



Competency-Based Learning Materials (CBLMs)
on
Electrical Installation and Maintenance
Light Engineering Sector

Skills for Industry Competitiveness and Innovation Program (SICIP)
Finance Division, Ministry of Finance

মডিউল নির্দেশিকা:

জেনেরিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-LE-EIM-01-G	মৌলিক গাণিতিক ধারণা ব্যবহার করে গণনা সম্পাদন	১০ ঘন্টা
২।	SICIP-LE-EIM-02-G	কর্মক্ষেত্রে ইংরেজিতে যোগাযোগ করা	১০ ঘন্টা
৩।	SICIP-LE-EIM-03-G	স্ব-নির্দেশিত দলে কাজ করা	১০ ঘন্টা

সেক্টর স্পেসিফিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-LE-EIM-01-S	কর্মক্ষেত্রে পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) অনুশীলন প্রয়োগ করা	১০ ঘন্টা
২।	SICIP-LE-EIM-02-S	হ্যান্ড টুলস, পাওয়ার টুলস এবং ইলেকট্রিক্যাল টেস্টিং ইনস্ট্রুমেন্টস ব্যবহার করে কাজ করা	১২ ঘন্টা
৩।	SICIP-LE-EIM-03-S	সবুজ অনুশীলন প্রয়োগ করা	০৮ ঘন্টা

অকুপেশন স্পেসিফিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-LE-EIM-01-O	চ্যানেল ওয়্যারিং সম্পন্ন করা	৮০ ঘন্টা
২।	SICIP-LE-EIM-02-O	সার্ভিস কানেকশন সম্পাদন করা	২০ ঘন্টা
৩।	SICIP-LE-EIM-03-O	আর্থিং এবং বায়ুমণ্ডলীয় বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা স্থাপন করা	২০ ঘন্টা
৪।	SICIP-LE-EIM-04-O	মোটর সংযোগ সম্পাদন করা	৮০ ঘন্টা
৫।	SICIP-LE-EIM-05-O	মোটর রিওয়াইন্ডিং এবং সার্ভিসিং সম্পাদন করা	৮০ ঘন্টা
৬।	SICIP-LE-EIM-06-O	সৌর বৈদ্যুতিক সিস্টেম ইনস্টল ও সমস্যা সমাধান করা	২০ ঘন্টা

অকুপেশন স্পেসিফিক মডিউল

মডিউল-১

মডিউলঃ চ্যানেল ওয়্যারিং সম্পন্ন করা
SICIP-LE-EIM-01-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-১

মডিউল শিরোনামঃ চ্যানেল ওয়্যারিং সম্পন্ন করা

ইউনিট কোডঃ বাওঈওচ-খউ-উওগ-০১-৬

নোমিনাল আওয়ারঃ ৮০ ঘণ্টা।

মডিউলের বিবরণঃ

এই মডিউলে চ্যানেল ওয়্যারিং সম্পন্ন করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক নীতিসমূহ ব্যাখ্যা করা, বেসিক ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট সম্পন্ন করা, কেবলের জয়েন্ট/সংযোগ তৈরি করা, বিভিন্ন ধরনের ইলেকট্রিক্যাল লোড ও লোড ক্যালকুলেশন বুঝতে পারা, চ্যানেল ওয়্যারিং সম্পন্ন করা, এবং ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি রক্ষণাবেক্ষণ ও সংরক্ষণ করা সম্পর্কে বর্ণনা দেয়া হয়েছে।

শিখন ফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ

- ১) ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক নীতিসমূহ ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- ২) বেসিক ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট সম্পন্ন করতে পারবে।
- ৩) কেবলের জয়েন্ট/সংযোগ তৈরি করতে পারবে।
- ৪) বিভিন্ন ধরনের ইলেকট্রিক্যাল লোড ও লোড ক্যালকুলেশন বুঝতে পারবে।
- ৫) চ্যানেল ওয়্যারিং সম্পন্ন করতে পারবে।
- ৬) ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি রক্ষণাবেক্ষণ ও সংরক্ষণ করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

- ১) ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক নীতিসমূহ বর্ণনা করা হয়েছে।
- ২) ওহমের সূত্রের প্রয়োগ ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
- ৩) উপযুক্ত পরিমাপক যন্ত্র ব্যবহার করে ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক বৈশিষ্ট্য ও প্যারামিটার পরিমাপ বা বিশ্লেষণ করা হয়েছে।
- ৪) ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট প্রস্তুতের জন্য প্রয়োজনীয় মৌলিক উপাদান চিহ্নিত করে সংগ্রহ করা হয়েছে।
- ৫) সোল্ডারিং করা ও অনুশীলন করা হয়েছে।
- ৬) ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক সার্কিট ডায়গ্রাম বুঝে বিশ্লেষণ করা হয়েছে।
- ৭) বেসিক ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট ওয়্যারিং সম্পন্ন করা হয়েছে।
- ৮) শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের কেবল জয়েন্ট সম্পর্কে ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
- ৯) কেবলের বৈশিষ্ট্য ও সাইজ ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
- ১০) কর্মক্ষেত্রের স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী কেবল জয়েন্ট তৈরি করা হয়েছে।
- ১১) রেজিস্টিভ লোড, ইন্ডাক্টিভ লোড এবং ক্যাপাসিটিভ লোড চিহ্নিত ও ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
- ১২) সরবরাহকৃত ড্রয়িং অনুযায়ী ওয়্যারিং লেআউট অংকন করা হয়েছে।
- ১৩) প্রক্রিয়া অনুসারে রয়েল প্লাগ পয়েন্ট নির্ধারণ করা, ড্রিল করা ও বসানো হয়েছে।
- ১৪) চ্যানেলের নিচের অংশগুলো স্থাপন (install) করে স্ক্রু দিয়ে আটকানো হয়েছে।
- ১৫) ECC-যুক্ত কেবল চ্যানেলের নিচের অংশে বিছানো হয়েছে।
- ১৬) বোর্ড ও বিভিন্ন ফিক্সচার সংগ্রহ করে ডায়গ্রাম অনুযায়ী ফিট ও সংযোগ করা হয়েছে।
- ১৭) চ্যানেলের নিচের অংশ উপরের অংশ দিয়ে কভার করা হয়েছে।
- ১৮) ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করা হয়েছে।
- ১৯) নির্মাতার নির্দেশিকা অনুযায়ী ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতির রক্ষণাবেক্ষণ করা হয়েছে।
- ২০) কর্মক্ষেত্রের প্রক্রিয়া/নীতিমালা অনুযায়ী ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি সংরক্ষণ করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ১.১

শিখন ফল-১: ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক নীতিসমূহ ব্যাখ্যা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক নীতিসমূহ
- ওহমের সূত্রের প্রয়োগ
- উপযুক্ত পরিমাপক যন্ত্র ব্যবহার করে ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক বৈশিষ্ট্য ও প্যারামিটার পরিমাপ বা বিশ্লেষণ

ক) ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক নীতিসমূহ

i) Electricity (বিদ্যুৎ)

তড়িৎ বা বিদ্যুতের ইংরেজী নাম Electricity । বিদ্যুৎ এক প্রকার অদৃশ্য শক্তি যা আলো, তাপ, শব্দ, গতি উৎপন্ন করে এবং অসংখ্য বাস্তব কাজ সমাধান করে। কোন পরিবাহীর ভিতর দিয়ে গতিশীল ইলেকট্রন প্রবাহের ফলে যে তড়িৎ শক্তির সৃষ্টি হয় তাকে বিদ্যুৎ বা Electricity বলা হয়। বিদ্যুৎ দুই প্রকার। যথা:-

স্থির বিদ্যুৎ (Static Electricity) :

এই বিদ্যুৎ উৎপত্তি স্থানেই অবস্থান করে, কোন প্রকার অবস্থান পরিবর্তন করেনা বলেই এর নাম স্থির বিদ্যুৎ। যেমন- ঘর্ষ বিদ্যুৎ (Frictional Electricity) ।

চল বিদ্যুৎ (Current Electricity) :

এই শ্রেণীর বিদ্যুৎ একস্থান হতে অন্যস্থানে চলাচল করতে পারে বিধায় এর নাম চল বিদ্যুৎ। তৈল, গ্যাস, কয়লা পুড়িয়ে এবং পানির স্রোতকে কাজে লাগিয়ে জেনারেটর চালনা করে আমরা এই বিদ্যুৎ পেয়ে থাকি।

ii) কার্শফ ল (Kirchhoff's Laws)

কার্শফ ল (Kirchhoff's Laws) হলো বৈদ্যুতিক সার্কিট বিশ্লেষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ দুটি সূত্র, যা ১৮৪৫ সালে জার্মান পদার্থবিজ্ঞানী গুস্তাফ কার্শফ প্রণয়ন করেন। এই সূত্র দুটি হল:

১. কার্শফের কারেন্ট সূত্র (Kirchhoff's Current Law, KCL): কোন একটি নোড বা সংযোগ বিন্দুতে প্রবেশ করা কারেন্টের যোগফল সর্বদা নুল হয়। অর্থাৎ, নোডে প্রবেশ করা কারেন্ট সমান হয় সেখানে থেকে বাহির হওয়া কারেন্টের সাথে, যা চার্জ সংরক্ষণের ওপর ভিত্তি করে। সূত্রটি লিখতে পারি: $\sum_{k=1}^n I_k = 0$

যেখানে I_k হলো প্রবাহিত কারেন্ট এবং n হলো নোডে সংযুক্ত শাখার সংখ্যা।

২. কার্শফের ভোল্টেজ সূত্র (Kirchhoff's Voltage Law, KVL): কোনও বন্ধ লুপ বা সার্কিটের মধ্যে ভোল্টেজের বীজগণিতিক যোগফল সর্বদা শূন্য হয়। অর্থাৎ, লুপের মধ্যে বিদ্যুৎ বিভব পার্থক্যের মোট পরিবর্তন শূন্য। সূত্রটি হচ্ছে:

$$\sum V = 0$$

কার্শফ ল এর প্রয়োগ:

- জটিল বৈদ্যুতিক সার্কিটে অজানা কারেন্ট ও ভোল্টেজ নির্ণয়ে এর ব্যবহার হয়।
- ধুবক এবং পরিবর্তনশীল কারেন্ট বিশ্লেষণ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

- বিদ্যুৎ প্রবাহের প্রকৃতি বুঝতে এবং বর্তনী বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়।
- উদাহরণস্বরূপ, সমান্তরাল এবং সিরিজ সংযোগ বিশ্লেষণে, **Wheatstone** ব্রিজের ব্যালেন্স অবস্থান নির্ণয়ে ব্যবহার করা হয়।

এই সূত্রগুলি তড়িৎ প্রবাহ ও বিভব পার্থক্য নির্ণয়ে খুবই গুরুত্বপূর্ণ এবং ইলেকট্রনিক্স ও ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিংয়ে ব্যাপকভাবে প্রয়োগ করা হয়

iii) এসি (AC) এবং ডিসি (DC) সার্কিটের মৌলিক তত্ত্ব এবং নীতি।

ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট

কারেন্ট চলাচলের সম্পূর্ণ পথকে সার্কিট বলে। বৈদ্যুতিক সার্কিট মূলত দুই ধরনের হয়:

১. ডিসি (DC) সার্কিট
২. এসি (AC) সার্কিট

এদের মধ্যে মূল পার্থক্য হলো বিদ্যুতের প্রবাহের ধরণ।

১. ডিসি (DC) সার্কিট

- ডিসি মানে ডাইরেক্ট কারেন্ট। এখানে বিদ্যুৎ একটি নির্দিষ্ট দিকে প্রবাহিত হয়।
- ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান স্থির থাকে (সময়ের সাথে পরিবর্তন হয় না)।
- উদাহরণ: ব্যাটারি, সোলার সেল, ডিসি জেনারেটর।

ডিসি সার্কিটের মূলনীতি:

- ওহমের সূত্র: $V = I \times R$
 - V = ভোল্টেজ (ভোল্ট)
 - I = কারেন্ট (অ্যাম্পিয়ার)
 - R = রেজিস্ট্যান্স (ওহম)
- সার্কিট বিশ্লেষণ: কার্শফের সূত্র (Kirchhoff's Laws) ব্যবহার করে জটিল ডিসি সার্কিট সমাধান করা হয়।
 - কার্শফের কারেন্ট ল (KCL): একটি নোডে প্রবেশকারী ও নির্গত কারেন্টের যোগফল শূন্য।
 - কার্শফের ভোল্টেজ ল (KVL): একটি লুপে ভোল্টেজ ড্রপের যোগফল শূন্য।

২. এসি (AC) সার্কিট

- এসি মানে অলটারনেটিং কারেন্ট। এখানে কারেন্ট ও ভোল্টেজ দিক ও মান উভয়ই পর্যায়ক্রমে পরিবর্তিত হয়।
- এটি সাধারণত সাইন ওয়েভ আকারে প্রবাহিত হয়।
- উদাহরণ: বাসাবাড়ির বিদ্যুৎ (২২০V, 50 Hz)।

এসি সার্কিটের মূলনীতি:

- প্যারামিটার: এসি সার্কিটে রেজিস্ট্যান্স (R) ছাড়াও আরও দুইটি গুরুত্বপূর্ণ প্যারামিটার থাকে:
 ১. ইন্ডাকট্যান্স (L) - কয়েলের জন্য
 ২. ক্যাপাসিট্যান্স (C) - ক্যাপাসিটরের জন্য
- ইম্পিড্যান্স (Z): এসি সার্কিটের মোট বাধা। $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
 - $X_L = 2\pi fL$ (ইন্ডাকটিভ রিয়েক্ট্যান্স)
 - $X_C = 1/(2\pi fC)$ (ক্যাপাসিটিভ রিয়েক্ট্যান্স)
- পাওয়ার ফ্যাক্টর: এসি সার্কিটে প্রকৃত পাওয়ার (Real Power) এবং আপাত পাওয়ার (Apparent Power) এর অনুপাত। এটি $\cos\phi$ দ্বারা প্রকাশিত হয়, যেখানে ϕ হলো ভোল্টেজ ও কারেন্টের মধ্যকার phase difference।

এসি ও ডিসি এর মধ্যে প্রধান পার্থক্য

বৈশিষ্ট্য	ডিসি (DC)	এসি (AC)
প্রবাহের দিক	এক দিকে	পর্যায়ক্রমে দিক পরিবর্তন
মান	স্থির	পরিবর্তনশীল (সাইন ওয়েভ)
পরিবহন	কম দূরত্ব	উচ্চ ভোল্টেজে দূরদূরান্তে
উৎপাদন	ব্যাটারি, সোলার সেল	এসি জেনারেটর
ফ্রিকোয়েন্সি	শূন্য (0 Hz)	50 Hz বা 60 Hz

ব্যবহার ও প্রয়োগ

- ডিসি: মোবাইল চার্জার, এলইডি লাইট, ইলেকট্রনিক গ্যাজেট, ব্যাটারি চালিত যান।
- এসি: বাসাবাড়ি, শিল্পকারখানা, বৈদ্যুতিক মোটর, ট্রান্সফরমার।

iv) তড়িৎ পরিবাহিতা (σ) ও রেজিস্টিভিটি (ρ):

ও'হমের সূত্র একটি নির্দিষ্ট বস্তু (যেমন একটি তার) নিয়ে কাজ করে। পদার্থ বুঝতে আমরা তড়িৎ পরিবাহিতা (σ) বা এর বিপরীত, তড়িৎ রেজিস্টিভিটি (ρ) ব্যবহার করি।

রেজিস্টিভিটি (ρ)

এটি একটি পদার্থের অন্তর্নিহিত ধর্ম যা পরিমাপ করে এটি কতটা জোরালোভাবে তড়িৎ প্রবাহের বিরোধিতা করে। এটি বস্তুর আকার বা আকৃতির উপর নির্ভর করে না।

সূত্র (একটি পদার্থের জন্য ও'হমের সূত্র থেকে উদ্ভূত): $R = \rho \times (L / A)$

R হল মোট রেজিস্ট্যান্স (Ω)।

ρ (রো) হল পদার্থের রেজিস্টিভিটি ($\Omega \cdot m$)।

L হল পরিবাহীর দৈর্ঘ্য (m)।

A হল পরিবাহীর ক্রস-সেকশনাল এলাকা (m^2)।

মূল বিষয়: রেজিস্ট্যান্স দৈর্ঘ্যের সাথে সরাসরি এবং ক্রস-সেকশনাল এলাকার সাথে ব্যস্তানুপাতিক। একটি দীর্ঘ তারের রেজিস্ট্যান্স বেশি; একটি মোটা তারের রেজিস্ট্যান্স কম।

পরিবাহিতা (σ)

এটি একটি পদার্থের তড়িৎ প্রবাহ পরিচালনা করার ক্ষমতার সরাসরি পরিমাপ। এটি সহজভাবে রেজিস্টিভিটির বিপরীত।

সূত্র: $\sigma = 1 / \rho$

σ (সিগমা) হল পরিবাহিতা (সিমেন্স প্রতি মিটার, S/m)।

উচ্চ σ = ভালো পরিবাহী (যেমন: তামা, রূপা)।

নিম্ন σ = খারাপ পরিবাহী (অন্তরক) (যেমন: রাবার, কাঁচ)।

"সূত্রগুলো" বাস্তবিকী পরিবাহিতাকে প্রভাবিত করে?

একটি পদার্থের পরিবাহিতা একটি স্থির ধ্রুবক নয়; এটি বেশ কয়েকটি ভৌত কারণ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়, যেমন তাপমাত্রা, পদার্থের গঠন, আণবিক ব্যাখ্যা। যেগুলো আসল "সূত্র" যা এই আচরণের ভিত্তি।

উপসংহার

যখন লোকেরা "পরিবাহিতার সূত্র"-এর কথা বলে, তারা সাধারণত নিম্নলিখিত নীতিগুলোর সমন্বয়কে বোঝায়:

ও'হমের সূত্র ($V = IR$), যা একটি বর্তনীতে কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে।

পরিবাহিতার সংজ্ঞা ($\sigma = 1/\rho$), যা পদার্থের একটি অন্তর্নিহিত ধর্ম।

জ্যামিতিক সম্পর্ক ($R = \rho L/A$), যা একটি পদার্থের ধর্মকে একটি বাস্তব বস্তুর রেজিস্ট্যান্সের সাথে সংযুক্ত করে।
আণবিক মডেল ($\sigma = n e^-$), যা ব্যাখ্যা করে কেন পদার্থের নির্দিষ্ট পরিবাহিতা রয়েছে।

v) পদার্থের কারেন্ট পরিবহন ক্ষমতা-

পরিবাহী (Conductor): যে সকল পদার্থের ভিতর দিয়ে বিদ্যুৎ চলাচল করতে পারে তাকে Conductor বা পরিবাহী বলে। পরিবাহী ধাতুর নিম্নলিখিত গুণাগুণ থাকা প্রয়োজন।

- আপেক্ষিক রেজিস্ট্যান্স কম হওয়া উচিত (10^{-8} ওহম)।
- উত্তাপ জনিত গুণাংক বেশি হওয়া উচিত।
- ক্ষয় রোধক ক্ষমতা সম্পন্ন হতে হবে।
- টান সহন ক্ষমতা বেশি হবে।
- নমনীয় গুণ সম্পন্ন হবে।

কারেন্ট পরিবহনের উপর ভিত্তি করে পদার্থকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা- পরিবাহী, অপরিবাহী এবং অর্ধপরিবাহী।

বাঁধার দিক থেকে পরিবাহী তিন প্রকার। যথা:-

সুপরিবাহী (Good Conductor) :

যে সকল পরিবাহীর ভিতর দিয়ে বিদ্যুৎ সহজে চলাচল করতে পারে, কোন প্রকার বাঁধার সম্মুখীন হয় না তাকে সুপরিবাহী (Good Conductor) বলে। যেমন- সোনা, রূপা, তামা, দস্তা, পারদ ইত্যাদি।

অর্ধ-পরিবাহী (Semi-conductor) :

যে সকল পদার্থের ভিতর দিয়ে বিদ্যুৎ সহজে চলাচল করতে পারে না, কিছুটা বাঁধার সম্মুখীন হয়, তাকে অর্ধ-পরিবাহী বা Semi-conductor বলে। অর্থাৎ এটি সম্পূর্ণ পরিবাহীর নয় আবার সম্পূর্ণ অপরিবাহীও নয়। যেমন- কার্বন, সিলিকন, জার্মেনিয়াম ইত্যাদি

অপরিবাহী (Insulator or Non-conductor) :

যে সকল পদার্থের ভিতর দিয়ে ইলেকট্রন একেবারেই চলাচল করতে পারে না তাকে অপরিবাহী বা Insulator বলে। যেমন- রাবার, প্লাস্টিক, চীনামাটি, ফাইবার, এ্যাবোনাইট, কাঁচ ইত্যাদি

vi) রেক্টিফায়ার এন্ড রেক্টিফিকেশন (Rectifier and Rectification)

রেক্টিফায়ার :

যে সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস ব্যবহার করে এসি ভোল্টেজ কে পালসেটিং ডিসি ভোল্টেজে রূপান্তর করা হয় তাকে রেক্টিফায়ার বলে। রেক্টিফায়ার বা সেমিকন্ডাক্টর ডায়োডের কাজ হচ্ছে ফরোয়ার্ড বায়াসে কারেন্ট প্রবাহিত করা এবং রিভার্স বায়াসে কারেন্ট কে বাধা দেওয়া। এই ধর্মকে কাজে লাগিয়ে রেক্টিফিকেশন কার হয়।

রেক্টিফিকেশন :

যে কৌশল ব্যবহার করে এসি ভোল্টেজ কে পালসেটিং ডিসি ভোল্টেজে রূপান্তর করা হয় তাকে রেক্টিফিকেশন বলে।

রেক্টিফিকেশনের শ্রেণী বিভাগ :

রেক্টিফিকেশনকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

- ১) হাফ ওয়েভ রেক্টিফিকেশন
- ২) ফুল ওয়েভ রেক্টিফিকেশন

হাফ ওয়েভ রেক্টিফিকেশন :

হাফ ওয়েভ রেক্টিফিকেশন হল একটি ইলেকট্রনিক সার্কিট যা এসি ভোল্টেজ (Alternating Current) কে ডিসি ভোল্টেজ (Direct Current) তে রূপান্তর করার সবচেয়ে সহজ পদ্ধতি। এই প্রক্রিয়ায়, ইনপুট এসি

সিগন্যালের অর্ধেক চক্র (হাফ ওয়েভ) কে অতিক্রম করতে দেওয়া হয় এবং বাকি অর্ধেক চক্রকে অবরুদ্ধ (Block) করা হয়। ফলে আউটপুটে একটি ডিসি সিগন্যাল পাওয়া যায়। সহজ ভাষায়: এটি একটি এসি সিগন্যালের ধনাত্মক অর্ধেক নেয় এবং ঋণাত্মক অর্ধেক কেটে ফেলে (অথবা উল্টোটি করে)।

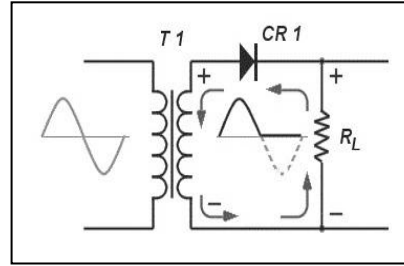
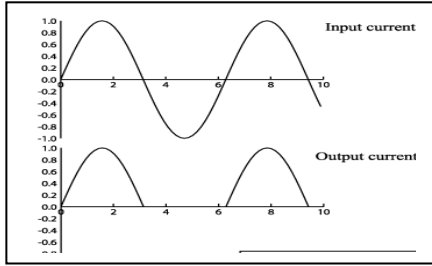
ব্যবহারের ক্ষেত্রসমূহঃ

- সহজ সার্কিট ও কম খরচের জন্য ব্যবহৃত হয় যেখানে উন্নত গুণগত মান প্রয়োজন হয় না।
- সিগন্যাল ডিমডুলেশন, ছোট পাওয়ার সাপ্লাই, ও সিগন্যাল শেপিং এর জন্য ব্যবহৃত হয়।

অসুবিধা

- আউটপুট ডিসি ভোল্টেজ কম থাকে।
- অনেক বেশি রাইপল থাকে, যা ডিসি সাপ্লাইকে অস্থিতিশীল করে।

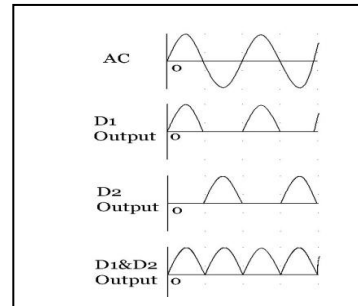
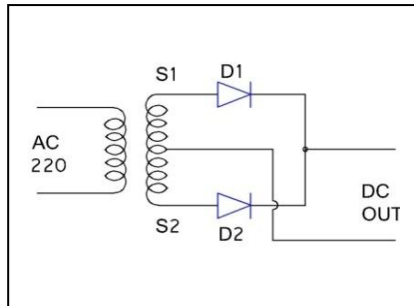
লস



- পাওয়ার বেশি এবং দক্ষতা কম।

ফুল ওয়েভ রেক্টিফিকেশন :

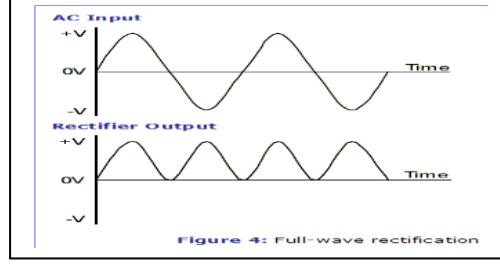
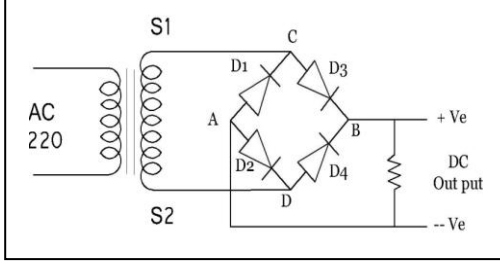
যে প্রক্রিয়ার মাধ্যমে এসি পূর্ণ সাইকেল কে পালসেটিং ডিসিতে রূপান্তর করা হয় সে প্রক্রিয়া কে ফুল ওয়েভ রেক্টিফিকেশন বলে।



চিত্র : ফুল ওয়েভ রেক্টিফিকেশনের ওয়েভ ডায়াগ্রাম।

ফুল ওয়েভ ব্রিজ রেক্টিফিকেশন :

ফুল ওয়েভ রেক্টিফিকেশন অন্য এক পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়, যাকে বলা হয় ফুল ওয়েভ রেক্টিফিকেশন। এই রেক্টিফিকেশনের জন্য চারটি ডায়োড ব্যবহার করা হয়। এই রেক্টিফিকেশনের জন্য ড্রাফটমারের মাঝখানের ট্যাপিং এর প্রয়োজন হয় না। চারটি ডায়োডকে এমন ভাবে সংযোগ করা হয়েছে যেন তারা একটি ব্রিজের মত আকৃতি ধারণ করে। চারটি সেমিকন্ডাক্টরের সাহায্যে ফুল ওয়েভ ব্রিজ রেক্টিফিকেশনের একটি সার্কিট ডায়াগ্রাম নিচে দেখানো হয়েছে।



রেস্টিফিকেশনের ব্যবহার :

ইলেকট্রনিক্স সকল প্রকার যন্ত্রাংশে ডিসি পাওয়ার সাপ্লাইয়ের জন্য রেস্টিফিকেশন ব্যবহার করা হয়।

খ) ওহমের সূত্রের প্রয়োগ

ওহমের সূত্র (Ohm's Law)

ওহমের সূত্র (Ohm's Law): জার্মান বিজ্ঞানী জর্জ সাইমন ওহম ১৮২৭ খৃষ্টাব্দে বৈদ্যুতিক চাপ (Voltage), বৈদ্যুতিক কারেন্ট এবং পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্সের মধ্যে যে গাণিতিক সম্পর্ক নির্ণয় করেন তাই ওহমের সূত্র নামে পরিচিত।

ওহমের সূত্রের সংজ্ঞাটি নিম্নরূপ :

স্থির তাপমাত্রায় কোন পরিবাহীর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট, ঐ পরিবাহীর দু প্রান্তের ভোল্টেজের পার্থক্যের সাথে সমানুপাতিক এবং রেজিস্ট্যান্সের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ কোন নির্দিষ্ট লোড (Load) এ রেজিস্ট্যান্সের মান অপরিবর্তিত রেখে ভোল্টেজের মান বাড়ালে সেই আনুপাতিক হারে কারেন্ট বেড়ে যাবে অর্থাৎ $I \propto V$.

এবং ভোল্টেজ স্থির রেখে রেজিস্ট্যান্সের মান বাড়ালে কারেন্টের মান কমবে অর্থাৎ $I \propto \frac{1}{R}$

উপরের দুটি শর্তকে একত্রিত করে পাওয়া যায়।

$$I \propto \frac{V}{R}$$

অতএব, $I = K \frac{V}{R}$, [এখানে K একটি ধ্রুবক যার মান ১]

$$\text{অতএব, } I = \frac{V}{R}$$

এ সূত্রটি শুধু DC সরবরাহ ব্যবস্থার জন্য প্রযোজ্য; AC এর ক্ষেত্রে আংশিক সত্য। তাপের মান পরিবর্তনশীল বিধায় এ তত্ত্বটির সীমাবদ্ধতা আছে কারণ তাপের পরিবর্তনের ফলে পদার্থের রেজিস্ট্যান্সের মান পরিবর্তন হয়।

ওহমের সূত্র তড়িৎ বর্তনীর একটি মৌলিক এবং অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ সূত্র। এটি একটি পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য ও তড়িৎ প্রবাহের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে।

$$\text{ওহমের সূত্র: } V = I \times R \quad V = I \times R$$

যেখানে,

V = বিভব পার্থক্য (ভোল্টে)

I = তড়িৎ প্রবাহ (অ্যাম্পিয়ারে)

R = রোধ (ওহমে)

ওহমের সূত্রের প্রয়োগ (Applications of Ohm's Law)

ওহমের সূত্রের প্রয়োগ শুধু তত্ত্বই সীমাবদ্ধ নয়, বরং দৈনন্দিন জীবন থেকে শুরু করে জটিল ইলেকট্রনিক্স পর্যন্ত সর্বত্রই এটি ব্যবহার করা হয়। নিচে এর কিছু গুরুত্বপূর্ণ প্রয়োগ দেওয়া হলো:

১. বর্তনীর কোনো উপাদানের রোধ নির্ণয় করা। $R=V/I$, $R=IV$
২. বর্তনীতে কারেন্টের মান নির্ণয় করা। $I=V/R$, $I=RV$
৩. বর্তনীতে ভোল্টেজ ড্রপ নির্ণয় করা। $V=I \times R$ $V=I \times R$
৪. বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ডিজাইন ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করা
৫. পাওয়ার ক্যালকুলেশন (শক্তি হিসাব) $P = V \times I$
৬. শর্ট সার্কিট এবং ওপেন সার্কিট বিশ্লেষণ। শর্ট সার্কিট: $I = V/R$ ।

গ) উপযুক্ত পরিমাপক যন্ত্র ব্যবহার করে ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক বৈশিষ্ট্য ও প্যারামিটার পরিমাপ বা বিশ্লেষণ
ইলেকট্রিক্যাল প্যারামিটার

১) ভোল্টেজ (Voltage) বা বৈদ্যুতিক চাপ (Electric Pressure) :

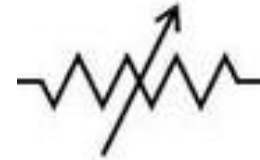
কোন পরিবাহীর পরমাণু গুলোর ইলেকট্রন সমূহকে স্থানচ্যুত করতে যে বল বা চাপের প্রয়োজন হয় তাকে ভোল্টেজ (Voltage) বা বিদ্যুৎ চালক বল (EMF) বলে। সংক্ষেপে বৈদ্যুতিক চাপকে ভোল্টেজ বলে। ভোল্টেজকে ইংরেজী অক্ষর 'V' দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ভোল্টেজ পরিমাপের একক হলো 'ভোল্ট' এবং ভোল্টেজ পরিমাপের যন্ত্রটিকে বলা হয় ভোল্ট মিটার।

২) রেজিস্ট্যান্স (Resistance): কোন পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বৈদ্যুতিক কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় ঐ পরিবাহী পদার্থের যে বৈশিষ্ট্য বা ধর্মের কারণে কারেন্ট প্রবাহের বাঁধা সৃষ্টি হয় তাকে রেজিস্ট্যান্স বলে।

রেজিস্ট্যান্সকে ইংরেজী অক্ষর 'R' দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এটির একক হলো ওহম এবং রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের যন্ত্রটিকে বলে ওহম মিটার।

রেজিস্ট্যান্স দুই প্রকার। যথা :-

- Variable Resistance
- Fixed Resistance



চিত্র : Variable Resistance

Variable Resistance

যে রেজিস্ট্যান্সের মান পরিবর্তনশীল বা যে রেজিস্ট্যান্সের মান পরিবর্তন করা যায় তাকে Variable Resistance বলে। রেডিও, টেলিভিশন, টেপ রেকর্ডার ইত্যাদির ভলিয়ম কন্ট্রোলার জন্য এই ধরনের রেজিস্টর ব্যবহার করা হয়।

Fixed Resistance

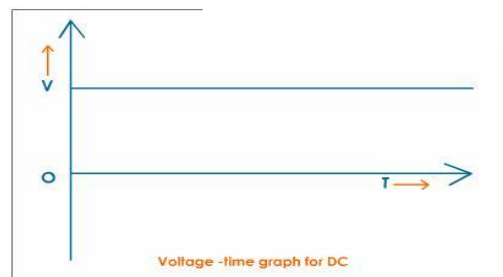
যে রেজিস্ট্যান্সের মান সর্বদা স্থির থাকে তাকে ফিক্সড রেজিস্টর বলে। ইলেকট্রনিক্স সকল প্রকার সার্কিটে নির্দিষ্ট মাত্রায় ভোল্টেজ ড্রপ করানোই এর কাজ।



চিত্র : Fixed Resistance

কারেন্ট (Current)

কোন পরিবাহীর ভিতর দিয়ে ইলেকট্রন প্রবাহের হারকে কারেন্ট বলে। এটি পরিমাপের একক অ্যাম্পিয়ার। কারেন্টকে ইংরেজী অক্ষর 'I' দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। কারেন্ট পরিমাপক যন্ত্রের নাম অ্যামিটার।



চিত্র : ডি সি কারেন্ট প্রবাহ

কারেন্টের প্রকারভেদ :

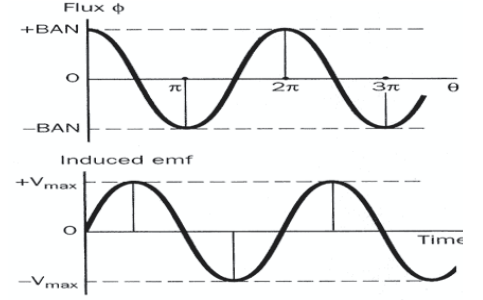
প্রবাহ অনুসারে কারেন্টকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

ডাইরেক্ট কারেন্ট (Direct Current) :

যে কারেন্ট সবসময় একই দিকে প্রবাহিত হয় এবং যার মান ও দিক একটি নির্দিষ্ট থাকে তাকে ডাইরেক্ট কারেন্ট বলে। এই কারেন্ট সব সময় সরল রেখার মত প্রবাহিত হয়। এটির চিহ্ন (-)। যেমন- ব্যাটারির কারেন্ট।

অল্টারনেটিং কারেন্ট (Alternating Current) :

যে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় নির্দিষ্ট নিয়ম মত দিক পরিবর্তন করে এবং যার মান প্রতি মূল্যে পরিবর্তনশীল থাকে, তাকে অল্টারনেটিং কারেন্ট বলে। এই কারেন্ট সব সময় ঢেউয়ের মত (Wave Shape) করে চলে। অল্টারনেটর হতে Alternating Current পাওয়া যায়। বড় বড় এসি জেনারেটরগুলোকে অল্টারনেটর বলা হয়। এটির চিহ্ন (~)



চিত্র : এসি কারেন্ট প্রবাহ

ক্যাপাসিট্যান্স (Capacitance):

ক্যাপাসিটরের চার্জ ধরে রাখার ক্ষমতাকে ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্স বলে। ক্যাপাসিট্যান্সের একক ফ্যারাড। একে ইংরেজি অক্ষর F দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ক্যাপাসিট্যান্সের প্রকারভেদ

- স্থির ক্যাপাসিটর: ক্যাপাসিট্যান্সের মান অপরিবর্তনীয় (যেমন- সিরামিক, ইলেক্ট্রোলাইটিক)।
- পরিবর্তনশীল ক্যাপাসিটর: ক্যাপাসিট্যান্সের মান পরিবর্তন করা যায় (যেমন- টিউনিং ক্যাপাসিটর)।

ক্যাপাসিটরের কাজ

- আধান সঞ্চয়: বৈদ্যুতিক শক্তি সংরক্ষণ (যেমন- মেমরি ব্যাকআপ, ফ্ল্যাশ লাইট)।
- ফিল্টারিং: AC সিগন্যাল থেকে DC আলাদা করে (পাওয়ার সাপ্লাইয়ে ব্যবহৃত)।
- ক্যাপলিং/ডি-ক্যাপলিং: AC সিগন্যাল পাস করে, কিন্তু DC ব্লক করে।
- টাইমিং সার্কিট: RC বা LC সার্কিটে সময় নির্ধারণে (যেমন- অ্যাস্টেবল/মনোস্টেবল মাল্টিভাইব্রেটর)।

ইন্ডাকট্যান্স (Inductance):

ইন্ডাকট্যান্স হলো একটি ইলেকট্রিক্যাল উপাদান (যেমন কুণ্ডলী বা কয়েল) এর ধর্ম, যা তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তনের বিরোধিতা করে এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের মাধ্যমে শক্তি সঞ্চয় করে। এটি হেনরি (H) এককে পরিমাপ করা হয়।

ইন্ডাকট্যান্সের প্রকারভেদ

- স্ব-ইন্ডাকট্যান্স (Self-Inductance): যখন একটি কয়েলে প্রবাহিত কারেন্ট পরিবর্তন হয়, তখন সেই কয়েলেই একটি স্ব-প্ররোচিত ভোল্টেজ (Back EMF) তৈরি হয়।
- পারস্পরিক ইন্ডাকট্যান্স (Mutual Inductance): দুটি কয়েল কাছাকাছি থাকলে একটির কারেন্ট পরিবর্তন অন্যটিতে ভোল্টেজ প্ররোচিত করে।

ইন্ডাকট্যান্সের ব্যবহার :

- ট্রান্সফরমার: পারস্পরিক ইন্ডাকট্যান্স ব্যবহার করে AC ভোল্টেজ পরিবর্তন।
- ইন্ডাকশন মোটর: চৌম্বকীয় ক্ষেত্র তৈরি করে যান্ত্রিক শক্তি উৎপাদন।
- ফিল্টার সার্কিট: AC/DC সিগন্যাল আলাদা করতে।
- এনার্জি স্টোরেজ: ইন্ডাক্টরে চৌম্বক শক্তি জমা হয় (যেমন SMPS)।

বৈদ্যুতিক পাওয়ার ও এনার্জি (Electric power and Energy)

বৈদ্যুতিক পাওয়ার (Electric power):

যে হারে কোন বৈদ্যুতিক বর্তনীতে ইলেকট্রন প্রবাহিত হয়ে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে বৈদ্যুতিক পাওয়ার বলে। আবার অন্য ভাবে বলা যায়-কারেন্ট এবং ভোল্টেজের গুণফলকে পাওয়ার বলে। অর্থাৎ $P = V \times I \times \cos\phi$ watt (AC)। এখানে $\cos\phi$ দ্বারা পাওয়ার ফ্যাক্টর বোঝানো হয়েছে। ডিসি (DC) এর ক্ষেত্রে $P = V \times I$ । ডিসিতে পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান ১; এজন্য ডিসির ক্ষেত্রে পাওয়ার ফ্যাক্টর বিবেচনা করা হয় না। পাওয়ারকে P দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক ওয়াট (watt)। বৈদ্যুতিক পাওয়ার পরিমাপক যন্ত্রের নাম ওয়াট মিটার। এক ভোল্ট চাপের পার্থক্যে এক এম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হতে যে পাওয়ার অপচয় হয় তা-ই এক ওয়াট।

বিভিন্ন পদ্ধতিতে পাওয়ার বা ক্ষমতার একক-

C.G.S (Centigrade Gram Second) পদ্ধতিতে পাওয়ারের একক 'ওয়াট'

F.P.S (Foot Pound Second) পদ্ধতিতে পাওয়ারের একক 'হর্স পাওয়ার' (Horse Power)

এক হর্স পাওয়ার = ৭৪৬ ওয়াট।

হর্স পাওয়ার :

কোন ঘূর্ণনশীল যন্ত্রের যান্ত্রিক ক্ষমতা সাধারণত হর্স পাওয়ারে পরিমাপ করা হয়। কোন যন্ত্র প্রতি সেকেন্ডে ৫৫০ পাউন্ড ওজন বিশিষ্ট কোন বোঝা (Load)-কে এক ফুট উপরে উঠাতে যে শক্তি খরচ হয়, তাকে এক হর্স পাওয়ার বলে।

বৈদ্যুতিক এনার্জি :

কোন বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে এটির শক্তি বা এনার্জি বলে। বৈদ্যুতিক ক্ষমতা বা পাওয়ার কোন বর্তনীতে যত সময় ধরে কাজ করে, সে সময়ের সাথে বৈদ্যুতিক পাওয়ারের গুণফলকে বৈদ্যুতিক শক্তি বা এনার্জি বলে।

এই শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করতে হলে পাওয়ার বা ক্ষমতাকে সময় দিয়ে গুণ করতে হয়। অর্থাৎ Energy (E) = I x V x t (watt hour)। বৈদ্যুতিক এনার্জির ছোট এককের নাম ওয়াট-সেকেন্ড এবং বড় এককের নাম কিলোওয়াট-আওয়ার। এটি ওয়াট আওয়ারের চেয়ে ১০০০ গুণ বড়। এক কিলোওয়াট আওয়ারকে এক ইউনিট ধরা হয়। সুতরাং ১ ইউনিট = ১০^৩ ওয়াট আওয়ার = ১ কিলোওয়াট-আওয়ার। অর্থাৎ ১০০০ ওয়াট লোড এক ঘন্টা চললে যে পরিমাণ বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যয় হয়, তাকে এক ইউনিট বলে। এনার্জি পরিমাপক যন্ত্রের নাম এনার্জি মিটার বা কিলোওয়াট আওয়ার মিটার।

সেলফ চেক (Self Check) - ১.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

- ১) পরিবাহী, অপরিবাহী এবং অর্ধ-পরিবাহী কাকে বলে?
- ২) বিদ্যুৎ কাকে বলে? বিদ্যুৎ কত প্রকার ও কিকি?
- ৩) কারেন্ট কি? কত প্রকার ও কিকি?
- ৪) রেজিস্ট্যান্স কাকে বলে? রেজিস্ট্যান্স কত প্রকার ও কিকি?
- ৫) বৈদ্যুতিক পাওয়ার এবং এনার্জি কাকে বলে? এর একক কি?
- ৬) ওহমের সূত্র কি?
- ৭) রেস্তিফিকেশন কি? রেস্তিফিকেশন কত প্রকার?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ১.১

১) পরিবাহী, অপরিবাহী এবং অর্ধ-পরিবাহী কাকে বলে?

উত্তর: সুপরিবাহী (Good Conductor) : যে সকল পরিবাহীর ভিতর দিয়ে বিদ্যুৎ সহজে চলাচল করতে পারে, কোন প্রকার বাঁধার সম্মুখীন হয় না তাকে সুপরিবাহী (Good Conductor) বলে। যেমন- সোনা, রূপা, তামা, দস্তা, পারদ ইত্যাদি।

অর্ধ-পরিবাহী (Semiconductor) : যে সকল পদার্থের ভিতর দিয়ে বিদ্যুৎ সহজে চলাচল করতে পারে না, কিছুটা বাঁধার সম্মুখীন হয়, তাকে অর্ধ-পরিবাহী বা Semiconductor বলে। অর্থাৎ এটি সম্পূর্ণ পরিবাহীর নয় আবার সম্পূর্ণ অপরিবাহীও নয়। যেমন- কার্বন, সিলিকন, জার্মেনিয়াম ইত্যাদি (আপেক্ষিক রেজিস্টিভিটি- 10^{-8} ওহম)।

অপরিবাহী (Insulator or Non Conductor) :

যে সকল পদার্থের ভিতর দিয়ে ইলেকট্রন একেবারেই চলাচল করতে পারে না তাকে অপরিবাহী বা Insulator বলে। যেমন- রাবার, প্লাস্টিক, চীনা মাটি, ফাইবার, এ্যাবোনাইট, কাঁচ ইত্যাদি (আপেক্ষিক রেজিস্টিভিটি- 10^{-8} ওহম)।

২) বিদ্যুৎ কাকে বলে? বিদ্যুৎ কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর: **Electricity** (বিদ্যুৎ) তড়িৎ বা বিদ্যুতের ইংরেজী নাম **Electricity**। বিদ্যুৎ এক প্রকার অদৃশ্য শক্তি যা আলো, তাপ, শব্দ, গতি উৎপন্ন করে এবং অসংখ্য বাস্তব কাজ সমাধান করে। কোন পরিবাহীর ভিতর দিয়ে গতিশীল ইলেকট্রন প্রবাহের ফলে যে তড়িৎ শক্তির সৃষ্টি হয় তাকে বিদ্যুৎ বা Electricity বলা হয়।
বিদ্যুৎ দুই প্রকার। যথা-

স্থির বিদ্যুৎ (Static Electricity) :

এই বিদ্যুৎ উৎপত্তি স্থানেই অবস্থান করে, কোন প্রকার অবস্থান পরিবর্তন করেনা বলেই এর নাম স্থির বিদ্যুৎ। যেমন- ঘর্ষ বিদ্যুৎ (Frictional Electricity)

চল বিদ্যুৎ (Current Electricity) :

এই শ্রেণীর বিদ্যুৎ একস্থান হতে অন্যস্থানে চলাচল করতে পারে বিধায় এর নাম চল বিদ্যুৎ। তৈল, গ্যাস, কয়লা পুড়িয়ে এবং পানির স্রোতকে কাজে লাগিয়ে জেনারেটর চালনা করে এই বিদ্যুৎ পেয়ে থাকি।

৩) কারেন্ট কি? কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর: **কারেন্ট (Current)** : কোন পরিবাহীর ভিতর দিয়ে ইলেকট্রন প্রবাহের হারকে কারেন্ট বলে। এটি পরিমাপের একক অ্যাম্পিয়ার। কারেন্টকে ইংরেজী অক্ষর 'I' দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। কারেন্ট পরিমাপক যন্ত্রের নাম এ্যামিটার। কারেন্টকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

ডাইরেক্ট কারেন্ট (Direct Current) :

যে কারেন্ট সবসময় একই দিকে প্রবাহিত হয় এবং যার মান ও দিক একটি নির্দিষ্ট থাকে তাকে ডাইরেক্ট কারেন্ট বলে। এই কারেন্ট সব সময় সরল রেখার মত প্রবাহিত হয়। এটির চিহ্ন (-)। যেমন- ব্যাটারির কারেন্ট।

অল্টারনেটিং কারেন্ট (Alternating Current) :

যে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় নির্দিষ্ট নিয়ম মত দিক পরিবর্তন করে এবং যার মান প্রতি মূহুর্তে পরিবর্তনশীল থাকে তাকে অল্টারনেটিং কারেন্ট বলে। এটির চিহ্ন (~)

৪) রেজিস্ট্যান্স কাকে বলে? রেজিস্ট্যান্স কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর: কোন পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বৈদ্যুতিক কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় ঐ পরিবাহী পদার্থের যে বৈশিষ্ট বা ধর্মের কারণে কারেন্ট প্রবাহের বাঁধা সৃষ্টি হয় তাকে রেজিস্ট্যান্স বলে। রেজিস্ট্যান্স দুই প্রকার। যথা :- ১. Variable Resistance
২. Fixed Resistance

৫) বৈদ্যুতিক পাওয়ার এবং এনার্জি কাকে বলে? এর একক কি?

উত্তর: পাওয়ার : যে হারে কোন বৈদ্যুতিক বর্তনীতে ইলেকট্রন প্রবাহিত হয়ে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে বৈদ্যুতিক পাওয়ার বলে। আবার অন্য ভাবে বলা যায়-কারেন্ট এবং ভোল্টেজের গুণফলকে পাওয়ার বলে। অর্থাৎ $P = V \times I \times \cos\phi$ watt.

এনার্জি : কোন বস্তুর কাজ করার সামর্থকে এটির শক্তি বা এনার্জি বলে। অথবা বৈদ্যুতিক ক্ষমতা বা পাওয়ার কোন বর্তনীতে যত সময় ধরে কাজ করে, সে সময়ের সাথে বৈদ্যুতিক পাওয়ারের গুণফলকে বৈদ্যুতিক শক্তি বা এনার্জি বলে।

৬) ওহমের সূত্র কি?

উত্তর: স্থির তাপমাত্রায় কোন পরিবাহীর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট, ঐ পরিবাহীর দু প্রান্তের ভোল্টেজের পার্থক্যের সাথে সমানুপাতিক এবং রেজিস্ট্যান্সের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ কোন নির্দিষ্ট লোড (Load) এ রেজিস্ট্যান্সের মান অপরিবর্তিত রেখে ভোল্টেজের মান বাড়ালে সেই আনুপাতিক হারে কারেন্ট বেড়ে যাবে অর্থাৎ $I \propto V$.

এবং ভোল্টেজ স্থির রেখে রেজিস্ট্যান্সের মান বাড়ালে কারেন্টের মান কমবে অর্থাৎ $I \propto \frac{1}{R}$

উপরের দুটি শর্তকে একত্রিত করে পাওয়া যায়।

$$I \propto \frac{V}{R}$$

অতএব, $I = K \frac{V}{R}$, [এখানে K একটি ধ্রুবক যার মান ১]

$$অতএব, I = \frac{V}{R}$$

৭) রেস্টিফিকেশন কি? রেস্টিফিকেশন কত প্রকার?

উত্তর: যে কৌশল ব্যবহার করে এসি ভোল্টেজ কে পালসেটিং ডিসি ভোল্টেজে রূপান্তর করা হয় তাকে রেস্টিফিকেশন বলে।

রেস্টিফিকেশনের শ্রেণী বিভাগ :

রেস্টিফিকেশনকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

- ১) হাফ ওয়েভ রেস্টিফিকেশন
- ২) ফুল ওয়েভ রেস্টিফিকেশন

জব শীট (Job Sheet) - ১.১.১

জবের নামঃ পরিবাহী আপরিবাহী এবং অর্ধ পরিবাহী পদার্থ সমূহ চিহ্নিত করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান কর।
- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করবে।
- উপাদান গুলি পর্যবেক্ষন কর।
- উপাদান গুলির তালিকা প্রস্তুত কর।
- মালামাল এবং যন্ত্রপাতি গুলি যথাস্থানে সংরক্ষন কর।
- কাজের স্থান ভালভাবে পরিষ্কার কর।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষন করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ১.১.১

জবের নামঃ পরিবাহী আপরিবাহী এবং অর্ধ পরিবাহী পদার্থ সমূহ চিহ্নিত করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- এপ্রোন ১ পিস
- সেফটি সূ ১ জোড়া
- হ্যান্ড গ্লোভস ১ জোড়া

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

- নিয়ন টেস্টার ১ পিস
- কাটিং প্লায়ার্স ১ পিস

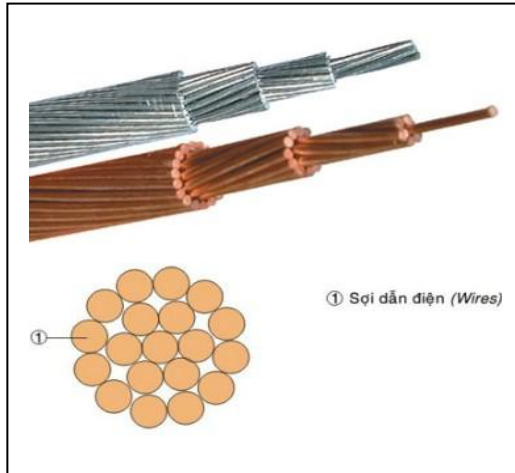
প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ক্যাবল (১.৫ আর এম) ১ মিটার
- প্লাস্টিক ২ মিটার
- কার্বন ২ মিটার
- সিলিকন

প্রয়োজনীয় পরিমাপক যন্ত্রপাতিঃ

- এ্যাভোমিটার ১ টি

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



জব শীট (Job Sheet) – ১.১.২

জবের নামঃ লোডের সাথে এ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান কর।
- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করবে।
- চিত্র অনুযায়ী সমস্ত সরঞ্জামাদি জব বোর্ডের উপর সাজিয়ে নাও।
- হোল্ডার থেকে দুটি তার বের করে নিয়ে আসি যার একটি তার সরাসরি নিউট্রাল এং অপর তারটি এ্যামিটারের এক প্রান্তে সংযোগ কর।
- এ্যামিটারের অপর প্রান্ত থেকে আরেকটি তার বের করে সুইচে সংযোগ করি
- ভোল্টমিটার থেকে দুটি তার বের করে একটি নিউট্রালে এবং অন্যটিকে ফেজে সংযোগ করি।
- সম্পূর্ণ ওয়্যারিং শেষে সার্কিটটি পুনরায় চেক করি এবং সাপ্লাইয়ের সাথে যুক্ত করে মিটারের রিডিং পর্যবেক্ষন কর।
- যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষন কর।
- কাজের স্থান পরিষ্কার কর।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষন করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ১.১.২

জবের নামঃ লোডের সাথে এ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- এপ্রোন ১ পিস
- সেফটি সূ ১ জোড়া
- হ্যান্ড গ্লোভস ১ জোড়া

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স ১ পিস
- কাটিং প্লায়ার্স ১ পিস
- ওয়্যার স্ট্রিপার ১ পিস
- নোজ প্লায়ার্স ১ পিস
- ফ্লু ড্রাইভার ১ টি
- টেস্টার ১ টি

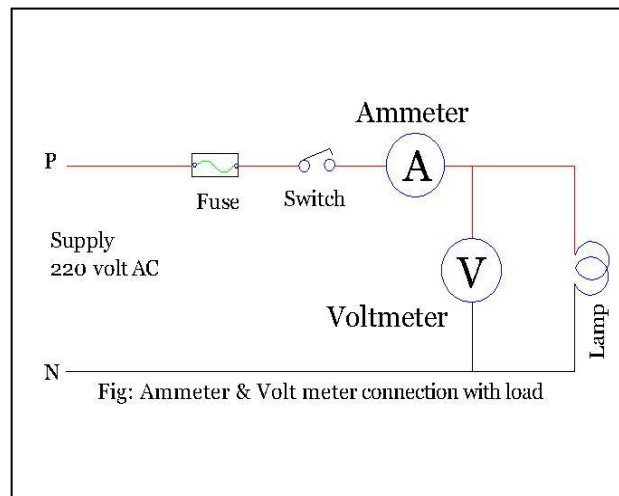
প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ব্যাটেন হোল্ডার (৫ এম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট) ৪ টি
- ১ ওয়ে সুইচ (পিয়ানো টাইপ) ১ টি
- ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প ৪ টি
- ক্যাবল (১৪/.০২৯) ১ মিটার
- ইনসুলেশন টেপ ১ টি

প্রয়োজনীয় পরিমাপক যন্ত্রপাতিঃ

- এ্যামিটার ১ টি
- ভোল্টমিটার ১ টি

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ১.২

শিখন ফল-২: বেসিক ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট সম্পন্ন করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট প্রস্তুতের জন্য প্রয়োজনীয় মৌলিক উপাদান
- সোল্ডারিং ও এর অনুশীলন
- ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক সার্কিট ডায়াগ্রাম
- বেসিক ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট ওয়্যারিং

ক) ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট প্রস্তুতের জন্য প্রয়োজনীয় মৌলিক উপাদান

১) সুইচঃ

সুইচ হলো একটি বৈদ্যুতিক ডিভাইস যা একটি বৈদ্যুতিক সার্কিটকে খোলা (Open) বা বন্ধ (Close) করার মাধ্যমে তড়িৎ প্রবাহ (Current Flow) নিয়ন্ত্রণ করে।

ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যারিং-এ বিভিন্ন ধরনের সুইচ ব্যবহার করা হয়, যেগুলো লাইট, ফ্যান বা অন্যান্য বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি নিয়ন্ত্রণের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। নিচে বাংলাদেশ ও বিশ্বব্যাপী ব্যবহৃত প্রধান প্রকারের সুইচগুলোর বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

১. সাধারণ সুইচ বা টগল সুইচ (Toggle Switch / One-Way Switch)

- কাজ: একটি বৈদ্যুতিক বর্তনীকে চালু (ON) বা বন্ধ (OFF) করা।
- ব্যবহার: সাধারণত একটি বাতিকে একটি স্থান থেকে নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়। যেমন: একটি ঘরের লাইট শুধু

২. টু-ওয়ে সুইচ (Two-Way Switch)

- কাজ: একটি বৈদ্যুতিক বর্তনীকে দুটি ভিন্ন স্থান থেকে চালু বা বন্ধ করা।
- ব্যবহার: সিঁড়ির লাইট, বারান্দার লাইট, বেডরুমের লাইট (দরজা ও bed-এর পাশ থেকে নিয়ন্ত্রণ) ইত্যাদি।

৩. ইন্টারমিডিয়েট সুইচ (Intermediate Switch / Crossover Switch)

- কাজ: একটি বৈদ্যুতিক বর্তনীকে তিন বা তার বেশি স্থান থেকে নিয়ন্ত্রণ করা।
- ব্যবহার: লম্বা করিডোর, বড় হলরুম, বা একই লাইটকে তিন বা ততোধিক জায়গা থেকে ON/OFF করতে।

৪. বেল পুশ সুইচ (Bell Push Switch)

- কাজ: সাময়িকভাবে (momentarily) বর্তনী সম্পূর্ণ করা। চাপ দিলে ON, ছাড়লে OFF।
- ব্যবহার: দরজার বেল, এলার্ম সিস্টেম ইত্যাদিতে।

৫. পুল কর্ড সুইচ (Pull Cord Switch)

- কাজ: একটি দড়ি টানলে ON/OFF হয়।
- ব্যবহার: সাধারণত বাথরুমের গীজার, ওয়াশরুমের লাইট বা ভেন্টিলেশন ফ্যানে ব্যবহার করা হয়।

৬. ডিমার সুইচ (Dimmer Switch)

- কাজ: আলোর তীব্রতা (Brightness) কমানো-বাড়ানো।
- ব্যবহার: বেডরুম, ডাইনিংরুম, রেস্টুরেন্টে মূড লাইটিং তৈরি করতে।

৭. Motion সেন্সর সুইচ (Motion Sensor Switch / PIR Switch)

- কাজ: গতি সনাক্ত করে স্বয়ংক্রিয়ভাবে লাইট ON/OFF করা।

- ব্যবহার: সিকিউরিটি লাইট, বারান্দা, গ্যারেজ, অফিসের করিডোর, যেখানে সাময়িক প্রয়োজন হয়।

৮. টাচ সুইচ / সেন্সিটিভ সুইচ (Touch Switch)

- কাজ: স্পর্শ করলে ON/OFF হয়।
- ব্যবহার: আধুনিক ফার্নিচার, ডেকোরেটিভ লাইটিং।

৯. সিলিং রোজেট/ফ্যান রেগুলেটর সুইচ (Ceiling Rose / Fan Regulator)

- কাজ: ফ্যানের গতি নিয়ন্ত্রণ করা।

প্রকারভেদ:

- রেজিস্ট্যান্স টাইপ: পুরনো মডেল, বেশি তাপ উৎপন্ন করে।
- ইলেকট্রনিক টাইপ: আধুনিক, কম শক্তি খরচ করে।

১০. Double পোল সুইচ (Double Pole Switch - DP Switch)

- কাজ: একটি সুইচ দিয়ে দুটি আলাদা সার্কিট বা লাইন এবং নিউট্রাল উভয়কেই ON/OFF করা।
- সংযোগ: ৪টি টার্মিনাল (2 Input, 2 Output)।

১১. সিলেক্টর সুইচ (Selector Switch)

- কাজ: একই সুইচ ঘুরিয়ে বিভিন্ন অপশন সিলেক্ট করা। যেমন- OFF-LOW-MED-HIGH।

ii) সকেট

সকেট হল একটি বৈদ্যুতিক ডিভাইস যার মধ্যে একটি বা একাধিক আউটলেট (Outlet) বা পয়েন্ট থাকে, যেখানে বিদ্যুৎ ব্যবহারকারী যন্ত্রপাতি (যেমন: ল্যাপটপ, মোবাইল চার্জার, ফ্রিজ, টিভি) এর প্লাগ (Plug) সংযোগ করে বিদ্যুৎ সরবরাহ নেওয়া হয়।

সকেটের প্রধান অংশসমূহ:

- টার্মিনাল (Terminals): এর মাধ্যমে বৈদ্যুতিক তার (লাইন, নিউট্রাল ও আর্থ) সংযোগ করা হয়।
- আউটলেট/পয়েন্ট (Outlet/Point): যেখানে প্লাগটি ঢুকানো হয়।
- শাটার (Shutter): আধুনিক সকেটে নিরাপত্তার জন্য একটি স্বয়ংক্রিয় ঢাকনা থাকে, যা প্লাগ না ঢুকলে খোলে না। এতে শিশুদের জন্য নিরাপদ।
- বডি/কভার (Body/Cover): সাধারণত প্লাস্টিক বা সিরামিকের তৈরি, যা সৌন্দর্যবর্ধন এবং বৈদ্যুতিক শক থেকে রক্ষা করে।

সকেটের প্রকারভেদ (Types of Sockets):

বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহারের ভিত্তিতে সকেট বিভিন্ন ধরনের হয়:

১. ডিজাইনের ভিত্তিতে:

- ২-পিন সকেট (2-Pin Socket): এতে লাইন (Live) এবং নিউট্রাল (Neutral) – এই দুই পিন থাকে। সাধারণত কম ক্ষমতার যন্ত্রপাতিতে (টেবিল ল্যাম্প, চার্জার) ব্যবহার করা হয়। আর্থিং (Earthing) ব্যবস্থা নেই বলে তুলনামূলক কম নিরাপদ।
- ৩-পিন সকেট (3-Pin Socket): এতে লাইন, নিউট্রাল এবং আর্থ (Earth) – এই তিন পিন থাকে। রেফ্রিজারেটর, ওয়াশিং মেশিন, মাইক্রোওয়েভের মতো বড় ও ধাতব বডিযুক্ত যন্ত্রপাতির জন্য অত্যন্ত নিরাপদ। বাংলাদেশে এটি সবচেয়ে বেশি প্রচলিত।
- ৫-পিন সকেট (5-Pin Socket): এটি মূলত তিন-ফেজ বিদ্যুৎ সংযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়। শিল্পকারখানা বা বড় মোটর চালিত যন্ত্রপাতিতে ব্যবহার করা হয়।

সকেট কেনার সময় বা নির্বাচনের সময় কী কী বিষয় দেখবেন?

