concrete	Lumpsum	Lumpsum
19	Binding wire, PG clamps etc.	Lumpsum	Lumpsum

नमुना प्रश्न (Sample Questions):

1. एम्प्लोस्ट फॅन, बेल, एकमार्गी दोन पोल स्विच, कंबाईंड स्विच आणि सॉकेट आउटलेट, 5A किंवा 15A सॉकेट आउटलेट, प्लग आणि सॉकेट यांचे चिन्ह काढा.
2. इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशन काय आहे आणि त्याचे महत्त्व सांगा.
3. इलेक्ट्रिकल वायरिंग डायग्राम आणि सर्किट डायग्राम काय आहे, ते परिभाषित करा.
4. वायरिंग डायग्राम दर्शविण्याच्या विविध पद्धती सूचीबद्ध करा, आणि स्पष्ट चित्र द्या.
5. कमर्शियल इन्स्टॉलेशनचे दोन उदाहरणे सूचीबद्ध करा.
6. सर्विस कनेक्शन काय आहे आणि ओव्हरहेड सर्विस कनेक्शन चे प्रकार सांगा.
7. इलेक्ट्रिकल ड्रॉइंगचे महत्त्व सांगा.
8. २ लॅम्प आणि १ लॅम्प प्रत्येक स्विचने नियंत्रित केल्याचे वायरिंग डायग्राम काढा.
9. इलेक्ट्रिकल ड्रॉइंगच्या वर्गीकरणाचे विश्लेषण करा.
10. खालील वायरिंग डायग्राम काढा:
 - (i) एक लॅम्प एक स्विचद्वारे नियंत्रित.
 - (ii) एक लॅम्प दोन स्विचद्वारे नियंत्रित.
11. वायरिंग डायग्राम आणि सर्किट डायग्राम यामधील फरक सांगा.
12. सिव्हिल इंजिनीअरिंग बिल्डिंग ड्रॉइंगची आवश्यकता स्पष्ट करा.
13. रेसिडेन्शियल इन्स्टॉलेशनचे डिझाइन विचार स्पष्ट करा.
14. रेसिडेन्शियल आणि कमर्शियल वीज इन्स्टॉलेशन यामधील फरक सांगा.
15. ओव्हरहेड आणि अंडरग्राउंड सर्विस कनेक्शन यामधील तुलना करा.
16. रेसिडेन्शियल इन्स्टॉलेशनसाठी नियम स्पष्ट करा.
17. ओव्हरहेड सर्विस कनेक्शनसाठी आवश्यक मटेरियलची यादी करा.
18. रेसिडेन्शियल आणि कमर्शियल लोडवरील संख्याशास्त्र (न्यूमेरिकल) प्रश्न.

सुचविलेले शिक्षण साहित्य / पुस्तके (Suggested Books / Study Material):

Sr. No	Author	Title	Publisher with ISBN Number
1	K.B.Raina, S.K.Bhattacharya	Electrical Design Estimating and Costing	New Age International Publisher, First, Reprint 2010, ISBN:13: 978- 8122443585
2	Surjit Singh, Ravi Deep Singh	Electrical Estimating and Costing	Dhanpat Rai and Sons, 2014 New Delhi, ISBN:1234567150995
3	J.B. Gupta	A Course in Electrical Installation Estimating and Costing	S.K. Kataria and Sons; New Delhi Reprint Edition, 2013, ISBN: 13: 978- 9350142790
4	BIS	SP-30:2023, National Electrical Code, 2023	Bureau of Indian Standards
5	BIS	IS: 732-1989, Code of Practice for Electrical Wiring Installation	Bureau of Indian Standards

वेबसाइट (Website):

Sr.No	Link / Portal	Description
1	https://standardsbis.bsbedge.com/	SP:30 NEC 2023
2	https://www.youtube.com/watch?v=IoMXX6xct1g	Streetlight wiring
3	https://www.electrical4u.com/types-of-electrical-insulator-overhead-insulator/	Distribution line materials
4	https://www.electricaltechnology.org/2013/09/electrical-wiring.htm	Basics of Electrical wiring system

युनिट – 3

इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन

Industrial Installations

➤ विषय निष्पत्ती (Course Outcome):

- इंडस्ट्रियल इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशनचा अंदाज तयार करा.
(Prepare estimate of industrial electrical installation.)

➤ घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcome):

- इंडस्ट्रियल इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशन्सचे वायरिंगचे प्रकार निवडा.
(Select wiring types of industrial installations.)
- दिलेल्या इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशनचा इन्स्टॉलेशन प्लान, वायरिंग डायग्राम, सिंगल लाइन डायग्राम काढा.
(Draw an installation plan, wiring diagram and single line diagrams for the given Industrial installation.)
- इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशनच्या दिलेल्या बाबी विचारात घ्या
(Describe the given considerations of an industrial installations.)
- दिलेल्या इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन साठी एस्टिमेशन तयार करा.
(Carry out estimation for the given industrial installation.)

परिचय (Introduction):

इंडस्ट्रियल इलेक्ट्रीशियन (Industrial Electrician) साठी इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन ची कामे समर्थपणे करणे आवश्यक असते. इंडस्ट्रियल इलेक्ट्रिकल काम करताना, इंडस्ट्रियल सेटिंग्जमध्ये इलेक्ट्रिकल सिस्टीम (Electrical System) इन्स्टॉल करणे, देखभाल करणे आणि दुरुस्त करणे इत्यादी कामे समाविष्ट आहे. या इलेक्ट्रिकल सिस्टीम, फॅक्टरी (factory) प्लांट (plants) आणि मॅन्युफॅक्चरिंग फॅसिलिटीमध्ये (manufacturing facilities) आढळतात.

➤ इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन ची मूलभूत तत्त्वे: (Fundamental principles for industrial installation)

इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन (industrial installations) च्या मूलभूत तत्त्वांमध्ये (Fundamental principles), इलेक्ट्रिकल सेफटी पद्धत, योग्य ग्राउंडिंग (proper grounding), मॉड्यूलर डिझाइन (modular design) अपेक्षित धोके (anticipating hazards), कामाचे वातावरण सुरक्षित राखणे, कामात सतत सुधारणा करणे आणि स्थानिक नियमांचे पालन करणे (adherence to local regulations), संभाव्य जोखीम विचारात घेऊन सुरक्षित आणि कार्यक्षम ऑपरेशन सुनिश्चित करणे, सुलभ देखभाली साठी डिझाइन करणे आणि कामाच्या वातावरणा मध्ये कामगारांच्या सोईला प्राधान्य देणे समाविष्ट आहे.

➤ **विचारात घेण्याचे महत्वाचे मुद्दे: (Key points to consider):**

1. विद्युत सुरक्षा: (Electrical safety):

इलेक्ट्रिकल शॉकच्या (electrical shock) धोक्यांपासून बचाव करण्यासाठी योग्य ग्राउंडिंगसह (grounding) काटेकोरपणे विद्युत सुरक्षा मार्गदर्शक तत्वांचे अनुसरण करणे.

2. मॉड्यूलर डिझाइन: (Modular Design):

अशी बिल्डिंग सिस्टिम जी सोपी असेम्ब्ली (assembly), देखभाल, रिपेअर (Repair) या बाबींसाठी अदलाबदल घटक (Interchangeable Components) वापरू शकते.

3. अपेक्षित धोके (anticipating hazards):

औद्योगिक प्रक्रियेत (Industrial Process) सक्रियपणे संभाव्य जोखीम ओळखणे आणि त्यावर उपाययोजना आखणे.

4. एर्गोनॉमिक्स (Ergonomics):

लाईट (light), तापमान (temperature), आवाजाची पातळी (noise level) यासारख्या घटकांचा विचार करून कामगारांचा शारीरिक ताण (physical strain) कमी करण्यासाठी कामाची जागा डिझाइन करणे.

5. सतत सुधारणा (Continuous Improvement):

नको असलेल्या प्रक्रिया ओळखण्यासाठी आणि दूर करण्यासाठी सध्याची ऑप्टिमायझेशनची (ongoing process optimization) पद्धत अंमलात आणणे.

6. सस्टेनेबल स्ट्रेन (Sustainable Strain):

संसाधनाचा वापर कमी करणाऱ्या सामग्री आणि पद्धती निवडून पर्यावरणीय प्रभावाचा (environmental impact) विचार करणे.

7. लोड रेगुलेशन (Load Regulations):

संबंधित सर्व स्थानिक सुरक्षा (relevant local safety) आणि पर्यावरणीय नियमांचे (environmental regulations) पालन करणे.

3.1 फायर सेफ्टी आणि ऊर्जा वापरावर आधारित इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशनचे वर्गीकरण, इंडस्ट्रियल आणि नॉन इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन मधील फरक, इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशनचे सामान्य वैशिष्ट्ये, वायरिंग सिस्टिमची निवड: (Classification of industrial installations based on fire safety and power consumption, difference between industrial and non-industrial installations, general characteristics of industrial installations, selection of wiring system):

➤ **इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशनचे वर्गीकरण (Classification of industrial installations):**

इंडस्ट्री मधील सामान्य ऍक्टिव्हिटीज म्हणजे प्रोडक्शन (production), विविध वस्तू मशीन (Machine), डिवाइस (Device) आणि या सर्वांची दुरुस्ती (repair).

➤ **ऑटोमोबाईल इंडस्ट्रीज (Automobile Industries):** २ व्हीलर्स, ३ व्हीलर्स, ४ व्हीलर वाहने आणि चांगले ट्रक यांचे उत्पादन आणि असेम्ब्ली (assembling) करणे.

काही इंडस्ट्री विविध प्रकारच्या मोटर्स (motors), ट्रान्सफॉर्मर्स (transformers), वर्कशॉप मशीन (workshop machines) इत्यादींच्या प्रोडक्शनसाठी (Production) आहेत.

काही इंडस्ट्री विविध प्रकारचे साधने तयार करतात.

इंडस्ट्रीना दोन श्रेणींमध्ये वर्गीकृत (classification) केले गेले आहे:

a) फायर सेफ्टी (Fire Safety) वर्गीकरण.

b) पॉवर कंझमेशन (Power Consumption) वर्गीकरण.

a) फायर सेफ्टी वर्गीकरण (Fire Safety Classification):

१. लो फायर रिस्क (Low Fire Risk):

ऑफिस (office), लॅबोरेटरी (laboratory), कॉम्प्युटर रूम (computer rooms) यासारख्या कमीत कमी अग्निशामक धोक्यांसह (fire hazards) इन्स्टॉलेशन करणे.

२. मॉडरेट फायर रिस्क (Moderate fire risk):

वूड वर्किंग (wood working), कापड (cotton) आणि फूड प्रोसेसिंग (food processing) उद्योग यासारख्या मध्यम अग्निशामक धोक्यांसह इन्स्टॉलेशन करणे.

३. हाय फायर रिस्क (High fire Risk):

केमिकल प्लांट (chemical plant), ऑइल रिफायनरीज (oil refineries) आणि पॉवर प्लांट्स (power plant) यासारख्या उच्च अग्निशामक धोक्यांसह इन्स्टॉलेशन करणे.

४. एक्स्ट्रा हाय फायर रिस्क (Extra High fire Risk):

स्फोटक उत्पादन (explosive manufacturing), फटाके उत्पादन (fireworks manufacturing) आणि हाय प्रेशर गॅस प्रोसेस (high gas processing) यासारख्या उच्च अग्निशामक धोक्यांसह इन्स्टॉलेशन करणे.

b) वीज वापराचे वर्गीकरण (Power Consumption Classification):**1. लो पॉवर कंझमशन (Low Power consumption):**

लहान कार्यालये (small offices), जनरल स्टोअर्स (general stores) आणि निवासी इमारती (residential building) यासारख्या कमी वीज वापरा सह इन्स्टॉलेशन करणे.

पॉवर कंझमशन व्हॅल्यू (Power consumption value): 30 किलोवॉट पर्यंत.

2. मॉडरेट पॉवर कंझमशन (Medium Power consumption):

मिडीयम साईज इंडस्ट्रीज (medium size industries), कमर्शियल बिल्डिंग (commercial buildings) आणि रुग्णालये (hospitals) यांचे मॉडरेट पॉवर वापरून इन्स्टॉलेशन करणे.

पॉवर कंझमशन व्हॅल्यू (Power consumption value): 30 किलोवॉट ते 5 मेगावॉटपेक्षा जास्त

3. हाय पॉवर कंझमशन (High Power Consumptions) :

लार्ज इंडस्ट्रीज (large industries), डेटा सेंटर (data centres) आणि पॉवर प्लांट्स यांचे हाय पॉवर वापरून इन्स्टॉलेशन करणे.

पॉवर कंझमशन व्हॅल्यू (Power consumption value): 10 किलोवॉट पेक्षा जास्त

4. एक्स्ट्रा हाय पॉवर कंझमशन (Extra High Power Consumptions):

लार्ज स्केल मॅन्युफॅक्चरिंग फॅसिलिटी (large scale manufacturing facilities), अॅल्युमिनियम स्मेल्टर्स (aluminum smelters) आणि हाय एनर्जी रिसर्च फॅसिलिटी (high-energy research facilities) यांचे एक्स्ट्रा हाय पॉवर कंझमशन वापरून इन्स्टॉलेशन करणे.

पॉवर कंझमशन व्हॅल्यू (Power consumption value): 500 वॉट पेक्षा जास्त.

➤ **इंडस्ट्रियल आणि नॉन इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन मधील फरक (Difference between Industrial and Non-industrial installations):**

Table 3.1 इंडस्ट्रियल आणि नॉन इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन मधील फरक:

अनु क्रमांक	फरका मधील मुद्दे	इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन	नॉन इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन
01	स्थान (location)	इंडस्ट्रियल इस्टेट किंवा एमआयडीसी एरिया (Industrial Estate or MIDC area)	अत्यधिक लोकसंख्या घनता निवासी/व्यावसायिक क्षेत्रात (In highly population density residential/commercial area)
02	किंमत (cost)	जास्त	कमी
03	टेरिफ (rate)	टाईम ऑफ डे टेरिफ (Time of Day)	ब्लॉक रेट (Block Rate) टेरिफ
04	विद्युत पुरवठ्याची गरज (Electric supply needed)	3 फेज -400 V सप्लाय आवश्यक आहे.	1 फेज -230 V सप्लाय आवश्यक आहे.
05	खबरदारी (precaution)	सर्व खबरदारी घ्यावी.	सर्व सुरक्षा खबरदारी घेतली पाहिजे
06	लोड (load)	इंडस्ट्रियल जास्त लोड आणि लाइटिंग लोड (Industrial big load and lighting load)	लाइटिंग किंवा पंख्यासाठी रेसिडेन्शियल आणि कमर्शियल कमी क्षमतेचा लोड (Residential and small commercial low capacity load for lighting or fans.)
07	जमीन आवश्यकता (land requirement)	खूप जास्त	मध्यम
08	शासकीय नियंत्रण (Government control)	इंडस्ट्रीवर लेबर ॲक्ट (Labour acts) ग्राह्य धरला जातो	अशी कोणतीही तरतूद (provision) येथे नाही.

➤ इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशनचे सामान्य वैशिष्ट्ये (General Characteristics of Industrial Buildings):

1. हाय पॉवर लोड (High Power Loads):

इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन अनेकदा ऑपरेशन्सच्या रिक्वायरमेंट (operation requirement) प्रमाणावर अवलंबून असणाऱ्या, अनेक किलोवॉट (KW) ते मेगावॉट (MW) पर्यंतच्या महत्त्वपूर्ण पॉवर डिमांड (significant power demands) हाताळतात.

हाय पॉवरच्या (high power) मागण्या पूर्ण करण्यासाठी आणि बॅलन्स लोड डिस्ट्रीब्यूशन (balanced load distribution) सुनिश्चित करण्यासाठी थ्री फेज सिस्टीम (three phase system) द्वारे वीज पुरविली जाते.

2. कॉम्प्लेक्स वायरिंग सिस्टम (Complex Wiring Systems):

इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन मधील वायरिंग सिस्टम अधिक कॉम्प्लेक्स (Complex) असून जास्त करंट (more current) हाताळण्यासाठी डिझाइन केलेल्या आहेत. या सिस्टिम मध्ये बऱ्याचदा सब स्टेशन (substation) ट्रान्सफॉर्मर्स (transformers), डिस्ट्रीब्यूशन पॅनेल (distribution panel) आणि मोटर कंट्रोल सेंटर (एमसीसी) समाविष्ट असतात. इंडस्ट्रियल फॅसिलिटीना देखील केबलिंग (cabling) आणि कनड्युटची (conduit) आवश्यकता असते जे हाय टेम्परेचर, रसायने (chemicals) आणि मेकॅनिकल वेअर (mechanical wear) यासारख्या कठोर (harsh) पर्यावरणीय परिस्थितीचा सामना करू शकतात.

3. हाय व्होल्टेज (High Voltage Systems):

इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन मधील व्होल्टेज लेवल (voltage level) जास्त असू शकते, जसे कि सामान्यतः 415 Volt ते 11 kV किंवा त्याहून अधिक असेल. फॅक्टरी (factory), पॉवर प्लांट (power plant) आणि हेवी इंडस्ट्रीज (heavy industries) मध्ये हाय व्होल्टेज सिस्टम (high voltage system) सामान्य आहेत ज्यांना मशीनरी आणि उपकरणांसाठी मोठ्या प्रमाणात इलेक्ट्रिकल एनर्जीची (electrical energy) आवश्यकता असते.

4. सेफ्टी स्टॅंडर्ड्स (Safety Standards):

इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन मध्ये जर हाय पॉवर (high power) वापरली गेली तर इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन सुरक्षितते (safety) ला प्राधान्य देतात. यात सर्किट ब्रेकर्स (circuit breakers), सर्ज प्रोटेक्शन डिवाइस, (surge protection device) ओव्हरलोड रिले (overload relay) आणि अर्थ फॉल्ट प्रोटेक्शन सिस्टम (earth fault protection system) सारख्या अत्याधुनिक संरक्षणात्मक उपकरणांचा (sophisticated protective devices) समावेश आहे.

5. ऑटोमेशन आणि कंट्रोल सिस्टम (Automation and Control Systems):

इंडस्ट्रियल इलेक्ट्रिकल सिस्टीम बऱ्याचदा मशीनरी (machinery) आणि प्रोडक्शन लाइन (production line) व्यवस्थापित करण्यासाठी ऑटोमेशन (automation) आणि कंट्रोल सिस्टीम (control system) इंटीग्रेट (integrate) करतात. यात मोटर्स आणि मशीनरीची गती (machine speed) आणि कार्यक्षमता (efficiency) नियंत्रित करण्यासाठी

प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर्स (programmable logic controllers-पीएलसी), सुपर वायझरी कंट्रोल अँड डेटा अकिझिशन सिस्टिम (SCADA system) आणि व्हेरिबल फ्रीक्वेंसी ड्राइव्ह (VFD) समाविष्ट आहेत.

इथरनेट/आयपी (Ethernet/IP) आणि मोडबस (Modbus) सारख्या इंडस्ट्रियल नेटवर्क चा (Industrial networks) वापर रिमोट ने सिस्टीम चे मॉनिटरिंग आणि आणि कंट्रोलिंग (monitoring and controlling) देखील केले जाते.

6. एनर्जी इफिशिएन्सी आणि शाश्वतता (Energy Efficiency and Sustainability):

दिलेल्या इंडस्ट्री ऑपरेशन साठी हाय एनर्जी कंझमेशन झाल्यास एनर्जी मॅनेजमेंट करणे अतिशय अवघड होऊन जाईल. ऑपरेटिंग कॉस्ट (operating costs) आणि इन्व्हरमेंटल इम्पॅक्ट (environmental impact.) कमी करण्यासाठी बरेच इंडस्ट्रीज एनर्जी कार्यक्षम सिस्टीमची अंमलबजावणी (implementation) करीत आहेत आणि सोलर पॅनल (solar panel) आणि विंड टरबाइन (wind turbine) सारख्या रिन्यूएबल एनर्जी सोर्सेस (renewable energy sources) यांचा वापर करीत आहेत.

पॉवर फॅक्टर (power system) दुरुस्त करण्यासाठी आणि लोड मॅनेजमेंट टेक्निक (load management technique) सामान्यतः इलेक्ट्रिकल पॉवरचा वापर ऑप्टिमाईझ (optimize) करण्यासाठी आणि पावर लॉस (power loss) कमी करण्यासाठी वापरले जाते.

7. मेंटेनेन्स आणि मॉनिटरिंग (Maintenance and Monitoring):

इंडस्ट्रियल इलेक्ट्रिकल सिस्टिम मध्ये कंटीन्यूअस ऑपरेशन (continuous operation) सुनिश्चित करण्यासाठी मोटर्स (motors), ट्रान्सफॉर्मर्स (transformers), आणि इतर मुख्य घटकांच्या तपासणीसह नियमित देखभाल (regular maintenance) आवश्यक आहे.

➤ इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन ची उदाहरणे: (Examples of Industrial Installations):

- 1. मॅनुफॅक्चरिंग प्लान्ट (Manufacturing Plants):** ऑटोमोबाईल इंडस्ट्रीज (Automobile Industries), केमिकल प्रोसेसिंग प्लान्ट (chemical processing plant) फूड प्रोसेसिंग युनिट्स (food Processing units).
- 2. पॉवर प्लान्ट (Power Plant):** थर्मल (thermal), हायड्रोइलेक्ट्रिक (hydroelectric) आणि रिन्यूएबल एनर्जी (renewable energy) पॉवर निर्मिती (power generation) सुविधा.
- 3. हेवी इंडस्ट्रीज (Heavy Industries):** स्टील मील्ल्स (steel mills) सिमेंट कारखाने (cement factory), खाण ऑपरेशन्स (mining operations).
- 4. वेअर हाऊसेस आणि डिस्ट्रिब्युशन सेन्टर (Warehouses and Distribution Centre's):** प्रॉडक्टची (products) क्रमवारी लावण्यासाठी आणि डिस्ट्रिब्युशन (distribution) साठी स्वयंचलित सिस्टीमसह (automated systems) मोठ्या स्टोरेज सुविधा असणे.

5. व्होल्टेजचे मानक मूल्य आणि त्यांच्या मर्यादा (Standard value of voltages and their limits): इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशनमध्ये, सिस्टमची सेफ्टी (system safety), रिलायबिलिटी (reliability) आणि इफिशिएन्सी (efficiency) सुनिश्चित करण्यासाठी प्रमाणित व्होल्टेज मूल्यांचे (standardized voltage) अनुसरण करणे (follow) महत्वाचे आहे. नॅशनल इलेक्ट्रिकल कोड (National Electrical code-एनईसी 2023), इतर इंटरनॅशनल स्टॅंडर्डसह (international standard), निवासी (residential), व्यावसायिक (commercial) आणि इंडस्ट्रियल सिस्टीम सह विविध प्रकारच्या इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशनसाठी स्टॅंडर्ड व्होल्टेज पातळी निश्चित (standard voltage level) करते. खाली स्टॅंडर्ड व्होल्टेज मूल्ये (standard voltage value) आणि इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशनमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या त्यांच्या स्टॅंडर्ड व्होल्टेज मूल्ये दिलेल्या आहेत.

Table 3.2: Standard value of voltages and their limits

सिस्टमचा प्रकार (Type of System)	स्टॅंडर्ड व्होल्टेज (Standard Voltage) (V)	व्होल्टेज टॉलरन्स Voltage Tolerance
कमी व्होल्टेज (निवासी/व्यावसायिक) Low Voltage (Residential/Commercial)	230V (single-phase), 400V (three-phase)	±10%
मध्यम व्होल्टेज (इंडस्ट्रियल / पॉवर डिस्ट्रिब्युशन) Medium Voltage (Industrial/Power Distribution)	11kV, 22kV, 33kV	±5%
हाय व्होल्टेज (पॉवर ट्रान्समिशन) High Voltage (Power Transmission)	66kV, 110kV, 220kV, 400kV	±2% to ±5%
जास्त हाय व्होल्टेज (Extra High Voltage) (Long-distance Transmission)	400kV, 765kV	±2% or lower
विशेष व्होल्टेज सिस्टम (Special Voltage Systems)	12V, 24V, 48V	±5%

➤ **वायरिंग सिस्टमची निवड (Selection of Wiring System) :**

इलेक्ट्रिकल वायरिंग सिस्टम (Electrical Wiring system): सप्लायर मीटर बोर्ड (supplier meter board) कडून इलेक्ट्रिकल एनर्जीच्या डिस्ट्रिब्युशनसाठी विविध उपकरणे जोडणाऱ्या वायरचे नेटवर्क (wire network), नियंत्रित आणि सुरक्षा उपकरणांद्वारे लॅम्प (lamp), पंखे (fans) आणि इतर घरगुती उपकरणांसारख्या असंख्य विद्युत वीज उपकरणांमध्ये वायरिंग सिस्टम म्हणून ओळखले जाते.

- **वायरिंगचा प्रकार निवडण्यात विचार केल्या जाणाऱ्या घटकांची माहिती (Factors to be considered in selecting the type of wiring):** विशिष्ट प्रकारच्या वायरिंगची निवड करण्याआधी खालील घटकांचा विचार केला पाहिजे.
 - **सुरक्षा (Safety):** इलेक्ट्रिसिटी वापरणाऱ्या व्यक्तीची सेफ्टी.
 - **मेकॅनिकल प्रोटेक्शन (Mechanical Protection):** हे वर्कशॉप मध्ये (workshop) संरक्षित (protect) करणे आवश्यक आहे.
 - **कायमस्वरूपी (Permanency):** वायरिंग वर हवामान (weather), धुके (fumes) आणि ओलसरपणामुळे (dampness) परिणाम होऊ नये.
 - **अपिअरन्स (Appearance):** वायरिंग चांगले दिसले पाहिजे.
 - **टिकाऊपणा (Durability):** वायरिंग ड्युरेबल (durable) असावे.
 - **एकसेस्सीबिलिटी (Accessibility):** वायरिंग सिस्टम विस्तार (extension), रिन्यूअल (renewal) आणि अल्ट्रेशन (alteration) साठी लवचिक असावे.
 - **किंमत (Cost):** मटेरियल किंमत अधिक असू नये.
 - **देखभाल किंमत (Maintenance Cost):** देखभाल किंमत अधिक असू नये.

इलेक्ट्रिकल वायरिंग सिस्टमचे प्रकार (Types of Electrical wiring systems):

- (१) क्लीट वायरिंग सिस्टम (Cleat wiring system)
- (२) लाकडी बॅटन वायरिंग सिस्टम (Wooden batten wiring system)
- (३) लाकडी केसिंग-कॅपिंग सिस्टम (Wooden Casing-capping system)
- (४) पीव्हीसी केसिंग-कॅपिंग सिस्टम (PVC Casing-capping system)
- (५) सरफेस कनड्युट वायरिंग सिस्टम (Surface conduit wiring system)
- (६) कन्सिलड कनड्युट वायरिंग सिस्टम (Concealed conduit wiring)

(१) क्लीट वायरिंग सिस्टम (Cleat wiring system):

इंटरनल वायरिंगच्या (internal wiring) या सिस्टिम मध्ये वापरल्या जाणाऱ्या केबल्स पॉलिक्लिनिल क्लोराईड (पीव्हीसी) प्रकारातील व्हल्कॅनाइज्ड इंडियन रबर (व्हीआयआर) (vulcanized Indian Rubber-VIR) आहेत. केबल्स भिंती (wall) किंवा कमाल मर्यादिपासून सुमारे 6 मिमीच्या पोर्सिलेन क्लीट्सद्वारे (porcelain cleats) ठेवल्या जातात. क्लीट्स दोन अर्ध्या भागामध्ये बनविल्या जातात, एक बेस (base) आणि दुसरी कॅप (cap). केबल्स सामावून घेण्यासाठी बेस तयार केला जातो आणि त्यावर कॅप ठेवली जाते आणि त्यानंतर संपूर्ण लाकडी प्लगवर (गुट टाईज) वॉल (wall) आणि सिलिंग (ceiling) मध्ये सि सिमेंटीकरण केले जाते. अनुक्रमे विविध आकार आणि वेगवेगळ्या केबल्स सामावून

घेण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या क्लीट्स (cleats) वेगवेगळ्या आकाराचे आणि वेगवेगळ्या प्रकारच्या आहेत. क्लीट्स तीन प्रकारचे असतात; एक, दोन आणि तीन केबल्स संबंधितपणे सामावून घेण्यासाठी एक गूव्ह, दोन गूव्ह आणि तीन गूव्ह असतात.

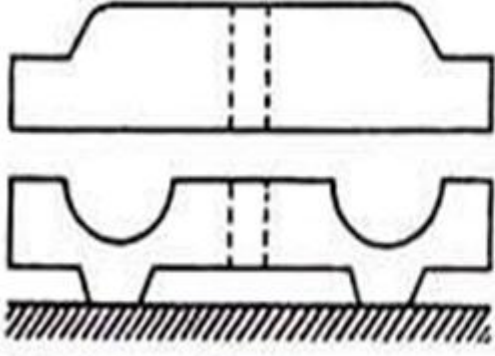


Figure 3.1(a) दोन गूव्हसह क्लीट
(Two groove cleat)

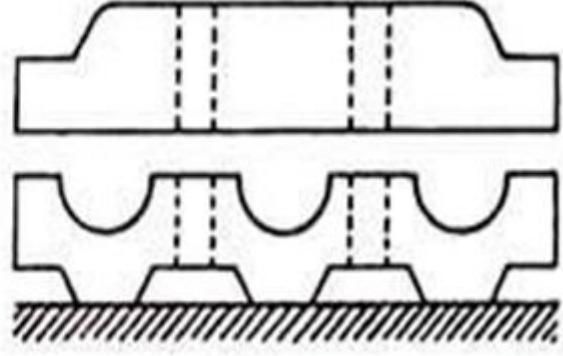


Figure 3.1(b) तीन गूव्हसह क्लीट
(Three groove cleat)

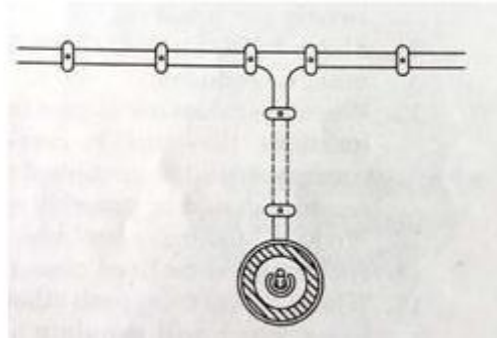


Figure 3.1(c) क्लीट वायरिंग (Cleat wiring)

अडव्हान्टेजेस (Advantages):

- (i) ही इंटर्नल वायरिंगची (internal wiring) सर्वात स्वस्त (economical) सिस्टीम आहे.
- (ii) इंटर्नल वायरिंगची इन्स्टॉलेशन आणि डीसमेंटल (dismantle) सोपे आणि जलद आहे.
- (iii) डीसमेंटल (dismantle) केल्यानंतर मटेरियल रिकव्हर होते
- (iv) टेस्टिंग (testing) आणि असेम्ब्ली (assembly) करणे सहजपणे केले जाऊ शकतात.
- (v) आवश्यक कुशल कामगार (skilled labor) कमी लागतात.

डीसअडव्हान्टेजेस (Disdvantages):

- (i) अपीयरन्स चांगला दिसत नाही (Appearance is not so good).
- (ii) वायर मेकॅनिकल इंजुरीला (mechanical injury) सामोरे जातात.
- (iii) तेल (oil) आणि धूर (smoke) व्हीआयआर इन्सुलेशनला हानिकारक आहे.

अॅप्लीकेशन (Applications):

- (i) तात्पुरत्या कामासाठी (Temporary works).

(2) लाकडी बॅटन वायरिंग सिस्टम (Wooden batten wiring system):

एक प्रकारचा वायरिंग जो ब्रास कनील्स (brass concealed) पर्यंत समान अंतरावर बसविलेल्या बकल क्लिपमधून (buckle clips) वायर पास करून लांब आणि स्मूथ लाकडी बॅटनच्या (smooth wooden batten) वरील कॉक्रीट किंवा योग्य भिंतीवर केला जातो. म्हणजे, वायरिंग सिस्टमच्या या प्रकारात, क्लिपच्या मदतीने वायर्सला स्मूथ लाकडी बॅटनवर फिट केले जाते. हे लाकडी बॅटन स्कूद्वारे भिंतीच्या वर रावल प्लगवर (rowel plugs) घट्ट केले आहे. या प्रकारचे वायरिंग स्वस्त आणि सोपे आहे. बॅटन सिस्टममध्ये वापरल्या जाणाऱ्या बॅटन सामान्यतः हार्डवुडपासून बनविला जातो, ज्याला सागवान (teak wood) म्हणून ओळखले जाते आणि ते विविध रुंदींमध्ये उपलब्ध आहे ज्यात 15, 20, 25 आणि 40-मिमी आकाराचे उपलब्ध आहेत. तर बॅटनची जाडी (batten diameter) किमान 13 मिमी असते. बॅटनची निवड केवळ वापरल्या जाणाऱ्या वायर्सची संख्या (number of wires required) लक्षात घेऊनच केली जाते.

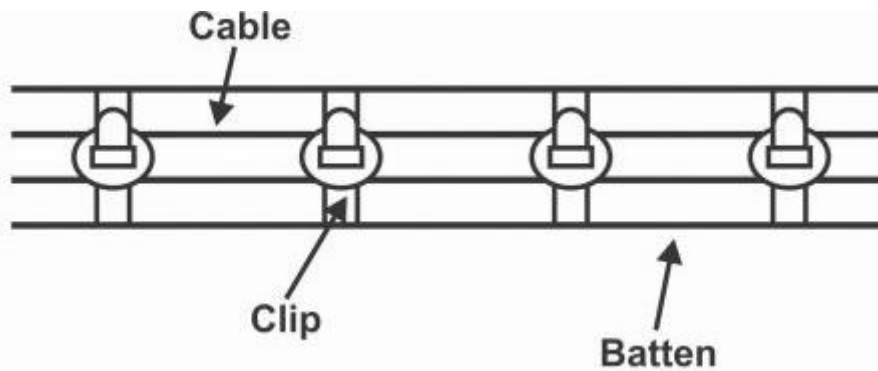


Figure 3.2 लाकडी बॅटन वायरिंग सिस्टम (Wooden batten wiring system)

अडव्हान्टेजेस (Advantages):

- (i) करंट चा लिकेज खूप कमी होतो. (Current leakage is very less).

- (ii) सर्विस लाईफ लॉग आहे. (Long service life)
- (iii) ड्यूरॅबल (durable) आणि चांगली स्ट्रेंथ (good strength) आहे.
- (iv) वायरिंग इन्स्टॉलेशन लवकर होते. (Installation time is less)
- (v) ही एक सोपी वायरिंग सिस्टम आहे (Wiring system is easy).

डीसअडव्हान्टेजेस (Disdvantages):

- (i) या वायरिंगमुळे इन्स्टॉलेशन चा अपीयरन्स व्यवस्थित दिसत नाही (Installation appearance is not good).
- (ii) या वायरिंग सिस्टममध्ये अतिरिक्त केबल वापरली जाते (Required extra cable).
- (iii) या वायरिंग सिस्टमवर हवामानाचे परिणाम (weather parameter effects) होतात.
- (iv) मेकॅनिकल इंजुरी (mechanical injuary) चा धोका शक्य आहे.

अॅप्लीकेशन (Applications):

- (i) लहान खोल्या आणि लहान घरांमध्ये (Sml rooms and small homes).

(3) लाकडी केसिंग-कॅपिंग सिस्टम (Wooden Casing-capping system):

या प्रकारच्या वायरिंग सिस्टममध्ये, वाळलेल्या सागवान लाकडापासून (dried teakwood) किंवा देवदार लाकूड (cedar timber) पासून बनविलेले आयताकृती केसिंग (Rectangular casing), ज्यामध्ये लांबीच्या बाजूने दोन किंवा तीन "यू" आकाराचे ग्रूव्ह तयार होतात. हा रेक्टॅंगुलर टाइप (rectangular type) वाईड क्लॅम्प (wide clamp) ज्यामध्ये ग्रूव्ह मोल्ड केल्या जात आहेत, त्याला केसिंग म्हणतात. डोव्हल पिन किंवा रावल प्लगच्या (Rowal plug) मदतीने भिंतीवर केसिंग स्थापित केले आहे. केसिंग ग्रूव्हमध्ये वायर्स घातल्या जातात. (सामान्यतः न्यूट्रल आणि फेज वायर स्वतंत्रपणे ग्रूव्हत घातल्या जातात). ग्रूव्हमध्ये घातलेल्या या वायर्स झाकण्यासाठी आणि नियंत्रित करण्यासाठी, आणखी एक पातळ (rectangular) प्रकारची पट्टी स्कूद्वारे केसिंगच्या वर निश्चित केली जाते, ज्यास कॅपिंग (capping) म्हणतात. केसिंगच्या (casing) वर कॅपिंगची रुंदी समान असल्याने, केसिंगवर कॅपिंग इन्स्टॉल केल्यामुळे वायर पूर्णपणे झाकल्या जातात. कॅपिंग देखील लाकडी आहे आणि ते आच्छादनाच्या उद्देशाने (covering purposes) वापरले जाते. म्हणूनच, केसिंगच्या तुलनेत हे ग्रूव्ह आणि थिन (thin) असतात.

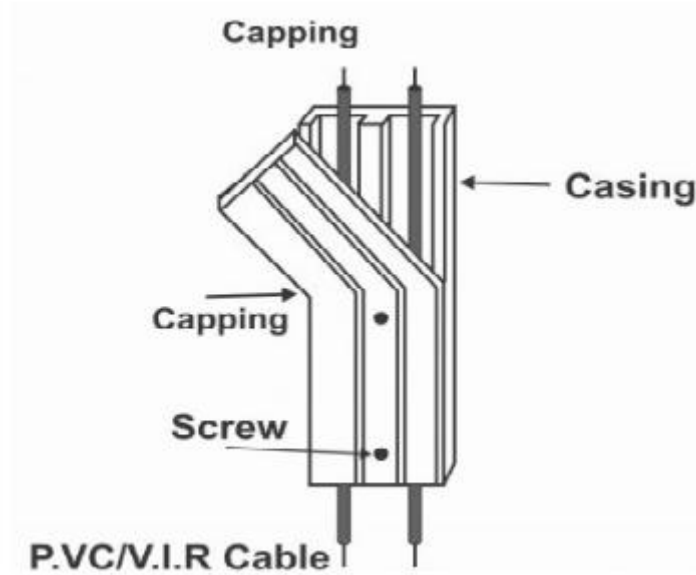


Figure 3.3 लाकडी केसिंग-कॅपिंग सिस्टम (Wooden Casing-capping system)

अडव्हान्टेजेस (Advantages):

- (i) कन्सिलड वायरिंग (Concealed wiring) सिस्टमच्या तुलनेत ही सर्वात स्वस्त वायरिंग सिस्टम आहे.
- (ii) ही मजबूत आणि दीर्घकाळ टिकणारी वायरिंग सिस्टम आहे (Robust and long lasting).
- (iii) डिफेक्टिव वायर (defective wire) बदल करणे सोपे आहे.
- (iv) हे यांत्रिक नुकसानीपासून (mechanical damage) संरक्षण प्रदान करते.
- (v) तेल (oil), स्टीम (steam), धूर (smoke) आणि पावसापासून (rainwater) सुरक्षित आहे.
- (vi) केसिंग आणि कॅपिंगमुळे वायर्स आणि केबल्सला इलेक्ट्रिक शॉकचा धोका नाही.

(No risk of electric shock due to use of casing capping wiring)

डीसअडव्हान्टेजेस (Disdvantages):

- (i) चांगल्या कारागिरीची आवश्यकता असल्याने कामगार खर्च (high labor cost) जास्त आहे.
- (ii) या प्रकारच्या वायरिंगचा वापर केवळ सरफेसवर केला जाऊ शकतो आणि प्लास्टरमध्ये कन्सिलड (concealed) जाऊ शकत नाही. (Only applicable for the surface wiring system).
- (iii) ओलाव्यामुळे इन्सुलेशनचे नुकसान होऊ शकते. (Insulation may get damage due to moisture).

अॅप्लीकेशन (Applications):

- (i) निवासी इमारतीसाठी (Residential buildings).
- (ii) व्यावसायिक जागा (Commercial places).
- (iii) औद्योगिक अॅप्लीकेशन्स (Industrial applications).
- (iv) टेम्पररी इंस्टॉलेशन (Temporary installations).

(4) पीव्हीसी केसिंग-कॅपिंग सिस्टम (PVC Casing-capping system):

टिम्बर (timber) ऐवजी या प्रकारच्या वायरिंगमध्ये पीव्हीसी वापरला जातो. आजकाल लाकडी वायरिंग पद्धतीच्या तुलनेत केसिंग कॅपिंग वायरिंगची (PVC Casing-capping system) ही पद्धत वेगाने लोकप्रिय होत आहे. कारण केसिंग कॅपिंग वायरिंग पद्धतीत आढळलेल्या बहुतेक समस्या पीव्हीसी केसिंग कॅपिंग वायरिंग पद्धतीतून रिमूव्ह (Remove) केल्या आहेत. वायरिंगच्या या पद्धतीमध्ये, स्कूद्वारे डोव्हल पिन किंवा रोवेल प्लगच्या (dowel pins or rowel plugs) मदतीने भिंतीवर आयताकृती (Rectangular) पीव्हीसी पट्टी किंवा केसिंग स्थापित केले आहे. त्यानंतर, या केसिंगमध्ये वायर्स घातल्या जातात आणि पीव्हीसी केसिंगने कव्हर केल्या जातात. लाकडी केसिंगच्या विरुद्ध पीव्हीसी केसिंगमध्ये कोणतेही ग्रीव्हस (grooves) सापडत नसल्यामुळे, त्यामध्ये तुलनेने मोठ्या संख्येने वायर्स वापरता येतात. पीव्हीसी कॅपिंगला केसिंगवर स्कू बसविण्याची आवश्यकता नसल्यामुळे, म्हणून याचे कॅपिंग (capping) सहजपणे काढले जाऊ शकते किंवा आवश्यकतेनुसार पुन्हा फिट (fitting) केले जाऊ शकते. केसिंग आणि कॅपिंग या दोहोंची रुंदी समान आहे. सामान्यतः वापरले जाणारे आकार 25 मिमी, 38 मिमी आणि 51 मिमी असतात. केसिंगच्या एका तुकड्याची लांबी - कॅपिंग सामान्यतः 3 मीटर (10 फूट) असते आणि त्याची ऑपरेशनल किंवा वर्किंग (operational or working) लाईफ सुमारे 20 वर्षे असते.

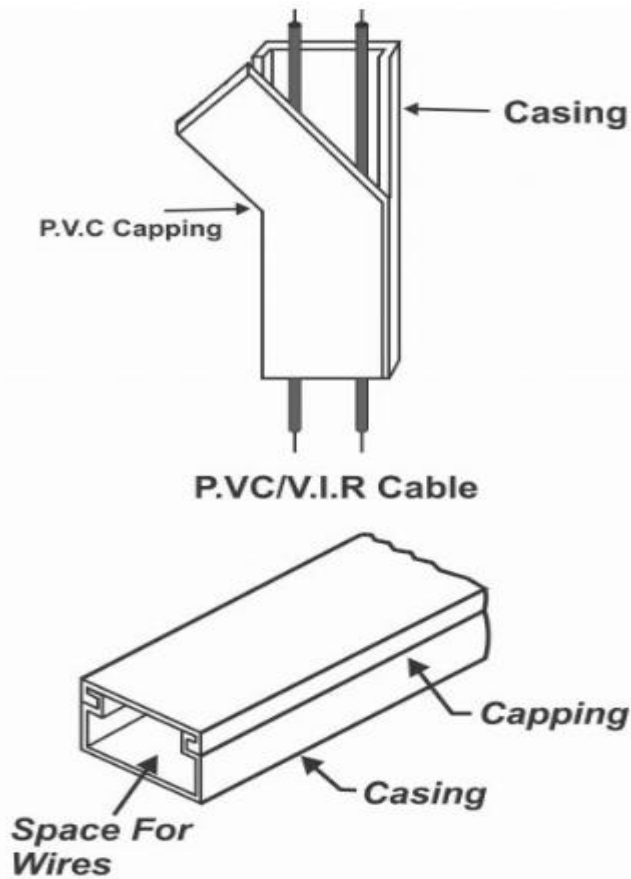


Figure 3.4 पीव्हीसी केसिंग-कॅपिंग सिस्टम (PVC Casing-capping system)

अडव्हान्टेजेस (Advantages):

- (i) खर्च-प्रभावीपणा (Cost economy).
- (ii) इंस्टॉलेशन सुलभता (Installation is easy)
- (iii) फ्लेक्सिबिलिटी इन कस्टमाइझेशन (Flexibility in customization)
- (iv) ओलावा आणि धूळ (moisture and dust) यांच्यापासून चांगले संरक्षण.
- (v) इलेक्ट्रिक शॉकचा धोका कमी (Less chances of electric shock)
- (vi) मॅटेनन्स साठी फेज आणि न्यूट्रल वायर (neutral wires) सेपरेट करण्याची क्षमता.
- (vii) रेसिडेन्शियल आणि ऑफिस वायरिंग सिस्टम (residential and office wiring system) साठी लोकप्रिय.

डीसअडव्हान्टेजेस (Disadvantages):

- (i) फिजिकल विकनेस (Physical weakness)
- (ii) सॅगिंग (Sagging)
- (iii) फायर रिस्क (fire risk).
- (iv) फॉल्ट शोधण्यासाठी जास्त वेळ लागतो (require more time for fault finding).

अॅप्लीकेशन (Applications):

- (i) घरगुती वायरिंग (Residential wiring).
- (ii) औद्योगिक सेटिंग्ज (Industrial Settings).
- (iii) स्ट्रीट लाइटिंग (Street lighting).
- (iv) सिलिंग आणि स्लीविंग (Ceiling and sleeveings)
- (v) लॅन केबलिंग आणि नेटवर्किंग (LAN cabling and networking).

(5) सरफेस कनड्युट वायरिंग सिस्टम (Surface conduit wiring system):

जर एखाद्या सिलिंग किंवा वॉल (ceiling or wall) च्या सरफेसवर कनड्युट इन्स्टॉल केले जाते त्याला कनड्युट वायरिंग (conduit wiring) म्हणतात. या प्रकारच्या वायरिंगसाठी, प्रथम होल भिंतीच्या सरफेस (wall surface) वर सरळ रेषेत समान अंतरावर केले जातात. मग रोवेल प्लग (rowal plug) या होल मध्ये फिक्स (fix) केले जातात आणि स्कूद्वारे या रोवेल प्लगच्या Saddles वर स्थापित केले जातात. यानंतर, त्या वरील कनड्युट (conduit) स्थापित केले आहेत. या प्रकारच्या वायरिंगमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या कनड्युट (conduit) चा आकार त्यातून जात असलेल्या वायर्सच्या संख्येवर (wire count) अवलंबून असतो. शिवाय, वायरिंगमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या कनड्युट (conduit) चा आकार आणि फिटिंग्ज (fittings) देखील समान आकारात वापरला जाईल.



Figure 3.5 सरफेस कनड्युट वायरिंग सिस्टम (Surface conduit wiring system)

अडव्हान्टेजेस (Advantages):

- (i) कॉस्ट एफ्फेक्टिव्हनेस (Cost effectiveness).
- (ii) इंस्टॉलेशन सोपे आहे (Easy installation).
- (iii) विविध घटकांपासून सुरक्षा प्रदान केली जाते (Provide protection against different elements)

डीसअडव्हान्टेजेस (Disadvantages):

- (i) याचा अपियरन्स लोकेशन सोबत जुळत नाही (not match the appearance of the place)
- (ii) वॉल सरफेस वर अतिरिक्त जागा आवश्यक आहे (required sufficient space for wiring)
- (iii) कन्सिल्ड वायरिंग (concealed wiring) सिस्टमच्या तुलनेत हि वायरिंग सरफेस वर व्हीसीबल आहे.
- (iv) पिरियॉडिक टेस्टिंग आणि मेंटेनन्स आवश्यक आहे (required periodic inspections and maintenance)

अॅप्लीकेशन (Applications):

- (i) ऐतिहासिक बिल्डिंग (Historical Buildings).
- (ii) टेम्पररी रेसिडन्स (Temporary residence).
- (iii) शेड किंवा गॅरेजमध्ये (Shades or garages).

(6) कन्सिल्ड कनड्युट वायरिंग सिस्टम (Concealed conduit wiring):

पीव्हीसी कनड्युट (PVC conduit) भिंतीवर कार्विंग ग्रीव्हस (carving grooves) कोरीव काम करून केली गेली असेल आणि नंतर त्याच्या वर प्लास्टर केले तर या प्रकारच्या वायरिंगला कन्सिल्ड कनड्युट वायरिंग म्हणतात. या प्रकारचे वायरिंग बाहेरून दिसत नसल्यामुळे, केवळ स्विच आणि लॅम्प होल्डर (lamp holders) व्हिसिबल (visible) आहेत, म्हणून ते कन्सिल्ड कनड्युट वायरिंग म्हणून ओळखले जाते. भिंतीच्या आत पाईपच्या आत असलेल्या वायरिंगला कन्सिल्ड वायरिंग म्हणतात. इंटर्नल प्रकारच्या (Internal wiring) वायरिंगमध्ये, भिंतीवर ग्रीव्ह तयार केली जातात, त्यात पाईप फिट आहे आणि नंतर ते प्लास्टरने झाकलेले आहे. केवळ जंक्शन बॉक्स स्पॉट्स (Junction box spots) व्हिसिबल राहतात, जिथून वायरिंगची काळजी घेतली जाऊ शकते आणि दुरुस्ती केली जाऊ शकते. प्लास्टिक होण्यापूर्वी कनड्युट पाईप्स भिंतीवर निश्चित केले जातात. एका लिंटर (linter) दरम्यान सिलिंग वर काँक्रीट करण्यापूर्वी, पीव्हीसी कनड्युट संपूर्ण सिलिंग वर पसरल्या जातात, तर इमारतीच्या भिंतीवर प्लास्टर करण्यापूर्वी, ग्रीव्ह भिंतीवर ग्रीव्ह (grooves) केली जातात आणि नंतर या, ग्रीव्ह (grooves) मध्ये कॉनडाएट पाईप्स निश्चित केल्या जातात. ते नंतर प्लास्टीड (plastic) आहे. सिलिंग आणि भिंतीवर प्लास्टर पूर्ण झाल्यानंतर, स्टीलच्या वायरच्या मदतीने या फिट केलेल्या कनड्युट मध्ये तारा घातल्या जातात. या प्रकारच्या वायरिंगमध्ये कनड्युट ना दिसत नसल्यामुळे ते फायर (fire), पाणी, ओलावा (moisture) आणि इतर हवामान परिस्थितीपासून संरक्षित आहे. कन्सिल्ड वायरिंग सिस्टममध्ये, सर्व स्विचबोर्ड भिंतीवर देखील बसविल्या जातात आणि फ्लश -प्रकार स्विच (flush type switch) आणि सॉकेट्स या प्रकारच्या वायरिंगमध्ये वापरले जातात. या प्रकारच्या वायरिंगचा वापर सामान्यतः घरे, कार्यालये, बंगला आणि इतर सर्व आधुनिक इमारती इत्यादींमध्ये केला जातो.