- অ্যাম্পিয়ার রেটিং (Ampere Rating): সাধারণ ব্যবহারের জন্য ৬A, ১৬A বা ৩২A রেটিংয়ের সকেট পাওয়া যায়। এয়ার কন্ডিশনার, ওয়াটার হিটারের মতো উচ্চ ক্ষমতার যন্ত্রের জন্য ১৬A বা ৩২A সকেট ব্যবহার করতে হবে।
- আর্থিং ব্যবস্থা: সর্বদা তিন-পিনের আর্থিংযুক্ত সকেট কেনাই নিরাপদ।
- ব্র্যান্ড ও গুণগত মান: হাভেলস, সুপার স্টার, এম কে, ওয়ালটন-এর মতো বিশ্বস্ত ব্র্যান্ডের সকেট কিনুন। খারাপ মানের সকেট থেকে অগ্নিকাণ্ডের ঝুঁকি থাকে।

- বিল্ড কোয়ালিটি: প্লাস্টিকের মান ভালো কি না, টার্মিনালগুলো মজবুত কি না, শাটার সঠিকভাবে কাজ করে কি না সেদিকে খেয়াল রাখুন।
 - ডিজাইন ও রং: আপনার দেয়ালের রং এবং ইন্টেরিয়র ডিজাইনের সাথে মিল রেখে সকেট নির্বাচন করুন।
- সতর্কতা: বৈদ্যুতিক সকেটের ইনস্টলেশন কাজ সর্বদা একজন লাইসেন্সপ্রাপ্ত ও দক্ষ ইলেকট্রিশিয়ানের দ্বারা করানো উচিত। নিজে থেকে সংযোগ করতে গেলে দুর্ঘটনার ঝুঁকি থাকে।

iii) তার ও ক্যাবল

তার (wire) :

ইনসুলেশন বিহীন অথবা বিশেষ ধরনের ইনসুলেশন দ্বারা আচ্ছাদিত এক খেই অথবা বহু খেই বিশিষ্ট কারেন্ট বহনকারী পরিবাহীকে তার বলে।

তারের প্রকারভেদ :

তার সাধারণত দুই প্রকার। যথা-

- সাধারণ তার
- রজ্জু তার বা খেই যুক্ত তার (standed wire)।

রজ্জু তারের সুবিধাসমূহ :

- রজ্জু তার নমনীয় হয়। সামান্য বাঁকালেও এর কোন ইনসুলেশন নষ্ট হয় না। তাছাড়া সহজে মাটিতে স্থাপন করা যায়।
- রজ্জু তারের সংযোগ খুব শক্ত ও দীর্ঘস্থায়ী হয়।
- এক খেই বিশিষ্ট তার ওভার হেড লাইনে কম্পনের ফলে ভেঙ্গে যেতে পারে। কিন্তু রজ্জু তার কখনও কম্পনের ফলে ভেঙ্গে যায় না।
- রজ্জু তারের ইনসুলেশন খুব মজবুত হয়।

তারের সাইজ :

ইলেকট্রিক্যাল কাজের জন্য তারের সাইজ নির্ধারণ করতে হয়। অন্যথায় ইলেকট্রিক লোডের কাজের ব্যঘাত ঘটতে পারে। তারের সাইজ গেজ (SWG) নম্বরের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। যেমন ৩/২২, ৩/১৮, ১/১৮, ৭/১৮, ৭/২২ ইত্যাদি। ৩/২২ এর অর্থ উক্ত তারের মধ্যে তিনটি খেই আছে যার প্রতিটি খেই ২২ গেজের। আবার তারের ডায়ামিটার ইঞ্চি অথবা মিলিমিটারের হতে পারে। যেমন ৩/.২৯", ৩/.৩৬" এবং ১/১.৪, ১/১.৮ ইত্যাদি। ৩/.২৯" বলতে বুঝায় উক্ত তারে তিনটি খেই এবং প্রতি খেইয়ের ডায়ামিটার .২৯ ইঞ্চি। বর্তমানে ঘরবাড়ি এবং অফিস আদালতে ওয়্যারিং এর জন্য যে ক্যাবল ব্যবহার করা হয় তার সাইজ নিম্নলিখিত ভাবে লেখা হয়। যেমন 1.5 mm², 2.5 mm², 4.0 mm² ইত্যাদি।

তারের ব্যবহার :

তার সাধারণত ট্রান্সমিশন এবং ডিস্ট্রিবিউশন ওভারহেড লাইনে, আর্থিং, গাই, মোটর এবং ট্রান্সফরমারের কয়েলে এবং ইলেকট্রনিক্স এর বিভিন্ন ক্ষেত্রে তার ব্যবহার করা হয়।

ক্যাবল (Cable):

ইনসুলেশন যুক্ত এক খেই বা বহু খেই বিশিষ্ট বেশি কারেন্ট বহনকারী পরিবাহীকে ক্যাবল বলে। সংক্ষেপে ইনসুলেশন যুক্ত কন্ডাক্টরকে ক্যাবল বলে। এ জাতীয় ইনসুলেশনের জন্য সাধারণত পি. ভি. সি প্লাস্টিক ইনসুলেশন, পেপার ইনসুলেশন, সুপার টাফ রাবার ইনসুলেশন, ওয়েদার প্রুফ ইনসুলেশন ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

ক্যাবলের প্রকারভেদ :

কোর অনুযায়ী ক্যাবল পাঁচ প্রকার।

- সিঙ্গেল কোর ক্যাবল

- টু ইন কোর ক্যাবল
- থ্রী কোর ক্যাবল
- ফোর কোর ক্যাবল
- ফাইভ কোর ক্যাবল

ক্যাবলকে স্থাপন এবং গঠন অনুযায়ী দু ভাগে ভাগ করা যায়। যথা -

- এরিয়াল ক্যাবল
- আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল।

ভোল্টেজের বিচারে গ্রেডিং ৫ প্রকার :

- লো ভোল্টেজ বা এল টি ক্যাবল 250V-1000V পর্যন্ত।
- হাই ভোল্টেজ বা এইচ. টি ক্যাবল 1000V-11000V পর্যন্ত
- সুপার টেনশন বা এস. টি ক্যাবল 1100V-33000V পর্যন্ত
- এক্সট্রা হাই টেনশন বা এ. এইচ. টি ক্যাবল 33000V-66KV পর্যন্ত
- এক্সট্রা সুপার ভোল্টেজ ক্যাবল 66KV-132KV পর্যন্ত।

ক্যাবলের সাইজ :

মিলিমিটারের মান অনুযায়ী ক্যাবলের সাইজ।

1.0mm², 1.3mm², 1.5mm², 2.5mm², 4.00 mm², 6.00 mm², 10.0 mm², 16.00 mm², 25.00 mm², 38.00 mm², 50.00 mm², 75.0 mm², 100.00 mm², 150.00 mm², 200.00 mm², 300.00 mm²

P.V.C cable

ইঞ্চির মান অনুযায়ী ক্যাবলের সাইজ :

1/0.044, 3/0.029, 3/0.036, 7/0.029, 7/0.036, 7/0.044, 7/0.052, 7/0.064, 19/0.044, 19/0.052, 19/0.064, 19/0.072, 19/0.083, 37/0.064, 37/0.072.

তার ও ক্যাবলের মধ্যে পার্থক্য :

তার ও ক্যাবলের পার্থক্যগুলো নিম্নে দেওয়া হলো :

তার	ক্যাবল
<ul style="list-style-type: none"> • তারের উপর ইনসুলেশন থাকতে পারে, আবার নাও থাকতে পারে। • তার সাধারণত কম কারেন্ট বহন করতে পারে। • তার সাধারণত ওভারহেড লাইনে, আর্থিং, গাই, মোটর, ট্রান্সফরমার, ইলেকট্রিক কয়েল, হীটিং কয়েল এবং ডায়নামো ইত্যাদিতে ব্যবহার করা হয় • তার সাধারণত নিম্ন ও মাঝারী ভোল্টেজ সরবরাহের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। • তার সাধারণত এক খেই বা স্ট্যান্ডেড হতে পারে। 	<ul style="list-style-type: none"> • ক্যাবলের উপর অবশ্যই ইনসুলেশন থাকবে। • ক্যাবল তুলনামূলকভাবে উচ্চ কারেন্ট বহন করতে পারে। • ক্যাবল সাধারণত আন্ডার গ্রাউন্ড ও ওভারহেড লাইনে ব্যবহার হয়ে থাকে। • ক্যাবল সাধারণত মাঝারি ও উচ্চ ভোল্টেজ সরবরাহের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। • ক্যাবল সাধারণত বহু খেই বা স্ট্যান্ডেড হতে পারে।

তার এবং ক্যাবলের বিভিন্ন প্রকার কোড :

BDS- Bangladesh Standard.

BS - British Standard .

ECC- Earth Continuity Conductor.

Re - Conductor of single solid wire of circular cross Section.

Rm - Conductor of Multiple stranded wires of circular cross section.

Sm - Conductor of Multiple stranded wires of sector shaped cross section.

CABLE CODES

As per BDS 900.

BYA : PVC Insulated non-sheathed single core cable.

BYFY : PVC Insulated & PVC sheathed FLAT cable.

BYM : PVC Insulated & PVC sheathed cable.

As per BDS 901.

NY Y : PVC Insulated & PVC sheathed cable.

NY Y-1 : PVC Insulated & PVC sheathed cable having international colour code

NYA : PVC insulated single core cable.

NYSEYFGbY : Three core cable with PVC insulation, field limiting semi conductive layers over conductor and also over insulation.

NYIFY : PVC insulated & PVC sheathed FLAT cable.

তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা :

Cross section	No& Diameter of wire	Thickness of insulation	Outer diameter	Weight	Current rating	
					In conduit at 35°C	In cable tray at 35°C
mm ²	mm	mm	mm	Kg/km	amp	amp
1X1.0re	1/1.13	.7	3.0	16	13	16
1x1.5re	1/1.38	.7	3.3	22	16	20
1x1.5rm	7/1.50	.7	3.4	23	16	20
1x2.5re	1/1.78	.8	3.9	32	22	28
1x2.5rm	7/1.67	.8	4.2	33	22	28
1x4.0rm	7/1.85	.8	4.8	51	30	37
1x6.0rm	7/1.05	.8	5.4	71	38	47
1x10.rm	7/1.35	1.0	6.8	117	52	63
1x16rm	7/1.71	1.0	8.0	179	70	85

Cross section	No& Diameter of wire	Thickness of insulation	Outer diameter	Weight	Current rating	
					In conduit at 35°C	In cable tray at 35°C
1x25rm	7/2.13	1.2	9.8	276	91	110
1x35rm	19/1.53	1.2	11.0	273	112	136
1x50rm	19/1.83	1.4	13.0	532	136	164
1x70rm	19/2.17	1.4	15.0	732	173	207
1x95rm	19/2.52	1.6	17.0	985	216	253
120rm	37/2.03	1.6	19.0	1227	244	291
150rm	37/2.27	1.8	21.0	1535	-	333
185rm	37/2.52	2.2	23.5	1891	-	381
240rm	61/2.24	2.2	26.5	2458	-	452
300rm	61/2.50	2.4	29.5	3055	-	526
400rm	61/2.89	2.6	33.5	4078	-	639
500rm	61/3.23	2.8	37.0	5048	-	752
630rm	127/2.52	2.8	41.0	6363	-	855

ক্যাবলের গ্রেডিং :

ক্যাবলের ইনসুলেশন ভোল্টেজের উপর ভিত্তি করে তৈরি করা হয়ে থাকে। ইনসুলেশনের ডাই-ইলেকট্রিক ক্ষমতা নির্ভর করে ভোল্টেজের উপর। ভোল্টেজ বৃদ্ধি পেলে ইনসুলেশন পাঁচাচর হয়ে যায়। কাজেই ভোল্টেজের উপর ভিত্তি করে ক্যাবল তৈরি করা হয়। ২৫০/৪৪০ ভোল্ট গ্রেডের ক্যাবল এক ফেজ (১-Ø) এবং তিন ফেজ (৩-Ø) পদ্ধতির উপযোগী হিসাবে ব্যবহার করা হয়। কিন্তু আর্থিং এবং ফেজের মধ্যে যে ভোল্টেজ ২৫০ ভোল্ট এর বেশি হয় না। আবার ৬৫০/১১০০ ভোল্টেজ গ্রেডের ক্যাবল ত্রী ফেজেও ব্যবহার করা হয়ে থাকে। কিন্তু আর্থিং এবং ফেজ আথবা দুই ফেজের মধ্যে ভোল্টেজ ৬৫০ ভোল্টেজের বেশি হয় না। সাধারনত ক্যাবলের গ্রেডিং ক্যাবলের গায়ে অথবা ড্রামের গায়ে লেখা থাকে।

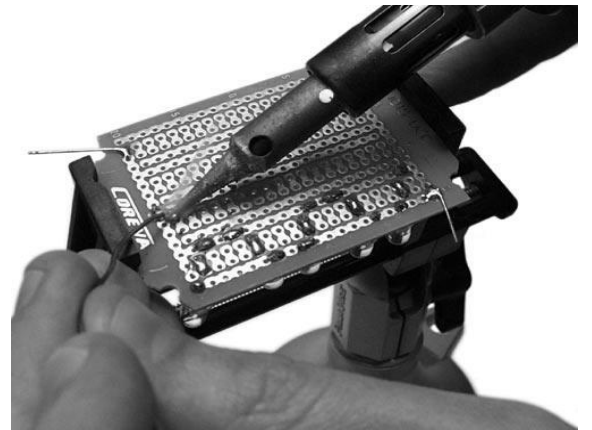
খ) সোল্ডারিং ও এর অনুশীলন

সোল্ডারিং (Soldering) : বৈদ্যুতিক তার অথবা ধাতুর সংযোগস্থলকে শক্ত করবার জন্য এবং তারের নিরবিচ্ছিন্নতা অর্জন এবং প্রাকৃতিক বা অন্যকোন অপ্রত্যাশিত কারণে ক্ষয়কারক প্রক্রিয়া হতে বিরত রাখার জন্য জয়েন্টের উপর দুইটি ধাতু একত্রে (টিন ও লেড) সংমিশ্রণে প্রলেপ এর মাধ্যমে যে সংযোগ দেয়া হয় তাকে সোল্ডারিং বলে।

সোল্ডারিং এর ধাপ :

স্কিনিং (Skinning) : জয়েন্টের স্থান চাকু দ্বারা ক্যাবলের আবরণ ৪০° থেকে ৬০° কোণে সুন্দরভাবে তুলে নেওয়াকে Skinning বলে।

স্ক্রাপিং (Scraping) : জয়েন্টের জন্য Skinning এর স্থানটির প্রত্যেকটি খেই এর উপরিস্থ আবরণ হালকাভাবে ভোঁতা চাকু অথবা এমারি পেপারের সাহায্যে পরিষ্কার করাকে



Scraping বলে।

টায়িং (Tying) : প্রস্তুতকৃত ক্যাবলদ্বয় যথানিয়মে পরস্পরের সাথে পেঁচানো বা মোড়ানোকে Tying বলে।

সোল্ডারিং (Soldering) : জয়েন্ট প্রস্তুত হওয়ার পর সংযোগস্থলটি মজবুত করার জন্য সোল্ডারিং আয়রনের সাহায্যে ঝালাই করাকেই সোল্ডারিং বলে।

টেপিং (Taping) : ঝালাইকৃত স্থানটি ইন্সুলেশন টেপ এর সাহায্যে ঢেকে দেওয়াকেই টেপিং বলে।

সোল্ডারিং করার সাবধানতা :

- গরম আয়রণকে নিচের দিকে রাখতে হবে।
- গরম আয়রণের বডিতে কোন কিছু যেন না লাগে সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে।
- সোল্ডারিং করার সময় বেশি করে ফ্লক্স ও সোল্ডার লাগানো যাবে না।
- সোল্ডারিং আয়রণের সাপ্লাই তারকে পঁকানো যাবে না।
- গরম আয়রণকে ঝাঁকানো যাবে না।

গ) ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক সার্কিট ডায়গ্রাম

বৈদ্যুতিক বর্তনী (Electrical Circuit) :

যে পথ দিয়ে সহজে বিদ্যুৎ চলাচল করে লোডের মধ্যদিয়ে কাজ সম্পন্ন করে আবার উৎসে ফিরে আসতে পারে তাকে ইলেকট্রিক সার্কিট বলে। সংক্ষেপে বিদ্যুৎ চলার সম্পূর্ণ পথকে বৈদ্যুতিক বর্তনী বলে।

একটি আদর্শ সার্কিটের উপাদান পাঁচটি। যথা-

১. শক্তির উৎস (Power Source):

- কাজ: বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহের চালিকা শক্তি সরবরাহ করে।
- উদাহরণ: ব্যাটারি, জেনারেটর, বিদ্যুৎ সরবরাহের লাইন (সেলাই)।

২. পরিবাহী (Conductor):

- কাজ: তড়িৎ প্রবাহকে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে বহন করে।
- উদাহরণ: সাধারণত তামা বা অ্যালুমিনিয়ামের তার (Wire)।

৩. লোড (Load):

- কাজ: বৈদ্যুতিক শক্তিকে অন্য শক্তিতে (আলো, তাপ, গতি ইত্যাদি) রূপান্তরিত করে।
- উদাহরণ: বাম্ব, ফ্যান, মোটর, রেজিস্টর, হিটার।

৪. নিয়ন্ত্রক বা সুইচ (Controller or Switch):

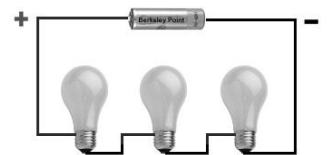
- কাজ: বর্তনীকে চালু বা বন্ধ করে তড়িৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে।
- উদাহরণ: সাধারণ সুইচ, ডিমার সুইচ।

৫. প্রটেকটিভ ইকুইপমেন্ট

- ফিউজ (Fuse) বা সার্কিট ব্রেকার (Circuit Breaker): অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহ হলে বর্তনীকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিচ্ছিন্ন করে নিরাপত্তা দেয়।
- আর্থিং (Earthing): অতিরিক্ত কারেন্ট বা লিকেজ কারেন্টকে মাটিতে পাঠিয়ে বৈদ্যুতিক শক ও অগ্নিকাণ্ডের ঝুঁকি কমায়।

সার্কিটের গঠন অনুযায়ী সার্কিটকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

i) সিরিজ সার্কিট (Series Circuit):



চিত্র : সিরিজ সার্কিট

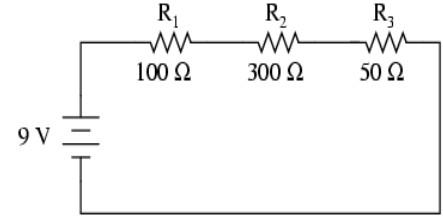
যখন কতকগুলো রেজিস্টর এমনভাবে সংযোগ করা হয়, যাতে একটির শেষ প্রান্ত অপরটির প্রথম প্রান্তের সাথে সংযোজিত হয় এবং বিদ্যুৎ প্রবাহের একটি মাত্র পথ থাকে তখন তাকে সিরিজ সার্কিট বলে।

সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্যঃ

- সিরিজ সার্কিটে কারেন্ট চলাচলের একটি মাত্র পথ থাকে।
- সিরিজ সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স আলাদা আলাদা রেজিস্ট্যান্সের মানের যোগফলের সমান। অর্থাৎ

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

- সিরিজ সার্কিটের প্রত্যেকটি রেজিস্ট্যান্সে কারেন্ট এর মান সমান থাকে। অর্থাৎ $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = I_n$
- সিরিজ সার্কিটের প্রত্যেকটি লোডে ভোল্টেজ ভাগ হয়ে যায়। অর্থাৎ $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$

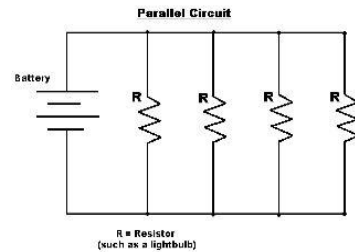
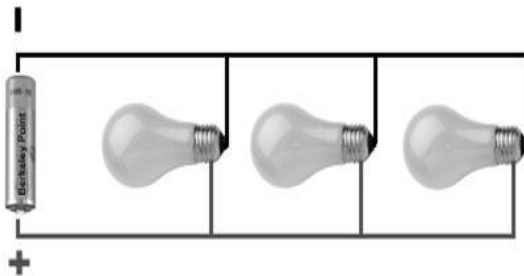


সিরিজ সার্কিটের ব্যবহারঃ-

- কম ভোল্টেজের সরঞ্জাম বেশি ভোল্টেজে ব্যবহারের জন্য এই ধরনের সংযোগ ব্যবহার করা হয়।
- কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করার কাজে ব্যবহার করা হয়।
- বিভিন্ন প্রকার আলোক সজ্জায়,
- মোটর এবং জেনারেটরের কয়েলে এই ধরনের সংযোগ ব্যবহার করা হয়।

ii) প্যারালাল সার্কিট (Parallel Circuit) :

যখন একাধিক রেজিস্টরকে এমনভাবে সংযোগ করা হয় যাতে এদের এক প্রান্তগুলো একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে এবং অপর প্রান্তগুলো আর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে সংযোগ করা হয়, তখন তাকে প্যারালাল সার্কিট বলে।



চিত্রঃ প্যারালাল সার্কিট

প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্যঃ

- প্যারালাল সার্কিটে কারেন্ট চলাচলের একাধিক পথ থাকতে পারে।
- প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্সের ব্যস্তানুপাতিক মান প্রত্যেকটি ভিন্ন ভিন্ন রেজিস্ট্যান্সের ব্যস্তানুপাতিক মানের যোগফলের সমান। অর্থাৎ

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

- প্যারালাল সার্কিটের প্রত্যেকটি লোডে কারেন্ট ভাগ হয়ে যায়। অর্থাৎ

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

- প্যারালাল সার্কিটের প্রত্যেকটি লোডে ভোল্টেজ সমান থাকে। অর্থাৎ

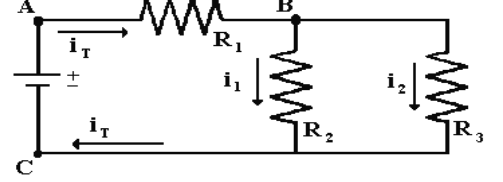
$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = V_n$$

প্যারালাল সার্কিটের ব্যবহার :-

- যে সার্কিটে ভোল্টেজ সমান কিন্তু কারেন্ট কম প্রয়োজন সে ক্ষেত্রে প্যারালাল সংযোগ ব্যবহার করা হয়।
- গৃহের, কলকারখানার যাবতীয় সরঞ্জাম প্যারালালে সংযোগ করা হয়।

iii) সিরিজ-প্যারালাল বা মিশ্র বর্তনী :

একটি সার্কিটে যখন কতকগুলো রেজিস্টরকে সিরিজে এবং কতকগুলো রেজিস্টরকে প্যারালালে সংযোগ করা হয় তখন তাকে সিরিজ-প্যারালাল বা মিশ্র বর্তনী বলে।



চিত্র : মিশ্র বর্তনী

সিরিজ ও প্যারালাল বর্তনীর সুবিধা ও অসুবিধা :

সিরিজ বর্তনী :

সাধারণত সিরিজ বর্তনীর কতকগুলো অসুবিধা আমাদের চোখে পড়ে। যথা-

- সিরিজ বর্তনীতে কয়েকটি বাতি সংযোগ করলে সবগুলো বাতিই মিট মিট করে জ্বলবে।
- সিরিজ বর্তনীর যে কোন একটি বাতির ফিলামেন্ট পুড়ে গেলে সবগুলো বাতিই অকেজো হয়ে যায়। অর্থাৎ একটি বাতিও জ্বলবে না।
- সিরিজ বর্তনীর বাতিগুলো আমাদের ইচ্ছামত আলাদা আলাদা ভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায় না।

প্যারালাল বর্তনী :

সাধারণত প্যারালাল বর্তনীর কতকগুলো সুবিধাই আমাদের চোখে পড়ে। যেমন-

- প্যারালাল বর্তনীতে যতগুলো বাতিই লাগানো হোক না কেন, বাতির ক্ষমতা অনুযায়ী সবগুলো বাতিই সম্পূর্ণ জ্বলবে।
- প্যারালাল বর্তনীর একটি বাতির ফিলামেন্ট পুড়ে গেলেও বাকী বাতিগুলো আগের মতই জ্বলবে।
- প্যারালাল বর্তনীর বাতিগুলো আমাদের ইচ্ছামত আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

iv) রেফ্রিজারেটর (Refrigerator):

রেফ্রিজারেশন ও এয়ার কন্ডিশনিং পদ্ধতিতে যত হিমায়ন যন্ত্র আছে তার মধ্যে সবচেয়ে বেশি প্রয়োজনীয় ও অধিক ব্যবহৃত হিমায়ন যন্ত্র হইতেছে রেফ্রিজারেটর। ইহা একটি আবাসিক হিমায়ন যন্ত্র। দৈনন্দিন ব্যবহার্য অথচ পচনশীল খাদ্যদ্রব্য স্বল্প মেয়াদে সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয় রেফ্রিজারেটর। অর্থাৎ যে হিমায়ন যন্ত্রের মাধ্যমে একটি আবদ্ধ স্থানে রক্ষিত খাদ্য দ্রব্য বা দ্রব্য সামগ্রীকে পঁচনের হাত থেকে রক্ষা করে একের অধিক দিন যাবৎ সংরক্ষণ করা যায় তাকে রেফ্রিজারেটর বলে।

রেফ্রিজারেটর প্রধানতঃ দুই প্রকার, যথাঃ-

১. আবাসিক রেফ্রিজারেটর
২. বাণিজ্যিক রেফ্রিজারেটর

১। আবাসিক রেফ্রিজারেটর আবার তিন প্রকার। যথা ঃ

- ক) ফ্রস্ট টাইপ রেফ্রিজারেটর
- খ) ডি-ফ্রস্ট টাইপ রেফ্রিজারেটর
- গ) নন-ফ্রস্ট টাইপ রেফ্রিজারেটর

প্রত্যেক রেফ্রিজারেটরেরই দুইটি পার্ট বা অংশ থাকে। যেমন-

১. হিমায়েন চক্র বা মেকানিক্যাল সাইকেল।
২. বৈদ্যুতিক বর্তনী বা ইলেকট্রিক সার্কিট।

রেফ্রিজারেটর সার্কিট কী? (What is a Refrigerator Circuit?)

রেফ্রিজারেটর সার্কিট হলো একটি বিশেষায়িত বৈদ্যুতিক বর্তনী যা শুধুমাত্র রেফ্রিজারেটরকে নিরাপদ এবং কার্যকরভাবে চালানোর জন্য ডিজাইন করা হয়। এটি একটি সাধারণ ল্যাম্প সার্কিটের চেয়ে বেশি জটিল কারণ এতে উচ্চ ক্ষমতার মোটর, নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা এবং নিরাপত্তা যন্ত্রপাতি সংযুক্ত থাকে।

রেফ্রিজারেটর সার্কিটের প্রধান উপাদানসমূহ (Main Components):

- কম্প্রেসার (Compressor):
 - এটি রেফ্রিজারেটরের "হৃদপিণ্ড"। এটি রেফ্রিজারেন্ট গ্যাসকে সংকুচিত করে এবং পুরো সিস্টেমে সঞ্চালন করে।
 - এটি একটি উচ্চ ক্ষমতার ইন্ডাকশন মোটর দ্বারা চালিত হয়।
- থার্মোস্ট্যাট (Thermostat):
 - এটি রেফ্রিজারেটরের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রক। এটি পূর্বনির্ধারিত তাপমাত্রা অনুযায়ী কম্প্রেসারকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ON/OFF করে।
- প্রটেক্টিভ ডিভাইস (Protective Devices):
 - ওভারলোড প্রটেক্টর (Overload Protector): কম্প্রেসার মোটর যদি অতিরিক্ত গরম হয় বা অতিরিক্ত কারেন্ট টানে, তবে এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে মোটরকে বন্ধ করে দেয়।
 - স্টার্টিং রিলে (Starting Relay): কম্প্রেসার মোটর চালু করার সময় এটি প্রয়োজনীয় সহায়তা করে।
- হিট এক্সচেঞ্জার (Heat Exchangers):
 - কন্ডেনসার (Condenser): পিছনের কালো কুণ্ডলী আকৃতির জিনিস। এটি গ্যাস থেকে তাপ বের করে দিয়ে তরলে পরিণত করে।
 - ইভাপোরেটর (Evaporator): ফ্রিজের ভিতরের কুণ্ডলী। এটি তরল রেফ্রিজারেন্টকে বাষ্পে পরিণত করে শীতলীকরণ করে।
- ফ্যান মোটর (Fan Motor):
 - কন্ডেনসার ফ্যান: কন্ডেনসারের মাধ্যমে বাতাস চলাচল করিয়ে তাপ দূর করতে সাহায্য করে।
 - ইভাপোরেটর ফ্যান (নফ্রস্ট ফ্রিজে): ফ্রিজের ভিতরে শীতল বাতাস সঞ্চালন করে।
- লাইটিং সার্কিট (Lighting Circuit):
 - দরজা খুললেই জ্বলে এমন একটি ছোট বাল্ব এবং তার সুইচ।
- টেম্পারেচার কন্ট্রোল প্যানেল (Temperature Control Panel):
 - আধুনিক রেফ্রিজারেটরে ডিজিটাল ডিসপ্লে এবং কন্ট্রোল সিস্টেম থাকে।

রেফ্রিজারেটর সার্কিটের ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম (Simplified Wiring Diagram):

ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটর (Frost Type Refrigerator):

যে সমস্ত রেফ্রিজারেটরের কুলিং চেম্বার সব সময় বরফ আচ্ছন্ন থাকে তাকে ফ্রস্ট-টাইপ রেফ্রিজারেটর বলে।

এ ধরনের রেফ্রিজারেটর এক দরজা বিশিষ্ট হয়। তবে ইদানিং দুই দরজা বিশিষ্ট ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটর পাওয়া যায় যাতে একটি ফ্রিজার চেম্বার থাকে। বরফ গলার কোন ব্যবস্থা থাকে না। প্রতি চার সপ্তাহে এগুলোকে একবার (গ্রীষ্মকালে) এবং প্রতি আট

সপ্তাহে একবার (শীতকালে) ম্যানুয়ালী ডি-ফ্রস্ট করা উচিত। সাধারণত রেফ্রিজারেটর এর পাওয়ার সাপ্লাই বন্ধ করে সারারাত রেখে দিলেই ডি-ফ্রস্ট বা বরফ গলে যাবে। আর তাড়াতাড়ি করতে চাইলে **Frozen Food Chamber** এ একটি বাটিতে গরম পানি করে রেখে দিলে অপেক্ষাকৃত তাড়াতাড়ি বরফ গলে যাবে। এতে সাধারণত **Frozen Food Chamber** এর তাপমাত্রা $3-8^{\circ}$ সেলসিয়াস পর্যন্ত হয়ে থাকে। আর **Freezer Compartment** এ সাধারণত -15° থেকে -26° সেলসিয়াস পর্যন্ত তাপমাত্রা হয়ে থাকে।

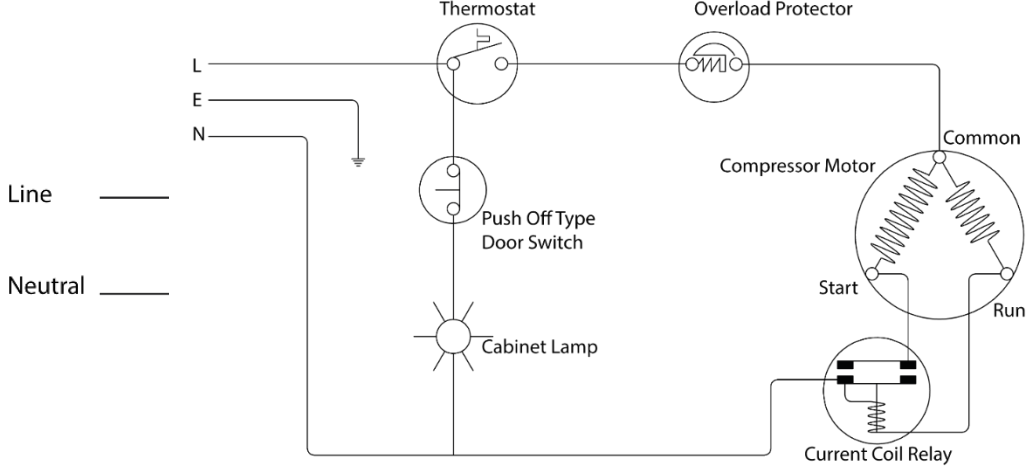


Figure: Electrical Circuit of a Frost Type Refrigerator using CCR

ডি-ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটর (D-Frost Type Refrigerator):

যে সমস্ত রেফ্রিজারেটর এর চেম্বারে রক্ষিত মালামাল রবফ আচ্ছন্ন থাকে কিন্তু বরফ গলানোর ব্যবস্থা থাকে তাকে ডি-ফ্রস্ট টাইপ রেফ্রিজারেটর বলে। উন্নত দেশ সমূহে একে অবশ্য সাইকেল ডি-ফ্রস্ট টাইপ রেফ্রিজারেটর বলা হয়ে থাকে। ডি-ফ্রস্টিং তখনই শুরু হয় যখন থার্মোস্টাট ট্রিপ করে। সাধারণত ইভাপোরেটরের সাথে একটি ইলেকট্রিক হিটার সংযুক্ত থাকে। যদিও এর নিজস্ব ডি-ফ্রস্টিং সিস্টেম আছে, কিন্তু তবুও এটিকে বছরে অন্তত দু থেকে চারবার ম্যানুয়ালি ডি-ফ্রস্টিং করা উচিত।

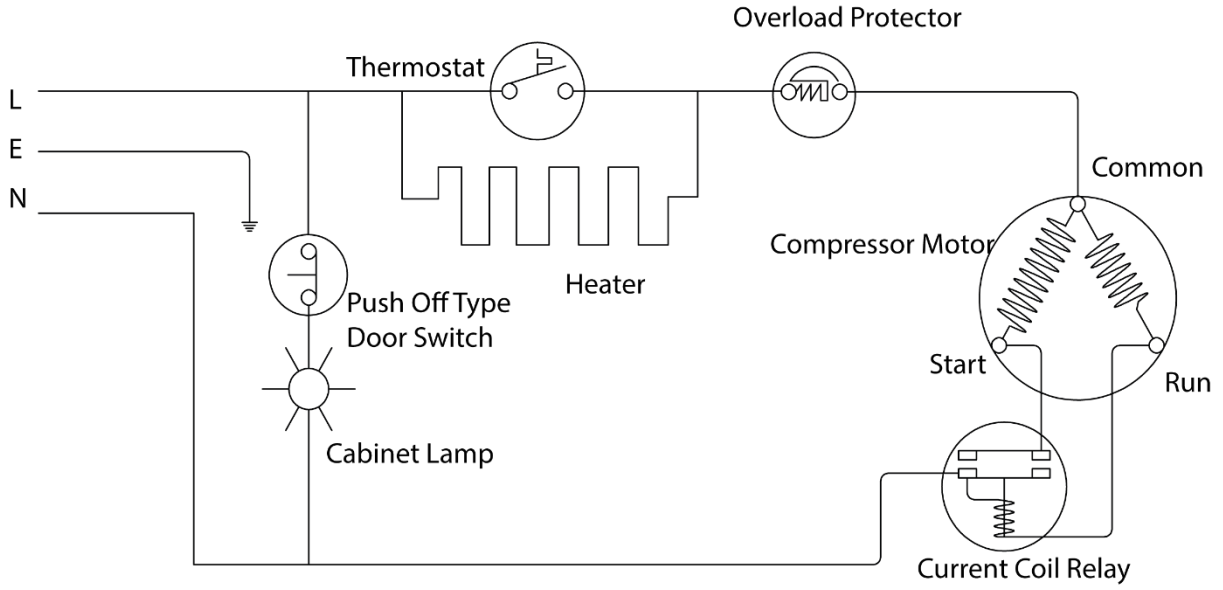


Figure: Electrical Circuit of a De-Frost Type Refrigerator using CCR

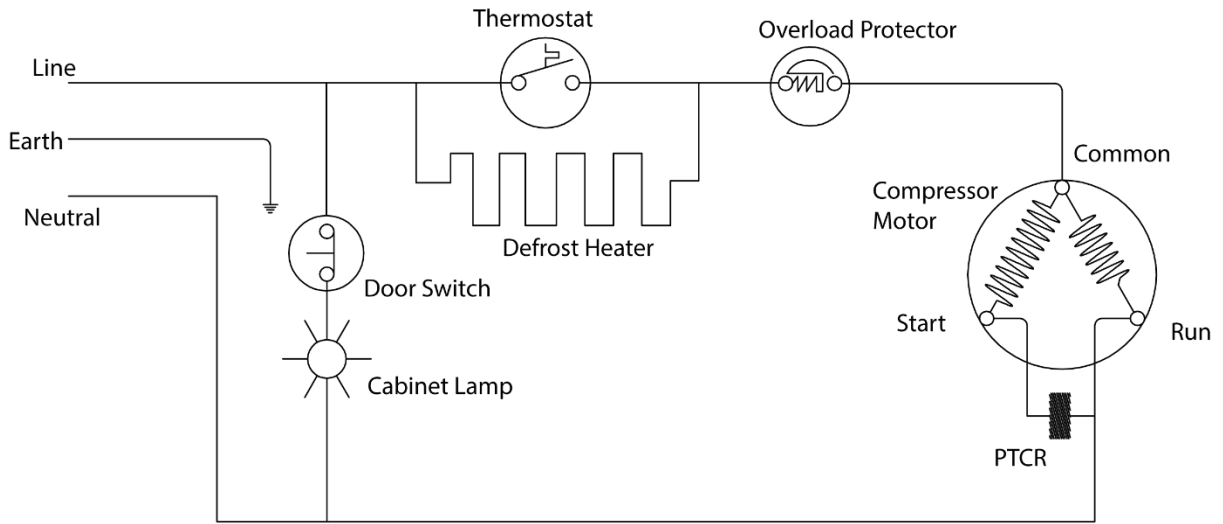


Figure: Electrical circuit of Defrost Type Refrigerator Using PTCR

চিত্রঃ- একটি ডিফ্রস্ট রেফ্রিজারেটরের ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট

নন-ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটর (Non –Frost Refrigerator):

যে সমস্ত রেফ্রিজারেটর এর ফ্রিজিং চেম্বারে রক্ষিত মালামাল বরফ মুক্ত থাকে তাকে নন-ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটর বলে। এসব রেফ্রিজারেটরে প্রতিদিনই একটি নির্দিষ্ট সময় পরপরই রেফ্রিজারেটর Defrost হয়। এ ধরনের রেফ্রিজারেটর এর চেম্বারে ইভাপোরোটারে পাশে একটি কুলি ফ্যান থাকে এই ফ্যানের সাহায্যে চেম্বারের ভিতরের বাতাস টেনে এনে ঠান্ডা করে চেম্বারে ছেড়ে দেয় ফলে মালামাল গুলি থাকে শুকনো ঝর ঝরা বরফ মুক্ত। নন-ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটরকে আরও কিছু নাম এ প্রকাশ করা হয়, যেমন ফ্রস্ট ফ্রি (Frost Free), নো ফ্রস্ট (No-Frost) ইত্যাদি।

সাধারনত দুই ধরনের Non –Frost Refrigerator হয়ে থাকে। যথাঃ-

১. ইলেকট্রিক হিটার সিস্টেম (Electric Heater System)
২. গরম হিমায়ক বাষ্প সিস্টেম (Hot Gas System)

ইলেকট্রিক হিটার সিস্টেম (Electric Heater System)

ইলেকট্রিক হিটার সিস্টেমে একটি Defrost timer ব্যবহার করা হয় যা স্বয়ংক্রিয় ভাবে কম্প্রেশর এবং ইভাপোরেটর ফ্যানকে বন্ধ করে দেয়, আর সাথে সাথে একটি ইলেকট্রিক হিটার কে চালু করিয়ে দেয় যা বরফ গলিয়ে ফেলতে সাহায্য করে। কতক্ষন পর পর এই Automatic Defrosting চালু হবে তা নির্ভর করে কি ধরনের টাইমার ব্যবহার করা হয়েছে তার উপর। তবে ডিফ্রস্ট টাইমার গুলো সাধারণত ৬ ঘন্টা, ৮ ঘন্টা এবং ১২ ঘন্টার পর্যন্ত হয়ে থাকে। পাওয়ার ডিফ্রস্ট টাইমার থেকে ইলেকট্রিকাল হিটার এ যাবার আগে ডিফ্রস্ট থার্মোস্টাট (অনেকে একে কুলিং ওভারলোড বলে থাকে) এবং থার্মাল ফিউজ হয়ে যায়। যখন ইভাপোরেটরে বরফ গলে যায় তখন কেবিনেটের তাপমাত্রা বেড়ে গিয়ে ৭° সেলসিয়াস থেকে ১৩° সেলসিয়াস পর্যন্ত হয়ে যায়। আর তাতে ডিফ্রস্ট থার্মোস্টাট এর কন্টাক্ট সমূহ ওপেন হয়ে যায় ফলে টাইমার চাইলেও পাওয়ার আর ইলেকট্রিকাল হিটার পর্যন্ত পৌঁছায় না ফলে ইলেকট্রিকাল হিটার টি আর কাজ করেনা। এর কিছুক্ষন পরেই আবার টাইমার কম্প্রেশর কে পাওয়ার দেয় ফলে কম্প্রেশর আবার চলতে থাকে এবং কেবিনেট ঠান্ডা হওয়া শুরু করে। ডি ফ্রস্ট থার্মোস্টাট এর কন্টাক্ট সমূহ আবার -৭° সেলসিয়াস তাপমাত্রার কাছাকাছি আসলে তা আবার ক্লোজ হয়ে যায় ফলে সে সময়ে টাইমার চাইলে আবার হিটার চালু হবে। এখন টাইমার কখন চাইবে যে কম্প্রেশর বন্ধ হয়ে গিয়ে আবার হিটার চালু হোক ? সেটা নির্ভর করে টাইমার টি কুলিং সাইকেল থেকে হিটিং সাইকেলে যেতে কতক্ষন সময় লাগবে। অর্থাৎ হিটার চালু হবার শর্তগুলো হলঃ-

১. থার্মোস্টাট কে ক্লোজ কন্টাকে থাকতে হবে
২. ডি ফ্রস্ট টাইমারকে হিটিং মোডে থাকতে হবে
৩. রেফ্রিজারেটরের ফ্রোজেন নফুড চেম্বারের তাপমাত্রা -৭° সেলসিয়াস বা তার থেকেও কম থাকতে হবে। কেননা কেবল মাত্র তখনই ডি ফ্রস্ট থার্মোস্টাট ক্লোজ কন্টাকের ঘটনাটি ঘটবে।

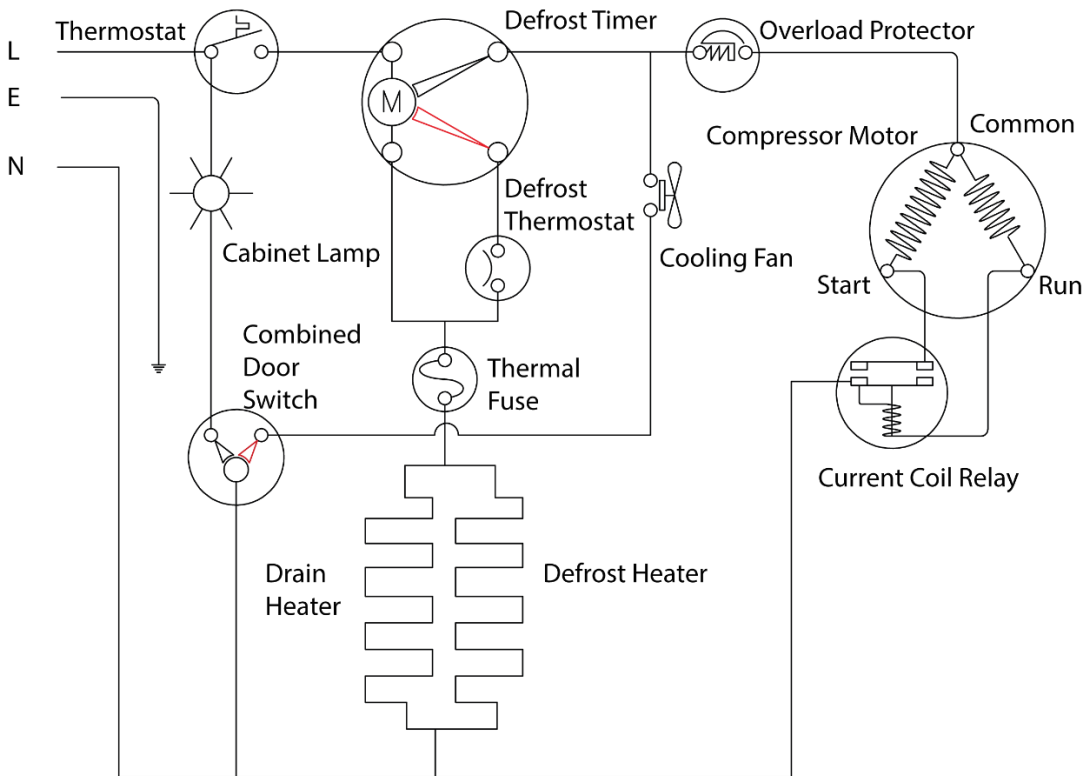


Figure: Electrical Circuit of a No-Frost Type Refrigerator using CCR

চিত্রঃ- একটি নন-ফ্রস্ট রেফ্রিজারেটরের ইলেকট্রিকাল সার্কিট

রেফ্রিজারেটর সার্কিটের কাজের পদ্ধতি (Working Principle):

- চালু হওয়া (Starting):
 - আপনি যখন রেফ্রিজারেটর প্লাগ সংযোগ করেন, তখন বিদ্যুৎ থার্মোস্ট্যাটে পৌঁছায়।
 - যদি ফ্রিজের ভিতরের তাপমাত্রা সেট মানের চেয়ে বেশি হয়, থার্মোস্ট্যাট সংযোগ সক্রিয় করে।
 - কারেন্ট প্রথমে ওভারলোড প্রটেক্টর এবং স্টার্টিং রিলে এর মধ্য দিয়ে যায় এবং শেষে কম্প্রসার মোটর চালু হয়।
- কুলিং সাইকেল (Cooling Cycle):
 - কম্প্রসার চালু হলে এটি রেফ্রিজারেট গ্যাসকে সংকুচিত করে, যার ফলে এটি গরম হয়।
 - এই গরম গ্যাস কন্ডেনসার কুন্ডলী-তে যায় এবং **在那里** বাইরের বাতাসের সংস্পর্শে এসে তাপ হারিয়ে তরলে পরিণত হয়।
 - এই তরল ইভাপোরেটরে যায়, তখন এটি প্রসারিত হয়ে বাষ্পে পরিণত হয় এবং এই প্রক্রিয়ায় প্রচুর তাপ শোষণ করে, যা ফ্রিজের ভিতর শীতলতা তৈরি করে।
 - এই চক্রটি চলতে থাকে।
- বন্ধ হওয়া (Stopping):
 - যখন ফ্রিজের ভিতরের তাপমাত্রা সেট **Point**-এ চলে আসে, থার্মোস্ট্যাট সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দেয়, ফলে কম্প্রসার বন্ধ হয়ে যায়।
 - কিছুক্ষণ পরে যখন তাপমাত্রা আবার বেড়ে যায়, থার্মোস্ট্যাট আবার কম্প্রসার চালু করে দেয়।

রেফ্রিজারেটর ইনস্টলেশনের সময় বৈদ্যুতিক সতর্কতা (Electrical Safety Tips):

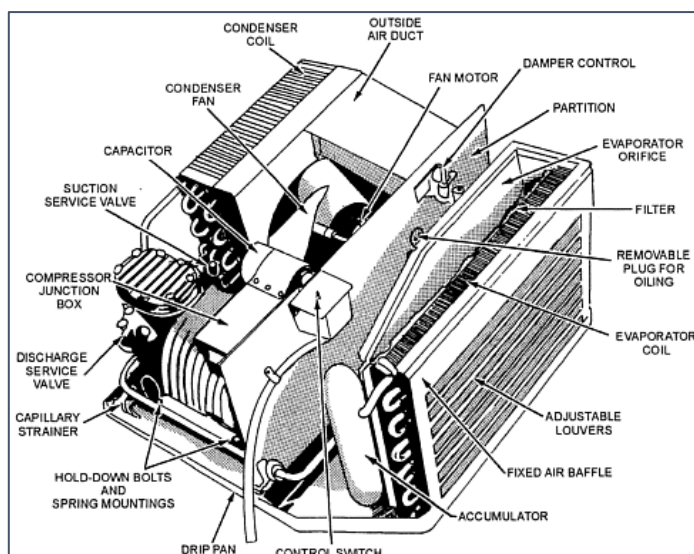
- আলাদা সার্কিট (Dedicated Circuit): রেফ্রিজারেটর সর্বদা একটি আলাদা সার্কিট ব্রেকার থেকে সংযোগ দিতে হবে। অন্য যন্ত্রের সাথে শেয়ার করা উচিত নয়।
- সঠিক আর্থিং (Proper Earthing): রেফ্রিজারেটরের খাতব বডিতে সঠিক আর্থিং সংযোগ অত্যাবশ্যিক। না হলে ভয়ানক শক লাগতে পারে।
- সঠিক ভোল্টেজ (Correct Voltage): রেফ্রিজারেটরটি যে ভোল্টেজের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে (সাধারণত ২২০V-২৪০V), তা নিশ্চিত করতে হবে।
- স্টেবিলাইজার (Stabilizer): যেসব এলাকায় ভোল্টেজ কম বা বেশি, সেখানে রেফ্রিজারেটরকে ভোল্টেজ স্টেবিলাইজারের সাথে সংযোগ করা উচিত।
- উপযুক্ত প্লাগ ও সকেট (Proper Plug & Socket): একটি ১৫A-২০A রেটেড তিন-পিনের প্লাগ এবং সকেট ব্যবহার করতে হবে।

সংক্ষেপে বলা যায়, রেফ্রিজারেটর সার্কিট একটি জটিল কিন্তু অত্যন্ত কার্যকরী সিস্টেম, যা তাপগতিবিদ্যার সূত্র ব্যবহার করে শীতলীকরণ তৈরি করে এবং স্বয়ংক্রিয় ও নিরাপদভাবে কাজ চালিয়ে যায়।

উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারঃ

একটি প্রমান সাইজের একক কক্ষের আরামদায়ক পরিবেশ সৃষ্টি করার জন্য উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার অধিক সস্তা ও উপযোগী। জানালার মত দেয়ালে বসানো হয় বলে এটিকে উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনার বলে। উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের সকল যন্ত্রাংশ একই চেচিসে/কেবিনেটে বসানো হয়। অল্প জায়গায় সকল যন্ত্রপাতি বসিয়ে একক সময়ে প্রচুর তাপ সরানো হয় বলে এখনো এ কুলারের যথেষ্ট চাহিদা রয়েছে। এয়ার কন্ডিশনারের ক্ষমতা সাধারণত টন এ প্রকাশ করা হয়ে থাকে। ১ টন অব রেফ্রিজারেশন = ১২০০০ বিটিইউ। সাধারণত ১২ ফুট দৈর্ঘ্য, ১২ ফুট প্রস্থ এবং ১০ ফুট উচ্চতা সম্বলিত কোন বাসাবাড়ির কক্ষের ক্ষেত্রে ১ টন এর এয়ারকন্ডিশনার ব্যবহার করা হয়ে থাকে। আর একই আয়তনের জন্য বানিজ্যিক ক্ষেত্রে তার দুইগুন অর্থাৎ ২ টন এর এয়ারকন্ডিশনার ব্যবহার করতে হয়।

উইন্ডো টাইপ এয়ারকন্ডিশনারের বিভিন্ন অংশের নাম ও চিত্রঃ



উইন্ডো এয়ার কুলারের ইলেকট্রিক্যাল যন্ত্রাংশের তালিকা :-

১. Selector Switch-সিলেক্টর সুইচ ।
২. Thermostat Switch-থার্মোস্ট্যাট সুইচ ।
৩. Overload Protector-ওভারলোড প্রটেক্টর ।
৪. Compressor Motor-কম্প্রেসর মোটর ।
৫. Run Capacitor-রান কেপাসিটর ।
৬. Fan Capacitor-ফ্যান কেপাসিটর ।
৭. Starting Capacitor-স্টার্ট কেপাসিটর ।
৮. Potential Realy-পটেনশিয়াল রিলে ।
৯. Terminal Box-টার্মিনাল বক্স ।
১০. Blower-Fan Motor- ব্লোয়ার ফ্যান মোটর ।
১১. Air Swing Motor-এয়ার সুইং মোটর ।
১২. Indicator-ইন্ডিকেটর ।

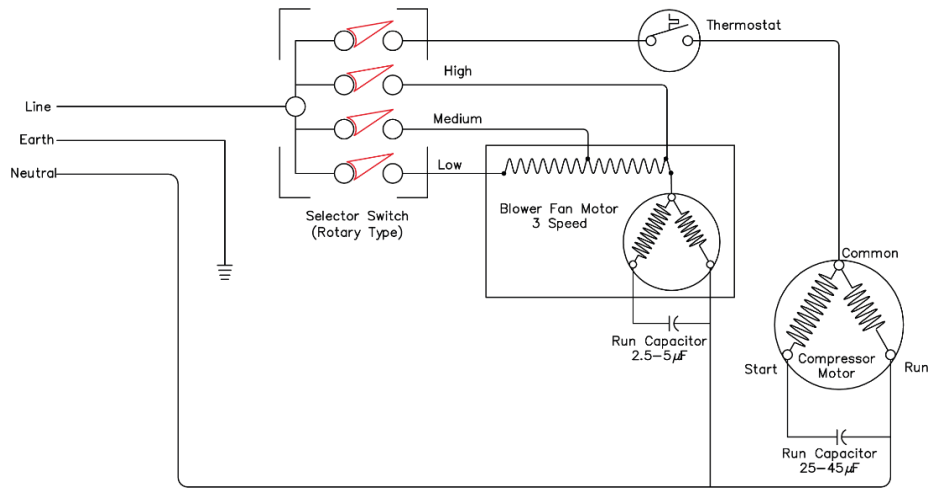


Figure: Electrical Circuit of Window AC with Two Run Capacitor

১৩. Supply Plug-সাপ্লাই প্লাগ।

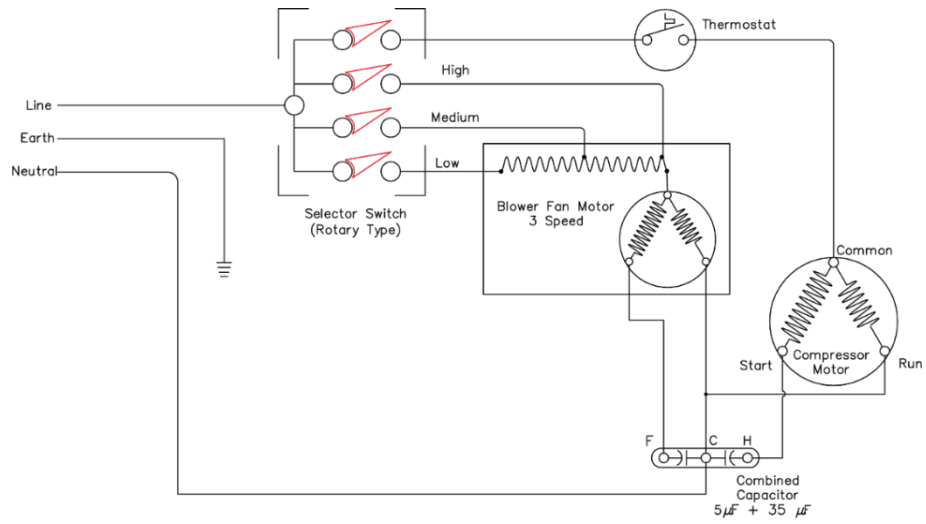


Figure: Electrical Circuit of Window AC with Combined Capacitor

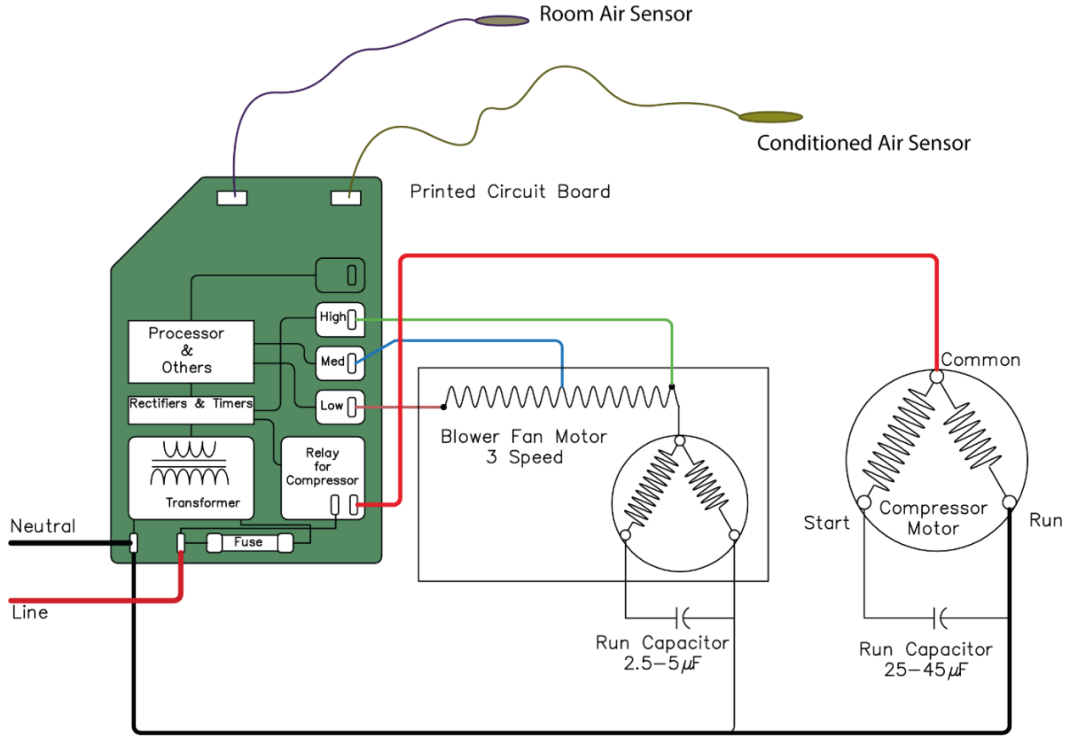


Figure: Window AC Circuit with Universal AC Circuit

উইন্ডো টাইপ এসির বৈদ্যুতিক বর্তনী

ঘ) বেসিক ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট ওয়্যারিং

i) একটি বাতিকে এক স্থান থেকে নিয়ন্ত্রন করা।

একটি বাতিকে শুধুমাত্র একটি স্থান থেকে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট হচ্ছে সবচেয়ে সহজ এবং সর্বব্যবহৃত বৈদ্যুতিক সার্কিট। এটিকে সিংগেল-ওয়ে সুইচিং সার্কিট বলা হয়। একটি বাতিকে এক স্থান থেকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য, একটি একমুখী সুইচ ব্যবহার করতে হবে।

সার্কিটের বর্ণনাঃ

এই সার্কিটে নিম্নলিখিত উপাদানগুলো থাকে:

- একটি সিংগেল-ওয়ে সুইচ (১-পথ সুইচ): এটির দুটি টার্মিনাল থাকে।
- একটি বাতি (বাল্ব)
- বিদ্যুৎ সরবরাহ (লাইভ ও নিউট্রাল)

সংযোগ পদ্ধতি:

- লাইভ (ফেজ) তারটি সরাসরি সুইচের একটি টার্মিনালে যুক্ত হয়।
- সুইচের অপর টার্মিনাল থেকে একটি তার বাতির/holder-এর একটি প্রান্তে যায়।
- নিউট্রাল তারটি সরাসরি বাতির/holder-এর অপর প্রান্তে সংযোগ করা হয়।