Figure 3.6 कन्सिलड कंडूइट वायरिंग सिस्टम (Concealed conduit wiring system)

अडव्हान्टेजेस (Applications):

- (i) नुकसानीपासून संरक्षण करते (protect against damage)
- (ii) शॉकचा धोका कमी होतो (Chances of electric shocks are less)
- (iii) वायरिंगचा सिमलेस फिनिशिंग (seamless finish) मिळतो.
- (iv) कन्सिलड वायरिंग मुळे इंस्टॉलेशनचे अपिअरन्स सुधारते (installation appearance is improved due to concealed wiring).
- (v) अल्टरनेशन सोपे आहे (Alteration of wiring is easy).

डीसअडव्हान्टेजेस (Disadvantages):

- (i) इंस्टॉलेशनस मध्ये कॉम्प्लेक्सिटी असणे. (Installation is complex)
- (ii) इंस्टॉलेशन महाग आहे (Installation is costly)
- (iii) वायरिंग सिस्टममध्ये ऍक्सेस (access) करणे आणि दुरुस्त (maintenance) करणे कठीण आहे
- (iv) -5 डिग्री सेल्सियसपेक्षा कमी तापमानासाठी किंवा 60 डिग्री सेल्सियसपेक्षा जास्त योग्य नाही (not suitable for temperature between -5 degree celcius and 60 degree celcius).

ॲप्लीकेशन (Applications):

- (i) हे जागेचे स्वरूप सुधारण्यासाठी वापरले जाते (Useful for improving the appearance of the installation).
- (ii) हे कार्यालये, व्यावसायिक मॉलमध्ये वापरले जाते (Useful in offices and commercial malls).
- (iii) शाळा (schools), रुग्णालये (hospitals) आणि सरकारी इमारतींमध्ये (government buildings) त्यांच्या इलेक्ट्रिक सिस्टिम ची सुरक्षा आणि विश्वासार्हता सुनिश्चित करण्यासाठी वापरली जाते.

3.2 वायरिंग डायग्राम आणि सिंगल फेज आणि थ्री फेज मोटर्ससाठी सिंगल लाइन डायग्राम. इंस्टॉलेशन प्लॅन (Wiring diagram and single line diagram for single phase and three phase motors. Installation plan):

Installation plan):

- सिंगल फेज मोटर्स वायरिंग डायग्राम (Wiring Diagram for single phase motors):

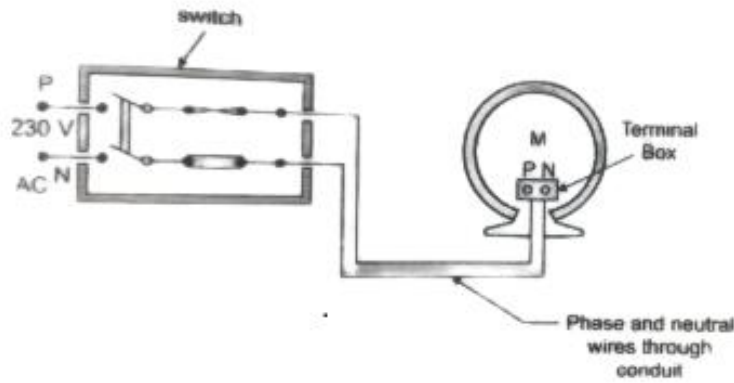


Figure 3.7 सिंगल फेज मोटर्ससाठी वायरिंग डायग्राम (Single phase motor wiring diagram)

- सिंगल फेज मोटर सिंगल लाइन डायग्राम (Single line Diagram for single phase motors):

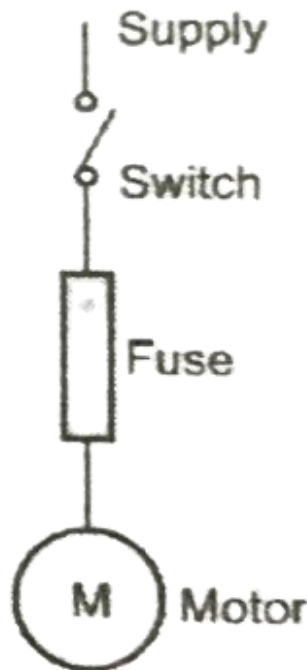


Figure 3.8 सिंगल फेज मोटरसाठी सिंगल लाइन डायग्राम (Single phase motor wiring diagram)

➤ श्री फेज मोटर्स वायरिंग डायग्राम (Wiring Diagram for three phase motors):

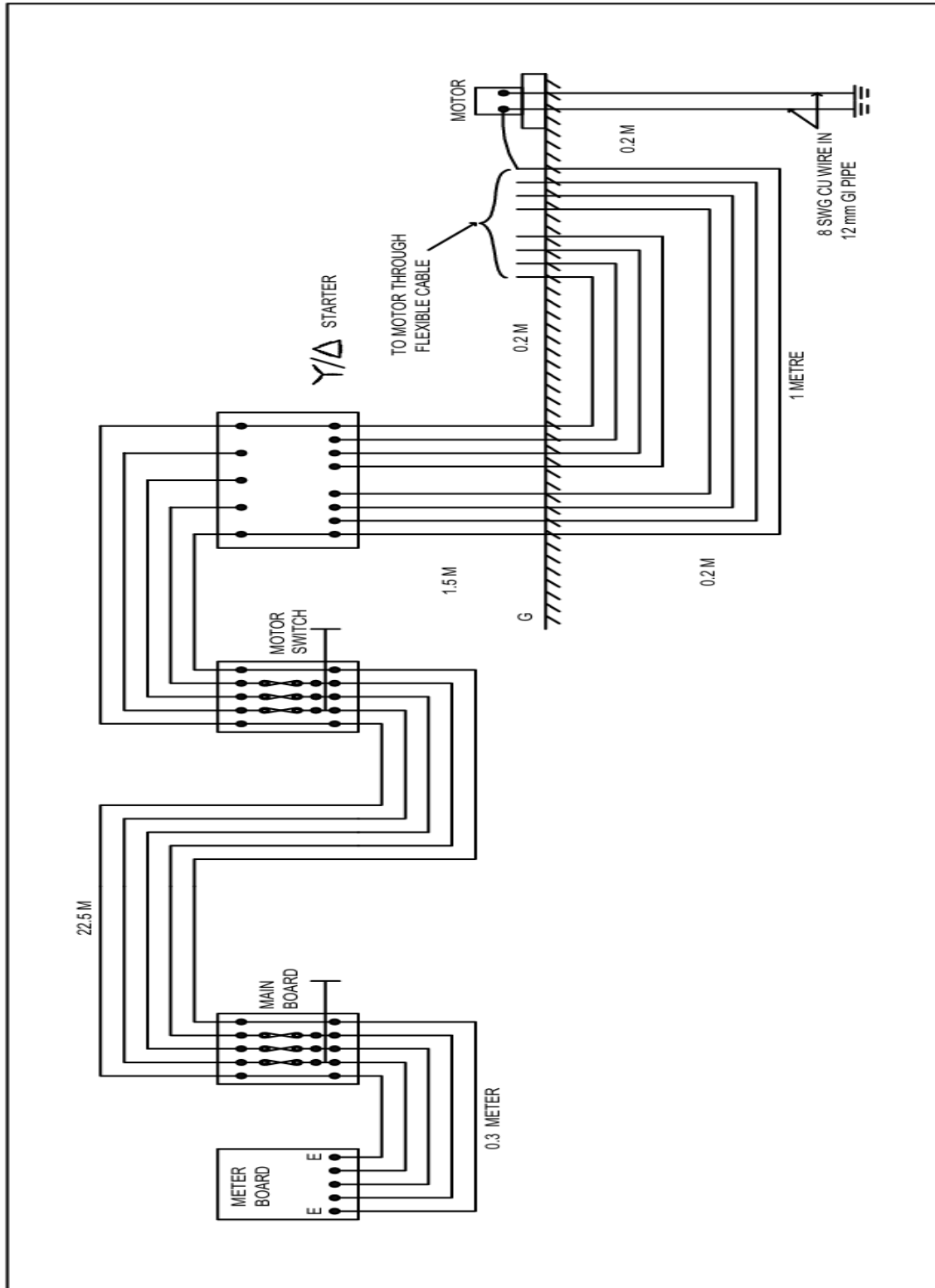


Figure 3.9 श्री फेज मोटर्ससाठी वायरिंग डायग्राम (Three phase motor wiring diagram)

➤ **थ्री फेज मोटरचे सिंगल लाइन डायग्राम (Single line Diagram for three phase motors):**

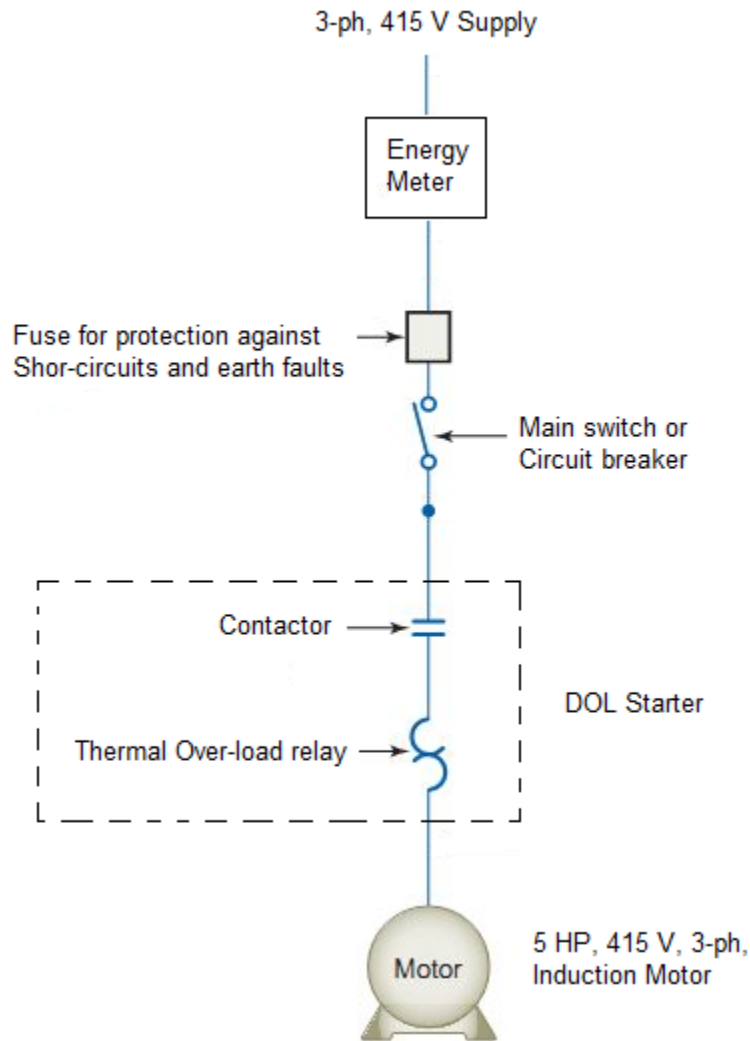


Figure 3.10 थ्री फेज मोटरचे सिंगल लाइन डायग्राम (Three phase motor single line diagram)

➤ **डिझाइन कन्सिडरेशन ऑफ इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन (Design consideration of Industrial Installation):**

1) पॉवर वायरिंग (Power wiring):

- सुपेरियॉरिटी (Superiority) मुळे, इंडस्ट्रियल ड्राइव्ह (industrial drive) 3 फेज इंडक्शन मोटर आहे.
- मोटर्स 3 फेज 400 व्होल्ट A.C. सप्लाय वर ऑपरेट करतात.
- सामान्यतः सरफेस वरील कनड्युट वायरिंग मोटर आणि सप्लाय कनेक्शनसाठी स्वीकारली जाते.
- मोटर्स फाउंडेशनवर बसविलेले आहेत आणि बेस प्लेट / मेटल पार्ट्स दोन पॉइंट्स वर आहेत.

- स्विचिंग आणि स्टार्टिंग मेकॅनिझम (mechanism) आणि प्रोटेक्टिव्ह सिस्टिम (protective system) ऑपरेटरसाठी योग्य उंचीवर आहेत.

2) वायरिंग फॉर लाइटिंग लोड (Wiring Lighting load):

- इंडस्ट्रीमध्ये बरेच डिपार्टमेंट्स असतात त्यामुळे दिवस आणि रात्रीच्या ऑपरेशन साठी इलुमिनेशन लेव्हल (illumination level) ही योग्य आणि पुरेशा प्रमाणात वेगवेगळ्या ऍक्टिव्हिटीज मध्ये दिली गेली पाहिजे.
- ऍडमिनिस्ट्रेटिव्ह बिल्डिंग (administrative buildings) आणि त्या संबंधित कार्यालयांमध्ये लाइटिंग सिस्टीम (lighting systems) हीटिंग कूलिंग (heating cooling) सिस्टीम आणि अत्याधुनिक टेबल ऑपरेट (sophisticated table operated) केलेल्या डिव्हाइससाठी इलेक्ट्रिक कनेक्शन आवश्यक आहेत.
- अशा सर्व कामांना सिंगल फेज 230 Volt एसी सप्लाय आवश्यक आहे.

3) इंडस्ट्रीज मधील वायरिंग सिस्टिम खालील प्रमाणे आहेत (Industrial Wiring System):

- 3-फेज 4 वायर एसी सप्लाय 400 व्ही 3 फेज, 230 सिंगल फेज.
- मशीन आणि मोटर्स साठी थ्री फेज थ्री वायर सप्लाय.
- आयसीटीपी, आयसीडीपी स्विचिंग मेकॅनिझम (switching mechanism)
- स्टार्टिंग (Starting) आणि प्रोटेक्टिंग मेकॅनिझम (protecting mechanisms) म्हणून स्टार्टर्स आणि कंट्रोलर्स वापरले आहेत.
- पॉवर डिस्ट्रीब्यूशन (power distribution) साठी बस-बार चेंबर (Bus-bar chamber) आणि कंट्रोल रूमची आवश्यकता आहे.

4) पॉवर सर्किट डिझाईन (Power circuit design) साठी खालील गोष्टींची निवड केली पाहिजे:

- इनपुट करंट (Input current of the motor)
- केबल आणि कनड्युट ची निवड (Selection of cable and conduit)
- फ्युज रेटिंग ची निवड (deciding the rating of fuse)
- मुख्य स्विचच्या रेटिंगची निवड. (deciding the rating of main switch)
- आकार आणि रेटेड करंट नुसार सर्किटच्या क्वाल्कुलेट केलेल्या लोड करंट वरून निश्चित केले जाते, फ्युज रेटिंग हे स्टार्टिंग करंट नुसार डिसाईड केले जाते. स्टार्टिंग करंट = फुल लोड करंट $\times 1.5$

3.3 डिझाइन कन्सिडरेशन: मोटर करंट कॅल्क्युलेशन, केबल साईझ डिसाईड करणे, कनड्युट ची साईझ डिसाईड करणे, फ्यूज रेटिंग डिसाईड करणे, डिस्ट्रिब्युशन बोर्ड आणि मेन स्विच / एमसीबी डिसाईड करणे, मोटर्सचा स्टार्टर डिसाईड करणे. (Design considerations: Calculation of motor current, deciding the cable size, deciding the size of conduit, deciding the fuse rating, deciding the distribution board and main switch /MCB, deciding the starter of motors):

➤ **मोटर करंटची कॅल्क्युलेशन (Calculation of motor current):**

A) छोट्या /मोठ्या क्षमतेची मोटर खालील घटकांसाठी वापरली जाते:

(i) ऍग्रीकल्चर पंप (Agriculture pump)

(ii) फ्लोअर मिल (Flour Mills)

(iii) स्मॉल इंडस्ट्रियल युनिट्स (Small industrial units) इ.

खालील उदाहरणे कॅल्क्युलेशन करताना मदत करतात:

(i) केबल साईझ (ii) स्विच (iii) एचआरसी फ्यूज इ.

a) सिंगल फेज मोटर्ससाठी:

$$I = P / (V \times PF \times \eta)$$

Where, I= मोटर करंट & P= मोटर रेटेड पॉवर & PF= पॉवर फॅक्टर & η = मोटर इफिशियन्सी &

V= मोटर रेटेड वोल्टेज

b) थ्री फेज मोटर साठी :

$$I = P / (\sqrt{3} \times V \times PF \times \eta)$$

c) डीसी मोटर्ससाठी :

$$I = P / (V \times \eta)$$

उदाहरण 1:

Consider the following motors:

मशीन A: 3 फेज 400 V, 5 HP, केज इंडक्शन मोटर पूर्ण लोड इफिसिएन्सिय 0.85 आणि पॉवर फॅक्टर 0.80

मशीन B: 3 फेज 400 V, 5HP, केज इंडक्शन मोटर पूर्ण लोड इफिसिएंसिय 0.85 आणि पॉवर फॅक्टर. 0.80

मशीन C: सिंगल फेज 230 V, 3/4 HP इंडक्शन मोटर पूर्ण लोड इफिसिएंसिय 0.75 आणि पी. पॉवर फॅक्टर 0.70

मुख्य डिस्ट्रीब्यूशन बोर्डवर आणि इतर ठिकाणी अरेंजमेंट आणि उपकरणे इन्स्टॉल केलेली आहे त्यावरून वायरिंग प्लॅन आणि सिंगल लाईन डायग्राम तयार करा & (b) वरील प्रत्येक मशीनसाठी आणि येणार्या सप्लाय साठी आवश्यक असणारे (i) केबल्स (ii) स्विच (iii) एच.आर.सी. चे रेटिंग निश्चित करा (a) (Prepare a wiring plan and single line wiring diagrams, showing the arrangements and the equipment's which will be installed on the main distribution board and at other places (b) Specify the ratings of (i) Cables (ii) Switches (iii) H.R.C. fuses required for each of the above machines and the incoming supply):

Ans: (i) फुल लोड करंट मशीन A: (F.L current of machine A)

$$I_L = (\text{टोटल पॉवर}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसि} \times \text{पॉवर फॅक्टर})$$

$$I_L = (5 \times 735.5) / (\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.80)$$

$$I_L = 7.8 \text{ A}$$

मॅक्सिमम स्टार्टिंग करंट = $2 \times 7.8 = 15.6 \text{ A}$. म्हणून a 3 कोअर 7/22 कॉपर कंडक्टर पी .व्ही .सि केबल मोटर A साठी वापरली जाते.

(ii) फुल लोड करंट मशीन B: F.L current of machine B

$$I_L = (\text{टोटल पॉवर}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसि} \times \text{पॉवर फॅक्टर})$$

$$I_L = (3 \times 735.5) / (\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.80)$$

$$I_L = 4.97 \text{ A}$$

मॅक्सिमम स्टार्टिंग करंट = $2 \times 4.97 = 9.95 \text{ A}$ म्हणून a 3 कोअर 7/22 कॉपर कंडक्टर पी .व्ही .सि केबल मोटर B साठी वापरली जाते.

(iii) फुल लोड करंट मशीन C: F.L current of machine C

$$I_L = (\text{टोटल पॉवर}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसि} \times \text{पॉवर फॅक्टर})$$

$$I_L = (0.75 \times 735.5) / (\sqrt{3} \times 400 \times 0.75 \times 0.70)$$

$$I_L = 4.56 \text{ A}$$

मॅक्सिमम स्टार्टिंग करंट: $= 2 \times 4.56 \text{ A} = 9.13 \text{ A}$ म्हणून ३ कोअर ७/२२, कॉपर कंडक्टर पी.व्ही.सि केबल मोटर C साठी वापरली जाते.

Figure 3.12 नुसार प्रत्येक मोटरच्या मुख्य बोर्ड (main board) आणि कंट्रोल पॅनेल बोर्डची (control panel board) तपशीलवार व्यवस्था दर्शविते. कंट्रोल पॅनेल मोटरच्या फाउंडेशन (motor foundation) जवळ उभारले गेले आहे आणि जमिनीपासून १.५ मीटर उंच आहे, मुख्य स्विचचे (main switch) कनेक्शन प्रत्येक मोटरच्या स्विचवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी आणि नंतर कंट्रोल पॅनेलवरील स्टार्टरकडून, ते अंजीरमध्ये दर्शविल्याप्रमाणे प्रत्येक मोटरच्या टर्मिनलशी जोडलेले आहे.

१) Main Board मध्ये आय.सी.टी.पी. स्विच (ICTP switch), न्यूट्रल लिंक सोबत म्हणजे ३-फेज, ४ वायर टाईप, ६० A, ५०० V. निर्दिष्ट केल्याप्रमाणे एच.आर.सी फ्यूज (HRC Fuse) खालीलप्रमाणे विचारात घेतला जाऊ शकतो.

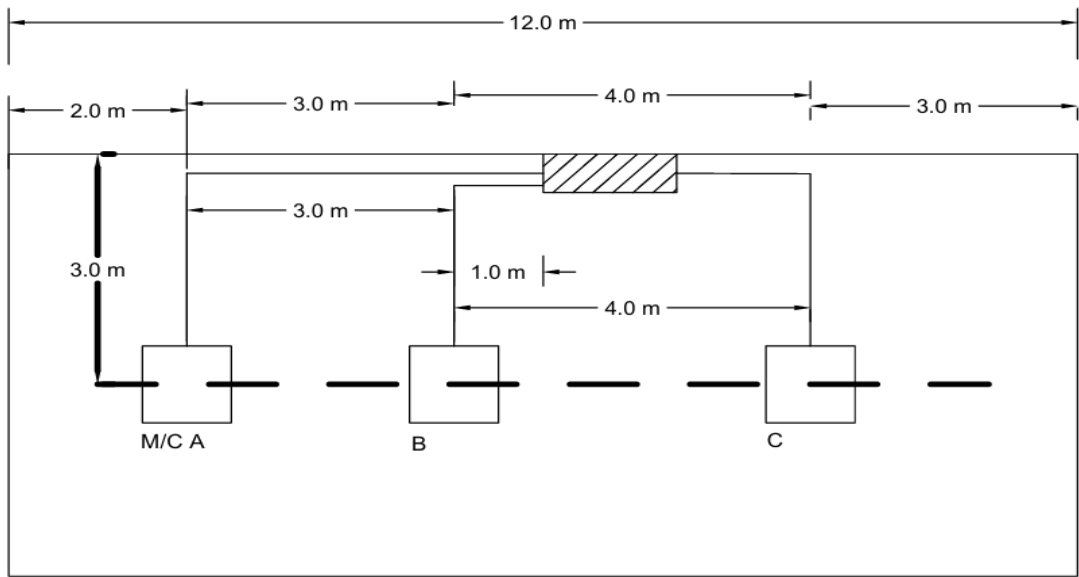


Figure 3.11 प्लॅन अरेंजमेंट ऑफ मेन बोर्ड आणि कंट्रोल बोर्ड (Arrangement of main board and control board)

- २) कंट्रोल स्विच मोटर A साठी एच आर सी फ्यूज सह आय सी टी पी ३०A, ५०० V चा वापरला आहे.
- ३) कंट्रोल स्विच मोटर B साठी एच आर सी फ्यूज सह आय सी टी पी १५ A, ५०० V चा वापरला आहे.
- ४) कंट्रोल स्विच मोटर C साठी एच आर सी फ्यूज सह आय सी टी पी १० A, ५०० V चा वापरला आहे.

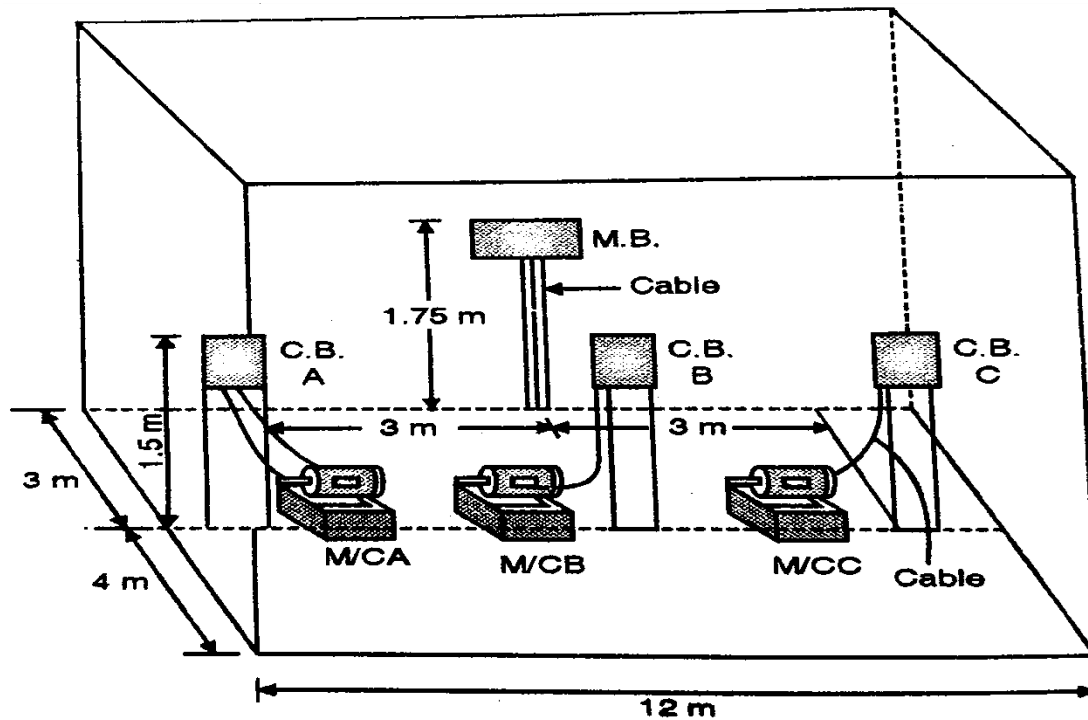


Table 3.3: मटेरियल चे डिटेल्स (शेड्युल ऑफ मटेरियल)

सिरीयल नंबर	डिस्क्रिप्शन विथ स्पेसिफिकेशन	युनिट	क्वांटिटी	रेट (Rs)	युनिट (Unit)	कॉस्ट (Cost)
1	आयसीडीपी स्विच हा एचआरसी फ्युज सह आणि न्यूट्रल लिंक सह 60 A, 500 V,	No.	1	1500.00	Each	1500.00
2	आयसीडीपी स्विच हा एचआरसी फ्युज सह आणि न्यूट्रल लिंक सह 30 A, 500 V,	No	1	1000.00	Each	1000.00
3	आयसीडीपी स्विच हा एचआरसी फ्युज सह आणि न्यूट्रल लिंक सह 15 A, 500 V.	No	1	700.00	Each	700.00
4	आयसीडीपी स्विच हा एचआरसी फ्युज सह आणि न्यूट्रल लिंक सह 10 A, 250 V.	No	1	500.00	Each	500.00
5	3 कोअर 7/22 कॉपर कंडक्टर पी .व्ही .सि केबल	m	13	60.00	metre	780.00
6	3 कोअर 3/22 कॉपर कंडक्टर पी .व्ही. सि केबल	m	10	45.00	Metre	450.00
7	3 कोअर 3/22 कॉपर कंडक्टर पी .व्ही. सि केबल	m	12	30.00	Metre	360.00
8	Saddles 3 कोअर 3/22 पी .व्ही. सि केबल	Nos.	5	0.75	Each	3.75
9	Saddles 3 कोअर 3/22 पी .व्ही. सि केबल	Nos.	5	0.75	Each	2.50
10	Saddles 3 कोअर 3/22 पी .व्ही. सि केबल	Nos.	5	0.60	Each	3.00

सिरीयल नंबर	डिस्क्रिप्शन विथ स्पेसिफिकेशन	युनिट	क्वांटिटी	रेट (Rs)	युनिट (Unit)	कॉस्ट (Cost)
11	अँगल आयर्न फ्रेम सहित आयर्न शीट बोर्ड 30cm × 30cm	No	1	85.00	Each	85.00
12	फीगर ३.4.2 दाखविल्याप्रमाणे अँगल आयर्न फ्रेम सहित कंट्रोल पॅनल 45 cm × 45 cm	Nos.	3	500.00	Each	85.00
13	कोच स्क्रव (Coach screws) 08 × 04 SWG.	Nos.	4	0.75	Each	3.00
14	स्क्रव (Screw 1.19 × 4 SWG for fixing switches.)	Nos.	12	0.35	Each	4.20
15	वूडन गुट्टी (Wooden gutties) 2.5 × 1.9 × 5 cm	Nos.	4	0.50	Each	2.00
16	अर्थिंग सेट (Earthing set)	Nos	2	1200.00	Each	2400.00
17	अर्थ वायर (Earth wire) Cu No. 8	m	40	5.00	Metre	200.00
18	सॅण्ड, सिमेंट, रावल्स	L.S.	L.S.			200.00

➤ **केबल ची साईझ ठरविणे (Deciding the Cable size):**

केबल ची साईझ (cable size) ठरविण्यासाठी आपल्याला टारगेट करंट (target current) द्वारे केबल मधून जाणाऱ्या व्होल्टेज ची आवश्यकता आहे.

For Example: जर आपल्या वायरमध्ये 150 व्होल्टेज असेल आणि आपले टारगेट 30 असेल तर आपण 150/30 डिव्हाइड करू आणि आपल्याला ५ ओहम आवश्यक असलेला (target resistance) रेसिस्टन्स मिळेल. केबल आकार निवड खालील घटकांवर अवलंबून आहे: करंट कॅरिंग कॅपॅसिटी, शॉर्ट सर्किट रेटिंग आणि व्होल्टेज रेगुलेशन.

➤ **करंट कॅरिंग कॅपॅसिटी (Current carrying capacity):** करंट कॅरिंग कॅपॅसिटी ही केबलच्या थर्मल हीटिंग (thermal heating) वर अवलंबून आहे.

- **शॉर्ट सर्किट रेटिंग:** शॉर्ट सर्किट्स (Short circuit) आणि थर्मल डॅमेज (thermal damage) सहन करण्याच्या क्षमतेसाठी केबल ची साईझ तपासली जाते.
- **व्होल्टेज रेगुलेशन:** करेक्ट लोड व्होल्टेज (load voltage) सुनिश्चित केले जाते.
- **इलेक्ट्रिकल केबलच्या योग्य साईझ चा मुख्य विभाग खालील प्रमाणे आहे:**

सिरीयल नंबर	साईझ	एप्लिकेशन्स (Applications)
01	0.5mm ²	सर्व्हिस कनेक्शनसाठी वापरलेले, 230 V मेन्स सप्लाय साठी प्रतिबंधित केलेले (Used for service connection, prohibited for 230V mains power supply)
02	0.75mm ²	काही ठिकाणी कमी पॉवरच्या लॅम्प्सच्या तारांमध्ये वापरल्या जातात, 230 V मेन्स सप्लाय साठी प्रतिबंधित केले जातात (Used in the wires of some low power lamps, prohibited for 230V mains power supply).
03	1.5mm ²	लाइट पॉइंट आणि इलेक्ट्रिकल आउटलेट्स 10 A पर्यंत वापरले जातात (Light point and electrical outlets up to 10 amps.)
04	2.5mm ²	लाइट पॉइंट आणि इलेक्ट्रिकल आउटलेट्स 16 A पर्यंत वापरले जातात (Light point and electrical outlets up to 16 amps.)
05	04 mm ²	एकूण ऍब्सॉर्प्शन जास्तीत जास्त 25 A पर्यंत (Total absorption up to a maximum of 25 amps.)

➤ **कॉन्डाईट ची साईझ ठरविणे (Deciding the Size of Conduit):**

इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन मधील कॉन्डाईट ची साईझ (Size of Conduit) ठरविणे ही इलेक्ट्रिकल डिझाईन ची एक अवघड प्रोसेस आहे, त्यासोबत आपल्याला हे सुनिश्चित करावे लागेल की वायरिंग योग्यरित्या संरक्षित आहे, इन्स्टॉल करण्यासाठी सोपे आहे आणि इलेक्ट्रिक सिस्टिम ओव्हरहेटिंग (overheating) किंवा डॅमेज न करता पूर्ण कार्यक्षमतेने काम करते. कॉन्डाईट ची साईझ ही नंबर आणि त्यामधून जाणारा कंडक्टर्सचा टाइप आणि कॉन्डाईट मध्ये वापरले जाणारे मटेरियल यावर अवलंबून असते.

➤ **कनड्युट ची साईझ ठरवण्यासाठी स्टेप बाय स्टेप प्रोसेस:**

➤ **कंडक्टरची संख्या निश्चित करा (Determine the Number of Conductors):**

आपण कनड्युट असलेल्या वायर्स ची संख्या (कंडक्टर) ओळखा. उदाहरणार्थ, 3-फेज सिस्टिममध्ये कमीत कमी 3 कंडक्टर (प्रत्येक फेज साठी एक), तसेच न्यूट्रल आणि ग्राउंड वायर असतील.

➤ **प्रत्येक कंडक्टरच्या क्रॉस-सेक्शनल एरिया ची गणना करा (Calculate the Cross-sectional Area of Each Conductor):**

प्रत्येक प्रकारचे कंडक्टर (उदा. तांबे, अल्युमिनियम) मध्ये एक स्पेसिफाइड क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र (specified cross-sectional area) असते, जे सहसा कंडक्टरच्या तांत्रिक गुणधर्मामध्ये (conductor's technical specifications) उपलब्ध असते.

उदाहरणार्थ:

- 12 AWG कॉपर वायरचे अंदाजे क्रॉस-सेक्शनल एरिया 31.31 mm^2 आहे.
- 10 AWG कॉपर वायरचे अंदाजे क्रॉस-सेक्शनल एरिया 5.26 mm^2 आहे.

➤ **कनड्युट फील कॅलक्युलेशन (Conduit Fill Calculation):**

नॅशनल इलेक्ट्रिकल कोड (एनईसी) कनड्युट च्या जास्तीत जास्त भरणेच्या क्षमतेसाठी मार्गदर्शक तत्वे प्रोविड करते. सामान्यतः एका कंडक्टरसाठी जास्तीत जास्त भराव 40%, दोन कंडक्टरसाठी 31% आणि तीन किंवा अधिक कंडक्टरसाठी 53% आहे.

➤ **कनड्युट चा टाइप निवडा (Select the Conduit Type):**

विविध प्रकारचे कॉन्डाईट (उदा. ईएमटी, पीव्हीसी, लवचिक) भिन्न अंतर्गत व्यास आहेत. कॉन्डाईटचे मटेरियल आणि साईझ हे कंडक्टरसाठी उपलब्ध असलेल्या जागेवर इम्पॅक्ट पडतो.

Example: Deciding conduit size:

सिम्पल इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन साठी खालील पॅरामीटरचा विचार करूया

व्होल्टेज: 415 V (3-फेज AC)

कंडक्टरची संख्या: 3-फेज, 1 न्यूट्रल आणि 1 ग्राउंड वायर तर, आमच्याकडे 5 कंडक्टर आहेत

कंडक्टर ची साईझ: 10 AWG कॉपर वायर (फेज, न्यूट्रल आणि ग्राउंडसाठी).

कॉन्डाईटचा टाइप: EMT (इलेक्ट्रिकल मटेरियल ट्युबिंग)

Step-1: प्रत्येक कंडक्टरचे क्रॉस सेक्शनल एरिया (Cross Sectional area of each conductor):

10 AWG कॉपर कंडक्टरसाठी, क्रॉस-सेक्शनल एरिया 5.26 मिमी^2 आहे.

आमच्याकडे 5 कंडक्टर (3-फेज, न्यूट्रल, ग्राउंड) असल्याने:

$$\begin{aligned}\text{प्रत्येक कंडक्टरचे एकूण क्रॉस सेक्शनल एरिया} &= 5 \times 5.26 \text{ मिमी}^2 \\ &= 26.3 \text{ मिमी}^2\end{aligned}$$

Step 2: कनड्युट फील कॅल्क्युलेशन (Maximum Fill for the Conduit):

ईएमटी, कॉन्डाईटसाठी एनईसी 1-2 कंडक्टरसाठी जास्तीत जास्त 40% टक्केवारी निश्चित करते आणि 3 किंवा त्यापेक्षा जास्त कंडक्टरसाठी, फीलमधील एकूण क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्राच्या 53% पेक्षा जास्त नसावेत.

Step 3: कनड्युट ची साईझ निवडा (Choose the Conduit Size):

1. जास्तीत जास्त फील टक्केवारीचा विचार करून कॉन्डाईटसाठी आवश्यक असलेल्या मिनिमम इंटर्नल डायमीटर ची कालकुलेशन करूया.

ईएमटी कनड्युट साठी, आपण खालील स्टॅंडर्ड इंटर्नल डायमीटर (एमएममध्ये) वापरू शकतो:

½-इंच EMT: इंटर्नल डायमीटर = 16.8 मिमी.

¾-इंच EMT: इंटर्नल डायमीटर = 20.0 मिमी.

1 इंच EMT: इंटर्नल डायमीटर = 25.4 मिमी.

एरिया ऑफ सर्कलचा फॉर्मूला वापरून कनड्युट चा एरिया मिलिमीटर स्क्वेअर (MM²) मध्ये कॅल्क्युलेट करता येतो.

$$\text{Area} = \pi \times (d/2)^2$$

Where, d = इंटर्नल डायमीटर ऑफ कॉन्डाईट

$$\pi = 3.1416.$$

For a ¾-inch EMT (internal diameter = 20 mm):

$$\begin{aligned}\text{Area of } \frac{3}{4}\text{-inch EMT} &= \pi \times (20/2)^2 \\ &= 314.66 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Step 4: कनड्युट फील तपासा (Check the conduit fill):

फील कॅपॅसिटी of ¾-inch EMT conduit at 53% would be:

$$\text{मॅक्सिमम कंडक्टर फील for } \frac{3}{4}\text{-inch EMT} = 314.16 \times 0.53 = 166.60 \text{ mm}^2$$

5 कंडक्टरचे एकूण क्रॉस-सेक्शनल एरिया 26.3 मिमी आहे, ते जास्तीत जास्त परवानगीयोग्य 53% फील साठी क्यालकलेशन नंतरही कनड्युट च्या जास्तीत जास्त फील मध्ये असते.

Step 5: कन्क्लुजन (Conclusion):

या इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन मध्ये $3/4$ -इंचाच्या EMT कनड्युट मध्ये 10 AWG वायरचे 5 कंडक्टर असतील.

➤ फ्यूज रेटिंग ठरविणे (Deciding the fuse rating):

सद्य परिस्थितीत, ज्यामुळे ओव्हर हेअर्टिंग (over heating) आणि डॅमेज (damage) किंवा आग (fire) लागू शकते. फ्यूज एक प्रोटेक्टिव्ह डिवाइस (protective device) म्हणून कार्य करते. ज्या वेळेस त्याच्यामधून जाणारा करंट हा रेटेड व्हॅल्यू च्या वर जातो तेव्हा फ्यूज ब्लो आऊट होतो किंवा ब्रेक होतो.

➤ बेसिक कन्सेप्ट (Basic Concept):

1. **रेटिंग वापरा (Use Rating):** फ्यूज हा सर्किटला ब्रेक किंवा उडण्या अगोदर मॅक्सिमम करंट वाहून नेण्यासाठी डिझाइन केला आहे.

2. **ओव्हर करंट प्रोटेक्शन (Overcurrent Protection):**

फ्यूज अत्यधिक करंट प्रवाहापासून संरक्षण करण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे, जे फॉल्ट मुळे (उदा. शॉर्ट सर्किट्स किंवा ओव्हरलोड्स) ब्लो आऊट किंवा ब्रेक होऊ शकते.

Example for Understanding:

एक सिम्पल इंडस्ट्रियल सर्किट सेट अप घेऊया जिथे इलेक्ट्रिक मोटर हि इलेक्ट्रिक सप्लाय ला जोडलेली असते. मोटरचे विशिष्ट पॉवर रेटिंग आहे आणि आम्हाला या मोटरसाठी फ्यूज डिझाइन करण्याची आवश्यकता आहे.

1. Step By step Design Process:

Step1: मोटर करंट माहिती करा (Know the Motors current draw):

आपण 380 Volt (थ्री-फेज एसी सिस्टम) वर 5 एचपी (अश्वशक्ती) (Horsepower) मोटर चालू असल्याचे समजू. मोटरचे फुल लोड करंट निश्चित करण्यासाठी, आम्ही तीन- फेज मोटरसाठी खालील सूत्र वापरू शकतो.

फुल लोड करंट $I_L = (\text{टोटल पॉवर}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसी} \times \text{पॉवर फॅक्टर})$

Where:

$P = \text{टोटल पॉवर इन वॅट्स } 1 \text{ HP} = 735.5 \text{ W.}$

$V = \text{व्होल्टेज (415 V in this case).}$

पॉवर फॅक्टर (Power Factor): A typical value for motors is 0.85.

इफिसिएंसी: Assuming 0.85% efficiency

Step 2: फ्यूज रेटिंग निवड (Fuse Rating Selection):

फ्यूजकडे पूर्ण-लोड करंटपेक्षा थोडी जास्त रेटिंग असावी जी थोडक्यात इनरश करंट (inrush current) ला allow करेल (मोटर सुरू होते तेव्हा करंट स्पाईकस येतात त्याला इनरश करंट म्हणतात).

उदाहरणार्थ, या इनरश चा काउंट देण्यासाठी पूर्ण-लोड करंटच्या 125% रेट केलेले फ्यूज निवडू शकतो.

Step 3: फ्यूज प्रकार निवडा (Choose Fuse Type):

Application वर अवलंबून, आपण त्या दरम्यान निवडू शकता:

मोटर्ससाठी टाईम डीले फ्यूज, जे ट्रिपिंगशिवाय (without tripping) स्टार्टअप (startup) दरम्यान संक्षिप्त इनरश करंट ला परवानगी देते.

Applications साठी फास्ट एक्टिंग (fast acting) फ्यूज ज्यांना ओव्हरकंटेंटपासून किक संरक्षणाची आवश्यकता आहे.

➤ सॅम्पल कॅल्क्यूलेशन (Sample Calculation):

मोटर पॉवर (Motor Power) : $5 \text{ HP} = 5 * 735.5 \text{ W} = 3677.5 \text{ W.}$

व्होल्टेज (Voltage) : $415 \text{ V (Three-phase).}$

पॉवर फॅक्टर (Power Factor) : 0.85

इफिसिएंसी (Efficiency) : 0.85

फुल्ल लोड करंट I_L = (टोटल पॉवर) / $(\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसी} \times \text{पॉवर फॅक्टर})$

$I_{FLC} = (3677.5) / (1.732 \times 415 \times 0.85 \times 0.85)$

$I_{FLC} = 7.08 \text{ A}$

सिलेक्ट फ्यूज विथ 1.25% of the Full Load Current:

Fuse Rating = $1.25 \times 7.08 \text{ A}$
= 8.85 A

So, we can choose a fuse rated for 9 Amps.

- **डिस्ट्रिब्युशन बोर्ड आणि मेन स्विच किंवा MCB यांची साईझ ठरविणे** (Deciding the Distribution Board and Main Switch /MCB):

इंडस्ट्रियल इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन चे डिझाईन करताना, मेन सप्लाय बोर्ड किंवा मीटर बोर्ड सुरक्षित आणि कार्यक्षम ऑपरेशन सुनिश्चित करण्यासाठी अनेक महत्त्वपूर्ण बाबींचा समावेश आहे. येथे काही मुख्य डिझाईनचा कन्सिडरेशन महत्वाच्या आहेत:

- **इंडस्ट्रियल इंस्टॉलेशन साठी जनरल गाईडलाईन्स** (General guideline) तत्वांचे अनुसरण करणे:

1) वॅट्समधील प्रत्येक मशीनची आउटपुट पॉवर शोधा.

$$1 \text{ एचपी} = 735.5 \text{ W}$$

$$1 \text{ बीएचपी} = 746 \text{ W}$$

$$1 \text{ KVA} = 1000 \text{ VA. समजा}$$

2) प्रत्येक मशीनची इफिसिएंसी गृहीत धरून प्रत्येक मशीनची इनपुट पॉवर शोधा.

$$\text{मशीनची इनपुट पॉवर} = \text{मशीनची आउटपुट पॉवर} / \text{मशीनची इफिसिएंसी}$$

3) 1-phase मशीनसाठी प्रत्येक मशीनचे इनपुट करंट शोधा.

$$\text{इनपुट पॉवर} = \text{VICOS} \phi$$

$$V = \text{इनपुट व्होल्टेज} = 230 \text{ V}$$

$$\text{Cos } \phi = \text{P.f.} \ \& \ I = \text{इनपुट करंट}$$

- For 3-phase machine, इनपुट पॉवर = $\sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$

$$V_L = \text{लाईन व्होल्टेज} = 400 \text{ V}$$

$$I_L = \text{लाईन करंट or इनपुट करंट} \ \& \ \text{Cos } \phi = \text{P. f}$$

4) प्रत्येक मशीनसाठी आवश्यक केबल साईझ आणि कोर शोधा. केबल ची साईझ हि स्टार्टिंग करंट (starting current) ने निश्चित करतात जे इनपुट करंट च्या डबल असते.

5) दिलेल्या फॅक्टरी साठी एकूण इलेक्ट्रिकल लोड (Electrical load) शोधा.

6) संपूर्ण फॅक्टरीसाठी आवश्यक इनपुट करंट खालील फॉर्मूला वापरून निश्चित करा

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi$$

7) संपूर्ण फॅक्टरी साठी लागणारे इनपुट केबलची साईज (cable size) आणि कोर साईज (core size) ठरवा.

- 8) फॅक्टरी इलेक्ट्रिसिटी साठी लागणाऱ्या मटेरियलची लिस्ट तयार करा.
- 9) मटेरियल आणि लेबर (labor) साठी लागणारा एस्टिमेशन चार्ट बनवा
- 10) एस्टिमेशन (estimation) ची टोटल कॉस्ट काढा.

Example on Distribution Board and Main Switch /MCB:

EX: - कन्सिल्ड वायरिंगसाठी बॅकलिट सन मीका शीट डिझाइन करा आणि काढा ज्यात एक फ्लश स्विच आणि एक फ्लश सॉकेट आउटलेट असावा. स्विच आणि सॉकेट सामावून घेण्यासाठी एकूणच शीट आणि आयताकृती छिद्र द्या. (Design and draw the backlit sun mica sheet for concealed wiring which should contain one flush switch and one flush socket outlet. Give overall size of sheet and rectangular holes to accommodate switch and socket.)

Solution:

1. शीट ची एकूण साईझ: (Overall Size of Sheet)

डायमन्शन: 300 मिमी x 500 मिमी

2. फ्लश स्विच: Flush Switch

- होल साईझ: 70 मिमी x 70 मिमी
- प्लेसमेंट शीटच्या खालच्या (Directly below the flush switch) काठावरून 120 मिमी.

3. फ्लश सॉकेट आउटलेट:

- होल साईझ: 80 मिमी x 80 मिमी
- प्लेसमेंट: थेट फ्लश स्विचच्या खाली, किंवा आपण त्यास प्राधान्यानुसार बाजूला ठेवू शकता.

4. बॅकलाइटिंग डिझाइन (Backelite Design):

बॅकलाइटिंग इफेक्ट शीटच्या काठावर, सॉफ्ट ग्लो देते, जे शीट सामग्रीमध्येच (जसे की अर्धपारदर्शक सन मीका) मध्ये समाकलित केले जाऊ शकते किंवा पत्रकाच्या मागे एलईडी पट्ट्या स्थापित करून डायमन्शन तयार करण्यासाठी.

➤ **मोटर स्टार्टर डिझाइन स्टेप (Motor Starter Design Steps):**

1. मोटरचा प्रकार (Type of motor):

मोटर तीन-फेज किंवा सिंगल-फेज आहे (three-phase or single-phase)

2. लोड (Load):

अ) लाइट लोड एप्लिकेशन (light load application): डीओएल स्टार्टर (DOL starter) वापरला.

बी) हेवी लोड एप्लिकेशन (Heavy load application): स्टार-डेल्टा (Star-Delta) ऑटो ट्रान्सफॉर्मर किंवा

सॉफ्ट स्टार्टर (soft starter) वापरला जातो.

3. स्टार्टिंग करंट (Starting Current):

इंडक्शन मोटर सुरुवातीस 6-8 पट फुल लोड करंट ड्रॉ करते. मोटर कॅपॅसिटी (motor capacity) वर अवलंबून असणारा हाय स्टार्टिंग करंट (high starting current) मिनिमाइझ (minimize) करण्यासाठी स्टार्टर वापरला जातो.

4. स्टार्टिंग टॉर्क (Starting Torque):

सुरुवातीच्या वेळेस मोटरचा टॉर्क (torque) निर्माण होणे आवश्यक आहे.

5. एक्सेलरेशन (Acceleration):

स्टार्टर कनेक्शन साठी मोटरचा एक्सेलरेशन (acceleration) तपासणे आवश्यक आहे.

6. संरक्षण (Protection): ओव्हरवोल्टेज (overvoltage) किंवा ओव्हरहाटिंगपासून मोटरसाठी स्टार्टर संरक्षण. इंडक्शन मोटर्ससाठी येथे काही प्रकारचे स्टार्टर्स आहेत.

➤ रотор रेझिस्टन्स स्टार्टर (Rotor Resistance Starter):

थ्री फेज इंडक्शन मोटर साठी हाय टॉर्क (high torque) आणि स्मूथ एक्सेलरेशन आवश्यक आहे. ते स्टार्टिंग करंट कमी करते आणि रотор वाइंडिंग (rotor winding) ला एक्स्टर्नल रेजिस्टन्स (external resistance) कनेक्ट करून स्मूथ एक्सेलरेशन (smooth acceleration) प्रोव्हाइड करते.

➤ डायरेक्ट ऑन-लाइन (Direct On line-डीओएल) स्टार्टर:

एक सिम्पल आणि स्वस्त (inexpensive) स्टार्टर जो मोटरला थेट सप्लायशी जोडतो. स्कीरलकेझ इंडक्शन मोटर्ससाठी (Squirrel cage) वापरली जाते. स्टार्टिंग करंट रेटेड करंट च्या 6 to 8 पट असतो.

➤ स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Star-Delta Starter):

थ्री-फेज इंडक्शन मोटर्ससाठी एक सामान्य स्टार्टर. हे स्टार्टिंग करंट कमी करण्यासाठी डेल्टावर स्विच करण्यापूर्वी स्टार कॉन्फिगरेशनमध्ये स्टॅटर वाइंडिंग कनेक्ट करते.

➤ सॉफ्ट स्टार्टर (Soft Starter):

सर्ज करंट कमी करून हळूहळू मोटरची गती वाढवते. मोटर सुरू करण्यासाठी आणि थांबविण्यासाठी प्रत्येक मोटरला स्टार्टर वापरणे आवश्यक आहे. मोटरच्या नियंत्रणाखाली ते अशा प्रकारे अरेंज केले पाहिजे कि पर्सन सहजरित्या ऑपरेट करू शकेल.

Different types of starters used for various HP rating motor.

- i) Up to 5HP ----- DOL starter डायरेक्ट ऑन-लाइन (डीओएल) स्टार्टर
- ii) 5 HP to 15 HP----- Star/Delta starter स्टार-डेल्टा स्टार्टर
- iii) Above 15 HP -----Auto transformer starter ऑटो ट्रांसफॉर्मर स्टार्टर
- iv) Slip ring I. M. -----Rotor resistance starter रोटर रेझिस्टन्स स्टार्टर

➤ **Wiring diagram of induction motor connected to three phase supply through Star/ Delta starter:**

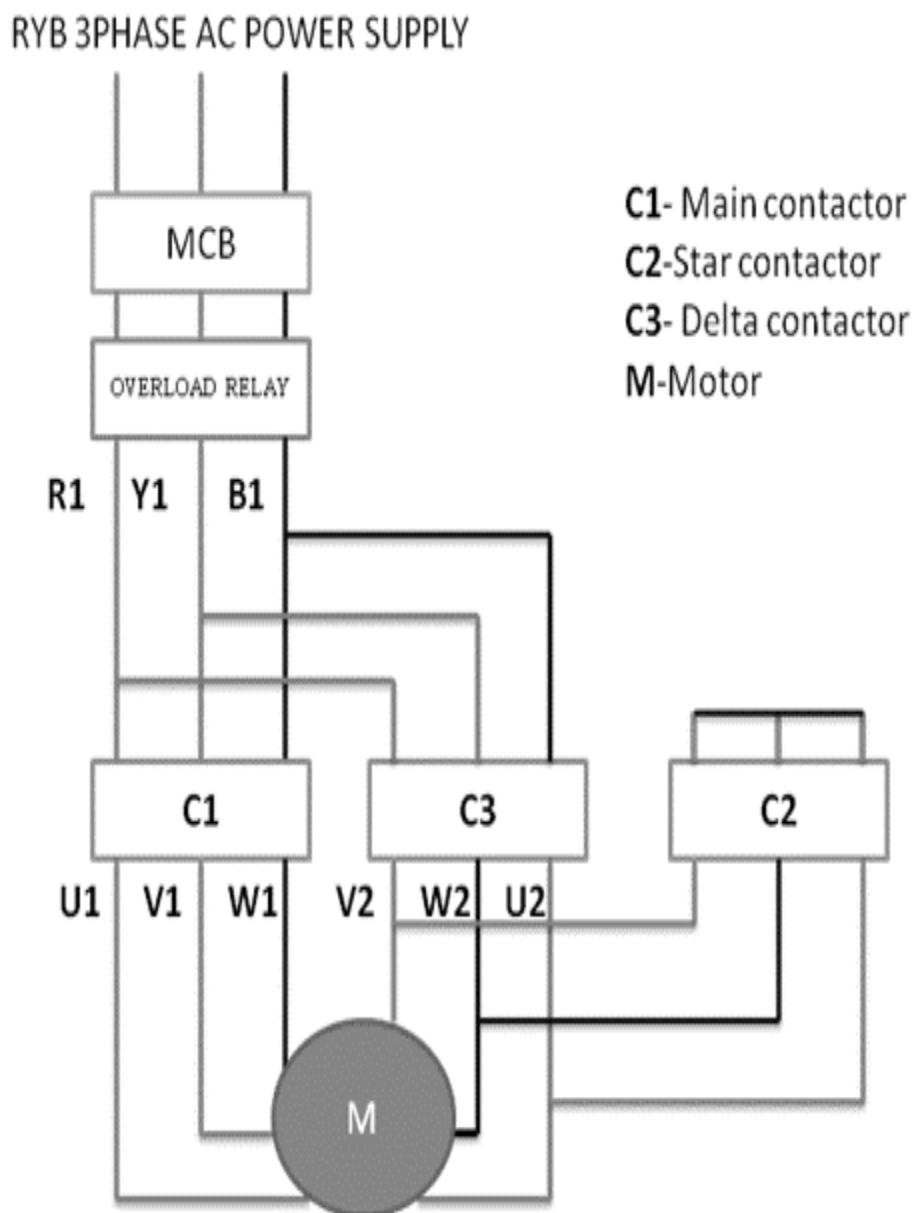


Figure 3.11 वायरिंग डायग्राम ऑफ इंडक्शन मोटर wiring diagram of induction motor

3.4 डिझाइन इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशन स्कीम आणि ऍग्रीकल्चर पंप, फ्लोअर मिल आणि स्मॉल इंडस्ट्रियल युनिट्सचा एस्टीमेट तयार करणे- एकूण तीन फेज लोड 30 केव्हीपेक्षा कमी. (Design electrical installation scheme and preparation of estimate of agricultural pump, flourmill and small industrial unit having total aggregate three -phase load less than 30 kW.)

➤ **डिझाइन इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशन प्लॅन फॉर ऍग्रीकल्चर पंप:**

3-फेज ऍग्रीकल्चर पंप चा विचार करूया. पंपला 3-फेज इलेक्ट्रिक सप्लाय आवश्यक आहे.

➤ **इलेक्ट्रिक सप्लाय (3-फेज):**

3-फेज इलेक्ट्रिक सप्लाय (सामान्यतः 415 Volt, 50 Hertz) इन्स्टॉलेशन मेन डिस्ट्रिब्युशन पॅनेलशी जोडलेला आहे.

3-फेज इलेक्ट्रिक सप्लाय मेन डिस्ट्रिब्युशन पॅनेलमध्ये प्रवेश करतो जिथे सर्किट्स नियंत्रित केले जातात.

➤ **सर्किट ब्रेकर: (Circuit Breaker)**

ओव्हरकंट्रंट (over current) किंवा शॉर्ट सर्किट्सपासून (short circuit) संरक्षण करण्यासाठी पॅनेलमध्ये मुख्य सर्किट ब्रेकर (एमसीसीबी किंवा एमसीबी) इन्स्टॉले केले आहे.

➤ **कॉन्टॅक्टर / स्टार्टर आणि ओव्हरलोड प्रोटेक्शन (Contactor / Starter and Overload Protection):**

कॉन्टॅक्टरसह (Contractor) मोटर स्टार्टर पंप मोटर नियंत्रित करण्यासाठी वापरला जातो. हे डिव्हाइस पंप स्टार्ट करण्यास किंवा रिमोटली स्टॉप करण्यास अनुमती देते.

कॉन्टॅक्टरकडे इंटिग्रेटेड ओव्हरलोड रिले आहे जी मोटरला करंट रेटिंग (rated current) पेक्षा जास्त असल्यास प्रोटेक्शन देते. ओव्हर हीटिंग (overheating) पासून संरक्षण देते.

➤ **कंट्रोल स्विच (स्टार्ट /स्टॉप स्विच):**

स्टार्ट बटण आणि स्टॉप बटण (start and stop button) पंप जवळ किंवा नियंत्रण पॅनेलमध्ये (control panel) सोयीस्कर ठिकाणी स्थापित केले आहेत. स्टार्ट बटण ऑपरेट करून पंप चालू करण्यासाठी कॉन्टॅक्टरला पॉवर देते, तर स्टॉप बटण पंप थांबविण्यासाठी कॉन्टॅक्टरला डी-एनर्जी राईज (de-energizes) करते.

➤ **पंप मोटर वायरिंग (Pump Motor Wiring):**

थ्री -फेज सप्लाय साठी तीन वायर (आर, वाय, बी) कॉन्टॅक्टरद्वारे पंपशी जोडल्या आहेत. न्यूट्रल वायर (neutral wire) देखील कनेक्ट केलेले आहे (आवश्यक असल्यास, कंट्रोल सर्किट्स किंवा विशिष्ट सेन्सर (certain sensor) सारख्या सिंगल-फेज उपकरणांसाठी).

➤ **अर्थ लिकेज सर्किट ब्रेकर (Earth Leakage Circuit Breaker-ईएलसीबी):**

इलेक्ट्रिक शॉकपासून संरक्षणासाठी ईएलसीबी (ELCB) इन्स्टॉलेशन केले आहे. हे लिकेज करंट (Leakge Current) शोधून काढते आणि सर्किट डिस्कनेक्ट करते. सर्किट सुरक्षितता सुनिश्चित करते.

➤ **अर्थिंग सिस्टम (Earthing System):**

सुरक्षिततेसाठी योग्य अर्थिंग करणे महत्त्वपूर्ण आहे. फॉल्ट परिस्थितीच्या बाबतीत इलेक्ट्रिक शॉक रोखण्यासाठी मोटर आणि इतर घटक अर्थिंग वर जोडले आहेत.

➤ **एकूण थ्री फेज लोड 30 केव्हीपेक्षा कमी असलेल्या पीठ गिरणीची (floor mill) इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशन प्लॅन डिझाइन करा (Design Electrical Installation plan for floor mill upto 30 kV):**

Stepwise Procedure:

1. इलेक्ट्रिक सप्लाय (Electric Supply):

a. व्होल्टेज आणि फ्रिक्वेन्सी: (Voltage and Frequency)

पॉवर सप्लाय सामान्यतः थ्री फेज सिस्टीम (three-phase system) असेल आणि व्होल्टेज 380 Volt किंवा 415 Volt (रिजन वर अवलंबून) असेल, 50 हर्ट्झच्या फ्रिक्वेन्सी सह.

b. टोटल लोड (Total load):

एकूण लोड 30 KVA (30,000 VA) पेक्षा कमी स्पेसिफाइड केले आहे. समजा सिस्टमसाठी सरासरी लोड आवश्यकता सुमारे 30 KVA आहे.

c. ट्रान्सफॉर्मर रेटिंग : (Transformer Rating)

जर व्होल्टेजला स्टेप डाऊन करायचे (step down) असेल (उदा. 11 केव्ही किंवा 33 केव्ही पासून), आवश्यक लोड हाताळण्यासाठी ट्रान्सफॉर्मर साईज निश्चित करा. तथापि, जर सप्लाय थेट आवश्यक व्होल्टेजवर उपलब्ध असेल (उदा. 415 V), तर ट्रान्सफॉर्मर आवश्यक असू शकत नाही.

2. मेन डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड (एमडीबी) (Main Distribution Board):

मेन डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड (एमडीबी) प्लोअर मिल मधील विविध भागात वीज डिस्ट्रीब्यूशन साठी मेन डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड (central hub) म्हणून काम करते.

➤ **कॉम्पोनंट्स इन्साईड मेन डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड (एमडीबीच्या आत घटक):**

मेन स्विच/ब्रेकर (Main switch / breaker): सिस्टमला ओव्हरलोड किंवा शॉर्ट सर्किटपासून संरक्षण देण्यासाठी 30 केव्हीए किंवा त्याहून अधिक रेटिंग येणाऱ्या थ्री स्टेप सर्किट ब्रेकर.

पॉवर मीटर (Power Meter): पॉवर कंझमेशन मॉनिटर करण्यासाठी एक केव्हीए मीटर.

सर्ज प्रोटेक्शन डिवाइस Surge Protection Device (SPD): इलेक्ट्रिकल सर्जेस किंवा स्पाइक्सपासून (electrical surges or spikes). संरक्षण करण्यासाठी.

Main Earth Bus bar: सिस्टमच्या योग्य ग्राउंडिंगसाठी.

3. मोटर नियंत्रण आणि संरक्षण: (Motor Control and Protection): पीठ गिरण्यांमध्ये (floor mills) सामान्यतः विविध कार्यासाठी एकाधिक मोटर्स (multiple motors) असतात (उदा. ग्राइंडिंग (grinding), शिफ्टिंग (sifting) कॉन्वेयिंग).

मोटर रेटिंग (Motor Rating): प्रत्येक मोटरचे आकार आणि ते चालविणाऱ्या मशीनच्या (drive) आधारे रेट केले जावे (उदा. पीसणे, उचलणे इ.). समजा मोटर्स 30 केव्हीएपेक्षा कमी एकूण लोडसह वितरित केले जातात.

मोटर संरक्षण: (Motor Protection): प्रत्येक मोटरसाठी, खालीलपैकी एक संरक्षण वापरा

ओव्हरलोड रिले (Overload Relay): मोटर ओव्हरलोडपासून संरक्षण करण्यासाठी.

कॉन्टॅक्टर (Contactor): मोटर ऑपरेशनच्या रिमोट कंट्रोलसाठी.

सर्किट ब्रेकर्स (एमसीबी): प्रत्येक मोटरला शॉर्ट सर्किटपासून (short circuit) संरक्षण देणे.

स्टार-डेल्टा किंवा डीओएल स्टार्टर (Star delta / DOL Starter): मोटर साईज आणि स्टार्टिंग करंट (starting current) यावर अवलंबून.

4. सब डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड (एसडीबी): Sub-Distribution Board

एमडीबीशी जोडलेले स्मॉल डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड (Small distribution board) पीठ गिरणीच्या विशिष्ट भागात वीज वितरीत करेल. प्रत्येक सब डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड (sub distribution board) लायटिंग, फॅन आणि कन्व्हेयर इ. सारख्या विशिष्ट लोड हाताळेल.

5. लाइटिंग अँड ऑक्सिलरी पॉवर (Lighting and Auxiliary Power):

लाइटिंग लोडची गणना करा (calculation of lighting load):

इलुमिनेशन लेव्हल (illumination level) निश्चित करण्यासाठी कार्यक्षेत्र आणि ऑपरेशनल (workspace and operational requirements.) आवश्यकतांचा विचार करा.

ऑक्सिलरी पॉवर (Auxiliary Power): कंट्रोल पॅनेल (control panel), इन्स्ट्रुमेंटेशन (instrumentation) किंवा पंखे (fans) यासारख्या वस्तूसाठी ऑक्सिलरी सर्किटसाठी तरतुदी करा.

6. संरक्षण आणि नियंत्रण: (Protection and Control):

सर्किट ब्रेकर्स (एमसीबीएस): ओव्हरलोड्स किंवा शॉर्ट सर्किट्सपासून सर्व सर्किटचे संरक्षण करणे.

रेसिड्युअल करंट डिवाइस (Residual Current Device) (आरसीडी): लिकेज करंट आणि इलेक्ट्रिक शॉक पासून संरक्षण करणे.

सर्ज प्रोटेक्शन (Surge Protection): विद्युत सर्ज सपासून संवेदनशील उपकरणांचे संरक्षण करण्यासाठी (sensitive equipment)

7. अर्थिंग आणि ग्राउंडिंग (Earthing and Grounding):

अर्थिंग सिस्टम (Earthing System): सुरक्षिततेसाठी योग्य अर्थिंग करणे आवश्यक आहे. इन्स्टॉलेशनच्या सर्व मेटलच्या भागांशी जोडलेली कॉपर आणि गॅल्वनाइज्ड आयर्न (copper or galvanized iron) अर्थ इलेक्ट्रोड सिस्टम वापरा.

अर्थ बसबार (Earth Bus bar): सर्व अर्थिंग पॉईंट्स कनेक्ट करण्यासाठी, सर्व विद्युत उपकरणे ग्राउंड आहेत याची खात्री करणे.

8. वायरिंग आणि केबलिंग (Wiring and Cabling):

केबल साइजिंग (Cable sizing): एकूण वर्तमान मागणीवर आधारित केबल्स निवडा. 30 केव्हीए अंतर्गत सिस्टमसाठी, असे समजा की केबल चालू रेटिंग मुख्य सर्किटसाठी सुमारे 45-55 Amp असेल.

केबल प्रकार (Cable type): इंडस्ट्रियल एनव्हायरमेंट चांगल्या यांत्रिक संरक्षणासाठी (mechanical protection) आर्मर्ड केबल्स (armored cables) वापरा.

9. ऑटोमेशन आणि कंट्रोल सिस्टम (पर्यायी): Automation and Control Systems (Optional):

प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर (programmable logic controllers-पीएलसी): मिल ऑपरेशन्सच्या (mill operations) स्वयंचलित नियंत्रणासाठी (उदा. पीसण्याची गती, तापमान किंवा लोडिंग नियंत्रित करणे- (controlling the grinding speed, temperature, or loading)).

सेन्सर आणि ॲक्ट्युएटर्स: (Sensors and Actuators): ऑटोमेशनवर अवलंबून, प्रेशर, तापमान किंवा फ्लो सेन्सर (flow sensors) सारख्या सेन्सरचा वापर केला जाऊ शकतो.

10. खर्च अंदाज: (Cost Estimation):

मटेरियल किंमत: Material Cost: केबल्स, पॅनेल, ब्रेकर आणि लाइटिंग फिक्स्चरची (lighting fixtures) किंमत

समाविष्ट करा.

लेबर कॉस्ट: इंस्टॉलेशन आणि कार्यान्वित प्रयत्नांसाठी खाते (installation and commissioning efforts)

आकस्मिकता: अप्रत्याशित खर्चासाठी 5-10% जोडा. (unforeseen expenses)

Floor Mill Design Numericals:

उदा: पीठ गिरणीमध्ये खालील उपकरणे आहे

ग्राइंडर : 10 एचपी (7.5 KW)

कन्व्हेयर : 5 एचपी (3.7 KW)

ब्लोअर : (7.5 KW)

लाइटिंग लोड : (2 KW)

क्याल्कुलेट: कनेक्ट केलेले लोड, लोड Demand, केबल साईज, ट्रान्सफॉर्मर रेटिंग आणि अर्थिंग सिस्टमचे type निश्चित करा.

Ans: 1. कनेक्ट केलेले लोड क्याल्कुलेट करा:

$$\begin{aligned}\text{एकूण कनेक्ट केलेला लोड: एकूण लोड} &= 7.5 + 3.7 + 5.6 + 2 \\ &= 18.8 \text{ किलोवॉट}\end{aligned}$$

2. Demand Calculation:

$$\begin{aligned}\text{विविधता घटक लागू करा (0.8) जास्तीत जास्त मागणी (Maximum Demand)} &= 18.8 \times 0.8 \\ &= 5.04 \text{ किलोवॉट}\end{aligned}$$

अप्रॉक्सिमेट करंट फॉर थ्री फेज सिस्टिम:

$$\begin{aligned}I &= (\text{एकूण शक्ती}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{P.F.}) \\ &= (5.04) / (1.732 \times 415 \times 0.85) \\ &= (15.04) / (610.963) \\ &= 1504 / (610.963) \\ &= 8.24 \text{ A}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{3. केबल आकार:} &= 1.5 \times 8.24 \\ &= 12.36 \text{ A}\end{aligned}$$

4. अर्थिंग डिझाइन: प्रतिकारांसह 2 अर्थिंग इलेक्ट्रोड वापरा < 1 ओहम प्रत्येक

$$\begin{aligned}\text{5. ट्रान्सफॉर्मर आकार:} &= \text{जास्तीत जास्त मागणी सुरक्षा घटक} \\ &= 5.04 \times 1.25 \\ &= 6.3 \text{ केव्हीए. म्हणून 20 केव्हीए ट्रान्सफॉर्मर वापरा.}\end{aligned}$$

➤ **Solved Numericals:**

EX-01: 3 HP आणि 5 HP च्या 2 मोटर्सच्या इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन साठी मेन स्विच, मोटर स्विच, डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड आणि केबलचे रेटिंग निश्चित करा.

(Decide the rating of main switch, Motor switch, distribution board and cable for a industrial installation of having 2 motors of 3 HP and 5 HP)

Solution:

Assumptions:

1. इफिसिएंसी (η)=0.85
2. व्होल्टेज (V)=415 V
3. पॉवर फॅक्टर (p.f.) = $\cos\phi$ =0.85

A) 5 HP 3 फेज इंडक्शन मोटर रेटिंग (Rating for 5 HP, 3-Ph I.M.):

$$\begin{aligned}\text{टोटल पॉवर (Total power)} &= \text{HP रेटिंग} \times 735.5 \\ &= 5 \times 735.5 \\ &= 3677.5 \text{ watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{इनपुट करंट (I}_L\text{)} &= (\text{टोटल पॉवर}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसी} \times \text{पॉवर फॅक्टर}) \\ &= (3677.5) / (\sqrt{3} \times 415 \times 0.85 \times 0.85) \\ &= 7.08 \text{ A}\end{aligned}$$

$$\text{स्टार्टिंग करंट (Starting Current)} = 1.5 \times 7.08 \text{ A} = 10.62 \text{ A}$$

So, Use the 4 mm², 4 core copper cable of 500V, 50Hz with ICTP switch or MCB of 16 A, 690 V/ 450 V

B) 3 HP 3 फेज इंडक्शन मोटर रेटिंग (Rating for 3 HP, 3-Ph I.M.):

$$\begin{aligned}\text{टोटल पॉवर (Total power)} &= \text{HP रेटिंग} \times 735.5 \\ &= 3 \times 735.5 \\ &= 2206.3 \text{ watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{इनपुट करंट (I}_L\text{)} &= (\text{टोटल पॉवर}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसी} \times \text{पॉवर फॅक्टर}) \\ &= (2206.3) / (\sqrt{3} \times 415 \times 0.85 \times 0.85) \\ &= 4.25 \text{ A}\end{aligned}$$

स्टार्टिंग करंट (Starting Current) = $1.5 \times 4.25\text{A} = 6.375\text{A}$

So, Use the 2.5 mm^2 , 4 core copper cable of 500V, 50Hz with ICTP switch or MCB of 16A, 690V/450V.

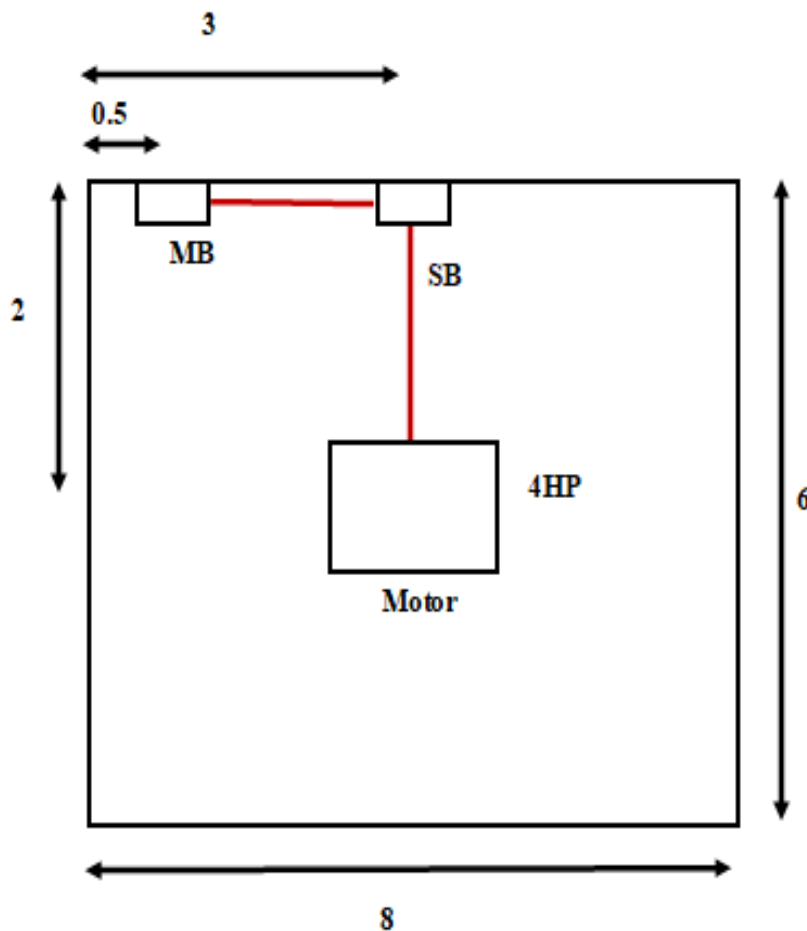
C) 4 HP 3 फेज इंडक्शन मोटर रेटिंग (Rating for 4 HP, 3-Ph I.M.):

$$\begin{aligned}\text{टोटल पॉवर (Total power)} &= \text{HP रेटिंग} \times 735.5 \\ &= 4 \times 735.5 \\ &= 2942 \text{ watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{इनपुट करंट (I}_L\text{)} &= (\text{टोटल पॉवर}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसि} \times \text{पॉवर फॅक्टर}) \\ &= (2942) / (\sqrt{3} \times 415 \times 0.85 \times 0.85) \\ &= 5.66 \text{ A}\end{aligned}$$

स्टार्टिंग करंट (Starting Current) = $1.5 \times 5.66\text{A} = 8.49\text{A}$

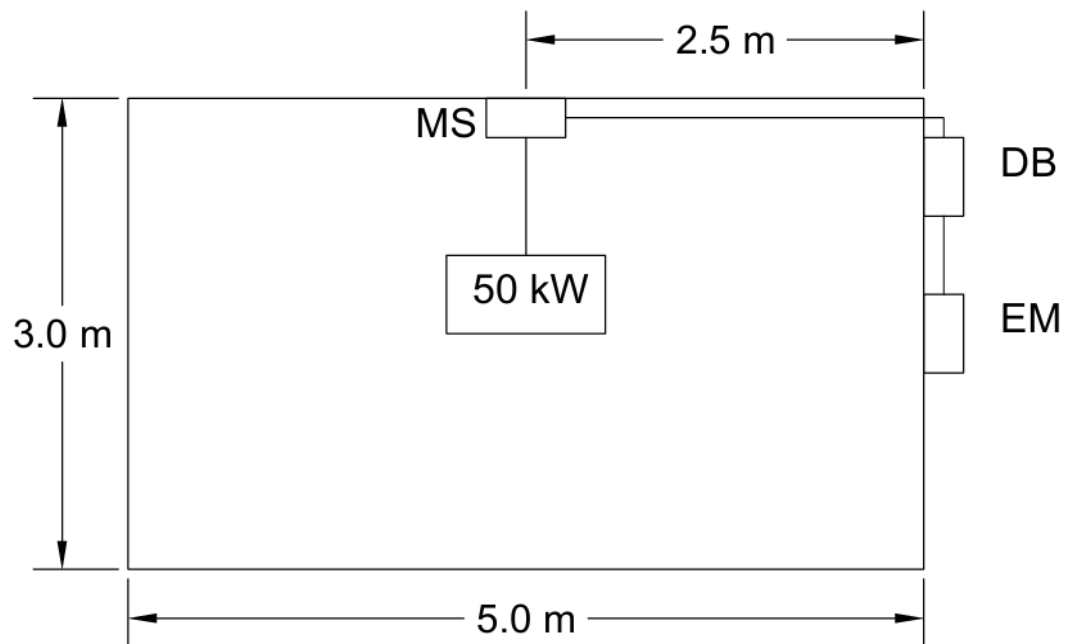
So, Use the 2.5 mm^2 , 4 core copper cable of 500V, 50Hz with ICTP switch or MCB of 16A, 690V/450V



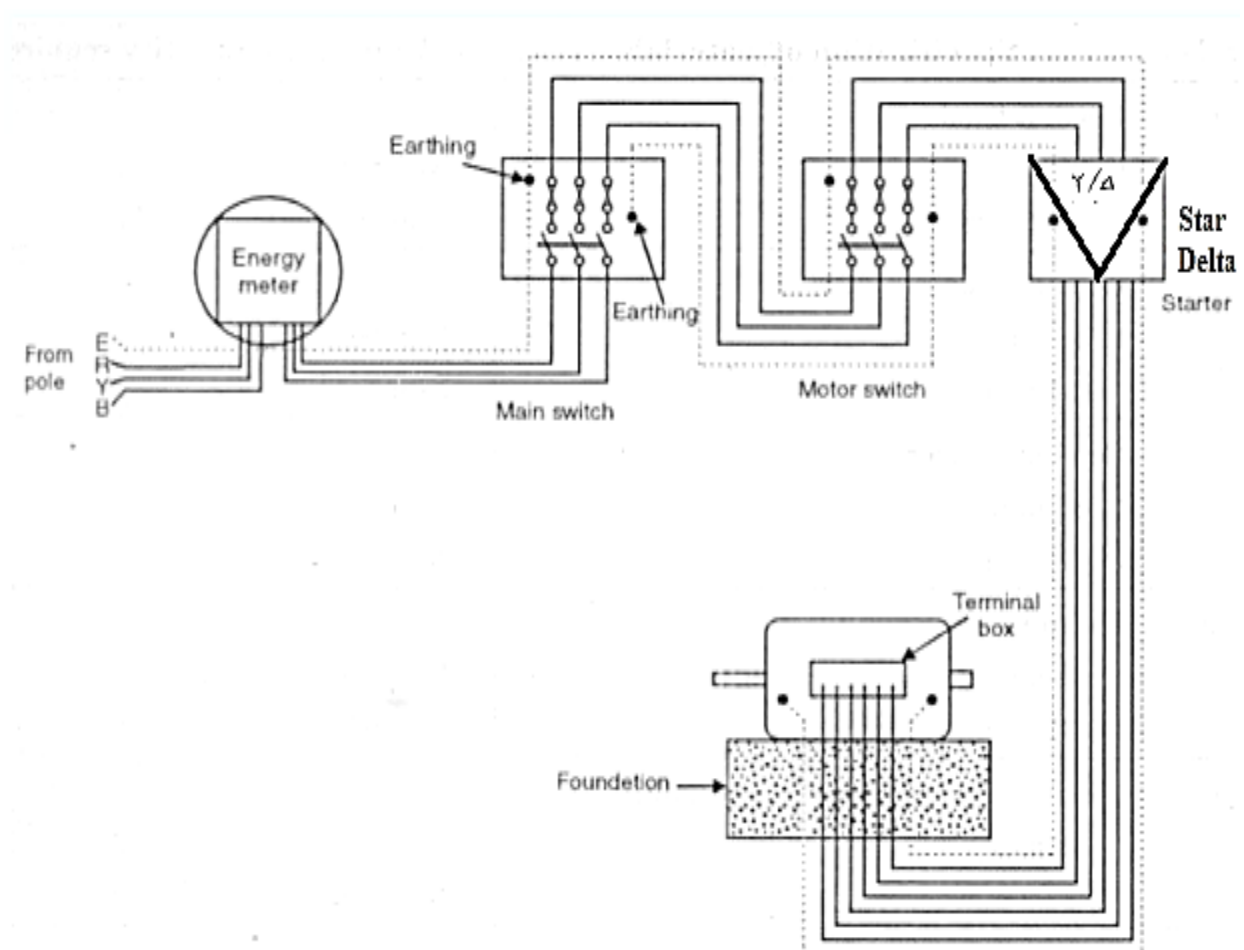
Sr.No.	Material	Quantity
1	16 A बस बार विथ न्यूट्रल लिंक (bus bar with natural link)	01
2	3 ph,4 wire,415V,30-60 A A.C. सप्लाय एनर्जी मीटर (supply energy meter)	01
3	एम.सि. बी./ आय सि टी पी (MCB/ICTP-450v-16A)	02
4	4mm ² कोअर कॉपर(4mm ² , 4core copper)	9m
5	1 इंच पी व्ही सि कंडक्ट (1 inch PVC conduct)	9m
6	डी ओ एल स्टार्टर (DOL Starter)	01
7	1 inch saddle	30
8	8 एस डब्लू जि अर्थिंग वायर (8 SWG earthing wire)	20m
9	अर्थिंग स्यान्ड्री (Earthing Sundry)	Lumpsum
10	अर्थिंग नट बोल्ड (Earthing Nut Board)	02
11	60cm*60cm*6.66mm कॉपर अर्थिंग प्लेट (copper earthing plate)	01
12	R.Y.B. इंडिकेशन लॅम्प (Indication Lamp)	3
13	स्क्रू १ इंच लेन्थ (Screw 1 inch length)	10
14	स्क्रू 3 इंच लेन्थ Screw 3 inch length	10
15	जंक्शन बॉक्स (Junction box)	4
16	मेन स्विच बोर्ड (Main switch board)	1
17	4*6 मेन स्विच बोर्ड विथ कट्टिंग (main switch board with cutting)	1
18	10*12 मेन स्विच बोर्ड विथ कट्टिंग (main switch board with cutting)	1

EX-02: औद्योगिक युनिटची डिझाइन इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन स्कीम (लेआउट आणि वायरिंग डायग्राम) 50 किलोवॉट मजल्यावरील मिलचे थ्री फेज लोड आहे. आवश्यक सामग्रीची यादी देखील तयार करा? (Design electrical installation scheme (Layout and wiring diagram) of industrial unit having three phase load of 50 KW floor mill. Also prepare the list of materials required)?

Ans: Layout



Wiring Diagram:



Schedule of Material:

Sr. No.	Material	Quantity
01	120 A बस बार विथ न्यूट्रल लिंक (bus bar with natural link)	01
02	3 फेज एनर्जी मीटर (3 phase Energy Meter)	01
03	32mm पी व्ही सि कॉन डार्ट 32mm PVC Conduit 1.5 mm thickness	20 pipes
04	मेन स्विच बोर्ड (Main switch board)	1
05	आय सि टी पी (ICTP (415V/120A))	1
06	स्टार डेल्टा स्टार्टर (Star Delta Starter)	1
07	Saddles	1 box
08	पी व्ही सि टेप (PVC tape)	1
09	स्क्रेव 3 इंच (Screw 3 inch)	30

EX-03: इंडस्ट्रीत 25 HP 3-फेज इंडक्शन मोटर इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशन साठी एलटी डिझाइन प्लॅन आणि आवश्यक मटेरियल ची यादी तयार करा? (In an industry having 25 HP, 3 phase induction motor. Prepare electrical installation LT design scheme and list of quantity of material required?)

Answer:

Assumptions:

1. इफिसिएंसिय (η)=0.85
2. व्होल्टेज (V)=415 V
3. पॉवर फॅक्टर ($p.f.$) = $\cos\phi=0.85$

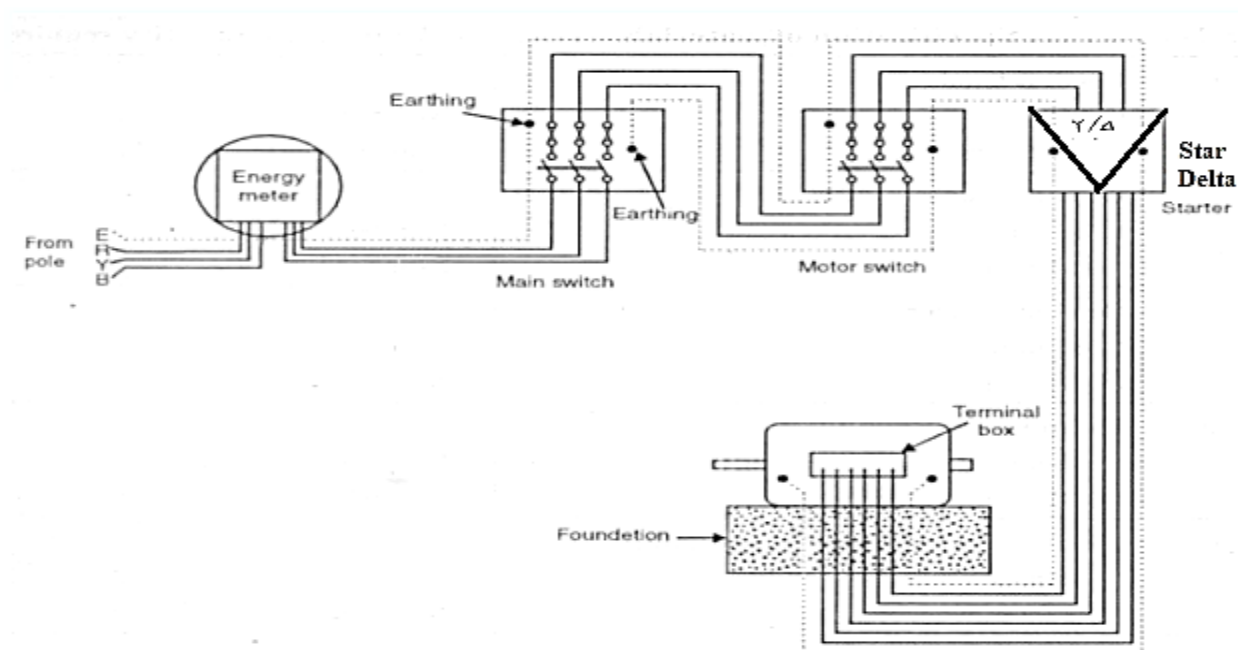
A) 25 HP 3 फेज इंडक्शन मोटर रेटिंग (Rating for 25 HP, 3-Ph I.M.):

$$\begin{aligned}\text{टोटल पॉवर (Total power)} &= \text{HP रेटिंग} \times 735.5 \\ &= 25 \times 735.5 \\ &= 18387.5 \text{ watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{इनपुट करंट (I}_L\text{)} &= (\text{टोटल पॉवर}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसि} \times \text{पॉवर फॅक्टर}) \\ &= (18387.5) / (\sqrt{3} \times 415 \times 0.85 \times 0.85) \\ &= 35 \text{ A}\end{aligned}$$

$$\text{स्टार्टिंग करंट (Starting Current)} = 1.5 \times 35 \text{ A} = 52.5 \text{ A}$$

So Use, the 16 mm², 4 core copper cable of 500V, 50Hz with ICTP switch.

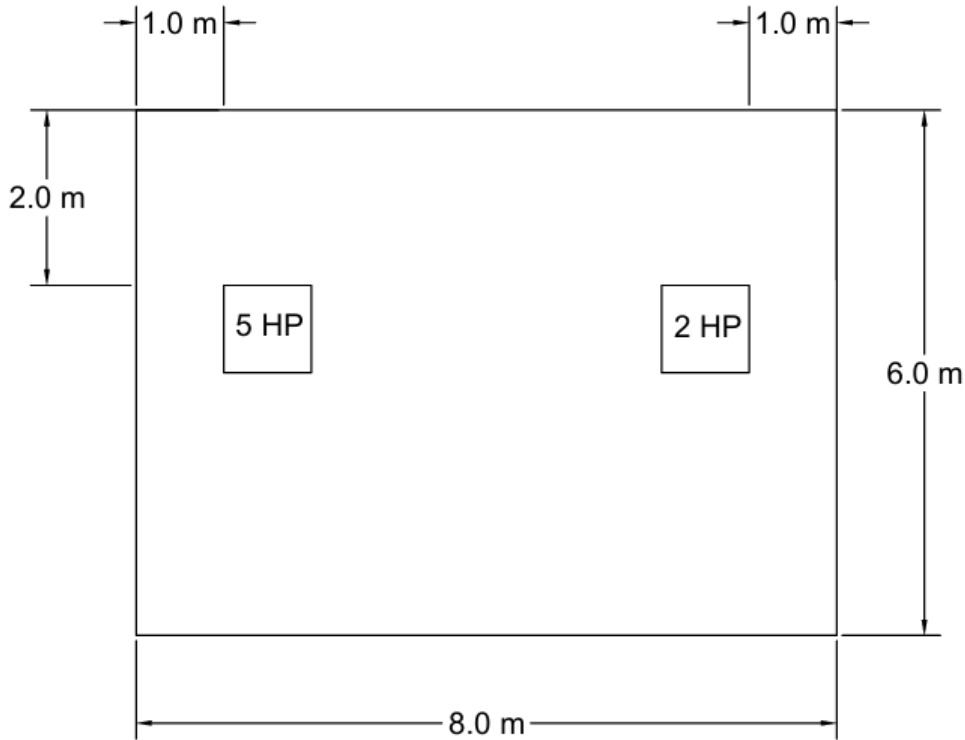


Schedule of Material:

Sr. No.	Material	Quantity
01	120 A बस बार विथ न्यूट्रल लिंक (bus bar with natural link)	01
02	3 फेज एनर्जी मीटर (3 phase Energy Meter)	01
03	32mm पी व्ही सि कॉन डार्ट 32mm PVC Conduit 1.5 mm thickness	20 pipes
04	मेन स्विच बोर्ड (Main switch board)	1
05	आय सि टी पी (ICTP-(415V/120A))	1
06	स्टार डेल्टा स्टार्टर (Star Delta Starter)	1
07	Saddles	1 box
08	पी व्ही सि टेप (PVC tape)	1
09	स्क्रेव 3 इंच (Screw 3 inch)	30

EX-04: आकृतीनुसार औद्योगिक लोडसाठी मटेरियलचे शेड्यूल तयार करा? (Prepare the schedule of material for industrial load as per figure?)

Ans:



Assumptions:

1. इफिसिएंसी (η) = 0.85
2. व्होल्टेज (V) = 415 V
3. पॉवर फॅक्टर (p.f.) = $\cos \phi = 0.85$

A) 5 HP 3 फेज इंडक्शन मोटर रेटिंग (Rating for 5 HP, 3-Ph I.M.):

$$\begin{aligned} \text{टोटल पॉवर (Total power)} &= \text{HP रेटिंग} \times 735.5 \\ &= 5 \times 735.5 \\ &= 3677.5 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{इनपुट करंट (I}_L\text{)} &= (\text{टोटल पॉवर}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसी} \times \text{पॉवर फॅक्टर}) \\ &= (3677.5) / (\sqrt{3} \times 415 \times 0.85 \times 0.85) \\ &= 7.08 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\text{स्टार्टिंग करंट (Starting Current)} = 1.5 \times 7.08 \text{ A} = 10.62 \text{ A}$$

So Use, the 4 mm², 4 core copper cable of 500V, 50Hz with ICTP switch or MCB of 16A, 690V/ 450V.

B) 2 HP 3 फेज इंडक्शन मोटर रेटिंग (Rating for 2 HP, 3-Ph I.M.):

$$\begin{aligned}\text{टोटल पॉवर (Total power)} &= \text{HP रेटिंग} \times 735.5 \\ &= 2 \times 735.5 \\ &= 1471 \text{ watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{इनपुट करंट (I}_L\text{)} &= (\text{टोटल पॉवर}) / (\sqrt{3} \times V_L \times \text{इफिसिएंसी} \times \text{पॉवर फॅक्टर}) \\ &= (1471) / (\sqrt{3} \times 415 \times 0.85 \times 0.85) \\ &= 2.83 \text{ A}\end{aligned}$$

$$\text{स्टार्टिंग करंट (Starting Current)} = 1.5 \times 2.83 \text{ A} = 4.245 \text{ A}$$

Schedule of Material:

Sr.No.	Material	Quantity
1	60A 500V बस बार विथ न्यूट्रल लिंक (60A ,500V bus bar with natural link)	01
2	आय सि टी पी (ICTP 35A ,500v motor Switch 5HP)	01
3	आय सि टी पी (ICTP 16A ,500v motor Switch 2HP)	01
4	३कोअर कॉपर कंडक्टर पि व्ही सि केबल 2 HP (3core copper conductor PVC cable 2HP Motor.)	6m
5	३कोअर कॉपर कंडक्टर पि व्ही सि केबल 5 HP 3core copper conductor PVC cable 5HP Motor.	7m
6	अर्थिंग सेट (Earthing set)	1
7	1 inch saddle	30
8	Cu no.8 अर्थिंग वायर (earthing wire)	20m
9	Earthing Sundry	Lumpsum
10	30cm*30cm कॉपर अर्थिंग प्लेट (copper earthing plate)	01
11	R.Y.B. इंडिकेशन लॅम्प (Indication Lamp)	3
12	मेन स्विच बोर्ड (Main switch board)	1
13	फ्लेक्सिबल पाईप (Flexible pipe Of 50mm)	1m

स्वाध्याय (EXERCISE):

1. वायरिंगचा प्रकार निवडताना विचारात घेण्याच्या घटक सांगा?

(State the factors to be considered in selecting the type of wiring)?

2. वायरिंग डायग्राम आणि तीन फेज, 415 V, 5 एचपी, इंडक्शन मोटर इंस्टॉलेशनचे सिंगल लाइन आकृती काढा?

(Draw wiring diagram and single line diagram of three phase, 415V, 5 HP, Induction motor installation.)?

3. एचपी आणि 5 एचपीचे 2 मोटर असणाऱ्या औद्योगिक इंस्टॉलेशन साठी मुख्य स्विच, मोटर स्विच, वितरण बोर्ड आणि केबलचे रेटिंग निश्चित करा?

(Decide the rating of main switch, Motor switch, distribution board and cable for a industrial installation of having 2 motos of 3 HP and 5 HP)

4. Figure. 2 मध्ये दर्शविल्यानुसार इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशनसाठी मटेरिअल्सचे शेड्यूल तयार करा

(Prepare the schedule of material for industrial installation as shown in Fig. No.2)

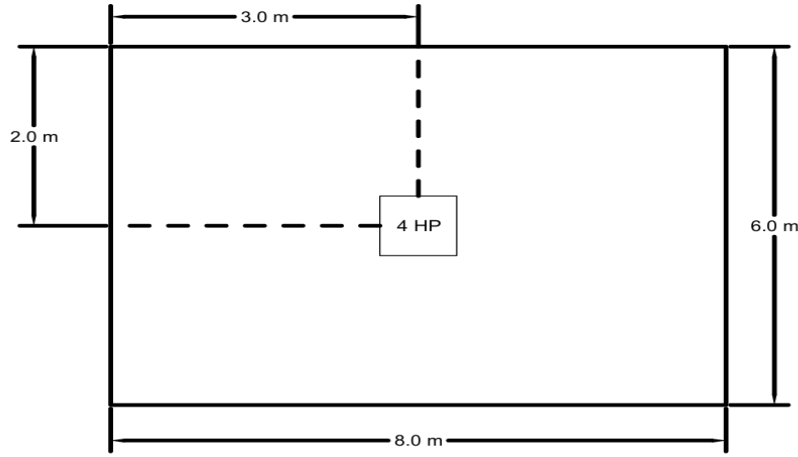


Fig. No. 2

5. इंडस्ट्रियल इन्स्टॉलेशन मधील डिझाईन कन्सिडरेशन सांगा?

(State the design considerations in case of industrial installation)

6. इंडस्ट्रियल लोड आणि नॉन इंडस्ट्रियल लोड यांच्यातील दोन फरक लिहा?

(Write two differences between non-industrial and industrial load?)

7. 3 फेज इंडक्शन मोटर स्टार डेल्टा स्टार्टर सप्लाय ला कनेक्ट केलेली आहे तर वायरिंग डायग्राम काढा आणि लेबलिंग करा?

(Draw and label wiring diagram for 3-phase induction motor connected to supply with star-delta starter)

8. औद्योगिक युनिटची डिझाईन इलेक्ट्रिकल इंस्टॉलेशन स्कीम (लेआउट आणि वायरिंग डायग्राम) 50 किलोवॉट मजल्यावरील मिलचे तीन फेज लोड आहे. आवश्यक मटेरियल ची यादी देखील तयार करा?

(Design electrical installation scheme (Layout and wiring diagram) of industrial unit having three phase load of 50 KW floor mill. Also prepare the list of materials required)

9. इन इंडस्ट्रीज २५ HP ३ फेज इंडक्शन मोटर साठी इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशन एलटी डिझाईन प्लॅन आणि आवश्यक

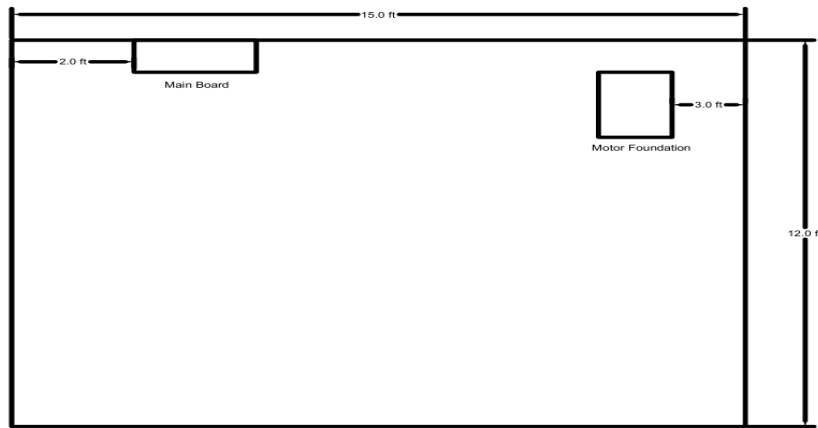
मटेरियल ची यादी तयार करा? (In an industry having 3 phase 25 HP induction motor. Prepare electrical installation LT design scheme and list of quantity of material required

Assuming $\eta = 0.85$ and $V = 415V$. $p.f. = \cos \phi = 0.85$)?