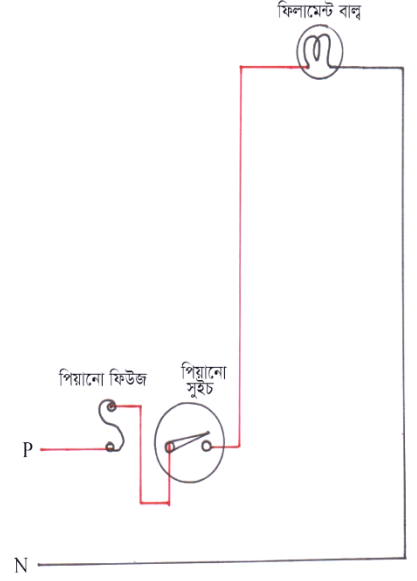
কাজের ধাপ: সুইচটি ON (চালু) করলে লাইভ তারের সংযোগ সম্পূর্ণ হয় এবং বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে বাতিটি জ্বলে। সুইচ OFF (বন্ধ) করলে সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় এবং বাতি নিভে যায়।

নিচের ডায়াগ্রামটি এই সংযোগটি সহজভাবে বোঝায়:

কাজে ব্যবহৃত হয় যেখানে:

এই সার্কিটের ব্যবহার অত্যন্ত ব্যাপক। বাড়ি-ঘর, অফিস, দোকান—প্রায় সব জায়গাতেই এটি প্রধান নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি।

- ছোট কক্ষ: একটি দরজা আছে এমন যেকোনো ঘর, যেমন শোবার ঘর, রান্নাঘর, অফিস রুম ইত্যাদি। সাধারণত ঘরের ভিতরে প্রবেশদ্বারের পাশেই সুইচটি লাগানো হয়।
- একক দরজাসম্পন্ন স্থান: যেসব স্থানে শুধুমাত্র একটি প্রবেশ/প্রস্থান পথ আছে, যেমন ছোট স্টোর রুম, বাথরুম, ছোট বারান্দা।
- স্বতন্ত্র যন্ত্রপাতি নিয়ন্ত্রণ: অনেক সময় একটি নির্দিষ্ট সকেট বা এক্সহস্ট ফ্যানকে আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণ করতেও এই সার্কিট ব্যবহার করা হয়।
- সাধারণ আলোকব্যবস্থা: একটি ঘরের মধ্যকার একটি নির্দিষ্ট লাইট ফিক্সচার, যেমন সেন্ট্রাল লাইট, যা শুধু একটি জায়গা থেকে নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন হয়।

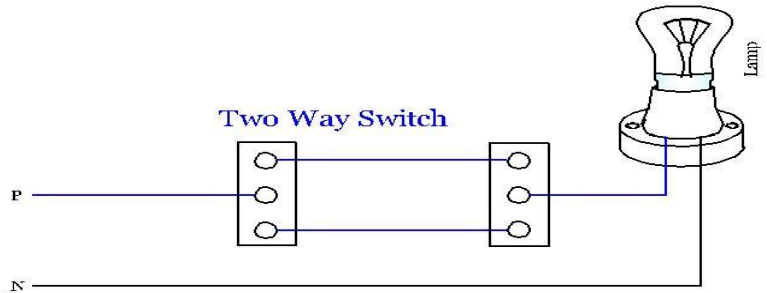


সুবিধা:

অত্যন্ত সহজ ডিজাইন ও স্থাপনা: সংযোগ পদ্ধতি খুবই সরল, তাই ইলেক্ট্রিশিয়ানদের জন্য এটি সবচেয়ে 기본적인 কাজ।
খরচ কম: শুধুমাত্র একটি সাধারণ সুইচ দরকার হয়, যা খুবই সস্তা।
নির্ভরযোগ্যতা: যেহেতু সার্কিট সরল, তাই ত্রুটির সম্ভাবনাও খুব কম।

ii) একটি বাতিকে দুই স্থান থেকে নিয়ন্ত্রণ করা।

একটি বাতিকে (বাল্ব) দুই স্থান থেকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য যে সার্কিট তৈরি করা হয়, তাকে সাধারণত টু-ওয়ে সুইচিং সার্কিট বা দুই স্থান থেকে নিয়ন্ত্রণ সার্কিট বলে। এটি মূলত একটি বিশেষ ধরনের বৈদ্যুতিক সংযোগ পদ্ধতি।



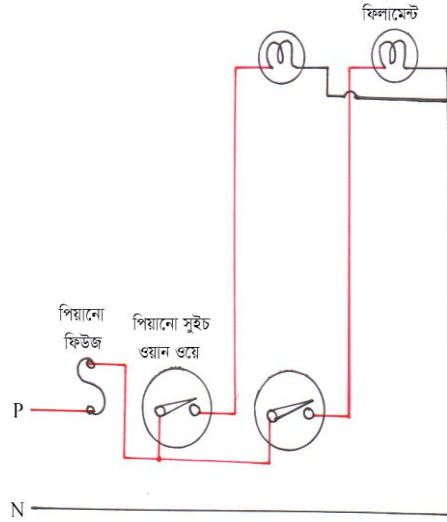
চিত্র ৪: একটি বাতিকে দুই স্থান থেকে নিয়ন্ত্রণ বর্তনী

ব্যবহার:

- সিঁড়ির নিচ ও উপরে আলো নিয়ন্ত্রণ।
- বেডরুমের প্রবেশদ্বার ও বেডের পাশ থেকে আলো নিয়ন্ত্রণ।
- লম্বা হলরুমের দুই প্রান্ত থেকে আলো নিয়ন্ত্রণ।
- এই পদ্ধতিটি তিন বা ততোধিক স্থান থেকে নিয়ন্ত্রণের জন্যও প্রসারিত করা যায়, তখন ইন্টারমিডিয়েট সুইচ যুক্ত করতে হয়।

iii) দুটি বাতিকে দুই স্থান থেকে নিয়ন্ত্রন করা।

একটি বাতিকে শুধুমাত্র একটি স্থান থেকে নিয়ন্ত্রনের সার্কিট এর পুনরাবৃত্তি করে এই সার্কিট তৈরি করা যায়। এক্ষেত্রে প্রথম সুইচ থেকে দ্বিতীয় সুইচে লুপের মাধ্যমে সংযোগ করা হয়। সার্কিটটি ভালোভাবে বোঝার জন্য নিচে ডায়াগ্রাম দেওয়া হলো।



চিত্র: দুটি বাতিকে দু স্থান থেকে নিয়ন্ত্রন বর্তনী।

iv) টিউব লাইট সংযোগ।

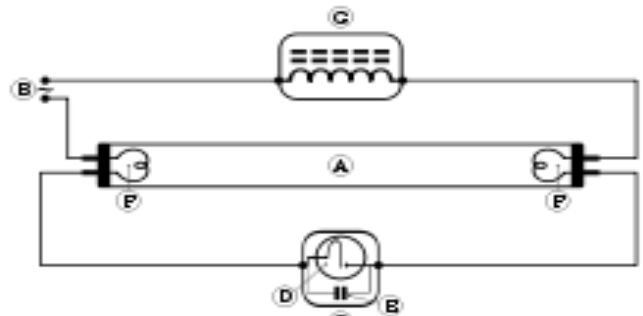
ফ্লোরোসেন্ট বাতির গঠন ও কার্যপ্রণালী নিচে দেওয়া হল :

ফ্লোরোসেন্ট বাতি মার্কারী ভেপার বাতির মত হয়ে থাকে। এটি নিম্ন চাপের উপযোগী করে তৈরি করা হয়। এটি সাধারণত সোজা, লম্বা, গ্যাস টিউব দ্বারা তৈরি করা হয়। টিউবের ভিতরের অংশে ফ্লোরোসেন্ট পাউডারের লেয়ার দেওয়া থাকে। এই টিউবের মধ্যে অল্প পরিমাণ মারকারীর সংঙ্গে কিম্বা পরিমাণ আর্গন গ্যাস ব্যবহার হয়ে থাকে। টিউবের শেষ প্রান্তে কয়েল্ড টাংস্টেন ইলেকট্রোড থাকে। এই ইলেকট্রোডগুলো বেরিয়াম ও স্ট্রোনিয়াম অক্সাইডের মিশ্রন দ্বারা আবৃত করা থাকে। টিউবটির শেষ প্রান্ত বন্ধ করে দেওয়া হয় এবং ইলেকট্রোড হতে দুইটি টার্মিনাল বের করা থাকে যা বাতির টুপির সহিত আটকানো থাকে। আর্গন গ্যাস টিউবের মধ্যে আয়োনাইজেশন ভোল্টেজ হ্রাস করে থাকে। ফ্লোরোসেন্ট পাউডারটি পরিবর্তন হয়ে অদৃশ্যমান আল্ট্রাভায়োলেট রশ্মি দৃশ্যমান আলোতে পরিণত করে। ফসফোরের প্রকারভেদের উপর বাতির রং নির্ভর করে। ফ্লোরোসেন্ট বাতি ১৫ সেঃ মিঃ (৬'') হতে ২৪৮ সেঃ মিঃ (৮') পর্যন্ত লম্বা হয়ে থাকে এবং এর পাওয়ার 4W হতে 125W হয়ে থাকে। ফ্লোরোসেন্ট বাতির গড় আয়ু ৭৫০০ ঘন্টা। ফ্লোরোসেন্ট বাতির উৎপাদিত শক্তি ৫০ হতে ৭০ লুমেন/ওয়াট হয়ে থাকে। এই বাতি আবাসিক বিল্ডিং, অফিস, ওয়ার্কশপ, ল্যাবরেটরী ও রাস্তায় ব্যবহার করা হয়।

ফ্লোরোসেন্ট বাতির বিভিন্ন অংশের নাম নিচে

দেওয়া হল

- চোক কয়েল বা ব্যালাস্ট
- স্টার্টার
- হোল্ডার
- ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প
- কন্ডাক্টর বা ক্যাবল
- নিয়ন্ত্রণের জন্য সুইচ ইত্যাদি।



ব্যালাস্ট বা চোক কয়েলের কাজ :

ব্যালাস্ট মূলত একটি ইলেকট্রিক্যাল এন্ড ইলেকট্রনিক্স ডিভাইস। টিউব লাইট সার্কিটে ব্যালাস্ট বা চোক কয়েল ব্যবহার করা হয়ে থাকে। বর্তনীতে ব্যালাস্ট নিম্নে উল্লিখিত কাজ গুলি করে থাকে। যথা-

- চোক কয়েল ৮০০V হতে ১০০০ V এ উৎপন্ন করে।
- ফ্লোরোসেন্ট বাতি দুই ইলেকট্রোডের মধ্যে আয়োনাইজেশন (Ionization) আরম্ভ করার জন্য চোক কয়েল কাজ করে থাকে।
- চোক কয়েল বাতি উজ্জ্বল হওয়ার পর কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করে।

টিউব লাইট সার্কিটে ক্যাপাসিটর ব্যবহারের সুবিধা নিম্নরূপ :

- ফ্লোরোসেন্ট বাতির মধ্যে চোক কয়েল লাগানোর জন্য কিছু পাওয়ার ফ্যাক্টর এর অবনতি হয়। এই অবনতি পাওয়ার ফ্যাক্টরকে অগ্রগামী করার জন্য ক্যাপাসিটর ব্যবহার করা হয়।
- ফ্লোরোসেন্ট বাতি ওয়্যারিং করার জন্য কিছু সফ বা চিকন তারের প্রয়োজন হয়। এই তারের জন্য যে পাওয়ার অপচয় হয় এই অপচয়কে কমিয়ে পাওয়ার ঠিক রাখাই ক্যাপাসিটরের কাজ।

স্টার্টারের কাজ :

- স্টার্টার প্রাথমিকভাবে ফ্লোরোসেন্ট বাতির ইলেকট্রোডকে গরম করে এবং চোক কয়েলে ম্যাগনেটিক ফ্লাস্ক উৎপন্ন করতে সাহায্য করে
- স্টার্টার বার বার অফ (Off) ও অন (On) হওয়ার জন্য চোক কয়েলে প্রতি মুহূর্তে সার্জ ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়, যা ফ্লোরোসেন্ট বাতির ইলেকট্রোডদ্বয়ের মধ্যে আয়োনাইজেশন আরম্ভ করতে সাহায্য করে
- ফ্লোরোসেন্ট বাতি উজ্জ্বল হওয়ার পর স্টার্টার কারেন্ট চলার পথ বন্ধ করে দেয়।

সেলফ চেক (Self Check) - ১.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

- ১) তার এবং ক্যাবল কাকে বলে?
- ২) বহু খেই বিশিষ্ট তারের সুবিধা কি?
- ৩) আর এম এবং আর ই বলতে কি বুঝায়?
- ৪) জয়েন্ট কাকে বলে? জয়েন্টের ধাপগুলো কি?
- ৫) আদর্শ ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের উপাদান গুলো কি কি?
- ৬) সিরিজ সার্কিট কাকে বলে?
- ৭) প্যারালাল সার্কিট কাকে বলে?
- ৮) প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্য গুলো কি কি?
- ৯) ব্যালান্সের কাজ কি?

উত্তর পত্র (Answer Key) – ১.২

১) তার এবং ক্যাবল কাকে বলে?

উত্তর : ইনসুলেশন বিহীন অথবা বিশেষ ধরনের ইনসুলেশন দ্বারা আচ্ছাদিত এক খেই অথবা বহু খেই বিশিষ্ট কারেন্ট বহনকারী পরিবাহীকে তার বলে।

ইনসুলেশন যুক্ত এক খেই বা বহু খেই বিশিষ্ট বেশি কারেন্ট বহনকারী পরিবাহীকে ক্যাবল বলে। সংক্ষেপে ইনসুলেশন যুক্ত কন্ডাক্টরকে ক্যাবল বলে।

২) বহু খেই বিশিষ্ট তারের সুবিধা কি?

উত্তর : রজ্জু তারের সুবিধাসমূহ :

- রজ্জু তার নমনীয় হয়। সামান্য বাঁকালেও এর কোন ইনসুলেশন নষ্ট হয় না। তাছাড়া সহজে মাটিতে স্থাপন করা যায়।
- রজ্জু তারের সংযোগ খুব শক্ত ও দীর্ঘস্থায়ী হয়।
- এক খেই বিশিষ্ট তার ওভার হেড লাইনে কম্পনের ফলে ভেঙ্গে যেতে পারে। কিন্তু রজ্জু তার কখনও কম্পনের ফলে ভেঙ্গে যায় না।
- রজ্জু তারের ইনসুলেশন খুব মজবুত হয়।

৩) আর এম এবং আর ই বলতে কি বুঝায়?

উত্তর : Re - Conductor of single solid wire of circular cross Section.

Rm - Conductor of Multiple stranded wires of circular cross section.

৪) সোল্ডারিং কাকে বলে?

উত্তর : বৈদ্যুতিক তার অথবা ধাতুর সংযোগস্থলকে শক্ত করবার জন্য এবং তারের নিরবিচ্ছিন্নতা অর্জন এবং প্রাকৃতিক বা অন্যকোন অপ্রত্যাশিত কারণে ক্ষয়কারক প্রক্রিয়া হতে বিরত রাখার জন্য জয়েন্টের উপর দুইটি ধাতু একত্রে (টিন ও লেড) সংমিশ্রণে প্রলেপ এর মাধ্যমে যে সংযোগ দেয়া হয় তাকে সোল্ডারিং বলে।

৫) আদর্শ ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের উপাদান গুলো কি কি?

উত্তর : একটি আদর্শ সার্কিটের উপাদান পাঁচটি। যথা-

- বৈদ্যুতিক উৎস (Source) : জেনারেটর, ব্যাটারী।
- পরিবাহী (Conductor) : তার, ক্যাবল ইত্যাদি
- নিয়ন্ত্রন যন্ত্র (Controlling Device) : সুইচ
- রক্ষন যন্ত্র (Protective Device) : ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার।
- লোড (Load) : ফ্যান, মোটর, লাইট ইত্যাদি।

৬) সিরিজ সার্কিট কাকে বলে?

উত্তর : যখন কতকগুলো রেজিস্টর এমনভাবে সংযোগ করা হয়, যাতে একটির শেষ প্রান্ত অপরটির প্রথম প্রান্তের সাথে সংযোজিত হয় এবং বিদ্যুৎ প্রবাহের একটি মাত্র পথ থাকে তখন তাকে সিরিজ সার্কিট বলে।

৭) প্যারালাল সার্কিট কাকে বলে?

উত্তর : যখন একাধিক রেজিস্টরকে এমনভাবে সংযোগ করা হয় যাতে এদের এক প্রান্তগুলো একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে এবং অপর প্রান্তগুলো আর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে সংযোগ করা হয়, তখন তাকে প্যারালাল সার্কিট বলে।

৮) প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্য গুলো কি কি?

উত্তর : প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্যঃ

- প্যারালাল সার্কিটে কারেন্ট চলাচলের একাধিক পথ থাকতে পারে।
- প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্সের ব্যস্তানুপাতিক মান প্রত্যেকটি ভিন্ন ভিন্ন রেজিস্ট্যান্সের ব্যস্তানুপাতিক মানের যোগফলের সমান। অর্থাৎ $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$
- প্যারালাল সার্কিটের প্রত্যেকটি লোডে কারেন্ট ভাগ হয়ে যায়। অর্থাৎ $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$
- প্যারালাল সার্কিটের প্রত্যেকটি লোডে ভোল্টেজ সমান থাকে। অর্থাৎ $V_T = V_1 = V_2 = V_3 = V_n$

৯) ব্যালাস্টের কাজ কি?

উত্তর: ব্যালাস্ট মূলত একটি ইলেকট্রিক্যাল এন্ড ইলেকট্রনিক্স ডিভাইস। টিউব লাইট সার্কিটে ব্যালাস্ট বা চোক কয়েল ব্যবহার করা হয়ে থাকে। বর্তনীতে ব্যালাস্ট নিম্নে উল্লিখিত কাজ গুলি করে থাকে। যথা-

- চোক কয়েল ৮০০V হতে ১০০০ V এ উৎপন্ন করে।
- ফ্লোরোসেন্ট বাতি দুই ইলেকট্রোডের মধ্যে আয়োনাইজেশন (Ionization) আরম্ভ করার জন্য চোক কয়েল কাজ করে থাকে।
- চোক কয়েল বাতি উজ্জ্বল হওয়ার পর কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করে।

জব শীট (Job Sheet) - ১.২.১

জবের নামঃ সার্কিট ব্রেকার সহ একটি কম্বাইন্ড সকেট সংযোগ করা।

কাজের ধাপ সমূহঃ

- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান কর।
- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করবে।
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সার্কিট ব্রেকারে একটি ফেজ সংযুক্ত করণ
- সার্কিট ব্রেকারের অপর প্রান্ত থেকে একটি তার কম্বাইন্ড সকেটের সুইচের এক প্রান্তে সংযুক্ত করণ
- সুইচের অপর প্রান্ত থেকে একটি ক্যাবল সকেটের L চিহ্নিত টার্মিনালে সংযোগ করণ
- সকেটের N চিহ্নিত টার্মিনালে নিউট্রাল ক্যাবল সংযোগ করণ
- আর্থিং টার্মিনালে ECC ক্যাবল সংযুক্ত করণ
- সম্পূর্ণ সার্কিটটি পুনরায় চেক কর।
- সাপ্লাই লাইনের সাথে সার্কিটটি সংযুক্ত করে সকেটের কার্যকারিতা পরীক্ষা করণ
- যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করবে।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ১.২.১

জবের নামঃ সার্কিট ব্রেকার সহ একটি কম্বাইন্ড সকেট সংযোগ করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- এপ্রোন ১ পিস
- সেফটি সূ ১ জোড়া
- হ্যান্ড গ্লোভস ১ জোড়া
- সেফটি হেলমেট ১ টি

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স ১ পিস
- কাটিং প্লায়ার্স ১ পিস
- ওয়্যার স্ট্রিপার ১ পিস
- নোজ প্লায়ার্স ১ পিস
- স্ক্রু ড্রাইভার ১ টি

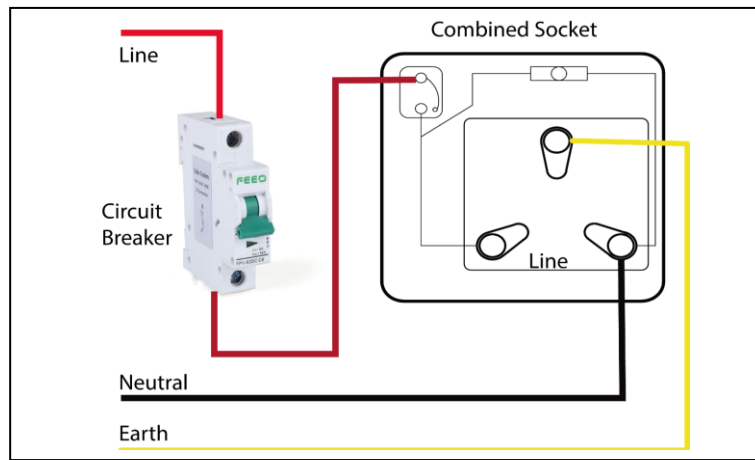
প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- সিঙ্গেল পোল সার্কিট ব্রেকার ১ টি
- কম্বাইন্ড সকেট ১ টি
- প্রয়োজনীয় ক্যাবল ১ টি

প্রয়োজনীয় পরিমাপক যন্ত্রপাতিঃ

- ক্লিপ অন মিটার ১ টি

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



জব শীট (Job Sheet) - ১.২.২

জবের নামঃ Series Circuit তৈরি করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান কর।
- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করবে।
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়্যারিং সম্পন্ন কর।
- সম্পূর্ণ সার্কিটটি পুনরায় চেক কর।
- হোল্ডারে বাব্ব গুলো লাগিয়ে নাও।
- সাপ্লাই এর সাথে যুক্ত করে সুইচ অন কর।
- ভোল্ট মিটার এবং এ্যামিটার দিয়ে সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট যাচাই কর।
- যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষন করবে।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষন করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ১.২.২

জবের নামঃ Series Circuit তৈরি করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- এপ্রোন ১ পিস
- সেফটি সূ ১ জোড়া
- হ্যান্ড গ্লোভস ১ জোড়া

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স ১ পিস
- কাটিং প্লায়ার্স ১ পিস
- ওয়্যার স্ট্রিপার ১ পিস
- নোজ প্লায়ার্স ১ পিস
- ফ্লু ড্রাইভার ১ টি

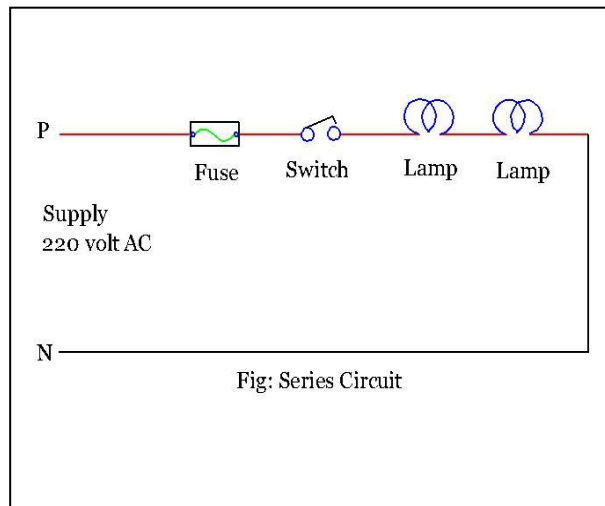
প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ব্যাটেন হোল্ডার (৫ এম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট) ২ টি
- ১ ওয়ে সুইচ (পিয়ানো টাইপ) ১ টি
- ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প ২ টি
- ক্যাবল (১৪/.০২৯) ২ ফুট
- ইনসুলেশন টেপ ১ টি

প্রয়োজনীয় পরিমাপক যন্ত্রপাতিঃ

- ক্লিপ অন মিটার ১ টি

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



জব শীট (Job Sheet)-১.২.৩

জবের নামঃ Parallel সার্কিট সংযোগ করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান কর।
- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করবে।
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়্যারিং সম্পন্ন কর।
- সম্পূর্ণ সার্কিটটি পুনরায় চেক কর।
- হোল্ডারে বাল্ব গুলো লাগিয়ে নাও।
- সাপ্লাই এর সাথে যুক্ত করে সুইচ অন কর।
- ভোল্ট মিটার এবং এ্যামিটার দিয়ে প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট যাচাই কর।
- যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষন করবে।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষন করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ১.২.৩

জবের নামঃ Parallel সার্কিট সংযোগ করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- এপ্রোন ১ পিস
- সেফটি সূ ১ জোড়া
- হ্যান্ড গ্লোভস ১ জোড়া
- হেলমেট ১ টি

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স ১ পিস
- কাটিং প্লায়ার্স ১ পিস
- ওয়্যার স্ট্রিপার ১ পিস
- নোজ প্লায়ার্স ১ পিস
- স্ক্রু ড্রাইভার ১ টি

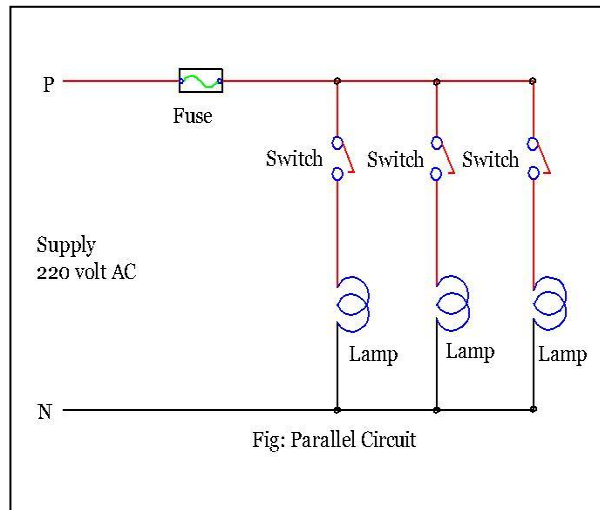
প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ব্যাটেন হোল্ডার (৫ এম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট) ২ টি
- ১ ওয়ে সুইচ (পিয়ানো টাইপ) ১ টি
- ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প ২ টি
- ক্যাবল (১৪/.০২৯) ১ মিটার
- ইনসুলেশন টেপ ১ টি

প্রয়োজনীয় পরিমাপক যন্ত্রপাতিঃ

- ভোল্ট মিটার (০-৩০০ ভোল্ট) ১ টি
- এমিটার (০-৩০ এম্পিয়ার) ১ টি

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



Job Sheet (জব শীট) - ১.২.৪

জবের নাম : এক স্থান থেকে একটি লোড নিয়ন্ত্রন করা ।

কাজের ধাপসমূহঃ

- ১) স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ এবং পরিধান করণ ।
- ২) স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করণ ।
- ৩) সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ফিউজ, সুইচ, এবং হোল্ডারের ওয়্যারিং সম্পন্ন করণ ।
- ৪) সম্পূর্ণ সার্কিটটি ডায়াগ্রাম অনুযায়ী চেক করণ ।
- ৫) হোল্ডারে বাল্ব সংযুক্ত কর ।
- ৬) সাপ্লাই এর সাথে যুক্ত করে সুইচ অন করণ ।
- ৭) ফলাফল পর্যবেক্ষন করণ ।
- ৮) সার্কিটটি বিচ্ছিন্ন করণ ।
- ৯) যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষন করবে ।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষন করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ১.২.৪

জবের নাম : এক স্থান থেকে একটি লোড নিয়ন্ত্রন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- এপ্রোন ১ পিস
- সেফটি সূ ১ জোড়া
- হ্যান্ড গ্লোভস ১ জোড়া
- হেলমেট ১ টি

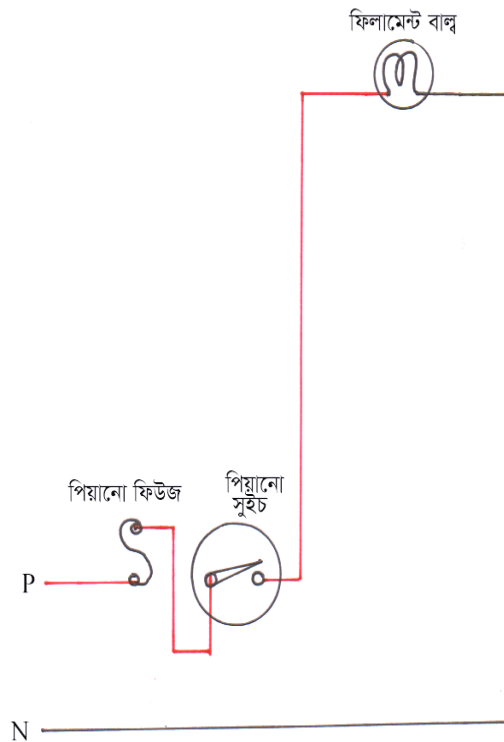
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

- কন্সিনেশন প্লায়ার্স ১ পিস
- কাটিং প্লায়ার্স ১ পিস
- ওয়্যার স্ট্রিপার ১ পিস
- নোজ প্লায়ার্স ১ পিস
- স্ক্রু ড্রাইভার ১ টি

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ব্যাটেন হোল্ডার (৫ এম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট) ১ টি
- ১ ওয়ে সুইচ (পিয়ানো টাইপ) ১ টি
- ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প ১ টি
- ক্যাবল (১৪/.০২৯) ২ ফুট
- ইনসুলেশন টেপ ১ টি

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



জব শীট (Job Sheet) - ১.২.৫

জবের নাম : দুই স্থান থেকে একটি লোড নিয়ন্ত্রন করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- ১) স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ এবং পরিধান করণ।
- ২) স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করণ।
- ৩) সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ফিউজ, সুইচ, এবং হোল্ডারের ওয়্যারিং সম্পন্ন করণ।
- ৪) সম্পূর্ণ সার্কিটটি ডায়াগ্রাম অনুযায়ী চেক করণ।
- ৫) হোল্ডারে বাল্ব সংযুক্ত কর।
- ৬) সাপ্লাই এর সাথে যুক্ত করে সুইচ অন করণ।
- ৭) ফলাফল পর্যবেক্ষন করণ।
- ৮) সার্কিটটি বিচ্ছিন্ন করণ।
- ৯) যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষন করবে।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষন করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-১.২.৫

জবের নাম : দুই স্থান থেকে একটি লোড নিয়ন্ত্রন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

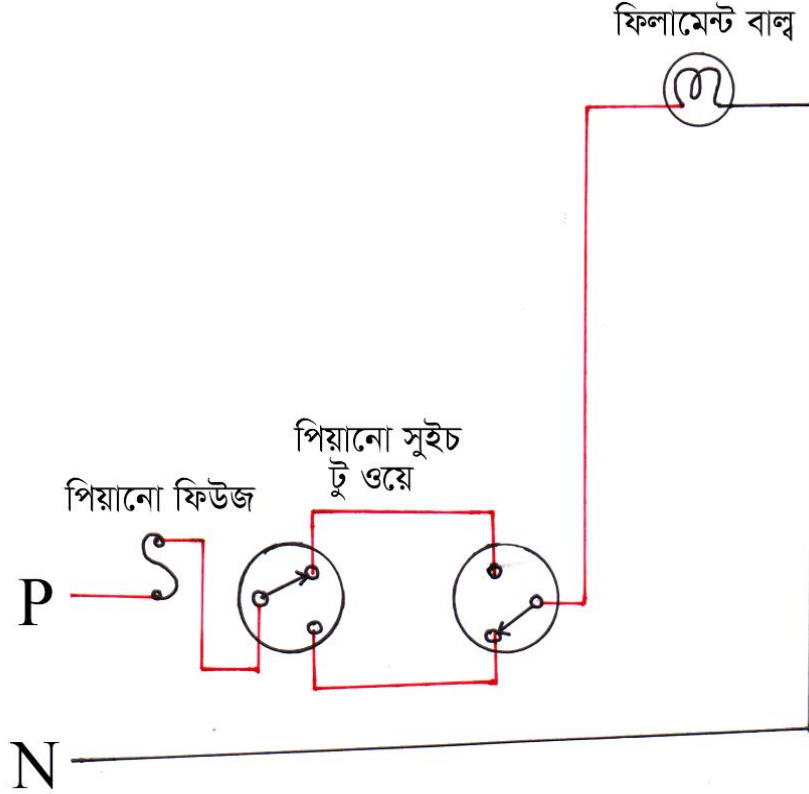
- | | |
|------------------|---------|
| ● এপ্রোন | ১ পিস |
| ● সেফটি সূ | ১ জোড়া |
| ● হ্যান্ড গ্লোভস | ১ জোড়া |
| ● হেলমেট | ১ টি |

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

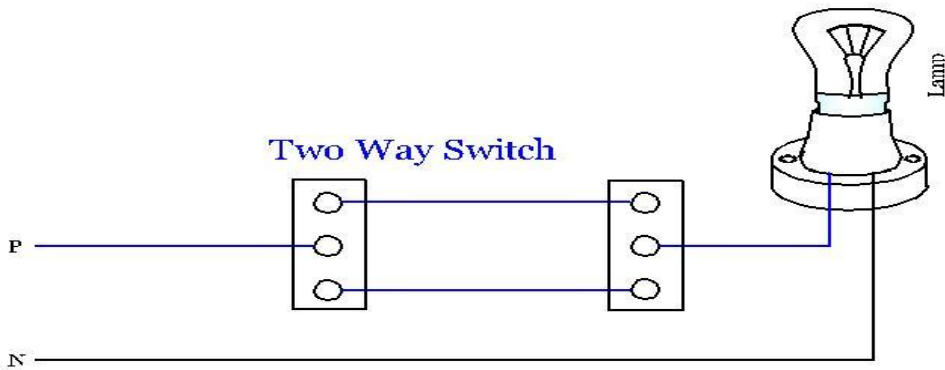
- | | |
|------------------------|-------|
| ● কম্বিনেশন প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ● কাটিং প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ● ওয়্যার স্ট্রিপার | ১ পিস |
| ● নোজ প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ● স্ক্রু ড্রাইভার | ১ টি |

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ব্যাটেন হোল্ডার (৫ এম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট) ১ টি
- টু ওয়ে সুইচ (পিয়ানো টাইপ) ২ টি
- ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প ১ টি
- ক্যাবল (১৪/.০২৯) ২ ফুট
- ইনসুলেশন টেপ ১ টি



ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



চিত্র ১ঃ একটি বাতিকে
দু স্থান থেকে নিয়ন্ত্রন বর্তনী

জব শীট (Job Sheet) - ১.২.৬

জবের নাম : টিউব লাইট ইন্সটল করা।

কাজের ধাপসমূহ :

- ১) স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ এবং পরিধান করণ।
- ২) স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করণ।
- ৩) সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ফিউজ, সুইচ, এবং হোল্ডার, ব্যালাস্ট এবং স্টার্টার সংযোগ সম্পন্ন করণ।
- ৪) সম্পূর্ণ সার্কিটটি ডায়াগ্রাম অনুযায়ী চেক করণ।
- ৫) হোল্ডারে বাল্ব সংযুক্ত কর।
- ৬) সাপ্লাই এর সাথে যুক্ত করে সুইচ অন করণ।
- ৭) ফলাফল পর্যবেক্ষণ করণ।
- ৮) সার্কিটটি বিচ্ছিন্ন করণ।
- ৯) যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করবে।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-১.২.৬

জবের নাম : টিউব লাইট ইন্সটল করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- এপ্রোন ১ পিস
- সেফটি সূ ১ জোড়া
- হ্যান্ড গ্লোভস ১ জোড়া
- সেফটি হেলমেট ১ টি

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট :

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স ১ পিস
- কাটিং প্লায়ার্স ১ পিস
- ওয়্যার স্ট্রিপার ১ পিস
- নোজ প্লায়ার্স ১ পিস
- স্ক্রু ড্রাইভার ১ টি
- নিয়ন টেস্টার ১ টি

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- সেফটি হোল্ডার (৫ এম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট) ২ জোড়া
- স্টার্টার ১ টি
- ওয়ান-ওয়ে সুইচ (পিয়ানো টাইপ) ২ টি
- টিউব লাইট ১ টি
- ক্যাবল (১৪/.০২৯) ৩ মিটার
- ইনসুলেশন টেপ ১ টি

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

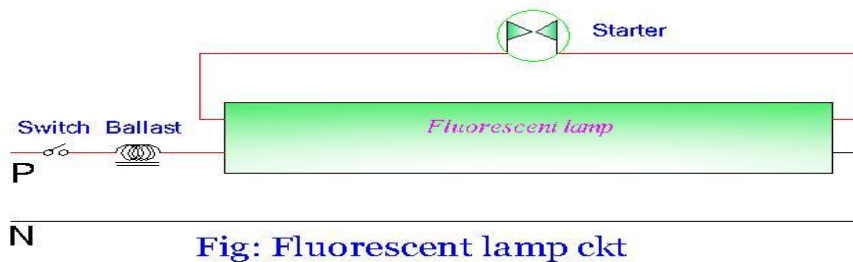


Fig: Fluorescent lamp ckt

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ১.৩

শিখন ফল-৩: কেবলের জয়েন্ট/সংযোগ তৈরি করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের কেবল জয়েন্ট
- কেবলের বৈশিষ্ট্য ও সাইজ
- কর্মক্ষেত্রের স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী কেবল জয়েন্ট তৈরি করা

ক) শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের কেবল জয়েন্ট

জয়েন্ট (Joint):

জয়েন্ট শব্দের অর্থ জোড়া বা জোড়া লাগানো। তাই এক খেই বা বহু খেই বিশিষ্ট তার বা ক্যাবলের সংযোগকেই ইংরেজীতে জয়েন্ট বলে। জয়েন্ট সাধারণত দুই প্রকার। যথা-

- ট্যাপ জয়েন্ট (Tap Joint) : এক খেই বা বহু খেই বিশিষ্ট তারের মাঝখানে বা যে কোন জায়গায় সংযোগ করাকেই ট্যাপ জয়েন্ট বলে। যেমন, চলন্ত বৈদ্যুতিক লাইনে সার্ভিস লাইন সংযোগের জন্য করা হয়। এটিকে কখনো কখনো টি জয়েন্টও বলা হয়।
- এসপ্লাইস জয়েন্ট (Splice Joint) : দুই বা ততোধিক তারের সংযোগ করাকে এসপ্লাইস জয়েন্ট বলে। এই জয়েন্টকে আবার দুইভাগে ভাগ করা যায়। যথা-
 - ডু-প্লেস্স জয়েন্ট: দুই কোর বিশিষ্ট ক্যাবলের জন্য, যেখানে প্রতিটি কোর আলাদাভাবে যুক্ত করা হয়।
 - ম্যারিড জয়েন্ট: বহু খেই বিশিষ্ট ক্যাবলের জন্য ব্যবহৃত হয়।

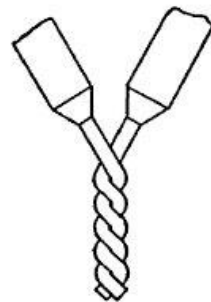
অন্যান্য কিছু প্রকার জয়েন্ট আছে, যেগুলো বৈদ্যুতিক কাজের ধরন অনুযায়ী ব্যবহৃত হয়। যেমন:

- পিগটেইল জয়েন্ট (Pigtail Joint)
- টি জয়েন্ট (T-Joint)
- ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট (Western Union Joint): যেখানে সংযোগস্থলে কিছুটা টান থাকে, সেখানে শক্তিশালী সংযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়
- ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট (Britania Joint)
- ট্যাপ জয়েন্ট (Tap Joint) : এটি আবার দুই প্রকার
 - মোড়ানো ট্যাপ জয়েন্ট
 - গীট পরানো জয়েন্ট

ক্যাবল জয়েন্টের গুণাগুণ বা বৈশিষ্ট্য :

- যান্ত্রিকভাবে জয়েন্ট শক্ত হতে হবে, যেন অন্য অংশের সমান হয়।
- জয়েন্ট স্থলে কন্ডাকট্যাপ অন্য অংশের সমান হতে হবে।
- জয়েন্ট স্থলে এমনভাবে ইনসুলেশন দিতে হবে যেন অন্য অংশের সমান হয়।

১. পিগটেইল জয়েন্ট (Pigtail Joint): পিগটেইল জয়েন্ট হলো একটি বৈদ্যুতিক তারের সংযোগ পদ্ধতি, যা সাধারণত হালকা ও চিকন ক্যাবল বা তারের জন্য ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে দুইটি তারের খেই (conductor strands) পাশাপাশি রেখে তাদের একে অপরের চারপাশে ঘুরিয়ে সংযুক্ত করা হয়, যা দেখতে পিগটেইলের মতো লালিত হয়। এই জয়েন্ট সাধারণত এমন স্থানে ব্যবহার করা হয় যেখানে জয়েন্টের স্থানে কোন প্রকার টান বা শক্তি হয়ে ওঠে না, যেমন জাংশন বক্স, সুইচ বোর্ড ইত্যাদি।



Pigtail Joint এর গঠন পদ্ধতি:

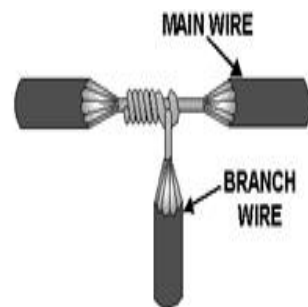
1. দুইটি তারের ইনসুলেশন (কভার) প্রায় ২-৩ সেন্টিমিটার পর্যন্ত ছেঁটে ফেলা হয়।
2. উভয় তারের খালি তামার অংশ একসঙ্গে রেখে একদিকে ৪-৫ বার পাকানো হয়।
3. সংযোগ স্থানে ইনসুলেশন টেপ ভালোভাবে পৌঁচিয়ে দেওয়া হয় যাতে শর্ট সার্কিট না হয়।

পিগটেইল জয়েন্টের কিছু বৈশিষ্ট্য ও প্রয়োগ:

এটি যান্ত্রিকভাবে মজবুত হয় এবং কারেন্ট প্রবাহে বাধা সৃষ্টি করে না। টান কম পড়ে এমন বা কোনো টান নেই এমন অবস্থানে এটি ব্যবহৃত হয়। সাধারণত ৩০ থেকে ৩৭ মিলিমিটার পরিমাণ তারের ইনসুলেশন সরিয়ে নিয়ে জয়েন্ট করা হয়। বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক জয়েন্টের মধ্যে পিগটেইল জয়েন্ট একটি সহজ ও প্রচলিত পদ্ধতি। অতএব, পিগটেইল জয়েন্ট হলো এমন একটি তারের সংযোগ যা তারের খেইকে পাশাপাশি রেখে ডানদিকে ঘুরিয়ে তৈরি করা হয় এবং এটি মূলত এমন জায়গায় ব্যবহৃত হয় যেখানে টান কম পড়ে বা থাকে না, যেমন জাংশন বক্স বা সুইচ বোর্ডে।

২. টি জয়েন্ট বা ব্রাঞ্চ জয়েন্ট:

টি জয়েন্ট হলো একটি ইলেকট্রিক্যাল জয়েন্ট পদ্ধতি, যা চলন্ত বৈদ্যুতিক লাইনে থেকে একটি সেবা লাইন (service line) অথবা একটি শাখা লাইন ক্যাবল সংযোগ করার কাজে ব্যবহৃত হয়। এই জয়েন্টে মূল কেবলের সাথে একটি নতুন তার বা লাইন টি আকৃতিতে সংযুক্ত করা হয়, এ কারণেই এটি টি জয়েন্ট নামে পরিচিত। মূল কেবল (Main Cable) থেকে একটি শাখা কেবল (Branch Cable) বের করা হয় বলে একে ব্রাঞ্চ জয়েন্টও বলা হয়ে থাকে।



টি জয়েন্টের বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার:

- এটি মূল লাইনে কোনো রকম বিঘ্ন না ঘটিয়ে শর্ট কাট সার্ভিস লাইন বা শাখা লাইন তৈরি করতে সাহায্য করে।
- প্রধান তারের সঙ্গে সংযোগকৃত নতুন তারটি একটি টেপ বা ইনসুলেটর দিয়ে মোড়ানো থাকে, তাই এটি টি টেপ জয়েন্ট বলেও পরিচিত।
- এই পদ্ধতি ফোন, কুয়াশা সিস্টেম, বিদ্যুৎ বিতরণ লাইনে এবং বাড়ি পর্যন্ত সেবা লাইন সংযোগে ব্যবহার হয়।
- টি জয়েন্টের মাধ্যমে তারের সংযোগ শক্তিশালী ও নিরাপদ থাকে।

সঠিকভাবে টি জয়েন্ট করতে, মূল তারের উপর সাবধানে ইনসুলেশন সরিয়ে নতুন তারের খেইগুলো প্রধান তারের খেইগুলোর মাঝে ঢুকিয়ে শক্ত করে পৌঁচিয়ে নিতে হয় এবং ভালোভাবে টেপ দিয়ে ঢেকে দিতে হয়। এতে করে সংযোগ দৃঢ় ও দীর্ঘস্থায়ী হয়। টি জয়েন্ট সাধারণত বৈদ্যুতিক ও টেলিযোগাযোগ তারের সংযোগে বহুল ব্যবহৃত এবং এটি একটি মৌলিক ও কার্যকর জয়েন্ট পদ্ধতি হিসেবে বিবেচিত হয়।

৩. স্ট্রেইট থ্রু জয়েন্ট (Straight through joints) :

স্ট্রেইট থ্রু জয়েন্ট হল একটি বৈদ্যুতিক জয়েন্ট যা একটি তারের দুটি প্রান্তকে একটি সরলরেখায় সংযুক্ত করতে ব্যবহৃত হয়, যা ক্রমাগত এবং নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ সঞ্চালন নিশ্চিত করে। এটি সাধারণত মাঝারি থেকে উচ্চ ভোল্টেজের তারগুলিকে সংযুক্ত করার জন্য ব্যবহৃত হয়, বিশেষ করে বিদ্যুৎ সঞ্চালন এবং বিতরণ ব্যবস্থায়।

স্ট্রেইট থ্রু জয়েন্টের মূল বৈশিষ্ট্য:

- একই ব্যাস এবং ধরণের দুটি তারের প্রান্ত থেকে প্রান্তে সংযোগ করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।
- বৈদ্যুতিক পরিবাহিতা, যান্ত্রিক শক্তি এবং মূল তারের সমতুল্য অন্তরক বৈশিষ্ট্য বজায় রাখে।
- সাধারণত পরিবাহী সংযোগকারী, অন্তরক উপকরণ এবং পরিবেশগত কারণ থেকে জয়েন্টকে রক্ষা করার জন্য প্রতিরক্ষামূলক আবরণ অন্তর্ভুক্ত থাকে।
- ইনস্টলেশনের মধ্যে সতর্কতার সাথে প্রস্তুতি নেওয়া হয় যেমন তারের প্রান্তগুলি খুলে ফেলা, পরিষ্কার করা, কন্ডাক্টরগুলিকে নিরাপদে সংযুক্ত করা, পৃথক সংযোগগুলিকে অন্তরক করা এবং তাপ-সঙ্কুচিত টিউব বা অন্যান্য প্রতিরক্ষামূলক আবরণ দিয়ে বাইরের সিলিং প্রয়োগ করা।
- সংযোগের পরে তারের অখণ্ডতা বজায় রেখে বিদ্যুৎ বিতরণ নেটওয়ার্কগুলির নির্ভরযোগ্যতা এবং সুরক্ষা নিশ্চিত করে।

স্ট্রেইট থ্রু জয়েন্টগুলি শিল্প স্থাপনা, ভূগর্ভস্থ কেবল, সাবস্টেশন এবং বিদ্যুৎ সঞ্চালন এবং তারের মেরামতের জন্য পুনর্নবীকরণযোগ্য শক্তি প্রকল্পগুলিতে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। ব্যর্থতা রোধ করতে এবং দীর্ঘমেয়াদী স্থায়িত্ব নিশ্চিত করতে সঠিক ইনস্টলেশন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৪. ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট

এটি একটি পদ্ধতি যেখানে দুটি তারের প্রান্তকে একে অপরের সাথে শক্তভাবে পৈঁচিয়ে এমনভাবে সংযুক্ত করা হয় যাতে সংযোগস্থলটি মূল তারের চেয়েও বেশি শক্তিশালী হয়। এটি মূলত কমন টেলিগ্রাফ লাইনে ব্যবহৃত হত, কিন্তু পরে বৈদ্যুতিক তারের জন্যও গ্রহণযোগ্যতা পায়।

ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট তৈরির পদ্ধতি (Step-by-Step):

- ধাপ ১: ইন্সুলেশন stripping: প্রথমে সংযোগ করতে চাওয়া দুটি তারের প্রান্ত থেকে প্রায় ৩-৪ ইঞ্চি পরিমাণ প্লাস্টিকের ইন্সুলেশন খুলে ফেলতে হবে।
- ধাপ ২: ক্রস গঠন: দুটি খোলা তারকে 'X' আকারে ক্রস করে নিতে হবে।
- ধাপ ৩: প্রথম পৈঁচ: প্রথম তারটিকে অপর তারের গায়ে শক্তভাবে কমপক্ষে পাঁচ থেকে সাত বার পৈঁচিয়ে নিতে হবে।
- ধাপ ৪: দ্বিতীয় পৈঁচ: একইভাবে প্রথম তারের মতো দ্বিতীয় তারটিকেও পাঁচ থেকে সাত বার পৈঁচিয়ে নিতে হবে।
- ধাপ ৫: অতিরিক্ত অংশ কেটে ফেলা: পৈঁচানোর পর বাড়তি অংশের তার কেটে ফেলতে হবে, যাতে সংযোগটি সুন্দর ও নিরাপদ দেখায়।
- ধাপ ৬: ইন্সুলেশন: সম্পূর্ণ সংযোগস্থলটিকে বৈদ্যুতিক টেপ দিয়ে ভালোভাবে মুড়ে দিতে হবে, যাতে কোনো অংশ খোলা না থাকে।



ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট

ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্টের ব্যবহার:

- ওভারহেড টেলিগ্রাফ ও টেলিফোন লাইন: ঐতিহাসিক ভাবে এটি এখানেই সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হত।
- বৈদ্যুতিক তারের সংযোগ: বিশেষ করে যেখানে যান্ত্রিক টান বেশি পড়ে।
- ইমারজেন্সি মেরামত: যেখানে অন্য কোনো কানেক্টর পাওয়া যায় না।
- কমন টেলিগ্রাফ লাইন: এটি মূল উদ্দেশ্যেই তৈরি করা হয়েছিল।

সুবিধা:

- যান্ত্রিকভাবে খুব শক্তিশালী
- কোনো অতিরিক্ত উপকরণের প্রয়োজন হয় না
- খুবই টেকসই এবং নির্ভরযোগ্য
- ইমারজেন্সিতে খুবই উপযোগী

খ) কেবলের বৈশিষ্ট্য ও সাইজ

১. ক্যাবলের সাইজ (Cross-Sectional Area)

ক্যাবলের সাইজ সাধারণত তারের ক্রস-সেকশনাল এরিয়া দ্বারা পরিমাপ করা হয়। বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন একক ব্যবহার করা হয়:

বর্গ মিলিমিটার (mm^2): বেশিরভাগ দেশে (ইউরোপ, এশিয়া সহ) এই একক ব্যবহার করা হয়।

উদাহরণ: 1.5 mm^2 , 2.5 mm^2 , 4 mm^2 , 6 mm^2 , 10 mm^2 , 16 mm^2 , 25 mm^2 , 35 mm^2 , 50 mm^2 , 70 mm^2 , 95 mm^2 , 120 mm^2 ইত্যাদি।

AMG বা AWG (American Wire Gauge): মূলত উত্তর আমেরিকায় ব্যবহার করা হয়।

উদাহরণ: AWG 14, AWG 12, AWG 10, AWG 8, AWG 6, AWG 4, AWG 2, AWG 1/0, AWG 2/0, AWG 4/0 ইত্যাদি।

সাইজ নির্বাচনের কারণ:

- কারেন্ট লোড: কত অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট বহন করতে হবে।
- ভোল্টেজ ড্রপ: দীর্ঘ দূরত্বে ভোল্টেজ ড্রপ যেন সহনীয় পর্যায়ে থাকে।
- সার্ট সার্কিট কারেন্ট: ফিউজ বা সার্কিট ব্রেকারের সাথে সামঞ্জস্য রাখা।

২. ক্যাবলের প্রধান বৈশিষ্ট্যসমূহ

ক. কন্ডাক্টরের উপাদান

- তামা (Copper): সর্বোচ্চ পরিবাহিতা, নমনীয়, দাম বেশি।
- অ্যালুমিনিয়াম (Aluminum): হালকা ও সস্তা, কিন্তু পরিবাহিতা তামার চেয়ে কম, অক্সিডাইজড হয়।

খ. ইনসুলেশন (Insulation) এবং শীথ (Sheath) এর উপাদান

- পিভিসি (PVC): সাধারণ উদ্দেশ্যে, কম দাম, আগুনে বিষাক্ত গ্যাস নির্গত করতে পারে।
- এক্সলপলিইথিলিন (Cross-Linked Polyethylene): উচ্চ তাপমাত্রা এবং আর্দ্রতা প্রতিরোধী, বেশি মজবুত।
- রাবার (Rubber): নমনীয়তা বেশি, শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহার।
- এলএসজেডএইচ (LSZH - Low Smoke Zero Halogen): আগুনের সময় কম ধোঁয়া ও বিষাক্ত গ্যাস নির্গত করে, জনবহুল স্থানে ব্যবহার।

গ. ক্যাবলের গঠন

- সিঙ্গেল কোর (Single Core): শক্ত, সাধারণ ব্যবহার।
- মাল্টি-কোর (Multi-Core): ২ কোর, ৩ কোর, ৪ কোর বা তার বেশি। যেমন: 3.5-core (৩টি ফেজ, ১টি নিউট্রাল এবং ১টি আর্থ/গ্রাউন্ড)।

ঘ. ভোল্টেজ রেটিং

- লো ভোল্টেজ (LV): 0.6/1 kV পর্যন্ত (বাসা-বাড়ি, বাণিজ্যিক)
- মিডিয়াম ভোল্টেজ (MV): 6.35 kV, 11 kV, 33 kV (ডিস্ট্রিবিউশন নেটওয়ার্ক)
- হাই ভোল্টেজ (HV): 66 kV এবং তার উপরে (ট্রান্সমিশন নেটওয়ার্ক)

ঙ. বিশেষ বৈশিষ্ট্য

- আর্মাড ক্যাবল: যান্ত্রিক সুরক্ষার জন্য স্টীলের তার বা টেপ বসানো।
- ওভারহেড ক্যাবল: বাতাসের চাপ ও আবহাওয়া প্রতিরোধী।
- ফায়ার সারভাইভাল/ফায়ার রেজিস্ট্যান্ট ক্যাবল: নির্দিষ্ট সময়ের জন্য আগুনের মধ্যে কাজ চালু রাখতে পারে।
- আন্ডারগ্রাউন্ড ক্যাবল: মাটিতে পুঁততে উপযুক্ত, আর্দ্রতা প্রতিরোধী।

৩. বাংলাদেশ/ভারতীয় প্রেক্ষাপটে সাধারণ ক্যাবলের সাইজ (PVC Insulated Cables)

ক্যাবল সাইজ (mm ³)	আনুমানিক কারেন্ট রেটিং (A)	সাধারণ ব্যবহার
1.5	16	লাইটিং সার্কিট, ল্যাম্প
2.5	20	পাওয়ার সকেট, সাধারণ ঘরোয়া তার
4	25	ওয়াটার হিটার, এসি ইউনিট
6	32	সাব-মেইন, ছোট মোটর
10	43	রাইজিং মেইন, ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড
16	57	মেইন ইনকামিং লাইন, শিল্প

গ) কর্মক্ষেত্রের স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী কেবল জয়েন্ট তৈরি করা

তারের সূচী সংযোগের পদক্ষেপ সমূহ :

- মেজারিং এবং কাটিং : জয়েন্টের জন্য প্রয়োজনীয় পরিমাণ ক্যাবল মেপে নেওয়ার পর কাঁটতে হবে।
- স্কিনিং (Skinning) : জয়েন্টস্থল চাকু দ্বারা ক্যাবলের আবরণ 80° থেকে ৬০° কোণে সুন্দরভাবে তুলে নেওয়াকে Skinning বলে।
- স্ক্রাপিং (Scraping) : জয়েন্টের জন্য Skinning এর স্থানটির প্রত্যেকটি খেই এর উপরের আবরণ হালকাভাবে ভোঁতা চাকু অথবা ইমারি পেপারের সাহায্যে পরিষ্কার করাকে Scraping বলে।
- টায়িং (Tying) : প্রস্তুতকৃত ক্যাবলদ্বয় নিয়ম অনুযায়ী পরস্পরের সাথে পেঁচানো বা মোড়ানোকে Tying বলে।
- সোল্ডারিং (Soldering) : জয়েন্ট প্রস্তুত হওয়ার পর সংযোগস্থলটি মজবুত করার জন্য সোল্ডারিং আয়রনের সাহায্যে ঝালাই করাকেই সোল্ডারিং বলে।
- টেপিং (Taping) : ঝালাইকৃত স্থানটি ইন্সুলেশন টেপ এর সাহায্যে ঢেকে দেওয়াকেই টেপিং বলে।

সেলফ চেক (Self Check)-১.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. জয়েন্ট কাকে বলে? জয়েন্ট কত প্রকার ও কি কি?
২. ক্যাবল জয়েন্টের গুণাগুণ বা বৈশিষ্ট্য কি?
৩. ক্যাবলের সাইজ কিভাবে পরিমাপ করা হয়?
৪. ক্যাবলের প্রধান বৈশিষ্ট্যসমূহ কি কি?
৫. ক্যাবল সংযোগের ধাপগুলো কি?

উত্তর পত্র (Answer sheet) - ১.৩

১. জয়েন্ট কাকে বলে? জয়েন্ট কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর: জয়েন্ট শব্দের অর্থ জোড়া বা জোড়া লাগানো। তাই এক খেই বা বহু খেই বিশিষ্ট তার বা ক্যাবলের সংযোগকেই ইংরেজীতে জয়েন্ট বলে। জয়েন্ট সাধারণত দুই প্রকার। যথা- ১. ট্যাপ জয়েন্ট (Tap Joint), ২. এসপ্লাইস জয়েন্ট (Splice Joint)

অন্যান্য কিছু প্রকার জয়েন্ট আছে, যেগুলো বৈদ্যুতিক কাজের ধরন অনুযায়ী ব্যবহৃত হয়। যেমন:

- পিগটেইল জয়েন্ট (Pigtail Joint)
- টি জয়েন্ট (T-Joint)
- ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট (Western Union Joint): যেখানে সংযোগস্থলে কিছুটা টান থাকে, সেখানে শক্তিশালী সংযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়
- ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট (Britania Joint)
- ট্যাপ জয়েন্ট (Tap Joint)

২. ক্যাবল জয়েন্টের গুণাগুণ বা বৈশিষ্ট্য কি?

উত্তর: ক্যাবল জয়েন্টের গুণাগুণ বা বৈশিষ্ট্য :

- যান্ত্রিকভাবে জয়েন্ট শক্ত হতে হবে, যেন অন্য অংশের সমান হয়।
- জয়েন্ট স্থলে কন্ডাকট্যান্স অন্য অংশের সমান হতে হবে।
- জয়েন্ট স্থলে এমনভাবে ইনসুলেশন দিতে হবে যেন অন্য অংশের সমান হয়।

৩. ক্যাবলের সাইজ কিভাবে পরিমাপ করা হয়?

উত্তর: ক্যাবলের সাইজ সাধারণত তারের ক্রস-সেকশনাল এরিয়া দ্বারা পরিমাপ করা হয়। বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন একক ব্যবহার করা হয়। বর্গ মিলিমিটার (mm^2): বেশিরভাগ দেশে (ইউরোপ, এশিয়া সহ) এই একক ব্যবহার করা হয়।

৪. ক্যাবলের প্রধান বৈশিষ্ট্যসমূহ কি কি?

উত্তর: ক্যাবলের প্রধান বৈশিষ্ট্যসমূহ হলো-

- ক. কন্ডাক্টরের উপাদান
- খ. ইনসুলেশন (Insulation) এবং শীথ (Sheath) এর উপাদান
- গ. ক্যাবলের গঠন
- ঘ. ভোল্টেজ রেটিং
- ঙ. ক্যাবলের সুরক্ষার

৫. ক্যাবল সংযোগের ধাপগুলো কি?