10. मोटरसाठी स्टार्टरच्या निवडीसाठी निकष स्पष्ट करा. Star delta स्टार्टर साठी वायरिंग आकृती काढा?

(Explain criteria for selection of starter for motor. Draw wiring diagram for $(\lambda)/\Delta$)?

11. इन इंडस्ट्रीज 15 HP ३ फेज इंडक्शन मोटर साठी इलेक्ट्रिकल इन्स्टॉलेशन एलटी डिझाइन प्लॅन आणि आवश्यक मटेरियल ची यादी तयार करा? (In a workshop, one 15 HP 400 Volts, three phase 50 Hz motor is to be installed. Prepare the estimate of quantity of material required and its cost with a layout of the wiring. The plan of the workshop is shown in Figure No. 2)

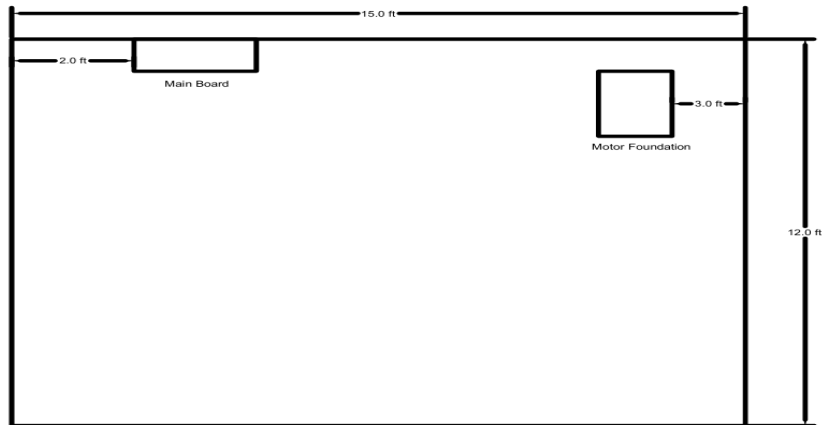


12. औद्योगिक इन्स्टॉलेशनमध्ये मुख्य स्विच, डीबी आणि केबलचे रेटिंग कसे ठरविले जाते ते स्पष्ट करा?

Explain how rating of main switch, DB and cable is decided in industrial installation?

13. साठी 3 फेज, 440 व्ही, 50 हर्ट्ज, 7 एचपी इंडक्शन मोटर इन्स्टॉल करण्यासाठी तपशीलवार प्लॅन तयार करा क्रशिंग रूमचा आकार 12 फूट * 15 फूट आवश्यक आहे आणि इन्स्टॉलेशन प्लॅन आणि वायरिंग आकृती काढा?

(Prepare detail estimation to install 3 phase, 440 V, 50Hz, 7HP Induction motor for a crusher. The size of crushing room is 12 feet * 15 feet assume the necessary and sufficient data. Draw installation plan and wiring diagram?)



14. व्होल्टेज स्तरावर केबलचे वर्गीकरण करा? (State the classification of cable on voltage level?)

15. स्टार/डेल्टा स्टार्टरद्वारे तीन टप्प्यातील पुरवठ्याशी जोडलेल्या इंडक्शन मोटरचे इंडक्शन मोटर वायरिंग डायग्रामसाठी स्टार्टरच्या निवडीचे निकष स्पष्ट करा

(Explain the criteria for selection of starter for induction motor Draw wiring diagram of Induction motor connected to three phase supply through star/Delta starter).

REFERENCES:

Sr. No.	Author	Title	Publisher with ISBN Number
1	K.B.Raina, S.K.Bhattacharya	Electrical Design Estimating and Costing	New Age International Publisher, First, Reprint 2010, ISBN:13: 978-8122443585
2	Surjit Singh, Ravi Deep Singh	Electrical Estimating and Costing	Dhanpat Rai and Sons, 2014 New Delhi, ISBN:1234567150995
3	J.B. Gupta	A Course in Electrical Installation Estimating and Costing	S.K. Kataria and Sons; New Delhi Reprint Edition, 2013, ISBN: 13: 978-9350142790

LEARNING WEBSITES & PORTALS:

Sr. No	Link / Portal	Description
1	https://standardsbis.bsbedge.com/	SP:30 NEC 2023
2	https://gem.gov.in/	GeM portal for procurement.

युनिट - ४

पब्लिक लाइटिंग इन्स्टॉलेशन

Public Lighting Installation

➤ विषय निष्पत्ती (Course Outcome):

CO4 - पब्लिक लाइटिंग इन्स्टॉलेशनचा एस्टिमेट तयार करा

➤ घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcome):

- पब्लिक लाइटिंग इन्स्टॉलेशनचाशी संबंधित दिलेल्या अटींचे वर्णन करा.
(Describe given terms related to public lighting installation).
- स्ट्रीट लाईट बसवण्यासाठी योग्य साहित्य निवडा.
(Select proper materials for streetlights installation.)
- हाय-मास्ट लाइटिंगच्या इन्स्टॉलेशनसाठी योग्य साहित्य निवडा.
(Select proper materials for High-mast lighting installation)
- स्ट्रीट लाईट आणि हाय-मास्ट लाइटिंगचा एस्टिमेट तयार करा.
(Carry out estimation of streetlights and High-mast lighting).

परिचय (Introduction):

आऊटडोअर इन्स्टॉलेशन (outdoor installation) त्यांच्या मध्यम ते तीव्र पर्यावरणीय परिस्थितींना सामोरे जाण्याच्या गुणधर्मांमुळे वैशिष्ट्यपूर्ण असतात. याव्यतिरिक्त, आऊटडोअर इन्स्टॉलेशन (outdoor installation) विद्युत उर्जा सहसा विशिष्ट उद्देशांसाठी वापरली जाते, जसे की पब्लिक लाइटिंग (Public lighting) किंवा हेवी मशीनरीच्या आवश्यकतांसाठी (उदाहरणार्थ, खुल्या खाणींमध्ये (open cast mines)). उत्तरार्धाच्या बाबतीत, या प्रतिष्ठानांचे कार्य इनडोअर इन्स्टॉलेशपेक्षा (indoor installation) अधिक कठीण असते, त्यामुळे त्यांच्या रचनेत विशेष बाबींचा विचार करावा लागतो.

काही आऊटडोअर इन्स्टॉलेशन (outdoor installation) अल्पकालीन कालावधीसाठी उभारली जातात, ज्यानंतर त्यांना काढून टाकण्याचा विचार केला जातो. अशा इन्स्टॉलेशनना टेम्पररी इन्स्टॉलेशन (temporary installation) म्हणतात. सोयीसाठी आणि इतर सुरक्षिततेच्या तरतुदी लक्षात घेऊन, हा कालावधी सहा महिन्यांपेक्षा जास्त नसावा असे निश्चित केले जाते. परमनंट आऊटडोअर इन्स्टॉलेशन (permanent outdoor installation) ती असतात जी सामान्यतः दीर्घ कालावधीसाठी वापरली जातात.

4.1 आऊटडोर इंस्टॉलेशन क्लासिफिकेशन, स्ट्रीटलाइट/ पब्लिक लाइटिंग इंस्टॉलेशन (Classification of outdoor installations, streetlight/ public lighting installation)

1) पब्लिक लाइटिंग इंस्टॉलेशन (Public Lighting Installations): स्ट्रीटलाइट (street light), लाइट पोल (light pole), लॅम्प पोस्ट (lamppost), लाइट स्टॅण्डर्ड (light standard) किंवा लॅम्प स्टॅण्डर्ड (lamp standard) हा रस्ता किंवा मार्गाच्या कडेला उभारलेला प्रकाशाचा स्रोत असतो. परमनंत आऊटडोर इंस्टॉलेशन पैकी एक सर्वसामान्य प्रकार म्हणजे पब्लिक लाइटिंग इंस्टॉलेशन, जी सार्वजनिक मार्गांचे लाइटिंग योजनासाठी वापरली जातात. यांचा उद्देश विविध वाहतूक मार्ग आणि शहरी केंद्रांचे योग्य लाइटिंग मान सुनिश्चित करणे हा असतो.



Figure. 4.1.1.1 - रस्त्याच्या दोन्ही बाजूंना
स्ट्रीट लाइट

(Street lights on both sides of road)



Figure. 4.1.1.2 - महत्वाच्या ठिकाणी
स्ट्रीट लाइट

(Street lights at important locations)

2) टेम्पररी आऊटडोर इंस्टॉलेशन्स (Temporary Outdoor Installations): विद्युत इंस्टॉलेशन (Electrical installations) अनेकदा अल्पकालीन वापरासाठी, काही तासांपासून काही महिन्यांपर्यंत, डिजाइन करून उभारण्याची आवश्यकता असते आणि ती मोकळ्या जागेत वीजपुरवठा स्रोताला जोडली जातात. अशा इंस्टॉलेशन इमारतींमधील इंस्टॉलेशनच्या तुलनेत पर्यावरणीय धोक्यांपासून सामान्यतः असुरक्षित असतात.



Figure. 4.1.1.3 - बांधकाम स्थळावरील
स्ट्रीट लाइट

(Lighting at construction sites)



Figure. 4.1.1.4 लग्न, स्वागत समारंभ, धार्मिक
इतर सार्वजनिक कार्यक्रमांसाठी स्ट्रीट लाइट
(Lighting for the purposes of marriages,
Reception, religious and other public function)

3) परमनंट आऊटडोअर इन्स्टॉलेशन (Permanent Outdoor Installations): परमनंट आऊटडोअर इन्स्टॉलेशनतात्पुरत्या (६ महिन्यांपेक्षा कमी कालावधीच्या) इन्स्टॉलेशन च्या तुलनेत विशेष ट्रीटमेंटची आवश्यकता असते, कारण असे इन्स्टॉलेशन आणि त्यातील उपकरणे सतत कठीण सेवाशर्तींना सामोरे जातात. उपकरणे आणि घटकांची रचना व निवड करताना अपेक्षित इलेक्ट्रिकल लोड (electrical load), कार्यप्रणाली वैशिष्ट्ये आणि कार्यचक्र यांसोबतच विशेष आणि कठीण पर्यावरणीय, कार्यरत, वाहतूक आणि साठवणूक परिस्थितींचा विचार करणे आवश्यक आहे.



Figure. 4.1.1.5 - उघडी खाण किंवा खुली खाण
(Open-cut or open-cast mine)



Figure. 4.1.1.6 - विमानतळ
(Airport aprons)

➤ **NEC 2023 नुसार वापरलेली शब्दावली (Terminology used according to NEC 2023)**

a) महामार्गाशी संबंधित शब्दावली (Terms related to highway):

i) महामार्ग (Highway) महामार्ग म्हणजे वाहन वाहतुकीसाठी असलेला मार्ग, ज्यावर वाहतूक कायदेशीररित्या प्रवास करू शकतात



Figure. 4.1.2.1 - महामार्ग (Highway)

- ii) **लेआउट (Layout)** लेआउटमध्ये महामार्गाच्या पृष्ठभागाव्यतिरिक्त असलेल्या सर्व भौतिक वैशिष्ट्यांचा समावेश होतो, ज्यांचा लाइटिंग इंस्टॉलेशनचे नियोजन करताना विचार केला जातो.
- iii) **कॅरेजवे (Carriageway)** कॅरेजवे म्हणजे महामार्गाचा असा भाग जो प्रामुख्याने वाहन वाहतुकीसाठी नियोजित असतो.
- iv) **दुहेरी कॅरेजवे (Dual Carriageway)** विभक्त कॅरेजवेचे नियोजन जे प्रत्येक दिशेतील वाहतुकीसाठी स्वतंत्रपणे राखीव असते.



Figure. 4.1.2.2 - कॅरेजवे (Carriageway)



Figure.4.1.2.3 दुहेरी कॅरेजवे (Dual Carriageway)

- v) **केंद्रीय राखीव (Central Reserve)** हे दुहेरी कॅरेजवे (Dual Carriageway) विभाजित करणारे उभे अंतर असते.



Figure. 4.1.2.4 – केंद्रीय राखीव (Central Reserve)

vi) सर्व्हिस रोड (Service Road) हा मुख्य रस्ता आणि त्याला समोरासमोर असलेल्या इमारती किंवा मालमत्तांदरम्यान असलेला एक दुय्यम रस्ता आहे. याला मुख्य रस्ताच्या समांतर असलेला रस्ता असेही वर्णन करता येते, जो परिसराला प्रवेश प्रदान करतो आणि केवळ निवडक ठिकाणी मुख्य रस्ताशी जोडलेला असतो.



Figure. 4.1.2.5 – सर्व्हिस रोड (Service Road)

vii) सायकल ट्रॅक (Cycle Track) हा महामार्गाचा असा भाग आहे जो केवळ सायकल चालकांसाठी वापरण्यात येतो.



Figure. 4.1.2.6 – सायकल ट्रॅक (Cycle Track)

viii) **पायवाट (Footway)** पायवाट (Footway) हा रस्त्याचा असा भाग आहे जो फक्त पादचाऱ्यांसाठी राखीव असतो.



Figure. 4.1.2.7 – पायवाट (Footway)

ix) **कडा (Verge)** कडे म्हणजे कॅरेजवेच्या दोन्ही बाजूंना असलेला कच्चा भाग, जो महामार्गाचा एक भाग असतो आणि प्रामुख्याने कॅरेजवेच्या समान पातळीवर असतो.



Figure. 4.1.2.8 – कडा (Verge)

x) **शोल्डर (Shoulder)** हा महामार्गाचा मुख्य कॅरेजवेलगत असलेला आणि त्याच पातळीवर असलेला पट्टा आहे, जो आपत्कालीन परिस्थितीत वाहने कॅरेजवेच्या बाहेर घेण्यासाठी संधी प्रदान करतो



Figure. 4.1.2.9 – शोल्डर (Shoulder)

- xi) रिफ्युज (Refuge)** रिफ्युज म्हणजे एक उंचवट्याचा प्लॅटफॉर्म किंवा संरक्षित क्षेत्र, जो कॅरेजवेच्या आत वाहतूक प्रवाह विभाजित करण्यासाठी आणि पादचाऱ्यांसाठी सुरक्षितता क्षेत्र प्रदान करण्यासाठी तयार केलेला असतो.

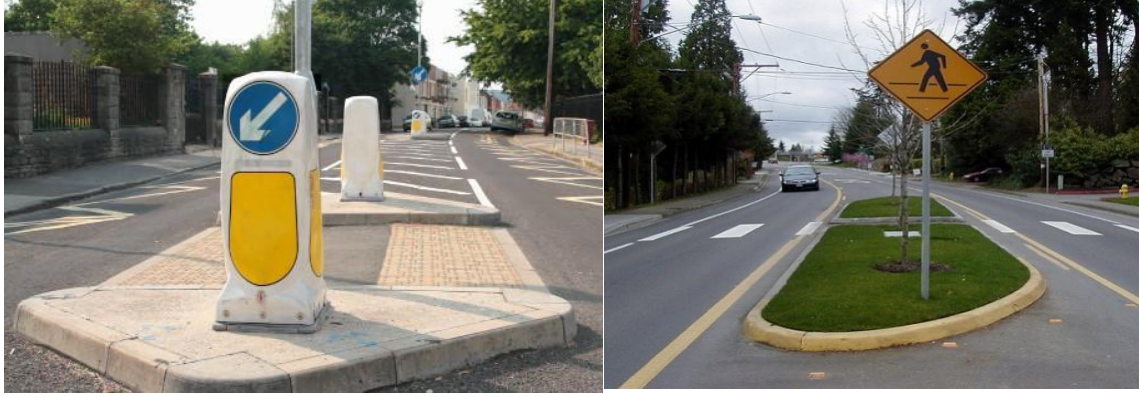


Figure. 4.1.2.10 – रिफ्युज (Refuge)

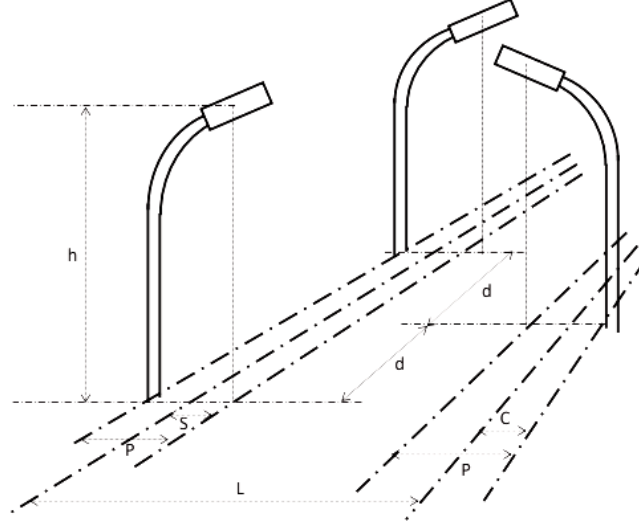
- xii) कर्ब (Kerb)** कर्ब म्हणजे कॅरेजवेच्या काठावर दगड, काँक्रीट किंवा इतर कठोर सामग्रीची सीमा.



Figure. 4.1.2.11 – कर्ब (Kerb)

b) लाइटिंग इंस्टॉलेशन संबंधित शब्दावली (Terms related to lighting installation):

- i) **लाइटिंग इंस्टॉलेशन (Lighting Installation)** — महामार्गाला लाइटिंग देण्यासाठी पुरवलेली संपूर्ण उपकरणे, ज्यामध्ये दिवे, ल्यूमिनेरस, सहाय्यक साधने आणि विद्युत व इतर सहाय्यक उपकरणांचा समावेश असतो.
- ii) **लाइटिंग सिस्टम (Lighting System)** — ल्यूमिनेरसच्या (luminaires) एक मालिका (array) जी विशिष्ट लाइटिंग वितरण असलेली असते आणि ही वितरणाच्या अनुरूप ठिकाणी बसवली जाते. (लाइटिंग प्रणाली साधारणपणे त्यांच्या विशिष्ट लाइटिंग वितरणाच्या नावाने ओळखली जातात, उदाहरणार्थ, कट-ऑफ (cut-off), सेमी-कट-ऑफ (semi-cut-off), इत्यादी).



Key: p = आउटरीच (Outreach), h = माउंटिंग उंची (Mounting Height), s = ओवरहॅंग (Overhang), L = कॅरेजवेची रुंदी (Width of Carriageway), d = अंतर (Spacing)

Figure. 4.1.2.12 – ल्यूमिनेरसच्याच्या वैशिष्ट्यपूर्ण परिमाणे (Luminaries Characteristic Dimensions)

- iii) ल्यूमिनेर (Luminaire)** — एक किंवा अधिक दिव्यांसाठी असलेली एक हाऊसिंग (housing), ज्यात एक साचा आणि दिव्यांसोबत असलेले कोणतेही रिफ्रॅक्टर (refractor), रिफ्लेक्टर (reflector), डिफ्यूसर (diffuser) किंवा बंदिस्त करणारे घटक समाविष्ट असतात.
- iv) आउटरीच (Outreach)** — कॉलम किंवा भिंतीच्या काठापासून ल्यूमिनेरच्या केंद्रापर्यंत मोजलेली क्षितिज अंतर. (Fig. 4.1.2.12 पाहा).
- v) ओवरहॅंग (Overhang)** — ओवरहॅंग ल्यूमिनेरच्या केंद्रापासून ब्रॅकेटवर बसवलेले असते, आणि कॅरेजवेच्या जवळील कॉर्नर पर्यंत मोजलेले क्षितिज अंतर असते. (Fig. 4.1.2.12 पाहा).
- vi) माउंटिंग उंची (Mounting Height)** — ल्यूमिनेरच्या केंद्रापासून कॅरेजवेच्या पृष्ठभागापर्यंत उभ्या दिशेतील मोजलेले अंतर. (Fig. 4.1.2.12 पाहा).
- vii) अंतर (Spacing)** — लायटिंग इंस्टॉलेशन मध्ये सलग दोन ल्यूमिनेरमधील, कॅरेजवेच्या मध्यरेषेवर मोजलेले अंतर. (Fig. 4.1.2.12 पाहा).
- viii) स्पॅन (Span)** — लायटिंग इंस्टॉलेशन मधील सलग दोन ल्यूमिनेरमधील असा भाग, जो एक ल्यूमिनेरपासून दुसऱ्या ल्यूमिनेरपर्यंत असतो.
- ix) कॅरेजवेची रुंदी (Width of Carriageway)** — कॅरेजवेच्या लांबीला समकोण असलेल्या कर्ब रेषांमधील अंतर. (Fig. 4.1.2.12 पाहा).

- x) व्यवस्था (Arrangement)** — ल्यूमिनेर ज्या पद्धतीने योजने नुसार इंस्टॉल केले जातात, उदाहरणार्थ, स्थिर (staggered), अक्षीय (axial), विरोधी (opposite).
- xi) भूमिती (लाइटिंग प्रणालीची) (Geometry (of a Lighting System))**— प्रणालीच्या परस्पर संबंधित रेखीय आयामांची आणि वैशिष्ट्यांची रूपरेषा, ज्यामध्ये अंतर (spacing), माउंटिंग उंची (mounting height), रुंदी (width), ओव्हरहॅंग (overhang) आणि व्यवस्था (arrangement) यांचा समावेश होतो.

c) फोटोमेट्रिक शब्दावली (Photometric terms):

- i) ल्यूमिनस फ्लक्स (Luminous Flux):** लाइटिंग स्रोत किंवा ल्यूमिनेर किंवा पृष्ठभागाने प्राप्त केलेला लाइटिंग. ल्यूमिनस फ्लक्सचे युनिट लुमेन (Lumen, lm) आहे.
- ii) लोअर हेमिस्फेरिकल फ्लक्स (Lower Hemispherical Flux) किंवा डाऊनवर्ड फ्लक्स (Downward Flux):** ल्यूमिनेरद्वारे क्षितिज (horizontal) रेषेच्या खाली सर्व दिशांमध्ये उत्सर्जित केलेला लाइटिंग.
- iii) ल्यूमिनस इंटेन्सिटी (Luminous Intensity):** ल्यूमिनस इंटेन्सिटी म्हणजे ल्यूमिनेरची कोणत्याही दिशेने लाइटिंग देण्याची क्षमता. ल्यूमिनस इंटेन्सिटीचे युनिट कॅंडेला (Candela, cd) आहे.
- iv) इल्युमिनेशन (Illumination):** इल्युमिनेशन म्हणजे पृष्ठभागावर प्रति एकक पडणारा ल्यूमिनस फ्लक्स (लाइटिंग). प्रदीपन चे युनिट ल्यूमिन प्रति चौरस मीटर (लक्स, Lux) आहे.
- v) ल्यूमिनन्स (Luminance):** ल्यूमिनन्स म्हणजे पृष्ठभागाच्या प्रति एकक प्रक्षेपित क्षेत्रावर असलेली ल्यूमिनस इंटेन्सिटी. सामान्य युनिट कॅंडेला प्रति चौरस मीटर (candela per square meter, cd/m²) आहे.
- vi) ल्यूमिनोसिटी (Luminosity):** ल्यूमिनोसिटी हे दृश्य संवेदनांचे गुणधर्म आहे ज्यानुसार एखादे क्षेत्र कमी किंवा जास्त लाइटिंग उत्सर्जित होताना दिसते. याला ब्राइटनेस (brightness) म्हणतात.
- vii) लाइट आउटपुट (Light Output):** लाइट आउटपुट म्हणजे ल्यूमिनेरद्वारे उत्सर्जित केलेला ल्यूमिनस फ्लक्स अथवा लाइटिंग (luminous flux).
- viii) लाइट वितरण (Light Distribution):** ल्यूमिनेरद्वारे अवकाशातील विविध दिशांमध्ये ल्यूमिनस इंटेन्सिटीचे अथवा प्रकाशाचे वितरण.
- ix) सममितीय (विपरीत असममितीय) वितरण (Symmetrical Distribution):** ल्यूमिनेरच्या उभ्या अक्षाच्या संदर्भात मोठ्या प्रमाणावर सममितीय (किंवा विपरीत असममितीय) असलेले ल्यूमिनस इंटेन्सिटीचे वितरण अथवा प्रकाशाचे वितरण.
- x) अक्षीय (विपरीत अनाक्षीय) वितरण (Axial Distribution):** एक असममितीय वितरण, ज्यामध्ये जास्तीत जास्त ल्यूमिनस इंटेन्सिटीच्या दिशा कॅरेजवेच्या अक्षाशी मोठ्या प्रमाणात समांतर असलेल्या उभ्या स्तरांमध्ये असतात (किंवा नसतात).

xi) पीक इंटेन्सिटी गुणोत्तर (Peak Intensity Ratio): क्षितिजाच्या खाली उत्सर्जित केलेल्या प्रकाशाच्या कमाल तीव्रतेचे सरासरी अर्धगोलाकार तीव्रतेशी असलेले गुणोत्तर.

xii) सरासरी अर्धगोलाकार तीव्रता (Mean Hemispherical Intensity): खालच्या दिशेतील लाइटिंग प्रवाह (डाउनवर्ड फ्लक्स) $6.28 (2\pi)$ ने भागलेला (ही खालच्या अर्धगोलातील सरासरी तीव्रता आहे).

xiii) तीव्रता गुणोत्तर (विशिष्ट दिशेत) (Intensity Ratio): ल्यूमिनेरच्या विशिष्ट दिशेतील वास्तविक तीव्रतेचे सरासरी अर्धगोलाकार तीव्रतेशी असलेले गुणोत्तर.

xiv) बीम (Beam): ल्यूमिनेरच्या प्रभावी केंद्रावर तयार होणाऱ्या ठोस कोनात समाविष्ट असलेला प्रकाशाचा असा भाग, ज्यामध्ये कमाल तीव्रता असते, जी तीव्रता कमाल तीव्रतेच्या 90 टक्क्यांपेक्षा कमी नसते.

xv) बीम केंद्र (Beam Centre) उभ्या समतलात (vertical plane) कमाल तीव्रतेच्या दिशेतून जाणाऱ्या आणि कोणत्याही दिशेत जिथे तीव्रता कमाल तीव्रतेच्या 90 टक्के असते, त्यामधील मध्यबिंदू.

xvi) आयसो-कॅंडेला वक्र (Isocandela Curve): एका काल्पनिक गोळ्यावर (ज्याच्या केंद्रस्थानी लाइटिंग स्रोत असतो) काढलेली वक्ररेषा, जी त्या सर्व बिंदूंना जोडते ज्या दिशांमध्ये लाइटिंग तीव्रता समान असते किंवा या वक्ररेषेचे समतलीय प्रक्षेपण असते (plane projection).

xvii) आयसो-कॅंडेला आकृती (Isocandela Diagram): वक्ररेषांचे संयोजन करणारी आकृती.

xviii) ध्रुवीय वक्र (Polar Curve): ध्रुवीय निर्देशांक (polar co-ordinates) वापरून तयार केलेली लाइटिंग वितरणाची वक्ररेषा.

d) ल्युमिनियर्सशी संबंधित शब्दावली (Terms related to luminaries):

i) रस्त्यावरील लाइटिंग ल्यूमिनेर (Street Lighting Luminaire): लाइटिंग स्रोत किंवा स्रोतांचे संलग्न आवरण, ज्यामध्ये कोणताही अपवर्तक (refractor), परावर्तक (reflector), प्रसारक संरचना (dispersive surround) किंवा इतर संरक्षक कवच समाविष्ट असू शकते. हे लाइटिंग वितरण आवश्यक त्या प्रकारे सुधारण्यासाठी, हवामानाच्या परिस्थितीपासून व कीटकांपासून संरक्षण करण्यासाठी, तसेच स्वरूप, उजळपणा आणि इतर लाइटिंग गुणधर्म टिकवण्यासाठी वापरले जाते.

ii) कट-ऑफ ल्यूमिनेर (Cut-off Luminaire): अशा प्रकारचा ल्यूमिनेर जो दिवे आणि उच्च लाइटिंग असलेल्या पृष्ठभागांना प्रकाशापासून संरक्षण करणे तंत्राचा उपयोग करतो, ज्यामुळे लाइटिंग चमक (glare) कमी होते.

iii) अर्ध-कट-ऑफ ल्यूमिनेर (Semi-cut-off Luminaire): कट-ऑफ ल्यूमिनेरप्रमाणेच कार्य करणारा ल्यूमिनेर, ज्याची चमक कमी करण्याची क्षमता तुलनेने कमी असते.

- iv) **एकात्मिक ल्यूमिनेर (Integral Luminaire):** सर्व आवश्यक उपकरणांसह (जसे की बलास्ट (ballast), स्टार्टर, इग्रायटर, कॅपेसिटर इत्यादी) समाविष्ट असलेला ल्यूमिनेर, जो त्याच्या मुख्य संरचनेमध्येच बसवलेला असतो.
- v) **पोस्ट टॉप ल्यूमिनेर (Post Top Luminaire):** अशा प्रकारचा ल्यूमिनेर जो स्ट्रीट लाईट पोल वर सममितीय पद्धतीने बसवण्यासाठी डिझाइन केला जातो.

➤ **पब्लिक लाइटिंग इन्स्टॉलेशन इन्स्टॉलेशन चे उद्दीष्टे (Aim of public lighting installation)**

रस्त्यांच्या वर्गीकरणानुसार, पब्लिक लाइटिंग इन्स्टॉलेशन स्थापनेची उद्दीष्टे पुढीलप्रमाणे आहेत:

1. **मुख्य रस्ते (Main Roads):** मुख्य रस्त्यांवर, पुलांवर आणि उड्डाणपुलांवर (गट A, B आणि D) सार्वजनिक इन्स्टॉलेशन चे उद्दीष्ट म्हणजे रस्त्यावरील वापरकर्त्यांना रात्री जास्तीत जास्त सुरक्षितता आणि आरामदायकतेसह प्रवास करण्यास अनुमती देणे, जेणेकरून रस्त्याची वाहतूक क्षमता रात्री दिवसा नियोजित क्षमतेसारखीच राहील. यासाठी, रस्ता जंक्शन्स आणि पादचारी क्रॉसिंगच्या इन्स्टॉलेशन च्या डिझाइन करताना विशेष विचार केला जातो, जेणेकरून चालकांना ही ठिकाणे सहजपणे ओळखता येतील.
2. **निवासी भागातील रस्ते (Roads in Residential Areas):** निवासी भागातील रस्त्यांवर (गट C) सार्वजनिक इन्स्टॉलेशनचे मुख्य उद्दीष्ट म्हणजे मुख्यतः पादचाऱ्यांसाठी (pedestrians) रस्त्याच्या मार्गावर आणि पदपथावर (footpath) लाइटिंग प्रदान करणे, जेणेकरून त्यांच्या सुरक्षिततेस आणि सोयीस मदत होईल. इन्स्टॉलेशन करताना लाइटिंग मृदू असावा आणि ग्लेअर (प्रकाशाची चमक - Glare) निर्माण होऊ नये याची विशेष काळजी घेतली पाहिजे.
3. **शहर केंद्रातील रस्ते (Roads in City Centres):** शहर केंद्रातील रस्त्यांसाठी (गट E) इन्स्टॉलेशन डिझाइन करताना मुख्यतः पादचाऱ्यांसाठी पदपथांचे योग्य लाइटिंग मान सुनिश्चित करणे आवश्यक असते, तसेच चालकांच्या सोयीसाठीही विचार केला जातो. याशिवाय, वाहतुकीचा प्रवाह, रस्त्यावरील विभाजक (dividers), आयलंड (Island), गोल वळणे (Roundabout) इत्यादी सहजपणे ओळखता येतील याची काळजी घेतली जाते.
4. **विशेष आवश्यकता असलेले रस्ते (गट F) (Roads with Special Requirements (Group F):** खालीलपैकी प्रत्येकासाठी स्वतंत्र विचार करणे आवश्यक आहे:
 - i. **विमानतळे (Airports) -** विमानतळांच्या परिसरातील रस्त्यांच्या प्रकाशाची रचना करताना मुख्य विचार म्हणजे कोणत्याही परिस्थितीत, पायलटने (विमान चालकाने) रात्रीच्या वेळी विमानतळ लँडिंग स्ट्रिप (landing strip) म्हणून रस्त्याचा विस्तार चुकणार नाही याची खात्री करणे. तसेच दिव्यांनी पायलटला टेकऑफ (Takeoff) करताना किंवा अधिक विशेषतः लँडिंग करताना प्रकाशाची चमक (glare) डोळ्यांवर येऊ नये, ज्यामुळे लँडिंग आणि टेकऑफ करताना व्यत्यय येऊ शकतो.

- ii. **रेल्वे आणि डॉक्स (Railways and docks)** — रेल्वे चालकाला आपल्या कार्याच्या दरम्यान ट्रॅकवर अनेक सिग्नल्स निरीक्षण करावे लागतात. त्यामुळे कोणताही रस्त्याचा दिवा चालकाच्या दृष्टीला झगमगाट करणार नाही किंवा तो ट्रॅक सिग्नलसारखा भासणार नाही, याची खात्री करणे आवश्यक आहे.

➤ **रोड लाइटिंगची उद्दिष्टे (Objectives of Road lighting):**

- वाहतूक आणि पादचाऱ्यांचा प्रवास आणि गर्दी सुलभ करण्यासाठी दृश्यमानता सुधारणे.
- रात्रीच्या अपघातांचे प्रमाण कमी करणे.
- गुन्हेगारी रोखणे आणि पोलिस संरक्षणास मदत करणे.
- रात्री रस्त्यांचे स्वरूप आकर्षक बनवणे.
- रात्रीच्या वेळी व्यवसाय आणि उद्योगातील कामकाजाच्या तासांना प्रोत्साहन देणे.
- चालकाला पुढील 5-15 सेकंदांत प्रवास करताना रस्त्याचा भाग, स्वतःची स्थिती आणि हालचाल, रस्त्यावर असलेले अडथळे, तसेच रहदारी व पादचाऱ्यांची शक्यता यांची जाणीव करून देणे.

➤ **रस्त्यांचे वर्गीकरण (Classification of roads)**

आदर्शरित्या, रहदारी सुरक्षितता आणि आराम या दोन्ही दृष्टिकोनातून, सर्व रस्त्यांवर प्रकाशाचा उच्च दर्जा राखण्याचा सल्ला दिला जातो. चांगल्या अभियांत्रिकी दृष्टिकोनातून तसेच अर्थव्यवस्थेच्या दृष्टिकोनातून लाइटिंग व्यवस्था, कारखान्यांची उपलब्धता, सार्वजनिक रिसॉर्टची ठिकाणे, रस्त्याचे स्वरूप (खरेदीचे क्षेत्र असो किंवा रिंगरोड नसलेल्या भागात), परिसर आकर्षकता, कॅरेजवेचे गुणधर्म, कॅरेजवेच्या पृष्ठभागाचे गुणधर्म, तटबंदी किंवा उंच व समान रेषेतील झाडांचे अस्तित्व, पायथ्याशी किंवा लांब झाडांचे अस्तित्व, धूर (smoke) / स्मॉग (smog) / धुके (fog) / वाहन एक्झॉस्टमुळे (vehicle exhaust) बाहेर पडणाऱ्या रस्त्याच्या सभोवतालच्या परिस्थितीमुळे हवेतील संभाव्य कण दूषित होणे इत्यादी घटक विचारात घेऊन Table 4.1 मध्ये दिल्याप्रमाणे रस्त्यांचे वर्गीकरण केले आहे.

Table 4.1 रस्त्यांचे वर्गीकरण (Road Classification)

अ. क्र. (Sr. No.)	गट [IS: 1944 (भाग 1 आणि 2) प्रमाणे] [Group [as in IS: 1944 (Part 1 and 2)]]	वर्णन (Description)
1	A	मुख्य रस्ते (Main Roads)
	A1	जलद आणि दाट रहदारी असलेले अतिशय महत्वाचे मार्ग जेथे सुरक्षितता, वाहतुकीचा वेग आणि ड्रायव्हर्सना सोईचा विचार केला जातो.
	A2	इतर मुख्य रस्ते जिथे महत्वाची मिश्रित वाहतूक असते, जसे की मुख्य शहरे रस्ते, वाहतूक धारा मार्ग इत्यादी.
2	B	दुय्यम रस्ते - ज्या रस्त्यांना गट A मानकापर्यंत प्रकाशाची आवश्यकता नसते.
	B1	महत्त्वपूर्ण वाहतूक असलेल्या दुय्यम रस्त्यांवर, जसे की प्रमुख स्थानिक वाहतूक मार्ग, शॉपिंग रस्ते इत्यादी.
	B2	तुलनेने हलकी रहदारी असलेले दुय्यम रस्ते.
3	C	निवासी आणि अप्रतिभागित रस्ते. हे रस्ते गट A आणि B मध्ये समाविष्ट नाहीत.
4	D	वर्गीकरणानुसार विभाजन केलेले जंक्शन्स, पूल, आणि उंचावलेले रस्ते (नोट 2 पहा).
5	E	शहर आणि नगर केंद्रे तसेच नागरी महत्वाचे क्षेत्रे (नोट 2 पहा).
6	F	विशेष आवश्यकता असलेले रस्ते (नोट 2 पहा).
7	G	बोगदे (भूमिगत रस्ते) (Tunnels).

नोट (NOTE):

- लाइटिंग योजना स्थापनेसाठी, जेव्हा पुलाची लांबी 60 मीटरपेक्षा कमी किंवा जास्त असते तेव्हा पुलांना त्यांच्या लांबीच्या आधारावर लहान किंवा मोठे म्हणून वर्गीकृत केले जाते.
- अशा भागांना स्वतंत्र ठेवले जाते कारण त्यांचा लाइटिंग योजनेचा दर्जा इतर गटांसाठी वर्णन केलेल्या मानकांपेक्षा वेगळा आणि उच्च असतो. गट E मध्ये महत्वाच्या खरेदीच्या रस्त्यांचा, बुलेव्हर्ड्स (राजपथ अथवा

राज मार्ग), फिरण्यासाठीचे मार्ग आणि रात्रीच्या वेळी विशेष क्रियाकलापांचे केंद्र असलेल्या इतर ठिकाणांचाही समावेश होतो.

3. गट F मध्ये विमानतळ (airports), रेल्वे (railway), गोदी (docks) आणि नौकायन जलमार्गाच्या (navigable waterways) आसपासचे रस्ते समाविष्ट आहेत; जिथे सामान्य तत्वांचे पालन करण्याव्यतिरिक्त विशेष लाइटिंग योजनात्मक गरजा पूर्ण करणे आवश्यक आहे.

➤ रस्त्यांचे स्टँडर्ड लेआउट (Standard layout of roads)

डिझाइन, अंतर आणि स्तंभ उंची रस्त्याच्या रुंदी आणि रस्त्यांच्या वर्गीकरणानुसार निर्धारित केली जाते. विविध रस्त्यांच्या रुंदींसाठी विशिष्ट स्टँडर्ड लेआउट पुढीलप्रमाणे आहेत:

a) सिंगल साइडेड अ‍ॅरेंजमेंट (Single sided arrangement): हा अ‍ॅरेंजमेंट त्यावेळी उपयोगात आणला जातो जेव्हा कॅरेजवेची (carriageway) रुंदी माउंटिंग उंचीच्या (mounting height) समान किंवा कमी असते.

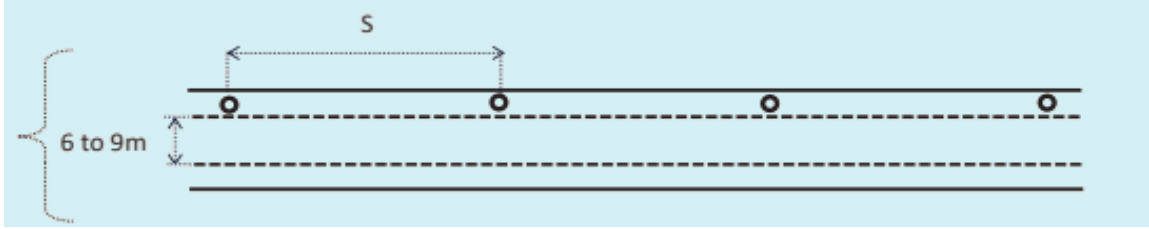


Figure. 4.1.5.1 – सिंगल साइडेड अ‍ॅरेंजमेंट (Single sided arrangement)

b) स्टॅगर्ड अ‍ॅरेंजमेंट (Staggered arrangement): जेव्हा कॅरेजवेची रुंदी माउंटिंग उंचीच्या तुलनेत जास्त असते, पण माउंटिंग उंचीच्या 1.5 पटीपेक्षा जास्त नाही, तेव्हा कॅरेजवेच्या दोन्ही बाजूंनी झिगझॅग (zigzag) फॉर्मेशनमध्ये लुमिनेरिज लावली जातात.

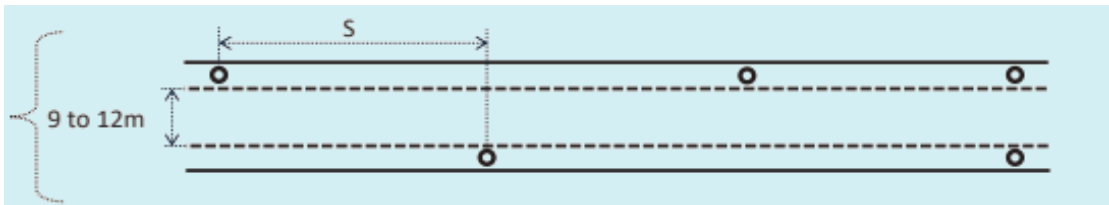




Figure. 4.1.5.2 – स्टॅगर्ड अरेंजमेंट (Staggered arrangement)

c) **विरुद्ध बाजूकडील अरेंजमेंट (Opposite arrangement):** जेव्हा कॅरेज वेची रुंदी माउंटिंग उंचीच्या 1.5 पटीपेक्षा जास्त असते, तेव्हा ऑपोजिट माउंटिंगला प्राधान्य दिले जाते.

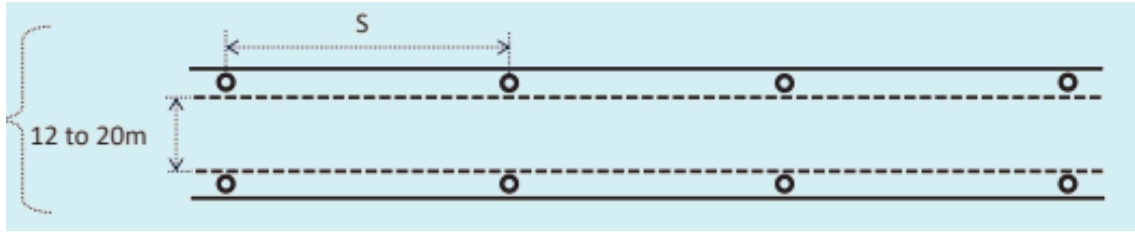


Figure. 4.1.5.3 – ऑपोजिट अरेंजमेंट (Opposite arrangement)

d) **सेंट्रल वर्ज अरेंजमेंट (Central Verge Arrangement):** हा प्रकार अशा परिस्थितीत वापरला जातो जेव्हा कॅरेज वेची रुंदी माउंटिंग उंचीपेक्षा जास्त नसते आणि रस्त्याच्या दोन्ही बाजूंना झाडे असतात.

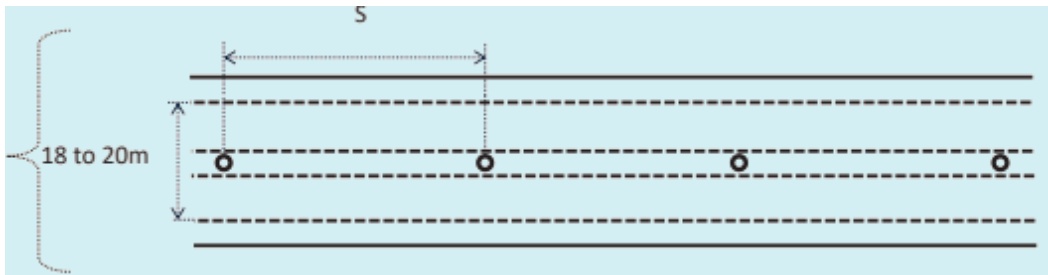




Figure. 4.1.5.4 – सेंट्रल वर्ज अरेंजमेंट (Central Verge Arrangement)

e) सस्पेंडेड अरेंजमेंट (Suspended arrangement): सस्पेंडेड स्ट्रीट लाईट्स प्रत्येक लेनच्या वर लावलेल्या असतात, पण त्या महाग असल्यामुळे क्वचितच वापरल्या जातात.

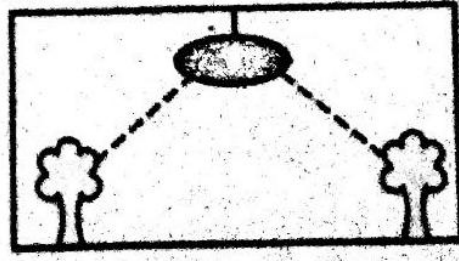


Figure. 4.1.5.5 – सस्पेंडेड अरेंजमेंट (Suspended arrangement)

f) कॅटेनरी सस्पेंशन (Catenary Suspension): यामध्ये विजेचा लॅम्प (कंदील) मोटारवेच्या अक्षावर वेगवेगळ्या स्थानांवर स्तंभांद्वारे बसविलेले असतात.

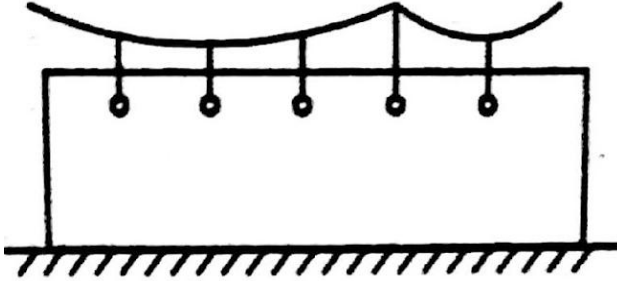


Figure. 4.1.5.6 – कॅटेनरी सस्पेंशन (Catenary Suspension)

g) फ्लायओव्हर्सची लाइटिंग लेआउट (Lighting Layout of Flyovers): फ्लायओव्हर्सवरील डिझाईन आणि कॉलमची उंची फ्लायओव्हर्सच्या लेआउट, सामान्य जमिनीच्या पातळीपेक्षा उंची आणि निम्न-स्तरीय रस्त्यांची रुंदी यांनुसार नियंत्रित केली जाते. उड्डाणपुलांच्या संरचनात्मक रचनेनुसार अंतर नियंत्रित केले जाऊ शकते. ठराविक उड्डाणपुलांची मांडणी खालीलप्रमाणे आहे.

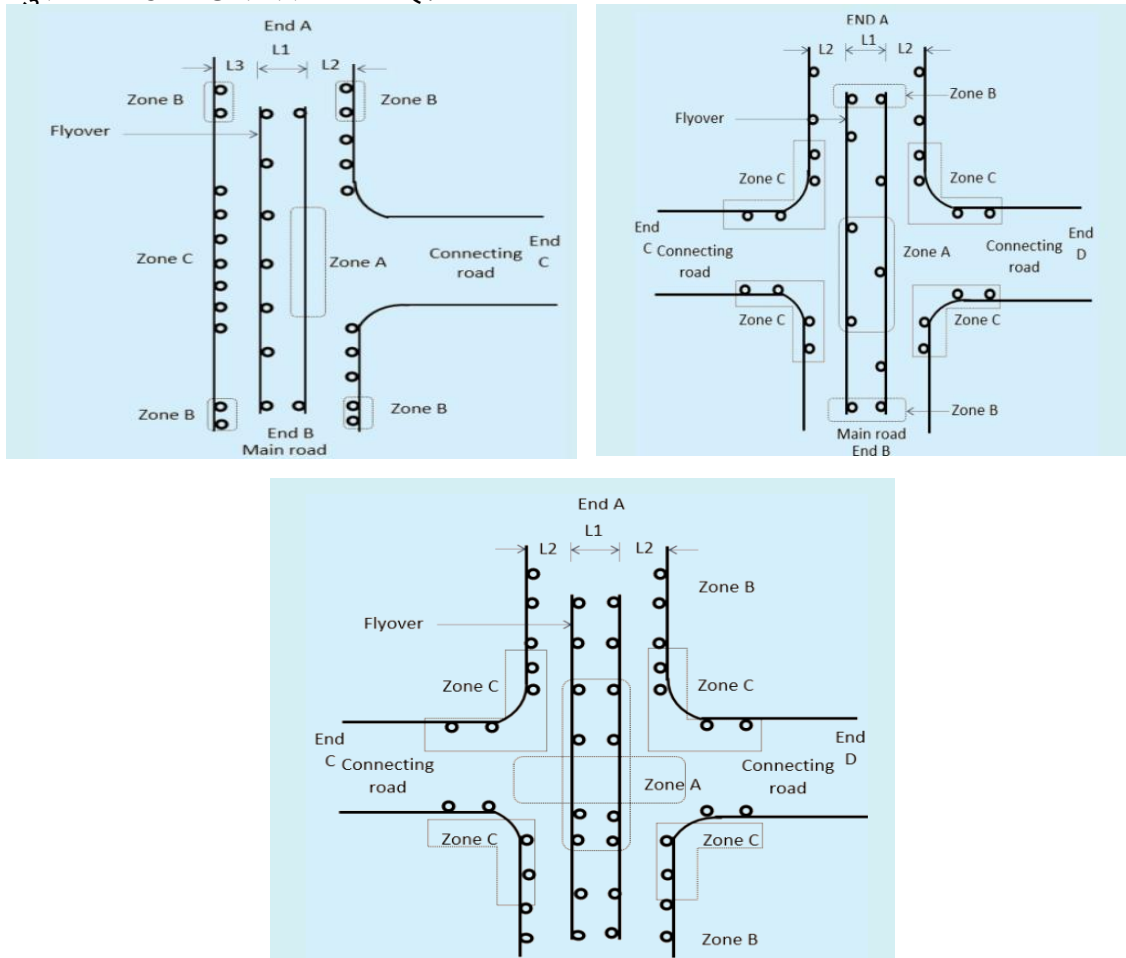


Figure. 4.1.5.7 – फ्लायओव्हर्सची लाइटिंग लेआउट (Lighting Layout of Flyovers)

h) जंक्शन्सची लाइटिंग लेआउट (Lighting Layout of Junctions): जंक्शनवरील कॉलम्समधील अंतर हे मुख्य रस्त्यांवरील कॉलम्सच्या सामान्य अंतराच्या 50 ते 75 टक्के असावे. हे स्तंभ जंक्शनवर असलेल्या वाहतूक बेटांवर स्थापित केले जाऊ शकतात. सामान्यतः आढळणारे विविध प्रकारचे जंक्शन आणि त्यांचे लाइटिंग लेआउट खाली दर्शविल्याप्रमाणे आहेत:

• **साधा दोन रस्त्यांचा चौक (Simple two road junction)** — या प्रकारच्या चौकाची लाइटिंग योजना अशा प्रकारे केली पाहिजे की, जलदगतीने जाणाऱ्या वाहनचालकांना रस्त्याची चौक लांबूनच स्पष्ट दिसेल, ज्यामुळे ते वाहन अधिक चांगल्या प्रकारे चालवू शकतील.

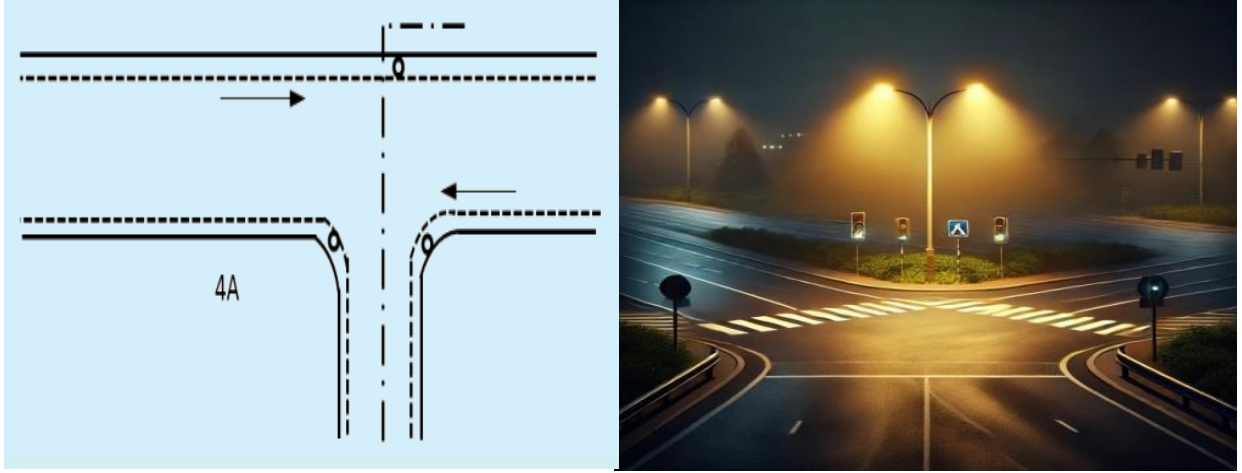


Figure. 4.1.5.8 – साधा दोन रस्त्यांचा चौकचा लाइटिंग लेआउट (Lighting layout for Simple two road junction)

• **दोन प्रमुख रस्त्यांचा चौक (Junction of two major roads)** — या चौकांमध्ये वाहतूक नियंत्रित करण्यासाठी योग्य ठिकाणी ट्रॅफिक भूपृष्ठ अथवा दुभाजक जागा प्रदान केले जातात. लाइटिंग स्तंभांना या दुभाजकांमध्ये ठेवणे अधिक फायदेशीर ठरते.

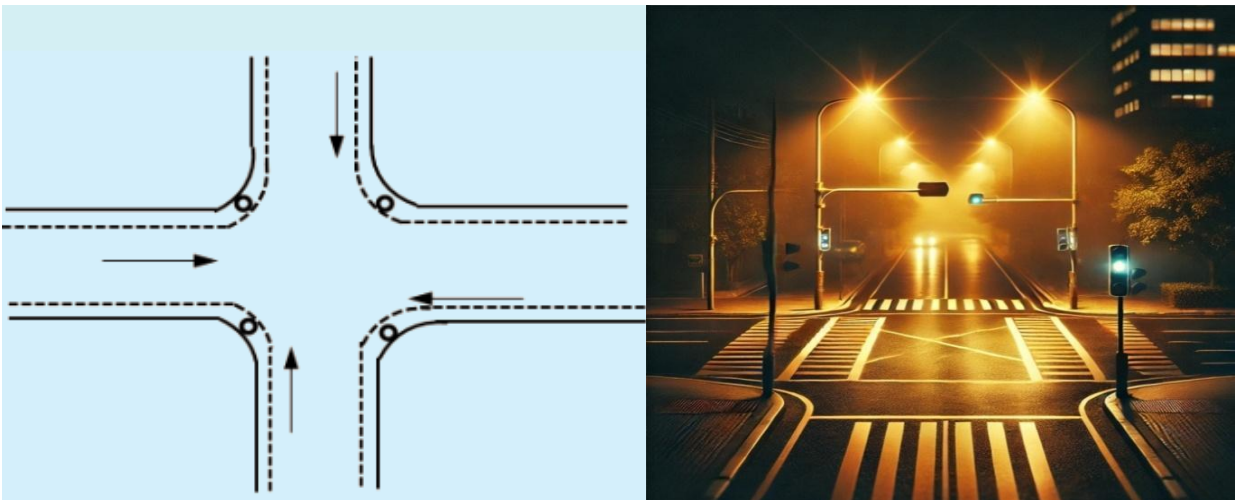


Figure. 4.1.5.9 – दोन प्रमुख रस्त्यांचा चौकचा लाइटिंग लेआउट (Lighting layout for Junction of two major roads)

- **बहुपदरी रस्ता चौक (Multiple road junctions)** — अशा चौकांच्या लाइटिंग योजनेत भौगोलिक रचना, विविध रस्त्यांची रुंदी आणि सर्वात महत्वाचे म्हणजे वाहतूक परिस्थिती विचारात घेतली जाते. अशा चौकांमध्ये सर्व रस्त्यांवर वाहतूक प्रवेश प्रवेश प्रत्येक वेळी उपलब्ध नसतो. तसेच, ट्रॅफिक दुभाजकांमध्ये डिझाइन स्थानानुसार बदलू शकते. अशा चौकांच्या लाइटिंग योजनेच्या डिझाइनसाठी विशेष विचार करावा लागतो.

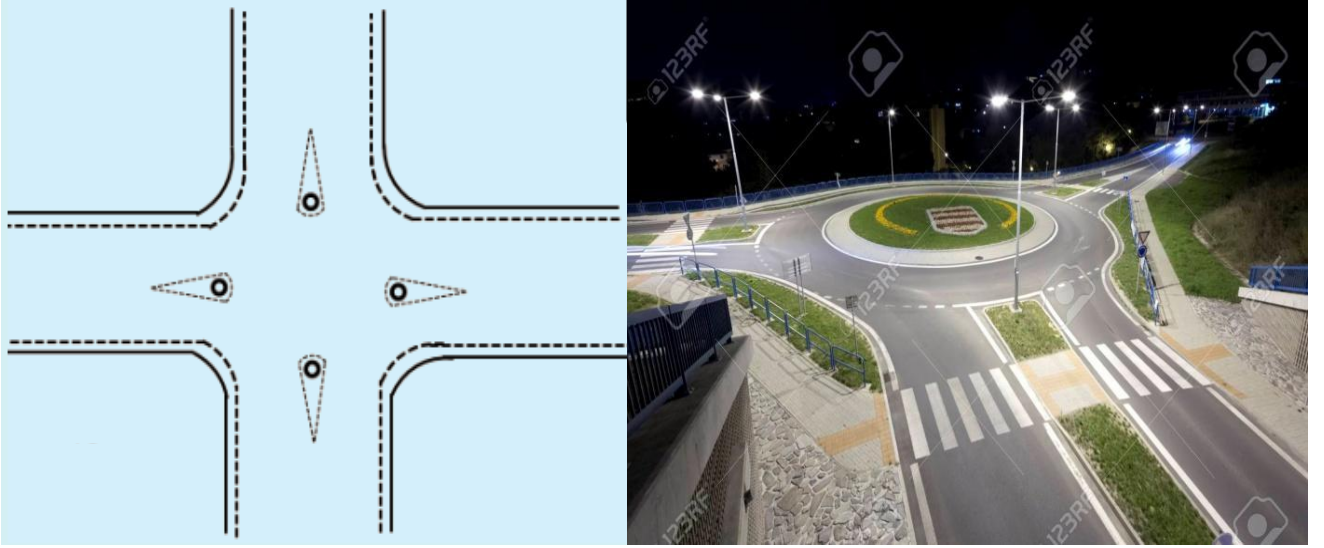


Figure. 4.1.5.10 – बहुपदरी रस्ता चौका लाइटिंग लेआउट (Lighting layout for multiple road junctions)

i) वर्तुळ चौक (Roundabouts): बहुपदरी रस्ता चौकांमध्ये वर्तुळ चौक लाइटिंग योजना सुलभ करते, कारण रस्ताच्या मध्यभागी निश्चित वर्तुळ उपलब्ध असते, जेथे लाईट पोल स्थापित करता येतात. खाली दोन प्रकारच्या वर्तुळ चौकांबद्दल माहिती विचारात घेणे आवश्यक आहे:

a) भूपृष्ठ जे स्पष्ट आहेत किंवा केवळ पार्किंग लॉट्स असलेले आहेत: या प्रकारच्या भूपृष्ठाची लाइटिंग योजना उच्च लाईट पोल वापरून फायदेशीरपणे केली जाऊ शकते, जे खालील Figure. मध्ये नमूद केले आहे:

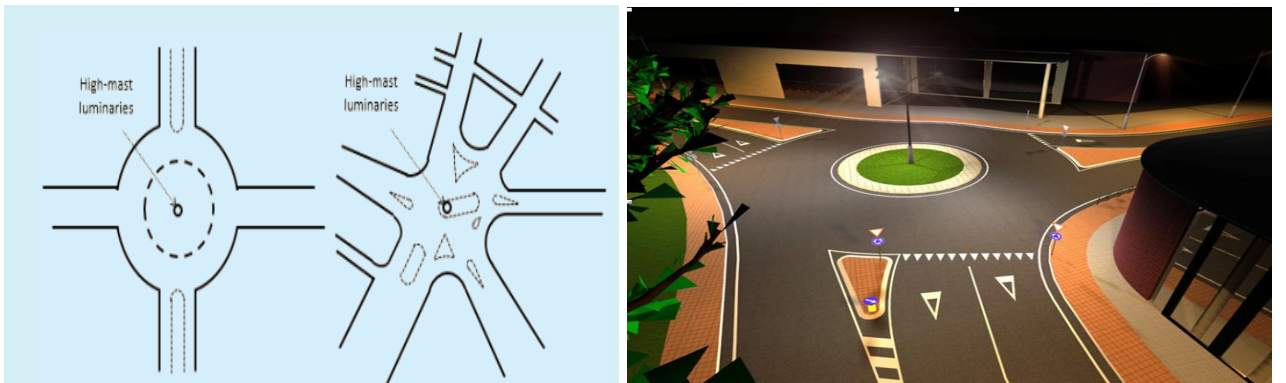


Figure. 4.1.5.11 – वर्तुळ चौकासाठी लाइटिंग लेआउट: आयलंड्स जे स्पष्ट आहेत किंवा केवळ पार्किंग लॉट्स असलेले आहेत (Lighting layout for Roundabouts: Islands which are clear or have only parking lots)

b) भूपृष्ठ जे बागा किंवा इतर बांधकाम असलेले आहेत जे वाहतुकीच्या दृष्टीच्या रेषेवर अडथळा निर्माण करू शकतात — याची लाइटिंग योजना सेमी-हाय मास्ट वापरून केली जाऊ शकते, जे खालील Fig. मध्ये दाखवले आहे:

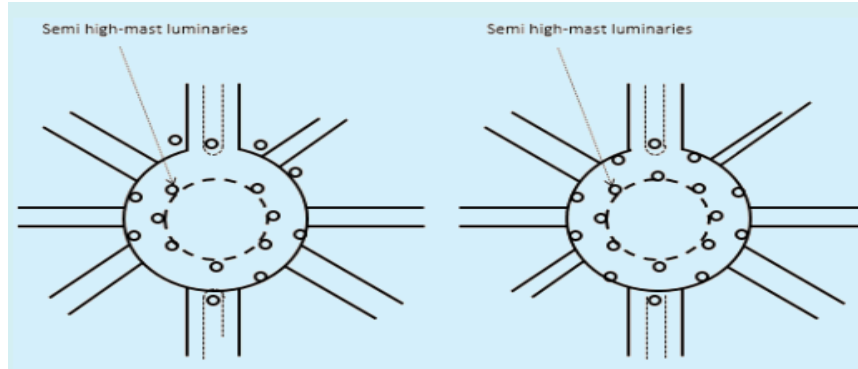


Figure. 4.1.5.12 – वर्तुळ चौकासाठी लाइटिंग लेआउट: भूपृष्ठ जे बागा किंवा इतर बांधकाम असलेले आहेत जे वाहतुकीच्या दृष्टीच्या रेषेवर अडथळा निर्माण करू शकतात (Lighting layout for Roundabouts: Islands which have gardens or other construction which would be obstruction to line of vision of traffic)

4.2 स्ट्रीटलाइट पोल संरचना (Streetlight pole structures):

स्ट्रीट लाइट पोल हा शहरी पायाभूत सुविधांचा एक महत्वाचा घटक आहे, जो रस्ते आणि सार्वजनिक जागांसाठी लाइटिंग प्रदान करतो. स्ट्रीट लाइट पोलची सामान्य रचना खालील Fig. दर्शविल्याप्रमाणे आहे:

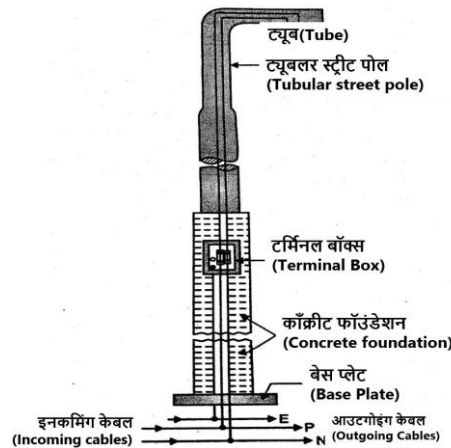


Figure. 4.2.1. – स्ट्रीटलाइट पोल संरचना (Streetlight pole structures)

स्ट्रीट लाइट पोलच्या संरचनेत खालील मुख्य घटक असतात:

1. **स्टील ट्युब्युलर पोल (Steel Tubular pole):** पोल हा स्टीलपासून बनवलेला असतो आणि तो स्ट्रीट लाइटिंगला सपोर्ट देण्यासाठी उभारला जातो. सुरक्षा आणि प्रवेशयोग्यता सुनिश्चित करण्यासाठी, तो रस्त्याच्या टोकापासून 1.5 मीटर अंतरावर इन्स्टॉल केलेला असतो.
2. **पोल सपोर्ट (Base of pole):** पोल ठोस कॉंक्रीट (concrete) आधारावर स्थापित केला जातो, जो स्थिरता प्रदान करतो आणि वाऱ्याचा किंवा अपघाती धक्क्यांमुळे तिरका होणे किंवा पडण्यापासून संरक्षण प्रदान करतो.
3. **आधार प्लेट (Base plate):** पोलाच्या तळाशी एक माइल्ड स्टील आधार प्लेट (30 cm × 30 cm × 1 cm) जोडलेली असते. ती एक सपोर्ट संरचना म्हणून कार्य करते, जी पोलला कॉंक्रीट च्या पायाशी स्थिर करण्यास मदत करते.
4. **टर्मिनल बॉक्स (Terminal box):** टर्मिनल बॉक्समध्ये फ्यूज (fuse), न्यूट्रल लिंक (neutral link) आणि अर्थ केबलसारखी (earth cable) इलेक्ट्रिकल घटक असतात. टर्मिनल बॉक्समधून येणारी वायर एक पाईपद्वारे कनेक्ट केलेली असते, ज्यामुळे स्ट्रीट लाइटसाठी सुरक्षित विद्युत कनेक्शन सुनिश्चित होते.
5. **लॅम्प (Lamp):** ऊर्जा कार्यक्षमतेसाठी आणि प्रकाशाची आवश्यकता यावर अवलंबून विविध प्रकारच्या इलेक्ट्रिकल लॅम्पचा वापर लाइटिंग स्रोत (lighting source) म्हणून केला जातो. सामान्यतः खाली नमूद केलेले लॅम्प वापरले जातात:
 - मर्क्युरी व्हेपर लॅम्प (Mercury Vapour Lamp)
 - सोडियम व्हेपर लॅम्प (Sodium Vapour Lamp)
 - एलईडी लॅम्प (LED Lamp, उच्च कार्यक्षमता आणि टिकाऊपणामुळे मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते)

➤ स्ट्रीटलाइटसाठी उपकरणांची निवड (Selection of equipment for Street lights):

स्ट्रीटलाइटसाठी उपकरणांची निवड अनेक महत्त्वपूर्ण घटकांवर आधारित असते ज्यामुळे कार्यक्षमता, टिकाऊ आणि उत्कृष्ट लाइटिंग मिळवता येतो. मुख्य विचार करण्यात येणारे घटक खालीलप्रमाणे आहेत:

1. **ल्यूमिनस फ्लक्स (Luminous Flux):** स्रोताने उत्सर्जित केलेली एकूण प्रकाशाची प्रमाण महत्त्वाची आहे ज्यामुळे स्ट्रीट लाइटचा लाइटिंग क्षमता आणि लाइटिंग व्याप्ती निर्धारित होते. उच्च ल्यूमिनस फ्लक्स रस्त्यांवर आणि सार्वजनिक जागांवर चांगली दृश्यता (visibility) प्रदान करते.
2. **आर्थिकता (Economy):** लाइट सोर्सची कार्यक्षमता लुमन्स प्रति वॅट (lumens per Watt) (वीज वापर प्रति युनिट लाइटिंग आउटपुट) म्हणून मूल्यांकन केली जाते. दिव्याची सर्विस लाईफ देखील विचारात घेतली जाते

जेणेकरून मेंटेनंस (maintenance) आणि रिप्लेसमेंटच्या (replacement) चा खर्च कमी होतो. एलईडी (LED) दिवे पारंपारिक दिव्यांपेक्षा जास्त ऊर्जा कार्यक्षमतेसह आणि दीर्घायुषी असल्यामुळे वापरात घेतले जातात.

3. **लाइटिंग स्रोताची परिमाणे (Dimensions of the Light Source):** दिव्याचा भौतिक आकार स्ट्रीट लाइट फिक्स्चर (street light fixture) आणि खांब्याच्या डिझाइनशी (pole design) सुसंगत असावा. इंस्टॉलेशन (installation) आणि मेंटेनंस (maintenance) सुलभतेसाठी कॉम्पॅक्ट (compact) आणि हलके (lightweight) डिझाइनला प्राधान्य दिले जाते.
4. **रंग गुणधर्म (Colour Characteristics):** लाइटिंग स्रोताचे रंग तापमान आणि रंग दर्शविणारा निर्देशांक (Color Rendering Index CRI) दृश्यता आणि वस्तूंची धारणा प्रभावित करतात. पांढरे एलईडी (LED) दिवे उच्च CRI सह सामान्यतः वापरले जातात कारण ते चांगल्या रंगाची व्याप्ती आणि सुधारित रस्ता सुरक्षा प्रदान करतात.

➤ **स्ट्रीटलाइट प्रतिष्ठापनांमध्ये वापरले जाणारे स्रोत (Sources used in streetlight installations):**

सार्वजनिक लाइटिंग योजनेत सामान्यतः वापरले जाणारे स्रोत:

- a) एलईडी लॅम्प (LED Lamp)
- b) सोडियम व्हेपर लॅम्प (Sodium Vapour Lamp)
- c) मेटल- हलाईड लॅम्प (Metal-halide lamps)
- d) उच्च दाबाचे सोडियम व्हेपर लॅम्प (High pressure sodium vapour lamps).

a) एलईडी लॅम्प (LED Lamp): हे दिवे लाइटिंग स्रोताची (Lighting Sources) सर्वात सुधारित आवृत्ती आहेत, ज्यांची कार्यक्षमता 100-140 lm/W च्या श्रेणीत आहे आणि त्यामध्ये चांगले रंग प्रस्तुतकरण तसेच रंग बदलण्याची क्षमता आहे. सध्या, हे कार्यक्षमतेच्या दृष्टीने सर्वात जास्त ऊर्जाबचत करणारे आणि समाधानकारक उपाय मानले जाते. तसेच, LED संरचनांच्या विविधतेमुळे लुमिनेअर्स अधिक संक्षिप्त बनवता येतात, ज्यामुळे या दिव्यांचे आकार लवचिक होतात. यामध्ये विशिष्ट अनुप्रयोगांसाठी उत्कृष्ट लाइटिंग नियंत्रण देखील उपलब्ध आहे.



Figure. 4.2.3.1 – एलईडी लॅम्प (LED Lamp for public lighting)

b) सोडियम व्हेपर लॅम्प (Sodium Vapour Lamp): जेव्हा रंग प्रस्तुतीकरण महत्त्वाचे नसते आणि उच्च लाइटिंग कार्यक्षमता आवश्यक असते, तेव्हा सोडियम व्हेपर लॅम्पचा वापर सोयीस्कर ठरतो. त्यांचा रंग दृश्य मार्गदर्शन प्रदान करण्यासाठी कधी कधी उपयुक्त ठरतो. तसेच, हे विशेषतः धुकेयुक्त परिस्थितीत उपयुक्त ठरतात.



Fig. 4.2.3.2 – सोडियम व्हेपर लॅम्प (Sodium Vapour Lamp for Public lighting)

c) मेटल- हलाईड लॅम्प (Metal-halide lamps): हे दिवे मर्क्युरी व्हेपर लॅम्प (Mercury Vapour Lamp) चे सुधारित प्रकार असून सुमारे 80 lm/W कार्यक्षमतेसह अधिक कार्यक्षम आहेत आणि चांगल्या रंग वैशिष्ट्यांसह येतात.



Figure. 4.2.3.3 – मेटल-हॅलाईड लॅम्प (Metal-halide lamps for public lighting)

d) उच्च दाबाचे सोडियम व्हेपर लॅम्प (High pressure sodium vapour lamps): हे दिवे सोडियम व्हेपर लॅम्पचे सुधारित प्रकार असून सुमारे 100 lm/W कार्यक्षमतेसह येतात. त्यांचे रंग प्रस्तुतीकरण समाधानकारक आहे आणि त्यांचे आकारमान लहान फिटिंग्ससाठी योग्य तसेच लाइटिंग नियंत्रण अचूक आहे.



Figure. 4.2.3.4 – उच्च दाबाचे सोडियम व्हेपर लॅम्प (High pressure sodium vapour lamps for public lighting)

या दिव्यांपैकी, सध्या सोडियम व्हेपर दिवे, मेटल- हलाईड दिवे आणि उच्च दाबाचे सोडियम व्हेपर दिवे सरकारच्या

ऊर्जा बचत मोहिमेमुळे मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाणारे एलईडी दिवे सुरू झाल्यामुळे त्यांचा वापर कमी होत आहे.

➤ **केबल्स, त्यांचे प्रकार आणि केबलचे आकार (Cables, recommended types and sizes of cable):**

- स्ट्रीट लाईट ला वीज पुरवठा करण्यासाठी भूमिगत केबल टाकल्या जातात. गट अ, ब आणि ड अंतर्गत रस्त्यांसाठी, या रस्त्यांवरील दिव्यांच्या गट नियंत्रणासाठी स्वतंत्र सप्लाय बसवले असतात.
- स्ट्रीट लाइटिंग केबल्स वेगळ्या जंक्शन बॉक्समध्ये किंवा स्ट्रीट लाइटिंग खांबांमध्ये बंद केल्या जातात. खांबांना योग्य करंट रेटिंगचे इलेक्ट्रिकली ऑपरेटेड कॉन्टॅक्टर्स प्रदान केले असतात.
- या कॉन्टॅक्टर्सच्या ऑक्सिलिअरी टर्मिनल्स पर्यवेक्षी रिमोट कंट्रोलच्या बाबतीत रिटर्न इंडिकेशनची सुविधा देऊ शकतात.
- याशिवाय, याच्या पर्याय म्हणून, त्यांच्याकडे प्रोग्राम करण्यायोग्य टाइमर्स असावेत, जे सूर्योदय/सूर्यास्ताच्या वेळेनुसार स्वयंचलित वेळ-आधारित स्विचिंग नियंत्रण सक्षम करतील. कॉन्टॅक्टर सर्किट्सना स्थानिक मॅन्युअल ऑपरेशनसाठी बाह्यरित्या बसवलेले स्विच दिले जातात.

➤ **स्ट्रीट लाइटसाठी केबल निवडीसाठी विचारात घेण्याचे घटक (Factors to be considered for Selection of Cables for Street Lights):**

स्ट्रीट लाइटिंग सिस्टमसाठी केबल्स निवडताना विचारात घेण्यासारखे महत्वाचे घटक पुढीलप्रमाणे आहेत:

1. **केबलचा आकार आणि करंट (current) वाहून नेण्याची क्षमता (Current carrying capacity):** केबलचा आकार स्ट्रीट लाइटसाठी आवश्यक असलेला करंट (current) वाहून नेण्यासाठी पुरेसा असावा आणि त्यात अनावश्यक व्होल्टेज ड्रॉप (voltage drop) होऊ नये.
2. **इन्सुलेशन सामग्री (Insulation material):** अशा इन्सुलेशन सामग्रीची निवड करा जी बाह्य वातावरणातील अपेक्षित तापमानातील चढ-उतार (temperature fluctuations) आणि ओलावा पातळी (moisture levels) सहन करू शकेल, जसे की क्रॉस लिंक पॉलीइथलीन (cross-linked polyethylene XLPE) किंवा पॉली विनील क्लोराईड (polyvinyl chloride PVC).
3. **गंज प्रतिकारशक्ती (Corrosion resistance):** अंडरग्राउंड केबल्स निवडताना, त्या मातीतील रसायने (chemicals) आणि पातळी (moisture) मुळे होणाऱ्या गंजपासून प्रतिरोधक (corrosion resistant) असणे आवश्यक आहे.
4. **मेकॅनिकल ताकद (Mechanical strength):** केबलमध्ये बसवताना होणारा ताण (pulling tension) आणि संभाव्य नुकसान (potential damage) सहन करण्यासाठी पुरेशी मेकॅनिकल ताकद (Mechanical strength) असावी.
5. **व्होल्टेज ड्रॉप (Voltage drop):** केबल्सची निवड अनुमत व्होल्टेज ड्रॉप विचारात घेऊन योग्य प्रकारे केली पाहिजे.

6. **पर्यावरणीय परिस्थिती (Environmental conditions):** तीव्र तापमान (extreme temperatures), यूव्ही किरणांपासून (UV radiation) होणारा संपर्क, तसेच वाहतूक किंवा इतर घटकांमुळे संभाव्य शारीरिक नुकसान यांचा विचार करून केबल्सची निवड केली पाहिजे.
7. **इंस्टॉलेशन पद्धत (Installation method):** केबल अंडरग्राउंड (underground), ओव्हरहेड (overhead) किंवा खांबांवर बसवायची (pole mounted) आहे यावर केबलच्या प्रकार आणि संरचनेची आवश्यकता अवलंबून असते.
8. **स्टॅंडर्ड्सचे पालन (Compliance with Standards):** निवडलेली केबल स्थानिक इलेक्ट्रिकल कोड्स (electrical codes) आणि सुरक्षा स्टॅंडर्ड्स (safety standards) ची पूर्तता तपासून घेणे आवश्यक असते.

➤ **स्ट्रीट लाइटिंग सिस्टमसाठी वापरल्या जाणाऱ्या केबलचे प्रकार (Types of Cables used for Street Lighting System):**

स्ट्रीट लाइटिंग सिस्टम (Street Lighting System) साधारणतः 230V, सिंगल-फेज (Single phase) किंवा 415V, थ्री-फेज (Three phase) वर कार्य करते. केबलची निवड प्रामुख्याने इंस्टॉलेशन प्रकार (अंडरग्राउंड (underground) किंवा ओव्हरहेड (overhead)), पर्यावरणीय परिस्थिती (environmental conditions) आणि भारतीय स्टॅंडर्ड्स (IS कोड) यावर अवलंबून असते. स्ट्रीट लाइटिंगसाठी प्रामुख्याने वापरल्या जाणाऱ्या केबलच्या प्रकारांची यादी खाली दिली आहे:

1. **PVC/XLPE इन्सुलेटेड पॉवर केबल्स (IS 1554 / IS 7098 भाग 1)** लो-व्होल्टेज (230V/415V) स्ट्रीट लाइटिंगसाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरल्या जातात. या केबल्स कॉपर (copper) आणि अॅल्युमिनियम (aluminium) अशा दोन्ही कंडक्टर प्रकारामध्ये येतात, ज्यामध्ये परवडण्यासाठी PVC इन्सुलेशन आणि उच्च तापमान प्रतिरोधकतेसाठी XLPE इन्सुलेशन असते. ते ओव्हरहेड आणि अंडरग्राउंड इंस्टॉलेशन्समध्ये वापरले जातात, ज्याचा आकार सामान्यतः 4 sq.mm ते 50 sq.mm पर्यंत असतो.
2. **आर्मर्ड अंडरग्राउंड केबल्स (Armoured cables) (IS 1554 / IS 7098 Part 1)** या थेट भूमिगत बसवणीसाठी (direct burial) प्राधान्य दिल्या जातात जेणेकरून सार्वत्रिक नुकसान टाळता येते. या केबल्समध्ये स्टील वायर (SWA- Steel Wire Armor) किंवा स्टील टेप (STA-Steel Tape Armored) आर्मर संरक्षणासाठी असते. XLPE-इन्सुलेटेड आर्मर्ड केबल्स अॅल्युमिनियम कंडक्टर सह भूमिगत स्ट्रीट लाइटिंगसाठी शहरी भागात मोठ्या प्रमाणावर वापरल्या जातात. या केबल्स 16 sq.mm ते 120 sq.mm आकारात उपलब्ध असतात.
3. **एरियल बंडल्ड केबल्स (Aerial Bundled Cables) (IS 14255:1995)** या ओव्हरहेड स्ट्रीट लाइटिंगसाठी वापरल्या जातात, विशेषतः ज्या ठिकाणी चोरी आणि अनधिकृत वीज जोडणीचा धोका असतो. या केबल्समध्ये अनेक अॅल्युमिनियम कंडक्टर असतात, जे XLPE इन्सुलेशनने संरक्षित केलेले असतात. यामुळे विद्युत दोषांचा

धोका कमी होतो आणि पोलवर बसवणी सोपी होते. ABC केबल्स ग्रामीण आणि निमशहरी भागात मोठ्या प्रमाणावर वापरल्या जातात. या केबल्स 16 sq.mm ते 95 sq.mm आकारात उपलब्ध असतात.

4. **AAC/AAAC/ACSR कंडक्टर (IS 398)** हे उच्च-विद्युतदाब ओव्हरहेड ट्रान्समिशनसाठी वापरले जातात, विशेषतः महामार्ग स्ट्रीट लाइटिंगसाठी. ऑल अॅल्युमिनियम कंडक्टर (All Aluminium Conductor AAC) हलके असते आणि लहान अंतरासाठी योग्य असते, तर ऑल अॅल्युमिनियम अलॉय कंडक्टर (All Aluminum Alloy Conductor, AAAC) गंजरोधक क्षमता जास्त असल्यामुळे समुद्रकिनारी वापरण्यास उपयुक्त आहे. अॅल्युमिनियम कंडक्टर स्टील रिइन्फोर्स (Aluminum Conductor Steel Reinforced, ACSR) उच्च तन्यता शक्ती प्रदान करते, त्यामुळे ते लांब अंतराच्या वीज वाहतुकीसाठी योग्य आहे. या केबल्सचे सामान्यतः 25 sq.mm ते 300 sq.mm पर्यंत आकार असतात.
5. **लो स्मोक झिरो हेलोजन केबल्स (Low Smoke Zero Halogen (LSZH) Cables) (IS 17048:2018)** या ज्या ठिकाणी आग सुरक्षितता आवश्यक आहे अशा बोगद्यांमध्ये आणि बंदिस्त सार्वजनिक जागांमध्ये वापरल्या जातात. आग लागल्यास या केबल्स कमीतकमी विषारी वायू उत्सर्जित करतात आणि सहसा XLPE इन्सुलेशनयुक्त असतात. या केबल्स पर्यावरणपूरक स्ट्रीट लाइटिंग प्रकल्पांसाठी वापरल्या जातात. त्यांचे आकार 2.5 sq.mm ते 50 sq.mm पर्यंत असतात.
6. **सोलार DC केबल्स (Solar DC Cables) (IS/IEC 60227, IS 694, IS 1554)** या सौरऊर्जेवर चालणाऱ्या स्ट्रीट लाइटसाठी खास डिझाइन केल्या जातात. या केबल्स UV-प्रतिरोधक आणि हवामान-प्रतिरोधक असल्यामुळे बाहेरच्या वातावरणात टिकाऊ असतात. सहसा, या केबल्समध्ये तांबे चालक आणि लवचिक इन्सुलेशन वापरले जाते. त्यांचे सामान्यतः 2.5 sq.mm ते 10 sq.mm पर्यंत आकार असतात. या केबल्स स्मार्ट सिटी प्रकल्प आणि ग्रामीण विद्युतीकरणात मोठ्या प्रमाणावर वापरल्या जातात.

➤ **केबल्सचे प्रकार आणि आकार (Recommended Types and Sizes of Cables):**

खालील टेबल रस्त्यांच्या प्रकारांवर आधारित केबल्सचे प्रकार आणि आकार दर्शविते:

Table 4.2: केबल्सचे प्रकार आणि आकार (Recommended Types and Sizes of Cables)

क्र. (Sr. No.)	रस्ता गट (Road Group)	प्राधान्य दिलेले प्राधान्य दिलेले केबल्सचे आकार (Preferred Size of Cables sq.mm.)	केबल्सचे प्रकार (Type of Cables)
1	A1	4 to 25	3-फेज, 4- कोर
2	A2		3- फेज, 4- कोर
3	B1		3- फेज, 4- कोर
4	B2	१० चौ. मि.मी. पर्यंत तांबे (Copper) आणि त्यापेक्षा जास्त आकार अॅल्युमिनियम (aluminium)	1- फेज /3- फेज, 4- कोर
5	C		1- फेज /3- फेज, 4- कोर
6	D		3- फेज, 4- कोर

➤ **स्ट्रीटलाइट प्रणालीतील उपकरणांचे चालू-बंद (On-Off) नियंत्रण (On off Control of equipment of streetlight installation):**

- रस्त्यावरील प्रकाशासाठी ऑन-ऑफ नियंत्रण (On-Off control) सुरुवातीला सूर्यप्रकाशाच्या उपलब्धतेच्या आधारावर मॅन्युअली (manually) केले जात होते, परंतु ह्या पद्धतीत तांत्रिक त्रुटी आणि ऊर्जेचा अपव्यय (लॉस ऑफ पॉवर) होतो.
- ऑटोमेशन (automation) रीअल-टाइम (real-time) लाइटिंग परिस्थितीवर आधारित रस्त्यावर दिवे स्वयंचलितपणे चालू किंवा बंद करून कार्य करता येते.
- इंटरनेट-आधारित ॲप्लिकेशनद्वारे (web-based application) मध्यवर्ती स्थानावरून रिमोट व्यवस्थापन रस्त्यावरील दिवे नियंत्रित करता येते.
- ऑटोमेटेड सिस्टीम नगरपालिकेच्या स्ट्रीटलाइट्समधील वीज वापराचे निरीक्षण आणि ऑप्टिमायझेशन करून ऊर्जा बचत करते.
- सूर्यप्रकाशाची पातळी ठराविक मर्यादेपेक्षा खाली गेल्यावर स्ट्रीटलाइट आपोआप चालू होतात आणि पुरेसा सूर्यलाइटिंग उपलब्ध झाल्यावर बंद होतात.
- लाईट डिपेंडंट रेझिस्टर्स (Light Dependent resistors, LDRs) प्रकाशाची पातळी संवेदन करण्यासाठी वापरले जातात; त्यांचा रेझिस्टन्स पडणाऱ्या प्रकाशाच्या प्रमाणानुसार बदलतो.

- रात्री, कमी लाइटिंग पातळीमुळे एल.डी.आर. (LDR) चा प्रतिकार जास्त होतो, ज्यामुळे प्रणाली स्ट्रीटलाइट्स चालू करण्यास ट्रिगर होते.
- सकाळी, सूर्यलाइटिंग वाढल्याने एल.डी.आर. (LDR) चा प्रतिकार कमी होतो आणि प्रणाली स्वयंचलितपणे स्ट्रीटलाइट्स बंद करते.
- स्ट्रीटलाइट्सचे ऑटोमेटेड नियंत्रण ऊर्जा कार्यक्षमतेने वापरण्यास मदत करते आणि पुरेशा नैसर्गिक प्रकाशात अनावश्यक दिवे जळण्यास प्रतिबंध करते.



Figure. 4.2.5.1 – स्ट्रीट लाइट्सच्या ऑटोमॅटिक ऑन-ऑफसाठी एल.डी.आर. (LDR for automatic On-Off of Street Lights)

➤ **स्ट्रीट लाइट प्रणालीतील उपकरणांचे चालू-बंद (On-Off) ऑटोमॅटिक नियंत्रण (Automatic On off Control of streetlight installation):**

ऑटोमॅटिक स्ट्रीट लाइट नियंत्रण सर्किटसाठी एक पद्धत म्हणजे एल.डी.आर. (LDR), एस.सी.आर. (SCR) आणि TRIAC (ट्रायाक) चा वापर करणे, जे अंधारात स्ट्रीट लाइट चालू (ON) आणि दिवसा बंद (OFF) करण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे, ज्यामुळे ऊर्जा कार्यक्षमता आणि स्वयंचलन सुनिश्चित होते. खालील Fig. 4.2.5.2 पहा.

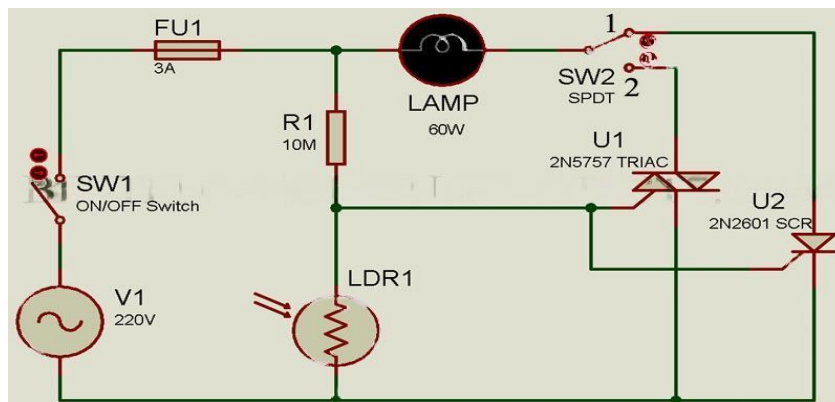


Figure. 4.2.5.2: स्ट्रीट लाइट्सच्या ऑटोमॅटिक ऑन-ऑफ नियंत्रणासाठी सर्किट (Circuit diagram for Automatic ON-OFF Control of Street Lights)

- **सर्किट डायग्राम (Circuit diagram):** ऑटोमॅटिक स्ट्रीट लाईट कंट्रोल सर्किटमध्ये खालील प्रमुख घटक असतात:
- **लाइट डिपेंडंट रेझिस्टर (Light Dependent Resistor):** वातावरणातील प्रकाशाची पातळी शोधण्यासाठी, लाइटिंग संवेदक म्हणून कार्य करते.
 - **रेझिस्टर (R1):** एल.डी.आर. (LDR) सोबत व्होल्टेज डिव्हायडर (voltage divider) सर्किट तयार करून ट्रिगरिंग व्होल्टेज नियंत्रित करते.
 - **सिलिकॉन कंट्रोल्ड रेक्टिफायर (Silicon Controlled rectifier SCR):** एक युनीडायरेक्शनल सेमीकंडक्टर स्विच (unidirectional semiconductor switch) जो केवळ पॉसिटिव्ह ए.सी. हॉफ सायकल (positive half cycle) मध्ये करंट प्रवाहित होऊ देतो, ज्यामुळे मंद लाइटिंग मिळतो.
 - **ट्रायाक (TRIAC):** एक बायडायरेक्शनल सेमीकंडक्टर स्विच (bidirectional semiconductor switch) जो दोन्ही दिशांमध्ये करंट प्रवाहित होऊ देतो, ज्यामुळे दिवा पूर्ण तेजस्वी लाइटिंग देतो.
 - **एस.पी.डी.टी. स्विच (SPDT Switch S2):** एस.सी.आर. (SCR) आणि ट्रायाक (TRIAC) ऑपरेशन मोड्स ची निवड करते.
 - **ऑन ऑफ स्विच (ON/OFF Switch S1):** सर्किटला मॅनुअल्ली (manually) एनएबल (enable) किंवा डीसएबल (disable) करण्यासाठी वापरला जातो.
 - **फ्यूज (Fuse, FU1):** ओव्हरकरंट (overcurrent) पासून सर्किटचे संरक्षण करते.
 - **ए.सी. लॅम्प (AC Lamp, 60W):** एस.सी.आर. (SCR) / ट्रायाक (TRIAC) ऑपरेशनच्या आधारे प्रकाशित होणारा आउटपुट लोड म्हणून कार्य करते.
 - **220V ए.सी. सप्लाय (A.C. Supply):** संपूर्ण प्रणालीस आवश्यक वीजपुरवठा प्रदान करतो.

एल.डी.आर. (LDR) उघड्या वातावरणात ठेवले जाते जेणेकरून नैसर्गिक प्रकाशाची पातळी शोधता येईल, आणि सर्किट अशा प्रकारे डिझाइन केले आहे की ते अंधारात स्ट्रीटलाइट आपोआप चालू करते आणि सूर्यप्रकाशात स्ट्रीट लाईट बंद करते.

- **कार्यप्रणाली:** सर्किट वातावरणातील प्रकाशातील बदल तपासून त्यानुसार योग्य स्विचिंग घटक (एस.सी.आर. (SCR) / ट्रायाक (TRIAC)) ट्रिगर करते.

दिवसा कार्यप्रणाली (Day time Operation):

- जेव्हा पुरेसा सूर्यलाइटिंग एल.डी.आर. (LDR) वर पडतो, तेव्हा त्याचा प्रतिकार काही ओहमस्पर्यंत कमी होतो.

- यामुळे एस.सी.आर. (SCR) / ट्रायाक (TRIAC) चे गेट व्होल्टेज कमी राहते आणि एस.सी.आर. (SCR) / ट्रायाक (TRIAC) चालू होण्यापासून प्रतिबंधित होते.
- लॅम्प बंद राहतो, ज्यामुळे ऊर्जा वाचते.

रात्रीची कार्यप्रणाली (Night time Operation):

- जसा अंधार वाढतो, तसा एल.डी.आर. (LDR) चा प्रतिकार वाढतो, ज्यामुळे एस.सी.आर. (SCR) / ट्रायाक (TRIAC) चे गेट व्होल्टेज वाढते आणि एस.सी.आर. (SCR) किंवा ट्रायाक (TRIAC) ट्रिगर होण्यासाठी आवश्यक स्तर गाठते.
- S2 स्विचच्या स्थितीनुसार, एस.सी.आर. (SCR) किंवा ट्रायाक (TRIAC) सक्रिय होतो, प्रवाह वाहू लागतो आणि दिवा चालू होतो.

कार्यप्रणालीचे प्रकार - स्विच S2 च्या स्थितीनुसार (Modes of Operation - Based on Switch S2 Position):

1. **एस.सी.आर. (SCR) मोड (S2 स्थिती 1 मध्ये) [SCR Mode (S2 in Position 1)]:** एस.सी.आर. (SCR) हा एक युनीडायरेक्शनल सेमीकंडक्टर स्विच (unidirectional semiconductor switch) जो केवळ पॉसिटिव्ह ए.सी. हॉफ सायकल (positive half cycle) मध्ये करंट प्रवाहित होऊ देतो, ज्यामुळे मंद लाइटिंग मिळतो.
2. **ट्रायाक (TRIAC) मोड (S2 स्थिती 2 मध्ये) [TRIAC Mode (S2 in Position 2)]:** एक बायडायरेक्शनल सेमीकंडक्टर स्विच (bidirectional semiconductor switch) जो दोन्ही दिशांमध्ये करंट प्रवाहित होऊ देतो, ज्यामुळे दिवा पूर्ण तेजस्वी लाइटिंग देतो.

4.3 हाय-मास्ट पोल संरचना (High-mast pole structure):

- हाय-मास्ट लाइटिंग सिस्टिम (High-mast lighting system) मोठ्या बाह्य क्षेत्रांसाठी डिझाइन केली जाते, जसे की महामार्ग (highways), स्टेडियम (stadiums), औद्योगिक परिसर (industrial areas) आणि सार्वजनिक ठिकाणे (public spaces).
- पारंपरिक स्ट्रीटलाइट्सपेक्षा वेगळी, हाय-मास्ट लाइटिंग सिस्टिममध्ये 12 मीटर ते 50 मीटर उंचीचा उंच पोल असतो, ज्याच्या शिखरावर सर्कलर (circular) किंवा पॉलीगोनल (polygonal) लुमिनेअर रिंग मध्ये अनेक फ्लडलाइट्स बसवलेले असतात.
- ही सिस्टिम विस्तीर्ण आणि समान लाइटिंग देऊन आवश्यक खांबांची संख्या कमी करते.

- मोटरयुक्त विंच (लिफ्टिंग) यंत्रणा (motorized winch mechanism) लुमिनेअर रिंगला जमिनीपर्यंत खाली आणण्याची सुविधा देते, ज्यामुळे मेन्टेनन्स करणे सोपे होते.



Figure. 4.3.1. – हाय-मास्ट स्ट्रीट लाइट्स (High Mast Street Lights)

➤ हाय-मास्ट पोल संरचना घटक (High-Mast Pole Structure Components):

हाय-मास्ट पोल सिस्टिम मध्ये खालील महत्वाचे घटक असतात:

1. हाय-मास्ट पोल (High-Mast Pole):

- **साहित्य:** गॅल्वनाइज्ड स्टील (Galvanized steel).
- **उंची:** सहसा 12 मीटर ते 50 मीटर, उपयोगानुसार ठरवली जाते.
- **वाऱ्याचा प्रतिकार (Wind resistance):** स्थानिक वाऱ्याच्या वेग आणि सुरक्षा मानकांनुसार डिझाइन केले जाते.
- **पाया:** अँकर बोल्टसह काँक्रीटने रिइन्फोर्स केलेला पाया स्थिरतेसाठी प्रदान केला जातो.

2. लुमिनेअर रिंग (हेड फ्रेम) [Luminaire Ring (Head Frame)]:

- एक वर्तुळाकार किंवा बहुभुज चौकट ज्यामध्ये अनेक फ्लडलाइट्स असतात.
- विस्तृत क्षेत्रावर लाइटिंग समान रीतीने वितरित करण्यासाठी डिझाइन केलेले असतात.

3. लुमिनेअर्स (लाईट्स) (Luminaires)

- **प्रकार:** LED फ्लडलाइट्स (LED floodlights) किंवा हाय-इंटेंसिटी डिस्चार्ज (High-Intensity Discharge) दिवे.
- **वॉटेज (Wattage):** आवश्यक लाइटिंग तेनुसार 150W ते 1000W दरम्यान.

- **आय.पी. रेटिंग (IP Rating):** बाहेरील वापरासाठी टिकाऊ हवामान प्रतिरोधक डिझाइन (IP65 किंवा अधिक).

4. लिफ्टिंग यंत्रणा (Lifting Mechanism):

- **विंच (लिफ्टिंग) सिस्टिम (Winch system):** मोटरयुक्त (motorized) किंवा मॅन्युअल (manual) विंच यंत्रणा.
- **वायर रोप्स/पुलीज (Wire Ropes/Pulleys):** स्टेनलेस स्टीलच्या दोरींच्या मदतीने लुमिनेअर रिंग सुरक्षितपणे मार्गदर्शित केली जाते.
- **मोटर:** लुमिनेअर रिंग वर-खाली करण्यासाठी कार्य करते, ज्यामुळे मेन्टेनन्स सुलभ होतो.

5. कंट्रोल पॅनल (Control Panel):

- सर्किट ब्रेकर (Circuit breakers, MCB, RCCB), रिले (Relays), कॉन्टॅक्टर्स (contactors) आणि टाइमर्स (timers) यांचा समावेश असतो.
- स्वयंचालित संचालन (Automatic operation): फोटोसेल्स, टाइमर्स किंवा रिमोट स्विचिंगद्वारे नियंत्रित करता येते.
- सर्ज संरक्षण (Surge protection): व्होल्टेज बदल (voltage fluctuations) आणि वीज (lightening) कोसळण्यापासून संरक्षण प्रदान करते.

6. अर्थिंग सिस्टिम (Earthing System):

- विद्युत अपाय (electrical hazards) टाळण्यासाठी खांब आणि लुमिनेअर्सचे योग्य अर्थिंग केली जाते.
- प्रभावी अर्थिंगसाठी कॉपर रॉड्स (copper rods) किंवा स्ट्रिप्सचा (strips) वापर केला जातो.

7. केबलिंग आणि जंक्शन बॉक्सेस (Cabling & Junction Boxes):

- हवामान प्रतिरोधक (Weatherproof) इलेक्ट्रिकल केबल्स खांबाच्या आतून नेल्या जातात.
- सुरक्षा आणि टिकाऊपणासाठी अंडरग्राउंड केबलिंग वापरली जाते.
- सुलभ वायरिंग कनेक्शनसाठी जंक्शन बॉक्स बसवले जातात.