উত্তর: তারের সুষ্ঠু সংযোগের পদক্ষেপ সমূহ :

- মেজারিং এবং কাটিং
- স্কিনিং (Skinning)
- স্ক্র্যাপিং (Scraping)
- টায়িং (Tying)
- সোল্ডারিং (Soldering)
- টেপিং (Taping)

জব শীট (Job Sheet) - ১.৩.১

জবের নাম : বিভিন্ন প্রকার জয়েন্ট তৈরি করা।

কাজের ধাপসমূহ :

- ১) স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ এবং পরিধান করণ।
- ২) স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করণ।
- ৩) প্রয়োজনমতো ক্যাবল নিন।
- ৪) দুই টুকরা ক্যাবলের ২ ইঞ্চি পরিমাণ ইনসুলেশন উঠান।
- ৫) জয়েন্টের ধরন অনুযায়ী টাইং করণ।
- ৬) জয়েন্টের বাকি অংশ কেটে ফেলুন।
- ৭) যন্ত্রপাতি এবং মালামাল পরিষ্কার করে যথাস্থানে সংরক্ষণ করণ।
- ৮) কর্মস্থল পরিষ্কার করণ।

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) -১.৩.১

জবের নাম : বিভিন্ন প্রকার জয়েন্ট তৈরি করন।

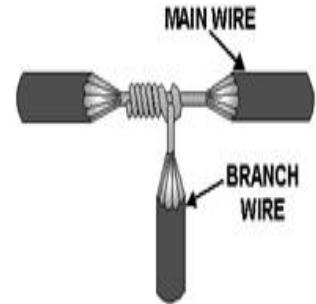
প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ :

- এপ্রোন ১ পিস
- সেফটি সূ ১ জোড়া
- হ্যান্ড গ্লোভস ১ জোড়া
- হেলমেট ১ টি

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট :

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স ১ পিস
- কাটিং প্লায়ার্স ১ পিস
- ওয়্যার স্ট্রিপর ১ পিস
- নোজ প্লায়ার্স ১ পিস
- ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ ১ টি
- প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ
- ক্যাবল প্রয়োজনমতো।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ১.৪

শিখন ফল-৪: বিভিন্ন ধরনের ইলেকট্রিক্যাল লোড এবং লোড ক্যালকুলেশন বুঝতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

বৈদ্যুতিক লোডসমূহঃ

- রেজিস্টিভ লোড (Resistive load)
- ইন্ডাক্টিভ লোড (Inductive load)
- ক্যাপাসিটিভ লোড (Capacitive load)

ইলেকট্রিক লোড (Electric Load):

বৈদ্যুতিক উৎসের সাথে সংযুক্ত কম্পোনেন্ট, সার্কিট, ডিভাইস, যন্ত্রাংশ বা সিস্টেম যার দ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তির অপচয় হয় তাকে বৈদ্যুতিক লোড বলে।

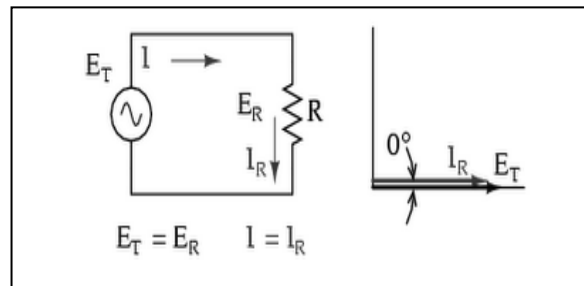
বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক লোড গুলির কার্যকারিতা লক্ষ্য করে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন - রেজিস্টিভ লোড, ক্যাপাসিটিভ ও ইন্ডাক্টিভ লোড।

ক) রেজিস্টিভ লোডঃ

যে সার্কিটে কেবল মাত্র রেজিস্ট্যান্স থাকে তাকে খাঁটি রেজিস্টিভ সার্কিট বলে। যেমন- ফিলামেন্ট বাতি, হীটার কয়েল, স্থির রেজিস্ট্যান্স, পরিবর্তনশীল রেজিস্ট্যান্স, সোল্ডারিং আয়রন, টিউব লাইট।

বৈশিষ্ট্যঃ

- রেজিস্টিভ সার্কিট দিয়া যখন অল্টার্নেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তখন রেজিস্ট্যান্সে যে ভোল্টেজ ড্রপ হয় তার পরিমাণ সার্কিটের তড়িৎ প্রবাহ আর রেজিস্ট্যান্সের গুণফলের সমান। যেমন, $V=IR$
এখানে V দ্বারা সার্কিটের তড়িৎ চাপ (ভোল্ট), I সার্কিটের তড়িৎ প্রবাহ (এম্পায়ার), এবং R দ্বারা সার্কিটের রেজিস্ট্যান্সকে (ওহম) বোঝানো হয়েছে। অতএব কারেন্ট $I=V/R$
- পিওর রেজিস্টিভ লোডে কারেন্ট এবং ভোল্টেজের মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব শূন্য। এই ধরনের লোডে পাওয়ার ফ্যাক্টর ইউনিটি হয়।



চিত্রঃ রেজিস্টিভ লোডে কারেন্ট এবং ভোল্টেজের অবস্থান।

বিভিন্ন প্রকার রেজিষ্টিভ লোড:

১) বৈদ্যুতিক বাতি

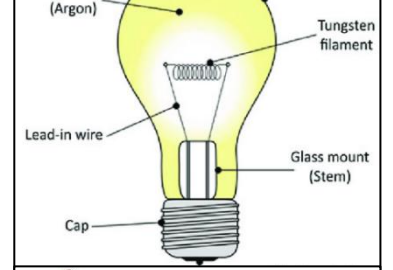
বৈদ্যুতিক বাতি হল একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে আলো শক্তিতে রূপান্তরিত করে। এটি একটি আবিষ্কার যা আধুনিক সভ্যতাকে গভীরভাবে প্রভাবিত করেছে, আমাদের রাতকে দিনে পরিণত করেছে এবং জীবনযাত্রাকে সহজ করেছে।

বৈদ্যুতিক বাতির প্রকারভেদে (প্রযুক্তির উপর ভিত্তি করে)

প্রযুক্তির উন্নতির সাথে সাথে বাতির ধরনও বদলেছে। প্রধান প্রকারগুলি হল:

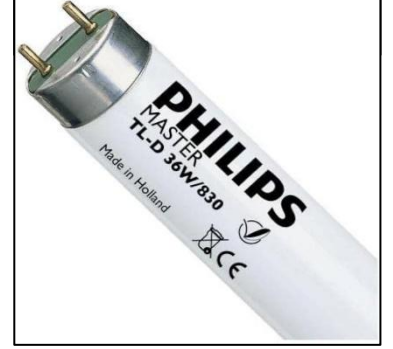
i. ইনক্যান্ডিসেন্ট বাতি (Incandescent Bulb)

- কীভাবে কাজ করে: বৈদ্যুতিক প্রবাহ একটি পাতলা টাংস্টেন ফিলামেন্টের মধ্য দিয়ে যায়, ফিলামেন্টে গরম হয়ে (প্রায় $2900 \pm C$) আলো বিকিরণ করে।
- সুবিধা: সস্তা, সঙ্গে সঙ্গে পুরো উজ্জ্বলতা পায়, উষ্ণ আলো দেয়।
- অসুবিধা: খুবই কম দক্ষ – এরা ব্যবহৃত বিদ্যুতের মাত্র ৫-১০% আলোতে রূপান্তর করে, বাকিটা তাপ হিসেবে নষ্ট হয়। কম স্থায়ী (প্রায় ১০০০ ঘন্টা)।



ii. ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প (Fluorescent Lamp - CFL)

- কীভাবে কাজ করে: বাতির ভিতরে পারদ বাষ্প থাকে যা বিদ্যুতের প্রবাহে অতিবেগুনি রশ্মি সৃষ্টি করে। এই রশ্মি বাতির ভিতরের ফসফর আবরণে আঘাত করে দৃশ্যমান আলো তৈরি করে।
- সুবিধা: গরম বাতির চেয়ে ৪-৫ গুণ বেশি দক্ষ, বেশি স্থায়ী (৬,০০০ - ১৫,০০০ ঘন্টা)।
- অসুবিধা: ধীরে জ্বলে, পারদ থাকায় পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর, আলোর গুণমান (কালার রেন্ডারিং) তুলনামূলক কম ভালো।



iii. এলইডি বাতি (Light Emitting Diode - LED)

- কীভাবে কাজ করে: একটি অর্ধপরিবাহী ডায়োডের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হলে ইলেকট্রন ফোটন (আলো) নির্গত করে। এটি একটি "কোল্ড" প্রক্রিয়া।
- সুবিধা: সবচেয়ে বেশি দক্ষ – গরম বাতির চেয়ে ৮০-৯০% বেশি বিদ্যুৎ সাশ্রয় করে। খুব দীর্ঘস্থায়ী (১৫,০০০ - ৫০,০০০ ঘন্টা পর্যন্ত)। সঙ্গে সঙ্গে জ্বলে ওঠে, ছোট আকারের হয়।
- অসুবিধা: প্রাথমিক খরচ একটু বেশি (তবে দীর্ঘমেয়াদে সাশ্রয়ী)।



iv. হ্যালোজেন বাতি (Halogen Bulb)

- কীভাবে কাজ করে: এটি গরম বাতির একটি উন্নত সংস্করণ। বাত্বের ভিতরে হ্যালোজেন গ্যাস থাকে যা ফিলামেন্টকে বেশি তাপমাত্রায় টিকিয়ে রাখতে এবং এর আয়ু বাড়াতে সাহায্য করে।
- সুবিধা: গরম বাতির চেয়ে বেশি দক্ষ ও স্থায়ী, উজ্জ্বল ও স্পষ্ট সাদা আলো দেয়।
- অসুবিধা: খুব গরম হয়, কম দক্ষ এলইডির তুলনায়।



২) হিটার কয়েল (Heater Coil)

হিটার কয়েল হলো এমন একটি বৈদ্যুতিক উপাদান যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে তাপ শক্তিতে রূপান্তর করে। এটি মূলত জুলের সূত্রে (Joule's Law of Heating) কাজ করে।

কাজ করার মূলনীতি (Working Principle)

যখন বৈদ্যুতিক প্রবাহ কোনো উচ্চ রোধযুক্ত ধাতব তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়, তখন তারটি গরম হয়ে যায় এবং তাপ উৎপন্ন করে। এই প্রক্রিয়াটিকে বলা হয় বিদ্যুতের তাপীয় প্রভাব (Heating Effect of Electric Current)।

$$H=I^2Rt$$

যেখানে,

H = উৎপন্ন তাপ (জুলে)

I = প্রবাহিত তড়িৎ (অ্যাম্পিয়ার)

R = রোধ (ওহম)

t = সময় (সেকেন্ড)



হিটার কয়েল তৈরির উপাদান-

হিটার কয়েল সাধারণত এমন ধাতু দিয়ে তৈরি করা হয় যার রোধ বেশি এবং যা তাপমাত্রায় সহজে নষ্ট হয় না।

সবচেয়ে ব্যবহৃত উপাদান হলো:

- নাইক্রোম (Nichrome) → নিকেল + ক্রোমিয়াম সংকর ধাতু
- ক্যানথাল (Kanthal) → লোহা, ক্রোমিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের সংকর

হিটার কয়েলের ব্যবহার

১. ইলেকট্রিক ইস্ত্রি (Electric Iron)
২. ইলেকট্রিক হিটার
৩. গিজার (Water Heater)
৪. রাইস কুকার
৫. টোস্টার
৬. ওভেন
৭. হেয়ার ড্রায়ার

৩) ইলেকট্রিক আয়রন

ইলেকট্রিক আয়রন একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা কাপড়ের ভাঁজ এবং কুঁচকানো দূর করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এর মূল গঠন হলো একটি হিটিং কয়েল বা ইলিমেন্ট, যা সাধারণত নাইক্রোম তার দিয়ে তৈরি। এই হিটিং কয়েল বিদ্যুৎ প্রবাহের মাধ্যমে উত্তপ্ত হয়ে কাপড়ের নিচে থাকা ধাতব প্লেটকে গরম করে। গরম প্লেট কাপড়ের ওপর তাপ ও চাপ প্রয়োগ করে ভাঁজ দূর করে পরিপাটি করে দেয়।

ইলেকট্রিক আয়রনের প্রধান অংশসমূহ (Main Parts):

- হিটার কয়েল (Heater Coil): নিক্রোম তার দিয়ে তৈরি। বিদ্যুৎ প্রবাহে গরম হয় এবং তাপ উৎপন্ন করে।
- ধাতব তল (Sole Plate): নিচের সমান ও মসৃণ অংশ। তাপ পরিবাহক ধাতু দিয়ে তৈরি (সাধারণত স্টিল বা অ্যালুমিনিয়াম)।
- তাপ নিয়ন্ত্রক (Thermostat): তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়। নির্দিষ্ট তাপমাত্রা অতিক্রম করলে সার্কিট খুলে দেয় এবং ঠান্ডা হলে আবার চালু করে।
- ইন্ডিকেটর লাইট: আয়রন গরম হচ্ছে কি না তা বোঝায়।
- ইনসুলেটেড হাতল (Handle): ব্যবহারকারীর নিরাপত্তার জন্য তাপ নিরোধক পদার্থ দিয়ে তৈরি।
- তাপ নিরোধক পদার্থ (Insulating Material): ভেতরের বৈদ্যুতিক অংশগুলোকে শর্ট সার্কিট থেকে রক্ষা করে।



ইলেকট্রিক আয়রনের প্রকারভেদ:

- ড্রাই আয়রন (Dry Iron): শুধুমাত্র তাপ দ্বারা কাপড় ইস্ত্রি করা হয়।
- স্টিম আয়রন (Steam Iron): পানি বাষ্পে রূপান্তর করে কাপড়ে দেয়, ফলে কাপড় সহজে মসৃণ হয়।

8) রাইস কুকার

রাইস কুকার হল একটি বিদ্যুৎচালিত রান্নার যন্ত্র, যা মূলত ভাত রান্নার জন্য ব্যবহৃত হয়। এতে একটি ভিতরের পাত্রে নির্দিষ্ট পরিমাণ চাল ও পানি রাখা হয় এবং বিদ্যুতের সাহায্যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ভাত সিদ্ধ হয়। রাইস কুকারের বড় সুবিধা হলো এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে রান্না সম্পন্ন করে, ফলে ভাত পুড়ে যাওয়ার সম্ভাবনা খুব কম থাকে এবং রান্নার সময়ও কম হয়। এছাড়াও এতে খাবার গরম রাখার সুবিধা থাকে, যা বারবার গরম করার ঝামেলাও কমায়। কিছু আধুনিক রাইস কুকার মাল্টিফাংশনাল, অর্থাৎ ভাত ছাড়াও সুপ, স্টু, কেক ইত্যাদি রান্না করতে পারে।



রাইস কুকারের প্রধান অংশসমূহ (Main Parts):

- বাহ্যিক দেহ (Outer Body): তাপ নিরোধক ও প্লাস্টিক দ্বারা তৈরি।
- অভ্যন্তরীণ পাত্র (Inner Pot): অ্যালুমিনিয়াম বা নন-স্টিক ধাতু দিয়ে তৈরি; এতে চাল ও পানি রাখা হয়।
- হিটার কয়েল (Heater Coil): বিদ্যুৎ প্রবাহে গরম হয় এবং তাপ উৎপন্ন করে।
- থার্মোস্ট্যাট (Thermostat): নির্দিষ্ট তাপমাত্রা অতিক্রম করলে কুকার স্বয়ংক্রিয়ভাবে “Warm” মোডে চলে যায়।
- ইন্ডিকেটর লাইট: রান্না (Cook) ও গরম রাখার (Warm) অবস্থা নির্দেশ করে।
- ঢাকনা (Lid): তাপ ও বাষ্প ধরে রাখে, যাতে চাল দ্রুত সিদ্ধ হয়।

খ) ইন্ডাকটিভ লোডঃ

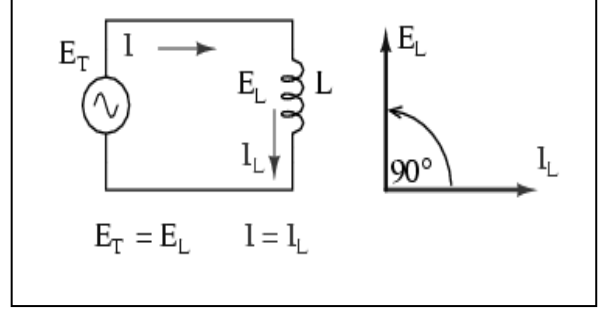
যদি কোন সার্কিটে ইন্ডাকটিভ জনিত বাঁধা থাকে তবে উক্ত বর্তনীকে ইন্ডাকটিভ সার্কিট বলে। যেমন চোক কয়েল, ফ্যান, মোটর এবং ট্রান্সফরমার ইত্যাদি।

বৈশিষ্ট্যঃ

- যখন কোন কয়েলের মধ্যদিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তখনই কুন্ডলির মধ্যে এবং এর চারপাশের বাতাসের চৌম্বক, বলরেখা উৎপন্ন হয়। অল্টারনেটিং কারেন্টে মান ও অভিমুখ প্রতিমুহূর্তে পরিবর্তন হয় তাই কয়েল দিয়ে এ. সি পাঠালে কারেন্টের প্রত্যক্ষ পরিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে, চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা ও অভিমুখ বদল হবে। অর্থাৎ অল্টারনেটিং কারেন্ট হতে প্রবর্তিত চৌম্বক ক্ষেত্রেও অল্টারনেটিং হবে। কোন কয়েল দিয়ে প্রবাহিত প্রতি একক এম্পিয়ার কারেন্ট যত চৌম্বক বলরেখা কয়েলের যত প্যাঁচের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট হয় তাদের গুণফলকে ঐ কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স বলে। ইন্ডাকট্যান্স সাধারণত L দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। এর একক হেনরি। সুতরাং কোন কয়েলের যদি N সংখ্যক প্যাঁচ থাকে আর সেই কয়েল দিয়ে I এম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার ফলে উৎপন্ন বলরেখার সংখ্যা Φ ওয়েবার হয় তবে কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স $L=N\Phi/I$ হেনরি।
- কোন পরিবাহী বা তারের কয়েল দিয়ে অল্টারনেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় কেবলমাত্র পরিবাহী রেজিস্ট্যান্সই যে তড়িৎ প্রবাহকে বাঁধা দেয় তা নয়। কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স ও সরবরাহ লাইনের ফ্রিকোয়েন্সির সঙ্গে একত্র হয়ে কারেন্টকে বাঁধা দিতে থাকে। এই বাঁধার নাম ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স। ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স XL দ্বারা চিহ্নিত হয়। এর একক ওহম। যদি কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স L হেনরি ও সরবরাহ লাইনের ফ্রিকোয়েন্সি f হয় তবে ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স হইবে $XL=2\pi fl$ ওহম।

কারেন্ট ও ভোল্টেজের অবস্থান:

খাঁটি ইন্ডাকটিভ সার্কিটে কারেন্ট ভোল্টেজ হইতে 90° ল্যাগিং বা পিছিয়ে থাকে। এই ধরনের লোডে পাওয়ার ফ্যাক্টর ল্যাগিং হয়। ভেক্টর চিত্র দ্বারা তা দেখানো হলো



চিত্রঃ ইন্ডাকটিভ লোডে কারেন্ট এবং ভোল্টেজের অবস্থান।

বিভিন্ন প্রকার ইন্ডাকটিভ লোড:

- i) ইন্ডাকশন মোটর
- ii) ইলেকট্রিক ফ্যান
- iii) ম্যাগনেটিক কন্ডাক্টর
- iv) চোক কয়েল বা ব্যালাস্ট

গ) ক্যাপাসিটিভ লোডঃ

এ. সি সরবরাহকৃত লাইনে বা সার্কিটে কোন লোডের সাথে ক্যাপাসিটর সংযুক্ত থাকলে উক্ত সার্কিট বা বর্তনীকে ক্যাপাসিটিভ সার্কিট বলে। যদি দুটি ধাতুর পাত এমন ভাব পাশাপাশি রাখা যায় যে, একটি অন্যটির হতে ইনসুলেট করা অবস্থায় থাকে আর পাত দুটির সঙ্গে যদি কোন সরবরাহ লাইনের দুইটি তার কানেকশন করা যায় তবে যে ব্যবস্থাটি তৈরী হয় তাকে ক্যাপাসিটর বলে। সম্পূর্ণ তড়িৎ বর্জিত অবস্থা হতে ক্যাপাসিটরকে তড়িৎ আধান বা চার্জ করে দুই প্লেটের মধ্যে ১ ভোল্ট তড়িৎ বিভবের পার্থক্য সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রয়োজন তাহাকে ঐ ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্স বলে। চার্জের পরিমাণকে তড়িৎ বিভবের পার্থক্য বা ভোল্টেজ দিয়ে ভাগ করলে ক্যাপাসিট্যান্স পাওয়া যায়। ক্যাপাসিট্যান্স সাধারণত C দ্বারা চিহ্নিত হয়। এর একক ফ্যারাড।

ক্যাপাসিট্যান্স = স্থির বিদ্যুৎ/চার্জের পরিমাণ তড়িৎ বিভবের পার্থক্য।

$$C = Q/V$$

এখানে, Q = কুলম্ব এককে পরিমাপ করা স্থির বিদ্যুতের পরিমাণ

V = ভোল্টে মাপা তড়িৎ বিভবের পার্থক্য

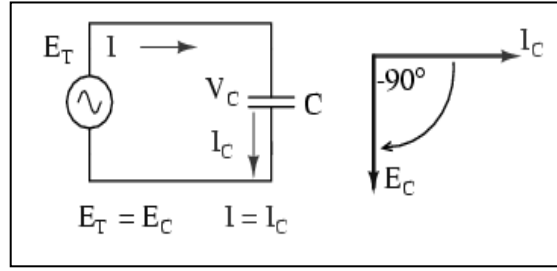
C = ফ্যারাডে মাপা ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্স।

কোন বর্তনীতে অল্টার্নেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হলে এবং সেই লাইনে যদি ক্যাপাসিটর সংযুক্ত থাকে তবে তার ক্যাপাসিট্যান্স ও লাইনে ফ্রিকোয়েন্সির সঙ্গে একত্রে তড়িৎ প্রবাহকে বাঁধা দেয়। একে ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স বলে। ক্যাপাসিট্যান্স প্রকৃত পক্ষে কনডেনসারের ধারণ ক্ষমতা এবং এই ধারণ ক্ষমতা নির্ভর করে

- পরিবাহীর আকার ও আয়তনের উপর,
- পরিবাহীর চারপাশের মাধ্যমের উপর এবং
- পরিবাহীটি কোন মাধ্যমের উপর অবস্থিত তার উপর।

খাঁটি ক্যাপাসিট্যান্স বিশিষ্ট সার্কিটে কোন রেজিস্ট্যান্স বা ইন্ডাকটেন্স না থাকায় ভোল্টেজকে ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স দ্বারা ভাগ করলে সার্কিটের কারেন্ট পাওয়া যায়। যদি কোন খাঁটি ক্যাপাসিট্যান্স বিশিষ্ট সার্কিটের ক্যাপাসিট্যান্স = C ফ্যারাড ফ্রিকোয়েন্সি = f হার্টজ হয় তাহলে এর ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স $X_C = 1/2\pi fc = V = 1 \times C$ সুতরাং $I = V/X_C$ এম্পিয়ার।

কারেন্ট ও ভোল্টেজের অবস্থান
খাঁটি ক্যাপাসিটিভ সার্কিটে
লিডিং থাকে।



কারেন্ট ভোল্টেজ হতে ৯০°

বিভিন্ন প্রকার ক্যাপাসিটিভ লোড:

- i) ক্যাপাসিটর ব্যাংক
- ii) PFI প্যানেল।

সেলফ চেক (Self Check) - ১.৪

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. বৈদ্যুতিক লোড কাকে বলে? লোড কত প্রকার ও কি কি?
২. রেজিস্টিভ লোড কাকে বলে? উদাহরন দিন।
৩. ইন্ডাক্টিভ লোড কাকে বলে? উদাহরন দিন।
৪. ক্যাপাসিটিভ লোড কাকে বলে? উদাহরন দিন।

উত্তরপত্র (Answer Sheet) – ১.৪

১. বৈদ্যুতিক লোড কাকে বলে? লোড কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর:

বৈদ্যুতিক উৎসের সাথে সংযুক্ত কম্পোনেন্ট, সার্কিট, ডিভাইস, যন্ত্রাংশ বা সিস্টেম যার দ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তির অপচয় হয় তাকে বৈদ্যুতিক লোড বলে। বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক লোড গুলির কার্যকারিতা লক্ষ্য করে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন - রেজিস্টিভ লোড, ক্যাপাসিটিভ ও ইন্ডাক্টিভ লোড।

২. রেজিস্টিভ লোড কাকে বলে? উদাহরন দিন।

উত্তর:

যে সার্কিটে কেবল মাত্র রেজিস্ট্যান্স থাকে তাকে খাঁটি রেজিস্টিভ সার্কিট বলে। যেমন- ফিলামেন্ট বাতি, হীটার কয়েল, স্থির রেজিস্ট্যান্স, পরিবর্তনশীল রেজিস্ট্যান্স, সোল্ডারিং আয়রন, টিউব লাইট।

৩. ইন্ডাক্টিভ লোড কাকে বলে? উদাহরন দিন।

উত্তর:

যদি কোন সার্কিটে ইন্ডাক্টিভ জনিত বাঁধা থাকে তবে উক্ত বর্তনীকে ইন্ডাক্টিভ সার্কিট বলে। যেমন চোক কয়েল, ফ্যান, মোটর এবং ট্রান্সফরমার ইত্যাদি।

৪. ক্যাপাসিটিভ লোড কাকে বলে? উদাহরন দিন।





উত্তর:

কোন বর্তনীতে অল্টার্নেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হলে এবং সেই লাইনে যদি ক্যাপাসিটর সংযুক্ত থাকে তবে তার ক্যাপাসিট্যান্স ও লাইনে ফ্রিকোয়েন্সির সঙ্গে একত্রে তড়িৎ প্রবাহকে বাঁধা দেয়। একে ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স বলে।

বিভিন্ন প্রকার ক্যাপাসিটিভ লোড: যেমন- ক্যাপাসিটর ব্যাংক, PFI প্যানেল।

টাস্ক শীট (Task Sheet) – ১.৪.১

জব: বৈদ্যুতিক লোড এর নাম ও ব্যবহার লিখুন।

কাজের বর্ণনা	বৈদ্যুতিক লোড সনাক্ত করা
কাজের মানদণ্ড	বৈদ্যুতিক লোড সনাক্ত ও লেবেল করা
কাজের ধাপসমূহ/পদ্ধতি	<p>বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক লোড সংগ্রহ করুন।</p> <p>উক্ত উপকরণসমূহ টেবিলের উপর আলাদাভাবে রাখুন।</p> <p>বৈদ্যুতিক লোড সনাক্ত করুন।</p> <p>সনাক্তকৃত প্রতিটি বৈদ্যুতিক লোড নামের লেবেলসহকারে তালিকা তৈরি করুন।</p> <p>সনাক্তকৃত প্রতিটি বৈদ্যুতিক লোড ব্যবহারের তালিকা তৈরি করুন।</p> <p>বৈদ্যুতিক লোড পুনরায় জমা দিন।</p> <p>কাজের জায়গা পরিষ্কার করুন।</p>
	
লোডের ধরণ	
ব্যবহার	
	
লোডের ধরণ	
ব্যবহার	
	
লোডের ধরণ	
ব্যবহার	
	
লোডের ধরণ	
ব্যবহার	

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ১.৫

শিখন ফল-৪: চ্যানেল ওয়্যারিং সম্পন্ন করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ড্রয়িং অনুযায়ী ওয়্যারিং লেআউট অংকন
- রয়েল প্লাগ পয়েন্ট নির্ধারণ করা, ড্রিল করা ও বসানো
- চ্যানেলের নিচের অংশগুলো স্থাপন (install) করে স্কু দিয়ে আটকানো
- ECC কেবল চ্যানেলের নিচের অংশে বিছানো
- বোর্ড ও বিভিন্ন ফিক্সচার সংগ্রহ করে ডায়গ্রাম অনুযায়ী ফিট ও সংযোগ করা
- চ্যানেলের নিচের অংশ উপরের অংশ দিয়ে কভার করা

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রয়িংঃ

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রয়িং হল একটি ধরনের প্রযুক্তিগত অঙ্কন যা কোনো একটি বস্তু বা উপাদানের সম্পর্কে তথ্য সরবরাহ করে। এর মাধ্যমে একটি বস্তু নির্মাণের জন্য প্রয়োজনীয় জ্যামিতি, গঠন, মাপ, উপাদান এবং অন্যান্য বিশদ বিবরণ নির্দিষ্ট করা হয়। এটি প্রকৌশলীদের মধ্যে যোগাযোগের একটি ভাষার মতো কাজ করে, যাতে তারা তাদের কাজের তথ্য সহজে আদান প্রদান করতে পারেন। ড্রয়িং এর মাধ্যমে কোনো বস্তু বা প্রোডাক্টের ডিজাইন তৈরি করা হয় যা বাস্তব কাজের পরিকল্পনা হিসাবে ব্যবহৃত হয়। ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রয়িং এর মাধ্যমেই বিভিন্ন অংশের সঠিক মাপ, স্থাপন, এবং অবকাঠামো নির্ধারণ করা হয়, যা নির্মাণ প্রক্রিয়ার আগে তৈরি করা হয়। এই ড্রয়িংয়ের ব্যাকরণ ও নিয়মকানুন শিখে একজন প্রকৌশলী তার কাজের বক্তব্য স্পষ্টভাবে ব্যক্ত করতে সক্ষম হন।




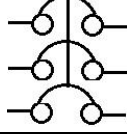












ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রয়িং-এর উদ্দেশ্য

- কোনো যন্ত্র বা বস্তু কেমন দেখতে হবে তা স্পষ্টভাবে বোঝানো।
- যন্ত্রাংশ তৈরি, সংযোজন ও রক্ষণাবেক্ষণে নির্দেশনা দেওয়া।
- প্রকৌশলী ও কারিগরদের মধ্যে ভুল বোঝাবুঝি কমানো।
- নকশা, নির্মাণ ও পরিদর্শন কাজে সহায়তা করা।

প্রতীক (Symbol)

ইলেকট্রিক্যাল এবং ইলেকট্রনিক্স ক্ষেত্রে এর বিভিন্ন কম্পোনেন্ট এবং মালামালকে উপস্থাপন করার জন্য এর ছবছ চিত্র ব্যবহার না করে একটি সাংকেতিক চিহ্নর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়, এই সাংকেতিক চিহ্নকেই বৈদ্যুতিক প্রতীক বলে। নিম্নে ইলেকট্রিক্যাল এবং ইলেকট্রনিক্স এর বিভিন্ন প্রতীক দেওয়া হল।

ইলেকট্রিক্যাল হাউজ ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত সিম্বলসমূহ :

ইলেকট্রিক্যাল এক্সেসরিজ	প্রকীক	ইলেকট্রিক্যাল এক্সেসরিজ	প্রকীক
কন্ডুইট		SP MCB	
কনসীল্ড কন্ডুইট		TP MCB	
ওয়াল লাইট		SPST সুইচ	
টিউব লাইট		টেলিফোন সকেট	
সাব ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড		ডিশ সকেট	
ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড		টু-পিন সকেট	
মেইন ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড		থ্রি-পিন সকেট	
টেলিফোন ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড		কলিং বেল	

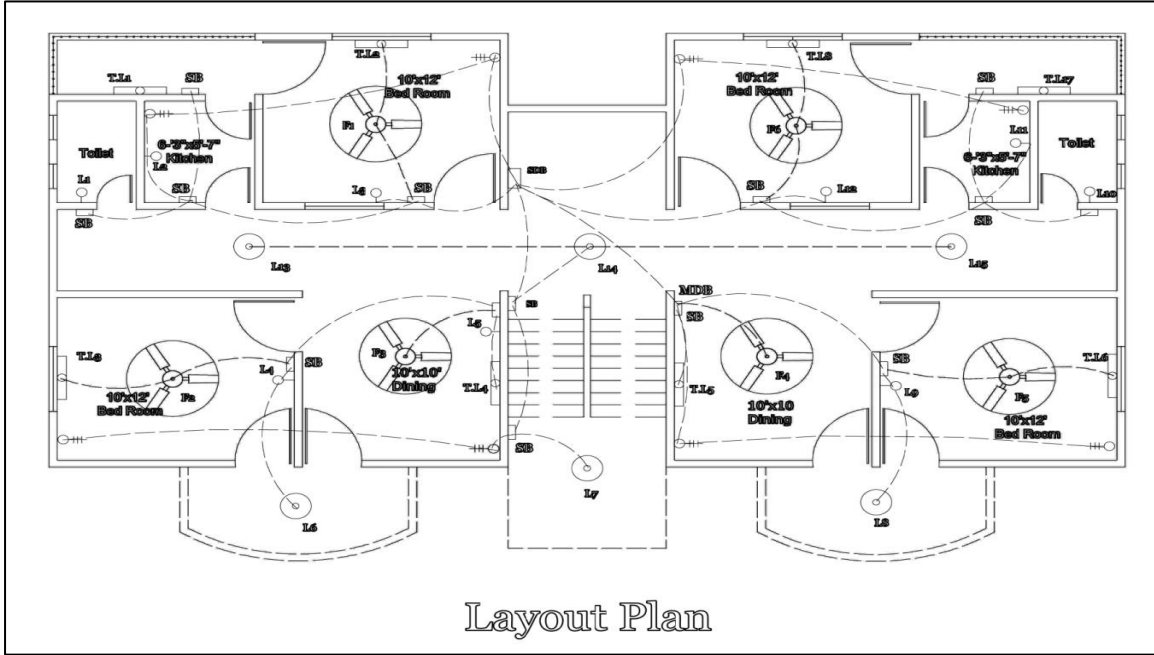
ইলেকট্রিক্যাল লে-আউট প্লান :

কারখানা, আবাসিক, শিক্ষা প্রতিষ্ঠান, অফিস, আদালত, প্লাজা টাওয়ার ইত্যাদি স্থানে বিদ্যুৎ বিতরণের জন্য যে ড্রয়িং বিভিন্ন রকমে Symbol এর মাধ্যমে সংক্ষিপ্ত আকারে চাহিদা অনুযায়ী ড্রয়িং এর পূর্ণতা প্রকাশ করা হয় তাকে ইলেকট্রিক্যাল লে-আউট প্ল্যান বলে।

ড্রয়িং এর বিভিন্ন লোড সমূহের বর্ণনা :

- লাইটিং সার্কিট
- পাওয়ার সার্কিট
- টেলিফোন সার্কিট
- ডিশ এন্টিনা সার্কিট
- ফায়ার এলার্ম সার্কিট
- স্মোক ডিটেকটর সার্কিট
- সি, সি ক্যামেরা সার্কিট ইত্যাদি।

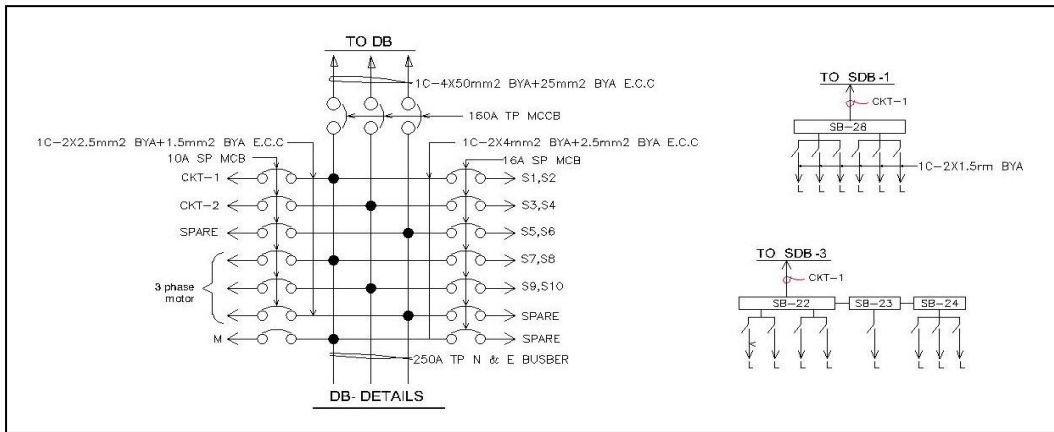
একটি একতলা বাড়ীর ইলেকট্রিক্যাল লে-আউট প্লান নিচে দেওয়া হল :



ইলেকট্রিক্যাল সিঙ্গেল লাইন ডায়াগ্রাম :

ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যারিং এর কাজ বড় আকারে না করিয়া অল্প খরচে কম সময়ে সহজে এবং সংক্ষেপে প্রতিক এবং সিঙ্গেল লাইনের মাধ্যমে প্রকাশ করিবার জন্য যে লে-আউট চিত্র ব্যবহার করা হয় তাকে সিঙ্গেল লাইন ডায়াগ্রাম বলে।

বিভিন্ন প্রকার সিঙ্গেল লাইন ডায়াগ্রাম :













ইলেকট্রিক্যাল ফিটিংস এবং ফিক্সার:

ইলেকট্রিক্যাল লোড সৃষ্ট ভাবে পরিচালনার জন্য যে সমস্ত ডিভাইস এবং মালামাল ব্যবহার করা হয় তাকে ইলেকট্রিক্যাল ফিটিংস এবং ফিক্সার বলে। যেমন- সুইচ, সকেট, হোল্ডার, ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার, ব্যাটেন, চ্যানেল, সিলিং রোজ, কন্ডুইট, শ্যাডেল, সার্কুলার বক্স ইত্যাদি।

বিভিন্ন প্রকার ইলেকট্রিক্যাল ফিটিংস এবং ফিক্সার :

প্রতীক	নাম এবং কাজ	প্রতীক	নাম এবং কাজ
	গ্যাং সুইচ : বৈদ্যুতিক লোডকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য এই সুইচ ব্যবহার করা হয়।		ইভিকিটর : মোটর কন্টোল বোর্ডে বিদ্যুতের উপস্থিতি বোঝার জন্য এবং বহু ফেজ লাইনের ফেজ নির্দেশের জন্য এই ধরনের ইভিকিটর ব্যবহার করা হয়।
	পিয়ানো সুইচ : বৈদ্যুতিক লোডকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য এ ধরনের সুইচ ব্যবহার করা হয়।		ইভিকিটর (পিয়ানো টাইপ): সুইচ বোর্ডের বিদ্যুতের উপস্থিতি বোঝার জন্য ব্যবহার করা হয়।
	পুশ সুইচ : কলিং বেল এবং মোটর কন্টোল সার্কিটে ব্যবহৃত।		নাইফ সুইচ : বৈদ্যুতিক প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে লোড কন্টোল করার জন্য এই সুইচ ব্যবহার করা হয়।
	পিয়ানো সকেট : বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম গুলোকে বিদ্যুতের সাথে সংযোগ করার জন্য পিয়ানো সকেট ব্যবহার করা হয়ে থাকে।		ক্যাবল লাগ্‌স : ক্যাবলকে বাসবারের কিছুর সাথে শক্ত ভাবে সংযোগ করার জন্য ক্যাবল লাগ্‌স ব্যবহার করা হয়।
	সকেট : এই ডিভাইসের মাধ্যমে হালকা বহনীয় মেশিনকে সুবিধামত জায়গায় বৈদ্যুতিক সাপ্লাই এর সাথে যুক্ত করা হয়।		ডিবি : ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার কে সুষ্ঠু ভাবে বন্টন করার জন্য ডিবি ব্যবহার করা হয়।
	এইচ আর সি ফিউজ : বৈদ্যুতিক লোড এবং সার্কিটের নিরাপত্তার জন্য ব্যবহার করা হয়।		সার্কিট ব্রেকার : বৈদ্যুতিক লোড এবং সার্কিটের নিরাপত্তার জন্য ব্যবহার করা হয়।
	পিয়ানো ফিউজ : লোডের সুরক্ষার জন্য এ ধরনের ফিউজ সাধারণত সুইচ বোর্ডে ব্যবহার করা হয়।		ক্যাবল ক্লিপ : দেওয়াল বা কোন কিছুর সাথে ক্যাবল আটকে রাখার জন্য ক্যাবল ক্লিপ ব্যবহার করা হয়।
	চ্যানেল : ওয়্যারিং এর জন্য ব্যবহার করা হয়।		কন্ডুইট : সারফেস এবং কনসিড কন্ডুইট ওয়্যারিং এ ব্যবহার করা হয়।

প্রতীক	নাম এবং কাজ	প্রতীক	নাম এবং কাজ
	বেন্ড : কন্ডুইট ওয়্যারিং এর সময় কন্ডুইটের ৯০° দিক পরিবর্তনের জন্য বেন্ড ব্যবহার করা হয়।		সকেট : দুটি কন্ডুইটকে সংযোগ করার জন্য সকেট ব্যবহার করা হয়।
	সার্কুলার বক্স : একাধিক কন্ডুইটের সংযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়।		এলবো : কন্ডুইট ওয়্যারিং এর সময় কন্ডুইটের ৯০° দিক পরিবর্তনের জন্য এলবো ব্যবহার করা হয়।
	ব্যাটেন হোল্ডার : বৈদ্যুতিক বাতিকে মেকানিক্যালি ধরে রাখা এবং ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়।		সিলিং রোজ : সিলিং ফ্যান টিউব লাইট কানেকশনের জন্য ব্যবহার করা হয়।
	ব্রাকেট হোল্ডার : বৈদ্যুতিক বাতিকে মেকানিক্যালি ধরে রাখা এবং ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়।		ফ্যান রেগুলেটর : ফ্যানের গতি নিয়ন্ত্রণের জন্য রেগুলেটর ব্যবহার করা হয়।
	জাংশন বক্স : ওয়্যারিং করার সময় ওয়্যারিং এর সুবিধার্থে বিশেষ বিশেষ বিশেষ স্থানে এই বক্স ব্যবহার করা হয়।		সুইচ বোর্ড : লাইট এবং ফ্যান কন্ট্রোল করার জন্য এই বোর্ডের উপর সুইচ বসানো হয়।

ওয়্যারিং :

নিয়মতান্ত্রিকভাবে তারের সূষ্ঠ বন্টনকে ওয়্যারিং বলে। ওয়্যারিং সাধারণত দুই প্রকার। যথা-

- অভ্যন্তরীণ ওয়্যারিং (Internal Wiring)
- বাহ্যিক ওয়্যারিং (External Wiring)

বাহ্যিক ওয়্যারিং-কে আবার দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

- ওভার হেড ওয়্যারিং (Over Head Wiring)
- আন্ডার গ্রাউন্ড ওয়্যারিং (Under Ground Wiring)

অভ্যন্তরীণ ওয়্যারিং (Internal Wiring) :

আবাসিক বা অফিস ঘরে, কল কারখানায় ও প্রতিটি বিল্ডিং এর ভিতরে যে ওয়্যারিং করা হয় তাকে অভ্যন্তরীণ ওয়্যারিং বলে। এটিকে সাধারণত ৫ ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

- ক্লীট ওয়্যারিং (Cleat Wiring)
- কেসিং ও ক্যাপিং ওয়্যারিং (Casing and Capping Wiring)
- ব্যাটেন ওয়্যারিং (Batten Wiring)
- চ্যানেল ওয়্যারিং (Channel Wiring)
- ট্রাংকিং ওয়্যারিং (Trenching Wiring)
- কন্ডুইট ওয়্যারিং (Conduit Wiring)

ওয়্যারিং এর নিয়ম :

- বিদ্যুৎ ব্যবহারকারী ও সাপ্লাই লাইনের মধ্যে মেইন সুইচ সংযোগ করতে হবে, যাতে বিপদ মুহুর্তে মেইন সুইচ বন্ধ করলেই ওয়্যারিং কিংবা সরঞ্জাম সমূহকে রক্ষা করা যায়।
- এমন সাইজের তার বা ক্যাবল ব্যবহার করতে হবে, যাতে ফুল লোড কারেন্ট বহন করতে পারে।
- সুইচ বোর্ডের উচ্চতা ১.৫ মিটার হবে।
- 3-Pin Socket এর জন্য অবশ্যই পৃথক সুইচ ব্যবহার করতে হবে এবং আর্থিং তারও সংযোগ করতে হবে।
- মেঝে হতে বাতির উচ্চতা ২.৫ মিটার (৮') উপরে স্থাপন করতে হবে।
- মেঝে হতে সিলিং ফ্যানের উচ্চতা ২.৭৫ মিটার (৯') উপরে হবে।
- বৈদ্যুতিক শক হতে রক্ষা পাওয়ার জন্য সকল মেটালিক বডি, কভার, মেইন সুইচ এবং বৈদ্যুতিক এ্যাপ্লায়েন্স অবশ্যই আর্থিং করতে হবে।
- সার্কিটে অবশ্যই রক্ষন যন্ত্র ব্যবহার করতে হবে। যেমন- ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদি।
- কোন স্থানে লাইটিং ও পাওয়ার সার্কিট পৃথক করে ওয়্যারিং করতে হবে।
- ওয়্যারিং শেষে সকল প্রকার টেস্ট সম্পন্ন করে লোডে সাপ্লাই দিতে হবে।

চ্যানেল ওয়্যারিং (Channel Wiring):

PVC Channel দ্বারা নিয়মতান্ত্রিকভাবে তারের সুষ্ঠু বন্টনকে চ্যানেল ওয়্যারিং বলে। বাজারে বিভিন্ন সাইজের চ্যানেল পাওয়া যায়। যথা- $\frac{1}{2}$ " , 1" , $1\frac{1}{2}$ " ইত্যাদি।

চ্যানেল ওয়্যারিং এর পর্যায়ক্রমিক ধাপঃ

পর্যায় ১: প্রাক-পরিকল্পনা (Pre-Planning)

- লেআউট ডিজাইন তৈরি
 - বিন্দিং/ফ্যাক্টরির আর্কিটেকচারাল ড্রয়িং বিশ্লেষণ
 - লাইটিং পয়েন্ট, পাওয়ার আউটলেট, সুইচ বোর্ডের অবস্থান চিহ্নিতকরণ
 - বৈদ্যুতিক লোড ক্যালকুলেশন
 - ওয়্যারিং রুট প্ল্যানিং
- মেটেরিয়াল এন্টিমেশন
 - চ্যানেলের সাইজ ও পরিমাণ নির্ধারণ
 - কেবল, ওয়্যার, কন্ডুইটের পরিমাণ গণনা
 - কনজুমার ইউনিট, DB, MCB, RCCB ইত্যাদির তালিকা তৈরি

পর্যায় ২: মার্কিং ও লেআউট (Marking & Layout)

- ওয়াল/সিলিং মার্কিং
 - চ্যানেলের রুট চক/মার্কার দিয়ে মার্ক করা
 - ফিক্সচার পয়েন্টগুলো চিহ্নিত করা
 - হাইট ও লেভেল চেক করা



- সাপোর্ট পয়েন্ট মার্কিং
 - রড/এংকর বসানোর স্থান চিহ্নিতকরণ
 - ড্রিলিং পয়েন্ট মার্ক করা

পর্যায় ৩: সাপোর্ট স্ট্রাকচার ইনস্টলেশন

- এংকর/রড বসানো
 - মার্ক করা পয়েন্টে ড্রিলিং করা
 - রাউড প্লাগ/কেমিকেল এংকর বসানো
 - থ্রেডেড রড/স্ট্রাটস কাটিং ও ফিল্মিং
- সাপোর্ট ব্রাকেট ইনস্টলেশন
 - ওয়াল/সিলিং ব্রাকেট ফিল্মিং
 - লেভেলিং ও অ্যালাইনমেন্ট চেক

পর্যায় ৪: চ্যানেল ইনস্টলেশন

- মেইন চ্যানেল ফিল্মিং
 - সাপোর্টে চ্যানেল বসানো
 - নাট-বোল্ট/স্ক্রু দিয়ে শক্তভাবে ফিল্ম করা
 - জয়েন্ট পয়েন্টে প্রপার কানেকশন নিশ্চিত করা
- ব্রাঞ্চ চ্যানেল সংযোগ
 - টি-কানেকশন, ক্রস-কানেকশন করা
 - কন্ডুইট/ট্রাঙ্কিং সিস্টেমের সাথে সংযোগ

পর্যায় ৫: ওয়্যারিং সিস্টেম ইনস্টলেশন

- কেবল লেয়িং
 - চ্যানেলের ভিতরে কেবল স্থাপন
 - কেবল বাইন্ডিং/কেবল টাই ব্যবহার করে ফিল্ম করা
 - প্রপার স্ল্যাক রাখা
- টার্মিনেশন
 - DB, ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে কেবল টার্মিনেট
 - লাইটিং/পাওয়ার পয়েন্টে সংযোগ
 - সুইচ বোর্ডে ওয়্যারিং

পর্যায় ৬: এক্সেসরিজ ইনস্টলেশন

- কভার প্লেট লাগানো
 - চ্যানেলের কভার ইনস্টল
 - কাটআউট পয়েন্টে গ্রোমেট/বাশিং ব্যবহার
- সেফটি এক্সেসরিজ
 - এন্ড ক্যাপ লাগানো
 - কর্নার গার্ড ইনস্টলেশন
 - গ্রাউন্ডিং সংযোগ

পর্যায় ৭: টেস্টিং ও কমিশনিং

- ইলেকট্রিক্যাল টেস্টিং
 - ইনসুলেশন রেজিস্টেন্স টেস্ট
 - কন্টিনিউটি টেস্ট
 - পোলারিটি চেক
 - আর্থ রেজিস্টেন্স টেস্ট
- সিস্টেম চেক
 - লোড টেস্টিং
 - ভোল্টেজ ড্রপ মেপ্‌মেন্ট
 - প্রটেকশন ডিভাইস টেস্টিং

চ্যানেল ওয়্যারিং এর সুবিধা :

- অন্যান্য ওয়্যারিং এর চেয়ে এই ওয়্যারিং খুবই সহজ
- স্বল্প খরচে সম্পন্ন করা যায়
- রক্ষণাবেক্ষণ সহজ
- শুধুমাত্র কভার খুলেই তার বা ক্যাবল বের করা সম্ভব।

চ্যানেল ওয়্যারিং এর অসুবিধাঃ

- দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে চ্যানেলের কভার খুলে যেতে পারে
- মোটা ক্যাবল চ্যানেলের ভেতর দিয়ে প্রবেশ করানো যায় না
- বহুতল ভবনে চ্যানেল ওয়্যারিং ব্যবহার করা যায় না।

ব্যবহার :

সহজলভ্য হওয়ায় বর্তমানে বাসাবাড়ী, অফিস-আদালতসহ বিভিন্ন স্থানে চ্যানেল ওয়্যারিং ব্যবহার করা হয়।

সেলফ চেক (Self Check) - ১.৫

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ড্রয়িং কাকে বলে? ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রয়িং-এর উদ্দেশ্য কি?
২. প্রতীক কি?
৩. ইলেকট্রিক্যাল লে-আউট প্লান কি?
৪. ইলেকট্রিক্যাল ফিটিংস এবং ফিক্সার বলতে কি বুঝায়?
৫. ওয়্যারিং কাকে বলে? কত প্রকার ও কি কি?
৬. চ্যানেল ওয়্যারিং এর সুবিধা এবং অসুবিধা কি?

উত্তরপত্র (Answer Sheet) - ১.৫

১. ড্রয়িং কাকে বলে? ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রয়িং-এর উদ্দেশ্য কি?

উত্তর:

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রয়িং হল একটি ধরনের প্রযুক্তিগত অঙ্কন যা কোনো একটি বস্তু বা উপাদানের সম্পর্কে তথ্য সরবরাহ করে। এর মাধ্যমে একটি বস্তু নির্মাণের জন্য প্রয়োজনীয় জ্যামিতি, গঠন, মাপ, উপাদান এবং অন্যান্য বিশদ বিবরণ নির্দিষ্ট করা হয়।

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রয়িং-এর উদ্দেশ্য:

- কোনো যন্ত্র বা বস্তু কেমন দেখতে হবে তা স্পষ্টভাবে বোঝানো।
- যন্ত্রাংশ তৈরি, সংযোজন ও রক্ষণাবেক্ষণে নির্দেশনা দেওয়া।
- প্রকৌশলী ও কারিগরদের মধ্যে ভুল বোঝাবুঝি কমানো।
- নকশা, নির্মাণ ও পরিদর্শন কাজে সহায়তা করা।

২. প্রতীক কি?

উত্তর:

ইলেকট্রিক্যাল এবং ইলেকট্রনিক্স ক্ষেত্রে এর বিভিন্ন কম্পোনেন্ট এবং মালামালকে উপস্থাপন করার জন্য এর ছব্ব চিত্র ব্যবহার না করে একটি সাংকেতিক চিহ্নের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়, এই সাংকেতিক চিহ্নকেই বৈদ্যুতিক প্রতীক বলে।

৩. ইলেকট্রিক্যাল লে-আউট প্লান কি?

উত্তর:

কারখানা, আবাসিক, শিক্ষা প্রতিষ্ঠান, অফিস, আদালত, প্লাজা টাওয়ার ইত্যাদি স্থানে বিদ্যুৎ বিতরণের জন্য যে ড্রয়িং বিভিন্ন রকমে Symbol এর মাধ্যমে সংক্ষিপ্ত আকারে চাহিদা অনুযায়ী ড্রয়িং এর পূর্ণতা প্রকাশ করা হয় তাকে ইলেকট্রিক্যাল লে-আউট প্লান বলে।

৪. ইলেকট্রিক্যাল ফিটিংস এবং ফিক্সার বলতে কি বুঝায়?

উত্তর:

ইলেকট্রিক্যাল লোড সুষ্ঠু ভাবে পরিচালনার জন্য যে সমস্ত ডিভাইস এবং মালামাল ব্যবহার করা হয় তাকে ইলেকট্রিক্যাল ফিটিংস এবং ফিক্সার বলে। যেমন- সুইচ, সকেট, হোল্ডার, ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার, ব্যাটেন, চ্যানেল, সিলিং রোজ, কন্ডুইট, শ্যাডেল, সার্কুলার বক্স ইত্যাদি।

৫. ওয়্যারিং কাকে বলে? কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর:

নিয়মতান্ত্রিকভাবে তারের সূষ্ঠ বন্টনকে ওয়্যারিং বলে। ওয়্যারিং সাধারণত দুই প্রকার। যথা-

- অভ্যন্তরীণ ওয়্যারিং (Internal Wiring)
- বাহ্যিক ওয়্যারিং (External Wiring)

বাহ্যিক ওয়্যারিং-কে আবার দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

- ওভার হেড ওয়্যারিং (Over Head Wiring)
- আন্ডার গ্রাউন্ড ওয়্যারিং (Under Ground Wiring)

অভ্যন্তরীণ ওয়্যারিং (Internal Wiring) :

আবাসিক বা অফিস ঘরে, কল কারখানায় ও প্রতিটি বিল্ডিং এর ভিতরে যে ওয়্যারিং করা হয় তাকে অভ্যন্তরীণ ওয়্যারিং বলে। এটিকে সাধারণত ৫ ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

- ক্লীট ওয়্যারিং (Cleat Wiring)
- কেসিং ও ক্যাপিং ওয়্যারিং (Casing and Capping Wiring)
- ব্যাটেন ওয়্যারিং (Batten Wiring)
- চ্যানেল ওয়্যারিং (Channel Wiring)
- ট্রাংকিং ওয়্যারিং (Trenching Wiring)
- কন্ডুইট ওয়্যারিং (Conduit Wiring)

৬. চ্যানেল ওয়্যারিং এর সুবিধা এবং অসুবিধা কি?

উত্তর:

চ্যানেল ওয়্যারিং এর সুবিধা :

- অন্যান্য ওয়্যারিং এর চেয়ে এই ওয়্যারিং খুবই সহজ
- স্বল্প খরচে সম্পন্ন করা যায়
- রক্ষণাবেক্ষণ সহজ
- শুধুমাত্র কভার খুলেই তার বা ক্যাবল বের করা সম্ভব।

চ্যানেল ওয়্যারিং এর অসুবিধাঃ

- দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে চ্যানেলের কভার খুলে যেতে পারে
- মোটা ক্যাবল চ্যানেলের ভেতর দিয়ে প্রবেশ করানো যায় না
- বহুতল ভবনে চ্যানেল ওয়্যারিং ব্যবহার করা যায় না।

জব শীট (Job Sheet) - ১.৫.১

জবের নাম: Electrical Holder, Socket & Switch Box চিহ্নিত করা।

কাজের ধাপসমূহ :

- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান কর।
- স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ কর।
- প্রয়োজনীয় মালামালের নাম এবং ব্যবহার জেনে নাও।
- যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করা।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ১.৫.১

জবের নাম : Electrical Holder, Socket & Switch Box চিহ্নিত করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- এপ্রোন ১ পিস
- সেফটি সূ ১ জোড়া
- হ্যান্ড গ্লোভস ১ জোড়া
- হেলমেট ১ টি

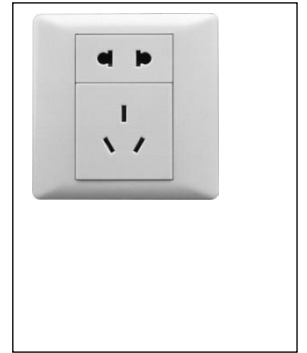
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- টেস্টার ১ টি

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ব্যাটেন হোল্ডার (৫ এম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট) ১ টি
- ওয়ান ওয়ে সুইচ (পিয়ানো টাইপ) ১ টি
- টু ওয়ে সুইচ ১ টি
- টু পিন সকেট ১ টি
- থ্রি পিন সকেট ১ টি
- টু পিন প্লাগ ১ টি
- থ্রি পিন প্লাগ ১ টি
- ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প ১ টি
- ইনসুলেশন টেপ ১ টি
- সার্কিট ব্রেকার ১ টি
- সিলিং রোজ ১ টি

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



জব শীট (Job Sheet) – ১.৫.২

জবের নাম : চ্যানেল ওয়্যারিং এর মাধ্যমে তিনটি বাতিকে তিনটি সুইচ থেকে নিয়ন্ত্রন করা।

কাজের ধাপসমূহ :

- প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ করণ এবং পরিধান করণ।
- প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করণ।
- জব বোর্ডের উপর লে আউট অক্ষন কর।
- প্রয়োজনীয় মাপ অনুযায়ী চ্যানেল কেটে নিন।
- লে-আউট/ ড্রয়িং অনুযায়ী প্রয়োজনীয় চ্যানেল কে ৯০° কণ্ডে কেটে নিন।
- লে আউট অনুযায়ী প্লাস্টিক বোর্ড, চ্যানেল এবং সুইচ বোর্ডের নিচের অংশ বোর্ডে স্থাপন করণ।
- সুইচ বোর্ডে সুইচ বসান এবং প্রয়োজনীয় সংযোগ সম্পন্ন করণ।
- চ্যানেলের মধ্যদিয়ে ক্যাবল লেইং করণ।
- প্লাস্টিক বোর্ডের উপর হোল্ডর সংযুক্ত করণ।
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সুইচ এবং হোল্ডারের সংযোগ সম্পন্ন করণ।
- প্রত্যেক সংযোগ স্থানে টেপিং করণ।
- সম্পূর্ণ সার্কিট পুনরায় চেক করণ।
- সার্কিটটি শিক্ষককে দেখিয়ে সাপ্লাই দিন।
- যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করণ এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করণ।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ১.৫.২

জবের নাম : চ্যানেল ওয়্যারিং এর মাধ্যমে তিনটি বাতিকে তিনটি সুইচ থেকে নিয়ন্ত্রন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- | | |
|------------------|---------|
| ● এপ্রোন | ১ পিস |
| ● সেফটি স্ | ১ জোড়া |
| ● হ্যান্ড গ্লোভস | ১ জোড়া |
| ● হেলমেট | ১ টি |

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট :

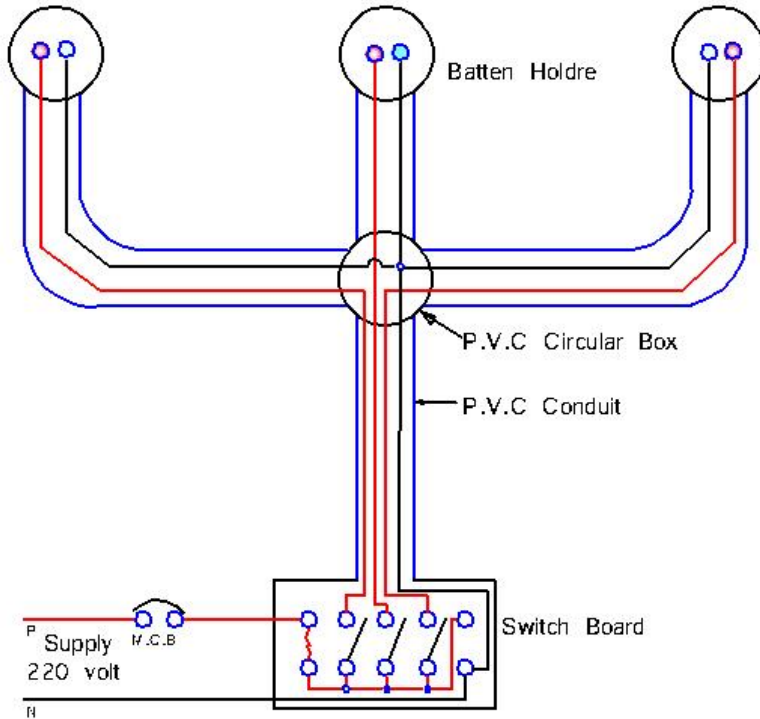
- | | |
|------------------------|-------|
| ● কম্বিনেশন প্লায়ার্স | ১ পিস |
|------------------------|-------|

- কাটিং প্লায়ার্স ১ পিস
- ওয়্যার স্ট্রিপার ১ পিস
- নোজ প্লায়ার্স ১ পিস
- স্ক্রু ড্রাইভার ১ টি
- টেস্টার ১ টি

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ব্যাটেন হোল্ডার (৫ এম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট) ৩ টি
- ১ ওয়ে সুইচ (পিয়ানো টাইপ) ৩ টি
- ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প ৩ টি
- ক্যাবল (১৪/০২৯) ২ মিটার
- ইনসুলেশন টেপ ১ টি
- সার্কিট ব্রেকার ১ টি
- পিভিসি চ্যানেল (১/২ ইঞ্চি) ১ পিস
- প্লাস্টিক বোর্ড ৪ টি
- উডেন স্ক্রু ১ ডজন
- টু-পিন প্লাগ ১ টি

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) - ১.৬

শিখন ফল-৬: ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক সরঞ্জাম/যন্ত্রপাতি রক্ষণাবেক্ষণ এবং সংরক্ষণ করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তুঃ

- ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট-এর কাজ করার ক্ষমতা পরীক্ষাকরণ
- প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট রক্ষণাবেক্ষণ
- কর্মক্ষেত্রের নীতিমালা অনুযায়ী টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট সংরক্ষণ

(ক) ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট-এর কাজ করার ক্ষমতা পরীক্ষাকরণঃ

ইলেকট্রিক্যাল ইন্সটলেশন এন্ড মেইনটেনেন্স (EIM)-এ ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক টুলস ও ইন্সট্রুমেন্টের ব্যবহার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। ইন্সটলেশন, ট্রাবলশুটিং এবং মেইনটেনেন্স কাজে এগুলো ব্যবহার করা হয়। যন্ত্রপাতিগুলো নিয়মিতভাবে পরীক্ষা, রক্ষণাবেক্ষণ ও সঠিকভাবে সংরক্ষণ করলে:

- যন্ত্রের নির্ভরযোগ্যতা বাড়ে,
- নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়,
- এবং যন্ত্রের আয়ু দীর্ঘ হয়।

EIM-এ ব্যবহৃত ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক টুলস/ইন্সট্রুমেন্ট:

শ্রেণি	উদাহরণ	ব্যবহার
ইলেকট্রিক্যাল মাপযন্ত্র	মাল্টিমিটার, ক্ল্যাম্প মিটার, মেগার	ভোল্টেজ, কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স ও ইনসুলেশন পরিমাপ
ইলেকট্রনিক ইন্সট্রুমেন্ট	ডিজিটাল থার্মোমিটার, থার্মোকাপল, ডিজিটাল ম্যানিফোল্ড গেজ	তাপমাত্রা ও চাপ পরিমাপ
টেস্টিং টুলস	টেস্ট ল্যাম্প, কন্টিনিউটি টেস্টার, ইনসুলেশন টেস্টার	বৈদ্যুতিক ত্রুটি নির্ণয়
পাওয়ার টুলস	ইলেকট্রিক ড্রিল, গ্রাইন্ডার, সোল্ডারিং আয়রন	ইনস্টলেশন ও মেরামত কাজ
সহায়ক সরঞ্জাম	এক্সটেনশন কর্ড, পাওয়ার অ্যাডাপ্টার	কাজের সুবিধা প্রদান

টুলস/ইন্সট্রুমেন্ট পরীক্ষা করা

i. দৃশ্যমান পরীক্ষা (Visual Inspection)

- তার, প্লাগ, কেসিং ও সংযোগ পরীক্ষা করুন।
- প্লাগের পিন বেঁকে গেছে কিনা বা মরিচা পড়েছে কিনা দেখুন।

ii. কার্যক্ষমতা পরীক্ষা (Functional Test)

- যন্ত্র চালু করে সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা দেখুন।
- মাপযন্ত্রের রিডিং যাচাই করুন।

iii. নিরাপত্তা পরীক্ষা (Safety Check)

- ইনসুলেশন ও গ্রাউন্ডিং পরীক্ষা করুন।
- ফিউজ বা ব্রেকার সঠিক আছে কিনা যাচাই করুন।

iv. রেকর্ড রাখা

- পরীক্ষার ফলাফল রক্ষণাবেক্ষণ রেকর্ডে লিখুন।

(খ) প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট রক্ষণাবেক্ষণ করাঃ

যে কোনো ধরনের টুল, যন্ত্র বা পরিমাপক যন্ত্র ব্যবহার করার পর বা নির্দিষ্ট সময় পর পর সেগুলোকে প্রস্তুতকারকের (manufacturer) দেওয়া ম্যানুয়াল, নির্দেশিকা বা স্পেসিফিকেশন অনুসারে পরিষ্কার, পরীক্ষা, সার্ভিসিং এবং সংরক্ষণ করা হয়। এর উদ্দেশ্য হলো টুল/ইন্সট্রুমেন্টকে সর্বোচ্চ দক্ষতায় চালু রাখা, ক্ষতি এড়ানো এবং নিরাপদ ব্যবহার নিশ্চিত করা।

বিষয়গুলোর বিস্তারিত ব্যাখ্যা নিম্নরূপঃ

১. প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা (Manufacturer's Specification) অনুসরণ

- প্রতিটি ইলেকট্রিক্যাল বা ইলেকট্রনিক টুলের সাথে একটি ব্যবহারবিধি বা ম্যানুয়াল থাকে।
- ম্যানুয়ালে দেওয়া রক্ষণাবেক্ষণের সময়সূচি, সতর্কতা, লুব্রিকেশন নির্দেশ, ব্যাটারি চার্জিং/রিপ্লেসমেন্ট নিয়ম এবং পরিষ্কার করার পদ্ধতি অবশ্যই অনুসরণ করতে হবে।
- ভুল পদ্ধতিতে রক্ষণাবেক্ষণ করলে টুলের ওয়ারেন্টি নষ্ট হতে পারে এবং যন্ত্র দ্রুত নষ্ট হওয়ার ঝুঁকি থাকে।

২. নিয়মিত পরিষ্কার ও ধুলামুক্ত রাখা

- ব্যবহারের পর নরম কাপড়, ব্রাশ বা ব্লোয়ার দিয়ে টুল/ইন্সট্রুমেন্ট পরিষ্কার করতে হবে।
- ইলেকট্রনিক ইন্সট্রুমেন্ট যেমন মাল্টিমিটার, মেগার ইত্যাদির কন্টাক্ট ও স্ক্রিন সঠিকভাবে মুছে রাখতে হবে।
- ধুলো, আর্দ্রতা বা তেল-ময়লা জমে থাকলে যন্ত্রের নির্ভুলতা কমে যায় এবং সার্কিট ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।

৩. ইন্সুলেশন এবং কেবল পরীক্ষা

- প্রস্তুতকারকের নির্দেশ অনুসারে যন্ত্রের কেবল, প্লাগ, ইনসুলেশন এবং টার্মিনাল নিয়মিত পরীক্ষা করতে হবে।
- কোনো ক্ষতিগ্রস্ত কেবল বা টিলা সংযোগ থাকলে তা দ্রুত পরিবর্তন বা মেরামত করতে হবে।

৪. ক্যালিব্রেশন (Calibration) নির্দেশিকা মানা

- ভোল্টমিটার, অ্যাম্পিয়ার মিটার, মাল্টিমিটার, ক্ল্যাম্প মিটার ইত্যাদি পরিমাপক যন্ত্র প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত সময় অনুযায়ী ক্যালিব্রেট করা জরুরি।
- ক্যালিব্রেশন না হলে মাপ ভুল হতে পারে, যা কাজের মান ও নিরাপত্তা বিঘ্নিত করে।

৫. ব্যাটারি যত্ন ও রক্ষণাবেক্ষণ

- ব্যাটারি চালিত টুল বা ইন্সট্রুমেন্টের ব্যাটারি চার্জিং নিয়ম প্রস্তুতকারকের নির্দেশ অনুযায়ী সম্পন্ন করতে হবে।
- অতিরিক্ত চার্জ বা সম্পূর্ণ ডিসচার্জ হওয়ার ক্ষতি থেকে রক্ষা করতে নির্দেশিকা অনুসরণ করা গুরুত্বপূর্ণ।
- প্রয়োজনে ব্যাটারি সময়মতো পরিবর্তন করতে হবে।

৬. যান্ত্রিক অংশের লুব্রিকেশন

- কিছু টুল যেমন—ড্রিল মেশিন, স্ক্রু ড্রাইভার, গ্রাইন্ডার ইত্যাদির ঘূর্ণায়মান যান্ত্রিক অংশ প্রস্তুতকারকের নির্দেশ অনুযায়ী লুব্রিকেট করতে হয়।
- অতিরিক্ত বা কম লুব্রিকেশন ক্ষতির কারণ হতে পারে।

৭. পরিবেশগত শর্ত মেনে সংরক্ষণ

- নির্দেশিকা অনুযায়ী আর্দ্রতা, তাপমাত্রা এবং ধূলাবালি নিয়ন্ত্রিত স্থানে টুল সংরক্ষণ করতে হবে।
- অনেক ইলেকট্রনিক টুল আর্দ্রতা সেনসিটিভ, তাই শুকনো পরিবেশে রাখা বাধ্যতামূলক।
- Storage box/case ব্যবহার করলে যন্ত্র সুরক্ষিত থাকে।

৮. ক্ষতি বা ত্রুটি দেখা দিলে প্রস্তুতকারকের সার্ভিস নির্দেশনা অনুসরণ

- যন্ত্রে সমস্যা দেখা দিলে ইচ্ছেমতো খোলা বা মেরামত করা যাবে না।
- প্রয়োজন হলে অনুমোদিত সার্ভিস সেন্টারে পাঠাতে হবে।
- এই পদ্ধতিই প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশনের অংশ।

৯. রেকর্ড সংরক্ষণ

- কখন কোন যন্ত্র পরিষ্কার করা হলো, ক্যালিব্রেশন করা হলো, ব্যাটারি পরিবর্তন হলো—এসব তথ্য রেকর্ড বই বা লগ শিটে লিখে রাখা উচিত।
- এটি প্রস্তুতকারক নির্দেশিত রক্ষণাবেক্ষণ শিডিউল বজায় রাখতে সাহায্য করে।

ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট প্রস্তুতকারকের নিয়ম অনুসারে রক্ষণাবেক্ষণ করা মানে হলো - ম্যানুয়াল অনুযায়ী পরিষ্কার করা, পরীক্ষা করা, লুব্রিকেট করা, ক্যালিব্রেট করা, সঠিক পরিবেশে সংরক্ষণ করা এবং প্রয়োজন হলে অনুমোদিত উপায়ে মেরামত করা। এর মাধ্যমে যন্ত্রের জীবনকাল বৃদ্ধি পায়, কাজের মান উন্নত হয় এবং চ্যানেল ওয়্যারিংসহ সকল ইলেকট্রিক্যাল কাজ নিরাপদভাবে সম্পন্ন করা যায়।

(গ) কর্মক্ষেত্রের নীতিমালা অনুযায়ী টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট সংরক্ষণঃ

ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট কর্মক্ষেত্রের নীতি ও পদ্ধতি অনুযায়ী সংরক্ষণ করা মানে হোল – কাজ শেষে ব্যবহার করা সকল ধরনের যন্ত্রপাতি, পরিমাপক যন্ত্র, পাওয়ার টুল এবং অ্যাক্সেসরিগুলোকে প্রতিষ্ঠানের নির্ধারিত নিয়ম, নিরাপত্তা নির্দেশিকা এবং স্টোরেজ নীতি অনুসারে সঠিকভাবে সাজিয়ে রাখা, সংরক্ষণ করা এবং রেকর্ড করা। এর মূল লক্ষ্য হলো যন্ত্রপাতিকে ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করা, অপ্রয়োজনে নষ্ট হওয়া প্রতিরোধ করা এবং পরবর্তী ব্যবহারের জন্য প্রস্তুত রাখা।

টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট সংরক্ষণের মূল উদ্দেশ্যসমূহ:

- ১ ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক টুল ও ইন্সট্রুমেন্ট যাতে ক্ষতিগ্রস্ত না হয় এবং দীর্ঘসময় ব্যবহারযোগ্য থাকে।
- ২ টুল/ ইন্সট্রুমেন্ট ব্যবস্থাপনা সুসংগঠিত ও কার্যকর করা।
- ৩ ইলেকট্রনিক ও পরিমাপক যন্ত্রগুলো সঠিকভাবে সংরক্ষণ করা যাতে যন্ত্রের নির্ভুলতা বজায় থাকে।
- ৪ সংবেদনশীল ও ব্যয়বহুল ইলেকট্রনিক ইন্সট্রুমেন্টকে যথাযথভাবে সংরক্ষণ করে তাদের কার্যক্ষমতা বজায় রাখা।
- ৫ ক্ষতিগ্রস্ত বা ত্রুটিপূর্ণ টুলকে আলাদা সেকশনে সংরক্ষণ করা যাতে কাজের সময় ভুলে সেগুলো ব্যবহারের ঝুঁকি না থাকে।
- ৬ স্টোরেজ কার্যক্রমে নিরাপত্তা বিধি (Safety Procedures) অনুসরণ নিশ্চিত করা।
- ৭ চ্যানেল ওয়্যারিংসহ অন্যান্য বৈদ্যুতিক কাজ সুষ্ঠুভাবে সম্পাদনের জন্য টুল প্রস্তুত ও সুগঠিত রাখা।

নিচে ধাপে ধাপে বিষয়টি বিস্তারিতভাবে উপস্থাপন করা হলোঃ

১. কর্মক্ষেত্রের সংরক্ষণ নীতিমালা (Workplace Storage Policy) অনুসরণ

- প্রতিটি প্রতিষ্ঠানের নিজস্ব টুল ম্যানেজমেন্ট পদ্ধতি থাকে।
- কোন ধরনের টুল কোথায়, কীভাবে, কোন ক্যাবিনেটে বা কোন র্যাকে রাখা হবে—সেসব নিয়ম মেনে চলতে হয়।
- নির্দিষ্ট টুল ক্যাটাগরি অনুসারে (যেমন: পরিমাপক যন্ত্র, পাওয়ার টুল, স্কু ডাইভার সেট, কাটিং টুল ইত্যাদি) আলাদা সংরক্ষণ ব্যবস্থা থাকে।

২. নিরাপদ ও সুশৃঙ্খল সংরক্ষণ

- Tools shadow board, tool box, rack, cupboard, cabinet অথবা insulated box - যে সুবিধা রয়েছে তার মাধ্যমে সুশৃঙ্খলভাবে সংরক্ষণ করতে হবে।
- ধারালো বা সূক্ষ্ম যন্ত্র যেমন-কাটার, ছেনা, স্কাইবার নিরাপদভাবে ঢেকে রাখা জরুরি।
- Sensitive ইলেকট্রনিক ইন্সট্রুমেন্ট যেমন মাল্টিমিটার, ক্ল্যাম্প মিটার, মেগার ইত্যাদি shock-proof ও dust-proof কেসে রাখতে হয়।

৩. পরিবেশগত শর্ত (Environmental Requirements) মেনে সংরক্ষণ

- আর্দ্রতা, তাপমাত্রা এবং ধূলাবালি নিয়ন্ত্রিত স্থানে টুল ও যন্ত্রপাতি রাখতে হবে।
- ইলেকট্রনিক যন্ত্রের জন্য শুকনো ও বায়ুপূর্ণ পরিবেশ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।
- পানি, কেমিক্যাল, অ্যাসিড বা তাপ উৎসের কাছাকাছি টুল সংরক্ষণ করা যাবে না।

৪. পরিমাপক যন্ত্রের বিশেষ সংরক্ষণ বিধি

- Multimeter, Oscilloscope, Megger, Insulation tester ইত্যাদি সংবেদনশীল যন্ত্র আলাদা padded box/carrying case-এ রাখতে হয়।
- ব্যবহার শেষে ব্যাটারি বন্ধ করে (power off) সংরক্ষণ করা উচিত।
- ক্যালিব্রেশন সিল "Calibration Seal" ভাঙা যাবে না এবং সংরক্ষণ লগে ক্যালিব্রেশন তারিখ নথিভুক্ত রাখতে হবে।

৫. পাওয়ার টুলের সংরক্ষণ

- Power drill, grinder, heat gun ইত্যাদি টুল ঠান্ডা অবস্থায় সংরক্ষণ করতে হবে (ব্যবহারের পর গরম অবস্থায় ঢেকে রাখা যাবে না)।
- কেবলগুলো সোজাভাবে গুটিয়ে রাখতে হবে যাতে ভাঙন বা ইনসুলেশন ক্ষতি না হয়।
- প্রয়োজন হলে প্রস্তুতকারকের নির্দেশিত লুব্রিকেশন করে পরে সংরক্ষণ করতে হয়।

৬. টুল/ইন্সট্রুমেন্ট পরিষ্কার করে সংরক্ষণ করা

- Workplace procedures অনুযায়ী ব্যবহারের পর প্রতিটি টুল পরিষ্কার, শুকনো ও তেল/ময়লা মুক্ত অবস্থায় রাখতে হয়।
- ধূলাবালিযুক্ত বা ভেজা টুল সংরক্ষণ করলে মরিচা, সার্কিট নষ্ট বা ইনসুলেশন ক্ষতি হতে পারে।

৭. টুল ট্যাগিং ও লেবেলিং সিস্টেম অনুসরণ

- প্রতিটি টুলের আলাদা আইডি/কোড/লেবেল থাকতে পারে।
- Store register বা digital tool management system-এ টুলের অবস্থা, অবস্থান (location), ব্যবহারকারী এবং ফেরত দেওয়ার সময় নথিভুক্ত করা হয়।
- এই নীতি অনুসরণ করলে টুল হারানো বা ভুল জায়গায় রাখা প্রতিরোধ করা যায়।

৮. ক্ষতিগ্রস্ত টুল আলাদা সংরক্ষণ

- Workplace policy অনুযায়ী নষ্ট, ত্রুটিপূর্ণ বা মেরামতের প্রয়োজন এমন টুল “Damaged Tools Bin” বা আলাদা marked zone-এ রাখা হয়।
- এগুলো সাধারণ টুলের সাথে রাখা যাবে না, কারণ এতে অন্য যন্ত্র নষ্ট হওয়ার ঝুঁকি থাকে।

৯. অনুমোদিত ব্যক্তি ছাড়া টুল ব্যবহার/সংরক্ষণ নয়

- নীতিমালা অনুযায়ী শুধুমাত্র অনুমোদিত কর্মী/ইলেকট্রিশিয়ান টুল নিতে ও ফেরত দিতে পারে।
- দায়িত্বপ্রাপ্ত Supervisor/Storekeeper এর মাধ্যমে সংরক্ষণ নিশ্চিত করা হয়।

১০. নিরাপত্তা বিধি মেনে সংরক্ষণ

- বৈদ্যুতিক শক সুরক্ষা নিশ্চিত করার জন্য ইস্পুলেটেড টুল dry area-তে রাখা হয়।
- Heavy tools নিচের র্যাশে ও sensitive tools উপরের র্যাশে রাখা workplace policy-র অংশ।
- অগ্নি নিরাপত্তা নির্দেশিকা অনুযায়ী দাহ্য বা স্পার্ক তৈরি করতে পারে এমন টুল নিরাপদ স্থানে সংরক্ষণ করা হয়।

এর ফলে টুলের আয়ু বৃদ্ধি পায়, কাজের মান উন্নত হয় এবং চ্যানেল ওয়ারিংসহ যে কোনো ইলেকট্রিক্যাল ইনস্টলেশন কাজ নিরাপদ ও কার্যকরভাবে সম্পন্ন করা সম্ভব হয়।

সেলফ চেক (Self Check) – ১.৬

- ১ টুলস ব্যবহারের আগে পরীক্ষা করা কেন গুরুত্বপূর্ণ?
- ২ কোন লক্ষণে বোঝা যায় টুলস মেইনটেন্যান্স প্রয়োজন?
- ৩ মাপযন্ত্র ক্যালিব্রেশন কত ঘনঘন করা উচিত?
- ৪ টুলস সঠিকভাবে সংরক্ষণ না করলে কী ক্ষতি হয়?
- ৫ ইলেকট্রনিক টুলসের আয়ু বাড়ানোর তিনটি উপায় লিখুন।

উত্তরপত্র (Answer Key) - ১.৬

১. টুলস ব্যবহারের আগে পরীক্ষা করা কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর:

টুলস ব্যবহারের আগে পরীক্ষা করা গুরুত্বপূর্ণ কারণ —

- ত্রুটিপূর্ণ টুলস ব্যবহারে দুর্ঘটনা বা বৈদ্যুতিক শক হতে পারে।
- সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা যাচাই করলে নির্ভুল ফলাফল পাওয়া যায়।
- এটি যন্ত্রের আয়ু বৃদ্ধি করে এবং মেরামতের খরচ কমায়।

২. কোন লক্ষণে বোঝা যায় টুলস মেইনটেন্যান্স প্রয়োজন?

উত্তর:

নিম্নলিখিত লক্ষণগুলো টুলস রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজন নির্দেশ করে —

- কাজ করার সময় অস্বাভাবিক শব্দ বা কম্পন হওয়া।
- গরম হয়ে যাওয়া বা স্পার্কিং দেখা দেওয়া।
- রিডিং সঠিক না আসা বা স্ক্রিন ফ্লিকার করা।
- তার বা প্লাগের ক্ষতি বা ঢিলে হওয়া।

৩. মাপযন্ত্র ক্যালিব্রেশন কত ঘনঘন করা উচিত?

উত্তর:

- ক্যালিব্রেশন সাধারণত ৬ মাস বা ১ বছর অন্তর করা উচিত।
- তবে ব্যবহারের ঘনত্ব ও নির্ভুলতার প্রয়োজনীয়তার উপর সময় নির্ভর করে।
- কিছু সূক্ষ্ম ইন্সট্রুমেন্টের ক্ষেত্রে প্রতি ৩ মাসে একবার ক্যালিব্রেশন করা প্রয়োজন।

৪. টুলস সঠিকভাবে সংরক্ষণ না করলে কী ক্ষতি হয়?

উত্তর: যদি টুলস সঠিকভাবে সংরক্ষণ না করা হয়, তাহলে —

- ধূলা, আর্দ্রতা ও মরিচা জমে যন্ত্র নষ্ট হয়ে যায়।
- মাপের নির্ভুলতা কমে যায়।
- প্রয়োজনের সময় টুল খুঁজে পাওয়া কঠিন হয়।
- বৈদ্যুতিক শর্ট সার্কিট বা দুর্ঘটনার সম্ভাবনা বেড়ে যায়।

৫. ইলেকট্রনিক টুলসের আয়ু বাড়ানোর তিনটি উপায় লিখুন।

উত্তর:

১. নিয়মিত পরিষ্কার ও রক্ষণাবেক্ষণ করা।
২. প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুযায়ী ব্যবহার করা।
৩. ব্যবহার শেষে শুকনো ও নিরাপদ স্থানে সংরক্ষণ করা।

টাস্ক শিট (Task Sheet) – ১.৬.১

Task Title: ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট-এর কাজ করার ক্ষমতা পরীক্ষাকরণ এবং কর্মক্ষেত্রের নীতিমালা অনুযায়ী টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট রক্ষণাবেক্ষণ ও সংরক্ষণ।	
নির্দেশনাবলী (Instructions):	
নিম্নের নির্দেশনাগুলো মনোযোগ সহকারে পড়ুন ও বুঝুন:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ এই পরীক্ষাটি/ডেমোনস্ট্রেশনটি Electrical Installation and Maintenance-এর একটি ইউনিটের একটি লার্নিং আউটকাম-এর পারফরম্যান্স ক্রাইটেরিয়ার ভিত্তিতে তৈরি। ▪ এই মূল্যায়ন কার্যক্রমটি আপনার মৌলিক জ্ঞান/দক্ষতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হবে। ▪ রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হওয়ার জন্য আপনাকে দশ (১০) মিনিট সময় দেওয়া হবে। ▪ এই পরীক্ষা সম্পন্ন করার জন্য আপনাকে ৪০ মিনিট সময় দেওয়া হবে। 	
প্রক্রিয়া (Procedure):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ কাজের ধরণ অনুযায়ী প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার ও পর্যবেক্ষণ করুন। ▪ সরবরাহকৃত স্পেসিফিকেশন তথ্য পড়ুন। ▪ কাজটি সম্পন্ন করতে প্রয়োজনীয় সকল উপকরণ সংগ্রহ করুন। ▪ নির্ধারিত সময়ের মধ্যে কাজটি সম্পন্ন করুন। ▪ সর্বদা স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) সংক্রান্ত নির্দেশনা মেনে চলুন। 	
কাজের স্পেসিফিকেশন তথ্য (Job Specification Information):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ প্রয়োজনীয় সরবরাহ, উপকরণ, ও সরঞ্জাম সংগ্রহ করুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র খুব ভালোভাবে পড়ুন ও বুঝুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র অনুযায়ী আপনার উত্তর নিম্নের দ্বিতীয় খালি ঘরে লিখুন। 	
প্রশ্নপত্রঃ	
<p>১। ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট-এর কাজ করার ক্ষমতা পরীক্ষাকরণ এবং কর্মক্ষেত্রের নীতিমালা অনুযায়ী টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট রক্ষণাবেক্ষণ ও সংরক্ষণ -এর জন্য কি কি করণীয়? বিস্তারিত লিখুন।</p>	
Resources Required:	
Tools:	Task sheet
Equipment:	N/A
Machinery:	N/A
Materials:	Pen, paper
PPE:	Mask, Apron

মডিউল-২

মডিউলঃ সার্ভিস কানেকশন সম্পাদন করা
SICIP-LE-EIM-02-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-২

মডিউল শিরোনামঃ সার্ভিস কানেকশন সম্পাদন করা

ইউনিট কোডঃ বাওঈওচ-খউ-উওগ-০২-৫

নোমিনাল আওয়ারঃ ২০ ঘণ্টা।

মডিউলের বিবরণঃ

এই মডিউলে সার্ভিস কানেকশন সম্পাদন করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে অন্তর্ভুক্ত রয়েছে – ড্রয়িং ও স্পেসিফিকেশন ব্যাখ্যা করা, সার্ভিস লাইনের দূরত্ব পরিমাপ করা, সার্ভিস সংযোগের জন্য কেবল স্থাপন করা, এনার্জি মিটার স্থাপন করা এবং এনার্জি মিটার ও মেইন সুইচ সংযোগ করা।

শিখন ফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত কাজগুলো সম্পন্ন করতে পারবে:

১. ড্রয়িং ও স্পেসিফিকেশন ব্যাখ্যা করতে পারবে।
২. সার্ভিস লাইনের দূরত্ব পরিমাপ করতে পারবে।
৩. সার্ভিস সংযোগের জন্য কেবল স্থাপন করতে পারবে।
৪. এনার্জি মিটার স্থাপন করতে পারবে।
৫. এনার্জি মিটার ও মেইন সুইচ সংযোগ করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

- ১) ড্রয়িং সংগ্রহ ও ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
- ২) চিহ্ন ও প্রতীক শনাক্ত করা হয়েছে।
- ৩) পরিভাষা ও সংক্ষিপ্ত রূপ শনাক্ত করা হয়েছে।
- ৪) স্পেসিফিকেশন ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
- ৫) ব্যক্তিগত সুরক্ষা উপকরণ (PPEs) সংগ্রহ ও ব্যবহার করা হয়েছে।
- ৬) ডিস্ট্রিবিউশন পোল ও মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরীক্ষা ও পরিমাপ করা হয়েছে।
- ৭) মেইন সুইচ ও মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরীক্ষা ও পরিমাপ করা হয়েছে।
- ৮) লোড অনুযায়ী কেবলের আকার নির্বাচন করা হয়েছে।
- ৯) সংগ্রহ করা কেবল কাটা ও সেট করা হয়েছে।
- ১০) কেবলসমূহ সঠিকভাবে ডিস্ট্রিবিউশন পোলের সঙ্গে ধরে ক্ল্যাম্প করা হয়েছে।
- ১১) কেবলসমূহ যুক্ত করা এবং পোল ও এনার্জি মিটারের সঙ্গে সংযুক্ত করা হয়েছে।
- ১২) সংযোগের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ নির্বাচন করা হয়েছে।
- ১৩) এনার্জি মিটার সংগ্রহ করে বোর্ডে সেট করা হয়েছে।
- ১৪) এনার্জি মিটার সার্ভিস লাইনের সঙ্গে সংযুক্ত করা হয়েছে।
- ১৫) কেবলসমূহের পরিমাপ ও আকার নির্ধারণ করা হয়েছে।
- ১৬) কেবলসমূহ কনডুইটের ভিতরে স্থাপন করা হয়েছে।
- ১৭) এনার্জি মিটার ও মেইন সুইচের মধ্যে সংযোগ সম্পন্ন করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ২.১

শিখন ফল-১: ড্রয়িং ও স্পেসিফিকেশন ব্যাখ্যা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ১) ড্রয়িং সংগ্রহ ও ব্যাখ্যা করা
- ২) চিহ্ন ও প্রতীক (ঝরমহং ধহফ ুসনড়ষং) শনাক্ত করা
- ৩) পরিভাষা ও সংক্ষিপ্ত রূপ (Terms and Abbreviations) শনাক্ত করা
- ৪) স্পেসিফিকেশন ব্যাখ্যা করা

ড্রয়িং সংগ্রহ ও ব্যাখ্যা করাঃ

(ক) ড্রয়িং:

ড্রয়িং হলো কোনো স্থাপনার (building, factory, office ইত্যাদি) বৈদ্যুতিক কাজের চিত্র বা নকশা, যেখানে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি, তারের পথ, সুইচ, সকেট, লাইট, ফ্যান, ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড ইত্যাদি কীভাবে সংযুক্ত ও স্থাপন করা হবে – তা চিহ্ন, প্রতীক ও মাপসহ দেখানো হয়।

ইলেকট্রিক্যাল ইনস্টলেশনে ড্রয়িং-এর ভূমিকা:

১) পরিকল্পনা (Planning):

ড্রয়িং দেখে বৈদ্যুতিক কাজের সম্পূর্ণ পরিকল্পনা তৈরি করা যায়। কোন সার্কিট কোথায় যাবে, কত তার লাগবে, কীভাবে সংযোগ হবে – তা স্পষ্টভাবে বোঝা যায়।

২) ইনস্টলেশন গাইড (Installation Guide):

ড্রয়িং-এর মাধ্যমে ইলেকট্রিশিয়ান বা টেকনিশিয়ানরা ঠিক কোথায় কোন যন্ত্রাংশ বসাতে হবে, কীভাবে তার টানতে হবে ইত্যাদি বিষয়ে নির্দেশনা পান।

৩) ত্রুটি নির্ণয় (Fault Finding):

ভবিষ্যতে কোনো সমস্যা দেখা দিলে ড্রয়িং দেখে সহজেই সার্কিটের দিক, সংযোগ ও যন্ত্রাংশ শনাক্ত করে ত্রুটি নির্ণয় করা যায়।

৪) নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ (Safety):

ড্রয়িং অনুসারে কাজ করলে শর্ট সার্কিট, ওভারলোড বা ভুল সংযোগের ঝুঁকি কমে যায়।

৫) নিয়ম মেনে কাজ (Compliance):

ইলেকট্রিক্যাল কোড ও মানদণ্ড (standards) মেনে ড্রয়িং তৈরি করা হয়, যাতে কাজটি আইনি ও নিরাপদ থাকে।

(ক)-১ Sketch (স্কেচ):

স্কেচ হলো কোনো বৈদ্যুতিক সার্কিট, যন্ত্র বা ইনস্টলেশনের সহজ, হাতের আঁকা প্রাথমিক চিত্র। এটি সাধারণত: দ্রুত পরিকল্পনা বা ধারণা বোঝাতে তৈরি করা হয়।

বৈশিষ্ট্য:

- ১) এটি হাতে আঁকা হয় এবং এতে নিখুঁত মাপ বা স্কেল ব্যবহার নাও থাকতে পারে।
- ২) মূলত কোনো আইডিয়া বা প্রাথমিক নকশা বোঝানোর জন্য ব্যবহার করা হয়।

৩) কাজ শুরু করার আগে স্থাপনার অবস্থান বা সংযোগের রূপরেখা প্রদর্শন করতে সাহায্য করে।

উদাহরণ:

একজন ইলেকট্রিশিয়ান কোনো কক্ষে লাইট, ফ্যান ও সুইচের অবস্থান দেখাতে দ্রুত একটি স্কেচ আঁকতে পারেন।

(ক)-২ Electrical Drawing (ইলেকট্রিক্যাল ড্রয়িং):

ইলেকট্রিক্যাল ড্রয়িং হলো একটি নির্ভুল ও মানসম্পন্ন নকশা, যেখানে বৈদ্যুতিক উপকরণ, সার্কিট, সংযোগ এবং স্থাপন পদ্ধতি মানক প্রতীক (standard symbols) ও স্কেল ব্যবহার করে দেখানো হয়।

বৈশিষ্ট্য:

- ১) এতে নির্দিষ্ট স্কেল, চিহ্ন (symbols), মাপ (dimension) ও স্পেসিফিকেশন থাকে।
- ২) ড্রয়িং দেখে ইনস্টলেশন, রক্ষণাবেক্ষণ ও ত্রুটি নির্ণয় করা সহজ হয়।
- ৩) এটি সাধারণত: কম্পিউটার সফটওয়্যার (যেমন AutoCAD) বা প্রফেশনাল ড্রাফটিং টুল দিয়ে তৈরি করা হয়।
- ৪) এটি ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং কাজের একটি গুরুত্বপূর্ণ নথি (technical document)।

(খ) ইলেকট্রিক্যাল ড্রয়িং-এর ধরন:

১) Single Line Diagram (এক-রেখা চিত্র):

সার্কিট ও সংযোগগুলো একটি রেখায় সরলভাবে দেখানো হয়।

২) Wiring Diagram (ওয়্যারিং ড্রয়িং):

বিভিন্ন যন্ত্রাংশের তার সংযোগ ও অবস্থান বিস্তারিতভাবে দেখানো হয়।

৩) Layout Diagram (লেআউট ড্রয়িং):

ভবনের প্লানে লাইট, ফ্যান, সুইচ, সকেট ইত্যাদির অবস্থান দেখানো হয়।

৪) Circuit Diagram (সার্কিট চিত্র):

নির্দিষ্ট সার্কিটে যন্ত্রাংশের বৈদ্যুতিক সংযোগ কীভাবে কাজ করে তা বোঝানো হয়।

(গ) স্কেচ ও ইলেকট্রিক্যাল ড্রয়িং-এর মধ্যে পার্থক্য

(Difference between Sketch and Electrical Drawing):

বিষয়	Sketch (স্কেচ)	Electrical Drawing (ইলেকট্রিক্যাল ড্রয়িং)
১. প্রকৃতি	হাতের আঁকা, প্রাথমিক	নির্ভুল ও মানসম্পন্ন
২. উদ্দেশ্য	ধারণা বা পরিকল্পনা বোঝানো	বাস্তব ইনস্টলেশন বা রক্ষণাবেক্ষণ নির্দেশনা
৩. স্কেল	স্কেল ব্যবহৃত হয় না	নির্দিষ্ট স্কেল ব্যবহৃত হয়
৪. ব্যবহার	দ্রুত আইডিয়া বা প্রাথমিক আলোচনা	প্রকৃত কাজ বা প্রকল্প বাস্তবায়ন

Sketch হলো প্রাথমিক ধারণার সহজ রূপ, আর Electrical Drawing হলো সেই ধারণার বাস্তব, নির্ভুল ও প্রফেশনাল উপস্থাপন। দু'টিই ইলেকট্রিক্যাল ইনস্টলেশন ও মেইনটেন্যান্সে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

চিহ্ন ও প্রতীক (Signs and Symbols) শনাক্ত করাঃ

(ক) চিহ্ন ও প্রতীক (Signs and Symbols):

চিহ্ন (Signs) ও প্রতীক (Symbols) হলো এমন কিছু চিহ্নিত রূপ বা চিত্র, যা কোনো বস্তু, কাজ বা ধারণাকে সহজভাবে প্রকাশ করে। এগুলো মূলত ড্রয়িং বা নকশা-তে ব্যবহৃত হয়, যাতে কাজের ধরন, সংযোগ বা উপকরণের তথ্য সহজে বোঝানো যায়।

বৈদ্যুতিক (Electrical) নকশা বা ইনস্টলেশনে বিভিন্ন যন্ত্রপাতি যেমন সুইচ, লাইট, ফ্যান, সকেট, ফিউজ, মিটার, মোটর ইত্যাদির প্রকৃত ছবি আঁকার পরিবর্তে চিহ্ন ও প্রতীক ব্যবহার করা হয়। এর ফলে নকশা সংক্ষিপ্ত, সহজবোধ্য এবং আন্তর্জাতিকভাবে বোধগম্য হয়।

উদাহরণস্বরূপ:-

- একটি **লাইটের প্রতীক (Symbol)** হলো একটি বৃত্ত যার মধ্যে ক্রস চিহ্ন থাকে।



- একটি **সুইচের প্রতীক** হলো ছোট একটি ব্রেক বা কাট চিহ্ন।
- একটি **ফিউজের প্রতীক** দুটি বিন্দুর মধ্যে ছোট একটি লাইন বা বাস্তবের মতো থাকে।

(খ) চিহ্ন ও প্রতীকের গুরুত্ব:

- ১) ড্রয়িং সহজে বোঝা যায়।
- ২) সময় ও জায়গা বাঁচে।
- ৩) আন্তর্জাতিক মানে কাজ করা যায়।
- ৪) ভুল বোঝাবুঝি কমে যায়।
- ৫) রক্ষণাবেক্ষণ ও ত্রুটি নির্ণয় সহজ হয়।

নিচে সংক্ষিপ্তভাবে বিভিন্ন প্রকার সিম্বল-এর বর্ণনা দেওয়া হলোঃ

১) Drawing Symbol (ড্রয়িং সিম্বল)

ড্রয়িং সিম্বল হলো বিভিন্ন বৈদ্যুতিক উপকরণ বা যন্ত্রাংশ বোঝাতে ব্যবহৃত মানক প্রতীক। এটি ড্রয়িংকে সহজে বুঝতে সাহায্য করে।

২) Connection Symbols (কানেকশন সিম্বল)

কানেকশন সিম্বল দ্বারা সার্কিটে তার বা উপাদানগুলো কীভাবে পরস্পরের সাথে সংযুক্ত তা বোঝানো হয়। যেমন – সংযোগ বিন্দু (•), অ-সংযোগ রেখা ইত্যাদি।

৩) Load Symbols (লোড সিম্বল)

লোড সিম্বল দ্বারা বোঝানো হয় বিদ্যুৎ ব্যবহারকারী যন্ত্র বা ডিভাইস, যেমন – বাতি, ফ্যান, মোটর ইত্যাদি।

৪) Socket Symbols (সকেট সিম্বল)

সকেট সিম্বল বৈদ্যুতিক সকেট বা প্লাগ পয়েন্ট বোঝাতে ব্যবহৃত হয়, যেখানে যন্ত্রের প্লাগ সংযুক্ত হয়।

৫) Main Switch Symbols (মেইন সুইচ সিম্বল)

মেইন সুইচ সিম্বল দ্বারা মূল সুইচ বা প্রধান নিয়ন্ত্রণ সুইচের অবস্থান বোঝানো হয়, যা দিয়ে পুরো সার্কিট চালু বা বন্ধ করা হয়।

৬) Supply Symbols (সাপ্লাই সিম্বল)

সাপ্লাই সিম্বল দ্বারা বিদ্যুৎ সরবরাহের উৎস বা লাইন (AC/DC, ফেজ, নিউট্রাল ইত্যাদি) চিহ্নিত করা হয়।

৭) Danger Symbols (ডেঞ্জার সিম্বল)

ডেঞ্জার সিম্বল বা সতর্কীকরণ চিহ্ন বৈদ্যুতিক বিপদ, উচ্চ ভোল্টেজ বা ঝুঁকিপূর্ণ স্থান নির্দেশ করে।

৮) Switch Board Symbols (সুইচ বোর্ড সিম্বল)

সুইচ বোর্ড সিম্বল দিয়ে বোঝানো হয় সুইচ বোর্ড বা কন্ট্রোল প্যানেল কোথায় স্থাপন করা আছে বা কোন ডিভাইস এতে সংযুক্ত।

৯) Conduit Board (কন্ডুইট বোর্ড)

কন্ডুইট বোর্ড হলো ড্রয়িংয়ে তার বা পাইপ (কন্ডুইট) এর পথ বা নালী বোঝানোর জন্য ব্যবহৃত চিহ্ন।


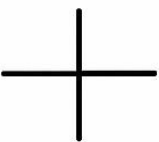


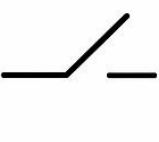


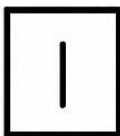


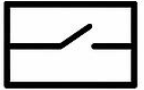

১০) Circuit Breaker Symbol (সার্কিট ব্রেকার সিম্বল)

সার্কিট ব্রেকার সিম্বল দ্বারা বোঝানো হয় এমন একটি যন্ত্র, যা সার্কিটে অতিরিক্ত লোড বা শর্ট সার্কিট হলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিদ্যুৎ বিচ্ছিন্ন করে।

১১) Protective Device Symbol (প্রটেকটিভ ডিভাইস সিম্বল)

প্রটেকটিভ ডিভাইস সিম্বল দ্বারা বোঝানো হয় নিরাপত্তার জন্য ব্যবহৃত যন্ত্র, যেমন – ফিউজ, আর্থ লিকেজ ডিভাইস (ELCB), সার্জ প্রটেক্টর ইত্যাদি।

2.1 Drawing Symbol

<p>ড্রয়াহ্ সিম্বল</p>  <p>Drawing Symbol</p>	<p>কানেকশন সিম্বল</p>  <p>Connection Symbols</p>	<p>লোড সিম্বল</p>  <p>Load Symbols</p>
<p>সকেট সিম্বল</p>  <p>Socket Symbols</p>	<p>মেইন সুইচ সিম্বল</p>  <p>Main Switch Symbols</p>	<p>সাপ্লাই সিম্বল</p>  <p>Supply Symbols</p>
<p>ডেঞ্জার সিম্বল</p>  <p>Danger Symbols</p>	<p>সুইচ বোর্ড সিম্বল</p>  <p>Switch Board Symbols</p>	<p>কন্ডুইট বোর্ড</p>  <p>Conduit Board</p>
<p>সার্কিট ব্লেকবার সিম্বল</p>  <p>Circuit Breaker Symbol</p>	<p>প্রটেক্টিভ ডিভাইস সিম্বল</p>  <p>Protective Device</p>	<p>প্রটেক্টিভ ডিভাইস সিম্বল</p>  <p>Protective Device Symbol</p>

পরিভাষা ও সংক্ষিপ্ত রূপ (Terms and Abbreviations):

Electrical Installation & Maintenance কাজের সময় বিভিন্ন Drawing (চিত্র) ও Specification (নির্দেশিকা)-এ অনেক Terms (শব্দ বা পরিভাষা) এবং Abbreviations (সংক্ষিপ্ত রূপ) ব্যবহার করা হয়। এই শব্দগুলো সঠিকভাবে বোঝা খুব জরুরি, কারণ এগুলোর মাধ্যমে ড্রয়িংয়ে ব্যবহৃত উপাদান, সংযোগ, মান ও পদ্ধতির অর্থ স্পষ্টভাবে বোঝা যায়।

(ক) Terms (পরিভাষা):

এগুলো হচ্ছে এমন কিছু টেকনিক্যাল শব্দ, যা Electrical কাজের নির্দিষ্ট বিষয় বোঝাতে ব্যবহৃত হয়। যেমন:- Voltage (বৈদ্যুতিক বিভব), Current (বিদ্যুৎ প্রবাহ), Resistance (প্রতিবন্ধকতা/রোধ), Circuit (বৈদ্যুতিক বর্তনী), Load (বিদ্যুৎ ব্যবহারের যন্ত্র) ইত্যাদি।

(খ) Abbreviations (সংক্ষিপ্ত রূপ):

এগুলো হলো Electrical Drawing বা Specification-এ ব্যবহৃত শব্দের সংক্ষিপ্ত রূপ, যা লেখাকে সহজ ও সংক্ষিপ্ত করে।

নিচে Electrical Drawing-এ ব্যবহৃত কয়েকটি সাধারণ Terms এবং Abbreviations-এর একটি চার্ট দেওয়া হলোঃ

ক্র. নং	Terms/ Abbreviations	পূর্ণরূপ (Full Form)	অর্থ (বাংলা অর্থ)
1	AC	Alternating Current	পরিবর্তী প্রবাহ
2	DC	Direct Current	একদিকীয় প্রবাহ
3	V	Voltage	বিভব পার্থক্য বা ভোল্টেজ
4	A	Ampere	বিদ্যুৎ প্রবাহের একক
5	W	Watt	বিদ্যুৎ শক্তির একক
6	e	Ohm	প্রতিবন্ধকতার একক
7	L	Live	লাইভ তার (বিদ্যুৎ প্রবাহ বহন করে)
8	N	Neutral	নিউট্রাল তার
9	E	Earth	আর্থ সংযোগ বা গ্রাউন্ডিং
10	SW	Switch	সুইচ
11	DB	Distribution Board	বিতরণ বোর্ড
12	MCB	Miniature Circuit Breaker	ক্ষুদ্র সার্কিট ব্রেকার
13	RCD	Residual Current Device	অবশিষ্ট প্রবাহ সুরক্ষা যন্ত্র
14	CFL	Compact Fluorescent Lamp	শক্তি সাশ্রয়ী ফ্লুরোসেন্ট বাতি
15	LED	Light Emitting Diode	আলো নির্গতকারী ডায়োড
16	TP	Triple Pole	তিন-পোল সংযোগ
17	SP	Single Pole	এক-পোল সংযোগ

ক্র. নং	Terms/ Abbreviations	পূর্ণরূপ (Full Form)	অর্থ (বাংলা অর্থ)
18	KWh	Kilowatt Hour	বিদ্যুৎ ব্যবহারের একক (ইউনিট)
19	CT	Current Transformer	কারেন্ট ট্রান্সফরমার
20	PT	Potential Transformer	পটেনশিয়াল ট্রান্সফরমার

এই Terms ও Abbreviations গুলো Electrical Drawing এবং Specification বোঝার ক্ষেত্রে অপরিহার্য। এগুলোর মাধ্যমে সহজে বৈদ্যুতিক চিত্র পড়া, ব্যাখ্যা করা ও ইনস্টলেশন কাজ সম্পন্ন করা যায়।

স্পেসিফিকেশন ব্যাখ্যা করাঃ

স্পেসিফিকেশন

Specification বা নির্দেশিকা হলো কোনো বৈদ্যুতিক কাজ সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ, মান, আকার, গুণগত মান এবং কাজের পদ্ধতি সম্পর্কে বিস্তারিত লিখিত বিবরণ। **Electrical Installation & Maintenance** পেশায় এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ নথি, যা ড্রয়িং-এর পাশাপাশি কাজকে সঠিকভাবে সম্পন্ন করতে সহায়তা করে।

Specification-এর মূল উদ্দেশ্য:

- কাজের মান বজায় রাখা।
- সঠিক উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ব্যবহার নিশ্চিত করা।
- কাজের ধরন ও পদ্ধতি স্পষ্ট করা।
- ত্রুটি ও বিভ্রান্তি কমানো।

Electrical Specification-এ সাধারণত: যা উল্লেখ থাকে:

বিষয়	বর্ণনা (বাংলায়)
1. Material Specification	তার, সুইচ, বোর্ড, পাইপ, MCB ইত্যাদির মান ও ধরন উল্লেখ থাকে।
2. Installation Method	যেভাবে ইনস্টলেশন করা হবে (surface, concealed, conduit ইত্যাদি)।
3. Cable Size & Type	ব্যবহৃত কেবলের আকার ও ধরন (যেমন 1.5 sq.mm PVC wire)।
4. Load Capacity	সার্কিটে সর্বোচ্চ কত লোড বহন করা যাবে।
5. Safety Requirements	আর্থিং, ইনসুলেশন ও সুরক্ষা যন্ত্রের মান।
6. Testing & Inspection	ইনস্টলেশনের পর পরীক্ষা ও যাচাইয়ের নিয়ম।

উদাহরণ:

“All wiring shall be done with 1.5 sq.mm PVC insulated copper wire in concealed PVC conduit as per IEE regulation.”

বাংলায় অর্থ: সমস্ত তারসংযোগ ১.৫ বর্গমিলিমিটার পিভিসি ইনসুলেটেড কপার তার দ্বারা, লুকানো পিভিসি কনডুইটে, IEE নিয়ম অনুযায়ী করা হবে।

Specification Electrical Drawing-এর সাথে মিলিয়ে পড়লে, একজন টেকনিশিয়ান বা ইলেকট্রিশিয়ান বুঝতে পারেন – কীভাবে, কোন উপকরণ দিয়ে, এবং কোন মান অনুসারে ইনস্টলেশন কাজ সম্পন্ন করতে হবে। এটি কাজের মান, নিরাপত্তা ও নির্ভুলতা নিশ্চিত করে।

সেলফ চেক (Self Check) – ২.১

- ১) ড্রয়িং কি?
- ২) স্কেচ কি? এর বৈশিষ্ট্যগুলি লিখুন?
- ৩) প্রতীক (Symbols) কি?
- ৪) Specification বলতে কি বোঝেন? এর মূল উদ্দেশ্য কি?
- ৫) AC, DC, DB ও MCB-এর পূর্ণ রূপ কি?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.১

১) ড্রয়িং কি?

উত্তরঃ ড্রয়িং হলো কোনো স্থাপনার (building, factory, office ইত্যাদি) বৈদ্যুতিক কাজের চিত্র বা নকশা, যেখানে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি, তারের পথ, সুইচ, সকেট, লাইট, ফ্যান, ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড ইত্যাদি কীভাবে সংযুক্ত ও স্থাপন করা হবে – তা চিহ্ন, প্রতীক ও মাপসহ দেখানো হয়।

২) স্কেচ কি? এর বৈশিষ্ট্যগুলি লিখুন?

উত্তরঃ স্কেচ হলো কোনো বৈদ্যুতিক সার্কিট, যন্ত্র বা ইনস্টলেশনের সহজ, হাতের আঁকা প্রাথমিক চিত্র। এটি সাধারণত: দ্রুত পরিকল্পনা বা ধারণা বোঝাতে তৈরি করা হয়।

বৈশিষ্ট্য:

- ১) এটি হাতে আঁকা হয় এবং এতে নিখুঁত মাপ বা স্কেল ব্যবহার নাও থাকতে পারে।
- ২) মূলত কোনো আইডিয়া বা প্রাথমিক নকশা বোঝানোর জন্য ব্যবহার করা হয়।
- ৩) কাজ শুরু করার আগে স্থাপনার অবস্থান বা সংযোগের রূপরেখা প্রদর্শন করতে সাহায্য করে।

৩) প্রতীক (Symbols) কি?

উত্তরঃ প্রতীক (Symbols) হলো এমন কিছু চিহ্নিত রূপ বা চিত্র, যা কোনো বস্তু, কাজ বা ধারণাকে সহজভাবে প্রকাশ করে। এগুলো মূলত ড্রয়িং বা নকশা-তে ব্যবহৃত হয়, যাতে কাজের ধরন, সংযোগ বা উপকরণের তথ্য সহজে বোঝানো যায়।

৪) Specification বলতে কি বোঝেন? এর মূল উদ্দেশ্য কি?

উত্তরঃ Specification বা নির্দেশিকা হলো কোনো বৈদ্যুতিক কাজ সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ, মান, আকার, গুণগত মান এবং কাজের পদ্ধতি সম্পর্কে বিস্তারিত লিখিত বিবরণ। Electrical Installation & Maintenance পেশায় এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ নথি, যা ড্রয়িং-এর পাশাপাশি কাজকে সঠিকভাবে সম্পন্ন করতে সহায়তা করে।

Specification-এর মূল উদ্দেশ্য:

- কাজের মান বজায় রাখা।
- সঠিক উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ব্যবহার নিশ্চিত করা।
- কাজের ধরণ ও পদ্ধতি স্পষ্ট করা।
- ত্রুটি ও বিভ্রান্তি কমানো।

৫) AC, DC, DB ও MCB-এর পূর্ণ রূপ কি?

উত্তরঃ AC- Alternating Current,
DC- Direct Current,
DB- Distribution Board,
MCB- Miniature Circuit Breaker.

টাস্ক শিট (Task Sheet) – ২.১.১

Task Title: ড্রয়িং সংগ্রহ ও ব্যাখ্যা করা, এবং চিহ্ন ও প্রতীক শনাক্ত করা।	
নির্দেশনাবলী (Instructions):	
নিম্নের নির্দেশনাগুলো মনোযোগ সহকারে পড়ুন ও বুঝুন:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ এই পরীক্ষাটি/ডেমোনস্ট্রেশনটি Electrical Installation and Maintenance -এর একটি ইউনিটের একটি লার্নিং আউটকাম-এর পারফরম্যান্স ক্রাইটেরিয়ার ভিত্তিতে তৈরি। ▪ এই মূল্যায়ন কার্যক্রমটি আপনার মৌলিক জ্ঞান/দক্ষতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হবে। ▪ ড্রয়িং সংগ্রহ ও ব্যাখ্যা করার জন্য আপনাকে দশ (১০) মিনিট সময় দেওয়া হবে। ▪ প্রতীক শনাক্ত অঙ্কন এবং ব্যাখ্যা করার জন্য আপনাকে ৪০ মিনিট সময় দেওয়া হবে। 	
প্রক্রিয়া (Procedure):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ কাজের ধরণ অনুযায়ী প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার ও পর্যবেক্ষণ করুন। ▪ সরবরাহকৃত স্পেসিফিকেশন তথ্য পড়ুন। ▪ কাজটি সম্পন্ন করতে প্রয়োজনীয় সকল উপকরণ সংগ্রহ করুন। ▪ নির্ধারিত সময়ের মধ্যে কাজটি সম্পন্ন করুন। ▪ সর্বদা স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) সংক্রান্ত নির্দেশনা মেনে চলুন। 	
কাজের স্পেসিফিকেশন তথ্য (Job Specification Information):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ প্রয়োজনীয় ড্রইং সংগ্রহ করুন। ▪ স্পেসিফিকেশন পড়ুন ও বুঝুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র অনুযায়ী আপনার উত্তর নিম্নের দ্বিতীয় খালি ঘরে লিখুন। 	
প্রশ্নপত্রঃ	
<ol style="list-style-type: none"> ১) ইলেকট্রিক্যাল ইনস্টলেশনে ড্রয়িং-এর ভূমিকা, ইলেকট্রিক্যাল ড্রয়িং-এর ধরন, এবং স্কেচ ও ইলেকট্রিক্যাল ড্রয়িং-এর মধ্যে পার্থক্য বর্ণনা করুন। ২) চিহ্ন ও প্রতীক উদাহরণসহ সংজ্ঞায়িত করুন; চিহ্ন ও প্রতীকের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করুন এবং বিভিন্ন প্রকার সিম্বল-এর বর্ণনা দিন (প্রয়োজ্যক্ষেত্রে চিত্রসহ)। 	
Resources Required:	
Tools:	Task sheet
Equipment:	N/A
Machinery:	N/A
Materials:	Pen, paper
PPE:	Mask, Apron

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ২.২

শিখন ফল-২: সার্ভিস লাইনের দূরত্ব পরিমাপ করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ১) সার্ভিস কানেকশন
- ২) ব্যক্তিগত সুরক্ষা উপকরণ (PPEs) সংগ্রহ ও ব্যবহার
- ৩) ডিস্ট্রিবিউশন পোল ও মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরীক্ষা ও পরিমাপ
- ৪) মেইন সুইচ ও মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরীক্ষা ও পরিমাপ

সার্ভিস কানেকশন

ডিস্ট্রিবিউশন লাইন থেকে বাড়ি বা কারখানায় বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয়ার জন্য আলাদা যে ব্রাঞ্চ লাইন টানা হয়, তাকে সার্ভিস কানেকশন বলে। বিদ্যুতের চাহিদার পরিমাণ অনুযায়ী সার্ভিস কানেকশন দুই প্রকার হতে পারে। যথা-

- i) সিঙ্গেল ফেজ সার্ভিস কানেকশন
- ii) ত্রিফেজ সার্ভিস কানেকশন

i) সিঙ্গেল ফেজ সার্ভিস কানেকশনঃ

এই পদ্ধতিতে নিম্ন তড়িৎ চাপে এসি ২৩০ ভোল্ট এর সার্ভিস কানেকশন করা হয়। এই পদ্ধতিতে দুইটি সার্ভিস তারের প্রয়োজন পড়ে। এর মধ্যে একটি ফেজ তার এবং অপরটি নিউট্রাল তার। এছাড়া আরও একটি তার টানা হয় যার নাম আর্থ তার। সাধারণত লোডের পরিমাণ ৭.৫ কিলোওয়াটের কম হলে সিঙ্গেল ফেজ ২৩০ ভোল্ট এর সার্ভিস কানেকশন দেওয়া হয়। সার্ভিস কানেকশন ওভারহেড লাইন কিংবা মাটির নীচে দিয়ে কেবলের মাধ্যমে নেওয়া যেতে পারে। তবে বাসা—বাড়ি বা ছোট কারখানায় বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য ওভারহেড লাইনের সার্ভিস কানেকশনই বেশি ব্যবহৃত হয়। সার্ভিস কানেকশন শুধু মাত্র নিকটতম পোল থেকে টানতে হবে, ডিস্ট্রিবিউশন লাইনের অন্য কোন জায়গা থেকে টানা যাবে না। পোল এবং গ্রাহকের বাড়ির মিটার পর্যন্ত সর্বোচ্চ দূরত্ব ৩৫ মিটার বা ১১৫ ফুটের বেশি হওয়া চলবে না। সার্ভিস লাইন দু'ভাবে টানা যেতে পারে। গ্রাহকের বাড়িতে সার্ভিস পাইপ বসিয়ে পোল থেকে খোলা তার টেনে কানেকশন দেওয়া যায়। আবার পোল আর পাইপের মধ্যে বহনকারী বা ক্যাটিনারী তার টেনে, সেই তারের সঙ্গে ইনসুলেটেড তার (পি.ভি.সি. বা ওয়েদার প্রুফ তার) বেঁধেও সার্ভিস কানেকশন দেওয়া হয়।

উদ্দেশ্য:

ছোট লোড যেমন বাতি, ফ্যান, টেলিভিশন, ফ্রিজ ইত্যাদিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা।
গৃহস্থালি ও অফিসে নিরাপদ ও সশ্রয়ী বিদ্যুৎ ব্যবহার নিশ্চিত করা।

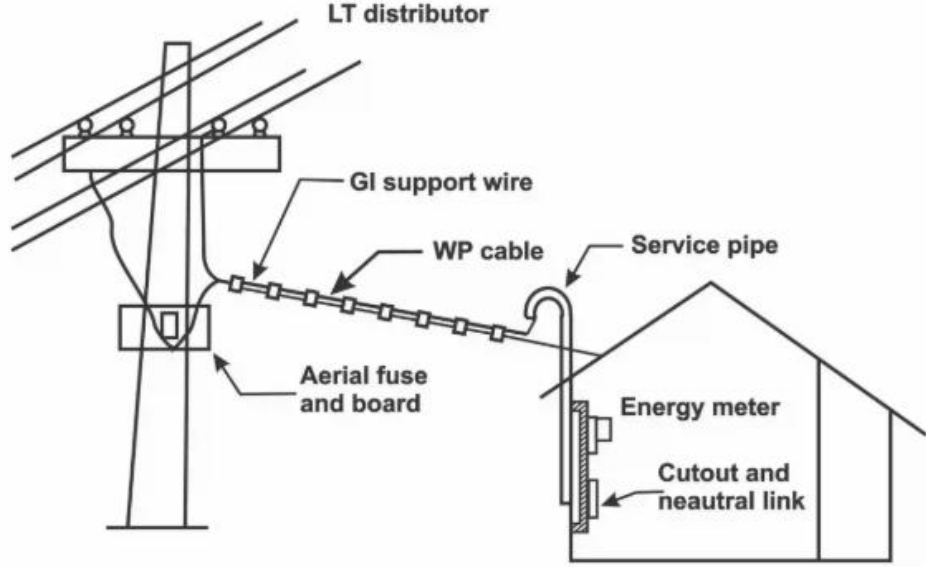


Fig: Over Head Single Phase Service Connection

ii) ত্রিফেজ সার্ভিস কানেকশন (Three Phase Service Connection)

সংজ্ঞা:

যে সংযোগ ব্যবস্থায় তিনটি ফেজ (R, Y, B) এবং একটি নিউট্রাল (N) তারের মাধ্যমে ভোক্তার স্থাপনায় বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়, তাকে ত্রিফেজ সার্ভিস কানেকশন বলে।

এটি সাধারণত শিল্প, কারখানা, অফিস বা এমন স্থানে ব্যবহৃত হয় যেখানে লোড বা বিদ্যুৎ ব্যবহার বেশি।

উদ্দেশ্য:

- ১) ভারী লোড বা বড় মেশিনে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা।
- ২) মোটর, পাম্প, লিফট ইত্যাদি চালানোর জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি সরবরাহ করা।
- ৩) লোডের ভারসাম্য (Load balance) বজায় রাখা।

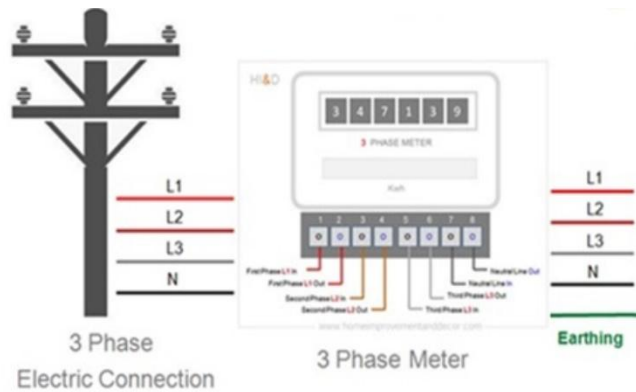


Fig: Over Head Three Phase Service Connection

ব্যক্তিগত সুরক্ষা উপকরণ (PPEs) সংগ্রহ ও ব্যবহারঃ

সার্ভিস কানেকশনের জন্য ব্যবহৃত PPEs

সার্ভিস কানেকশন (Service Connection) কাজ করার সময় নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে সঠিক ব্যক্তিগত সুরক্ষা উপকরণ (PPEs) ব্যবহার করা অত্যন্ত জরুরি। নিচে সার্ভিস কানেকশন কাজের জন্য সাধারণত যে PPE ব্যবহার করা হয় তার তালিকা ও কাজ ব্যাখ্যা করা হলো:

i. সেফটি হেলমেট (Safety Helmet)

- মাথাকে যেকোনো ধরণের আঘাত, পড়ে যাওয়া বস্তু বা ইলেকট্রিক শকের ঝুঁকি থেকে রক্ষা করে।



ii. ইনসুলেটেড গ্লাভস (Insulated Hand Gloves)

- বৈদ্যুতিক তার ধরার সময় ইলেকট্রিক শক প্রতিরোধ করে।
- রাবার বা ভোল্টেজ রেটেড গ্লাভস ব্যবহার করা উচিত।



iii. সেফটি গগলস বা ফেস শিল্ড (Safety Goggles/Face Shield)

- ধুলো, স্পার্ক, তার কাটিংয়ের সময় চোখ রক্ষা করে।



iv. ইনসুলেটেড সেফটি জুতা (Insulated Safety Shoes)

- ভেজা মাটি বা ধাতব স্থানে কাজ করার সময় কারেন্ট লাগা থেকে পা রক্ষা করে।



v. সেফটি বেল্ট বা হারনেস (Safety Belt/Harness)

- খুঁটি (Pole), দেয়াল বা উচ্চ স্থানে উঠে সার্ভিস কানেকশন দেওয়ার সময় দুর্ঘটনা প্রতিরোধ করে।



vi. ইনসুলেটেড অ্যাপ্রন বা বডি প্রোটেকশন ড্রেস

- শরীরকে বৈদ্যুতিক শক, স্পার্ক ও আগুন থেকে রক্ষা করে।



vii. সেফটি কন (Safety Cone) ও ওয়ার্নিং টেপ

- কাজের এলাকা চিহ্নিত করতে এবং লোকজনকে সতর্ক রাখতে ব্যবহৃত হয়।



viii. ইনসুলেটেড ম্যাট (Insulated Rubber Mat)