➤ हाय-मास्ट पोल संरचना: उपकरणे निवडीसाठी निकष (High-mast pole structure: Criteria for Selection of equipment)

हाय-मास्ट लाइट पोल मोठ्या बाह्य जागा प्रकाशित करतात - जिथे विस्तृत आणि शक्तिशाली लाइटिंग आवश्यक असतो तिथे ते अत्यावश्यक असतात. हे पोल प्रामुख्याने महामार्ग, स्टेडियम, औद्योगिक क्षेत्रे, बंदरे, विमानतळे आणि सार्वजनिक ठिकाणे जसे की उद्याने किंवा पार्किंग लॉटमध्ये वापरले जातात. त्यांचा उद्देश केवळ लाइटिंग देण्यापुरता मर्यादित नसून, सुरक्षा आणि सोयीसाठीही ते महत्वाची भूमिका बजावतात.

उदाहरणार्थ, महामार्गावर, हाय-मास्ट पोल वाहनचालकांसाठी दृश्यमानता वाढवतात, ज्यामुळे अपघात कमी होतात आणि वाहतूक सुरळीत राहते, विशेषतः रात्री च्या वेळी. स्टेडियममध्ये, ते क्रीडा स्पर्धा, संगीत कार्यक्रम किंवा इतर मोठ्या सभा यासाठी योग्य वातावरण तयार करतात. तसेच, औद्योगिक क्षेत्रे आणि बंदरांमध्ये, हे पोल रात्रीच्या वेळी काम सुरक्षित आणि कार्यक्षमपणे सुरू राहण्यासाठी मदत करतात.

योग्य हाय-मास्ट पोल निवडणे ही केवळ तांत्रिक बाब नाही तर लाइटिंग योजना योग्य प्रकारे कार्यरत राहिल, अनेक वर्षे दुरुस्तीशिवाय टिकेल आणि खर्च-प्रभावी राहिल याची खात्री करणे महत्वाचे आहे. येथे सर्वोत्तम निवड करण्यासाठी काही उपाय योजना दिल्या आहेत.

1. उंची आणि लाइटिंग कवरेज क्षेत्र (Height and coverage area): पोलची उंची हा एक अत्यंत महत्वाचा घटक आहे. उंच पोल मोठ्या क्षेत्रावर लाइटिंग टाकतात, त्यामुळे ते महामार्ग आणि सार्वजनिक ठिकाणांसाठी योग्य असतात, जिथे विस्तृत आणि समसमान लाइटिंग आवश्यक असतो आणि सावल्यांचे प्रमाण कमी राहते. याउलट, औद्योगिक क्षेत्रांमध्ये तुलनेने कमी उंचीचे पोल वापरणे फायदेशीर ठरते, जेणेकरून लाइटिंग विशिष्ट कार्यक्षेत्रांवर केंद्रित राहिल. यासोबतच, लुमिनेअर्स (लाइटिंग स्रोत) निवडताना पोलच्या उंचीचा विचार करणे महत्वाचे आहे. योग्य उंची आणि लाइटिंग डिझाइन यांचे संतुलन नसेल तर उर्जेचा अपव्यय होऊ शकतो किंवा लाइटिंग असमान पसरू शकतो.

2. साहित्य आणि बांधकाम गुणवत्ता (Material and build quality): हाय-मास्ट पोल विविध कठीण हवामान परिस्थितींना सामोरे जातात. उन्हाळ्यात त्यांना तीव्र उष्णतेचा सामना करावा लागतो, तर पावसाळ्यात जोरदार पाऊस आणि आर्द्रता यामुळे गंज आणि खराब होण्याची शक्यता वाढते. काही भागांमध्ये, जोमदार वारे हा देखील एक महत्वाचा घटक असतो. या आव्हानांना तोंड देण्यासाठी, हाय-मास्ट पोल सहसा स्टीलपासून बनवले जातात, कारण ते मजबूत आणि टिकाऊ असतात. विशेषतः किनारी भाग किंवा आर्द्र हवामान असलेल्या ठिकाणी गंज आणि अपाय टाळण्यासाठी, पोल हॉट-डिप गॅल्वनायझेशन प्रक्रियेद्वारे झिंकच्या थराने लेपित केले जातात. हा थर पोलला गंजरोधक बनवतो आणि दीर्घकाळ टिकण्यास मदत करतो, त्यामुळे किमान देखभालीसह अनेक वर्षे कार्यक्षम राहतो.

3. वाऱ्याचा भार सहन करण्याची क्षमता (Wind load capacity): भारतामध्ये विविध हवामान परिस्थिती आढळतात, विशेषतः किनारी भागांमध्ये चक्रीवादळे मोठा धोका निर्माण करतात. त्यामुळे पोल उभारलेल्या ठिकाणाच्या वाऱ्याच्या ताकदीनुसार ते पुरेसे मजबूत असणे आवश्यक आहे. जर पोल जोमदार वाऱ्याचा भार सहन करू शकले नाहीत, तर ते वाकू शकतात किंवा कोसळू शकतात, ज्यामुळे मालमत्तेचे नुकसान होण्याबरोबरच जीवितास धोका निर्माण होऊ शकतो. सुरक्षेसाठी, भारतीय वाऱ्याच्या भारमानक (IS 875) चे पालन करणारे पोल निवडणे महत्वाचे आहे. हे स्टँडर्ड विविध भागांमधील वाऱ्याच्या दाबानुसार पोल किती भार सहन करू शकतो यासाठी मार्गदर्शक तत्त्वे प्रदान करते.

4. मेन्टेनन्सची सुलभता (Ease of maintenance): हाय-मास्ट पोल उंच असतात, त्यामुळे त्यांची देखभाल करणे आव्हानात्मक ठरते. दिवे स्वच्छ करणे किंवा ते खराब झाल्यास बदलणे यासाठी विशेष उपकरणे जसे की क्रेन्स किंवा शिड्या लागतात. हे विशेषतः दुर्गम भागात किंवा वर्दळीच्या महामार्गावर खर्चिक आणि वेळखाऊ ठरू शकते. ही प्रक्रिया सुलभ करण्यासाठी, मोटरयुक्त प्रणाली असलेले पोल निवडणे अधिक फायदेशीर ठरते. या प्रणालीमुळे लाइटिंग स्रोत जमिनीवर खाली आणता येतो, त्यामुळे देखभालीसाठी जड यंत्रसामग्रीची गरज लागत नाही, खर्च कमी होतो आणि वेळ वाचतो.

➤ **हाय-मास्ट पोल संरचना: उपकरणांची निवड (High-mast pole structure: Selection of equipment)**
खालील Table 4.3 मध्ये हाय-मास्ट पोल संरचेशाठी उपकरणांच्या निवडीसाठी स्वीकारलेले निकष दर्शविले आहेत.

Table 4.3: हाय-मास्ट पोल उपकरणांसाठी निवड निकष

(Table 4.3: Selection Criteria for High Mast Pole Equipments)

घटक (Component)	निवड निकष (Selection Criteria)
पोलची उंची (Pole Height)	अॅप्लिकेशन नुसार: महामार्ग (30m-50m), औद्योगिक क्षेत्रे (20m-30m), स्टेडियम (30m-40m)
फ्लडलाइट्स (Floodlights)	एल.इ.डी. (LED) किंवा एच.आई.डी. (HID), वॉटेज लाइटिंग मान आवश्यकतेनुसार (150W-1000W)
विंच (उचलने, वाहतूक करणे) प्रणाली (Winch System)	उंच पोलसाठी मोटरयुक्त, कमी उंचीसाठी मॅन्युअल
कंट्रोल पॅनल (Control Panel)	सर्किट ब्रेकर (MCB, RCCB), टायमर, रिले आणि सर्ज संरक्षण समाविष्ट
केबलिंग (Cabling)	हवामान प्रतिरोधक, इन्सुलेटेड केबल्स बाहेरील परिस्थितीसाठी
अर्थिंग (Earthing)	चांगल्या विद्युत वाहकतेसाठी कॉपरच्या रॉड, स्ट्रिप किंवा केमिकल अर्थिंग

➤ हाय-मास्ट पोल संरचना: वायरिंगचे ओव्हरव्यू (High-mast pole structure: Wiring diagram overview)

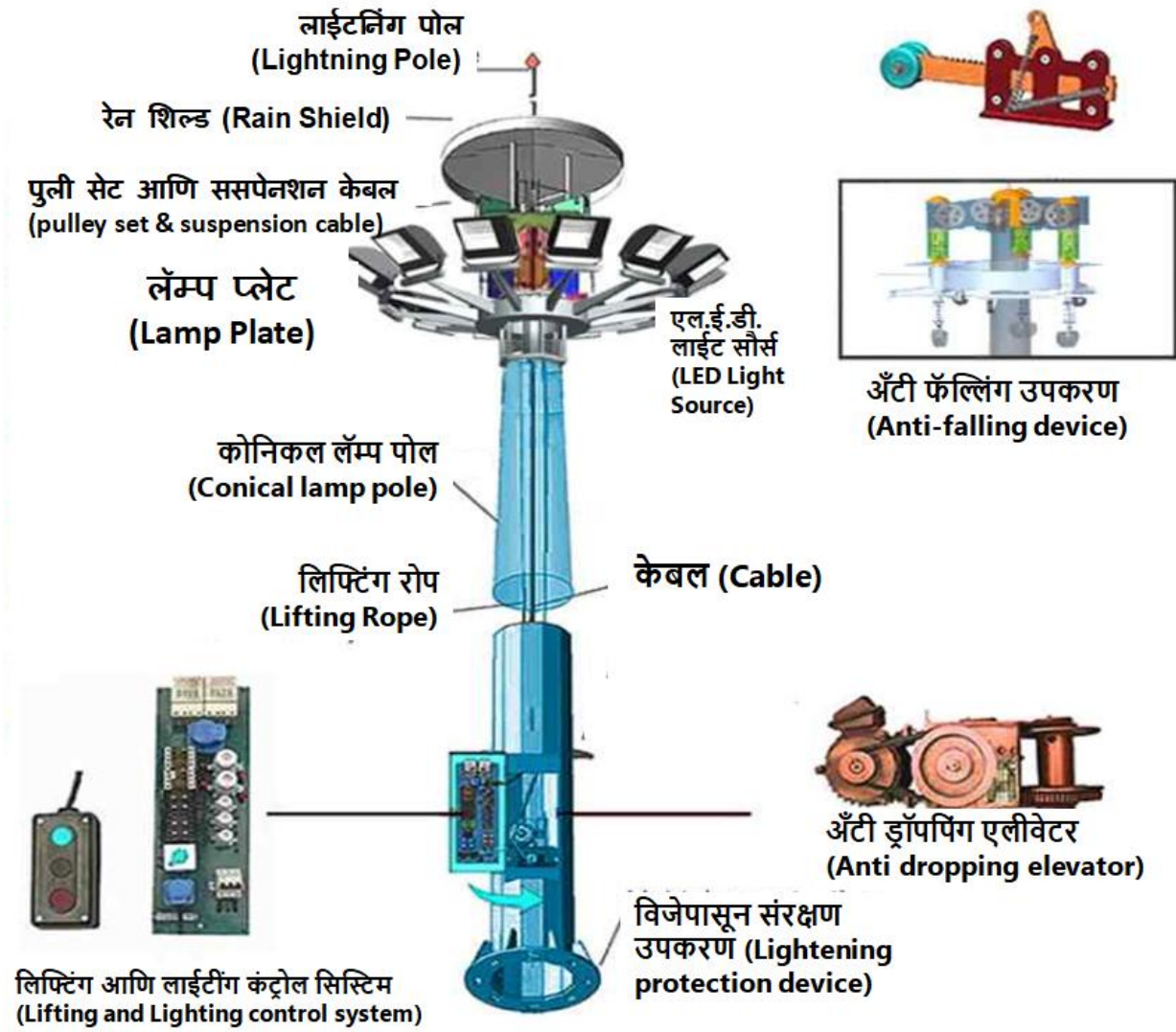


Figure. 4.3.3 – हाय मास्ट पोल स्ट्रक्चर आणि वायरिंग
(High Mast Pole Structure and Wiring)

एक सामान्य हाय-मास्ट स्ट्रीट लाइटिंग वायरिंग प्रणाली समाविष्ट करते:

1. पॉवर सप्लाय (Power Supply):

- 230V किंवा 415V AC (लोडनुसार सिंगल-फेज किंवा थ्री-फेज).
- डिस्ट्रिब्युशन ट्रान्सफॉर्मर (Distribution transformer) किंवा मुख्य विद्युत पॅनेलमधून पुरवठा करणे.

2. कंट्रोल पॅनेल (Control Panel):

- मिनीएचर सर्किट ब्रेकर (MCB): शॉर्ट सर्किटपासून संरक्षण प्रदान करते.
- रेसिड्युअल करंट सर्किट ब्रेकर (RCCB): विद्युत सुरक्षेसाठी वापरले जाते.

- कॉन्टॅक्टर (Contactor) आणि रिले (Relay): स्वयंचलित स्विचिंगसाठी वापरले जातात.
- टायमर (Timer) / फोटोसेल सेन्सर (Photocell sensor): सूर्यप्रकाशाच्या आधारावर ऑटोमॅटिक ऑन/ऑफ ऑपरेशन एनएबल करते.

3. लुमिनेअर वायरिंग (Luminaires Wiring):

- समसमान व्होल्टेज वितरणासाठी एल.ई.डी (LED) प्लडलाइट्स पॅरलल (parallel) जोडलेले असतात.
- प्रत्येक लुमिनेअरसाठी स्वतंत्र सर्किट ब्रेकर असतात.

4. मोटरयुक्त विंच प्रणाली वायरिंग (Motorized Winch System Wiring):

- लुमिनेअर रिंग वर-खाली करण्यासाठी नियंत्रण वायरिंग वापरतात.
- ओव्हर-ट्रॅव्हल टाळण्यासाठी लिमिट स्विचेस वापरतात.

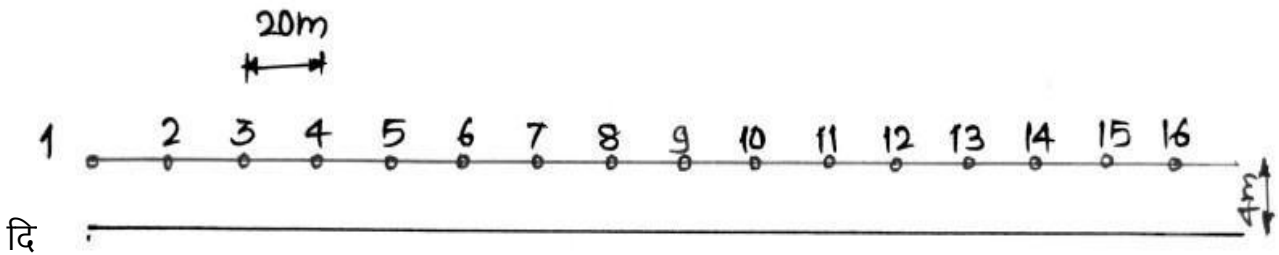
5. अर्थिंग प्रणाली (Earthing System):

- विद्युत धोक्यांपासून संरक्षणासाठी पोल आणि लुमिनेअर्स ग्राउंड केलेले असते.
- कंट्रोल पॅनेलसाठी स्वतंत्र अर्थिंग वापरतात.

4.4 स्ट्रीटलाइट आणि हाय-मास्ट लाइटिंगची डिझाईन, एस्टिमेट आणि खर्च (Design, estimation and costing of streetlights and High-mast lighting)

उदाहरण 1: 300 मीटर लांब रस्ता 40W फ्लुरोसेंट दिव्यांसह प्रकाशित करायचा आहे, ज्याची कॅडल पॉवर 222 आहे. रस्त्याची रुंदी 4 मीटर आहे. किमान 0.8 लक्स लाइटिंग मान राखण्यासाठी स्ट्रीट लाइटिंग योजनेची रचना करा आणि आवश्यक सामग्रीचे अनुमान द्या.

उत्तर:



गृहीतकें (Assumptions):

दिव्याची उंची 9 मीटर मानावी.

कॉइफिसिएंट ऑफ युटिलायझेशन 0.5 मानावा.

विस्तीर्ण अंतराच्या मध्यबिंदूवरील इल्यूमिनेशन

= 0.8 lux पेक्षा जास्त = 0.82 lux

$$\begin{aligned}
 0.82 &= 2 \times l \times h \times \text{COU}/d^3 \\
 &= (2 \times 222 \times 9 \times 0.5) / (d)^3 \\
 (d)^3 &= 2436.58 \\
 (d) &= 13.45 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{स्पॅन (Span)} = 2 \times \sqrt{13.45^2 - 9^2} = 20\text{m}$$

- 1) खांबांची संख्या (No. of poles) = $(300/20) + 1 = 15 + 1 = 16$
- 2) स्ट्रीट लाइट वेदर प्रूफ फिटिंगची (weather proof fitting) संख्या = 16
- 3) एकूण लोड (Total load on the line) = $40 \times 16 = 640\text{W}$
- 4) लोड करंट (Load current) = $640/230 = 2.78 \text{ A}$
- 5) स्ट्रीट लाईटच्या फेज वायरसाठी AAC वायर निवडली आहे,
लांबी (Length) = $600 \times 5\% \text{ extra} = (600 \times 5)/100 = 630 \text{ m}$
- 6) स्ट्रीट लाईटच्या न्यूट्रल वायरसाठी AAC वायर निवडली आहे,
लांबी (Length) = $600 \times 5\% \text{ extra} = (600 \times 5)/100 = 630 \text{ m}$
- 7) गायची संख्या (No. of guys) = 6 (प्रत्येक पाचव्या खांबासाठी दोन आणि प्रत्येक टोकाच्या खांबासाठी एक.)
- 8) शॅकल इन्सुलेटर्सची संख्या (No. of shackle insulators) = $16 \times 2 = 32$
- 9) अर्थिंगसाठी 8 SWG GI तार वापरली आहे. (8 SWG GI wire for earth) = $(300 \times 105\%) = 315\text{m}$
- 10) खांब अर्थिंग संच (Pole earthing set) = 4 sets (प्रत्येक पाचव्या खांबासाठी आणि टोकाच्या खांबासाठी)
- 11) अर्थिंगसाठी आयबोल्ट (Eyebolt for earthing) = 16 Nos.

लिस्ट ऑफ मटेरियल (Estimate of the material)**Table 4.4: मटेरियल एस्टीमेट**

Sr. No.	Description of the material	Quantity required	Unit
1	PCC poles, 9m long	16	No.
2	AAC conductor for phase	630	m
3	AAC conductor for neutral	630	m
4	LT Shackle insulator with fitting arrangement such as D clamps	32	No.
5	8 SWG GI wire	315	m
6	Guy sets complete	4	set
7	Guy wire 7/8 SWG	25	kg
8	Eye Bolts and nuts of various sizes	16	No.
9	Earthing set	4	set
10	Street light fittings, weather proof type	16	No.
11	GI brackets of suitable length to support the light fitting	16	set
12	ICDP switch 250V, 15A, Pole mounted	1	No.
13	MS board with cover	1	No.
14	Charcoal and sand	Lumpsum	Lumpsum
15	Cement and concrete	Lumpsum	Lumpsum
16	Binding wire, clamps, other sundry items	Lumpsum	Lumpsum

➤ स्व-अध्ययन (Exercise):

- व्याख्या (Define) करा: i) ल्युमिनस फ्लक्स (Luminous flux) ii) लाइटिंग आउटपुट (Light output)
- सार्वजनिक लाइटिंग योजनांच्या स्थापनेचे उद्दिष्ट नमूद करा.
- रस्त्याच्या लाइटिंग योजनेसाठी वापरण्यात येणाऱ्या ऑन-ऑफ नियंत्रण प्रणालीचे (ON-Off Control) स्पष्टीकरण द्या
- स्ट्रीट लाइट पोलची रचना Fig.सह स्पष्ट करा.
- स्ट्रीट लाइटसाठी आवश्यक सामग्री आणि उपकरणांची यादी तयार करा.
- 30 W एलईडी दिवे (3000 कॅडल पॉवर) वापरून 200 मीटर लांब रस्त्यासाठी लाइटिंग योजना डिझाइन करा आणि आवश्यक सामग्रीचा एस्टीमेट द्या, जेणेकरून किमान 0.8 लक्स लाइटिंग मान मिळेल.
- हाय मास्ट स्ट्रीट लाइटच्या संरचनेचे स्पष्टीकरण द्या.
- रस्त्याच्या मांडणीप्रमाणे स्ट्रीट लाइटच्या विविध संरचना स्पष्ट करा.

➤ **संदर्भ पाठ्यपुस्तक (Reference books):**

Sr. No.	Author	Title	Publisher with ISBN Number
1	K.B. Raina, S.K. Bhattacharya	Electrical Design Estimating and Costing	New Age International Publisher, First, Reprint 2010, ISBN:13: 978-8122443585
2	Surjit Singh, Ravi Deep Singh	Electrical Estimating and Costing	DhanpatRai and Sons, 2014 New Delhi, ISBN:1234567150995
3	J.B. Gupta	A Course in Electrical Installation Estimating and Costing	S.K. Kataria and Sons; New Delhi Reprint Edition, 2013, ISBN: 13: 978-9350142790
4	BIS	SP-30:2023, National Electrical Code, 2023	Bureau of Indian Standards
5	BIS	IS: 732-1989, Code of Practice for Electrical Wiring Installation	Bureau of Indian Standards

➤ **महत्वाच्या उपयुक्त लिंक्स (Learning websites):**

Sr. No.	Link / Portal	Description
1	https://standardsbis.bsbedge.com/	SP:30 NEC 2023
2	https://gem.gov.in/	GeM portal for procurement.

➤ **Referred Links for Images/Photographs:**

- 1) Fig. 4.1.2.12 and all images in Point 4.1.5- SP:30 NEC 2023- <https://standardsbis.bsbedge.com/>
- 2) Fig. 4.1.2.5 - <https://www.team-bhp.com/forum/attachments/road-safety/2568078d1706875178-exiting-highway-into-service-lane-vice-versa-rules-vs-best-practices-scenrio-4.png>
- 3) Fig. 4.2.5.2- <https://bestengineeringprojects.com/wp-content/uploads/2021/05/Automatic-Street-Light-Circuit-Diagram.jpg>
- 4) Fig. 4.3.3- <https://ashaenter.com/airport-high-mast-led-flood-light-in-bangladesh/>
- 5) Fig. 4.1.2.9- <https://timesofindia.indiatimes.com/city/pune/speeding-vehicles-turn-safe-eway-shoulder-lanes-deadly/articleshow/71192345.cms>
- 6) Fig. 4.1.2.7- <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSiAQdIFdhHUTtgbN-WC7p13M2fdp5P1wnTj-2FBe3p6dvOsVyG>
- 7) Fig. 4.1.5.10- https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRA5_G_KAYRgJMrdR9JCkVcxsRS818iVSMpyFBidDPCASGP-E0
- 8) Fig. 4.3.1- <https://xeratech.in/blogs/highmast-lights-outdoor-illumination>

युनिट -5

डिस्ट्रीब्युशन लाईन

Distribution Line

- **विषय निष्पत्ती (Course Outcome):**
 - ओवरहेड आणि अंडरग्राउंड डीस्ट्रीब्युशन लाईनचे इस्टिमेशन (estimate) करा
- **घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcome):**
 - दिलेल्या प्रकारच्या डीस्ट्रीब्युशन लाईनची तुलना करा.
 - डीस्ट्रीब्युशन लाईनसाठी आवश्यक असलेल्या सामग्रीचे वर्णन करा.
 - स्पेसीफाइड डीस्ट्रीब्युशन लाईनसाठी इस्टिमेशन करा.

परिचय (Introduction):

भारतातील डीस्ट्रीब्युशन लाइन ही इलेक्ट्रीसिटी वाहतूक लाइन आहेत जी सबस्टेशनपासून ग्राहकांना इलेक्ट्रीसिटी पुरवतात. भारतातील डीस्ट्रीब्युशन लाइन चे व्होल्टेज ,अंतर आणि ट्रान्समिशन होण्याच्या प्रमाणानुसार बदलते.

डीस्ट्रीब्युशन लाइन व्होल्टेज पातळी (Distribution line voltage levels):

- 11 केव्ही (11 kV): शहरांमधील महत्त्वपूर्ण रस्त्यांच्या कडेला चालणारी प्राथमिक डीस्ट्रीब्युशन व्होल्टेज पातळी.
- 440 व्होल्ट (440 V): दुय्यम डीस्ट्रीब्युशन व्होल्टेज पातळी, जी ग्राहकांच्या परिसरांना दिली जाते.
- 66 केव्ही (66 kV), 33 केव्ही (33 kV), 22 केव्ही (22 kV): इतर मानक डीस्ट्रीब्युशन व्होल्टेज.

➤ डीस्ट्रीब्युशन सिस्टम (Distribution System):

- **प्राथमिक ट्रान्समिशन (प्राथमिक पारेषण):** शहराच्या बाहेरील भागात 132 केव्हीवर इलेक्ट्रिक पॉवर ट्रान्समिट (Transmit) केली जाते.
- **सेकंडरी ट्रान्समिशन (दुय्यम पारेषण):** प्राथमिक ट्रान्समिशन लाइन (Transmission line) एका प्राप्त स्टेशनवर 33 केव्ही पर्यंत कमी केली जाते, नंतर शहरातील सबस्टेशनमध्ये ट्रान्समिट (Transmit) केली जाते.
- **प्राथमिक डिस्ट्रीब्युशन (प्राथमिक डीस्ट्रीब्युशन):** दुय्यम ट्रान्समिशन लाइन सबस्टेशनमध्ये 11 केव्ही पर्यंत कमी केली जाते, नंतर शहरातील रस्त्याच्या कडेला ट्रान्समिट (Transmit) केली जाते.
- **सेकंडरी डिस्ट्रीब्युशन (दुय्यम डीस्ट्रीब्युशन):** प्राथमिक डीस्ट्रीब्युशन लाईन डीस्ट्रीब्युशन सबस्टेशनवर 440 व्ही पर्यंत कमी केली जाते, त्यानंतर ग्राहकांना डिस्ट्रीब्युट (Distribute) केली जाते.
- **डिस्ट्रीब्युशन (डीस्ट्रीब्युशन लाइन) लांबी:** 2023 मध्ये, भारताच्या पॉवर लाईन्स (Power lines) अंदाजे 14.4 दशलक्ष सर्किट किलोमीटर लांबीच्या आहेत.

5.1 विद्युत उर्जा सिस्टीम चे ब्लॉक डायग्राम, डीस्ट्रीब्युशन लाईनचे प्रकार - प्राथमिक आणि दुय्यम, ओव्हरहेड आणि भूमिगत आणि तुलना (Block Diagram of Electrical Power system, Types of Distribution lines - Primary and Secondary, Overhead and Underground, and it's comparison.)

आकृतीमध्ये उच्च-व्होल्टेज अल्टरनेटिंग करंट ((High voltage alternating current) एसी) सिस्टिममध्ये विद्युत उर्जा जनरेशन (Generation), ट्रान्समिशन (Transmission), डीस्ट्रीब्युशन (Distribution) आणि वापराची प्रक्रिया स्पष्ट होते. प्रक्रिया इलेक्ट्रीसिटी जनरेशन (Generation) स्टेशनपासून सुरू होते, जेथे मेकॅनिकल एनर्जी (Mechanical energy), विद्युत उर्जेमध्ये (Electrical energy), रूपांतरित केली जाते. पाणी, स्टीम किंवा इतर स्रोतांनी चालविणारी एक टर्बाइन 11 केव्हीवर इलेक्ट्रीसिटी निर्मितीसाठी अल्टरनेटर चालवते. कंडक्टरमधील रोधामुळे उच्च उर्जा नुकसान होते. त्यामुळे सिस्टिम चे व्होल्टेज कमी होते आणि लांब पल्ल्याच्या ट्रान्समिशनसाठी हि सिस्टिम अकार्यक्षम आहे. हे नुकसान कमी करण्यासाठी, एक स्टेप-अप ट्रान्सफॉर्मर (Step-up transformer) व्होल्टेज 220 केव्ही पर्यंत वाढवते, कारण उच्च व्होल्टेज प्रतिरोधक नुकसान कमी करते.

त्यानंतर 220 केव्ही ट्रान्समिशन इलेक्ट्रीसिटी टॉवर्सद्वारे उच्च-व्होल्टेज ट्रान्समिशन लाइन लांब पल्ल्यात ट्रान्समिट केली जाते. या लाईन जनरेशन स्टेशनला शहरी किंवा औद्योगिक क्षेत्रासारख्या केंद्रे लोड करण्यासाठी जोडतात. उच्च व्होल्टेजवर ट्रान्समिशन हे सुनिश्चित करते की कमीतकमी ऊर्जेच्या तोटासह ऊर्जा कार्यक्षमतेने (Energy efficiency) वितरित केली जाते. उच्च व्होल्टेजमुळे निर्माण झालेली जोखीम विशिष्ट इन्सुलेटर आणि स्ट्रक्चरल डिझाईन द्वारे कमी केली जाते.

सबस्टेशनवर इलेक्ट्रीसिटी एक स्टेप-डाऊन ट्रान्सफॉर्मर (Step-down transformer) द्वारे व्होल्टेज 220 केव्ही ते 33 केव्ही पर्यंत कमी केली जाते. हे कमी व्होल्टेज रिजनल डीस्ट्रीब्युशन आणि औद्योगिक वापरासाठी योग्य आहे. प्राप्त झालेल्या स्टेशनमध्ये फॉल्ट्स (Faults) आणि ओव्हरलोड (Overload) प्रभावीपणे व्यवस्थापित करण्यासाठी सर्किट ब्रेकर (Circuit breaker) आणि रिले (Relay) सारख्या प्रोटेक्टिव्ह डिवायसेस द्वारे सुरक्षित केली जाते.

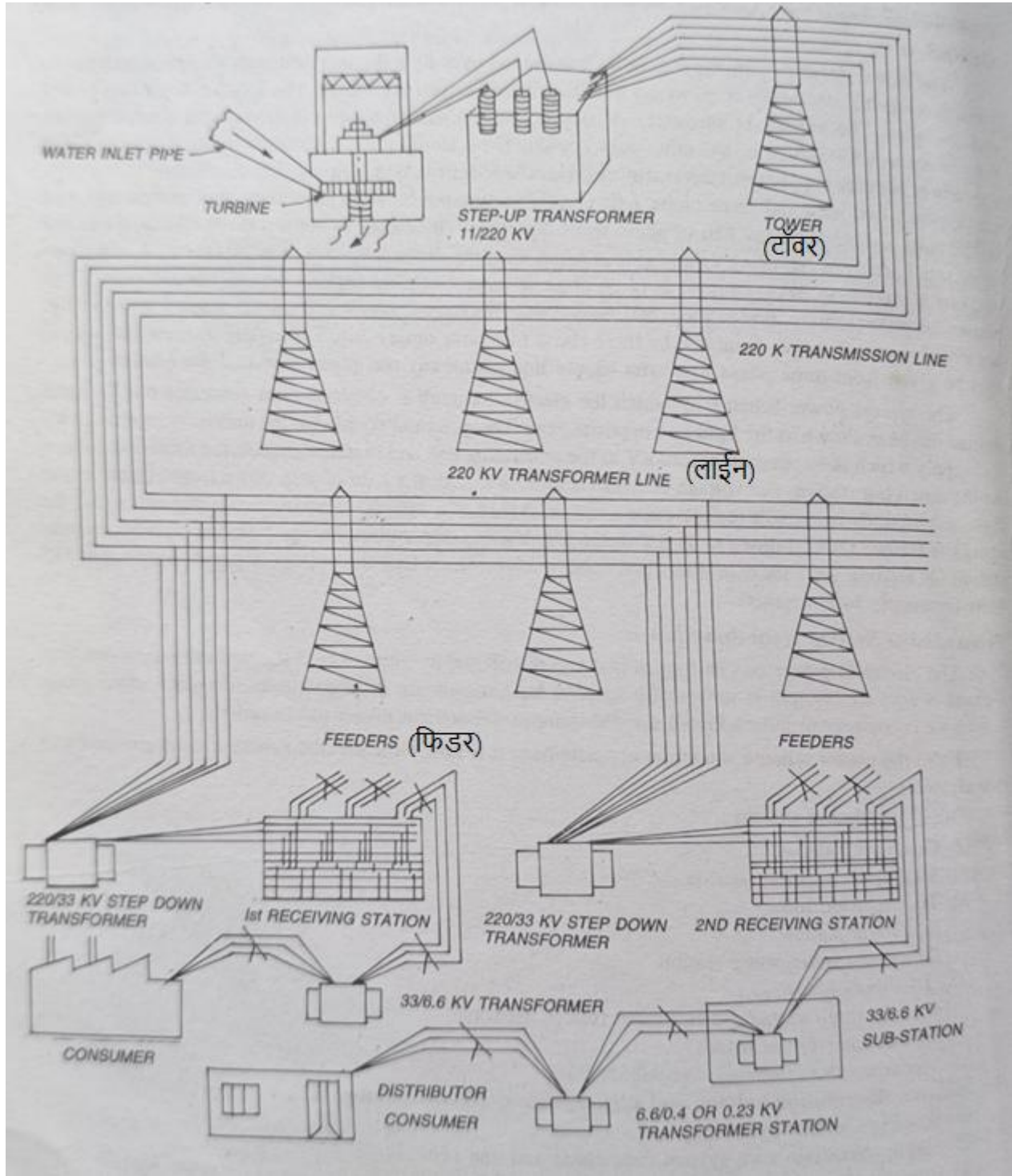


Figure. 5.1 इलेक्ट्रिकल पॉवर सिस्टमचे ब्लॉक डायग्राम (Block diagram of Electrical power system)

रिसिविंग सबस्टेशनवरून (Receiving substation) इलेक्ट्रिकल एनर्जी, 33 केव्ही फीडर द्वारे सबस्टेशनमध्ये किंवा थेट मोठ्या ग्राहकांपर्यंत पोहचवली जाते. फीडर हे उच्च-क्षमता कंडक्टर आहेत जे अल्प ते मध्यम अंतरासाठी डिझाइन केलेले आहेत, जे रिजनल ग्रीड्समध्ये (Regional grids) विश्वसनीय उर्जा डीस्ट्रीब्युशन सुनिश्चित करतात. कारखान्यांसारख्या उच्च व्होल्टेजची आवश्यकता असलेल्या औद्योगिक ग्राहकांना या टप्प्यावर थेट विजेचा उपयोग होऊ शकतो.

दुसऱ्या रिसिविंग स्टेशनवर (Receiving station), व्होल्टेज 33 केव्ही वरून 6.6 केव्ही पर्यंत कमी केले गेले आहे. हा टप्पा लहान प्रदेश किंवा मध्यम-व्होल्टेज औद्योगिक वापरकर्त्यां विद्युत ग्राहकांना वितरणासाठी इलेक्ट्रीसिटी पातळी तयार करतो. या सबस्टेशनवरील प्रगत नियंत्रण सिस्टीम स्थिर आणि कार्यक्षम ऑपरेशन सुनिश्चित करतात. 6.6 केव्ही ची मध्यम-व्होल्टेज वीज बहुतेकदा अवजड यंत्रसामग्री आणि उपकरणांसाठी उद्योगांमध्ये वापरली जाते. अंतिम व्होल्टेज कन्व्हर्जन स्थानिक सबस्टेशन्सवर (Local substation), होते, जिथे वीज 6.6 केव्ही वरून 400 व्होल्ट पर्यंत उर्जा भारांसाठी किंवा हलक्या भारांसाठी 230 व्होल्ट इतकी कमी केली जाते. 400 व्होल्ट पातळी सामान्यतः औद्योगिक ॲप्लिकेशन्स साठी वापरली जाते, तर 230 व्होल्ट उर्जा निवासी आणि व्यावसायिक वापरासाठी वापरली जाते. या टप्प्यावर डीस्ट्रीब्युशन ट्रान्सफॉर्मर्स ग्राहकांना पुरविल्या जाणाऱ्या विजेची गुणवत्ता सुनिश्चित करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.

फीडर (Feeder), डिस्ट्रीब्युटर (Distributor) आणि सर्व्हिस लाईन्सचा (Service lines) समावेश असलेल्या डीस्ट्रीब्युशन सिस्टीम मुळे सबस्टेशनपासून शेवटच्या वापरकर्त्यांकडे (End user) इलेक्ट्रीसिटी वितरीत होते. फीडर डीस्ट्रीब्युशन पॉईंटवर इलेक्ट्रीसिटी घेतात, तर डिस्ट्रीब्युटर विशिष्ट अतिपरिचित क्षेत्र किंवा प्रदेश पुरवठा करण्यासाठी ब्रांचेस बंद करतात. सर्व्हिस लाईन्स वितरकांना इंडीव्हिजुअल होम्स, व्यवसाय आणि उद्योगांशी जोडतात, जे इलेक्ट्रीसिटी सर्व ग्राहकांपर्यंत पोहोचते याची खात्री करते.

ग्राहक या सिस्टीमतील विजेचे अंतिम प्राप्तकर्ते (End user) आहेत. निवासी ग्राहक हे लाईट, हीटिंग, कुलिंग आणि पॉवरिंग उपकरणांसाठी वापरतात. कार्यालये आणि दुकाने यासारख्या व्यावसायिक ग्राहक उपकरणे आणि लायटिंग इंस्टॉलेशन साठी विजेवर अवलंबून असतात, तर औद्योगिक ग्राहकांना जड यंत्रसामग्री आणि प्रोडक्शन लाइनसाठी (Production lines) जास्त इलेक्ट्रिकल एनर्जी आवश्यक असते. कार्यक्षमता आणि विश्वासार्हता राखताना सिस्टमने या विविध गरजा पूर्ण केल्या पाहिजेत.

➤ वितरणाचे (डिस्ट्रीब्युशन) प्रकार (Types of Distribution System):

ए.सी. डीस्ट्रीब्युशन सिस्टीम (AC Distribution system)

- (i) प्राथमरी डिस्ट्रीब्युशन सिस्टीम (Primary distribution system) आणि
- (ii) सेकंडरी डिस्ट्रीब्युशन सिस्टीम (Secondary distribution system) मध्ये वर्गीकृत आहे.

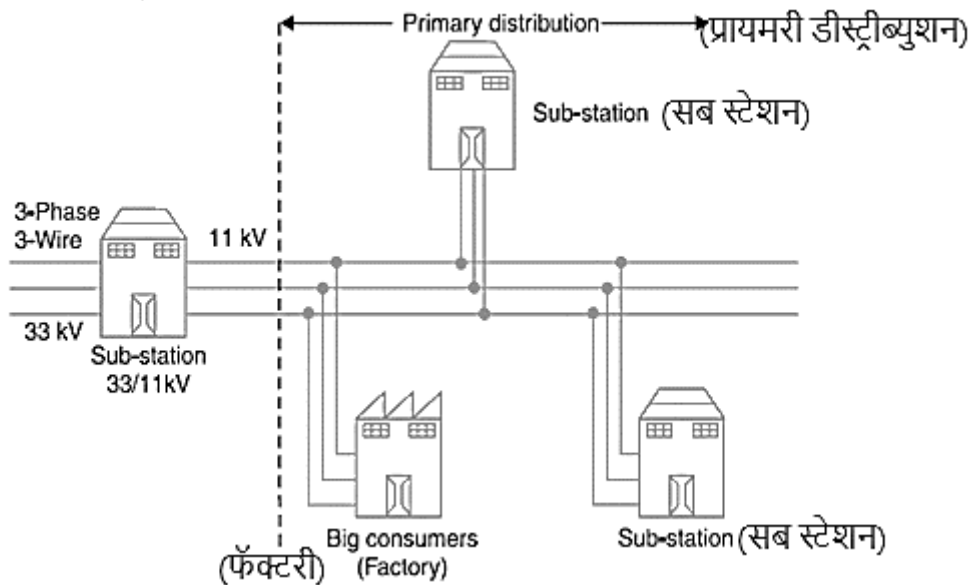


Figure. 5.2 प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन सिस्टीम (Primary Distribution System)

(i) प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन सिस्टीम (Primary distribution system): हा अल्टरनेटिंग करंट (Alternation current-एसीचा) एक भाग आहे. डिस्ट्रीब्युशन सिस्टीम जी सामान्य वापरापेक्षा किंचित जास्त व्होल्टेजवर कार्य करते आणि सरासरी कमी-व्होल्टेज ग्राहकांचा वापर करून विद्युत उर्जेचे मोठे ब्लॉक्स हाताळते. प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन सिस्टीम साठी वापरलेले व्होल्टेज डिस्ट्रीब्युशन करण्याच्या शक्तीच्या प्रमाणात आणि सबस्टेशनचे अंतर (Substation distance) यावर अवलंबून असते. सर्वात सामान्यपणे वापरला जाणारा प्राथमिक डिस्ट्रीब्युशन व्होल्टेज 11 केव्ही, 6.6 केव्ही आणि 3.3 केव्ही आहे. प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन 3-फेज, 3-वायर (Three phase Three wire) सिस्टमद्वारे केले जाते.

Figure. 5.2 एक सामान्य प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन सिस्टीम दर्शवते. जनरेटिंग स्टेशनमधून विद्युत उर्जा शहरात किंवा जवळच्या सबस्टेशनजवळ उच्च व्होल्टेजमध्ये प्रसारित केली जाते. या सबस्टेशनवर, व्होल्टेज एका स्टेप डाउन ट्रान्सफॉर्मरच्या मदतीने 11 केव्ही पर्यंत कमी केले जाते. या व्होल्टेजवर डिस्ट्रीब्युशन किंवा मोठ्या ग्राहकांना विविध सबस्टेशनला इलेक्ट्रीसिटी पुरविली जाते. हे उच्च व्होल्टेज डिस्ट्रीब्युशन किंवा प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन तयार करते.

(ii) सेकंडरी डिस्ट्रीब्युशन सिस्टीम (Secondary distribution system): हा अल्टरनेटिंग करंट (एसीचा) एक भाग आहे. सेकंडरी डिस्ट्रीब्युशन सिस्टीम मध्ये व्होल्टेजची श्रेणी समाविष्ट आहे ज्यावर अंतिम ग्राहक त्यास दिलेली विद्युत उर्जा वापरतो. सेकंडरी डिस्ट्रीब्युशन सिस्टीम 400/230 व्होल्ट, 3-फेज, 4-वायर (Three phase four wire) सिस्टम चालवते.

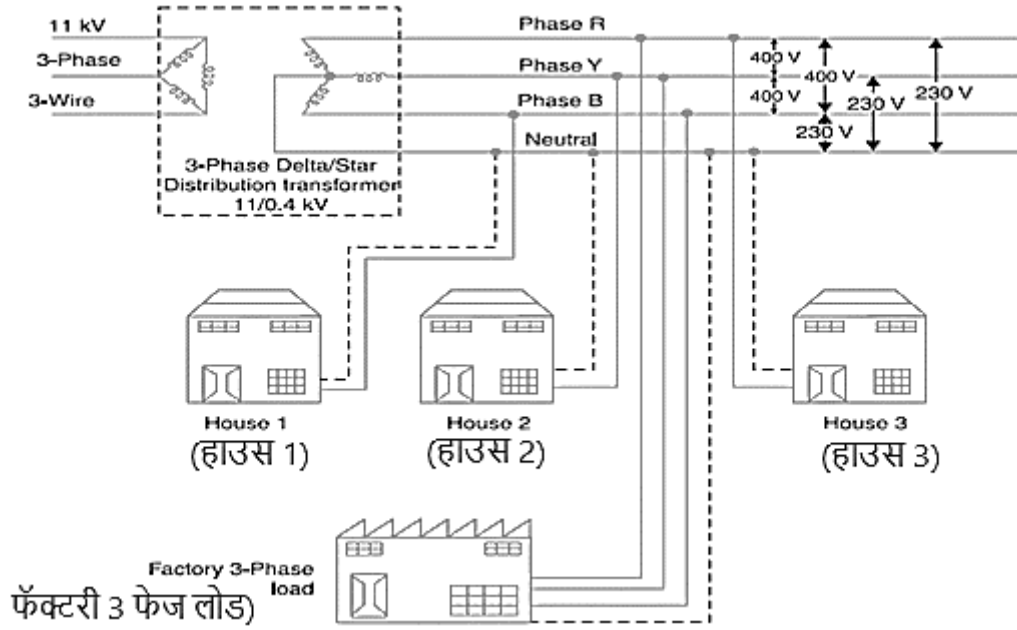


Figure. 5.3 सेकंडरी डिस्ट्रिब्युशन सिस्टीम (Secondary Distribution System)

Figure. 5.3 एक सामान्य सेकंडरी डिस्ट्रिब्युशन सिस्टीम दर्शवते. प्राथमरी डिस्ट्रिब्युशन सर्किट विविध सबस्टेशनला इलेक्ट्रीसिटी प्रदान करते, ज्याला डिस्ट्रिब्युशन सबस्टेशन (Distribution Substation) म्हणतात. ग्राहकांच्या प्रिमायसेसमध्ये (Premises) सबस्टेशन्स आणि स्टेप डाउन ट्रान्सफॉर्मर आहेत. प्रत्येक डिस्ट्रिब्युशन सबस्टेशनवर, व्होल्टेज 400 व्होल्ट ला स्टेप डाऊन (Step-down) केले जाते आणि पॉवरचे डिस्ट्रिब्युशन 3-फेज, 4-वायर अल्टरनेटिंग करंट (एसी) द्वारे वितरित केले जाते. ही सिस्टीम कोणत्याही दोन लाईन कंडक्टर मध्ये 400 व्होल्ट असते आणि एक लाईन कंडक्टर आणि न्यूट्रल कंडक्टर मध्ये 230 व्होल्ट असते. सिंगल फेज डोमेस्टिक लोड कोणत्याही एका लाईन कंडक्टर आणि न्यूट्रल कंडक्टर दरम्यान जोडलेले असतात, तर 3-फेज 400 व्होल्ट मोटर लोड थेट 3-फेज लाईन शी जोडलेले असतात.

Table 5.1 ओव्हरहेड आणि अंडर गाऊंड डिस्ट्रीब्युशन लाइन मधील तुलना (Comparison between Overhead and Underground Distribution line)

अस्पेक्ट (Aspect)	ओव्हरहेड डिस्ट्रीब्युशन लाइन (Overhead Distribution line)	अंडर गाऊंड डिस्ट्रीब्युशन लाइन (Underground Distribution line)
कॉस्ट (Cost)	लो इनिशियल कॉस्ट, फ्रिक्वेंट मंटेनन्स आवश्यक	हाय इनिशियल कॉस्ट, लो मंटेनन्स, ओव्हर टाईम
इंस्टालेशन (Installation)	इझी आणि फास्ट टू इंस्टॉल	कॉम्प्लेक्स, लेबर-इंटेंसिव्ह आणि टाईम-कंझ्युमिंग
रिलायबल (Reliability)	लेस रिलायबल, वेदर डॅमेज आणि इंटरप्शन होण्याची शक्यता	हायली रिलायबल, वेदर आणि एक्स्टर्नल फॅक्टर्सपासून प्रोटेक्टेड
(अस्थेटिक्स) Aesthetics	व्हिज्युअली अनअपीलींग, लँडस्केप क्लटर करतो	क्लीन आणि अट्रॅक्टिव्ह, व्हिजिबल वायर किंवा पोल नाहीत
सेफ्टी (Safety)	हाय रिस्क ऑफ ऑक्सिडेंट्स फ्रॉम फॉलिंग वायर किंवा पोल	सेफर, इन्सुलेटेड आणि बरीड केबल्समुळे कॉन्टॅक्ट रिस्क कमी असते.
ड्युराबिलिटी (Durability)	वेदर एक्सपोजर मुळे शॉर्टर लाईफस्पॅन	इन्सुलेशन आणि प्रोटेक्शन मुळे लॉंगर लाईफस्पॅन
एनव्हायरोन्मेंट इम्पॅक्ट (Environmental Impact)	एस्थेटिक्सवर परिणाम आणि वाईलडलाईफमध्ये डिस्टर्ब करू शकतो	मिनिमल इम्पॅक्ट आफ्टर इंस्टॉलेशन
एप्लिकेशन (Applications)	रुरल एरियामध्ये आणि हाय-वोल्टेज ट्रान्समिशनसाठी योग्य	अर्बन एरियामध्ये आणि लो/मिडियम-वोल्टेज डिस्ट्रीब्युशनसाठी आयडियल
मंटेनन्स (Maintenance)	इझी टू लोकेट आणि रिपेअर फॉल्ट्स पण फ्रिक्वेंट मंटेनन्स आवश्यक	डिफिकल्ट टू लोकेट आणि रिपेअर फॉल्ट्स, पण लेस फ्रिक्वेंट इश्यूज
व्होल्टेज पातळी (Voltage Levels)	हाय-वोल्टेज ओव्हर लॉंग डिस्टन्स सपोर्ट करतो	लो आणि मिडियम-वोल्टेजसाठी डेन्स एरियामध्ये बेस्ट सूटेड

5.2 डीस्ट्रीब्युशन लाइन एचटी (11 केव्ही) आणि एलटी (415 व्होल्ट) साठी वापरली जाणारी मटेरीअल, डीस्ट्रीब्युशन लाइनसाठी वापरल्या जाणाऱ्या केबल्स, एलटी/ एचटी पॉवर केबल्सची निवड निर्धारित करणारे फॅक्टर आणि केबल टर्मिनेशन पद्धती. (Materials used for distribution line HT (11kV) and LT (415V), Cables used for distribution line, factors determining selection of LT/ HT power cables, and cable termination methods.)