- মিটার বক্স বা সার্ভিস মেন সুইচে কাজ করার সময় পায়ে নিচে ব্যবহার হয়।



ix. কান রক্ষাকারী ইয়ার প্লাগ/ইয়ার ম্যাফ (Ear Plug / Ear Muff)

- কাটিং, ড্রিলিং বা ভারী শব্দযুক্ত কাজ হলে ব্যবহৃত হয়।



x. রিফ্লেক্টিভ ভেস্ট (Reflective Safety Vest)

- রাস্তায় বা বাহিরে কাজ করার সময় কর্মীকে দৃশ্যমান রাখতে ব্যবহৃত হয়।



ডিস্ট্রিবিউশন পোল ও মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরীক্ষা ও পরিমাপঃ

ডিস্ট্রিবিউশন পোল থেকে মিটার পর্যন্ত দূরত্ব পরীক্ষা ও পরিমাপ করা সার্ভিস কানেকশন কাজের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এটি সঠিকভাবে করলে তারের দৈর্ঘ্য, ভোল্টেজ ড্রপ, সুরক্ষা এবং স্থাপন মান (Standard) নিশ্চিত করা সম্ভব হয়।
নীচে ধাপে ধাপে পুরো প্রক্রিয়া দেওয়া হলো:

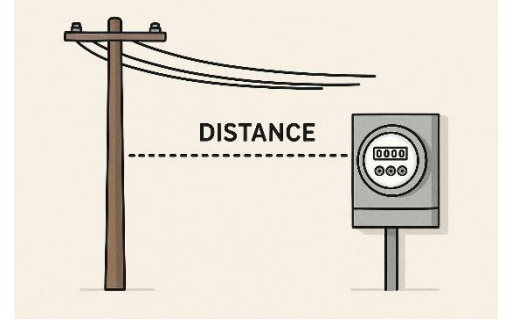
ডিস্ট্রিবিউশন পোল ও মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরীক্ষা ও পরিমাপের ধাপ

i. সাইট পরিদর্শন (Initial Site Inspection)

- প্রথমে পোল এবং মিটার বক্সের অবস্থান চিহ্নিত করুন।
- আশেপাশে বাধা, রাস্তা বা কোনো ঝুঁকিপূর্ণ অবস্থা আছে কি না দেখে নিন।

ii. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ

- মেজারিং টেপ/স্টিল টেপ (30m–50m)
- লেভেল (যদি প্রয়োজন হয়)
- মার্কার বা চক
- PPEs (হেলমেট, গ্লাভস, জুতা ইত্যাদি)



iii. নিরাপত্তা নিশ্চিত করা

- কাজের এলাকা চিহ্নিত করে রাখুন।
- টিম মেম্বারদের সতর্ক করুন।
- পোলের নিচে কোনো তার বা খোলা সংযোগ আছে কি না পরীক্ষা করুন।

iv. পোলের বেস পয়েন্ট নির্ধারণ

- পোলের যে স্থান থেকে সার্ভিস তার নেমে আসবে সেই "পোশিসন" বা "ড্রপ পয়েন্ট" চিহ্নিত করুন।
- সাধারণত পোলের সোজা নিচের পয়েন্টকে পরিমাপের রেফারেন্স পয়েন্ট হিসেবে ধরা হয়।

v. স্টিল টেপ/মেজারিং টেপ প্রস্তুত করা

- একজন কর্মী পোলের রেফারেন্স পয়েন্ট ধরে রাখবেন।
- অন্যজন মিটারের দিকে টেপ টেনে নেবেন।

vi. পোল থেকে মিটার পর্যন্ত টেপ টেনে সোজা লাইন করা

- টেপটি টান টান করে ধরে সোজা লাইনে চালাতে হবে।
- প্রয়োজন হলে লেভেল বা চোখে দেখে সোজা রাখা যায়।
- মাঝখানে গাছ, দেয়াল বা বাধা থাকলে টেপ উপরে/পাশ দিয়ে নিয়ে যান।

vii. মিটার বক্স পর্যন্ত টেপ পৌঁছানো

- মিটার বক্স বা সার্ভিস হোল্ডারের ঠিক নিচের বেস পয়েন্টে টেপের অপর প্রান্ত ধরে রাখুন।
- মিটারের অবস্থান সাধারণত ১.৪–১.৬ মিটার উচ্চতায় থাকে (প্রস্তুতকারক বা কোম্পানির মান অনুসারে)।

viii. দূরত্ব পড়ে নিন (Reading the Measurement)

- টেপের স্কেলে দেখুন মোট কত মিটার।
- সাধারণত ১০–২৫ মিটার দূরত্ব থাকে, তবে স্থাপনভেদে আলাদা হতে পারে।

ix. ফলাফল নথিভুক্ত করা (Record the Measurement)

- পরিমাপটি সার্ভিস কানেকশন ফর্ম/মিটার ইনস্টলেশন ফর্মে লিখে রাখুন।
- যদি তারের দৈর্ঘ্য হিসাব করতে হয়, তাহলে:
 - অতিরিক্ত ঢিলে (Slack)
 - কানেকশন পয়েন্টের উচ্চতা
 - টার্মিনেশন অংশ যোগ করতে হবে।

x. ডাবল চেক (Re-verify)

- প্রয়োজন হলে দূরত্ব পুনরায় মাপুন।
- মাপের সঠিকতা নিশ্চিত করুন যেন তার অপচয় বা ভোল্টেজ ড্রপ সমস্যা না হয়।

সংক্ষেপে ধাপগুলো

১. সাইট পরীক্ষা
২. যন্ত্রপাতি সংগ্রহ
৩. নিরাপত্তা নিশ্চিত
৪. পোল রেফারেন্স পয়েন্ট নির্ধারণ
৫. টেপ প্রস্তুত
৬. টেপ সোজা করে চালানো
৭. মিটার বক্স পর্যন্ত পৌঁছানো
৮. দূরত্ব রিডিং নেওয়া
৯. নথিভুক্ত করা
১০. পুনঃপরীক্ষা

মেইন সুইচ ও মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরীক্ষা ও পরিমাপঃ

মেইন সুইচ ও মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরীক্ষা ও পরিমাপ করার ধাপসমূহ

i. সাইট পরিদর্শন (Site Inspection)

- প্রথমে মিটার বক্স এবং মেইন সুইচ কোথায় স্থাপন আছে তা চিহ্নিত করুন।
- তাদের মধ্যে কোনো বাধা, দেয়াল, পাইপ বা অপ্রত্যাশিত প্রতিবন্ধকতা আছে কিনা দেখুন।

ii. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ

- স্টিল টেপ বা মেজারিং টেপ (5m–20m)
- মার্কার/চক
- PPEs (হেলমেট, গ্লাভস, জুতা)
- নোটবুক/ফর্ম

iii. নিরাপত্তা নিশ্চিত করা

- মিটার বক্স বা মেইন সুইচে কোনো লাইভ কানেকশন আছে কিনা পরীক্ষা করুন।
- কাজের আগে সার্কিট বন্ধ করা (যদি প্রয়োজন হয়)।

iv. মিটারের রেফারেন্স পয়েন্ট নির্ধারণ

- সাধারণত মিটারের নিচের বা পাশের টার্মিনেশন পয়েন্টকে রেফারেন্স ধরা হয়।
- মিটার বোর্ডের নির্দিষ্ট স্থানে (যেখানে সার্ভিস তার প্রবেশ করে) পয়েন্ট ঠিক করুন।

v. মেইন সুইচের রেফারেন্স পয়েন্ট নির্ধারণ

- মেইন সুইচের ইনপুট টার্মিনালকে রেফারেন্স পয়েন্ট ধরে পরিমাপ শুরু হবে।
- এটি সাধারণত সুইচের নিচের অংশে থাকে।

vi. মাপ নেওয়ার প্রস্তুতি

- একজন কর্মী মিটারের রেফারেন্স পয়েন্টে টেপ ধরবেন।
- আরেকজন মেইন সুইচ পর্যন্ত টেপ টান টান করে টেনে নেবেন।

vii. টেপ সোজাভাবে চালানো

- মিটার থেকে মেইন সুইচ পর্যন্ত টেপ সোজা লাইনে রাখুন।
- কোন বাঁক, দেয়াল বা কনডুইট থাকলে সেগুলো অনুসরণ করে বাস্তব রুট অনুযায়ী মাপ নিন।
(কনডুইট রুট অনুযায়ী মাপ নেওয়া সবচেয়ে সঠিক পদ্ধতি)

viii. রিডিং নেওয়া (Take the Reading)

- টেপের স্কেলে দেখুন মোট দূরত্ব কত মিটার/সেন্টিমিটার।
- বাড়ি বা ভবনের ডিজাইনের উপর নির্ভর করে সাধারণত ০.৫ মিটার থেকে ৩ মিটার পর্যন্ত হয়।

ix. অতিরিক্ত ঢিলে (Slack) যোগ করা

তার কাটার জন্য:

- 15–30 সেমি অতিরিক্ত তার সবসময় হিসাবের সাথে যোগ করুন।
- টার্মিনেশন কাজ সহজ হয় এবং ভবিষ্যতে রক্ষণাবেক্ষণ সুবিধাজনক।

x. নথিভুক্ত করা (Record the Distance)

- ফর্ম, সার্ভিস কানেকশন শিট বা নোটবুকে মাপ লিখে রাখুন।
- প্রয়োজন হলে স্কেচ আঁকুন।

xi. পুনরায় যাচাই (Re-check)

- ভুল এড়াতে পুনরায় মাপ নিন।
- নিশ্চিত করুন যে রুট অনুযায়ী মাপটি সঠিক হয়েছে।

সংক্ষেপে

১. সাইট পরিদর্শন
২. যন্ত্রপাতি সংগ্রহ
৩. নিরাপত্তা নিশ্চিত
৪. মিটার ও সুইচ পয়েন্ট ঠিক করা
৫. টেপ টেনে মাপ নেওয়া
৬. অতিরিক্ত ঢিলে যোগ
৭. রেকর্ড ও পুনঃপরীক্ষা

সেলফ চেক (Self Check) ২.২

- ১) সার্ভিস কানেকশনের জন্য ব্যবহৃত PPE গুলো কি?
- ২) ডিস্ট্রিবিউশন পোল এবং মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরিমাপ করার ধাপ গুলো কি?
- ৩) মাপের অতিরিক্ত তার কেন কেঁটে নেওয়া হয়?
- ৪) সেফটি বেল্ট বা হারনেস ব্যবহার করা হয় কেন?
- ৫) সেফটি হেলমেট কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.২

- ১) সার্ভিস কানেকশনের জন্য ব্যবহৃত PPE গুলো কি?

উত্তরঃ নিচে সার্ভিস কানেকশন কাজের জন্য সাধারণত যে PPE ব্যবহার করা হয় তার তালিকা ও কাজ ব্যাখ্যা করা হলো:

- i. সেফটি হেলমেট (Safety Helmet)
- ii. ইনসুলেটেড গ্লাভস (Insulated Hand Gloves)
- iii. সেফটি গগলস বা ফেস শিল্ড (Safety Goggles/Face Shield)
- iv. ইনসুলেটেড সেফটি জুতা (Insulated Safety Shoes)
- v. সেফটি বেল্ট বা হারনেস (Safety Belt/Harness)
- vi. ইনসুলেটেড অ্যাপ্রন বা বডি প্রোটেকশন ড্রেস
- vii. সেফটি কন (Safety Cone) ও ওয়ার্নিং টেপ
- viii. ইনসুলেটেড ম্যাট (Insulated Rubber Mat)
- ix. কান রক্ষাকারী ইয়ার প্লাগ/ইয়ার মাফ (Ear Plug / Ear Muff)

- ২) ডিস্ট্রিবিউশন পোল এবং মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরিমাপ করার ধাপ গুলো কি?

উত্তরঃ ডিস্ট্রিবিউশন পোল এবং মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরিমাপ করার ধাপ গুলো নিম্নরূপ-

1. সাইট পরিদর্শন
2. যন্ত্রপাতি সংগ্রহ
3. নিরাপত্তা নিশ্চিত
4. মিটার ও সুইচ পয়েন্ট ঠিক করা
5. টেপ টেনে মাপ নেওয়া
6. অতিরিক্ত ঢিলে যোগ
7. রেকর্ড ও পুনঃপরীক্ষা

- ৩) মাপের অতিরিক্ত তার কেন কেঁটে নেওয়া হয়?

উত্তরঃ টার্মিনেশন কাজ সহজ করা এবং ভবিষ্যতে রক্ষণাবেক্ষনের সুবিধার জন্য অতিরিক্ত তার নেওয়া হয়।

- ৪) সেফটি বেল্ট বা হারনেস ব্যবহার করা হয় কেন?

উত্তরঃ উচ্চ কোন স্থানে কাজ করার সময় দুঃঘটনা বশত পড়ে যাওয়া রোধ করতে সেফটি হারনেস ব্যবহার করা হয়।

- ৫) সেফটি হেলমেট কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ সেফটি হেলমেট মাথাকে যেকোনো ধরনের আঘাত, পড়ে যাওয়া বস্তু বা ইলেকট্রিক শকের ঝুঁকি থেকে রক্ষা করে।

জব শিট (Job Sheet)-২.২.১

জবের নামঃ ডিস্ট্রিবিউশন পোল থেকে মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরিমাপ করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- ১) স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন
- ২) স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন
- ৩) সাইট পরিদর্শন করুন
- ৪) কাজের স্থানের নিরাপত্তা নিশ্চিত করুন
- ৫) মিটারের স্থান নির্বাচন করুন
- ৬) টেপ টেনে মিটার থেকে ডিস্ট্রিবিউশন পোল পর্যন্ত মাপ নিন
- ৭) অতিরিক্ত টিলে যোগ করুন
- ৮) রেকর্ড ও পুনঃপরীক্ষা করুন
- ৯) যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ২.২.১

জবের নামঃ ডিস্ট্রিবিউশন পোল থেকে মিটারের মধ্যবর্তী দূরত্ব পরিমাপ করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- | | |
|-------------------|---------|
| ১) এপ্রোন | ১ টি |
| ২) সেফটি গগলস | ১ টি |
| ৩) সেফটি সু | ১ জোড়া |
| ৪) হ্যান্ড গ্লোভস | ১ জোড়া |

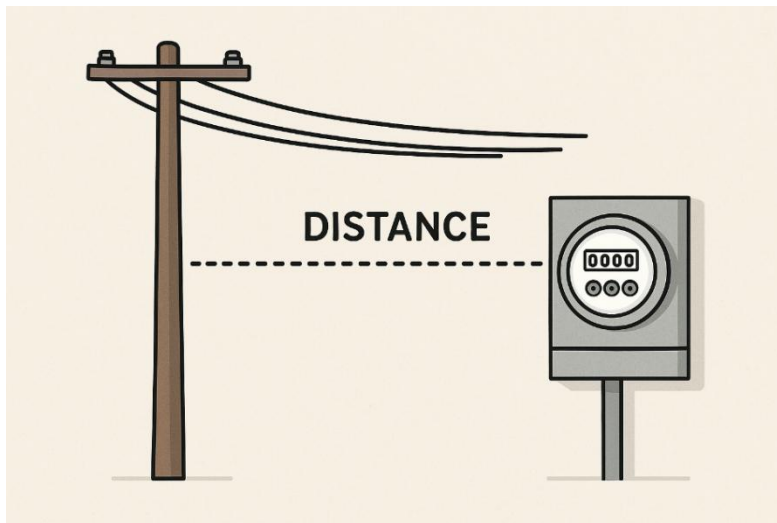
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

- | | |
|--------------------------|-------|
| ১) কস্ট্রিকশন প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ২) কাটিং প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ৩) ওয়্যার স্ট্রিপার | ১ পিস |
| ৪) নোজ প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ৫) স্ক্রু ড্রাইভার | ১ টি |
| ৬) টেষ্টার | ১ টি |

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- | | |
|------------------------------|---------|
| ১) সিঙ্গেল ফেজ এনার্জি মিটার | ১ টি |
| ২) সার্ভিস ড্রপ ওয়্যার | ১ টি |
| ৩) ইউ ক্লাম্প | ৫ টি |
| ৪) ক্যাবল টাই | ১ প্যাক |
| ৫) জি আই ওয়্যার | ১ কেজি |
| ৬) নাট বোল্ট | ৬ টি |
| ৭) রাওয়াল প্লাগ | ১ প্যাক |
| ৮) স্ক্রু (১") | ২ ডজন |

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে—আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ২.৩

শিখন ফল-৩: সার্ভিস সংযোগের জন্য কেবল স্থাপন করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ✓ লোড অনুযায়ী কেবলের আকার নির্বাচন
- ✓ সংযোগের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ নির্বাচন
- ✓ ডিস্ট্রিবিউশন পোল থেকে এনার্জি মিটার পর্যন্ত ক্যাবল সংযোগ

(ক) লোড অনুযায়ী কেবলের আকার নির্বাচনঃ

লোড অনুযায়ী কেবলের আকার নির্বাচন করা ইলেকট্রিক্যাল ইন্সটলেশনের একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। ভুল কেবল নির্বাচন করলে অতিরিক্ত তাপ, ভোল্টেজ ড্রপ, এমনকি অগ্নিকাণ্ড পর্যন্ত ঘটতে পারে। লোড অনুযায়ী কেবলের আকার নির্বাচনের জন্য ধাপে ধাপে পদ্ধতি নিচে দেওয়া হলো:

ক. মৌলিক ধারণা ও সূত্র

প্রধান সূত্র:

$$P = V \times I \times PF \text{ (একফেজ)}$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times PF \text{ (ত্রি-ফেজ)}$$

যেখানে:

- P = পাওয়ার (ওয়াট)
- V = ভোল্টেজ (ভোল্ট)
- I = কারেন্ট (অ্যাম্পিয়ার)
- PF = পাওয়ার ফ্যাক্টর

খ. ধাপে ধাপে ক্যাবল নির্বাচন পদ্ধতি

ধাপ ১: লোড ক্যালকুলেশন

- সমস্ত যন্ত্রপাতির মোট লোড গণনা করুন
- ডিম্যান্ড ফ্যাক্টর প্রয়োগ করুন (সকল যন্ত্র একসাথে চলে না)
- ভবিষ্যৎ সম্প্রসারণের জন্য ২০-২৫% অতিরিক্ত যোগ করুন

লোড টেবিল (আনুমানিক):

যন্ত্রপাতি	পাওয়ার (ওয়াট)	কারেন্ট (A)
লাইটিং	১০০-৫০০	০.৫-২.৫
ফ্যান	৫০-৮০	০.২-০.৪
এসি (১ টন)	১৫০০	৭-৮
ওয়াটার হিটার	২০০০	৯-১০
রেফ্রিজারেটর	৩০০-৫০০	১.৫-২.৫

ধাপ ২: কারেন্ট রেটিং নির্ধারণ

$$\text{একফেজ: } I = P / (V \times PF)$$

$$\text{ত্ৰি-ফেজ: } I = P / (\sqrt{3} \times V \times PF)$$

ধাপ ৩: কেবল সাইজ প্রাথমিক নির্বাচন

নিম্নলিখিত স্ট্যান্ডার্ড কারেন্ট ক্যাপাসিটি টেবিল অনুসরণ করুন:

কপার কেবলের কারেন্ট বহন ক্ষমতা (আনুমানিক):

কেবল সাইজ (sq.mm)	কারেন্ট রেটিং (A)
১.৫	১৫-১৮
২.৫	২০-২৫
৪	২৫-৩২
৬	৩২-৪০
১০	৪৫-৫৫
১৬	৬০-৭০
২৫	৮৫-৯৫
৩৫	১০০-১১৫

ধাপ ৪: সংশোধন ফ্যাক্টর প্রয়োগ

তাপমাত্রা সংশোধন:

পরিবেষ্টন তাপমাত্রা	সংশোধন ফ্যাক্টর
৩০±C	১.০০
৩৫±C	০.৯৪
৪০±C	০.৮৭
৪৫±C	০.৭৯

কেবল গ্রুপিং সংশোধন:

কেবলের সংখ্যা	সংশোধন ফ্যাক্টর
১	১.০০
২	০.৮০
৩	০.৭০
৪	০.৬৫

ধাপ ৫: ভোল্টেজ ড্রপ চেক

ভোল্টেজ ড্রপ সূত্র:

$$\text{একফেজ: } VD = (2 \times I \times L \times R) / 1000$$

$$\text{ত্ৰি-ফেজ: } VD = (\sqrt{3} \times I \times L \times R) / 1000$$

যেখানে:

- VD = ভোল্টেজ ড্রপ (ভোল্ট)
- I = কারেন্ট (A)

- $L =$ দূরত্ব (মিটার)
- $R =$ রেজিস্ট্যান্স (e/km)

ভোল্টেজ ড্রপ সীমা:

- লাইটিং সার্কিট: ৩%
- পাওয়ার সার্কিট: ৫%
- মোট সর্বোচ্চ: ৫%

ধাপ ৬: শর্ট সার্কিট রেটিং চেক

- শর্ট সার্কিট কারেন্ট গণনা করুন
- কেবলের শর্ট সার্কিট সহনশীলতা যাচাই করুন

গ. ব্যবহারিক উদাহরণ

উদাহরণ: একটি ঘরের জন্য কেবল সাইজ নির্বাচন

লোড বিবরণী:

- লাইটিং: ২০০W
- ফ্যান: ৪টি \times ৭৫W = ৩০০W
- টিভি: ১০০W
- রেফ্রিজারেটর: ৪০০W
- মোট লোড: ১০০০W

গণনা:

$$\begin{aligned} \text{কারেন্ট, } I &= P / (V \times PF) \\ &= 1000 / (220 \times 0.8) \\ &= 5.7A \end{aligned}$$

কেবল নির্বাচন:

- ১.৫ sq.mm কেবল (১৫A ক্ষমতা)
- দূরত্ব ২০মিটার, ভোল্টেজ ড্রপ চেক
- $VD = (2 \times 5.7 \times 20 \times 0.012) / 1000 = 2.7V$ (১.২% - গ্রহণযোগ্য)

ঘ. বিশেষ বিবেচনা

ইনস্টলেশন পদ্ধতি:

- আন্ডারগ্রাউন্ড কেবল
- ওভারহেড লাইন
- কন্ডুইটের ভিতরে
- ওপেন এয়ার

কেবল টাইপ:

- PVC ইনসুলেটেড
- XLPE ইনসুলেটেড (উচ্চ তাপমাত্রা প্রতিরোধী)
- ফ্লেক্সিবল কেবল
- আর্মার্ড কেবল

ঙ. নিরাপত্তা ফ্যাক্টর

অতিরিক্ত সুরক্ষা:

- সার্কিট ব্রেকার সাইজ মেলানো
- আর্থ লিকেজ কারেন্ট প্রোটেকশন
- ওভারলোড প্রোটেকশন
- শর্ট সার্কিট প্রোটেকশন

চ. বাংলাদেশের প্রাসঙ্গিকতা

স্থানীয় স্ট্যান্ডার্ড:

- বাংলাদেশ ইলেকট্রিক্যাল কোড (BEC) অনুসরণ করুন
- বাংলাদেশ স্ট্যান্ডার্ড অ্যান্ড টেস্টিং ইনস্টিটিউশন (BSTI) স্ট্যান্ডার্ড
- স্থানীয় বিদ্যুৎ বিতরণ কোম্পানির নিয়মাবলী

গুরুত্বপূর্ণ টিপস:

১. সর্বদা কনজারভেটিভ Approach নিন - একটু বড় সাইজ নির্বাচন করুন
২. ভবিষ্যতের সম্প্রসারণের কথা মনে রাখুন
৩. পেশাদার ইলেকট্রিশিয়ানের পরামর্শ নিন
৪. স্থানীয় ইলেকট্রিক্যাল ইমপেঙ্কটরের অনুমোদন নিন
৫. গুণগত মানের কেবল ব্যবহার করুন

(খ) সংযোগের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ নির্বাচনঃ

সরঞ্জাম ও উপকরণ তালিকা

- সার্ভিস কেবল (ফেজ/নিউট্রাল) — নির্ধারিত সাইজ অনুসারে
- সার্ভিস হেড/সার্ভিস বোর (service head / weather head)
- সার্ভিস ক্ল্যাম্প, আংকর/স্টে ওয়ার, টার্মিনাল কানেক্টর, ফিউজ (যদি দরকার)
- কনডুইট ও ফিটিংস (প্রয়োজনে)
- মিটার বক্স/মিটার প্যানেল ও মেইন সুইচ/ডিসি ইনক্লোজার
- ইনসুলেটেড টুলস, কাটার, স্ট্রিপার, ক্রিম্পিং টুলস, রেঞ্চ
- টেস্টার: মালটিমিটার, মেগওহমিটার (Insulation Resistance Tester), ক্ল্যাম্প মিটার, jord/earth tester (earth resistance)
- সিল/ইউটিলিটি সিকিউরিটি সিল (meter sealing) ও লেবেল

৩) ডিস্ট্রিবিউশন পোল থেকে এনার্জি মিটার পর্যন্ত ক্যাবল সংযোগ।

ডিস্ট্রিবিউশন পোল থেকে এনার্জি মিটারের পর্যন্ত সার্ভিস কনেকশন দেওয়ার পুরো কাজটি বিস্তারিত ধাপে ধাপে বাংলা ভাষায় দেয়া হলো। প্রতিটি ধাপে কি কী করতে হবে, কেন করবেন এবং কী-কী সতর্কতা নিতে হবে — সবটাই পরিষ্কার করা হয়েছে। এই গাইডটি বাস্তবে কাজ করার সময় একজন টেকনিশিয়ান বা সুপারভাইজারের কাজে লাগবে।

নোট: স্থানীয় পাওয়ার ডিস্ট্রিবিউশন কোম্পানির নিয়ম ও অনুমোদন (permit) অবশ্যই মেনে চলবেন। কিছু নিরাপত্তা মান, ক্লিয়ারেন্স সংখ্যা বা মাউন্টিং উচ্চতা দেশের নিয়ম অনুযায়ী পরিবর্তিত হতে পারে — সেগুলো নিশ্চিত করতে আপনার ইউটিলিটি বা স্ট্যান্ডার্ড গাইড লাইন দেখুন।

ক) প্রাথমিক প্রস্তুতি ও অনুমোদন

- অনুমোদন/পারমিট নিন — সার্ভিস ড্রপ বা নতুন কনেকশনের জন্য ইউটিলিটি থেকে দরকারি পারমিট সংগ্রহ করুন।
- রিস্ক অ্যাসেসমেন্ট করুন — কাজের এলাকায় ঝুঁকি (লাইভ কন্ডাক্টিভ এলিমেন্ট, চলাচল, উত্তোলন ইত্যাদি) চিহ্নিত করুন।
- গ্রাহকের প্রয়োজন ও লোড যাচাই — মিটার টাইপ (সিঞ্জল ফেজ/থ্রি ফেজ), লোড ক্ষমতা ও কেবলের সাইজ সংক্রান্ত হিসাব নিশ্চিত করুন।
- টিম ও টুল প্রস্তুতি — প্রয়োজনীয় জনবল নির্ধারণ, PPE (হেলমেট, ইনসুলেটেড গ্লাভস, সেফটি শূ, হারনেস ইত্যাদি) ও উপকরণ সংগ্রহ।

খ) সাইটে আগমন ও অবস্থান নির্ধারণ

- পোল ও মিটার লোকেশন চিহ্নিত করুন — পোলের সেরা ড্রপ পয়েন্ট এবং ভবনের মিটার বক্স অবস্থান চিহ্নিত।
- পথের অবস্থা ও বাধা দেখুন — গাছ, বিল্ডিং প্রান্ত, রাস্তা বা বায়ু প্রবাহ অনুযায়ী রুট নির্ধারণ।
- মিটার বক্স মাউন্টিং উচ্চতা ঠিক করুন — প্রস্তুতকারকের ও স্থানীয় অভ্যাস অনুসারে সাধারণত $\sim 1.4-1.6$ m; নিশ্চিত করুন স্থানীয় স্ট্যান্ডার্ড মেনে।

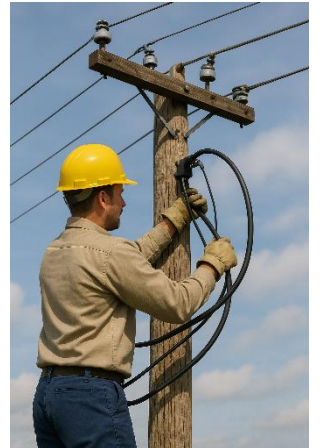
গ) সার্ভিস তারের দৈর্ঘ্য মাপ ও কাটা

- পোল থেকে মিটার পর্যন্ত বাস্তব রুট মাপুন — কেবল সরাসরি না হলে কনডুইট/কাঁচা রুট অনুসারে মাপ নিন।
- অতিরিক্ত টিল (slack) রাখতে হবে — মেরামত ও টার্মিনেশন সুবিধার জন্য সাধারণত 1–2 মিটার অতিরিক্ত যোগ করুন (অবস্থানভেদে পরিবর্তন)।
- কাটুন ও লেবেল করুন — কেবল কেটে দুই প্রান্ত ঠিক করে লেবেল করে নিন (Phase/Neutral)।

ঘ) পোল এন্টারফেস — সার্ভিস হেড/ড্রপ ইনস্টলেশন

- পোলের উপর সার্ভিস হেড/ব্র্যাকেট স্থাপন — ইউটিলিটি স্ট্যান্ডার্ড মেনে ইনসুলেটেড সার্ভিস হেড বসান।
- সাপোর্ট/গাইয়ার (Stay wire) লাগান (যদি প্রয়োজন) — লাইন টেনশন কমাতে গাইয়ার ব্যবহার।
- ফেডার/ইনসুলেটর চেক করুন — ইনসুলেটর বা ক্রস আর্ম ক্ষতবিক্ষত হলে পরিবর্তন করুন।
- সার্ভিস কেবল ক্ল্যাম্প — কেবলকে সার্ভিস হেডে সেফলি ক্ল্যাম্প করে সিকিউর করুন।

গুরুত্বপূর্ণ: পোল-সামনেই লাইভ লাইন থাকা অবস্থায় কাজ করা ঝুঁকিপূর্ণ — লাইভ কাজ করার নির্দেশ/অনুমতি না থাকলে ইউটিলিটি দ্বারা লাইন ডিএ-এনার্জাইজ বা প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল নিন।



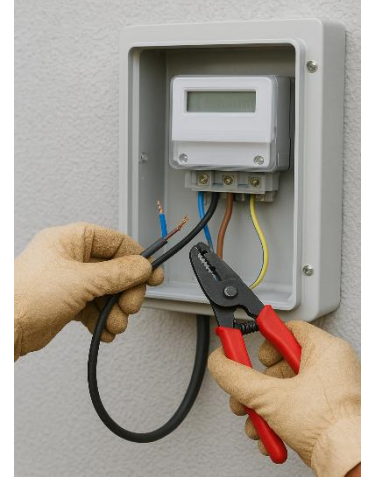
ঙ) বিল্ডিং/ওয়াল ক্ল্যাম্প ও কনডুইট প্রবেশ

- ওয়াল ক্ল্যাম্প লাগান — যেখানে কেবল দেয়ালে বা কনডুইটে ঢুকবে সেখানে ক্ল্যাম্প বসান, যাতে কেবলে টান না পড়ে।
- কনডুইট/গ্যাসকেট ব্যবহার — কেবল প্রবেশের পয়েন্ট সিল করতে কনডুইট ও ওয়েদারপুফ ফিটিং ব্যবহার করুন।

c. কেবল বোল্ডিং/ক্যাটারিং — কনডুইটের ভেতরে কেবল ঠিক করে টেপ বা টাই দিয়ে সাপোর্ট দিন।

চ) মিটার বক্সে কেবল প্রিপারেশন ও টার্মিনেশন

- কেবল স্ট্রিপিং — ইনসুলেটেড টুল দিয়ে কপার কন্ডাক্টর প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যে বের করুন; কন্ডাক্টর ক্ষতিগ্রস্ত করবেন না।
- কন্ডাক্টর কন্ডিশন চেক — কপার ক্লিন, বস্তুগত ত্রুটি নেই কি দেখুন।
- প্রস্তুত টার্মিনাল (L IN, N IN) — মিটারের LINE ইন টার্মিনালে ফেজ ও নিউট্রাল সঠিকভাবে টাই করুন।
- টার্মিনাল টরকিং — টার্মিনাল স্ক্রু ঠিক টর্কে (মৃদু শক্ত করে কিন্তু বেশি না) টাইট করুন — তৈরিকারীর টর্ক নির্দেশনা মেনে চলুন।
- আনুষ্ঠানিকতা: লেবেলিং ও সিলিং — কনেকশন সঠিক হলে মিটার সিল অথবা ইউটিলিটির সিল লাগান।



ছ) আউটপুট (মিটার → মেইন সুইচ / লোড) সংযোগ

- মিটারের LOAD টার্মিনাল থেকে মেইন সুইচ/DB তে কেবল কনডুইট ব্যবহার করে প্রেরণ করুন।
- বন্ডিং/নিউট্রাল সংযোগ — সার্ভিস নিউট্রালকে প্রপারলি বন্ড করে রাখুন (ভাল কনটাক্ট) ও জয়ন্ট সঠিকভাবে ইনসুলেট করুন।
- মেইন সুইচ ইনস্টলেশন — মেইন সুইচের ইনপুটে মিটারের আউটপুট কানেক্ট করুন; আউটপুট থেকে সার্কিট ব্রেকার/ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে।

জ) আর্থিং/বন্ডিং

- মিটার বক্স ও মেইন অ্যাপারেটাস বন্ধুত্বপূর্ণ আর্দারিং — মিটার বক্স শর্ট সার্কিট সুরক্ষার জন্য সঠিকভাবে earthing করা থাকা উচিত।
- earth resistance টেস্ট — নিশ্চিত করুন আর্থ রেজিস্ট্যান্স অনুকূল; প্রয়োজনে 3-point যা clamp earth tester ব্যবহার করুন।
- বন্ডেড সংযোগ — ন্যাটিভ বা মেটাল কনস্ট্রাকশনের সাথে সঠিক বন্ডিং বজায় রাখুন।

ঝ) টেস্টিং ও কমিশনিং (সাবধানতা অবলম্বন করে)

- ভিজুয়াল ইনস্পেকশন — সব স্ক্রু টাইট, ইনসুলেশন ঠিক, কনডুইট সিলড আছে কি না পরীক্ষা।
- কন্টিনিউটি টেস্ট — কন্ডাক্টরের কন্টিনিউটি ও কানেকশন ঠিক আছে কি না দেখুন।
- ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট (Megger) — লাইভ থেকে নিউট্রাল ও গ্রাউন্ডের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করুন।
- ভোল্টেজ টেস্ট — ফেজ-নিউট্রাল ও ফেজ-ফেজ ভোল্টেজ মাপুন।
- লোস/শর্ট-সার্কিট টেস্ট — প্রয়োজনমত সিমুলেটেড বা ছোট লোড দিয়ে মিটার রিডিং ও লোড কনডাকশন টেস্ট করুন।
- ফাইনাল সিলিং ও লেবেলিং — টেস্ট পাশ হলে মিটার সিল, রেফারেন্স নম্বর, কন্ডাক্ট নাম ইত্যাদি লেবেল করুন।

এ) ডকুমেন্টেশন ও হ্যান্ডওভার

- a. রেকর্ড রাখুন — সার্ভিস রুট, কেবল সাইজ, দৈর্ঘ্য, টেস্ট রেজাল্ট (ইনসুলেশন, আর্থ রেজিস্ট্যান্স), অনুমতি নম্বর ইত্যাদি লিখে রাখুন।
- b. গ্রাহককে নির্দেশিকা দিন — মিটারের ব্যবহার, নিরাপত্তা, কোন অবস্থায় ইউটিলিটিকে জানাতে হবে ইত্যাদি সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত নির্দেশ দিন।
- c. ওয়ারেন্টি/গ্যারান্টি ও রিকর্ড সাবমিট — প্রয়োজন হলে ইউটিলিটি বা সংরক্ষিত ডকুমেন্ট জমা দিন।

ট) নিরাপত্তা সতর্কতা

- লাইভ লাইনে কাজ করলে শুধুমাত্র যথাযথ অনুমতি ও প্রশিক্ষিত টিম কাজ করবে।
- ইনসুলেটেড টুল ও PPE ব্যবহার করা আবশ্যিক।
- কাজকালে কোনো অপ্রত্যাশিত লোককে এলাকায় প্রবেশ করতে দেবেন না।
- যদি সন্দেহ থাকে বা লাইভ লাইন এডজেসি বা ইনসুলেটরের অবস্থা খারাপ — ইউটিলিটিকে অবহিত করুন।

সেলফ চেক (Self-Check) – ২.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

- ১) সিঙ্গেল এবং থ্রি ফেজ ডাওয়ার পরিমাপের সূত্র লিখুন?
- ২) ভোল্টেজ ড্রপ সূত্র লিখুন।
- ৩) সার্ভিস কানেকশনে ভোল্টেজ ড্রপ সীমা কত?
- ৪) সার্ভিস সংযোগের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ গুলো কি কি?
- ৫) সার্ভিস তারের অতিরিক্ত ক্যাবল কেন কাটা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.৩

১) সিঙ্গেল এবং থ্রি ফেজ ডাওয়ার পরিমাপের সূত্র লিখুন?

উত্তরঃ প্রধান সূত্র:

$$P = V \times I \times PF \text{ (একফেজ)}$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times PF \text{ (থ্রি-ফেজ)}$$

যেখানে:

- P = পাওয়ার (ওয়াট)
- V = ভোল্টেজ (ভোল্ট)
- I = কারেন্ট (অ্যাম্পিয়ার)
- PF = পাওয়ার ফ্যাক্টর

২) ভোল্টেজ ড্রপ সূত্র লিখুন।

উত্তরঃ ভোল্টেজ ড্রপ সূত্র:

$$\text{একফেজ: } VD = (2 \times I \times L \times R) / 1000$$

$$\text{থ্রি-ফেজ: } VD = (\sqrt{3} \times I \times L \times R) / 1000$$

যেখানে:

- VD = ভোল্টেজ ড্রপ (ভোল্ট)
- I = কারেন্ট (A)
- L = দূরত্ব (মিটার)
- R = রেজিস্ট্যান্স (e/km)

৩) সার্ভিস কানেকশনে ভোল্টেজ ড্রপ সীমা কত?

উত্তরঃ ভোল্টেজ ড্রপ সীমা:

- লাইটিং সার্কিট: ৩%
- পাওয়ার সার্কিট: ৫%
- মোট সর্বোচ্চ: ৫%

৪) সার্ভিস সংযোগের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ গুলো কি কি?

উত্তরঃ সরঞ্জাম ও উপকরণ তালিকা-

- সার্ভিস কেবল (ফেজ/নিউট্রাল) — নির্ধারিত সাইজ অনুসারে
- সার্ভিস হেড/সার্ভিস বোর (service head / weather head)
- সার্ভিস ক্ল্যাম্প, আংকর/স্টে ওয়্যার, টার্মিনাল কানেক্টর, ফিউজ (যদি দরকার)
- কনডুইট ও ফিটিংস (প্রয়োজনে)
- মিটার বক্স/মিটার প্যানেল ও মেইন সুইচ/ডিসি ইনক্লোজার
- ইনসুলেটেড টুলস, কাটার, স্ট্রিপার, ক্রিম্পিং টুলস, রেঞ্চ
- টেস্টার: মালটিমিটার, মেগওহমিটার (Insulation Resistance Tester), ক্ল্যাম্প মিটার, jord/earth tester (earth resistance)
- সিল/ইউটিলিটি সিকিউরিটি সিল (meter sealing) ও লেবেল

৫) সার্ভিস তারের অতিরিক্ত ক্যাবল কেন কাটা হয়?

উত্তরঃ মেরামত ও টার্মিনেশন সুবিধার জন্য সাধারণত ১-২ মিটার অতিরিক্ত ক্যাবল নেওয়া হয় (অবস্থানভেদে পরিবর্তন)।

জব শিট (Job Sheet) – ২.৩.১

জবের নামঃ ডিস্ট্রিবিউশন পোল থেকে এনার্জি মিটার পর্যন্ত কেবল স্থাপন করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- ১) প্রাথমিক প্রস্তুতি ও অনুমোদন নিন
- ২) স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন।
- ৩) স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন।
- ৪) সাইটে আগমন ও অবস্থান নির্ধারণ করুন
- ৫) সার্ভিস তারের দৈর্ঘ্য মাপ নিন এবং কাটুন
- ৬) পোল এন্টারফেস — সার্ভিস হেড/ড্রপ ইনস্টলেশন করুন
- ৭) বিল্ডিং/ওয়াল ক্ল্যাম্প ও কনডুইট প্রবেশ করান
- ৮) মিটার বক্সে কেবল প্রিপারেশন ও টার্মিনেশন সম্পন্ন করুন
- ৯) যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.৩.১

জবের নামঃ ডিস্ট্রিবিউশন পোল থেকে এনার্জি মিটার পর্যন্ত কেবল স্থাপন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- | | |
|-------------------|---------|
| ১) এপ্রোন | ১ টি |
| ২) সেফটি গগলস | ১ টি |
| ৩) সেফটি সু | ১ জোড়া |
| ৪) হ্যান্ড গ্লোভস | ১ জোড়া |

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

- | | |
|------------------------|-------|
| ১) কন্ট্রোল প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ২) কাটিং প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ৩) ওয়্যার স্ট্রিপার | ১ পিস |
| ৪) নোজ প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ৫) স্ক্রু ড্রাইভার | ১ টি |
| ৬) টেস্টার | ১ টি |

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- | | |
|------------------------------|---------|
| ১) সিঙ্গেল ফেজ এনার্জি মিটার | ১ টি |
| ২) সার্ভিস ড্রপ ওয়্যার | ১ টি |
| ৩) ইউ ক্লাম্প | ৫ টি |
| ৪) ক্যাবল টাই | ১ প্যাক |
| ৫) জি আই ওয়্যার | ১ কেজি |
| ৬) নাট বোল্ট | ৬ টি |
| ৭) রাওয়াল প্লাগ | ১ প্যাক |
| ৮) স্ক্রু (১") | ২ ডজন |

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ২.৪

শিখন ফল-৪: এনার্জি মিটার স্থাপন করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ✓ এনার্জি মিটার বোর্ডে সেট করা
- ✓ এনার্জি মিটার সার্ভিস লাইনের সঙ্গে সংযুক্ত করা

(ক) এনার্জি মিটার বোর্ডে সেট করাঃ

নিচে এনার্জি মিটার সংগ্রহ করে বোর্ডে সেট করার পর্যায়ক্রমিক ধাপগুলো সহজভাবে ও টেকনিক্যালভাবে সাজানো হলো। এটি বিশেষভাবে বাংলাদেশে প্রচলিত সিঙ্গেল-ফেজ/থ্রি-ফেজ সার্ভিস সংযোগ মানদণ্ড অনুসারে তৈরি।

সার্ভিস লাইনের সাথে এনার্জি মিটার সংযোগের পর্যায়ক্রমিক ধাপ

i) কাজের প্রস্তুতি

- প্রয়োজনীয় টুলস প্রস্তুত করুন: প্লাস, স্ক্রু ডাইভার, কাটার, ইনসুলেটেড গ্লাভস, টেস্টার, মাল্টিমিটার, পাইপ/কনডুইট, ইনসুলেটিং টেপ।
- PPE পরিধান করুন: হেলমেট, ইনসুলেটেড গ্লাভস, সেফটি শূ, সেফটি বেল্ট (পোস্ট-ওয়ার্কের জন্য)।
- ডিস্ট্রিবিউশন পোল/সার্ভিস ড্রপ লাইনে বিদ্যুৎ আছে কিনা নিশ্চিত হন এবং নিরাপদ দূরত্ব বজায় রাখুন।

ii) এনার্জি মিটার সেটআপ (Meter Mounting)

- মিটার বোর্ডে মিটার প্লেট/মিটার বক্স ঠিকভাবে ফিট করুন।
- মিটারটি লেভেল করে স্ক্রু দ্বারা দৃঢ়ভাবে স্থাপন করুন।
- মিটারটি যেন পানি/ধুলো থেকে নিরাপদ থাকে তা নিশ্চিত করুন।

(খ) এনার্জি মিটার সার্ভিস লাইনের সঙ্গে সংযুক্ত করাঃ

নিচে এনার্জি মিটার থেকে ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড (DB) পর্যন্ত সংযোগ করার পর্যায়ক্রমিক ধাপগুলো খুব সহজ ও টেকনিক্যাল ভাষায় বিস্তারিতভাবে দেওয়া হলো। এটি বাংলাদেশে প্রচলিত সিঙ্গেল-ফেজ/থ্রি-ফেজ বাড়ির সার্ভিস সংযোগ মান অনুযায়ী প্রস্তুত।

এনার্জি মিটার থেকে DB (Distribution Board) সংযোগ করার পর্যায়ক্রমিক ধাপ-

i) সার্ভিস ড্রপ তার (Service Drop Wire) স্থাপন

- ডিস্ট্রিবিউশন পোল থেকে বাড়ির সার্ভিস মাস্ট/হক পর্যন্ত উপযুক্ত সাইজের সার্ভিস তার (সাধারণত 7/20 বা 7/22 সাইজ) ফিটিং করুন।
- তারের স্যাগ (Sag) যথাযথভাবে সেট করুন যাতে ঢিলা না থাকে এবং খুব টাইটও না হয়।

ii) সার্ভিস তারের জয়েন্ট ও কানেকশন প্রস্তুতি

- পোলের সার্ভিস লাইন এবং আপনার বাড়ির সার্ভিস তার সঠিকভাবে যুক্ত করুন।
- সঠিক জয়েন্ট পদ্ধতি (Western Union / Twist Joint) ব্যবহার করুন।

- জয়েন্ট সম্পূর্ণভাবে ইনসুলেশন টেপ বা হিট শ্রিংক ব্যবহার করে সুরক্ষিত করুন।

iii) সার্ভিস তার বাড়ির মিটার বোর্ডে নামানো

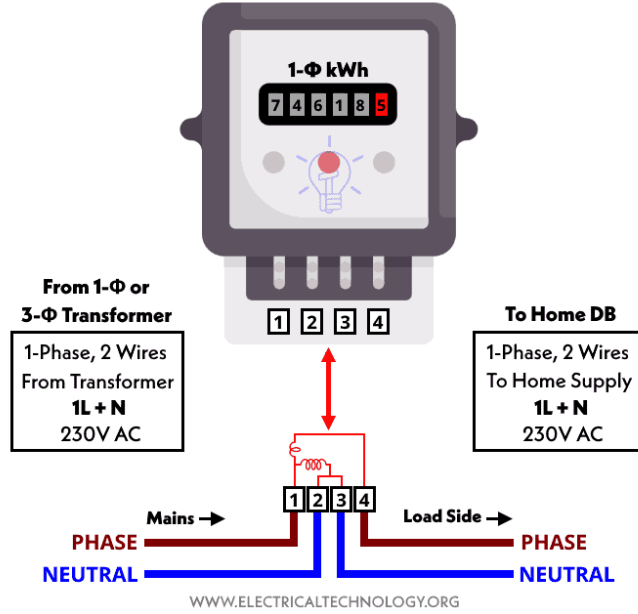
- সিভিল/মিটার বোর্ডে সার্ভিস পাইপ বা কনডুইটের মাধ্যমে সার্ভিস তার নিচে নামান।
- মিটার বোর্ডে তারগুলো **L (Line)** এবং **N (Neutral)** আলাদা করে সাজিয়ে নিন।

iv) লাইন (Incoming) কেবল মিটারের ইনপুটে সংযোগ

- সিঙ্গেল ফেজ মিটারের জন্য সাধারণত টার্মিনাল:

- 1 — Line In
- 2 — Neutral In
- 3 — Neutral Out
- 4 — Line Out

সংযোগ ধাপ:

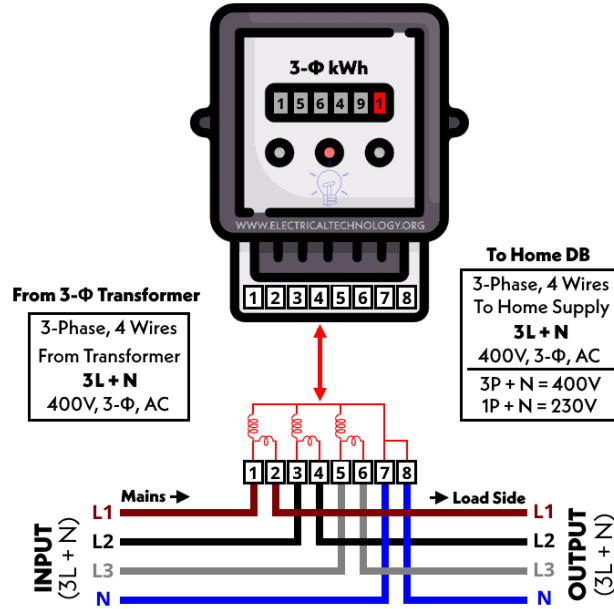


- পোল থেকে আসা **Line (L-in)** → মিটার টার্মিনাল 1
- পোল থেকে আসা **Neutral (N-in)** → মিটার টার্মিনাল 2
- তারের মাথা ঠিকভাবে স্ট্রিপ করে টার্মিনালে প্রবেশ করান এবং স্ক্রু টাইট করুন।
- কোন লুজ কানেকশন যেন না থাকে তা নিশ্চিত করুন।

- তিন ফেজ মিটারের জন্য সাধারণত টার্মিনাল:

- 1 – Line 1 In
- 2 – Line 1 Out
- 3 – Line 2 In
- 4 – Line 2 Out
- 5 – Line 3 In

- 6 – Line 3 Out
- 7 – Neutral In
- 8 - Neutral Out



v) সংযোগ পরীক্ষা (Testing & Verification)

- মাল্টিমিটার দিয়ে ইনপুট এবং আউটপুট দুই লাইন চেক করুন।
- **Line ও Neutral** সঠিকভাবে বসেছে কিনা নিশ্চিত করুন।
- শর্ট সার্কিট বা ওপেন সার্কিট আছে কিনা পরীক্ষা করুন।
- মিটার ঠিকভাবে ডিসপ্লে/ডায়াল ঘুরছে কিনা দেখুন।

সেলফ চেক (Self Check) – ২.৪

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

- ১) এনার্জি মিটার সেটআপ এর ধাপ গুলো কি?
- ২) সার্ভিস ড্রপ তার (Service Drop Wire) বলতে কি বোঝায়?
- ৩) সার্ভিস তারের জয়েন্টের জন্য কোন জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়?
- ৪) সিঙ্গেল ফেজ মিটারের জন্য সাধারণত টার্মিনালগুলো বর্ণনা করুন।
- ৫) তিন ফেজ মিটারের জন্য সাধারণত টার্মিনালগুলো বর্ণনা করুন।

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.৪

১) এনার্জি মিটার সেটআপ এর ধাপ গুলো কি?

উত্তরঃ এনার্জি মিটার সেটআপ এর ধাপ গুলো নিম্নরূপ-

- মিটার বোর্ডে মিটার প্লেট/মিটার বক্স ঠিকভাবে ফিট করুন।
- মিটারটি লেভেল করে স্ক্রু দ্বারা দৃঢ়ভাবে স্থাপন করুন।
- মিটারটি যেন পানি/ধুলো থেকে নিরাপদ থাকে তা নিশ্চিত করুন।

২) সার্ভিস ড্রপ তার (Service Drop Wire) বলতে কি বোঝায়?

উত্তরঃ ডিষ্ট্রিবিউশন পোল থেকে এনার্জি মিটার পর্যন্ত তারকে সার্ভিস ড্রপ তার বলে।

৩) সার্ভিস তারের জয়েন্টের জন্য কোন জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ সার্ভিস তারের জয়েন্টের জন্য কোন Western Union/Twist Joint ব্যবহার করা হয়।

৪) সিঙ্গেল ফেজ মিটারের জন্য সাধারণত টার্মিনালগুলো বর্ণনা করুন।

উত্তরঃ সিঙ্গেল ফেজ মিটারের জন্য সাধারণত টার্মিনালগুলো বর্ণনা করা হলো-

- 1 ড়Line In
- 2 ড়Neutral In
- 3 ড়Neutral Out
- 4 ড়Line Out

৫) তিন ফেজ মিটারের জন্য সাধারণত টার্মিনালগুলো বর্ণনা করুন।

উত্তরঃ তিন ফেজ মিটারের জন্য সাধারণত টার্মিনাল:

- 1 – Line 1 In
- 2 – Line 1 Out
- 3 – Line 2 In
- 4 – Line 2 Out
- 5 – Line 3 In
- 6 – Line 3 Out
- 7 – Neutral In
- 8 – Neutral Out

জব শিট (Job Sheet) – ২.৪.১

জবের নামঃ এনার্জি মিটার স্থাপন করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- ১) স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন।
- ২) স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন।
- ৩) সার্ভিস ড্রপ তার (Service Drop Wire) স্থাপন করুন
- ৪) সার্ভিস তারের জয়েন্ট ও কানেকশন প্রস্তুত করুন
- ৫) সার্ভিস তার বাড়ির মিটার বোর্ডে নামান
- ৬) পোল থেকে আসা Line (L-in) → মিটার টার্মিনাল 1
- ৭) পোল থেকে আসা Neutral (N-in) → মিটার টার্মিনাল 2
- ৮) তারের মাথা ঠিকভাবে স্ট্রিপ করে টার্মিনালে প্রবেশ করান এবং স্ক্রু টাইট করুন।
- ৯) কোন লুজ কানেকশন যেন না থাকে তা নিশ্চিত করুন।
- ১০) সংযোগ পরীক্ষা (Testing & Verification) করুন
- ১১) যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.৪.১

জবের নামঃ এনার্জি মিটার স্থাপন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

১) এপ্রোন	১ টি
২) সেফটি গগলস	১ টি
৩) সেফটি সু	১ জোড়া
৪) হ্যান্ড গ্লোভস	১ জোড়া

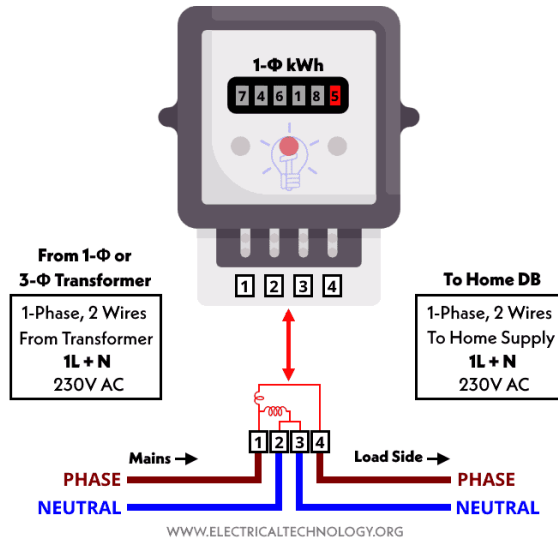
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

১) কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১ পিস
২) কাটিং প্লায়ার্স	১ পিস
৩) ওয়্যার স্ট্রিপার	১ পিস
৪) নোজ প্লায়ার্স	১ পিচ
৫) স্ক্রু ড্রাইভার	১ টি
৬) টেস্টার	১ টি

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১) সিঙ্গেল ফেজ এনার্জি মিটার	১ টি
২) সার্ভিস ড্রপ ওয়্যার	১ টি
৩) ইউ ক্লাম্প	৫ টি
৪) ক্যাবল টাই	১ প্যাক
৫) জি আই ওয়্যার	১ কেজি
৬) নাট বোল্ট	৬ টি
৭) রাওয়াল প্লাগ	১ প্যাক
৮) স্ক্রু (১")	২ ডজন

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ২.৫

শিখন ফল-৫: এনার্জি মিটার ও মেইন সুইচ সংযোগ করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ✓ কেবলসমূহের পরিমাপ ও আকার নির্ধারণ
- ✓ কেবলসমূহ কনডুইটের ভিতরে স্থাপন
- ✓ এনার্জি মিটার ও মেইন সুইচের মধ্যে সংযোগ

(ক) কেবলসমূহের পরিমাপ ও আকার নির্ধারণঃ

কেবলসমূহের পরিমাপ ও আকার নির্ধারণ করার জন্য নিম্নলিখিত ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়-

i) কেবলের সাইজ নির্বাচন

লোডের ওপর ভিত্তি করে কেবল নির্বাচন করা হয়:

- ১-৩ কিলোওয়াট: 4 sqmm
- ৩-৫ কিলোওয়াট: 6 sqmm
- ৫-৮ কিলোওয়াট: 10 sqmm
- কেবল অবশ্যই পিওর কপার, FR/FRLS রেটেড হওয়া উচিত।

ii) দুরত্ব অনুযায়ী ক্যবল কেঁটে নেওয়া

- পোল থেকে মিটার বক্স পর্যন্ত দুরত্ব পরিমাপ করুন
- উভয় সাইডে প্রয়োজনমতো ক্যবল বেশি রাখুন
- মাপ অনুযায়ী ক্যবল কেটে নিন

(খ) কেবলসমূহ কনডুইটের ভিতরে স্থাপনঃ

i) মিটার থেকে DB পর্যন্ত কেবল রুটিং

- মিটার থেকে DB পর্যন্ত কেবল কনডুইট বা PVC পাইপের ভিতর দিয়ে নিয়ে যান।
- PVC পাইপ ক্লাম্প দিয়ে স্থাপনার সাথে আটকান
- পাইপ যেন ভিজে না যায় এবং ধারালো কিছুতে ঘষা না লাগে।
- বাক স্থানগুলো মসৃণ রাখুন যাতে কেবল ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।

(গ) এনার্জি মিটার ও মেইন সুইচের মধ্যে সংযোগঃ

নিচে এনার্জি মিটার থেকে ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড (DB) পর্যন্ত সংযোগ করার পর্যায়ক্রমিক ধাপগুলো খুব সহজ ও টেকনিক্যাল ভাষায় বিস্তারিতভাবে দেওয়া হলো। এটি বাংলাদেশে প্রচলিত সিঙ্গেল-ফেজ/থ্রি-ফেজ বাড়ির সার্ভিস সংযোগ মান অনুযায়ী প্রস্তুত।

এনার্জি মিটার থেকে DB (Distribution Board) সংযোগ করার পর্যায়ক্রমিক ধাপ-

i) প্রয়োজনীয় টুলস ও PPE প্রস্তুত

- স্ক্রু ড্রাইভার

- গ্লাস ও কাটার
- ইনসুলেটেড গ্লাভস
- মাল্টিমিটার
- ইনসুলেশন টেপ
- কনডুইট/পাইপ
- কেবল টাই
- প্রয়োজনীয় কেবল (যেমন 6/10 SQmm depending on load)

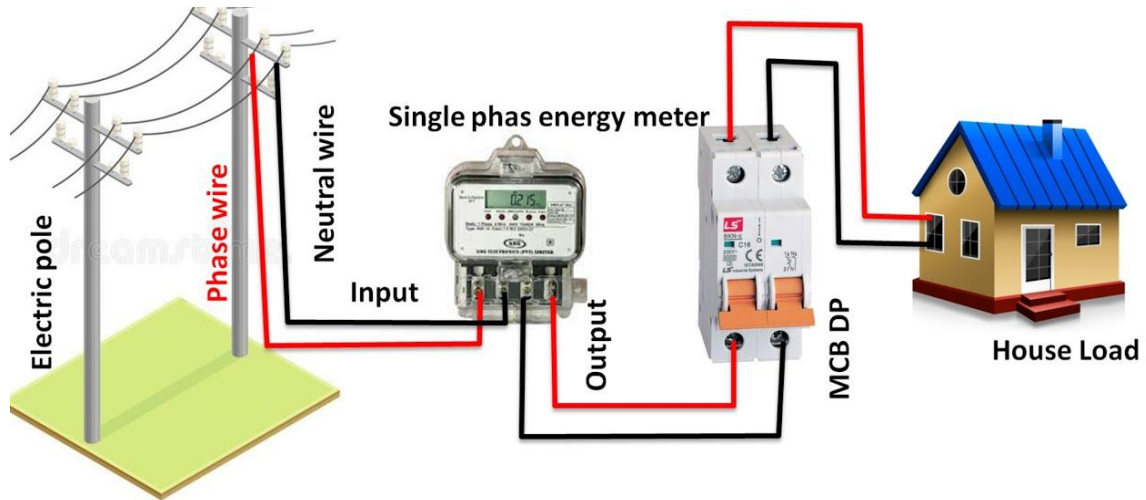
ii) মিটার আউটপুট চিহ্নিত করা

সিঙ্গেল-ফেজ মিটারের টার্মিনাল সচরাচর এইভাবে থাকে—

- টার্মিনাল 1 → Line (IN)
- টার্মিনাল 2 → Neutral (IN)
- টার্মিনাল 3 → Neutral (OUT)
- টার্মিনাল 4 → Line (OUT)

DB-তে সংযোগ করার জন্য আমরা ব্যবহার করবো:

- Line Out → Terminal 4
- Neutral Out → Terminal 3



Single Phase Energy Meter Connection

তিন-ফেজ মিটারের টার্মিনাল সচরাচর এইভাবে থাকে—

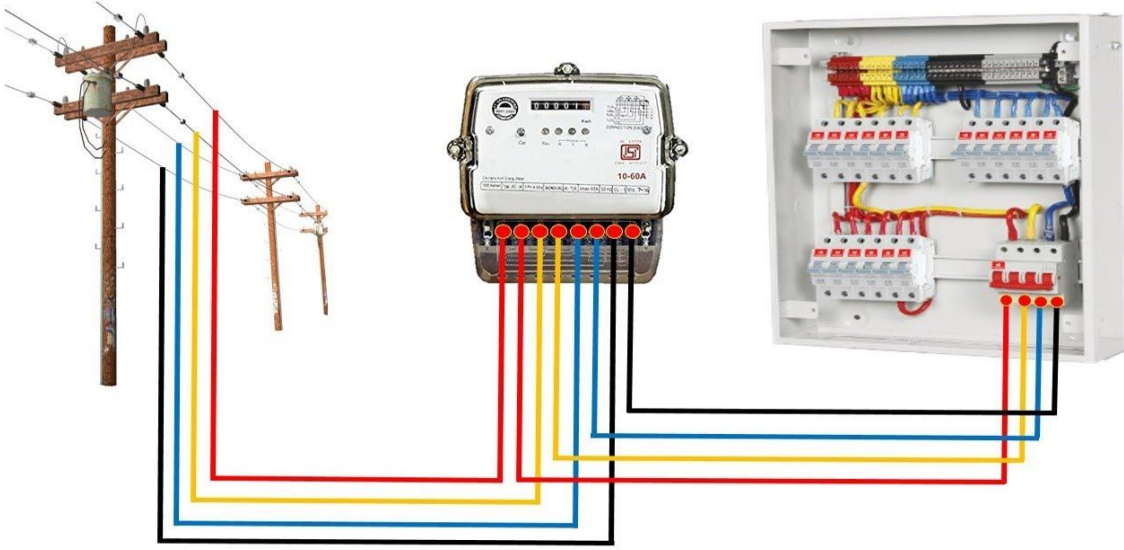
- টার্মিনাল 1 → Line (IN R)
- টার্মিনাল 2 → Line (OUT R)
- টার্মিনাল 3 → Line (IN Y)
- টার্মিনাল 4 → Line (OUT Y)
- টার্মিনাল 5 → Line (IN B)
- টার্মিনাল 6 → Line (OUT B)

- টার্মিনাল 7 → Neutral (IN)
- টার্মিনাল 8 → Neutral (OUT)

DB-তে সংযোগ করার জন্য আমরা ব্যবহার করবো:

- Line Out (R) → Terminal 2
- Line Out (Y) → Terminal 4
- Line Out (B) → Terminal 6
- Neutral Out → Terminal 8

Three Phase Energy Meter Wiring



iii) এনার্জি মিটারের আউটপুট টার্মিনালে কেবল সংযোগ (এক ফেজ)

Line (Phase) সংযোগ:

- মিটার টার্মিনাল 4 (Line OUT) থেকে একটি লাল রঙের তার নিয়ে DB এর মূল MCB-এর *Line In* এ সংযোগ করুন।

Neutral সংযোগ:

- মিটার টার্মিনাল 3 (Neutral OUT) থেকে একটি কালো/নীল রঙের তার নিয়ে DB এর *Neutral Busbar* এ সংযোগ দিন।

স্ক্রু টাইট করে নিশ্চিত করুন কোন লুজ কানেকশন নেই।

iv) DB এর ভিতরের সুরক্ষা ডিভাইসগুলো প্রস্তুত করা

সাধারণত DB-তে থাকে—

- Main MCB (Isolator / SPN / DP)
- Busbar (Phase & Neutral)
- Individual Circuit MCBs
- Earth Busbar

DB-এর ভিতর কেবলগুলো এইভাবে সাজান:

- Main MCB-এর ইনপুটে মিটার থেকে আসা ফেজ আসবে
- Main MCB-এর আউটপুট থেকে ফেজ যাবে বিভিন্ন সার্কিটের MCB-তে
- মিটারের নিউট্রাল যাবে নিউট্রাল বাসবারে
- আর্থিং যাবে আর্থ বাসবারে

v) DB এর ভেতর ফেজ বিতরণ

- Main MCB → Phase Busbar
- Phase Busbar → Individual MCB (Light, Fan, Socket, AC line etc.)

প্রত্যেক সার্কিটে আলাদা গেজের কেবল ব্যবহার করতে হবে (যেমন: light—1.5 sqmm, socket—2.5 sqmm, AC—4 sqmm)।

vi) নিউট্রাল বাসবার সংযোগ

- মিটার টার্মিনাল 3 থেকে আসা নিউট্রাল → Neutral Busbar
- DB-এর সব সার্কিটের নিউট্রাল → এখান থেকে বিতরণ

vii) আর্থিং সংযোগ

- আর্থিং পিট থেকে আসা Green/Yellow তার
- DB এর Earth Busbar এ সংযোগ
- সব সার্কিটের আর্থ পয়েন্ট Earth Busbar এর সাথে যুক্ত

viii) সম্পূর্ণ সংযোগ পরীক্ষা (Testing & Inspection)

- মাল্টিমিটার দিয়ে Line, Neutral ও Earth পরীক্ষা করুন
- শর্ট সার্কিট বা ভুল তার সংযোগ আছে কিনা নিশ্চিত করুন
- MCB On/Off করে প্রতিটি সার্কিট কাজ করছে কিনা দেখুন
- DB কভারের স্ক্রু ঠিকভাবে লাগান

সেলফ চেক (Self Check) – ২.৫

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

- ১) এনার্জি মিটারের প্রধান কাজ কী?
- ২) এনার্জি মিটার থেকে ডিবি বোর্ড পর্যন্ত সংযোগকে কি বলে?
- ৩) সিঞ্জেল-ফেজ মিটারের আউটপুট টার্মিনালগুলো ব্যাখ্যা করুন।
- ৪) ডিবি বোর্ডে আর্থিং সংযোগ করা হয় কেন?
- ৫) তিন-ফেজ মিটারের ইনপুট এবং আউটপুট টার্মিনাল কতটি?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.৫

১. এনার্জি মিটারের প্রধান কাজ কী?

উত্তরঃ বিদ্যুৎ ব্যবহার পরিমাপ করা।

২) এনার্জি মিটার থেকে ডিবি বোর্ড পর্যন্ত সংযোগকে কি বলে?

উত্তরঃ এনার্জি মিটার থেকে ডিবি বোর্ড পর্যন্ত সংযোগকে সার্ভিস এনট্রান্স বলে।

৩) সিঞ্জেল-ফেজ মিটারের আউটপুট টার্মিনাল গুলো ব্যাখ্যা করুন।

সিঞ্জেল-ফেজ মিটারের আউটপুট টার্মিনাল সচরাচর এইভাবে থাকে—

- টার্মিনাল 3 → Neutral (OUT)
- টার্মিনাল 4 → Line (OUT)

৪) ডিবি বোর্ডে আর্থিং সংযোগ করা হয় কেন?

উত্তরঃ লিকেজ কারেন্ট থেকে রক্ষা পওয়ার জন্য।

৫) তিন-ফেজ মিটারের ইনপুট এবং আউটপুট টার্মিনাল কতটি?

উত্তরঃ তিন-ফেজ মিটারের ইনপুট এবং আউটপুট টার্মিনাল ৭টি অথবা ৮টি। তবে কোন কোন মিটারে নিউট্রাল পয়েন্ট থাকতে পারে।

জব শিট (Job Sheet) – ২.৫.১

জবের নামঃ এনার্জি মিটার ও মেইন সুইচ সংযোগ করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- ১) স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন।
- ২) স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন।
- ৩) মিটার আউটপুট চিহ্নিত করা
- ৪) এনার্জি মিটারের আউটপুট টার্মিনালে কেবল সংযোগ (এক ফেজ)
- ৫) মেইন সার্কিট ব্রেকারে ফেজ এবং নিউট্রাল সংযোগ করা
- ৬) DB এর ভিতরের সুরক্ষা ডিভাইসগুলো প্রস্তুত করা
- ৭) DB এর ভেতর ফেজ বিতরণ
- ৮) সম্পূর্ণ সংযোগ পুনরায় চেক করা
- ৯) যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.৫.১

জবের নামঃ এনার্জি মিটার ও মেইন সুইচ সংযোগ করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- | | |
|-------------------|---------|
| ১) এপ্রোন | ১ টি |
| ২) সেফটি গগলস | ১ টি |
| ৩) সেফটি সু | ১ জোড়া |
| ৪) হ্যান্ড গ্লোভস | ১ জোড়া |

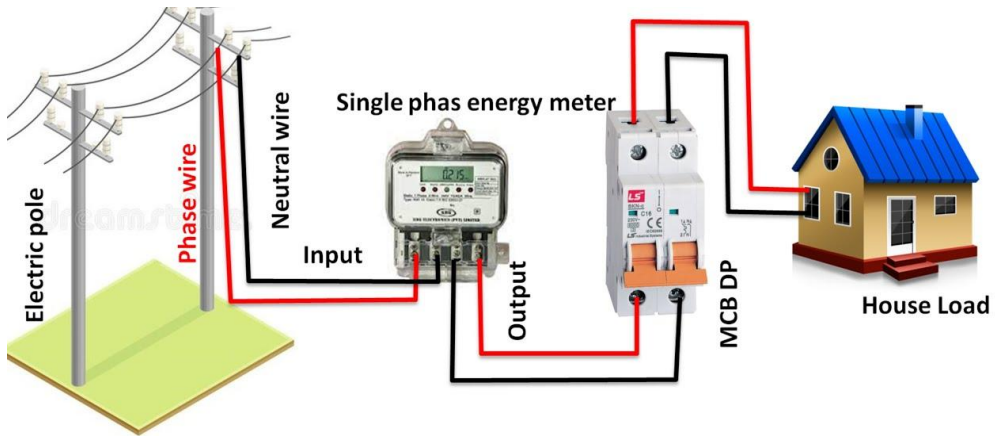
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টঃ

- | | |
|-------------------------|--------------|
| ১) কম্বিনেশন প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ২) কাটিং প্লায়ার্স | ১ পিস |
| ৩) ওয়্যার স্ট্রিপার | ১ পিস |
| ৪) নোজ প্লায়ার্স | ১ পিচ |
| ৫) স্ক্রু ড্রাইভার | ১ টি |
| ৬) টেস্টার | ১ টি |
| ৭) ক্যাবল লাগস | প্রয়োজন মতো |
| ৮) ক্রিম্পিং টুলস | ১ টি |

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- | | |
|------------------------------|---------|
| ১) সিঙ্গেল ফেজ এনার্জি মিটার | ১ টি |
| ২) ক্যাবল টাই | ১ প্যাক |
| ৩) জি আই ওয়্যার | ১ কেজি |
| ৪) নাট বোল্ট | ৬ টি |
| ৫) রাওয়াল প্লাগ | ১ প্যাক |
| ৬) স্ক্রু (১") | ২ ডজন |

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



Single Phase Energy Meter Connection

মডিউল-৩

মডিউলঃ আর্থিং এবং বায়ুমণ্ডলীয় বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা স্থাপন করা
SICIP-LE-EIM-03-0

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৩

মডিউল শিরোনাম: আর্থিং এবং বায়ুমণ্ডলীয় বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা স্থাপন করা

ইউনিট কোড: SICIP-LE-EIM-03-O

নোমিনাল আওয়ার: ২০ ঘন্টা।

মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলে আর্থিং এবং বায়ুমণ্ডলীয় বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা স্থাপনের জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাবের বিষয়গুলি অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে ব্যবহারের জন্য আর্থিং-এর প্রকার/ধরণ চিহ্নিত করা, বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার প্রকার চিহ্নিত করা, সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণ নির্বাচন ও সংগ্রহ করা, আর্থিং ইলিমেন্ট স্থাপনের জন্য গর্ত খোঁড়া, আর্থিং উপাদান স্থাপন করা, পাইপ আর্থিং পদ্ধতির জন্য মাটির গর্তের চেম্বার সম্পন্ন করা, বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা স্থাপন করা, এবং কর্মস্থল পরিষ্কার ও রক্ষণাবেক্ষণ করা সম্পর্কে বর্ণনা দেয়া হয়েছে।

শিক্ষণ ফল: এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ

১. ব্যবহারের জন্য আর্থিং-এর ধরণ চিহ্নিত করতে পারবে।
২. বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার ধরণ চিহ্নিত করতে পারবে।
৩. সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণ নির্বাচন ও সংগ্রহ করতে পারবে।
৪. আর্থিং এলিমেন্ট (Element) স্থাপনের জন্য গর্ত খনন করতে পারবে।
৫. আর্থিংয়ের উপাদানগুলি স্থাপন করতে পারবে।
৬. পাইপ আর্থিং পদ্ধতির জন্য মাটির গর্তের চেম্বার সম্পন্ন করতে পারবে।
৭. বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা স্থাপন করতে পারবে।
৮. কর্মস্থল পরিষ্কার ও রক্ষণাবেক্ষণ করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:

১. বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/নকশা অনুযায়ী আর্থিংয়ের ধরণ ও পদ্ধতি চিহ্নিত করা হয়েছে।
২. বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা /নকশা অনুযায়ী আর্থিংয়ের উপকরণের ধরণ ও আকার চিহ্নিত করা হয়েছে।
৩. বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/নকশা অনুযায়ী বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার (LPS) ধরণ চিহ্নিত করা হয়েছে।
৪. বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/নকশা অনুযায়ী বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার উপকরণের ধরণ ও আকার চিহ্নিত করা হয়েছে।
৫. কাজের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম বাছাই এবং সংগ্রহ করা হয়েছে।
৬. যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ব্যবহারের উপযোগী কি না তা পরীক্ষা করা হয়েছে।
৭. আর্থিংয়ের উপকরণ সংগ্রহ করা এবং নির্দিষ্ট বিবরণী অনুযায়ী এর সামঞ্জস্যতা পরীক্ষা করা হয়েছে।
৮. বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার উপকরণ সংগ্রহ করা এবং নির্দিষ্ট বিবরণী অনুযায়ী এর সামঞ্জস্যতা পরীক্ষা করা হয়েছে।
৯. পিপিই (PPE) সংগ্রহ করা এবং পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) বিধান অনুসারে ব্যবহার করা হয়েছে।
১০. নিরাপত্তা প্রয়োজনীয়তা অনুসরণ করে গর্ত খনন করা হয়েছে।
১১. বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/নকশা ও নির্দিষ্ট বিবরণী অনুযায়ী গর্তকে আকৃতি ও আকার দেয়া হয়েছে।
১২. আর্থিং এলিমেন্ট/ইলেকট্রোড খনন করা গর্তের তলায় মানসম্মত আর্থিং প্রক্রিয়া অনুসরণ করে স্থাপন করা হয়েছে।
১৩. আর্থিং লিডটি আর্থিং ইলিমেন্ট-এর সাথে দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত করা এবং মিটার বোর্ডটি কনডুইটের মাধ্যমে উপড়ে তোলা হয়েছে।
১৪. চারকোলের গুঁড়ো এবং লবণ আর্থিং ইলেকট্রোডের চারপাশে কর্মস্থলের প্রক্রিয়া অনুযায়ী ছড়িয়ে দেয়া হয়েছে।

১৫. একটি সঠিক আকার ও দৈর্ঘ্যের জিআই পাইপ আর্থিং এলিমেন্ট শীর্ষ থেকে মাটির গর্তের চেম্বারের তলায় স্থাপন করা হয়েছে।
১৬. খনন করা গর্তের বাকি অংশ মাটি দিয়ে পূর্ণ করা হয়েছে।
১৭. আর্থ পিট চেম্বারটি ইটের চিপস, সিমেন্ট, বালু এবং পানির মিশ্রণে স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী নির্মিত হয়েছে।
১৮. পিট চেম্বারটি বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/ডিজাইন অনুযায়ী জিআই শীট দিয়ে তৈরি করা হয়েছে।
১৯. পিট কভার পিট চেম্বারে ফিট/স্থাপন করা হয়েছে।
২০. বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী আর্থ প্রতিরোধ (earth resistance) পরীক্ষা করা হয়েছে।
২১. নির্দিষ্ট স্থানে বজ্রপাত রড স্থাপন করা হয়েছে।
২২. মাটির নিচের পরিবাহক চিত্র অনুযায়ী সংযুক্ত করা হয়েছে।
২৩. বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার (LPS) কার্যকারিতা মান অনুযায়ী পরীক্ষা করা হয়েছে।
২৪. কার্যক্ষমতার জন্য বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম/যন্ত্র পরিষ্কার ও পরীক্ষা করা হয়েছে।
২৫. কর্মস্থল পরিষ্কার করা এবং বর্জ্য পদার্থ কর্মস্থলের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী নিষ্পত্তি করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) - ৩.১

শিখন ফল-১: ব্যবহারের জন্য আর্থিংয়ের ধরণ চিহ্নিত করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু:

- আর্থিংয়ের প্রকার ও পদ্ধতি (বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/নকশা অনুযায়ী)
- আর্থিংয়ের উপকরণের প্রকার ও আকার (বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/নকশা অনুযায়ী)
- আর্থিং এর ব্যবহার ও উপযোগিতা

আর্থিং কী:

আর্থিং বা **Earthing** হলো বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ধাতব বডি, বৈদ্যুতিক মেশিনের ধাতব আবরণ কে প্রয়োজনীয় তারের সাহায্যে নিয়মতান্ত্রিক ভাবে মাটির সাথে সংযোগ স্থাপন করাকে আর্থিং বলে।

আর্থিং এর প্রয়োজনীয়তা:

ইলেকট্রিক্যাল ইন্সটলেশনে আর্থিং একটি অতি প্রয়োজনীয় নিরাপত্তা ব্যবস্থা। আর্থিং ছাড়া বৈদ্যুতিক ইন্সটলেশন অসম্পূর্ণ বলে গণ্য করা হয়। ওয়্যারিং এ লিকেজ কারেন্ট জনিত দুর্ঘটনা থেকে জান-মাল রক্ষার জন্য আর্থিং/গ্রাউন্ডিং ব্যবস্থা করা প্রয়োজন। তাই বৈদ্যুতিক স্থাপনের ধাতব অংশ যেমন বৈদ্যুতিক এপ্লায়েন্স, মোটর, জেনারেটর, ট্রান্সফরমার ইত্যাদির বডিকে অবশ্যই ভালোভাবে আর্থিং করতে হবে যাতে অনাকাঙ্ক্ষিত কারেন্ট নিরাপদে ভূপৃষ্ঠে চলে যেতে পারে। বজ্রপাতের ফলে সৃষ্ট অতি উচ্চ কারেন্ট যেন কোন ইকুইপমেন্টের কোন ক্ষতি করতে না পারে। লাইন ভোল্টেজকে নির্দিষ্ট মাত্রায় রাখার উদ্দেশ্যেও আর্থিং করা হয়।

আর্থিং এর প্রকারভেদ:

আর্থিং প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

- ইকুইপমেন্ট আর্থিং (Equipment Earthing):
ওয়্যারিং এর ধাতব অংশ, ইকুইপমেন্ট এর কভার, ইলেকট্রিক্যাল লাইনের সার্পোটিং স্ট্রাকচার এবং ইলেকট্রিক্যাল মেশিনের বডি ইত্যাদি ভালভাবে আর্থিং করাকে ইকুইপমেন্ট আর্থিং বলে।
- সিস্টেম আর্থিং / নিউট্রাল আর্থিং (System Earthing):
ট্রান্সফরমার এবং জেনারেটরের নিউট্রাল বিন্দুকে আর্থিং এর সাথে সংযোগ করাকে সিস্টেম আর্থিং বা নিউট্রাল আর্থিং বলে।

আর্থ ইলেকট্রোড এর ধরণ অনুসারে আর্থিং সিস্টেমকে আবার নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

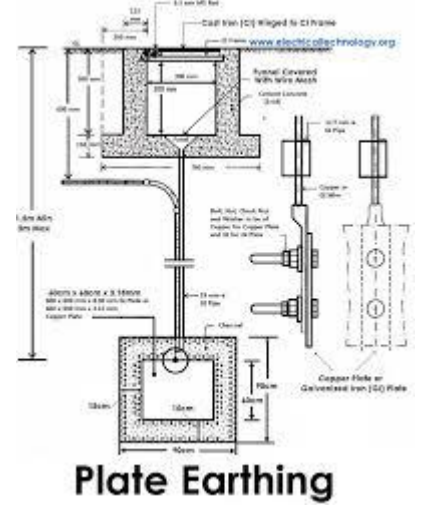
- পাইপ আর্থিং
- প্লেট আর্থিং
- রড আর্থিং
- স্ট্রিপ বা ওয়্যার আর্থিং
- শিট আর্থিং

বিভিন্ন প্রকারের আর্থিং যেমন **Plate Earthing, Pipe Earthing, Rod Earthing** ইত্যাদি শনাক্ত করা

আর্থিং প্রকারভেদ:

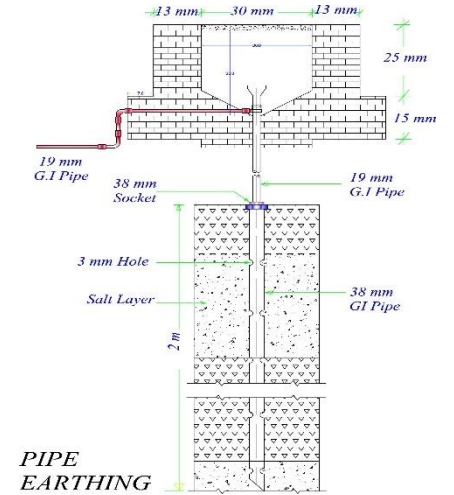
১. প্লেট আর্থিং (Plate Earthing):

- এতে লোহা বা তামার একটি চ্যাপ্টা প্লেট মাটির নিচে বসানো হয়।
- প্লেটটি কয়লার গুঁড়া ও লবণ দিয়ে ঘেরা থাকে যাতে পরিবাহিতা বাড়ে।
- এটি সাধারণত বড় ভবন বা শিল্প কারখানায় ব্যবহৃত হয়।



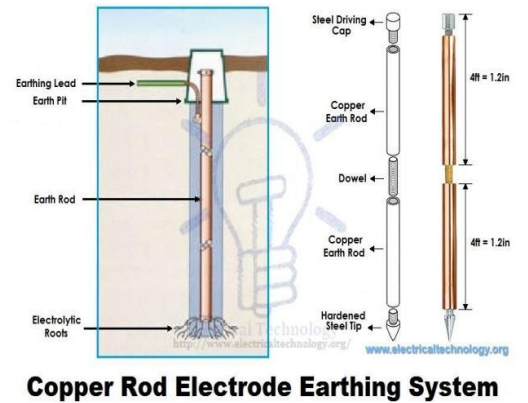
২. পাইপ আর্থিং (Pipe Earthing):

- এতে গ্যালভানাইজড লোহার পাইপ মাটির গভীরে পৌঁতা হয়।
- পাইপের ভিতর ও চারপাশে কয়লা ও লবণ দেওয়া হয়।
- এটি সবচেয়ে প্রচলিত ও সাশ্রয়ী পদ্ধতি।



৩. রড আর্থিং (Rod Earthing):

- এতে লোহার বা তামার রড মাটিতে ঢুকিয়ে সংযোগ করা হয়।
- এটি ছোট স্থাপনাগুলিতে বা অস্থায়ী কাজে ব্যবহৃত হয়।



প্রতিটি আর্থিং ব্যবহার ও উপযোগিতা বর্ণনা

প্লেট আর্থিং (Plate Earthing):

ব্যবহার: বড় বড় ভবন, সাবস্টেশন, এবং শিল্প কারখানায়।

উপযোগিতা: এটি টেকসই ও স্থায়ী; বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য ভালো পরিবাহিতা দেয়। এটি স্থায়ী কাজের জন্য উপযোগী।

পাইপ আর্থিং(Pipe Earthing):

ব্যবহার: সাধারণ বাড়ি, অফিস, স্কুল বা ছোট স্থাপনায়। এটি সাধারণ ব্যবহারের জন্য উপযুক্ত
উপযোগিতা: এটি সহজে স্থাপনযোগ্য, খরচ কম এবং কার্যকরভাবে বিদ্যুৎ নিষ্কাশন করে।

রড আর্থিং (Rod Earthing):

ব্যবহার: অস্থায়ী স্থাপনা, নির্মাণকাজ, বা মোবাইল যন্ত্রপাতিতে।

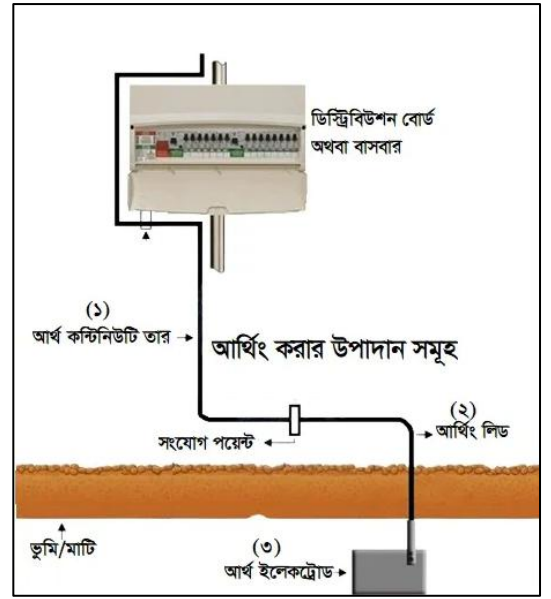
উপযোগিতা: দ্রুত স্থাপন করা যায় এবং প্রয়োজন হলে সহজে স্থানান্তর করা যায়। এটি অস্থায়ী বা মোবাইল ব্যবহারের জন্য উপযোগী

আর্থিংয়ের উপকরণের প্রকার ও আকার

আর্থিং এর মূল উপাদান:

আর্থিং এর উপাদান প্রধানত তিনটি। যথা-

- আর্থ ইলেকট্রোড (Earth Electrode):
পৃথিবীর সমুদয় মাটির সাথে ইলেকট্রিক্যাল ইকুইপমেন্ট এবং বৈদ্যুতিক মেশিন ইত্যাদির বডির সাথে সংযোগ স্থাপনের নিমিত্তে যে তামার তৈরী রড, প্লেট, স্ট্রিপ, শিট বা গ্যালভানাইজ করা পাইপ ব্যবহার করা হয় তাকে আর্থ ইলেকট্রোড বলে।
- প্রধান আর্থের তার (Main Earth Wire):
আর্থ ইলেকট্রোড থেকে মেইন সুইচের বডি বা মেইন ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে আর্থ বাসবার পর্যন্ত যে তার ব্যবহার করা হয় তাকে প্রধান আর্থের তার বলে।
- আর্থের নিরবচ্ছিন্ন তার (Earth Continuity Conductor):
যে তারের সাহায্যে বৈদ্যুতিক আসবাবপত্র, মেশিন এবং ওয়্যারিং এর ধাতব অংশের সাথে প্রধান আর্থ তার বা আর্থ বাসবার সংযোগ স্থাপন করা হয় তাকে আর্থের আর্থের নিরবচ্ছিন্ন তার বলে।



আনুষঙ্গিক ফিটিংস ও এক্সেসরিজ (Accessories & Fittings)

এগুলো পুরো আর্থিং ব্যবস্থাকে সম্পূর্ণ, নিরাপদ এবং পরীক্ষার উপযোগী করে তোলে।

- আর্থ ক্ল্যাম্প: আর্থ কন্ডাক্টরকে আর্থ ইলেকট্রোডের সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত করার জন্য বিশেষ ক্ল্যাম্প (যেমন, তামার রডের জন্য পিতলের ক্ল্যাম্প)।
- আর্থ পিট: একটি কংক্রিট বা পিভিসির চেম্বার যা আর্থ ইলেকট্রোডের সংযোগস্থলকে আবদ্ধ রাখে এবং পরীক্ষা-নিরীক্ষার সুবিধা দেয়।
- মূল আর্থ টার্মিনাল (MET): মূল বার বা টার্মিনাল যেখানে Installation-এর সব আর্থ কন্ডাক্টর এবং আর্থ ইলেকট্রোডের কন্ডাক্টর একত্রিত হয়।
- আর্থ বার: ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের ভিতরে থাকা তামার বার যেখানে বিভিন্ন সার্কিটের প্রোটেক্টিভ কন্ডাক্টরগুলি সংযুক্ত থাকে।
- বন্ডিং ক্ল্যাম্প: পাইপ, স্ট্রাকচার ইত্যাদির সাথে আর্থিং সংযোগ করতে ব্যবহৃত হয়।
- মাটির রেজিস্ট্যান্স কমাতে ব্যবহৃত হয়
 - ✓ কয়লা: বিদ্যুৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি করে।
 - ✓ লবণ: আর্দ্রতা ধরে রাখে।
 - ✓ পানি: মাটিকে আর্দ্র রাখে, রেজিস্ট্যান্স কমায়।

সেলফ চেক (Self Check) – ৩.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. আর্থিং (Earthing) কী?
২. আর্থিং কত প্রকার ও কী কী?
৩. কোন ধরনের আর্থিং সাধারণত বাড়িতে ব্যবহৃত হয়?
৪. আর্থিং রেজিস্ট্যান্সের মান গ্রহনযোগ্য না হলে করণীয় কি?
৫. আর্থিং এর মূল উপাদান কি কি?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.১

১. আর্থিং (Earthing) কী?

উত্তরঃ

আর্থিং হলো বৈদ্যুতিক সুরক্ষার ব্যবস্থা, যেখানে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ মাটিতে প্রবাহিত করে দুর্ঘটনা রোধ করা হয়।

২. আর্থিং কত প্রকার ও কী কী?

উত্তরঃ

আর্থিং প্রধানত তিন প্রকার —

- Plate Earthing
- Pipe Earthing
- Rod Earthing

৩. কোন ধরনের আর্থিং সাধারণত বাড়িতে ব্যবহৃত হয়?

উত্তরঃ

সাধারণত Pipe Earthing বাড়ি ও ছোট স্থাপনায় ব্যবহৃত হয়, কারণ এটি সাশ্রয়ী ও সহজে স্থাপনযোগ্য।

৪. আর্থিং রেজিস্ট্যান্সের মান গ্রহনযোগ্য না বা কম হলে করণীয় কি?

উত্তরঃ

আর্থিং রেজিস্ট্যান্সের মান কমানোর জন্য নিম্ন লিখিত পদক্ষেপ গ্রহন করা যেতে পারে-

- আর্থ লীডের গভীরতা বৃদ্ধি করা
- একাধিক আর্থিং প্যারাললে সংযোগ করা
- আর্থিং এর স্থানে পানি দেওয়া

৫. আর্থিং এর মূল উপাদান কি কি?

উত্তরঃ

আর্থিং এর উপাদান প্রধানত তিনটি। যথা-

- আর্থ ইলেকট্রোড (Earth Electrode)
- প্রধান আর্থের তার (Main Earth Wire)
- আর্থের নিরবচ্ছিন্ন তার (Earth Continuity Conductor)

টাস্ক শিট (Task Sheet) – ৩.১.১

Task Title: বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/নকশা অনুযায়ী আর্থিংয়ের উপকরণের প্রকার ও আকার, এবং আনুষঙ্গিক ফিটিংস ও এক্সেসরিজ-এর বিবরণ।	
নির্দেশনাবলী (Instructions):	
নিম্নের নির্দেশনাগুলো মনোযোগ সহকারে পড়ুন ও বুঝুন:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ এই পরীক্ষাটি/ডেমোনস্ট্রেশনটি Electrical Installation and Maintenance-এর একটি ইউনিটের একটি লার্নিং আউটকাম-এর পারফরম্যান্স ক্রাইটেরিয়ার ভিত্তিতে তৈরি। ▪ এই মূল্যায়ন কার্যক্রমটি আপনার মৌলিক $\hat{A}vb$/দক্ষতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হবে। ▪ রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হওয়ার জন্য আপনাকে দশ (১০) মিনিট সময় দেওয়া হবে। ▪ এই পরীক্ষা সম্পন্ন করার জন্য আপনাকে ৩০ মিনিট সময় দেওয়া হবে। 	
প্রক্রিয়া (Procedure):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ কাজের ধরণ অনুযায়ী প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার ও পর্যবেক্ষণ করুন। ▪ সরবরাহকৃত স্পেসিফিকেশন তথ্য পড়ুন। ▪ কাজটি সম্পন্ন করতে প্রয়োজনীয় সকল উপকরণ সংগ্রহ করুন। ▪ নির্ধারিত সময়ের মধ্যে কাজটি সম্পন্ন করুন। ▪ সর্বদা স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) সংক্রান্ত নির্দেশনা মেনে চলুন। 	
কাজের স্পেসিফিকেশন তথ্য (Job Specification Information):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ প্রয়োজনীয় সরবরাহ, উপকরণ, ও সরঞ্জাম সংগ্রহ করুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র খুব ভালোভাবে পড়ুন ও বুঝুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র অনুযায়ী আপনার উত্তর নিম্নের দ্বিতীয় খালি ঘরে লিখুন। 	
প্রশ্নপত্রঃ	
<p>১। বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/নকশা অনুযায়ী আর্থিংয়ের উপকরণের প্রকার ও আকার-এর উপর সংক্ষিপ্ত বিবরণ দিন।</p> <p>২। ‘আনুষঙ্গিক ফিটিংস ও এক্সেসরিজ’ আর্থিং ব্যবস্থাকে কীভাবে সম্পূর্ণ, নিরাপদ এবং পরীক্ষার উপযোগী করে তোলে?</p>	
Resources Required:	
Tools:	Task sheet
Equipment:	N/A
Machinery:	N/A
Materials:	Pen, paper
PPE:	Mask, Apron

জব শীট (Job Sheet) – ৩.১.২

জবের নাম: আর্থিং এর বিভিন্ন উপাদান চিহ্নিত করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন।
২. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন।
৩. আর্থিং এর উপাদানগুলো সাজিয়ে রাখুন
৪. উপাদানগুলো চিহ্নিত করুন
৫. খাতায় উপাদানগুলোর নাম এবং কাজ লিখুন
৬. কাজ শেষে যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ কর এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৩.১.২

জবের নাম: আর্থিং এর বিভিন্ন উপাদান চিহ্নিত করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- এপ্রোন
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস

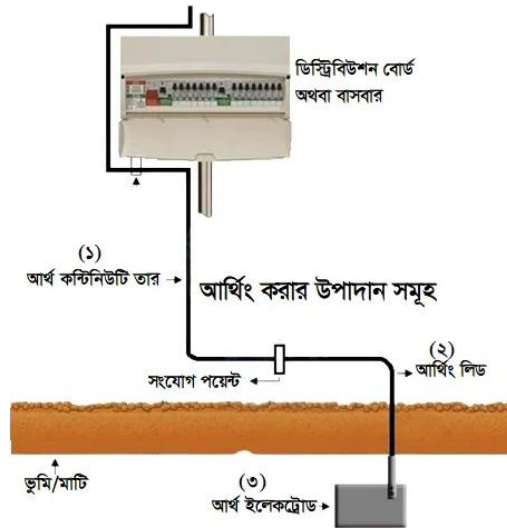
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টস:

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- কাটিং প্লায়ার্স
- জু ড্রাইভার
- কোঁদাল
- বেলচা
- শাবল
- আর্থ টেস্টার
- এ্যাভোমিটার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- জি আই পাইপ (১৯ মিমি, ৩৮ মিমি)
- প্রধান আর্থের তার (১৪ গেজ)
- আর্থ কন্টিনিউটি কন্ডাক্টর
- রিডিউসিং সকেট (১.৫"/১")
- নাট বোল্ট
- কাঠ কয়লা
- লবন।

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৩.২

শিখন ফল-২: বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার ধরণ চিহ্নিত করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু:

- বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা (Lightning Protection System)-এর ধরণ
- বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার প্রতিটি প্রকারের ব্যবহার ও উপযোগিতা
- নির্দিষ্ট স্থাপনা বা পরিবেশ অনুযায়ী কোন ধরনের বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা উপযুক্ত তা নির্ধারণ

বজ্রপাত সুরক্ষা (Lightning Protection):

বজ্রপাত সুরক্ষা হলো এমন একটি ব্যবস্থা যা স্থাপনাকে বজ্রপাতের ঝুঁকি থেকে রক্ষা করে। এটি বজ্রপাতের শক্তিকে নিরাপদভাবে মাটিতে প্রবাহিত করে এবং মানুষ, যন্ত্রপাতি ও স্থাপনা ক্ষতি থেকে বাঁচায়।

উদ্দেশ্য:

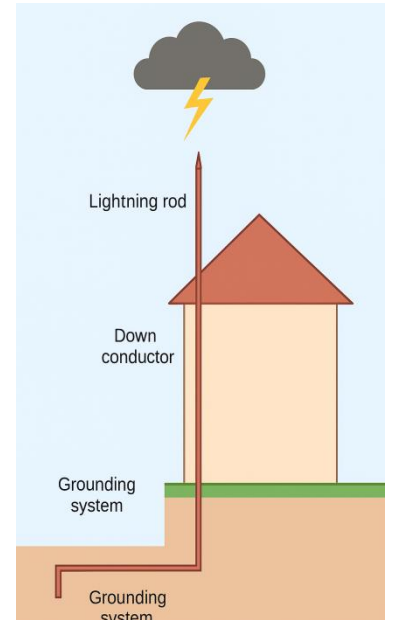
- বৈদ্যুতিক ঝড় ও বজ্রপাতের কারণে দুর্ঘটনা বা ক্ষতি রোধ করা।

বিভিন্ন প্রকারের বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা যেমন রড সিস্টেম (জড়ফ ঝুংবস), নেটওয়ার্ক সিস্টেম (গবংঘ ঝুংবস), ফারেড সিস্টেম (ঋধৎধফধু ঙ্ধমব) শনাক্ত করা।

বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার প্রকার:

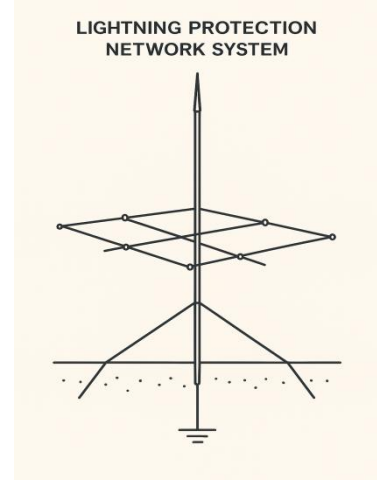
ক) রড সিস্টেম (Rod System):

- একটি বা একাধিক ধাতব রড স্থাপনার শীর্ষে বসানো হয়।
- বজ্রপাতের শক্তি রডের মাধ্যমে মাটিতে নিরাপদে প্রবাহিত হয়।
- সাধারণত একক বা ছোট ভবনের জন্য ব্যবহার করা হয়।



খ) নেটওয়ার্ক সিস্টেম (Mesh System):

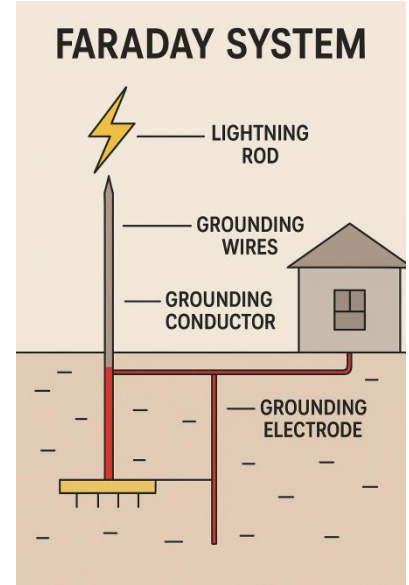
- ছাদ বা স্থাপনার উপর ধাতব তারের একটি জাল (গবংঘ) করা হয়।
- বজ্রপাত ছিটকে পড়লে শক্তি জাল ধরে নিয়ে মাটিতে প্রবাহিত হয়।
- বড় ভবন, শিল্প কারখানা বা কমপ্লেক্সে ব্যবহৃত হয়।



তৈরি

গ) ফারেড সিস্টেম (ঋৎধৎধৎধৎ ঙ্গৎমব):

১. স্থাপনাকে সম্পূর্ণ ধাতব খাঁচা দিয়ে ঘেরা হয়।
২. বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র ও বজ্রপাতের শক্তি বাইরে থেকে প্রবেশ করতে পারে না।
৩. সাধারণত গবেষণা ল্যাব, গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্রপাতি বা কম্পিউটার রুমে ব্যবহৃত হয়।



প্রতিটি প্রকারের ব্যবহার ও উপযোগিতা:

ক) রড সিস্টেম (Rod System)

ব্যবহার:

- একক বা ছোট ভবন, বাড়ি বা ছোট অফিসে।

উপযোগিতা:

- সহজে স্থাপনযোগ্য
- বজ্রপাতের শক্তি সরাসরি মাটিতে প্রবাহিত করে ক্ষতি রোধ করে

খ) নেটওয়ার্ক সিস্টেম (Mesh System)

ব্যবহার:

- বড় ভবন, শিল্প কারখানা বা কমপ্লেক্সে।

উপযোগিতা:

- বজ্রপাতের শক্তি পুরো জালের মাধ্যমে ছড়িয়ে দেয়
- বৃহৎ স্থাপনায় কার্যকর সুরক্ষা প্রদান করে

গ) ফারেড সিস্টেম (Faraday Cage)

ব্যবহার:

- গবেষণা ল্যাব, গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্রপাতি বা কম্পিউটার রুমে।

উপযোগিতা:

- স্থাপনার ভেতরে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র প্রবেশ করতে পারে না
- অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ও সংবেদনশীল স্থাপনা রক্ষা করে

সংক্ষেপে বলা যায়:

- জড়ফ ব্লুংবস → ছোট ও একক স্থাপনা
- গবংয ব্লুংবস → বড় ও বিস্তৃত স্থাপনা
- ঋধৎধফধু ঙ্গধমব → অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ও সংবেদনশীল স্থাপনা

নির্দিষ্ট স্থাপনা বা পরিবেশ অনুযায়ী কোন ধরনের বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা উপযুক্ত:

১. ছোট বা একক ভবন (ঝরঝরমব/ঝসধষষ ইঁরষফরহম):
 - উপযুক্ত ব্যবস্থা: জড়ফ ব্লুংবস (রোডার সিস্টেম)
 - কারণ: সহজে স্থাপনযোগ্য, কম খরচে কার্যকর সুরক্ষা প্রদান করে।
২. বড় ভবন বা শিল্প কারখানা (খধৎমব ইঁরষফরহম/ওহফঁৎৎরধষ ঙ্গডসঢ়ষবী):
 - উপযুক্ত ব্যবস্থা: গবংয ব্লুংবস (নেটওয়ার্ক সিস্টেম)
 - কারণ: ছাদ বা স্থাপনার উপর জাল তৈরি করে বজ্রপাতের শক্তি পুরো এলাকায় ছড়িয়ে দেয়, বড় স্থাপনায় কার্যকর।
৩. গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্রপাতি বা সংবেদনশীল স্থাপনা (ঝবহংরঃরাব ওহৎঃধষধঃঃরডহং, খধনং, উধঃধ ঙ্গবহঃবৎঃ):
 - উপযুক্ত ব্যবস্থা: ঋধৎধফধু ঙ্গধমব (ফারেড সিস্টেম)
 - কারণ: সম্পূর্ণ ধাতব খাঁচা দিয়ে স্থাপনাকে ঘেরায়, যাতে বজ্রপাত বা বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের ক্ষতি প্রবেশ করতে না পারে।

সংক্ষেপে:

- ছোট/সাধারণ স্থাপনা → জড়ফ ব্লুংবস
- বড়/বিস্তৃত স্থাপনা → গবংয ব্লুংবস
- সংবেদনশীল/গুরুত্বপূর্ণ স্থাপনা → ঋধৎধফধু ঙ্গধমব

সেলফ চেক (Self-Check) – ৩.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. বজ্রপাত প্রতিরোধ/সুরক্ষা কী?
২. বজ্রপাত প্রতিরোধ/সুরক্ষা ব্যবস্থার প্রধান প্রকার কয়টি?
৩. ছোট ভবনের জন্য কোন ধরনের বজ্রপাত প্রতিরোধ/সুরক্ষা ব্যবস্থা উপযুক্ত?
৪. বর্জনিরোধক ব্যবস্থায় নেটওয়ার্ক সিস্টেম কোথায় ব্যবহার করা হয়?
৫. গবেষণা ল্যাব, গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্রপাতি বা কম্পিউটার রুমে কোন বর্জনিরোধক ব্যবস্থা করা হয়।

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.২

১. বজ্রপাত প্রতিরোধ/সুরক্ষা কী?

উত্তর:

বজ্রপাত সুরক্ষা হলো এমন একটি ব্যবস্থা যা স্থাপনাকে বজ্রপাতের ঝুঁকি থেকে রক্ষা করে এবং বজ্রপাতের শক্তি নিরাপদভাবে মাটিতে প্রবাহিত করে।

২. বজ্রপাত প্রতিরোধ/সুরক্ষা ব্যবস্থার প্রধান প্রকার কয়টি?

উত্তর:

প্রধানত তিনটি প্রকার —

- Rod System (রোডার সিস্টেম)
- Mesh System (নেটওয়ার্ক সিস্টেম)
- Faraday Cage (ফারেড সিস্টেম)

৩. ছোট ভবনের জন্য কোন ধরনের বজ্রপাত প্রতিরোধ/সুরক্ষা ব্যবস্থা উপযুক্ত?

উত্তর:

Rod System (রোডার সিস্টেম), কারণ এটি সহজে স্থাপনযোগ্য ও কার্যকর।

৪. বর্জনিরোধক ব্যবস্থায় নেটওয়ার্ক সিস্টেম (Mesh System) কোথায় ব্যবহার করা হয়?

উত্তর: বর্জনিরোধক ব্যবস্থায় নেটওয়ার্ক সিস্টেম বড় ভবন, শিল্প কারখানা বা কমপ্লেক্সে ব্যবহার করা হয়।

৫. গবেষণা ল্যাব, গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্রপাতি বা কম্পিউটার রুমে কোন বর্জনিরোধক ব্যবস্থা করা হয়।

উত্তর: ফারেড সিস্টেম (Faraday Cage)

টাস্ক শিট (Task Sheet) – ৩.২.১

Task Title: বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/নকশা অনুযায়ী বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার প্রকার ও আকার।	
নির্দেশনাবলী (Instructions):	
<p>নিম্নের নির্দেশনাগুলো মনোযোগ সহকারে পড়ুন ও বুঝুন:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ এই পরীক্ষাটি/ডেমোনস্ট্রেশনটি Electrical Installation and Maintenance-এর একটি ইউনিটের একটি লার্নিং আউটকাম-এর পারফরম্যান্স ক্রাইটেরিয়ার ভিত্তিতে তৈরি। ▪ এই মূল্যায়ন কার্যক্রমটি আপনার মৌলিক Δv_b/দক্ষতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হবে। ▪ রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হওয়ার জন্য আপনাকে দশ (১০) মিনিট সময় দেওয়া হবে। ▪ এই পরীক্ষা সম্পন্ন করার জন্য আপনাকে ৩০ মিনিট সময় দেওয়া হবে। 	
প্রক্রিয়া (Procedure):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ কাজের ধরণ অনুযায়ী প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার ও পর্যবেক্ষণ করুন। ▪ সরবরাহকৃত স্পেসিফিকেশন তথ্য পড়ুন। ▪ কাজটি সম্পন্ন করতে প্রয়োজনীয় সকল উপকরণ সংগ্রহ করুন। ▪ নির্ধারিত সময়ের মধ্যে কাজটি সম্পন্ন করুন। ▪ সর্বদা স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) সংক্রান্ত নির্দেশনা মেনে চলুন। 	
কাজের স্পেসিফিকেশন তথ্য (Job Specification Information):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ প্রয়োজনীয় সরবরাহ, উপকরণ, ও সরঞ্জাম সংগ্রহ করুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র খুব ভালোভাবে পড়ুন ও বুঝুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র অনুযায়ী আপনার উত্তর নিম্নের দ্বিতীয় খালি ঘরে লিখুন। 	
প্রশ্নপত্রঃ	
<p>১। বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা/নকশা অনুযায়ী বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার প্রকার/ধরণ ও আকার বর্ণনা করুন।</p>	
Resources Required:	
Tools:	Task sheet
Equipment:	N/A
Machinery:	N/A
Materials:	Pen, paper
PPE:	Mask, Apron

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৩.৩

শিখন ফল-৩: সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণ নির্বাচন ও সংগ্রহ করতে পারবে

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু:

- কাজের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম
- যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ব্যবহারের উপযোগীতা
- আর্থিংয়ের উপকরণ সংগ্রহ এবং নির্দিষ্ট বিবরণী অনুযায়ী এর সামঞ্জস্যতা পরীক্ষা
- বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার উপকরণ সংগ্রহ এবং নির্দিষ্ট বিবরণী অনুযায়ী এর সামঞ্জস্যতা পরীক্ষা

কাজের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম বাছাই এবং সংগ্রহঃ

আর্থিং কাজের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামগুলো নিচে বিস্তারিত বিবরণ দেওয়া হলো। এগুলোকে কাজের ধাপ অনুযায়ী সাজানো হয়েছে:

ক. স্থান চিহ্নিতকরণ ও খননের সরঞ্জাম

- মেজারিং টেপ / মিটার টেপ: গর্তের সঠিক অবস্থান ও আকার চিহ্নিত করতে।
- পেগ ও হাতুড়ি: স্থান চিহ্নিত করতে কাঠের বা লোহার পেগ মাটিতে পুঁততে।
- বেলচা, কোদাল, ফরকা: মাটি খননের জন্য।
- ক্রুম শেভেল: গর্তের মাটি পরিষ্কার ও আকৃতি দেওয়ার জন্য।
- প্লাস্টিক বব ও স্পিরিট লেভেল: আর্থ ইলেক্ট্রোড সোজা ও উল্লম্বভাবে বসানো হচ্ছে কিনা তা নিশ্চিত করতে।



খ. আর্থ ইলেক্ট্রোড স্থাপনের সরঞ্জাম

- আর্থ রড ড্রাইভিং হ্যামার (স্নেলজ হ্যামার): আর্থ রড মাটিতে পুঁততে ভারী হাতুড়ি।
- মেকানিক্যাল/ইলেকট্রিক রড ড্রাইভার: যদি অনেকগুলো বা লম্বা রড পুঁততে হয়, তবে এটি ব্যবহার করা হয়।
- রড কাপলিং / কানেক্টর: একাধিক রডকে দৈর্ঘ্যে যুক্ত করতে।
- পাইপ র্যাচেট ও ডাই সেট: যদি পাইপ ইলেক্ট্রোড ব্যবহার করা হয়, তবে তা কেটে খেঁদ করতে।



গ. সংযোগ ও ওয়্যারিংয়ের সরঞ্জাম

- ওয়্যার স্ট্রিপার: আর্থ কন্ডাক্টরের ইনসুলেশন strip করতে।

- ক্রিম্পিং টুল / প্লায়ার: আর্থ কন্ডাক্টরকে ক্ল্যাম্প বা লাগের সাথে শক্তভাবে আটকাতে (Crimp করতে)।
- বোল্ট কাটার ও পাইলার: তামার স্ট্রিপ বা বড় কন্ডাক্টর কাটতে।
- রিং/ফর্ক/স্পেড কানেক্টর: আর্থ কন্ডাক্টরকে আর্থ বার বা টার্মিনালের সাথে সংযুক্ত করতে।
- রেঞ্চ সেট (স্প্যানার): আর্থ ক্ল্যাম্প, বোল্ট-নাট ইত্যাদি শক্ত করতে।
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট: আর্থ বার ও বিভিন্ন টার্মিনালে কানেকশন করতে।



ঘ. পরীক্ষা-নিরীক্ষার যন্ত্রপাতি

- আর্থ টেস্টার / আর্থ রেজিস্ট্যান্স টেস্টার (মেগার): এটি সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্র। এটি দিয়ে আর্থ ইলেক্ট্রোডের রেজিস্ট্যান্স (প্রতিরোধ) মাপা হয় যাতে তা নির্ধারিত সীমার মধ্যে আছে কিনা (সাধারণত ১ ওহমের কম)।
- ডিজিটাল মাল্টিমিটার: ভোল্টেজ ও কন্টিনিউটি টেস্ট করতে।



ঙ. নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE - Personal Protective Equipment)

- ইলেকট্রিক রেটেড গ্লাভস (দস্তানা): বিদ্যুৎঘটিত দুর্ঘটনা থেকে রক্ষা করতে।
- Safety জুতা / রাবারের সোলযুক্ত জুতা: বিদ্যুৎ নিরোধক।
- হেলমেট / Safety হ্যাট: মাথায় আঘাত লাগা থেকে রক্ষা করতে।
- সেফটি গগল / চশমা: চোখে ময়লা বা ধ্বংসাবশেষ প্রবেশ করা থেকে রক্ষা করতে।
- ইয়ার প্লাগ / ইয়ার মারফ: উচ্চ শব্দের কাজে (৫৫ রড ডাইভিং) কানে ব্যবহার করতে।

চ. অন্যান্য সাধারণ সরঞ্জাম

- হ্যাকস: বিভিন্ন উপকরণ কাটতে।
- হ্যান্ড হ্যামার: সাধারণ কাজে।
- ওয়্যার ব্রাশ / স্যান্ড পেপার: সংযোগের জায়গা পরিষ্কার ও মসৃণ করতে (যেমন, আর্থ ক্ল্যাম্প ও রডের সংযোগস্থল)।
- লেবেল মেশিন / মার্কার: আর্থ কন্ডাক্টর ও টার্মিনাল সঠিকভাবে লেবেল করতে (যেমন: "Main Earth to Electrode")।

যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ব্যবহারের উপযোগীতাঃ

আর্থিংয়ের যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামের ব্যবহারের উপযোগীতা বা গুরুত্ব অপরিসীম। শুধু যন্ত্রপাতি থাকলেই হবে না, সেগুলো ব্যবহারের উপযোগী কিনা তা নিয়মিত পরীক্ষা করা নিরাপদ ও কার্যকরী আর্থিং সিস্টেমের জন্য অত্যাবশ্যিক।

নিচে যন্ত্রপাতির ব্যবহারের উপযোগিতা নিশ্চিত করার কারণ ও পদ্ধতি বর্ণনা করা হলো:

ব্যবহারের উপযোগিতা পরীক্ষা কেন জরুরি?