एचटी (11 केव्ही) आणि एलटी (415 व्होल्ट) डीस्ट्रीब्युशन लाईनसाठी वापरली जाणारी मुख्य सामग्री खालीलप्रमाणे सूचीबद्ध केली आहे:

1. पोल आणि त्यांचे फिटिंग्स (Poles and their fittings).
2. कंडक्टर आणि त्यांचे ऍक्सेसरीज (Conductors and their accessories)
3. अर्थ वायर आणि त्यांचे ऍक्सेसरीज (Earth wire and its accessories).
4. इन्सुलेटर आणि त्यांचे फिटिंग्स (Insulators and their fittings).
5. स्टे सेट आणि संबंधित अरेंजमेंट (Stays (or guys) and the associated arrangement).
6. अँटी-क्लीम्बिंग डिवाइस (Anticlimbing devices)
7. डेंजर साईन बोर्ड (Danger sign boards).
8. गार्डिंग वायर (Guarding wires).

1. पोल आणि त्यांचे फिटिंग्स (Poles and their fittings).

ओव्हरहेड लाईनसाठी क्रॉस आर्म्स (Overhead line cross arm), इन्सुलेटर (Insulator) आणि कंडक्टरसाठी आधार (Conductor support) म्हणून पोलचा वापर केला जातो. शहरी आणि ग्रामीण भागात ओव्हरहेड लाईन उभारण्यासाठी खाली नमूद केलेले पोल (खांब) वापरले जातात:

1. लाकडी पोल (wooden pole).
2. स्टीलचे पोल (steel pole).
 - (अ) ट्यूबलर पोल (Tubular pole)
 - (बी) रेल पोल (Rail pole)
3. मजबूत सिमेंट काँक्रीट (Reinforced Cement Concrete-आरसीसी) आणि प्रीस्ट्रेस्ड सिमेंट काँक्रीट (Prestressed Cement Concrete-पीसीसी) पोल. नियमानुसार, जमिनीत लावल्या जाणाऱ्या खांबाची खोली खांबाच्या लांबीच्या 1/6 इतकी घेतली जाते. पीसीसीचे पोल (PCC pole) हलके असल्याने त्यांची वाहतूक, हाताळणी, उभारणी सुलभ आहे. पीसीसीचे पोल (PCC pole) 9 मीटर आणि 8 मीटर लांबीचे असतात. क्रॉस आर्म्स लाईनच्या इन्सुलेटर आणि कंडक्टरला आधार देण्यासाठी खांबावर आरोहित क्रॉस आर्म्स बसवलेले असतात. क्रॉस-आर्म्स लाकडाच्या किंवा स्टीलच्या मटेरियल ने बनविले जाऊ शकतात. वापरात असलेल्या

लाकडी क्रॉस-आर्म्सची नेहमीची लांबी आणि क्रॉस-सेक्शन खालील प्रमाणे आहेत:

11 केव्ही लाईन साठी - 1.52 मीटर x 125 मिमी x 125 मिमी.

33 केव्ही लाईन साठी - 2. 2.14 मीटर x 125 मिमी x 125 मिमी.

मार्ल्ड स्टील (Mild Steel-एमएस) चॅनेल- लोह आकार 75 मिमी x 37 मिमी आणि 100 मिमी x 50 मिमी सहसा स्टील क्रॉस आर्म्स म्हणून वापरले जातात. त्याच्या वरील टोकावर पिन इन्सुलेटर (Pin insulator) निश्चित करण्यासाठी पोल टॉप ब्रॅकेट (Pole top bracket) आवश्यक आहे.

२. कंडक्टर्स आणि ॲक्सेसरीज (उपकरणे) (Conductors and their accessories.)

कॉपरची उपलब्धता भारतातील दुर्मिळ झाल्यामुळे, कॉपर ट्रान्समिशन आणि वितरणासाठी कंडक्टर सामग्री म्हणून वापरली जात नाही आणि आता ॲल्युमिनियमद्वारे बनवले जाणारे, ऑल एल्युमिनियम स्ट्रँड कंडक्टर (All Aluminium Stranded Conductors-एएससी) प्रामुख्याने कमी व्होल्टेज डीस्ट्रीब्युशन सिस्टीम वर वापरले जातात (स्पॅन- 67 मीटर पर्यंत).

स्टील प्रबलित ॲल्युमिनियम कंडक्टर (Aluminium Conductor Steel Reinforced-एसीएसआर), ॲल्युमिनियमच्या कंडक्टरभोवती ग्याल्वनाईड स्टील कोर ने बनलेले आहेत. अलुमिनिअम कंडक्टर स्ट्रँड रेन्फोर्स (एसीएसआर) च्या उच्च सामर्थ्यामुळे, लाईन ची लांबी वाढविली जाऊ शकते. म्हणून एसीएसआर कंडक्टर मोठ्या प्रमाणात विद्युत उर्जेच्या प्रसारण आणि वितरणात वापरले जातात.

गॅल्वनाइज्ड स्टील कंडक्टर (Galvanised Steel Conductor) गंजले जात नाही आणि उच्च प्रतिकार क्षमतेचे असतात म्हणून अशा वायर टेलिकम्युनिकेशन (Telecommunication), अर्थ वायर (Earth wire), गार्ड वायर (Guard wire), गे वायर (Guy wire) इ. मध्ये वापरल्या जातात.

कंडक्टरला पोलवर इन्स्टॉल करण्यासाठी खालील ॲक्सेसरीज (Accessories) आवश्यक आहेत:

1. बाइंडिंग टेप (binding tape).
2. बाइंडिंग वायर (binding wire).
3. पॅरलल ग्रूव्ह (पीजी) क्लॅम्प (parallel groove (PG) clamp.)
4. स्लीव्ह जोडणे (jointing sleeve).
5. रिपेअर स्लीव्ह (repair sleeve).
6. टेन्शन क्लॅम्प (tension clamp).
7. सस्पेंशन क्लॅम्प (suspension clamp).

कंडक्टर्स (Conductors) ला पिन इन्सुलेटर्स (Pin Insulators) वर बाइंडिंग टेप (Binding Tape) आणि बाइंडिंग वायर (Binding Wire) च्या मदतीने बांधले जाते. संपूर्ण रेषेतील कंडक्टर्स (Straight Run Line Conductors) जोडण्यासाठी ॲल्युमिनियम अलॉय (Aluminium Alloy) पासून बनलेल्या पॅरलल ग्रूव्ह (PG) क्लॅम्प (Parallel Groove Clamp) चा वापर केला जातो. दोन कंडक्टर्स जोडण्यासाठी जॉइंटिंग स्लीव्ह (Jointing Sleeve) वापरली

जाते. ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced) किंवा AAC (All Aluminium Conductor) मधील काही अॅल्युमिनियम तारा (Aluminium Strands) तुटलेल्या किंवा खराब झालेल्या असल्यास त्यांची मजबुतीकरणासाठी रिपेअर स्लीव्ह (Repair Sleeve) वापरली जाते. टर्मिनल पोल (Terminal Pole) वर कंडक्टर (Conductor) ला डिस्क इन्सुलेटर (Disc Insulator) च्या सहाय्याने सस्पेंशन क्लॅम्प (Suspension Clamp) ने जोडले जाते.

3. अर्थ वायर आणि त्यांचे ऍक्सेसरीज (Earth wire and its accessories).

अर्थिंग (Earthing) दोन प्रकारे केली जाऊ शकते:

1. कंट्युन्यूअस अर्थ वायर (Continuous Earth Wire) पद्धत:

अर्थ वायर (Earth Wire) सर्व सपोर्ट्सवरून चालवली जाते आणि प्रत्येक 1.6 km अंतरावर चार ठिकाणी (Four Points) जमिनीत जोडली जाते. या ठिकाणांमधील अंतर शक्य तितके समान असावे.

ही वायर सहसा गॅल्वनाइज्ड स्टील (Galvanized Steel) ची असते, आणि GSL 8 SWG किंवा 4 SWG मध्ये उपलब्ध असते.

ज्या ठिकाणी थ्री-फेज थ्री-वायर सिस्टम (Three-Phase Three-Wire System) साठी गार्डिंग (Guarding) आवश्यक असते, तिथे डबल अर्थ वायर (Double Earth Wire) वापरली जाते.

काही ठिकाणी J-बोल्ट (J-Bolt) किंवा स्कू-आय बोल्ट (Screw-Eye Bolt) मध्ये अर्थ वायर बसवली जाते.

इतर ठिकाणी, जसे की 11 kV लाईन्स (11 kV Lines) वर, अर्थ वायर (Earth Wire) रील्स (Reels) वर ठेवली जाते.

2. दुसरी पद्धत (Second Method):

या पद्धतीत प्रत्येक पोल (Pole) ला अर्थिंग (Earthing) केली जाते आणि अर्थ वायर (Earth Wire) पोलवरून जमिनीत नेऊन अर्थ रॉड/पाइप (Earth Rod/Pipe) शी जोडली जाते.

यासाठी 20 mm व्यासाचा गॅल्वनाइज्ड आयर्न (GI) रॉड (Galvanized Iron Rod) किंवा 40 mm व्यासाचा पाइप (Pipe) जमिनीत पूर्ण लांबीपर्यंत ठोकला जातो. याचा वरचा भाग (Top) कमीत कमी 0.6 मीटर जमिनीच्या पातळीखाली असावा.

जिथे माती कठीण आहे, तिथे कोळसा (Charcoal) आणि मीठ (Salt) यांचे पर्यायी स्तर तयार करून अर्थ रेसिस्टन्स (Earth Resistance) कमी केली जाते. ही रेसिस्टन्स 10 ओहम्स (10 Ohms) पेक्षा जास्त नसावी.

➤ स्टील ट्युबलर पोल (Steel Tubular Pole):

14 mm व्यासाचे छिद्र (Hole) प्रत्येक पोलमध्ये प्लांटिंग डेप्ट (Planting Depth) च्या 300 mm वर केले जाते. यामध्ये अर्थ वायर (Earth Wire) अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode) शी जोडली जाते.

➤ PCC आणि RCC पोल:

या पोलमध्ये अर्थिंग वायर (Earthing Wire) वरून खाली आणली जाते आणि ती योग्यरित्या क्लॅम्प (Clamp) करून

अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth Electrode) ला जोडली जाते.

➤ **अर्थ वायर आणि कनेक्शन (Earth Wire and Connection):**

GSL No. 6 अर्थ वायर GI बोल्ट (GI Bolt), नट (Nut) आणि वॉशर (Washer) च्या मदतीने GI लग्न (GI Lugs) च्या योग्य आकाराचा वापर करून पाइप (Pipe) ला जोडली जाते.

4. इन्सुलेटर आणि त्यांचे फिटिंग्स (Insulators and their fittings).

• **शॉर्ट सर्किट व विद्युत प्रवाहाचे लिकेज प्रोटेक्शन (Prevention of Short Circuit and Leakage of Current):**

वेगवेगळ्या फेज कंडक्टर्स (Phase Conductors) मधील शॉर्ट सर्किट (Short Circuit) टाळण्यासाठी आणि क्रॉस-आर्म्स (Cross-Arms) मार्फत पृथ्वीला विद्युत प्रवाहाची गळती (Leakage of Current to Earth) रोखण्यासाठी, कंडक्टर (Conductor) आणि सपोर्टिंग स्ट्रक्चर (Supporting Structures) यामध्ये इन्सुलेटर्स (Insulators) बसवले जातात.

• **पिन इन्सुलेटर्स (Pin Insulators):** पिन इन्सुलेटर्स (Pin Insulators) प्रामुख्याने ग्रामीण (Rural) आणि शहरी (Urban) भागातील 11 kV प्राथमिक वितरण रेषांमध्ये (Primary Distribution Lines) वापरले जातात.

हे 33 kV पर्यंतच्या व्होल्टेज (Voltage) साठी वापरले जाऊ शकतात.

पिन इन्सुलेटर्स सिंगल पीस (Single Piece) किंवा मल्टीपीस (Multipiece) स्वरूपाचे असतात. पिन इन्सुलेटर्स (Pin Insulators) कंडक्टरला टेंशन लोड (Tension Load) सहन करू शकत नाहीत, जे मुख्यतः अँगल्स (Angles) आणि डेड एंड्स (Dead Ends) वर होतो.

• **डिस्क इन्सुलेटर्स (Disc Insulators):**

जिथे टेंशन लोड (Tension Load) सहन करावा लागतो, तिथे डिस्क इन्सुलेटर्स (Disc Insulators) वापरले जातात.

हे अँगल्स (Angles), डेड एंड्स (Dead Ends) आणि सस्पेंशन इन्सुलेटर्स (Suspension Insulators) म्हणून वापरले जातात. 66 kV किंवा त्याहून अधिक व्होल्टेज (66 kV and above) साठी सरळ रेषांमध्ये (Straight Runs) सस्पेंशन इन्सुलेटर्स (Suspension Insulators) वापरले जातात.

11 kV आणि 33 kV लाईन्स (11 kV and 33 kV Lines) मध्ये, जर कंडक्टरचा आकार (Conductor Size) 48 mm^2 किंवा त्यापेक्षा मोठा असेल, तर सस्पेंशन इन्सुलेटर्स वापरले जातात.

• **इन्सुलेटर स्ट्रिंग (Insulator String):**

11 kV साठी एक डिस्क इन्सुलेटर (One Disc Insulator) पुरेसा असतो.

उच्च व्होल्टेज (Higher Voltage) साठी, अनेक डिस्क इन्सुलेटर्स (Multiple Disc Insulators) एकत्र करून इन्सुलेटर स्ट्रिंग (Insulator String) तयार केली जाते. विविध व्होल्टेज (Different Voltage) साठी आवश्यक डिस्क इन्सुलेटर्सची संख्या (Number of Disc Insulators) टेबल 5.2 मध्ये दिलेली आहे.

Table 5.2: ट्रान्समिशन लाईनसाठी इन्सुलेटर डिस्कची किमान संख्या (Minimum Number of Insulator Discs for Transmission Lines)

सिस्टम व्होल्टेज (केव्ही)	स्ट्रिंग असेंब्लीमध्ये इन्सुलेटरची संख्या	
	सस्पेंशन असेंब्ली	टेंशन किंवा डेड-एंड असेंब्ली
11	1	1
33	2	3
66	5	6
132	9	10
220	14	15
400	21	22

कमी आणि मध्यम व्होल्टेज लाईन्ससाठी इन्सुलेटर्स (Insulators for Low and Medium Voltage Lines):

- **पिन टाईप इन्सुलेटर्स (Pin Type Insulators):**

हे इन्सुलेटर्स प्रामुख्याने कमी (Low) आणि मध्यम व्होल्टेज लाईन्स (Medium Voltage Lines) मध्ये वापरले जातात. हे सरळ रेषांमध्ये (Straight Runs) कंडक्टरला आधार देण्यासाठी उपयुक्त असतात.

शॅकल टाईप इन्सुलेटर्स (Shackle Type Insulators): शॅकल इन्सुलेटर्स (Shackle Insulators) हे खालील ठिकाणी कंडक्टरचा टेंशन लोड (Tension Load), डेड एंड्स (Dead Ends), ओव्हरहेड लाईन्स आणि केबल्सचे जंक्शन्स (Junctions of Overhead Lines with Cables), रोड क्रॉसिंग (Road Crossings), अँगल पोल्स (Angle Poles) सांभाळण्यासाठी वापरले जातात.

- **एग टाईप इन्सुलेटर्स (Egg Type Insulators):** यांना स्ट्रेन इन्सुलेटर्स (Strain Insulators) किंवा गे इन्सुलेटर्स (Guy Insulators) असेही म्हणतात. हे प्रामुख्याने लो व्होल्टेज लाईन्स (Low Voltage Lines) मध्ये पोल गेज (Pole Guys) सोबत वापरले जातात. हे इन्सुलेटर्स गे वायर (Guy Wire) च्या खालील भागाला (Lower Part) पोलपासून वेगळे करतात, ज्यामुळे माणसे आणि प्राणी (People and Animals) सुरक्षित राहतात.

5. गे (स्टे) आणि संबंधित अरेंजमेंट (Stays (or guys) and the associated arrangement).

- **ओव्हरहेड लाईनसाठी स्टे (गे) वायर आणि त्याचे प्रकार (Stay (Guy) Wire for Overhead Lines and Its Types):** टर्मिनल पोलवरील ताण (Tension on Terminal Pole): इंटरमिडिएट पोल्स (Intermediate Poles) पेक्षा वेगळे, टर्मिनल पोल (Terminal Pole) फक्त एका बाजूने ताण सहन करतो

आणि तो लाइनच्या दिशेने झुकण्याचा (Tilting) प्रयत्न करतो. हे टाळण्यासाठी, स्टे (गे) वायर (Stay or Guy Wire) पुरवली जाते.

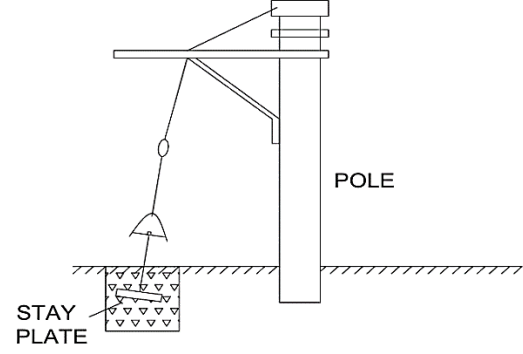
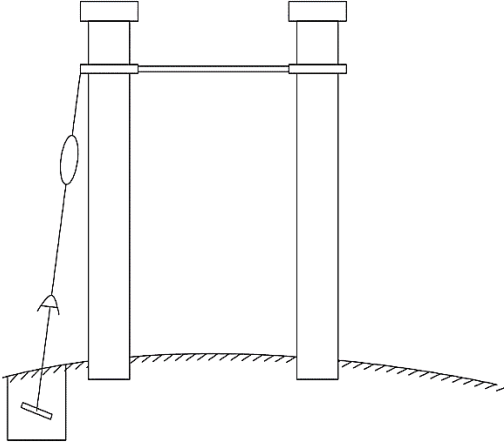
जिथे लाइन वळते (Line Turns) तिथेही पोल झुकण्याची शक्यता असते, आणि त्यामुळे अँगल पोल्स (Angle Poles) वर गे वायर आवश्यक असते.

- **वारा आणि असामान्य हवामानाचा परिणाम (Effect of Wind and Abnormal Weather Conditions):** असामान्य हवामानात (Abnormal Weather Conditions) पोल्स आणि कंडक्टर्सला उच्च वेगाने वाहणाऱ्या वाऱ्यामुळे (High-Velocity Winds) ट्रान्सव्हर्स (Transverse) दिशेने ताण येतो, त्यामुळे पोल्स झुकू (Tilt) किंवा उखडू (Uproot) शकतात. यासाठी, दर पाचव्या पोलवर (Every Fifth Pole) सरळ लाईनमध्ये ट्रान्सव्हर्स दिशेने दोन विंड गाय्स (Two Wind Guys) दिले जातात.
- **गे वायरचे प्रकार (Types of Guy Wires):**
 - स्ट्रट गाय (Strut Guy): हे लाइन पोल्सपासून (Line Poles) बनवले जातात.
 - हे कंडक्टरच्या बाजूला (Same Side as Conductors) बसवले जातात आणि कंप्रेसिव्ह लोड (Compressive Load) सहन करतात.
- **स्ट्रँडेड स्टील वायर गाय (Stranded Steel Wire Guy):**
 - हे गॅल्वनाइज्ड स्टील (Galvanized Steel) चे बनलेले असतात.
 - हे कंडक्टरच्या उलट बाजूला (Opposite Side of Conductor) बसवले जातात आणि सतत टेंशनमध्ये (In Tension) राहतात.
 - गे वायरची गुणवत्ता (Quality of Guy Wire): सामान्यतः वापरली जाणारी स्ट्रँडेड गे वायर (Stranded Guy Wire) 70² kgf/mm गुणवत्तेची असते.
- **स्टे रॉड (Stay Rod):** 16 मिमी (16 mm) किंवा 20 मिमी (20 mm) व्यासाचे माईल्ड स्टील (Mild Steel) पासून बनवलेले असते. स्टे रॉडच्या एका टोकाला स्टे प्लेट (Stay Plate) आणि दुसऱ्या टोकाला स्टे बो (Stay Bow) बसवले जाते. स्टे प्लेट (Stay Plate): ही कास्ट आयर्न (Cast Iron) किंवा आरसीसी (Reinforced Concrete) पासून बनवली जाते आणि गाय वायर असेंब्ली (Guy Wire Assembly) ला मजबूतीने धरून ठेवते.
- **स्टे बो (Stay Bow):** हे गे वायर (Guy Wire) ला स्टे रॉडशी (Stay Rod) जोडते.
- **जीआय थिंबल (GI Thimble):** गे वायरच्या (Guy Wire) दोन्ही टोकांवर लावले जातात, जेणेकरून वायरचे तंतु (Strands) खराब होणार नाहीत.
- **एग टाईप इन्सुलेटर (Egg Type Insulator):** प्रत्येक गे वायरमध्ये (Guy Wire) हा इन्सुलेटर बसवला जातो.

ग्राउंडपासून किमान 3 मीटर उंचीवर (Minimum Height of 3 m from the Ground) बसवला जातो. हा

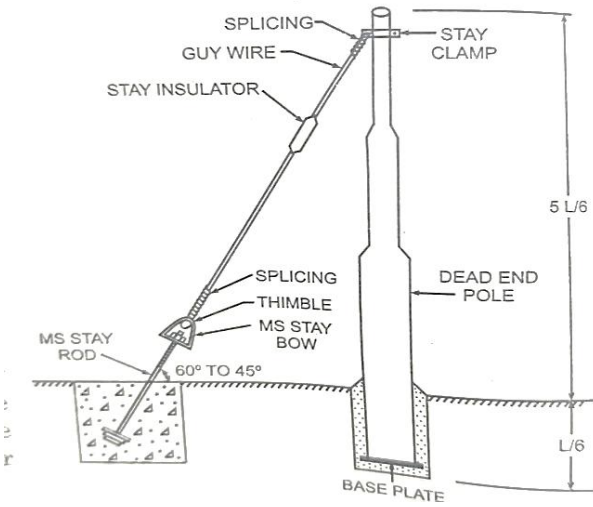
गे वायरचा वरचा भाग (Upper Part) आणि खालचा भाग (Lower Part) यामध्ये इन्सुलेशन (Insulation) प्रदान करतो.

- **स्टे पोल क्लॅम्प (Stay Pole Clamp):** हे गे वायरला पोलला (Guy Wire to Pole) जोडण्यासाठी वापरले जाते.

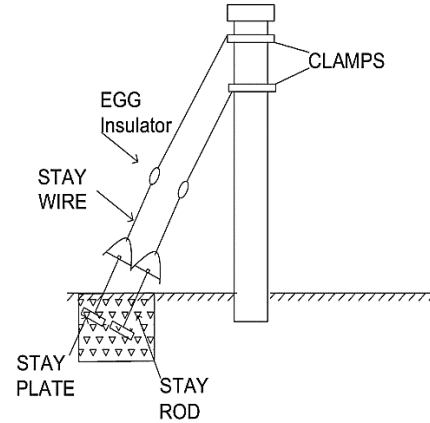


a) ज्या ठिकाणी मुबलक जागा आहे आहे

b) स्टे पोल उपलब्ध जागा स्टे वायर (रोड क्रॉसिंगसाठी)



c) सामान्य आकृती स्टे सेट



d) डबल स्टे सेट अरेंजमेंट

Figure. 5.4: विविध प्रकारचे स्टे सेट अरेंजमेंट (Different types of guy (stay) arrangements.)

6. अँटी-क्लीम्बिंग डिवाइसेस (Anti-Climbing Devices):

- बार्ब वायर (Barbed Wire) खांब्याच्या भोवती गुंडाळली जाते, जी अनधिकृत व्यक्तींना (Unauthorized Persons) खांब्यावर चढण्यापासून प्रतिबंधित करते.
- 2.5 मीटर (2.5 m) उंचीपासून किमान 1 मीटर (At least 1 m) लांबीपर्यंत बार्ब वायर गुंडाळली जाते.

- ही यंत्रणा सामान्यतः शहरातील तसेच ग्रामीण भागातील (Urban and Rural Areas) विद्युत वितरण खांबांवर वापरली जाते.

7. डेंजर साईन बोर्ड (Danger Sign Boards):

- प्रत्येक विद्युत खांबावर डेंजर प्लेट (Danger Plate) लावली जाते, जी विद्युतदाब (Working Voltage) आणि "Danger" हा इशारा दर्शवते.
- ही प्लेट जमिनीतून 2.5 मीटर (2.5 m from the Ground) उंचीवर ठेवल्या जाते.
- IS 2551 नुसार (As per IS 2551 Standard), डेंजर बोर्डमध्ये लाल रंगातील त्रिकोण (Red Triangle) असतो आणि त्यावर काळ्या रंगाने (Black Color) "Danger" लिहिलेले असते.

8. गार्डिंग वायर (Guarding Wires):

गार्डिंग वायर (Guarding Wire) ही प्राण, उपकरणे आणि कम्युनिकेशन सिस्टिम (Safety of Life, Installations, and Communication Circuits) सुरक्षित ठेवण्यासाठी वापरली जाते. जर लाइन कंडक्टर (Line Conductor) तुटला, तर तो जमिनीवर पडण्याआधी अर्थिंग (Earthed) केला जातो.

गार्डिंगची गरज (Need for Guarding):

- रस्ते क्रॉसिंग (Road Crossings)
- रेल्वे क्रॉसिंग (Railway Crossings)
- कॅनल क्रॉसिंग (Canal Crossings)
- टेलिफोन किंवा टेलिग्राफ लाइनवरील क्रॉसिंग (Crossings over Telephone/Telegraph Lines)
- LT लाईनसाठी (For LT Lines) संपूर्ण लाईनवर गार्डिंग पुरवली जाते.

गार्डिंगचे प्रकार (Types of Guarding):

- **क्रॅडल गार्ड (Cradle Guard):** 11 kV लाईनमध्ये (In 11 kV Lines), जेव्हा कंडक्टर्स आडवे (Horizontal) किंवा डेल्टा फॉर्मेशनमध्ये (Delta Formation) असतात, तेव्हा हा प्रकार वापरला जातो. यामध्ये कंडक्टरच्या खाली (Below the Conductors) एक लोखंडी संरचना बसवली जाते, जेणेकरून तुटलेला कंडक्टर जमिनीला स्पर्श करण्यापूर्वी अर्थिंग केला जाईल.
- **बॉक्स किंवा केज गार्डिंग (Box or Cage Guarding):** LT लाईनसाठी (For LT Lines), जर कंडक्टर्स उभ्या फॉर्मेशनमध्ये (Vertical Formation) असतील, तर केज गार्डिंग वापरली जाते. या प्रकारात लोखंडी जाळी (Iron Mesh) तयार केली जाते, जी तुटलेल्या कंडक्टरला जमिनीला स्पर्श होण्यापासून थांबवते.

गार्डिंग वायरसाठी वापरले जाणारे साहित्य (Materials Used for Guarding Wires):

- गार्ड वायर (Guard Wire): सामान्यतः गॅल्वनाईझ्ड स्टील (Galvanized Steel) वापरला जातो.
- गार्डिंग क्लॅम्प (Guarding Clamp): गार्डिंग वायरला खांबावर सुरक्षित करण्यासाठी वापरले जाते.

- इन्सुलेटिंग ट्यूब (Insulating Tube):गार्ड वायर आणि कंडक्टरमधील इन्सुलेशन (Insulation) वाढवण्यासाठी.
- अर्थिंग सिस्टम (Earthing System):कोणत्याही तुटलेल्या कंडक्टरला त्वरित अर्थिंग करणे.

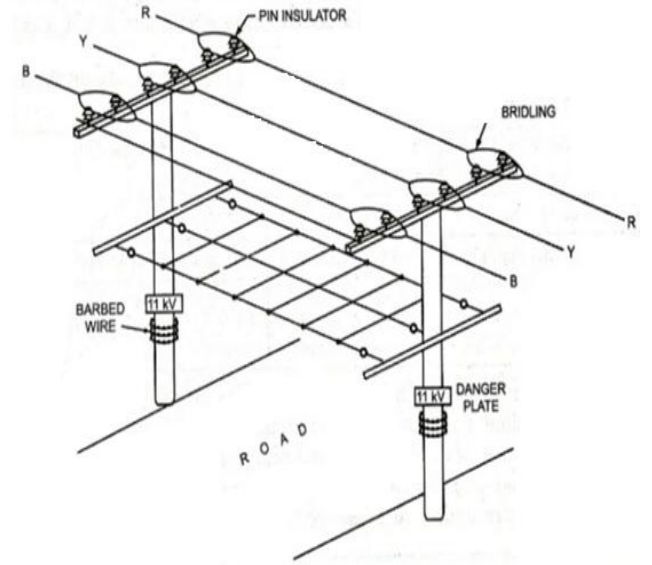
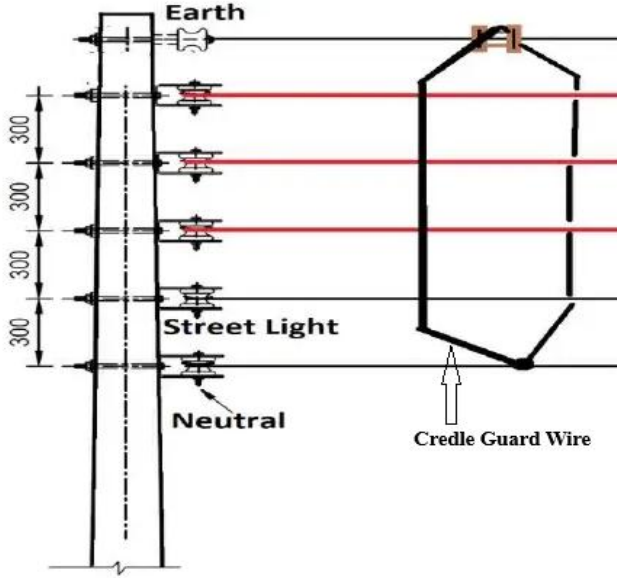


Figure. 5.5: (अ) क्रेडल गार्डिंग (Cradle guarding)

(बी) केज गार्डिंग (Cage Guarding)

- डीस्ट्रीब्युशन लाईन्ससाठी वापरल्या जाणाऱ्या केबल्स (Cables Used for Distribution Lines)

केबल्सचा वापर घरगुती (Domestic), व्यावसायिक (Commercial), कृषी (Agricultural) आणि औद्योगिक (Industrial) ग्राहकांना सेवा जोडणीसाठी केला जातो. याशिवाय केबल्सचा वापर वीज केंद्रे (Power Stations), उपकेंद्रे (Substations), आणि मोठ्या औद्योगिक युनिट्समध्ये (Large Industrial Units) केला जातो.

➤ डीस्ट्रीब्युशन लाईन्ससाठी वापरल्या जाणाऱ्या केबल्सचे प्रकार (Types of Cables Used for Distribution Lines):

- LT केबल्स (Low Tension Cables - LT Cables)
- PVC (Polyvinyl Chloride) केबल्स
- XLPE (Cross-Linked Polyethylene) केबल्स
- HT केबल्स (High Tension Cables - HT Cables)
- PILC (Paper Insulated Lead Covered) केबल्स
- EHT केबल्स (Extra High-Tension Cables - EHT Cables)
- Gas Insulated Cables (GIL)
- Oil Filled Cables

➤ केबलचे कन्स्ट्रक्शन (Construction of Cables)

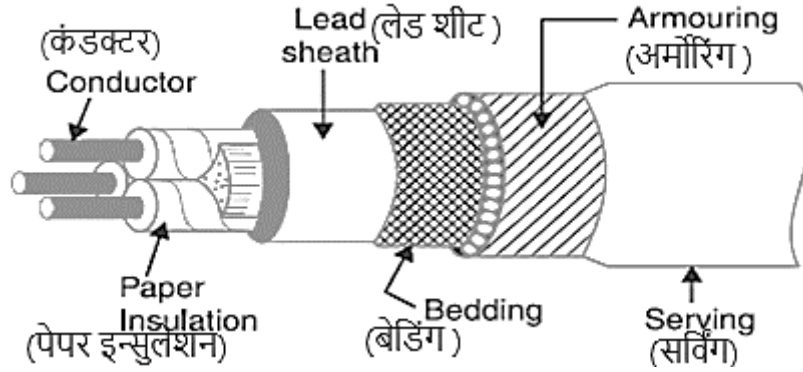


Figure. 5.6 केबलचे कन्स्ट्रक्शन (Construction of Cable)

(३-कोर केबलची सामान्य रचना – fig 5.6) दाखवत आहे एक केबल अनेक स्तरांपासून बनलेली असते, ज्यामुळे सुरक्षा (safety), टिकाऊपणा (durability) आणि कार्यप्रदर्शन (performance) सुनिश्चित केले जाते. ३-कोर केबल प्रामुख्याने ३-फेज विद्युत पुरवठ्यासाठी (3-phase power supply) वापरली जाते. खाली या केबलच्या मुख्य भागांचे वर्णन आहे:

1. कोर किंवा कंडक्टर (Core or Conductors):

कोर (Core) हा केबलचा मुख्य भाग आहे जो विद्युत प्रवाह वाहून नेतो. केबलमध्ये एक किंवा अधिक वाहक (conductors) असू शकतात, जे त्यांच्या वापरावर अवलंबून असते. हे कंडक्टर टिनेड कॉपर (tinned copper) किंवा अॅल्युमिनियम (aluminium) पासून बनवलेले असतात. कंडक्टर सहसा स्ट्रॅण्डेड (stranded) म्हणजे एकमेकांवर गुंडाळलेले असतात, ज्यामुळे केबलला लवचिकता (flexibility) मिळते.

2. पेपर इन्सुलेशन (Paper Insulation):

प्रत्येक कोर हा योग्य थिकनेसच्या इन्सुलेशनने झाकलेला असतो, ज्यामुळे विद्युत गळती (leakage) टाळली जाते. इन्सुलेशनची थिकनेस व्होल्टेजच्या पातळीवर (voltage level) अवलंबून असते.

इन्सुलेशनसाठी खालील सामग्री वापरली जाते:

- इम्प्रेगनेटेड पेपर (impregnated paper)
- व्हार्निशेड कॅम्ब्रिक (varnished cambric)
- रबर मिनरल कंपाऊंड (rubber mineral compound)

3. मेटलिक शिथ (Metallic Sheath):

केबलला ओलावा (moisture), वायू (gases) आणि मातीतील रसायनांपासून (chemical substances) संरक्षण

देण्यासाठी मेटलिक शिथ वापरली जाते. ही शिथ लीड (lead) किंवा अॅल्युमिनियम (aluminium) पासून बनवलेली असते. मेटलिक शिथ केबलला मेकॅनिकल स्ट्रेन्थ (mechanical strength) आणि लॉग लाईफ (long life) प्रदान करते.

4. बेडिंग (Bedding):

मेटलिक शिथच्या वर एक बेडिंग लेयर असते, जी केबलला गंज (corrosion) आणि यांत्रिक इजा (mechanical damage) पासून संरक्षण देते. हे ज्यूट (jute) किंवा हेसियन टेप (hessian tape) सारख्या रेशीमयुक्त पदार्थापासून (fibrous materials) बनवलेले असते.

5. आर्मरिंग (Armoring):

बेडिंगच्या वर आर्मरिंग दिलेली असते, ज्यामध्ये गॅल्वनाइज्ड स्टील वायर (galvanized steel wire) किंवा स्टील टेप (steel tape) चा समावेश असतो. आर्मरिंग चा उद्देश हा केबलला मेकॅनिकल इन्जुरी (mechanical injury) टाळण्यासाठी संरक्षण देणे. केबलला हाताळताना किंवा स्थापित करताना ड्युरॅबिलिटी (durability) वाढवणे.

6. सर्व्हिंग (Serving):

आर्मरिंगच्या वर सर्व्हिंग लेयर असते, जी हवामानातील बदल (atmospheric conditions) आणि यांत्रिक नुकसान (mechanical damage) टाळण्यासाठी संरक्षण करते. ही लेयर ज्यूट (jute) किंवा अन्य रेशीमयुक्त पदार्थ (fibrous material) पासून बनवलेली असते.

➤ केबलचे प्रकार (Types of Cables) :

Cables (केबल्स) त्यांच्या व्होल्टेज श्रेणी (Voltage range) नुसार खालीलप्रमाणे वर्गीकृत केल्या जातात:

1. लो-टेंशन केबल्स (Low-Tension Cables) :

या केबल्स 1.1 kV पर्यंतच्या व्होल्टेजसाठी (Up to 1.1 kV) वापरल्या जातात.

या केबल्स बहुतेक वेळा PVC (Polyvinyl Chloride) मटेरियलने बनवल्या जातात.

• प्रकार (Types):

- सिंगल-कोर केबल (Single-core cable) – अॅल्युमिनियम वाहक (Aluminium conductor) सह: 1.5 sq.mm ते 625 sq.mm दोन, तीन, साडेतीन आणि चार कोर केबल्स (Two, three, three-and-a-half, and four core cables) – अॅल्युमिनियम वाहक (Aluminium conductor) सह: 1.5 sq.mm ते 625 sq.mm
- कंट्रोल केबल्स (Control cables) – तांबे वाहक (Copper conductor) सह: 1.5 sq.mm आणि 2.5 sq.mm (61 कोर पर्यंत)

2. हाय-टेंशन केबल्स (High-Tension Cables):

या केबल्स 1.1 kV किंवा त्यापेक्षा जास्त (1.1 kV and above) व्होल्टेजसाठी वापरल्या जातात. PVC इन्सुलेशन (PVC insulation) सह केबल्स 6.6 kV पर्यंत (Up to 6.6 kV) उपलब्ध आहेत. पेपर इन्सुलेटेड (Paper insulated) केबल्स 11 kV, 22 kV आणि 33 kV साठी वापरल्या जातात.

Range of Sizes (आकाराचा श्रेणी): सिंगल-कोर केबल (Single-core cable): 16 sq.mm ते 1000 sq.mm

थ्री-कोर केबल (Three-core cable): 16 sq.mm ते 500 sq.mm

पेपर इन्सुलेटेड पॉवर केबल्सचे प्रकार (Types of Paper Insulated Power Cables):

- बेल्टेड प्रकार (Belted type)
- स्क्रीन केलेला किंवा एच-प्रकार (Screened or H-type)
- SL प्रकार (SL type)

3. एक्स्ट्रा-हाय-टेंशन केबल्स (Extra-High-Tension Cables).

या केबल्स 66 kV आणि 132 kV पर्यंत व्होल्टेजसाठी वापरल्या जातात. ऑइल फिल्ड (Oil-filled) आणि गॅस फिल्ड (Gas-filled) तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो.

Major Components of a Cable (केबलचे मुख्य घटक):

कोर किंवा वाहक (Core): विद्युत प्रवाह वाहून नेण्याचे कार्य (Carries electric current) करते. तसेच तांबे (Copper) किंवा अॅल्युमिनियम (Aluminium) पासून बनवलेले असते. 10 sq.mm पर्यंत अॅल्युमिनियम वाहक हे सॉलिड आणि सर्क्युलर (Solid and Circular) असतात, त्यापेक्षा मोठ्या आकाराचे वाहक स्ट्रॅण्डेड (Stranded) असतात.

इन्सुलेशन (Insulation): वाहकाला विद्युत गळतीपासून (Prevents electric leakage) संरक्षित करते.

इन्सुलेशनसाठी खालील साहित्य वापरले जाते:

- Vulcanized India Rubber (VIR)
- पेपर (Paper)
- Polyvinyl Chloride (PVC)

भारतात PVC केबल्स 11 kV पर्यंत (Up to 11 kV) मोठ्या प्रमाणावर वापरल्या जातात आणि त्यांनी VIR आणि पेपर इन्सुलेटेड केबल्सची (VIR and paper insulated cables) जागा घेतली आहे.

➤ LT पॉवर केबल्स निवडण्याचे फॅक्टर (Factors Determining Selection of LT Power Cables):

योग्य आकार आणि प्रकारच्या LT (Low-Tension) पॉवर केबल्स निवडताना पुढील घटकांचा विचार केला जातो:

- 1) **सिस्टम व्होल्टेज (System Voltage):** केबलची विशिष्टता (Specification) लिहिताना प्रणाली व्होल्टेज (System voltage) आणि प्रणालीचा प्रकार (उदा. सिंगल फेज (Single-phase), थ्री फेज (Three-phase), अर्थेड (Earthed) की अन-अर्थेड (Unearthed), AC (एसी) किंवा DC (डीसी)) नमूद करणे आवश्यक आहे.
- 2) **करंट कॅरिंग कॅपासिटी (Current Carrying Capacity):** प्रवाह रेटिंग (Current rating) हा अत्यंत महत्वाचा घटक आहे. केबलला प्रणालीमध्ये वाहणारा कमाल विद्युत प्रवाह सुरक्षितपणे सहन करावा लागतो.
- 3) **इंस्टॉलेशन मेथड (Mode of Installation):** केबलची निवड स्थापनेच्या पद्धतीवर (Installation method) अवलंबून असते. भूमिगत (Underground) इंस्टॉलेशन साठी आर्मर्ड (Armored) केबल वापरल्या जातात, कारण यांत्रिक नुकसान (Mechanical damage) टाळण्यासाठी त्या अधिक सुरक्षित असतात. जर यांत्रिक नुकसानाचा धोका नसेल (No mechanical damage) तर अन-आर्मर्ड (Unarmored) केबल वापरल्या जाऊ शकतात.
- 4) **परमिसिबल व्होल्टेज ड्रॉप (Permissible Voltage Drop):** केबलच्या आकाराची निवड अशी करावी की व्होल्टेज ड्रॉप (Voltage drop) घोषित व्होल्टेजच्या $\pm 5\%$ मर्यादित राहील.
- 5) **शॉर्ट-सर्किट रेटिंग (फेज-टू-फेज) (Short Circuit Rating):** (Phase-to-phase) किंवा फेज-टू-अर्थ (Phase-to-earth) शॉर्ट-सर्किट झाल्यास मोठा शॉर्ट-सर्किट प्रवाह (Short-circuit current) वाहतो. केबलची निवड अशी असावी की ती शॉर्ट-सर्किटमुळे होणाऱ्या ताण (Stress) आणि तापमानवाढ (Temperature rise) एका सेकंदासाठी सहन करू शकेल.
- 6) **इकॉनॉमिक कंसिडरेशन (Economic Considerations):** पॉवर लॉस (Power losses), भांडवल खर्चावरील व्याज (Interest on capital cost) आणि घसारा (Depreciation) विचारात घेऊन त्या केबलचा आकार निवडावा जो कमी चालू खर्च (Minimum running cost) देते.

➤ **हाय-टेंशन केबल्सच्या आकारावर परिणाम करणारे फॅक्टर (Factors Determining the Size of हाय-टेंशन केबल्स (HT Cables))**

योग्य हाय-टेंशन केबल्स (HT Cables) ची निवड करताना खालील बाबी विचारात घेतल्या जातात:

1) सिस्टम व्होल्टेज (System Voltage):

हाय-टेंशन केबल्स (HT Cables) निवडताना प्रणालीचा व्होल्टेज (Voltage) नमूद करावा.

ही केबल थ्री-फेज प्रणालीसाठी (Three-phase system) वापरली जाते आणि ती अर्थेड (Earthed) किंवा अन-अर्थेड (Unearthed) असू शकते.

2) करंट कॅरिंग कॅपासिटी (Current Carrying Capacity):

3.3 kV आणि 6.6 kV च्या बेल्टेड (Belted) आणि आर्मर्ड (Armored) केबल्सची प्रवाह वहन क्षमता IS: 1255-1967 प्रमाणे निर्धारित केली जाते.

3) इंस्टॉलेशन मेथड (Mode of Installation):

- PILC (Paper Insulated Lead Covered) केबल्स पुढील प्रकारे इंस्टॉल केल्या जातात:
- डायरेक्ट इन ग्राउंड (Directly in the ground)
- डक्ट किंवा पाईपमध्ये (In a duct or pipe)
- हवेत (In air)

विशेष परिस्थितींसाठी (जसे की नदी पार करणे (River crossing), समुद्राखाली (Under the sea), खाणी (Mines)) केबल्सच्या प्रकारावर लक्ष दिले जाते.

1) अनुमान्य व्होल्टेज ड्रॉप (Permissible Voltage Drop):

हाय-टेंशन केबल्स (HT Cables) चा आकार असा निवडला पाहिजे की व्होल्टेज ड्रॉप (Voltage drop) जास्तीत जास्त +6% ते -9% मर्यादित असेल.

2) शॉर्ट-सर्किट रेटिंग (Short Circuit Rating): तांबे (Copper) आणि अॅल्युमिनियम (Aluminium) वाहकांच्या शॉर्ट-सर्किट रेटिंग (Short-circuit rating) एका सेकंदासाठी मोजण्यासाठी IS: 1255-1967 प्रमाणे मार्गदर्शक तत्वे वापरली जातात.

➤ केबल टर्मिनेशनच्या पद्धती (Cable Termination Methods)

डीस्ट्रीब्युशन लाईन्स डिझाइनमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या 5 प्रमुख केबल टर्मिनेशन पद्धती पुढीलप्रमाणे आहेत:

- सोल्डर्ड टर्मिनेशन (Soldered Terminations)
- क्रिम्पड टर्मिनेशन (Crimped Terminations)
- कंप्रेशन टर्मिनेशन (Compression Terminations)
- वायर रॅप टर्मिनेशन (Wire Wrap Terminations)
- इन्सुलेशन डिस्प्लेसमेंट टर्मिनेशन (Insulation Displacement Terminations (IDTs))

1. सोल्डर्ड टर्मिनेशन (Soldered Terminations)

ही पारंपरिक आणि विश्वासाई पद्धत आहे, ज्यामध्ये दोन वाहकांदरम्यान सोल्डर (Solder) नावाचे फिलर मेटल वितळवून जोडले जाते. हे मेटल थंड होताच घनरूप होते आणि एक सुरक्षित विद्युत संपर्क निर्माण करते.

एँडव्हान्तेजेस (Advantages):

- 1) उत्कृष्ट विद्युत चालकता (Excellent Electrical conductivity) मिळते.
- 2) कमी प्रतिरोधकता (Low resistivity), ज्यामुळे ऊर्जा कमी खर्च होते.
- 3) लहान आणि जटिल सर्किटसाठी (Complex circuit) उपयुक्त .
- 4) जॉइंट्स ला मेकॅनिकल स्ट्रेंथ प्रदान करते.

डीसएँडव्हान्तेजेस (Disadvantages):

- 1) वेळखाऊ प्रक्रिया (Time consuming process), विशेषतः मोठ्या प्रमाणात उत्पादनासाठी.
- 2) उष्णता ताणामुळे जॉइंट्स क्रॅक शक्यता.
- 3) उच्च-प्रवाह अप्लिकेशन साठी योग्य नाही.

2. क्रिम्पड टर्मिनेशन (Crimped Terminations)

या पद्धतीत विशेष क्रिम्पिंग टूल वापरून धातूच्या स्लीवला (metal sleeve) वाहकाभोवती दाबून घट्ट पकडले जाते.

एँडव्हान्तेजेस (Advantages):

- 1) उच्च मेकॅनिकल स्ट्रेंथ आणि कंपनांना प्रतिकारक्षम (High mechanical strength and resistance to vibrations).
- 2) जलद आणि सातत्यपूर्ण प्रक्रिया, मोठ्या प्रमाणात उत्पादनासाठी योग्य.
- 3) गॅस-टाइट जोड निर्माण होते, ज्यामुळे ऑक्सिडेशन होत नाही.
- 4) विविध आकारांच्या आणि सामग्रीच्या वाहकांसाठी उपयुक्त.

डीसएँडव्हान्तेजेस (Disadvantages):

- 1) प्रत्येक टर्मिनल प्रकारासाठी विशेष क्रिम्पिंग टूलची आवश्यकता असते.
- 2) अयोग्य क्रिम्पिंगमुळे विद्युत दोष (Electrical fault) निर्माण होऊ शकतात.
- 3) टर्मिनेशननंतर गुणवत्ता तपासणे कठीण असते.

3. कंप्रेशन टर्मिनेशन (Compression Terminations)

या पद्धतीत मेकॅनिकल कनेक्टर वापरून विद्युत वाहकावर दाब दिला जातो, ज्यामुळे एक मजबूत विद्युत संपर्क तयार होतो.

एडव्हान्टेजेस (Advantages):

- 1) उच्च-प्रवाह आणि उच्च-वोल्टेज ॲप्लिकेशनसाठी योग्य (Applicable to High voltage, high current system).
- 2) कमी प्रतिरोधकता (Less resistivity) आणि उत्कृष्ट विद्युत चालकता (Excellent electrical conductivity).
- 3) उष्णता आणि वातावरणीय ताणांना प्रतिकारक्षम (Ability to resist heat and stresses).
- 4) सहजपणे पुन्हा वापरता किंवा पुन्हा जोडता येते (Easy to reuse and re join).

डीसएडव्हान्टेजेस (Disadvantages):

- 1) प्रक्रिया वेळखाऊ असते (Time consuming process).
- 2) चुकीचा टॉर्क वापरल्यास जॉईंट लूज होऊ शकतात (Joints may loose due to use of wrong torque).
- 3) योग्य इन्स्टॉलेशनसाठी कुशलतेची आवश्यकता असते (Requires skillful approach for installation).

4. वायर रॅप टर्मिनेशन (Wire Wrap Terminations)

या पद्धतीत एक पातळ, ठिसूळ तांबे वायर वाहकाभोवती घट्ट गुंडाळली जाते आणि ती इन्सुलेशनमध्ये प्रवेश करते.

एडव्हान्टेजेस (Advantages):

- 1) जलद प्रोटोटाइपिंग आणि प्रयोगांसाठी योग्य (applicable for fast proto typing).
- 2) उष्णता किंवा विशेष उपकरणांची आवश्यकता नाही (No need to use special tools).
- 3) लहान प्रकल्पांसाठी यांत्रिक मजबुती प्रदान करते (Provide mechanical protection for small projects).
- 4) सहजपणे कनेक्शन बदलता किंवा काढता येते (Easy to remove and replace).

डीसएडव्हान्टेजेस (Disadvantages):

- 1) उच्च-प्रवाह ॲप्लिकेशनसाठी योग्य नाही (Not suitable for high current applications).
- 2) सिग्नल गुणवत्तेमध्ये बिघाड होण्याची शक्यता (Signal quality may disturb due to some issues).
- 3) अचूकता आणि सराव आवश्यक (Requires accuracy and practice).

5. इन्सुलेशन डिस्प्लेसमेंट टर्मिनेशन (Insulation Displacement Terminations (IDTs))

या पद्धतीत वाहकाचे इन्सुलेशन न काढता टर्मिनलच्या ब्लेड ने इन्सुलेशन छेदून थेट वाहकाशी संपर्क साधला जातो.

एडव्हान्टेजेस (Advantages):

- 1) जलद आणि सोपी स्थापना प्रक्रिया (Easy and fast installation process).
- 2) इन्सुलेशन काढण्याची आवश्यकता नाही (No need to remove insulation).

- 3) मोठ्या प्रमाणात टर्मिनेशनसाठी योग्य (Applicable for large termination).
- 4) गॅस-टाइट सील निर्माण होते (May experiences gas tight seals).

डीसएडव्हान्टेजेस (Disadvantages):

- 1) सिग्नल कमजोर होण्याची शक्यता (Signal may become poor).
- 2) मोठ्या इन्सुलेशनसाठी कमी योग्य (Less suitable for large insulation work).
- 3) जाड वाहकांसाठी उच्च दाब आवश्यक.

➤ अतिरिक्त केबल टर्मिनेशन च्या पद्धती (Additional Cable Termination Methods)

1. हीट श्रिंक केबल टर्मिनेशन (Heat Shrink Cable Termination)

हीट श्रिंक केबल टर्मिनेशन ही पद्धत LV (लो व्होल्टेज), MV (मिडीयम व्होल्टेज), आणि HV (हाय व्होल्टेज) पॉवर केबल्ससाठी वापरली जाते. ही पद्धत घरामध्ये (indoor) आणि बाहेर (outdoor) दोन्ही ठिकाणी उपयुक्त आहे.

Indoors (घरामध्ये): सबस्टेशन स्विचगियर, ट्रान्सफॉर्मर, आणि इन्सुलेटेड केबल बॉक्स जोडण्यासाठी वापरले जाते.

Outdoors (बाहेर): ओव्हरहेड (वरील) आणि अंडरग्राउंड (भूगर्भ) वितरण रेषांमध्ये वापरले जाते.

हीट श्रिंक टर्मिनेशन चे फायदे (Advantages of Heat Shrink Termination):

- 1) उच्च यांत्रिक ताकद (High Mechanical Strength):
- 2) उच्च टिकाऊपणा देते आणि यांत्रिक ताण सहन करते.
- 3) रसायने आणि अत्यंत तापमानांना प्रतिकारक्षम (Resistant to chemicals, solvents, and harsh environments)
- 4) रसायने, सॉल्व्हेंट्स आणि कठीण वातावरणाला प्रतिकारक्षम आहे.
- 5) क्रकिंग किंवा मेल्ट होत नाही.

2. लग टर्मिनेशन (Lug Termination):

- 1) कंडक्टर (Conductor) इन्सर्शन डेपथ (Insertion Depth) पर्यंत स्ट्रिप (Strip) करा.
- 2) टर्मिनेशनपूर्वी कंडक्टरचे टोक स्वच्छ (Clean) करा.
- 3) कंडक्टर केबल लग (Cable Lug) किंवा फेरुल (Ferrule) मध्ये पूर्णपणे घाला.
- 4) योग्य क्रिम्पिंग टूल (Crimping Tool) वापरून लग कंडक्टरवर क्रिम्प करा.

लग (Lug) हे स्ट्रँडेड कंडक्टर (Stranded Conductor) टर्मिनेट करण्यासाठी वापरले जाते. हे टिन्ड कॉपर ट्यूबिंग (Tinned Copper Tubing) पासून बनवलेले असते आणि विविध आकार व प्रकारांमध्ये (Shapes and Sizes) उपलब्ध असते. हँड क्रिम्पिंग टूल्स (Hand Crimping Tools) मध्ये सामान्यतः इंडेंट (Indent), ओव्हल (Oval), हेक्सागन

(Hexagon) क्रिम्प प्रकारासाठी निश्चित हेड असते. मोठ्या लग्स (Lugs) साठी हायड्रॉलिक क्रिम्पिंग मशीन (Hydraulic Crimping Machine) वापरली जाते, ज्याची क्षमता 5 टन किंवा त्याहून अधिक असते.

3. क्लॉ टाईप टर्मिनेशन (Claw Type Termination):

प्रिसमियन क्लॉ क्लीट्स (Prysmian Claw Cleats) म्हणजे अल्युमिनियम केबल क्लॅम्प्स (Aluminum Cable Clamps) जे दोन भागांमध्ये विभागलेले असतात. हे सिंगल फिक्सिंग (Single Fixing) असलेले LUL-अप्रूव्हड (LUL Approved) केबल क्लीट्स औद्योगिक आणि बाहेरील क्षेत्रात -60°C ते +105°C तापमानात केबलला आधार व संरक्षण प्रदान करतात.

प्रिसमियन क्लॉ केबल क्लीट्स सिंगल बोल्ट फिक्सिंग (Single Bolt Fixing) वापरून 10 मिमी ते 51 मिमी आऊटर शीथ डायमीटर (Outer Sheath Diameter) असलेल्या केबल्ससाठी योग्य आहेत. एपॉक्सी कोटेड (Epoxy Coated) व्हर्जन हे हाय इंडस्ट्रियल (Heavy Industrial) आणि घातक परिसर (Hazardous Areas) मध्ये उच्च स्तराचे गंज संरक्षण (Corrosion Protection) देतात.

वैशिष्ट्ये (Features):

- 10 मिमी ते 51 मिमी डायमीटर केबल्ससाठी योग्य.
- अल्युमिनियम अलॉय (Aluminum Alloy) पासून तयार केलेले.
- एका फिक्सिंगवर जास्तीत जास्त तीन क्लीट्स स्टॅक करता येतात.
- सर्व प्रकारच्या केबल मार्गांवर (Cable Routes) वापरता येते.
- साधा फिनिश (Plain Finish) – सामान्य औद्योगिक किंवा स्वच्छ बाहेरील भागासाठी.
- कठीण वातावरणासाठी एपॉक्सी कोटेड (Epoxy Coated) व्हर्जन उपलब्ध.
- आवश्यकतेनुसार पॅकिंग पीसेस (Packing Pieces) वापरावे.

5. स्पेड टर्मिनेशन (Spade Termination):

स्पेड लग टर्मिनल (Spade Lug Terminal) हे कंडक्टर (Conductor) ला टर्मिनेशन पॉईंट (Termination Point) किंवा पोस्ट (Post) ला जोडण्यासाठी वापरले जाते. हे मेकॅनिकल सुरक्षित (Mechanically Secure) आणि पार्टली कॅप्चर (Partially Captured) कनेक्शन प्रदान करते.

पार्टली कॅप्चर वैशिष्ट्यामुळे कंप्रेशन नट (Compression Nut) पूर्णपणे काढण्याची आवश्यकता न पडता टर्मिनल सहजपणे टर्मिनेशन पोस्टवरून (Termination Post) काढता येते. हे वैशिष्ट्य मध्यम व्हायब्रेशन (Moderate Vibration) असलेल्या वातावरणात फायदेशीर असते, जिथे टर्मिनेशन डिसकनेक्ट (Disconnection) करण्याची गरज असते.

वैशिष्ट्ये (Features):

- 1) कंडक्टर सुरक्षित आणि ठामपणे जोडतो.
- 2) टर्मिनेशन सहजपणे काढता आणि लावता येते.
- 3) व्हायब्रेशन-प्रूफ (Vibration-Proof) कनेक्शनसाठी उपयुक्त.
- 4) कमी वेळेत कनेक्ट (Less time for connection) करणे शक्य.

6. क्रिम्पिंग (Crimping):

क्रिम्पिंग हा पारंपरिक सोल्डरिंग (Soldering) तंत्रज्ञानाची जागा घेणारा वेगळा वायर टर्मिनेशन (Wire Termination) पद्धत आहे. या पद्धतीत, क्रिम्पिंग टूल (Crimping Tool) वापरून कंडक्टर (Conductor) आणि केबल असेंबलीचा (Cable Assembly) संपर्क जोडला जातो. या प्रक्रियेत कंडक्टरची इन्सुलेशन (Insulation) काढून, योग्य प्रकारे क्रिम्पिंग टूल वापरून टर्मिनल सुरक्षित केले जाते. जरी या पद्धतीत शारीरिक मेहनत (Physical Effort) जास्त लागते, तरीसुद्धा ही पद्धत अत्यंत विश्वसनीय कनेक्शन (Reliable Connectivity) प्रदान करते.

वैशिष्ट्ये (Features):

- 1) मजबूत आणि विश्वासार्ह (Strong and Reliable) कनेक्शन.
- 2) हाय-वोल्टेज (High Voltage) आणि हाय-करंट (High Current) साठी उपयुक्त.
- 3) पारंपरिक सोल्डरिंग पेक्षा अधिक वेगवान आणि कार्यक्षम.
- 4) योग्य टूल वापरल्यास दीर्घकाळ टिकणारे कनेक्शन मिळते.

5.3 एचटी (11 kV), एलटी (415 kV) ओवरहेड लाइन आणि अंडरग्राउंड केबलिंगची रचना, अंदाज आणि किंमत. (Design, estimation and costing of HT (11kV), LT (415 V) overhead line and underground cabling.)

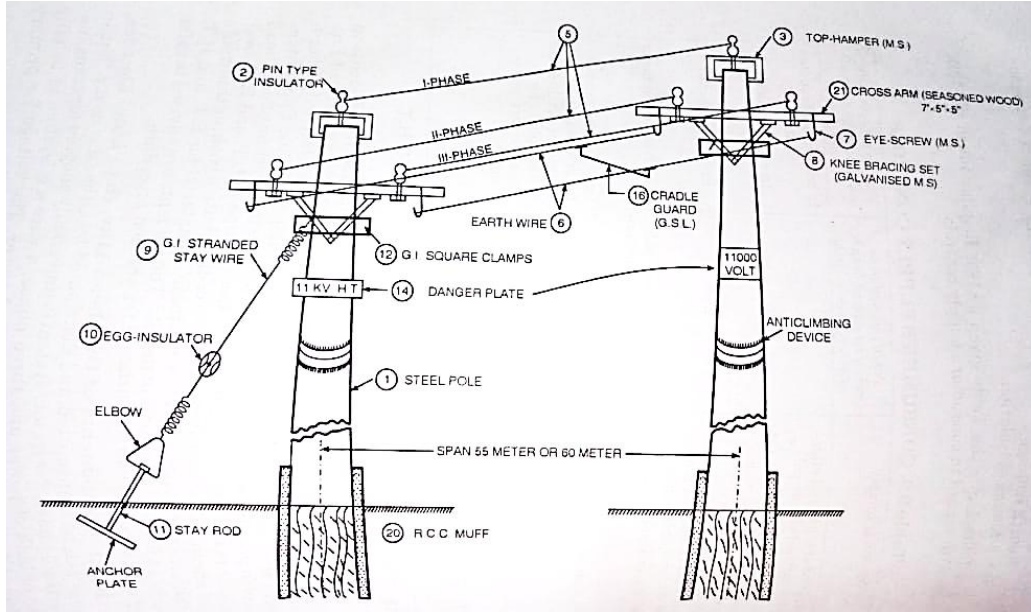


Figure. 5.7 ओवरहेड 11 केव्ही लाइनचे कंपोनेंट (Components of an overhead 11 kv line)

➤ डिस्ट्रिब्युशन लाईन कॉम्पोनेंट (Distribution Line Components)

1) आर.सी.सी. खांब किंवा स्टील ट्युब्युलर खांब (RCC Poles किंवा Steel Tubular Poles):

- 10.973 मीटर (36 फूट) लांबीचे आर.सी.सी. (Reinforced Cement Concrete) खांब कंडक्टर सिस्टिम (Conductor System) ला आधार देण्यासाठी वापरले जातात.
- साधारणतः खांबाच्या 1/6 भाग जमिनीत पुरले जातात.
- दोन खांबांमधील अंतर (Span) 55 ते 60 मीटर असते आणि ते 100 मीटर पर्यंत जाऊ शकते. नदी क्रॉसिंग (River Crossing) साठी हे अंतर 53 मीटर असते.

2) पिन-प्रकार इन्सुलेटर (Pin-Type Insulators):

- प्रत्येक खांबावर तीन पिन-प्रकारचे इन्सुलेटर बसवले जातात.
- यापैकी दोन लाकडी क्रॉस आर्म (Wooden Cross Arms) वर आणि एक टॉप हॅम्पर (Top Hamper) वर बसवला जातो.
- हे इन्सुलेटर फेज (R, Y, B) वाहक (Conductor) ला आधार देतात आणि त्यांना आधार संरचनेपासून (Supporting Structure) सेपरेट करतात.

- 3) **टॉप हॅम्पर (Top Hampers):**
 - हे खांब्याच्या टोकावर पिन-प्रकार इन्सुलेटर ला आधार देण्यासाठी वापरले जातात.
- 4) **बर्ड गार्ड (Bird Guards):**
 - पिन-प्रकार इन्सुलेटर लाकडी तुकड्यांवर बसवले जातात, ज्यांना बर्ड गार्ड म्हणतात.
 - हे शॉर्ट सर्किट (Short Circuit) किंवा अर्थ फॉल्ट (Earth Fault) होण्यापासून संरक्षण करतात, जे पक्षांच्या बसण्यामुळे होऊ शकते.
- 5) **लाइन वाहक (Line Conductors):**
 - तीन फेज वाहक (Three-Phase Conductors) सामान्यतः ए.सी.एस.आर. (ACSR - Aluminium Conductor Steel Reinforced) असतात.
 - हे रेड (R), यलो (Y), ब्लू (B) किंवा I, II, III या नावाने ओळखले जातात.
- 6) **अर्थ वायर (Earth Wires):**
 - दोन गॅल्वनाइज्ड आयर्न (G.I.) अर्थ वायर लाइन वाहक च्या खाली समांतर चालतात.
 - हे गार्ड वायर (Guard Wire) म्हणून काम करतात, जे तुटलेला वाहक पडल्यास तो जमिनीवर पडण्यापासून रोखतात.
- 7) **अर्थ वायरसाठी हुक किंवा आय स्कू बोल्ट (Hooks for Earth Wires किंवा Eye Screw Bolt):**
 - प्रत्येक क्रॉस आर्म वर दोन हुक (Hooks) किंवा आय स्कू बोल्ट (Eye Screw Bolt) बसवले जातात, जे अर्थ वायर ला आधार देतात.
- 8) **नी ब्रेसिंग सेट (Knee Bracing Set):**
 - प्रत्येक खांब्यावर नी ब्रेसिंग सेट बसवला जातो.
 - यावर क्रॉस आर्म, पिन-प्रकार इन्सुलेटर आणि आय स्कू बोल्ट लावले जातात.
- 9) **स्टे वायर (Stay Wire):**
 - जी.आय. स्ट्रँडेड स्टे वायर (G.I. Stranded Stay Wire) एंड पोल (End Pole) किंवा अँगल पोल (Angle Pole) वर लाइनचा ताण (Strain) सांभाळण्यासाठी वापरला जातो.
- 10) **स्टे इन्सुलेटर (Stay Insulator):**
 - एग-प्रकार (Egg-Type Insulator) हा 3 मीटर उंचीवर बसवला जातो, जो लीकेज करंट (Leakage Current) पासून संरक्षण करतो.
11. **स्टे किंवा अँकर रॉड (Stay किंवा Anchor Rod):**
 - स्टे वायर जमिनीत घट्ट बसवण्यासाठी आणि ताण नियंत्रित करण्यासाठी वापरला जातो.
12. **जी.आय. स्क्वेअर क्लॅम्प (G.I. Square Clamp):**

- गॅल्वनाइज्ड आयर्न (G.I.) चा स्केअर क्लॅम्प स्टे वायर आणि इतर उपकरणे जसे की क्रॉस आर्म आणि ऑपरेटिंग स्विचेस सुरक्षितपणे धरून ठेवतो.
- 13. **पी.जी. क्लॅम्प (P.G. Clamps - Parallel Grooved Clamps):**
 - जम्पर कनेक्शन (Jumper Connections) करण्यासाठी पी.जी. क्लॅम्प वापरले जातात.
- 14. **धोका प्लेट (Danger Plates):**
 - प्रत्येक एच.टी. (HT - High Tension) पोल वर 2.5 मीटर उंचीवर "DANGER" अशी सूचना असलेली प्लेट बसवली जाते, जी कार्यरत व्होल्टेज (Working Voltage) दर्शवते.
- 15. **अँटी-क्लायंबिंग उपकरणे (Anti-Climbing Devices):**
 - 2.3 मीटर उंचीवर जी.आय. बार्ब्ड वायर (G.I. Barbed Wire) बसवली जाते, जी अनधिकृत व्यक्ती साठी चढण्यास प्रतिबंध करते.
- 16. **क्रॅडल गार्ड (Cradle Guard):**
 - जी.आय. वायर चा एक लहान भाग, जो अर्थ वायर मध्ये जोडला जातो.
 - जर फेज वाहक तुटला तर हा अर्थिंग (Earthing) करण्याचे काम करतो.
- 17. **अर्थिंग (Earthing):**
 - प्रत्येक 1 कि.मी. अंतरावर जी.आय. वायर द्वारे अर्थ वायर जमिनीत अर्थ केली जाते.
- 18. **लाईटनिंग अरेस्टर (Lightning Arrestor):**
 - प्रत्येक 3 कि.मी. अंतरावर प्रत्येक फेजसाठी लाईटनिंग अरेस्टर बसवला जातो, जो वीज कोसळण्यापासून संरक्षण (Lightning Protection) करतो.
- 19. **बाइंडिंग वायर (Binding Wire):**
 - अॅल्युमिनियम बाइंडिंग वायर पिन-प्रकार इन्सुलेटर वर वाहक (Conductor) बांधण्यासाठी वापरला जातो.
- 20. **आर.सी.सी. मफ्स (R.C.C. Muffs):**
 - हे स्टील पोल (Steel Poles) कॉंक्रीटमध्ये बसवण्यासाठी वापरले जातात.
- 21. **क्रॉस आर्म्स (Cross Arms):**
 - प्रत्येक पोल वर 7'x5"x5' लाकडी क्रॉस आर्म बसवला जातो.
 - याचा उपयोग पिन-प्रकार इन्सुलेटर आणि आय स्कू बोल्ट/हुक्स आधारासाठी केला जातो

• **एस्टिमेटिंग (Estimating)**

एस्टिमेटिंग म्हणजे एखादे काम पूर्ण करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या विविध घटकांचे (Items) प्रमाण (Quantities) निश्चित करणे आणि त्या कामाच्या अंमलबजावणीचा खर्च (Cost of Execution) ठरवणे. एस्टिमेटर (Estimator)

प्राथमिक नियोजन (Initial Planning) करताना आवश्यक गोष्टी लक्षात ठेवून घटकांची (Items) आणि प्रमाणांची (Quantities) यादी तयार करतो. खर्च प्राईस कॅटलॉग (Price Catalogue) आणि लेबर रेट शेड्यूल (Labour Rate Schedule) तपासून ठरवला जातो.

एस्टिमेट तयार करण्याची पद्धत (Steps to Form an Estimate)

- आवश्यक घटकांची (Items) आणि प्रमाणांची (Quantities) यादी तयार करा.
- विविध घटकांचे दर (Pricing) ठरवण्यासाठी रेट कॅटलॉग (Rate Catalogue) किंवा रेट शेड्यूल (Rate Schedule) यांचा सल्ला घेतला जातो.
- काम पूर्ण करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या कामगारांची (Workmen) अचूक संख्या ठरवा आणि लेबर रेट शेड्यूल (Labour Rate Schedule) तपासल्यानंतर कामगार खर्च (Labour Cost) एस्टिमेटमध्ये समाविष्ट करा.
टीप (Note): कामगारांची संख्या (Number of Workmen) ही दिलेल्या टाइम लिमिट (Time Limit) वर अवलंबून असते.
- सुपरव्हिजन चार्जेस (Supervision Charges) आणि एग्जिक्युटरचा प्रॉफिट (Executor's Profit) यांचा समावेश केला जातो.
- शासकीय संस्थांमध्ये (Government Organisation) जर काम कॉन्ट्रॅक्टर (Contractor) द्वारे पूर्ण करायचे असेल, तर प्रत्येक घटकाचा स्पष्ट तपशील (Description of Each Item) दिल्याशिवाय टेंडर (Tender) काढले जात नाहीत, जेणेकरून अंमलबजावणी (Execution) दरम्यान कोणताही गैरसमज (Misunderstanding) होणार नाही.

क्वांटिटी इस्टिमेशनवरील न्यूमेरिकल (Numericals on Quantity Estimation)

Example 1:

दिलेली माहिती:

लाईन लांबी: 750 मीटर व्होल्टेज: 415/240 V (तीन-फेज, चार-तारी) लोड: 30 kW खांबांमधील अंतर (स्पॅन): 50 मीटर आहे कंडक्टर आकार: ACSR 6/1 × 2.59 mm (Weasel) कॉन्फिगरेशन: उभ्या (Vertical) प्रकारात 750 मीटर, 415/240 V, तीन-फेज लाईनसाठी मटेरियलचे एस्टीमेट तयार करा

(Estimate the main material requirement for a 750 m, 415/240 V three-phase line with four wires in vertical configuration. The lines emanate from a substation to feed a load of 30 kW. Take the span between two poles as 50 m. The size of the conductor is ACSR 6/1×2.59 mm (code Weasel).)

Ans:

लाईनची ची एकूण लांबी = 750 मीटर

दोनखांबाच्यादरम्यानअंतर=50मीटर

$$\text{लागणाऱ्या पोलची संख्या} = \frac{750}{50} = 15$$

i.e. 15 + 1 = 16 (सुरुवातीचा पोल पकडून).

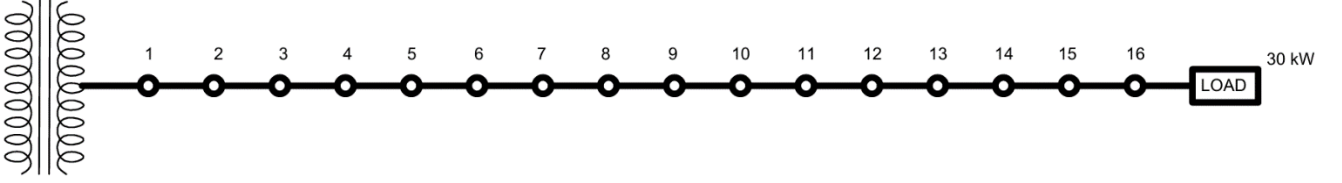


Figure. 5.8: ओव्हरहेड लाइनची प्लॅन (Overhead line plan)

वरील figure. 5.8 मध्ये पोलचे स्थान असलेल्या लाइनची योजना दर्शविली आहे

इन्सुलेटर:

सर्व पोलसाठी एलटी शॅकल इन्सुलेटर (प्रत्येक खांबासाठी 4) = 16x4 = 64.

अर्थ वायर वाहून नेण्यासाठी अर्थ नॉब = 16.

डी क्लॅम्प्स योग्य आकाराच्या एमएस प्लेट पासून बनविलेले आहेत.

कंडक्टर:

एसीएसआर कंडक्टरची लांबी $6/1 \times 2.59$ मिमी

= 750x4 + 5% SAG आणि वेस्टेज साठी

$$= \frac{750 \times 4 \times 105}{100}$$

$$= 3150 \text{ m} = 31.5 \text{ km}$$

No. 8 SWG GI वायर अर्थिंगसाठी = $\frac{0.75 \times 105}{100}$

$$= 0.7875 \text{ km.}$$

$$= 78.7 \text{ kg. Say } 85 \text{ kg. Including guarding.}$$

मिस्लेनिअस :

स्टे सेट (complete) प्रत्येक पोल साठी एक व 5th ,10th आणि 15th पोल साठी दोन = 8.

गे वायर 7/20 SWG = 35 kg.

अर्थिंग सेट =4

अल्युमिनिअम बाईंडिंग वायर आणि बाईंडिंग टेप = 1.5 kg. Each.

तर आवश्यक सामग्री खालीलप्रमाणे सूचीबद्ध केली जाऊ शकते: (संख्यात्मक मध्ये नमूद केलेली किंमत अंदाजे वास्तविक किंमत बाजार दरानुसार बदलू शकते)

Schedule of Material:

Sr. No.	Description of material	Quantity	Rate/Amount (Approx.)
1	PCC poles (8 m long)	16 nos.	16*500=8000
2	ACSR conductor 6/1x 2.59 mm	3.15 km.(3150m)	3150*2=6300
3	LT shackle insulators	64 nos.	64*100=6400
4	No.8 SWG GI wire	85 kg.	85*2=170
5	Complete guy sets	8 sets.	8*200=1600
6	Guywire 7/20 SWG	35 kg.	35*2.5=84.5
7	MS flat for D clamps 50 mm x6 mm	30 kg.	30*3=90
8	Earthing sets	4 sets	4*100=100
9	Earth knobs	16 nos.	16*20=320
10	Aluminium binding wire	1.5 kg.	1.5*50=75
11	Nuts and bolts (all sizes)	30 kg.	30*20=600
12	Aluminium binding tape	1.5kg.	1.5*40=60
13	Aluminium paint	1litre	1*60=60
14	Sundries to complete the job	Lumpsum.	300
	Total		24,159
	Labour charges		4000
	Contingencies 1%		241
	Inspection Fee		1000
	Taxes if any (18%)		5292.09
	Grand Total		34692.59

Example 2:

२ किमी, ११ केव्ही ओव्हरहेड लाईनसाठी मुख्य साहित्याचा अंदाज काढा दिलेली माहिती खालील प्रमाणे
 लाईनची लांबी (Length of Line) = २ किमी = २००० मीटर विद्युतदाब (Voltage Level) = ११ केव्ही
 दोन खांबांमधील अंतर (Span Between Two Poles) = ४५ मीटर डेड-एंड पोल (Dead-end Poles) = २ (प्रत्येक टोकाला)
 प्रत्येक १० व्या खांबावर डबल पोल (Double Pole at Every 10th Pole) कंडक्टर (Conductor) = ए.सी.एस.आर. (ACSR) ६/१ × २.११ मिमी (स्क्रिबल कोड)

(Estimate the main material requirement for a 2 km, 11 kV overhead line having a span between two poles of 45 m. Dead-end poles and every 10th structure is to be a double pole to facilitate sectionalizing, sagging and stringing. The conductor used is ACSR conductor 6/1 × 2.11 mm (code Squirrel).)

Ans:

लाईनची एकूण लांबी = 2 किमी = 2000 मीटर

दोन खांब्यांच्या दरम्यानच्या कालावधीची लांबी = 45 मीटर

आवश्यक खांब्यांची संख्या = 2000/45

= 45+1 = 46

डेड-एंड्स पोल आणि प्रत्येक दहावी रचना दुहेरी पोल आहे. या केस मध्ये, 46 पोल असल्याने, प्रत्येक 9 वा रचना दुहेरी पोल असू शकते. म्हणूनच, सहा रचना दुहेरी पोल आहेत आणि उर्वरित एक पोल आहेत. fig. 6.9 मध्ये लाईनची योजना दर्शविली आहे.

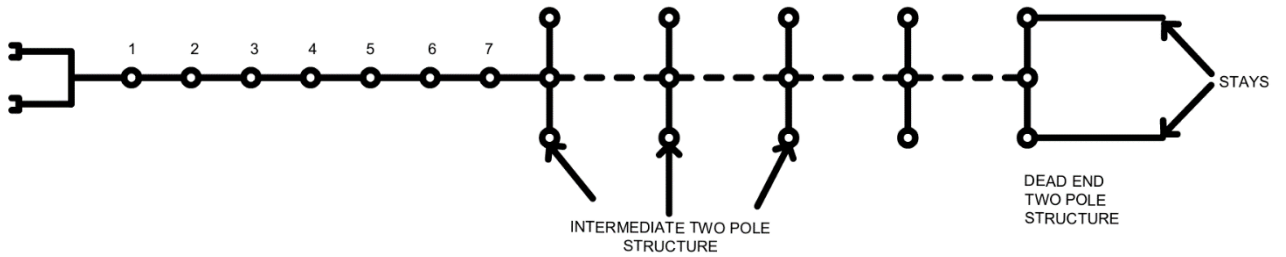


Figure. 5.9: ओव्हरहेड लाइनमध्ये खांब्यांची व्यवस्था.

(Arrangement of the overhead distribution line.)

सिंगल पोल स्ट्रक्चर्ससाठी आवश्यक असलेल्या खांब्यांची एकूण संख्या = 40 आणि डबल पोल स्ट्रक्चर्ससाठी = 12
एकूण = 52.

इन्सुलेटर:

11 केव्ही पिन प्रकार सर्व एकल पोल स्ट्रक्चर्सवर आणि देखील. इंटरमीडिएट डबल पोल स्ट्रक्चर्स = $44 \times 3 = 132$ वर.

11 केव्ही स्ट्रेन डिस्क इन्सुलेटर = 3 डेड-एंड पोलवर प्रत्येक आणि इंटरमीडिएट डबल-पोल स्ट्रक्चर्सवर प्रत्येकी 6
= $3 \times 3 \times 4 \times 3 = 42$

क्रॉस आर्म्स :

इंटरमीडिएट सिंगल-पोल स्ट्रक्चर्स = 40 साठी टीकवुड क्रॉस आर्म्स (1.52 मीटर $\times$ 12.5 सेमी $\times$ 12.5 सेमी).

टीकवुड क्रॉस आर्म्स (2.15 मीटर $\times$ 12.5 सेमी $\times$ 12.5 सेमी) प्रत्येक डेड-एंड स्ट्रक्चर्ससाठी एक आणि प्रत्येक इंटरमीडिएट डबल पोल स्ट्रक्चर्ससाठी = $2 \times 2 \times 4 = 10$.

टॉप इन्सुलेटर ब्रॅकेट इंटरमीडिएट सिंगल पोलवर टॉप इन्सुलेटर साठी = 40 .

डबल पोल स्ट्रक्चर्स = 12 वर अर्थ वायरला आधार देण्यासाठी अंगल आयर्न पीस तुकडे 200 मिमी 38 मिमी $\times$ 38 मिमी $\times$ 6 मिमी.

इंटरमीडिएट सिंगल पोल स्ट्रक्चर्स = $40 \times 2 = 80$ वर अर्थ वायरला सपोर्ट देण्यासाठी 23 सेमी $\times$ 1.6 सेमी स्कू आय बोल्ट आणि नट स्कू करा.

नी -ब्रेसिंग सेट्स = 40.

डबल पोल स्ट्रक्चर्स = 6 साठी क्रॉस ब्रॅकिंग सेट.

कंडक्टर:

एसीएसआर कंडक्टरची लांबी $6/1 \times 2.11$ मिमी = 3×2000 2% सॅगिंग आणि वेस्टेज

$$= \frac{3 \times 2000 \times 102}{100}$$

$$= 6120 \text{ मी}$$

अर्थिंगसाठी क्रमांक 8 एसडब्ल्यूजी जीआय वायरची लांबी (2 वे) = 2 किमी. सॅगिंग आणि अपव्यय साठी 2%

$$= \frac{2 \times 2 \times 102}{100}$$

$$= 4.08 \text{ km.}$$

त्याचे वजन अंदाजे 100 किलो आहे. प्रति किमी. क्रमांक 8 एसडब्ल्यूजी जीआय वायरचे वजन = $4.08 \times 100 = 408$ किलो.

जीएसएल (गॅल्वनाइज्ड स्टील-लो कार्बन सामग्री), क्र .8 एसडब्ल्यूजी, 2.15 मीटर लांबीचे आणि प्रत्येक स्पॅनसाठी 2 = $45 \times 2 = 90$ क्रमांकासाठी असलेले पाळणा रक्षक.

संकीर्ण:

गे प्लेट = 4 सह पूर्ण गे सेट्स.

गे वायर 7/8 SWG = 25 किलो.

अर्थिंग सेट्स (प्रत्येक 5 व्या पोल अर्थ वर आहे) = 11 सेट.

डेंजर प्लेट्स 11 केव्ही (प्रत्येक संरचनेसह एक) = 46.

अँटीक्लिमिंग डिव्हाइस = 60 किलो म्हणून वापरण्यासाठी अँटीक्लिमिंग वायर.

मग मटेरियल एस्टीमेट खालीलप्रमाणे लिहिली जाऊ शकते:

Sr. No.	Description of material	Quantity
1	PCC poles, 9 m long	52 nos.
2	ACSR conductor 6/1×2.11 mm	6120 m
3	Pin insulators 11 kV along with pins	132 nos.
4	11 kV strain disc insulator	30 nos.
5	Teakwood cross arms 1.52 m x 12.5 cm x 12.5 cm for single poles	40 nos.
6	Teakwood cross arms 2.15 mx 12.5 cm x 12.5 cm.	10 nos.
7	Top insulator brackets	40 nos.
8	Angle iron pieces 200 mm long of 38 mm x 38 mm ×6 mm.	12 nos
9	Screw eye bolts and nuts 23 cm x 1.6 cm.	80 nos.
10	No. 8 SWG GI wire for earthing	408 kg.
11	Cradle guards (made of GSL8 SWG) 2.15 cm long.	90 nos.
12	Guy sets complete with guy plate and other accessories	4 sets.
13	Guy wire 7/8 SWG	25 kg
14	Earthing Sets	11 sets
15	Knee bracing sets	40 sets
16	Cross bracing sets	6 sets
17	11kV danger plates	46 nos.
18	Barbed wire	30 kg.
19	Bolts and nuts of various sizes	60 kg.
20	MS flat for clamps	10 kg.
21	Cement and concrete	Lumpsum
22	Binding wire, PG clamps, GI thimbles, and other petty items	Lumpsum

Example 3:

१ किमी लांबीच्या LT (लो टेन्शन) ओव्हरहेड वितरण लाईनसाठी साहित्याची यादी इस्टीमेट करा (३-फेज, ५० हर्ट्ज)
 - १२५ kVA पोल-माउंटेड सबस्टेशनवरून दिलेली माहिती: लाईनची लांबी (Length of Line): १ किमी = १००० मीटर
 प्रणालीचा विद्युतदाब (System Voltage): लो टेन्शन (LT) (साधारणतः ४१५V तीन फेजसाठी) उपकेंद्र क्षमता (Substation Capacity): १२५ kVA (पोल-माउंटेड) खांब्याचा प्रकार (Pole Type): पीसीसी (Plain Cement Concrete – साधा सिमेंट काँक्रीट) खांब्याची लांबी (Pole Length): ८ मीटर दोन खांब्यांमधील अंतर (Span Between Poles): ५० मीटर
 फेज कंडक्टर (Phase Conductor): ACSR ६/१ × २.५९ मिमी न्यूट्रल कंडक्टर (Neutral Conductor): ACSR ६/१ × २.११ मिमी

(A 1 km. Long LT overhead distribution line, three phase 50 Hz. is to be erected from a 125-kVA pole mounted substation. PCC poles of 8 m length is to be used. Make a list of material required, if the span between adjacent poles is 50 m. 6/1 × 2.59 mm ACSR conductor is to be used for 3-phase wires, and 6/1×2.11 mm ACSR is to be used for neutral wire.)

Ans: एकूण लाईनची लांबी = १ किमी = १००० मीटर

दोन खांब्यांमधील अंतर = ५० मीटर

एकूण आवश्यक पोल = $1000 \div 50$
 = २० पोल

शेवटच्या टर्मिनलसाठी एक अतिरिक्त पोल धरून, एकूण खांब्यांची संख्या = २१

figure. 5.10 मध्ये लाईनचा आराखडा दाखवलेला आहे.

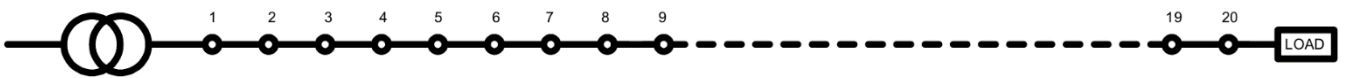


Figure 5.10: ओव्हरहेड लाईनमध्ये खांब्यांची व्यवस्था.

(Arrangement of the overhead distribution line.)

इन्सुलेटर्स:

लंबवत संरचनेचा विचार करून:

प्रत्येक खांब्यासाठी LT शॅकल इन्सुलेटर = ४

एकूण आवश्यक इन्सुलेटर = $21 \times 4 = 84$

अर्थ वायर नेण्यासाठी अर्थ नॉब्स = २१

D-क्लॅम्प्स योग्य आकाराच्या MS प्लेट्स पासून बनवले जातात.

कंडक्टर:

फेज वायरसाठी $6/1 \times 2.59 \text{ mm ACSR}$ कंडक्टरची लांबी = $1000 \times 3 + 5\%$ (सॅगिंग वाया जाण्यासाठी)

$$= (3000 \times 105) / 100 = 3150 \text{ मीटर}$$

न्यूट्रल वायरसाठी $6/1 \times 2.11 \text{ mm ACSR}$ कंडक्टरची लांबी = $(1000 \times 105) / 100$

$$= 1050 \text{ मीटर}$$

No. 8 SWG G.I. वायर (प्रति किमी वजन = 100 किग्र.)

$$= (1 \times 105) / 100 = 1.05 \text{ किमी}$$

$$= 10 \% \text{ संरक्षण धरून अंदाजे } 110 \text{ kg.}$$

इतर साहित्य:

गे सेट्स (एक शेवटच्या खांबासाठी, तसेच 5वा, 10वा आणि 15वा पोल यांच्यासाठी प्रत्येकी 2 वाऱ्याच्या दाबासाठी)

$$= \text{एकूण } 8 \text{ सेट्स}$$

गे वायर $7/20 \text{ SWG} = 35 \text{ किग्र.}$

LT अर्थिंग सेट्स = 5 सेट्स

अॅल्युमिनियम बाइंडिंग वायर आणि बाइंडिंग टेप = प्रत्येकी 2 किग्र.

$$\text{जॉइंटिंग स्लीव्हज} = 6$$

साहित्याची यादी पुढीलप्रमाणे तयार करता येईल:

Sr. No.	Description of material	Quantity
1	PCC poles (8 m long)	21 nos.
2	ACSR conductor 6/1x 2.59 mm	3150 m
3	ACSR conductor 6/1x 2.11 mm	1050m
4	LT shackle insulators	84 nos.
5	No.8 SWG GI wire	120 kg.
6	Complete guy sets	8 sets
7	Guywire 7/20 SWG	35 kg
8	MS flat for D clamps 50 mm x6 mm	35 kg
9	Earth knobs	21 nos.
10	Earthing sets	5 sets
11	Aluminium binding wire	2kg
12	Aluminium binding tape	2kg
13	Jointing sleeves for ACSR	6 nos.
14	Nuts and bolts (all sizes)	40 kg
15	Aluminium paint	2 litres
16	Sundries to complete the job	Lumpsum

Example 4:

दोन ट्रान्सफॉर्मर (500 kVA, 11 kV/415 V) इनडोअर सबस्टेशनमध्ये बसवण्यासाठी साहित्याचा अंदाज दिलेली माहिती: ट्रान्सफॉर्मरची संख्या: 2, प्रत्येक ट्रान्सफॉर्मरची क्षमता: 500 kVA, प्रायमरी व्होल्टेज (HV Side): 11 kV, सेकंडरी व्होल्टेज (LV Side): 415 V, ओव्हरहेड लाइन पासून सबस्टेशन पर्यंतचे अंतर: 100 मीटर, जोडणी प्रकार: अंडरग्राउंड केबल (Underground Cable)

(Two transformers 500 kVA, 11 kV/415 V are to be erected in an indoor sub-station. The 11 kV overhead line supply is available at a distance of 100 meters. Estimate the quantity of material required using underground cables.)

Ans:

ट्रान्सफोर्मर ची कॅपॅसिटी (Capacity of the transformer = $2 \times 500 = 1000$ kVA.

व्होल्टेज (Voltage) = 11kV.

लाईन करंट (Line current) = $\frac{1000}{\sqrt{3} \times 11} = 53A$.

कन्सल्टिंग स्टँडर्ड टेबल आर्मर केबलसाठी, आपण 11kV, 3 कोर 35 चौरस मिमी पीआयएलसी स्क्रीन केलेले आणि आर्मर्ड केबल वापरू शकतो. Fig.5.11 मध्ये व्यवस्थेची योजना दर्शविली आहे. एचटी पॅनेल येणारा एचटी पुरवठा स्वीकारतो आणि ट्रान्सफॉर्मरला फीड करतो.

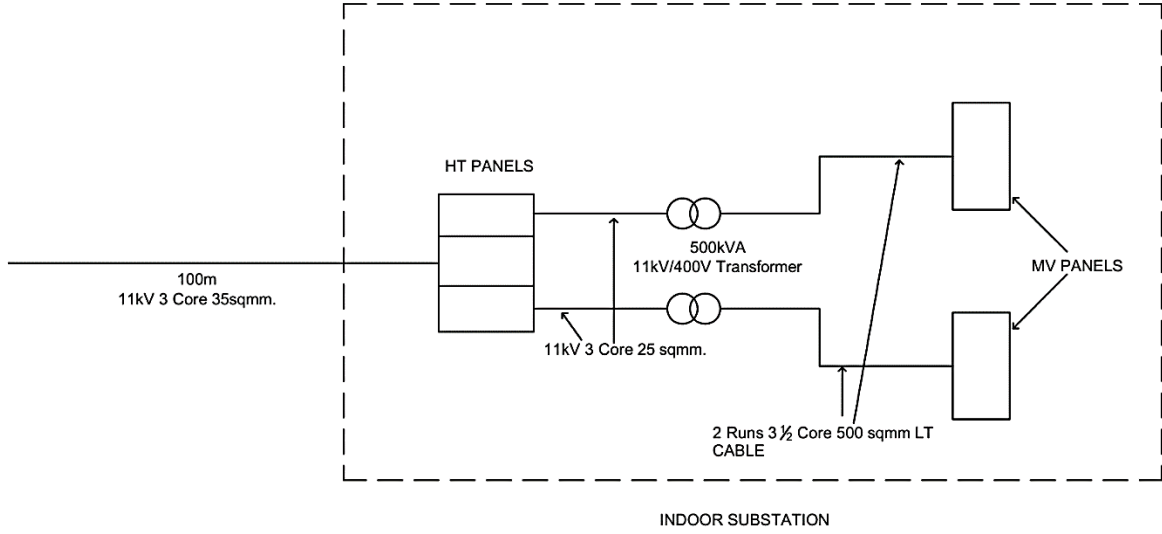


Figure 5.11: इनडोर सबस्टेशन आणि अंडरग्राऊंड केबल अरेंजमेंट

(Arrangement of the underground cable supply line and indoor substations)

ट्रान्सफॉर्मर ची कॅपॅसिटी (Transformer capacity) = 500 kVA.

लाईन करंट (Line current) = $\frac{500}{\sqrt{3} \times 11} = 28A$.

एचटी पॅनेलपासून ट्रान्सफॉर्मर्सपर्यंत 11 केव्ही 3 कोर 25 चौ.मिमी भूमिगत केबल वापरली जाते. ट्रान्सफॉर्मर्सच्या दुय्यम बाजूला,

करंट = $(500 \times 103) / \sqrt{(3 \times 415)} = 693 \text{ Amp}$.

3-१.२ कोर 5०० चौ.मिमी एलटी केबलचे २ रन वापरले जाऊ शकतात.

11 केव्ही 1 कोर 35 चौ.मिमी केबलची लांबी = 100 + 10 मीटर पोलसाठी + 15 मीटर बेंडसाठी = 125 मीटर.

३-1/2 कोर 500 चौ.मिमी एलटी केबलची लांबी (2 रन). = 2 रन (ट्रान्सफॉर्मर्सपासून एमव्ही पॅनेलपर्यंत 2X20 मीटर + कनेक्शनसाठी 2X5 मीटर) = 2 × 50 = 100 मीटर.

केबल एंड बॉक्स:

11 केव्ही 3 कोर 35 चौ.मिमी केबलसाठी योग्य आउटडोर पोल-माउंटिंग केबल एंड बॉक्स = 1 नंबर.

11 केव्ही 3 कोर 25 चौ.मि.मी. केबलसाठी योग्य ट्रान्सफॉर्मरच्या प्राथमिक भागात केबल एंड बॉक्स = 2 नग.

३-१/२ कोर ५०० चौ.मि.मी. एलटी केबलसाठी योग्य ट्रान्सफॉर्मरच्या दुय्यम भागात केबल एंड बॉक्स = 2 नग.

अर्थिंग सेट: दोन ट्रान्सफॉर्मरच्या न्यूट्रल अर्थिंगसाठी 4 सेट आणि ट्रान्सफॉर्मरसाठी 2 सेट

बॉडी अर्थिंग आणि एचव्ही आणि एमव्ही पॅनेल अर्थिंग = 6 सेट.

मटेरियलची यादी खालीलप्रमाणे तयार करता येते:

Sr. No.	Description of material	Quantity
1	11kV/400V.50 kVA D/Y connected transformers complete With accessories and full of oil.	2nos.
2	11kV,250 MVA, HT panel double busbar switch board complete with ammeters, voltmeters, kWh meters, 3 CTs of ratio 40/5 A, 11 kV/110V PT, draw out type free handle mechanism OCB with overload trip coil and other protective devices as the following panels; (1) One no. for receiving the incoming supply (2) Two nos for feeding the two transformers.	1 Set
3	Metal clad indoor industrial pattern floor mounting distribution board suitable for 400 Volts 3 phase 4 wire system equipped with: (1) Incoming-1 no. 500A, triple pole, horizontal draw out type OCB With all accessories. (2) Outgoing-4 nos. 200A, 400V, triple pole and neutral combination switch fuse units, 2 nos. 100A, 400V, triple pole and neutral combination switch fuse units (3) Busbars-3 nos. aluminum busbars rated 500A for phases 1 no. aluminium busbar rated 250 A for neutral. The above unit should be complete with all necessary interconnection, small wiring oil for OCB. Earthing strips etc.	2 sets
4	11kV lightning arrestors	3 nos.
5	11kV3core 35 sq.mm PILC screened and armored cable	125 m
6	11kV3 core 25 sq.mm PILC screened and armored cable	30 m
7	3-1/2 core 500 sq.mm PVC insulated and armored LT cable	100 m
8	Outdoor pole mounting cable end box suitable for 11 kV3 core 35 sq.mm cable	1 nos.
9	Jointing material for 11 kV cable boxes (one on the pole and 3 on the IT panel and 2 on the transformers)	6 sets
10	Cable end boxes at the primary of the transformers suitable for 11kV 3core 25 sq.mm cable	2 nos.

Sr. No.	Description of material	Quantity
11	Cable boxes at the secondary of the transformers suitable for 2 run or 3-1/2 core 500 sq.mm LT cable	2 nos.
12	GI pipe 7.6 cm. dia for carrying 11 kV cable on pole	5 m.
13	Clamps for fixing the GI pipe and outdoor cable box	8 nos.
14	Farthing sets complete with GI plate and GI rod, and funnel with mesh cover and all other accessories	8 set
15	Bricks	Lumpsum
16	Sand	Lumpsum
17	Sundries necessary to complete the job	Lumpsum

Previous Year Questions

2 Marks

- 1) Write any two factors for selection of LT (415V) power cable
- 2) State the classification of cable on voltage levels.
- 3) State the types of service connection.
- 4) State types cables used for distribution line installations.

4 Marks

- 1) List material required for overhead service connection (any eight)
- 2) State any eight-electrical equipment require for 11 KV HT installation
- 3) Draw the single line diagram of LT(415V) substation
- 4) Compare overhead and underground distribution line. (any four point)
- 5) List the material required for overhead service connection.
- 6) List out the material use for H.T. 11 kV and L.T. 415 V overhead line
- 7) Explain with suitable sketch types of service connections for residential building.
- 8) Enlist and calculate material quantity required for service connection of overhead type for a distance of 7.5 meter between supply service poles to meter board location.
- 9) Draw neat sketch of 11 KV HT substation and enlist the material required in the substation.

6 Marks

- 1) Define service connection, list the types of service connection. Explain any one with neat labelled diagram
- 2) Explain with suitable example selection procedure of power cables in HT - distribution including their termination of cables in underground cabling.

3) Draw single line diagram for LT substation.

References

Learning Materials / Books

Sr.No.	Author	Title	Publisher with ISBN Number
1	K.B.Raina, S.K.Bhattacharya	Electrical Design Estimating and Costing	New Age International Publisher, First, Reprint 2010, ISBN:13: 978- 8122443585
2	Surjit Singh, Ravi Deep Singh	Electrical Estimating and Costing	Dhanpat Rai and Sons, 2014 New Delhi, ISBN:1234567150995
3	S.L.Uppal G.C.Garg	Electrical Wiring Estimation and costing	Khanna Publishers ISBN 978-8174092403
4	BIS	SP-30:2023, National Electrical Code, 2023	Bureau of Indian Standards
5	BIS	IS: 732-1989, Code of Practice for Electrical Wiring Installation	Bureau of Indian Standards

LEARNING WEBSITES & PORTALS

Sr.No.	Link / Portal	Description
1	https://www.electricaltechnology.org/2013/09/electrical-wiring.htm	Basics of Electrical wiring system
2	https://www.electrical4u.com/types-of-electrical-insulator-overhead-insulator/	Distribution line materials
3	https://www.electrical4u.com/lamps-types-and-performance-comparison/	Different types of lamps.
4	https://youtu.be/yhzhloBF_eo?si=Esgl05OzWNCOQaiD	High mast light wiring
5	https://www.youtube.com/watch?v=IoMXX6xct1g	Streetlight wiring

Sr.No.	Link / Portal	Description
6	https://standardsbis.bsbedge.com/	SP:30 NEC 2023
7	https://gem.gov.in/	GeM portal for procurement.
8	https://cabexindia.com/5-types-of-electrical-terminations/	Cable Information and cable termination information
9	https://www.electrical4u.com/electrical-power-cable/	