ক. নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ (Ensuring Safety):

- বৈদ্যুতিক শক রোধ: কোনো যন্ত্রে বিদ্যুৎ পরিবাহী অংশ খোলা থাকলে বা তারের ইনসুলেশন নষ্ট হলে মারাত্মক বৈদ্যুতিক শকের ঝুঁকি থাকে। উপযোগী যন্ত্রপাতি এই ঝুঁকি কমায়।
- দুর্ঘটনা এvoid: একটি ক্ষতিগ্রস্ত হাতুড়ির মাথা উড়ে গিয়ে বা ভুল ক্রিম্পিং টুল ব্যবহার করলে দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

খ. কাজের গুণগতমান ও কার্যকারিতা (Quality and Effectiveness of Work):

- নির্ভরযোগ্য সংযোগ: একটি ব্লান্ট বা নষ্ট হওয়া ওয়্যার স্ট্রিপার তারকে কাটতে গিয়ে আমার তারের strand ক্ষতিগ্রস্ত করতে পারে। এতে সংযোগ দুর্বল হয় এবং আর্থিংয়ের কার্যকারিতা কমে যায়।
- সঠিক পরিমাপ: একটি ত্রুটিপূর্ণ আর্থ টেস্টার ভুল রিডিং দিলে আপনি ভাববেন আর্থিংয়ের রেজিস্ট্যান্স ঠিক আছে, অথচ বাস্তবে তা বিপজ্জনক পর্যায়ে থাকতে পারে। এটি সবচেয়ে বড় ঝুঁকি তৈরি করে।

গ. কর্মীর সুরক্ষা (Worker Protection):

- ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE): একটি ফাটা ইলেকট্রিক গ্লাভস বা ভাঙ্গা সেফটি গগল কর্মীকে মারাত্মক ঝুঁকির মুখে ফেলে দেয়। PPE-এর usability সরাসরি জীবন রক্ষার সাথে connected।

ঘ. সময় ও অর্থ সাশ্রয় (Saving Time and Money):

- কাজের মাঝামাঝি সময়ে কোনো যন্ত্রপাতি বিকল হলে কাজ বন্ধ থাকে, সময় নষ্ট হয় এবং productivity কমে। আগে থেকেই usability check করলে এই সমস্যা এvoid করা যায়।

যন্ত্রপাতি ব্যবহারের উপযোগিতা পরীক্ষাকরণঃ

প্রতিটি যন্ত্রপাতি ব্যবহারের আগে নিচের বিষয়গুলো check করতে হবে:

ক. দৃশ্যত পরীক্ষা (Visual Inspection):

- কন্ডাক্টর ও তার: দেখতে হবে ইনসুলেশন কোনোভাবে কাটা, ছিঁড়ে বা পোড়া নেই কিনা।
- ধাতব অংশ: মরিচা, ফাটল বা অতিরিক্ত ক্ষয় আছে কিনা check করতে হবে।
- হাতল: হাতলের গ্রিপ সঠিক অবস্থানে আছে কিনা এবং তা ভাঙ্গা বা নষ্ট নেই কিনা দেখতে হবে।
- মেকানিজম: সব moving part (প্লায়ারের hinge) সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা check করতে হবে।
- ক্যালিব্রেশন ট্যাগ: আর্থ টেস্টারের মতো গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্রের ক্যালিব্রেশন মেয়াদ আছে কিনা দেখতে হবে।

খ. কার্যকরী পরীক্ষা (Functional Test):

- বৈদ্যুতিক যন্ত্র (টেস্টার): একটি known voltage source বা known resistance-এ test করে দেখতে হবে যন্ত্রটি সঠিক রিডিং দিচ্ছে কিনা।
- মেকানিক্যাল যন্ত্র (ক্রিম্পিং টুল): একটি waste piece of cable-এ test করে দেখতে হবে এটি সঠিক ও শক্ত Crimp তৈরি করতে পারছে কিনা।
- PPE (গ্লাভস): ফুলে যাওয়া, শক্ত হয়ে যাওয়া বা কোনো রকম ত্রুটি আছে কিনা check করতে হবে। ইলেকট্রিক গ্লাভসের জন্য নিয়মিত Air Test (হাওয়া ভরে check) করা উচিত।

বজ্র সুরক্ষা/নিরোধক ব্যবস্থার উপকরণঃ

বজ্র সুরক্ষা/নিরোধক ব্যবস্থা (Lightning Protection System) বা লাইটনিং অ্যারেস্টার সিস্টেম এমন একটি বৈদ্যুতিক সুরক্ষা ব্যবস্থা যা ভবন, টাওয়ার, কারখানা বা স্থাপনার উপর পড়া বজ্রপাতকে নিরাপদে মাটিতে প্রবাহিত করে - ফলে ভবন, যন্ত্রপাতি ও মানুষের জীবন রক্ষা করে।

নিচে বজ্র নিরোধক ব্যবস্থায় ব্যবহৃত প্রধান উপকরণগুলোর নাম, গঠন ও কাজ বিস্তারিতভাবে দেওয়া হলো

বজ্র নিরোধক ব্যবস্থার উপকরণসমূহ (Materials of Lightning Protection System)

ক. Air Terminal (Lightning Rod / Air Rod)

এটি ভবনের সবচেয়ে উঁচু স্থানে বসানো হয়, যাতে বজ্রপাত হলে সেটিই প্রথমে তা গ্রহণ করে।

উপকরণ:

- তামা (Copper)
- অ্যালুমিনিয়াম (Aluminium)
- গ্যালভানাইজড আয়রন (GI)

রূপ:

- সূঁচাকৃতি (pointed rod)
- উচ্চতা ৩০ সেমি থেকে ১ মিটার পর্যন্ত

কাজ: বজ্রপাত আকর্ষণ করে এবং কারেন্টকে ডাউন কন্ডাক্টরের দিকে পাঠায়।

খ. Down Conductor (ডাউন কন্ডাক্টর)

এটি বজ্রের প্রবাহকে ভবনের উপরের অংশ থেকে নিচের দিকে আর্থ ইলেকট্রোড পর্যন্ত নিয়ে যায়।

উপকরণ:

- তামা স্ট্রিপ বা তার
- গ্যালভানাইজড স্টিল স্ট্রিপ (GI Strip)
সাধারণ মাপ: 25mm × 3mm বা 50mm³ তার
কাজ: বজ্র প্রবাহকে নিরাপদে মাটিতে নামিয়ে দেওয়া।

গ. Earth Electrode (আর্থ ইলেকট্রোড)

বজ্র প্রবাহ শেষ পর্যন্ত মাটিতে প্রবেশ করাতে ব্যবহৃত হয়।

উপকরণ ও ধরন:

- তামা বা গ্যালভানাইজড লোহার পাইপ / রড / প্লেট
- গভীরভাবে মাটিতে স্থাপন করা হয় (২.৫–৩ মিটার)
কাজ: কারেন্টকে মাটিতে বিলীন করে নিরাপত্তা নিশ্চিত করা।

ঘ. Air Terminal Base / Support (বেস বা সাপোর্ট ব্র্যাকেট)

বজ্র নিরোধকের রডকে ভবনের ছাদে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখে।

উপকরণ: ব্রাস, GI, বা কংক্রিটের হোল্ডার।

ঙ. Test Link বা Test Joint (টেস্ট লিংক বা টেস্ট জয়েন্ট)

ডাউন কন্ডাক্টর ও আর্থ ইলেকট্রোডের মাঝে স্থাপন করা হয়, যাতে প্রয়োজন হলে সংযোগ খুলে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করা যায়।

উপকরণ: ব্রাস বা কপার।

চ. Earth Pit (আর্থ পিট বা আর্থ পিট কভার)

যেখানে আর্থ ইলেকট্রোড স্থাপন করা হয়, সেটিকে একটি পিট বা কুঠুরিতে রাখা হয়।

উপকরণ: কংক্রিট বা পলিপ্ৰোপিলিন কভার।

কাজ: ইলেকট্রোড রক্ষণাবেক্ষণ ও পরীক্ষার সুবিধা দেওয়া।

ছ. Coal, Salt & Water (কয়লা, লবণ ও পানি)

আর্থ পিটের চারপাশে মাটির রেজিস্ট্যান্স কমানোর জন্য ব্যবহার হয়।

- কয়লা – পরিবাহিতা বাড়ায়

- লবণ – আর্দ্রতা ধরে রাখে
- পানি – পরিবাহিতা বজায় রাখে

জ. Clamp, Bolt, Nut, Lug

সংযোগ দৃঢ় ও স্থায়ী রাখার জন্য ব্যবহৃত হয়।

উপকরণ: ব্রাস, কপার বা GI।

ঝ. Lightning Counter (বজ্র গণক যন্ত্র)

বজ্রপাতের সংখ্যা নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।

কাজ: প্রতি বজ্রপাতের সময় একটি গণনা রেকর্ড করে।

ঞ. Surge Arrester (সার্জ অ্যারেস্টার)

বৈদ্যুতিক সিস্টেমের ভেতরে স্থাপন করা হয়, যাতে অতিরিক্ত ভোল্টেজ (Surge) যন্ত্রপাতি নষ্ট না করে।

আর্থিংয়ের উপকরণ সংগ্রহ এবং নির্দিষ্ট বিবরণী অনুযায়ী এর সামঞ্জস্যতা পরীক্ষাঃ

ইলেকট্রিক্যাল ইনস্টলেশনের একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কাজ হলো আর্থিং (Earthing) বা মাটির সঙ্গে সংযোগ ব্যবস্থা। এটি মানুষের জীবন, বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি এবং ভবনের নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য অপরিহার্য। যখন কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রে শর্ট সার্কিট বা লিকেজ কারেন্ট তৈরি হয়, তখন আর্থিং সেই অতিরিক্ত কারেন্টকে নিরাপদভাবে মাটিতে প্রবাহিত করে। এই কাজটি সঠিকভাবে সম্পাদনের জন্য ব্যবহৃত উপকরণগুলোর মান ও স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সংগ্রহ ও যাচাই করা অত্যন্ত জরুরি।

ধাপে ধাপে বর্ণনা:

১. স্পেসিফিকেশন অধ্যয়ন:

প্রথমে প্রকল্প বা কাজের নির্দেশিকা অনুযায়ী আর্থিং সিস্টেমের স্পেসিফিকেশন (Specification) ভালোভাবে পড়া ও বোঝা হয়। সেখানে কোন ধরনের উপকরণ ব্যবহার করতে হবে, তার আকার, গঠন, উপাদান এবং মান নির্ধারিত থাকে।

উদাহরণস্বরূপ:

- আর্থ রড হবে 12mm ব্যাসের কপার বা গ্যালভানাইজড স্টিলের
- কেবল হবে মাল্টি-স্ট্র্যান্ডেড কপার তার
- সংযোগ ক্ল্যাম্প হবে ক্ষয়-প্রতিরোধী ধাতু দিয়ে তৈরি
- ফিলিং ম্যাটেরিয়াল হবে বেটোনাইট বা লবণ-কয়লার মিশ্রণ ইত্যাদি

২. উপকরণ সংগ্রহ (Collection of materials):

স্পেসিফিকেশনের ভিত্তিতে প্রয়োজনীয় আর্থিং উপকরণ সংগ্রহ করা হয়। যেমন—

- **Earth Rod বা Plate:** কপার বা গ্যালভানাইজড স্টিলের তৈরি
- **Earth Wire/Cable:** কপার বা অ্যালুমিনিয়াম তার
- **Earth Pit Accessories:** ক্ল্যাম্প, কভার, পাইপ, কানেক্টর
- **Backfill Material:** বেটোনাইট, কয়লা, লবণ ইত্যাদি

এসব উপকরণ নির্ভরযোগ্য সরবরাহকারীর কাছ থেকে সংগ্রহ করা হয় যেন সেগুলো মানসম্মত হয় এবং দীর্ঘমেয়াদে নিরাপদে কাজ করতে পারে।

৩. উপকরণের পরীক্ষা ও যাচাই (Checking for conformance):

উপকরণ সংগ্রহের পর প্রতিটি আইটেম পরীক্ষা করা হয়, তা স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কিনা।

পরীক্ষার বিষয়গুলো হলো—

- উপকরণের মাত্রা (dimension) ও ওজন (weight) ঠিক আছে কিনা
- ধাতুর গঠন ও বিশুদ্ধতা মান অনুযায়ী কিনা
- জং বা ক্ষয় (corrosion) আছে কিনা

- কেবল বা তারের পরিবাহিতা (conductivity) সঠিক কিনা
- সংযোগ ক্ল্যাম্প বা বোল্টগুলো যান্ত্রিকভাবে মজবুত কিনা

যদি কোনো উপকরণ মানসম্মত না হয়, তাহলে সেটি প্রত্যাখ্যান (reject) করা হয় এবং রিপোর্ট করা হয়।

৪. ডকুমেন্টেশন ও রেকর্ড:

সব উপকরণের পরীক্ষা শেষে ফলাফল রেকর্ড শীটে নথিভুক্ত করা হয়। এতে উপকরণের নাম, সংখ্যা, পরীক্ষার তারিখ, এবং অনুমোদনকারী কর্মকর্তার স্বাক্ষর থাকে।

৫. উদ্দেশ্য ও গুরুত্ব:

এই প্রক্রিয়ার মূল উদ্দেশ্য হলো—

- শুধুমাত্র মানসম্মত ও নিরাপদ উপকরণ ব্যবহার নিশ্চিত করা
- আর্থিং সিস্টেমের দীর্ঘস্থায়িত্ব ও কার্যকারিতা বজায় রাখা
- বৈদ্যুতিক শক, অগ্নিকাণ্ড ও যন্ত্রপাতির ক্ষতি থেকে নিরাপত্তা নিশ্চিত করা

সংক্ষেপে বলা যায়, আর্থিং সিস্টেম ইনস্টল করার আগে প্রয়োজনীয় উপকরণগুলো প্রকল্পের স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সংগ্রহ করে সেগুলোর মান ও সঠিকতা যাচাই করা হয়। এতে পুরো সিস্টেমের নিরাপত্তা, নির্ভরযোগ্যতা ও কার্যকারিতা বজায় থাকে।

বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার উপকরণ সংগ্রহ এবং নির্দিষ্ট বিবরণী অনুযায়ী এর সামঞ্জস্যতা পরীক্ষাঃ

স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী বজ্রপাত প্রতিরোধ (Lightning Protection) ব্যবস্থার উপকরণ সংগ্রহ করা হয় এবং নির্ধারিত মানের সঙ্গে মিলিয়ে পরীক্ষা করা হয়।

বজ্রপাত একটি প্রাকৃতিক বৈদ্যুতিক ঘটনা, যা ভবন, স্থাপনা ও বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ওপর ভয়াবহ ক্ষতি ঘটাতে পারে। তাই ভবন বা স্থাপনায় বজ্রপাতের আঘাত থেকে সুরক্ষা নিশ্চিত করতে Lightning Protection System (LPS) স্থাপন করা হয়।

এই সিস্টেম কার্যকরভাবে কাজ করার জন্য এর ব্যবহৃত উপকরণগুলোকে অবশ্যই নির্ধারিত স্পেসিফিকেশন (Specification) অনুযায়ী সংগ্রহ ও যাচাই করা অত্যন্ত জরুরি।

ধাপে ধাপে বিস্তারিত বর্ণনা:

১. স্পেসিফিকেশন অধ্যয়ন ও পরিকল্পনা:

প্রথমেই প্রকল্প বা কাজের স্পেসিফিকেশন ডকুমেন্ট ভালোভাবে পড়া ও বোঝা হয়।

এখানে উল্লেখ থাকে —

- কোন ধরনের Lightning Protection System ব্যবহার হবে (Franklin rod, mesh type, বা combination system),
- কী ধরনের উপকরণ লাগবে,
- তাদের গঠন, আকার, উপাদান, ও মান কতটুকু হওয়া উচিত।

উদাহরণস্বরূপ, স্পেসিফিকেশনে বলা থাকতে পারে:

- এয়ার টার্মিনাল রড হবে কপার বা অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর,
- ডাউন কন্ডাক্টর হবে নির্দিষ্ট ক্রস-সেকশনের কপার তার,
- কানেক্টর ও ক্ল্যাম্পগুলো হবে corrosion-resistant,
- টেস্ট পয়েন্ট থাকবে নির্দিষ্ট স্থানে, ইত্যাদি।

২. উপকরণ সংগ্রহ (Collection of materials):

স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় উপকরণ সংগ্রহ করা হয়, যেমন—

- **Air Terminal Rod (Lightning Rod):** বজ্রপাত গ্রহণ করার জন্য ভবনের সবচেয়ে উঁচু স্থানে স্থাপন করা ধাতব রড।

- **Down Conductor:** বজ্রপাতের কারেন্ট নিরাপদে নিচে মাটিতে নিয়ে যাওয়ার কেবল।
- **Earth Termination System:** কারেন্টকে মাটিতে ছড়িয়ে দেওয়ার ব্যবস্থা, যেমন Earth Rod বা Earth Plate।
- **Conductor Clamps ও Connectors:** বিভিন্ন অংশকে দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত করার জন্য ব্যবহৃত ধাতব ক্ল্যাম্প ও সংযোগ উপকরণ।
- **Test Link বা Test Clamp:** সিস্টেম পরীক্ষা করার জন্য প্রয়োজনীয় সংযোগ বিন্দু।
- **Surge Protection Devices (SPD):** বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিকে অতিরিক্ত ভোল্টেজ থেকে রক্ষা করে।

এই উপকরণগুলো মানসম্মত সরবরাহকারী বা অনুমোদিত বিক্রেতা থেকে সংগ্রহ করতে হয়, যাতে গুণগত মান বজায় থাকে।

৩. উপকরণের মান যাচাই (Checking for conformance):

সংগ্রহের পর প্রতিটি উপকরণ স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী যাচাই করা হয়।

পরীক্ষার বিষয়গুলো হলো:

- **উপকরণের আকার ও আকৃতি (Dimension):** স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কিনা।
- **ধাতুর মান (Material quality):** কপার বা অ্যালুমিনিয়াম বিশুদ্ধ এবং জং-প্রতিরোধী কিনা।
- **পরিবাহিতা (Conductivity):** যথেষ্ট বৈদ্যুতিক পরিবাহিতা আছে কিনা।
- **যান্ত্রিক শক্তি (Mechanical strength):** ক্ল্যাম্প, কেবল, বা রডের টেকসই ক্ষমতা সঠিক কিনা।
- **কোনো ক্ষতি বা ত্রুটি আছে কিনা:** ফাটল, মরিচা বা বিকৃতি আছে কিনা তা দেখা হয়।

প্রয়োজনে উপকরণগুলো পরীক্ষাগারে (Testing Lab) পাঠিয়ে গুণগত মান যাচাই করা হয়।

যে উপকরণগুলো নির্ধারিত মানের সঙ্গে মেলে না, সেগুলো প্রত্যাখ্যান (Reject) করা হয় এবং রিপোর্ট করা হয়।

৪. নথি সংরক্ষণ ও রেকর্ড রাখা:

সব উপকরণ পরীক্ষার ফলাফল, সরবরাহকারীর নাম, স্পেসিফিকেশন নম্বর এবং পরীক্ষার তারিখসহ বিস্তারিতভাবে রেকর্ড রাখা হয়।

এটি ভবিষ্যতে গুণমান নিয়ন্ত্রণ (Quality Control) ও পরিদর্শন (Inspection)-এর জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৫. উদ্দেশ্য ও গুরুত্ব:

এই পুরো প্রক্রিয়ার মূল উদ্দেশ্য হলো—

- সঠিক ও মানসম্মত উপকরণ ব্যবহার নিশ্চিত করা,
- বজ্রপাত প্রতিরোধ ব্যবস্থা যেন কার্যকরভাবে কারেন্টকে মাটিতে প্রবাহিত করতে পারে তা নিশ্চিত করা,
- ভবন, যন্ত্রপাতি ও মানুষকে বজ্রপাতের ক্ষতি থেকে রক্ষা করা,
- সিস্টেমের দীর্ঘমেয়াদি নিরাপত্তা ও স্থায়িত্ব বজায় রাখা।

সংক্ষেপে বলা যায়, বজ্রপাত প্রতিরোধ ব্যবস্থার উপকরণ সংগ্রহের সময় প্রতিটি উপকরণকে প্রকল্পের নির্ধারিত স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সংগ্রহ ও পরীক্ষা করা হয়। এর মাধ্যমে নিশ্চিত করা হয় যে সিস্টেমটি নিরাপদ, নির্ভরযোগ্য ও আন্তর্জাতিক মানসম্মতভাবে বজ্রপাত থেকে সুরক্ষা দিতে সক্ষম।

সেলফ চেক (Self Check) – ৩.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও উপকরণের মধ্যে পার্থক্য কী?
২. নির্দিষ্ট কাজ বা প্রকল্প অনুযায়ী উপযুক্ত সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি কিভাবে নির্বাচন করবেন?
৩. প্রয়োজনীয় উপকরণ সংগ্রহ ও প্রস্তুতি সম্পন্ন করার ধাপগুলো কী কী?
৪. বজ্র সুরক্ষা/নিরোধক ব্যবস্থার উপকরণগুলি কি?
- ৫। আর্থািং উপকরণ সংগ্রহ করার আগে স্পেসিফিকেশন অধ্যয়ন করা কেন গুরুত্বপূর্ণ?
- ৬। আর্থািং সিস্টেমে সাধারণত কোন কোন উপকরণ ব্যবহার করা হয়?
- ৭। **Lightning Protection System**-এ ব্যবহৃত প্রধান উপকরণগুলো কী কী?
- ৮। উপকরণ পরীক্ষা করে স্পেসিফিকেশনের সঙ্গে মিলিয়ে দেখা কেন প্রয়োজন?
- ৯। আর্থািং ও লাইটনিং প্রোটেকশন উপকরণের মান যাচাইয়ের মাধ্যমে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.৩

১. সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও উপকরণের মধ্যে পার্থক্য কী?

উত্তরঃ

- সরঞ্জাম (Tools): হাতে ব্যবহার করা হয়, যেমন হ্যামার, স্ক্রু ড্রাইভার, প্লায়ার।
- যন্ত্রপাতি (Equipment): যান্ত্রিক বা বৈদ্যুতিক কাজের জন্য, যেমন মাল্টিমিটার, ড্রিল মেশিন।
- উপকরণ (Materials): নির্মাণ বা সংযোগের জন্য পদার্থ, যেমন Earthing Plate, Rod, Pipe, তার।

২. নির্দিষ্ট কাজ বা প্রকল্প অনুযায়ী উপযুক্ত সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি কিভাবে নির্বাচন করবেন?

উত্তরঃ

- কাজের ধরণ ও প্রকল্পের প্রয়োজন অনুযায়ী Tools ও Equipment নির্বাচন করা।
- নিরাপত্তা, ক্ষমতা ও কার্যকারিতা বিবেচনা করা।

৩. প্রয়োজনীয় উপকরণ সংগ্রহ ও প্রস্তুতি সম্পন্ন করার ধাপগুলো কী কী?

উত্তরঃ

- উপকরণের তালিকা তৈরি করা।
- তালিকা অনুযায়ী উপকরণ সংগ্রহ করা।
- উপকরণ কাটা, মাপ ঠিক করা বা স্থানান্তর করা ও কাজের জন্য প্রস্তুত রাখা।

৪. বজ্র সুরক্ষা/নিরোধক ব্যবস্থার উপকরণগুলি কি?

উত্তরঃ

বজ্র সুরক্ষা/নিরোধক ব্যবস্থার উপকরণসমূহ (Materials of Lightning Protection System)

- Air Terminal (Lightning Rod / Air Rod)
- Down Conductor (ডাউন কন্ডাক্টর)
- Earth Electrode (আর্থ ইলেকট্রোড)
- Air Terminal Base / Support (বেস বা সাপোর্ট ব্র্যাকেট)
- Test Link বা Test Joint (টেস্ট লিংক বা টেস্ট জয়েন্ট)
- Earth Pit (আর্থ পিট বা আর্থ পিট কভার)
- Coal, Salt & Water (কয়লা, লবণ ও পানি)
- Clamp, Bolt, Nut, Lug
- Lightning Counter (বজ্র গণক যন্ত্র)
- Surge Arrester (সার্জ অ্যারেস্টার)

৫। আর্থিং উপকরণ সংগ্রহ করার আগে স্পেসিফিকেশন অধ্যয়ন করা কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তরঃ

স্পেসিফিকেশন অধ্যয়ন করলে জানা যায় কোন উপকরণের মান, আকার, ধাতুর গুণাগুণ ও প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্য কী হবে। এতে সঠিক মানের উপকরণ সংগ্রহ করা সম্ভব হয়, যা সিস্টেমের নিরাপত্তা ও কার্যকারিতা নিশ্চিত করে।

৬। আর্থিং সিস্টেমে সাধারণত কোন কোন উপকরণ ব্যবহার করা হয়?

উত্তর:

আর্থিং সিস্টেমে সাধারণত ব্যবহৃত উপকরণগুলো হলো—

- আর্থ রড বা প্লেট (Copper/GI)
- আর্থিং তার বা কেবল
- ক্ল্যাম্প ও কানেক্টর
- বেন্টোনাইট, কয়লা, লবণ (ফিলিং ম্যাটেরিয়াল)
- ওয়াটার পাইপ ও কভার প্লেট

৭। Lightning Protection System-এ ব্যবহৃত প্রধান উপকরণগুলো কী কী?

উত্তর:

বজ্রপাত প্রতিরোধ ব্যবস্থায় ব্যবহৃত প্রধান উপকরণগুলো হলো—

- এয়ার টার্মিনাল রড (Lightning Rod)
- ডাউন কন্ডাক্টর (Copper/Aluminium Wire)
- আর্থ টার্মিনেশন সিস্টেম
- ক্ল্যাম্প ও কানেক্টর
- টেস্ট লিংক বা টেস্ট ক্ল্যাম্প
- সার্জ প্রটেকশন ডিভাইস (SPD)

৮। উপকরণ পরীক্ষা করে স্পেসিফিকেশনের সঙ্গে মিলিয়ে দেখা কেন প্রয়োজন?

উত্তর:

উপকরণ পরীক্ষা করে নিশ্চিত হওয়া যায় যে তা নির্ধারিত মান, আকার ও বৈদ্যুতিক গুণমানের সঙ্গে সামঞ্জস্যপূর্ণ কিনা। এটি নিরাপদ, টেকসই ও কার্যকর ইনস্টলেশন নিশ্চিত করে এবং ভবিষ্যতে দুর্ঘটনা প্রতিরোধ করে।

৯। আর্থিং ও লাইটনিং প্রোটেকশন উপকরণের মান যাচাইয়ের মাধ্যমে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়?

উত্তর:

- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা বৃদ্ধি পায়
- বজ্রপাত বা শর্ট সার্কিটের ক্ষতি থেকে সুরক্ষা পাওয়া যায়
- সিস্টেমের দীর্ঘস্থায়িত্ব ও নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত হয়
- যন্ত্রপাতি ও ভবন রক্ষা পায়
- আন্তর্জাতিক মান বজায় থাকে

টাস্ক শিট (Task Sheet) – ৩.২.১

Task Title: বজ্র সুরক্ষা বা নিরোধক ব্যবস্থার উপকরণসমূহ।	
নির্দেশনাবলী (Instructions):	
<p>নিম্নের নির্দেশনাগুলো মনোযোগ সহকারে পড়ুন ও বুঝুন:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ এই পরীক্ষাটি/ডেমোনস্ট্রেশনটি Electrical Installation and Maintenance-এর একটি ইউনিটের একটি লার্নিং আউটকাম-এর পারফরম্যান্স ক্রাইটেরিয়ার ভিত্তিতে তৈরি। ▪ এই মূল্যায়ন কার্যক্রমটি আপনার মৌলিক $\hat{A}vb$/দক্ষতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হবে। ▪ রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হওয়ার জন্য আপনাকে দশ (১০) মিনিট সময় দেওয়া হবে। ▪ এই পরীক্ষা সম্পন্ন করার জন্য আপনাকে ৩০ মিনিট সময় দেওয়া হবে। 	
প্রক্রিয়া (Procedure):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ কাজের ধরণ অনুযায়ী প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার ও পর্যবেক্ষণ করুন। ▪ সরবরাহকৃত স্পেসিফিকেশন তথ্য পড়ুন। ▪ কাজটি সম্পন্ন করতে প্রয়োজনীয় সকল উপকরণ সংগ্রহ করুন। ▪ নির্ধারিত সময়ের মধ্যে কাজটি সম্পন্ন করুন। ▪ সর্বদা স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) সংক্রান্ত নির্দেশনা মেনে চলুন। 	
কাজের স্পেসিফিকেশন তথ্য (Job Specification Information):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ প্রয়োজনীয় সরবরাহ, উপকরণ, ও সরঞ্জাম সংগ্রহ করুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র খুব ভালোভাবে পড়ুন ও বুঝুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র অনুযায়ী আপনার উত্তর নিম্নের দ্বিতীয় খালি ঘরে লিখুন। 	
প্রশ্নপত্রঃ	
<p>১। বজ্র সুরক্ষা বা নিরোধক ব্যবস্থায় ব্যবহৃত প্রধান উপকরণগুলোর নাম, গঠন ও কাজ বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করুন।</p>	
Resources Required:	
Tools:	Task sheet
Equipment:	N/A
Machinery:	N/A
Materials:	Pen, paper
PPE:	Mask, Apron

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৩.৪

শিখণ ফল-৪: আর্থিং এলিমেন্ট (Element) স্থাপনের জন্য গর্ত খনন করতে পারবে।

শিখণ উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু:

- পিপিই (PPE) সংগ্রহ করা এবং পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) বিধান অনুসারে ব্যবহার করা
- নিরাপত্তা প্রয়োজনীয়তা অনুসরণ করে আর্থিয়ের জন্য গর্ত খনন
- আর্থিয়ের জন্য গর্তের আকৃতি ও আকার দেয়া

পিপিই (PPE) সংগ্রহ করা এবং পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) বিধান অনুসারে ব্যবহার করাঃ

ক. নিরাপত্তা উপকরণ সংগ্রহ:

- হেলমেট
- সুরক্ষা চশমা
- দস্তানা
- স্টিলের নখযুক্ত বুট
- ট্রেঞ্জের কিনারায় সতর্কতা টেপ ও সাইনবোর্ড



PPE ব্যবহারে OHS-এর গুরুত্বপূর্ণ নিয়ম

- বাধ্যতামূলক PPE ব্যবহার ছাড়া কর্মস্থলে কাজ সম্পন্ন করা যাবে না।
- সুপারভাইজারকে নিশ্চিত করতে হবে সবাই PPE ব্যবহার করছে।
- কর্মীকে PPE ব্যবহারের সঠিক প্রশিক্ষণ প্রদান করতে হবে।
- PPE ত্রুটিপূর্ণ হলে তা সঙ্গে সঙ্গে প্রতিস্থাপন করতে হবে।
- জরুরি পরিস্থিতিতে (Emergency) অতিরিক্ত PPE প্রস্তুত রাখতে হবে।
- সঠিক তুপেরকে তুতancy ারায় সতর্কতা াাস্থ্য ও

নিরাপত্তা প্রয়োজনীয়তা অনুসরণ করে আর্থিয়ের জন্য গর্ত খনন করা, এবং আর্থিয়ের জন্য গর্তের আকৃতি ও আকার দেয়াঃ

নিরাপত্তা মেনে নিয়ে আর্থিং এর জন্য গর্ত খনন করার ধাপগুলো নিম্নরূপ:

প্রস্তুতিমূলক ধাপ:

ক. অনুমতি নেওয়া: সংশ্লিষ্ট কর্তৃপক্ষ (বৈদ্যুতিক বিভাগ, স্থানীয় কর্তৃপক্ষ ইত্যাদি) থেকে প্রয়োজনীয় অনুমতি গ্রহণ।

খ. উপকরণ প্রস্তুত করা:

- আর্থিং রড/পাইপ (কপার বা GI)
- আর্থিং পিট/বক্স
- কপার স্ট্রিপ বা GI ওয়্যার
- বেটোনাইট পাউডার বা চারকোল/লবণের মিশ্রণ
- যন্ত্রপাতি: বেলচা, কুড়াল, ফুলা, মাটির পাতচাপড় ইত্যাদি।

গ. জায়গা নির্বাচন ও চিহ্নিতকরণ:

- এমন স্থান নির্বাচন করুন যা ভবিষ্যতে নির্মাণ বা অন্যান্য কাজের জন্য ব্যবহৃত হবে না।

- মাটির নিচে কোনো বিদ্যুৎ/গ্যাস/পানি/টেলিফোন লাইন নেই কিনা নিশ্চিত হন ("ক্যাল বিফোর ইউ ডিগ" নীতি অনুসরণ করুন)।
- প্রয়োজনীয় সংখ্যক গর্তের অবস্থান চিহ্নিত করুন।

খনন কাজের ধাপ:

ঘ. গর্তের আকার নির্ধারণ:

- সাধারণত ২.৫ মিটার (৮ ফুট) গভীর এবং ৩০ সেমি x ৩০ সেমি প্রস্থের গর্ত খনন করতে হয়।
- স্থানের প্রাপ্যতা এবং আর্থিং রেজিস্ট্যান্সের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী আকার ভিন্ন হতে পারে।

ঙ. খনন শুরু করা:

- চিহ্নিত স্থানে সঠিক আকার অনুযায়ী গর্ত খনন শুরু করুন।
- খননের সময় মাটির স্তর ও অবস্থা পর্যবেক্ষণ করুন।

চ. ট্রেঞ্চ খনন:

- আর্থিং পিট থেকে মূল বিন্ডিং/যন্ত্রপাতির সাথে সংযোগের জন্য একটি ট্রেঞ্চ (খাল) খনন করুন।

ছ. গর্তের কিনারা সুরক্ষিত করা:

- গর্তের চারপাশে সতর্কতা টেপ বা বেড়া দিয়ে ঘিরে দিন।
- "সতর্কতা: গর্ত" বা "Danger: Excavation" ইত্যাদি সাইনবোর্ড লাগান।

জ. মাটির ধস রোধ:

- গভীর গর্তের দেয়াল মাটির ধস রোধ করতে Timber Shoring (কাঠের তক্তা দিয়ে ঠেস দেওয়া) বা অন্য কোনো পদ্ধতি ব্যবহার করুন।
- ঢালু গর্ত খনন (Benching) এর মাধ্যমে ধসের ঝুঁকি কমানো যেতে পারে।

ঝ. বায়ুচলাচল নিশ্চিতকরণ:

- গভীর গর্তে বিষাক্ত গ্যাস জমতে পারে, তাই কাজ শুরু থেকে শেষ পর্যাপ্ত বায়ুচলাচল নিশ্চিত করুন।

ঞ. কাজের সময় সতর্কতা:

- গর্তে নামার আগে নিচে পর্যাপ্ত অক্সিজেন আছে কিনা এবং কোনো বিষাক্ত গ্যাস আছে কিনা পরীক্ষা করুন।
- গর্তের কিনারায় দাঁড়িয়ে কাজ করবেন না।
- একজন সহকারীকে উপরে রাখুন যিনি প্রয়োজন হলে সাহায্য করতে পারবেন বা জরুরি সেবাকে ডাকতে পারবেন।

আর্থিং স্থাপন ও backfilling:

ট. আর্থিং রড/পাইপ স্থাপন:

- গর্তের মাঝখানে আর্থিং রড/পাইপ সোজাভাবে বসান।
- আর্থিং রডের চারপাশে বেন্টোনাইট পাউডার বা চারকোল ও লবণের মিশ্রণ (Charcoal & Salt Mixture) ভরাট করুন। এটি মাটির রেজিস্ট্যান্স কমাতে সাহায্য করে।
- মিশ্রণের অনুপাত: ১০ কেজি চারকোল : ৫ কেজি লবণ (স্থানীয় মাটির রেজিস্ট্যান্স অনুযায়ী পরিবর্তনশীল)।

ঠ. পানি দেওয়া:

- backfill করা মিশ্রণের উপর পানি দিন যাতে এটি ভালোভাবে কম্প্যাক্ট হয় এবং রেজিস্ট্যান্স কমে।

ড. সংযোগ সম্পন্ন করা:

- আর্থিং রড থেকে কপার স্ট্রিপ/ওয়্যার এর মাধ্যমে ট্রেঞ্চ ধরে মূল সার্কিট/প্যানেল বোর্ডের সাথে সংযোগ দিন।

ঢ. গর্ত ও ট্রেঞ্চ ভরাট:

- গর্ত এবং ট্রেঞ্চ মাটি দিয়ে ভরাট করুন এবং ভালোভাবে কম্প্যাক্ট করুন।

গ. পরীক্ষা:

- আর্থিং রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করুন (Earth Tester দিয়ে)। সাধারণত এর মান ১ ওহমের নিচে থাকা উচিত (স্থানীয় বৈদ্যুতিক কোড অনুযায়ী)।

জরুরি প্রস্তুতি:

- First aid কিট হাতের কাছে রাখুন।
- জরুরি যোগাযোগের নম্বর সব কর্মীর জানা থাকতে হবে।

সঠিক স্থান ও মাত্রায় গর্ত খনন করাঃ

ক. সঠিক স্থান নির্ধারণ:

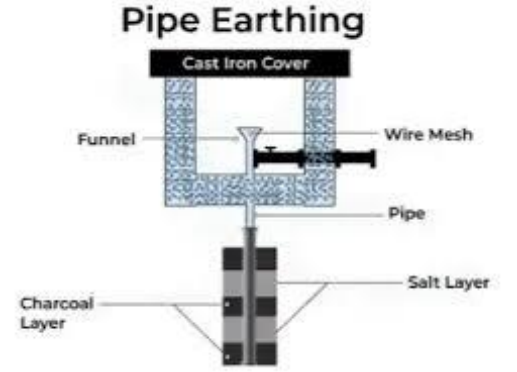
- স্থাপনার ধরণ ও মাটির ধরণ অনুযায়ী গর্তের অবস্থান নির্বাচন করতে হবে।
- বিদ্যুৎ, পানির পাইপ বা অন্যান্য বাধা এড়িয়ে স্থান চিহ্নিত করা।

খ. গর্তের মাত্রা ঠিক করা:

- ব্যবহৃত উপাদান (জড়ফ, চরঢ়ব, চষধঃব) অনুযায়ী দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও গভীরতা নির্ধারণ করা।
- উদাহরণ: জড়ফ-এর জন্য সাধারণত ১.৫ মিটার গভীরতা।

গ. নিরাপত্তা ও প্রস্তুতি:

- হাত, পা ও চোখ সুরক্ষার জন্য উপযুক্ত সরঞ্জাম ব্যবহার করা।
- খননের আগে মাটি নরম বা কঠিনতার অবস্থা পরীক্ষা করা।



সেলফ চেক (Self Check) – ৩.৪

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. গর্ত খননের জন্য সঠিক স্থান কিভাবে নির্ধারণ করবেন?
২. গর্তের উপযুক্ত মাত্রা ঠিক করার প্রধান বিষয়গুলো কী কী?
৩. নিরাপদভাবে খনন সম্পন্ন করতে কোন কোন সরঞ্জাম ও নিরাপত্তা ব্যবস্থা ব্যবহার করতে হবে?
৪. PPE ব্যবহারে OHS-এর গুরুত্বপূর্ণ নিয়মগুলো বর্ণনা করুন।
৫. মাটির ধস রোধে করণীয় কি?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.৪

১. গর্ত খননের জন্য সঠিক স্থান কিভাবে নির্ধারণ করবেন?

উত্তরঃ

স্থাপনার ধরণ, মাটির ধরণ ও বিদ্যুৎ/পানি পাইপ ইত্যাদি বাধা বিবেচনা করে গর্তের স্থান নির্ধারণ করা।

২. গর্তের উপযুক্ত মাত্রা ঠিক করার প্রধান বিষয়গুলো কী কী?

উত্তরঃ

- ব্যবহৃত উপাদানের ধরণ অনুযায়ী দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও গভীরতা নির্ধারণ।
- উদাহরণ: Rod-এর জন্য সাধারণত ১.৫ মিটার গভীরতা।

৩. নিরাপদভাবে খনন সম্পন্ন করতে কোন কোন সরঞ্জাম ও নিরাপত্তা ব্যবস্থা ব্যবহার করতে হবে?

উত্তরঃ

- সরঞ্জাম: হাতুড়ি, কুঠি, শোভা, স্পেড, হ্যান্ড ড্রিল।
- নিরাপত্তা: হেলমেট, হ্যান্ড গ্লাভস, সুরক্ষা চশমা ব্যবহার করা এবং মাটি ধসন বা সরঞ্জামের দুর্ঘটনা এড়াতে সতর্ক থাকা।

৪. PPE ব্যবহারে OHS-এর গুরুত্বপূর্ণ নিয়মগুলো বর্ণনা করুন।

উত্তরঃ

- বাধ্যতামূলক PPE ব্যবহার ছাড়া কর্মস্থলে কাজ সম্পন্ন করা যাবে না।
- সুপারভাইজারকে নিশ্চিত করতে হবে সবাই PPE ব্যবহার করছে।
- কর্মীকে PPE ব্যবহারের সঠিক প্রশিক্ষণ প্রদান করতে হবে।
- PPE ত্রুটিপূর্ণ হলে তা সঙ্গে সঙ্গে প্রতিস্থাপন করতে হবে।
- জরুরি পরিস্থিতিতে (Emergency) অতিরিক্ত PPE প্রস্তুত রাখতে হবে।
- সঠিক মাপের বা সাইজের পিপিই পরিধান করতে হবে।

৫. মাটির ধস রোধে করণীয় কি?

উত্তরঃ মাটির ধস রোধে করণীয়-

- গভীর গর্তের দেয়াল মাটির ধস রোধ করতে Timber Shoring (কাঠের তক্তা দিয়ে ঠেস দেওয়া) বা অন্য কোনো পদ্ধতি ব্যবহার করুন।
- ঢালু গর্ত খনন (Benching) এর মাধ্যমে ধসের ঝুঁকি কমানো যেতে পারে।

জব শীট (Job Sheet) – ৩.৪.১

জবের নাম: আর্থিং এলিমেন্ট স্থাপনের জন্য গর্ত খনন করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন।
২. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন।
৩. আর্থিং এর জায়গা নির্বাচন ও চিহ্নিতকরণ
৪. গর্তের আকার নির্ধারণ
৫. চিহ্নিত স্থানে সঠিক আকার অনুযায়ী গর্ত খনন শুরু করুন।
৬. আর্থিং পিট থেকে মূল বিল্ডিং/যন্ত্রপাতির সাথে সংযোগের জন্য একটি ট্রেঞ্চ (খাল) খনন করুন।
৭. গর্তের চারপাশে সতর্কতা টেপ বা বেড়া দিয়ে ঘিরে দিন।
৮. গভীর গর্তের দেয়াল মাটির ধস রোধ করতে কাঠের তক্তা দিয়ে ঠেস দিন
৯. কাজ শেষে যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ কর এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৩.৪.১

জবের নাম: আর্থিং এলিমেন্ট স্থাপনের জন্য গর্ত খনন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- এপ্রোন
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস

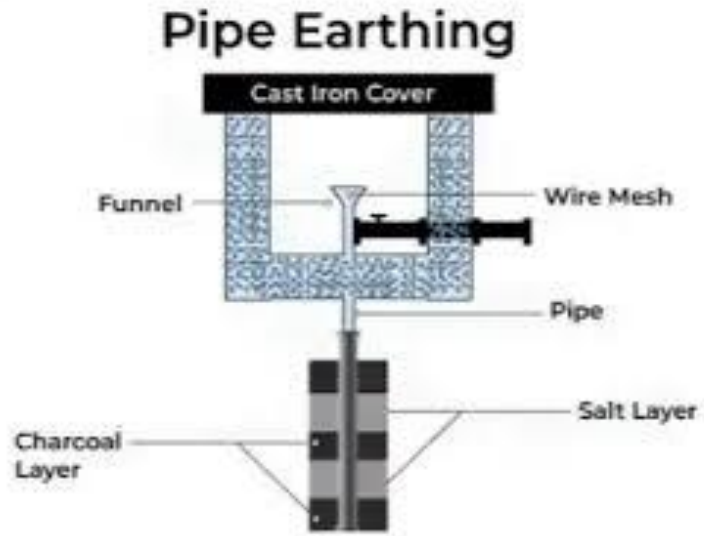
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টস:

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- কাটিং প্লায়ার্স
- জু ড্রাইভার
- কেঁদাল
- বেলচা
- শাবল
- আর্থ টেস্টার
- এ্যাভোমিটার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- জি আই পাইপ (১৯ মিমি, ৩৮ মিমি)
- প্রধান আর্থের তার (১৪ গেজ)
- আর্থ কন্টিনিউটি কন্ডাক্টর
- রিডিউসিং সকেট (১.৫"/১")
- নাট বোল্ট
- কাঠ কয়লা
- লবন

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৩.৫

শিখন ফল-৫: আর্থিংয়ের উপাদানগুলি স্থাপন করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু:

- আর্থিং ইলেকট্রোড স্থাপন
- ইলেকট্রোডের সাথে, আর্থ লিডের মাধ্যমে, মিটারের সংযোগ
- চারকোলের গুঁড়ো এবং লবণ আর্থিং ইলেকট্রোডের চারপাশে ছড়িয়ে দেয়া
- সঠিক আকার ও দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট জিআই (GI) পাইপকে মাটির গর্তের চেম্বারের তলায় স্থাপন
- খনন করা গর্তের বাকি অংশ মাটি দিয়ে পূরন

আর্থিং ইলেকট্রোড স্থাপনঃ

আর্থিং ইলেকট্রোড স্থাপন প্রক্রিয়া (Standard Earthing Installation Process):

ক. গর্ত প্রস্তুতি (Excavation & Cleaning)

- গর্ত সাধারণত ৮ থেকে ১০ ফুট গভীর এবং ১ থেকে ১.৫ ফুট ব্যাস করা হয়।
- খনন শেষে গর্তের নিচের অংশ (তলদেশ) ভালোভাবে সমান ও শক্ত করে নিতে হয়।
- নিচে পানি জমে থাকলে তা সরিয়ে শুকনো মাটি রাখা হয়।

খ. তলদেশে লেয়ার তৈরি (Base Layer Preparation)

তলদেশে নিম্নলিখিত স্তরগুলো তৈরি করা হয়:

স্তর	উপাদান	পুরুত্ব	উদ্দেশ্য
১	কয়লা (Charcoal)	২-৩ ইঞ্চি	আর্দ্রতা ধরে রাখা ও কারেন্টের প্রবাহে সহায়তা করে
২	লবণ (Salt)	১-২ ইঞ্চি	মাটির পরিবাহিতা (Conductivity) বৃদ্ধি করে
৩	প্রাকৃতিক মাটি (Soil)	২-৩ ইঞ্চি	চারপাশে সমর্থন দেয় ও ক্ষয় রোধ করে

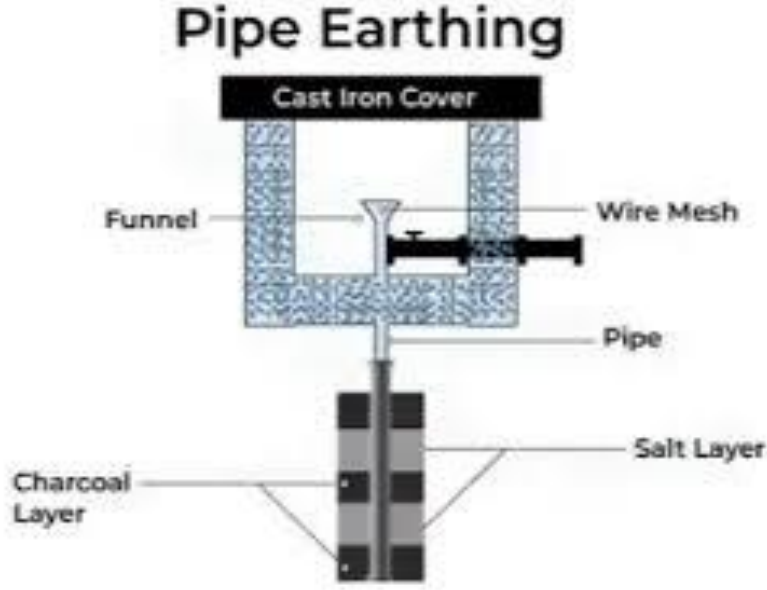
এই তিনটি উপাদান পর্যায়ক্রমে ব্যবহার করে একটি **conductive bed** তৈরি করা হয়।

গ. ইলেকট্রোড বসানো (Electrode Placement)

- এখন GI পাইপ / কপার রড / প্লেট ইলেকট্রোড উল্লম্বভাবে গর্তে বসানো হয়।
- ইলেকট্রোডের নিচের অংশটি তলদেশের লেয়ারে ঢুকিয়ে বসাতে হবে যাতে সম্পূর্ণ সংযোগ ভালো হয়।
- পাইপে ছিদ্র (holes) থাকলে সেগুলো দিয়ে লবণ ও পানি ধীরে ধীরে প্রবেশ করে মাটিকে আর্দ্র রাখে।

ঘ. চারপাশে লেয়ার ভরাট (Filling Layers Around Electrode)

- ইলেকট্রোডের চারপাশে পর্যায়ক্রমে নিম্নলিখিত লেয়ারগুলো ভরাট করতে হয়:
 - ১ স্তর কয়লা
 - ১ স্তর লবণ
 - ১ স্তর প্রাকৃতিক মাটি
- এই প্রক্রিয়া পুরো গর্ত ভর্তি না হওয়া পর্যন্ত পুনরাবৃত্তি করতে হয়।
- প্রতিটি স্তর ২-৩ ইঞ্চি করে হতে হবে।



ইলেকট্রোডের সাথে আর্থ লিডের মাধ্যমে মিটারের সংযোগঃ

ক. আর্থিং লিড কী

আর্থিং লিড হলো - ইলেকট্রোড ও মিটার বোর্ড (বা ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড) এর মধ্যে সংযোগ স্থাপনকারী তার বা ফ্ল্যাট স্ট্রিপ। এটি বিদ্যুতের জন্য নিরাপদ রিটার্ন পথ তৈরি করে।

খ. ব্যবহৃত উপকরণ (Standard Materials)

উপাদান	প্রকার	মান
আর্থিং লিড	GI ফ্ল্যাট (25×3 mm) / কপার ফ্ল্যাট বা তার	ভালো পরিবাহী ও মরিচামুক্ত
সংযোগ উপকরণ	ক্ল্যাম্প, বোল্ট, ওয়েল্ডিং বা ব্রেজিং	শক্তভাবে স্থাপনযোগ্য
কনডুইট পাইপ	GI / PVC কনডুইট	যান্ত্রিক সুরক্ষার জন্য
প্রটেকটিভ গ্রিজ	পেট্রোলিয়াম জেলি বা অ্যান্টি-করোজিভ পেইন্ট	মরিচা রোধে ব্যবহৃত

গ. সংযোগ ধাপসমূহ (Connection Steps)

(ক) ইলেকট্রোডের সাথে লিড সংযুক্ত করা:

- ইলেকট্রোডের উপরের অংশ পরিষ্কার করে নিন।
- এরপর GI ফ্ল্যাট বা কপার তারটি ইলেকট্রোডের সাথে
 - গ্যাস ওয়েল্ডিং, বা
 - বোল্ট ও নাট ক্ল্যাম্প দিয়ে দৃঢ়ভাবে যুক্ত করুন।

সংযোগস্থলটি মরিচা প্রতিরোধক পদার্থ (grease / paint) দিয়ে মুছে সুরক্ষিত করুন।

বিশেষ দৃষ্টব্য: সংযোগ যেন ঢিলা না হয়, কারণ এটি লুজ থাকলে আর্থিং কার্যক্ষমতা নষ্ট হয়।

(খ) কনডুইটের মাধ্যমে তার নিয়ে যাওয়া:

- ইলেকট্রোড থেকে মিটার বোর্ড পর্যন্ত পথ ধরে কনডুইট পাইপ (GI বা PVC) বসানো হয়।
- আর্থিং লিডটি ওই পাইপের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করা হয়।
- পাইপের মুখ দু'দিকেই বাঁকবিহীন ও সিল করা থাকবে যাতে পানি বা পোকামাকড় ঢুকতে না পারে।
- পাইপটি দেয়ালের সাথে বা মাটির নিচে এমনভাবে স্থাপন করতে হবে যাতে যান্ত্রিক ক্ষতি না হয়।

(গ) মিটার বোর্ডে সংযোগ:

- * আর্থিং লিডটি কনডুইট থেকে বের করে মিটার বোর্ড (বা মূল ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড) এর ভিতরে নিয়ে আসুন।
- * মিটার বোর্ডের ভিতরে একটি সু-সংজ্ঞায়িত আর্থিং টার্মিনাল বার (Earth Terminal Bar) থাকে।
- * আর্থিং লিডের শেষ প্রান্তটি একটি উপযুক্ত কেবল লগ (Cable Lug) দিয়ে সংযুক্ত করুন।
- * তারপর এই লগটি বোল্ট-নাট দিয়ে আর্থিং টার্মিনাল বারে দৃঢ়ভাবে আটকান।

ঘ. চূড়ান্ত পরীক্ষা (Final Testing)

- সব সংযোগ দৃঢ় কিনা, কনডুইট সোজা ও সিল করা আছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
- Earth Resistance Tester দিয়ে আবার প্রতিরোধ মান মাপুন (১-৫ e এর মধ্যে থাকতে হবে)।
- তারপর আর্থিং সিস্টেমকে “Commissioned” হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।

খনন কাজের সময় নিরাপত্তা বিধি অনুসরণ করা

নিরাপত্তা বিধি / কাজের ধাপসমূহ:

১. খনন কাজের আগে স্থান চিহ্নিত করে ব্যারিকেট দাও, যাতে কেউ অসাবধানতাবশত গর্তে না পড়ে।
২. ব্যক্তিগত সুরক্ষা সামগ্রী (PPE) পরিধান করো — হেলমেট, বুট, গ্লাভস ইত্যাদি।
৩. খননস্থলে বিদ্যুৎ, গ্যাস বা পানির লাইন আছে কিনা পরীক্ষা করো।
৪. গভীর গর্তের পাশে দাঁড়িও না — মাটি ধসে পড়ার ঝুঁকি থাকে।
৫. সরঞ্জাম ব্যবহারের সময় সতর্ক থাকো, একে অপরের কাছাকাছি কাজ করো না।
৬. কাজ শেষে খনন স্থান সঠিকভাবে ঢেকে বা ব্যারিকেড দিয়ে রাখো।
৭. প্রয়োজন হলে সুপারভাইজারের অনুমতি নিয়ে খনন কাজ শুরু করো।

সেলফ চেক (Self Check) – ৩.৫

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. আর্থ ইলেকট্রোড কি?
২. আর্থিং এর সম্পূর্ণ গর্ত কোন উপাদান দিয়ে ভর্তি করা হয়?
৩. পাইপ আর্থিং এর ক্ষেত্রে পাইপ ছিদ্র করা হয় কেন?
৪. আর্থিং লিড কি?
৫. চূড়ান্ত পরীক্ষা কেন করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.৫

১ আর্থ ইলেকট্রোড কি?

উত্তরঃ আর্থিং করার জন্য খাতুর যে রড, পাইপ বা প্লেট মাটিতে স্থাপন করা হয় তাকে আর্থ ইলেকট্রোড বলে।

২ আর্থিং এর সম্পূর্ণ গর্ত কোন উপাদান দিয়ে ভর্তি করা হয়?

উত্তরঃ কাঠ কয়লা এবং বালু দিয়ে ভর্তি করা হয়।

৩ পাইপ আর্থিং এর ক্ষেত্রে পাইপ ছিদ্র করা হয় কেন?

উত্তরঃ পাইপ ছিদ্র করা হয় কেন যাতে ছিদ্র দিয়ে পানি পাইপের ভিতরে যেয়ে পাইপকে আদ্র রাখতে পারে।

৪ আর্থিং লিড কি?

উত্তরঃ আর্থিং লিড হলো - ইলেকট্রোড ও মিটার বোর্ড (বা ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড) এর মধ্যে সংযোগ স্থাপনকারী তার বা ফ্ল্যাট স্ট্রিপ। এটি বিদ্যুতের জন্য নিরাপদ রিটার্ন পথ তৈরি করে।

৫. চূড়ান্ত পরীক্ষা কেন করা হয়?

উত্তরঃ

- সব সংযোগ দৃঢ় কিনা, কনডুইট সোজা ও সিল করা আছে কিনা তা পরীক্ষা করার জন্য
- রেজিস্ট্যান্সের মান ১-৫ Ω এর মধ্যে আছে কিনা তা চেক করার জন্য।

জব শীট (Job Sheet) – ৩.৫.১

জবের নাম: গর্তে আর্থিং এলিমেন্ট স্থাপন করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন।
২. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন।
৩. গর্তে আর্থ ইলেকট্রোড স্থাপন করুন
৪. প্রথম স্তরে ১ ফুট কয়লা দিয়ে পুরন করুন
৫. পরের স্তরে ১ ফুট লবন দিয়ে পূর্ণ করুন
৬. এভাবে সম্পূর্ণ গর্ত পূর্ণ করুন
৭. সর্বশেষ স্তরে মাটি দিয়ে পূর্ণ করুন
৮. কাজ শেষে যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ কর এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৩.৫.১

জবের নাম: গর্তে আর্থিং এলিমেন্ট স্থাপন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- এপ্রোন
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস

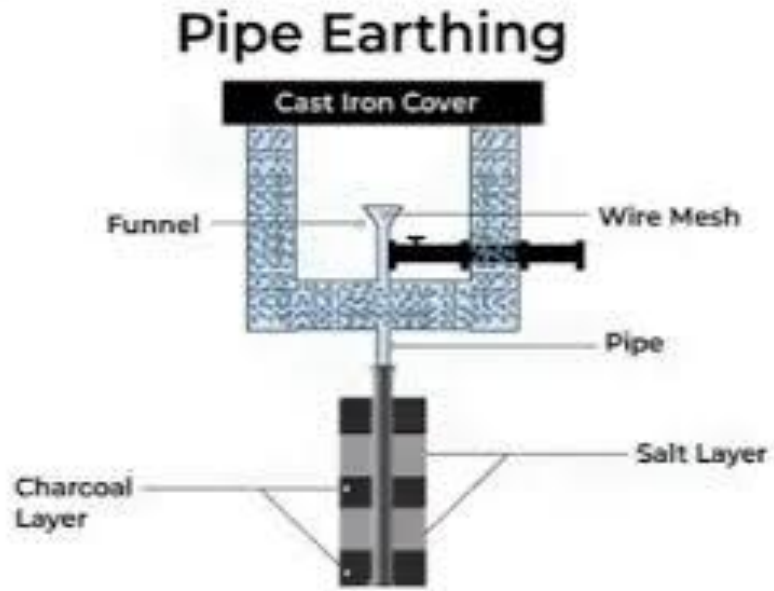
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টস:

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- কাটিং প্লায়ার্স
- জু ড্রাইভার
- কোঁদাল
- বেলচা
- শাবল
- আর্থ টেস্টার
- এ্যাভোমিটার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- জি আই পাইপ (১৯ মিমি, ৩৮ মিমি)
- প্রধান আর্থের তার (১৪ গেজ)
- আর্থ কন্টিনিউটি কন্ডাক্টর
- রিডিউসিং সকেট (১.৫"/১")
- নাট বোল্ট
- কাঠ কয়লা
- লবন।
- মাটি

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৩.৬

শিখন ফল-৬: পাইপ আর্থিং পদ্ধতির জন্য মাটির গর্তে চেম্বার সম্পন্ন করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- পাইপ আর্থিংয়ের জন্য প্রয়োজনীয় গর্তের গভীরতা ও ব্যাস নির্ধারণ।
- চেম্বার তৈরি করার সময় মাটি, বালি ও কয়লা সঠিকভাবে ব্যবহার।
- পাইপ ও তার সংযোগ স্থাপন শেষে নিরাপত্তা যাচাই।

পাইপ আর্থিংয়ের জন্য প্রয়োজনীয় গর্তের গভীরতা ও ব্যাস নির্ধারণ করাঃ

মূলনীতি ও সূত্রঃ

১. গর্তের গভীরতা (Pit Depth) \neq ইলেকট্রোড (পাইপ) ডুবিয়ে রাখার দৈর্ঘ্য + বেডিং (bedding) স্তর + টপ কভার
 - বেডিং (নীচে) \neq 0.10 m (১০০ মিমি)
 - টপ কভার (উপরে) \neq 0.10–0.15 m (১০০–১৫০ মিমি)
 - তাই: **Pit Depth \neq Pipe Length + 0.20–0.25 m**
২. গর্তের ব্যাস (Pit Diameter) = পাইপের বাহ্যিক ব্যাস (OD) + দুই পাশে পরিসর (clearance)
 - প্রত্যেক পাশে clearance সাধারণত **0.075–0.15 m (৭৫–১৫০ মিমি)** নেওয়া হয় (যত বেশি backfill করতে হবে তত বেশি)।
 - তাই: **Pit Dia \neq Pipe OD + 2 \times Clearance**
৩. স্ট্যান্ডার্ড/অপারেশনাল নির্দেশ
 - সাধারণত পাইপের দৈর্ঘ্য **২.৪ m (৪ ft)** অথবা **৩.০ m** ব্যবহার করা হয়; উচ্চ resistivity মাটিতে আরও ইলেকট্রোড/ডিপথ প্রয়োজন হতে পারে।
 - পাইপের হয়ে থাকলে OD সাধারণত **25–50 mm**; স্থায়িত্বের জন্য **40–50 mm** প্রেফার করা হয়।
 - যদি একাধিক পাইপ বসানো হয়, প্রতিটির মধ্যে **spacing** সাধারণত $\geq 2 \times$ (পাইপ দৈর্ঘ্য) বা কমপক্ষে **লিনিয়ার লেংথ** রাখা উত্তম (সাধারণে 3m বা তার বেশি)।

প্রস্তাবিত মান (প্র্যাকটিক্যাল উদাহরণ)

পাইপ দৈর্ঘ্য (m)	হিসাব অনুযায়ী গর্ত গভীরতা (m)	প্রস্তাবিত গোল চূড়ান্ত গভীরতা (m)	পাইপ OD (mm)	প্রত্যেক পাশে clearance (mm)	গর্ত ব্যাস (m) (\approx)
2.40	$2.40 + 0.20 = 2.60$	2.6 m	50	150	$0.05 + 0.30 = 0.35 \text{ m} \rightarrow$ round 0.4 m
3.00	$3.00 + 0.20 = 3.20$	3.2 m	50	150	$0.05 + 0.30 = 0.35 \text{ m} \rightarrow$ round 0.4 m
3.00	$3.00 + 0.25 = 3.25$	3.25 m	40	100	$0.04 + 0.20 = 0.24 \text{ m} \rightarrow$

পাইপ দৈর্ঘ্য (m)	হিসাব অনুযায়ী গর্ত গভীরতা (m)	প্রস্তাবিত গোল চূড়ান্ত গভীরতা (m)	পাইপ OD (mm)	প্রত্যেক পাশে clearance (mm)	গর্ত ব্যাস (m) (≈)
		(if extra cover)			round 0.3 m

নোট: উপরের ব্যাসগুলো বাস্তবে গোল গর্ত খুঁড়লে **0.35–0.45 m** (35–45 সেমি) নিয়মিত ব্যবহার করা হয় — তাই টুর্নআপে সাধারণত **0.4 m (40 সেমি)** ব্যাস নেয়া সুবিধাজনক।

কিভাবে নির্ধারণ করবে (স্টেপ-বাই-স্টেপ)

1. **ডিজাইন ধরে নেওয়া** — তুমি কোন দৈর্ঘ্যের পাইপ বসাবে (২.৪m না ৩.০m)।
2. **গর্ত গভীরতা নির্ধারণ** — Pipe Length + 0.20 m (অন্তত) । (উদাহরণ: 3.0 m pipe → 3.2 m pit)।
3. **পাইপ OD জানো** — উদাহরণ 50 mm হলে OD = 0.05 m ।
4. **Clearance নির্ধারণ** — সাধারণত 100–150 mm প্রত্যেক পাশে নাও।
5. **Pit Diameter = OD + 2×Clearance** → রাউন্ড করে 0.3 বা 0.4 m নিও।
6. **Backfill ও bedding:** তলা পাতলা বালুর স্তর (0.1 m) + **conductive backfill** (bentonite বা charcoal+salt) চারপাশে ঢেলে ভরে দাও।
9. **Top cover:** 0.1–0.15 m মাটিতে ঢেকে আড়ক - যাতে পৃষ্ঠ থেকে রড না দেখা যায় এবং পায়চারি নিরাপদ থাকে।

চেষ্টার তৈরি করার সময় মাটি, বালি ও কয়লা সঠিকভাবে ব্যবহার করাঃ

প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও উপকরণ:

1. কোদাল, বেলচা ও বুড়ি (খনন ও ভরার জন্য)



2. মাটি (নরম ও আর্দ্র)



3. বালি (পরিষ্কার ও শুকনো)



4. কয়লা (ভাঙা বা গুঁড়ো অবস্থায়)



৫. লবণ (conductivity বৃদ্ধির

জন্য)



৬. পানি ছিটানোর পাত্র



৭. হেলমেট, গ্লাভস ও সেফটি বুট



কাজ সমূহ:

১. পিটের ফর্মা তৈরি করুন
২. পিটের ফর্মা আর্থিং এর গর্তের উপরে বসান
৩. ইটের চিপস, সিমেন্ট, বালু এবং পানির মিশ্রণে কনক্রিট তৈরি করুন
৪. চেম্বারটি ইটের চিপস, সিমেন্ট, বালু এবং পানির মিশ্রণ দিয়ে পূর্ণ করুন
৫. অথবা পূর্বের তৈরি করা পিট চেম্বার বসাতে পারেন
৬. পিট চেম্বারের উপরে জিআই এর তৈরি পিট কভার সেট করুন
৭. পিট চেম্বারের বাইরে ফাকা অংশ থাকলে বালু বা মাটি দিয়ে পূর্ণ করুন



পাইপ ও তার সংযোগ স্থাপন শেষে নিরাপত্তা যাচাই করাঃ

১. সংযোগের সব জয়েন্ট শক্তভাবে লাগানো হয়েছে কি না যাচাই করা।
২. পাইপ ও তারের মধ্যে ঢিলা সংযোগ আছে কি না পরীক্ষা করা।
৩. আর্থিং তার ঠিকভাবে পাইপের সাথে ক্ল্যাম্প দ্বারা সংযুক্ত হয়েছে কি না দেখা।
৪. মিটার দিয়ে সংযোগের ধারাবাহিকতা (continuity) পরীক্ষা করা।
৫. কাজের সময় সেফটি গ্লাভস, বুট ও প্রয়োজনীয় নিরাপত্তা সরঞ্জাম ব্যবহার করা হয়েছে কি না নিশ্চিত হওয়া।
৬. কাজ শেষে সংযোগস্থল পরিষ্কার ও সুরক্ষিত রাখা।

সেলফ চেক (Self Check) – ৩.৬

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. চেম্বার তৈরি করার উদ্দেশ্য কি?
২. চেম্বার তৈরি করার জন্য ইটের টুকরা, বালি, সিমেন্ট এবং পানি ব্যবহার করা হয় কেন?
৩. চেম্বার বা পিটের উপর পিট কভার দেওয়া হয় কেন?
৪. আর্থিং রেজিস্ট্যান্স বেড়ে গেলে করণীয় কি?
৫. পাইপ ও তার সংযোগ স্থাপন শেষে নিরাপত্তা যাচাইয়ের পদক্ষেপগুলো কি?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.৬

১. চেম্বার তৈরি করার উদ্দেশ্য কি?

উত্তরঃ আর্থিং মেইনটেনেন্স এবং রেজিস্ট্যান্স কমানোর জন্য প্রয়োজনীয় পদক্ষেপ গ্রহণ করার সুবিধার জন্য।

২. চেম্বার তৈরি করার জন্য ইটের টুকরা, বালি, সিমেন্ট এবং পানি ব্যবহার করা হয় কেন?

উত্তরঃ চেম্বার দীর্ঘস্থায়ী করার জন্য।

৩. চেম্বার বা পিটের উপর পিট কভার দেওয়া হয় কেন?

উত্তরঃ পিটের ভিতর পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন এবং বাইরের ময়রা আবর্জনা থেকে মুক্ত রাখার জন্য।

৪. আর্থিং রেজিস্ট্যান্স বেড়ে গেলে করণীয় কি?

উত্তরঃ পিটের মধ্যে পানি দিলে রেজিস্ট্যান্সের মান কিছুটা কমে।

৫. পাইপ ও তার সংযোগ স্থাপন শেষে নিরাপত্তা যাচাইয়ের পদক্ষেপগুলো কি?

উত্তরঃ নিরাপত্তা যাচাইয়ের পদক্ষেপগুলো হলো-

১. সংযোগের সব জয়েন্ট শক্তভাবে লাগানো হয়েছে কি না যাচাই করা।
২. পাইপ ও তারের মধ্যে ঢিলা সংযোগ আছে কি না পরীক্ষা করা।
৩. আর্থিং তার ঠিকভাবে পাইপের সাথে ক্ল্যাম্প দ্বারা সংযুক্ত হয়েছে কি না দেখা।
৪. মিটার দিয়ে সংযোগের ধারাবাহিকতা (continuity) পরীক্ষা করা।
৫. কাজের সময় সেফটি গ্লাভস, বুট ও প্রয়োজনীয় নিরাপত্তা সরঞ্জাম ব্যবহার করা হয়েছে কি না নিশ্চিত হওয়া।
৬. কাজ শেষে সংযোগস্থল পরিষ্কার ও সুরক্ষিত রাখা।

জব শীট (Job Sheet) – ৩.৬.১

জবের নাম: পাইপ ইলেকট্রোড আর্থিং এর জন্য পিট বা চেম্বার তৈরি করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন।
২. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন।
৩. পিটের ফর্মা তৈরি করুন
৪. পিটের ফর্মা আর্থিং এর গর্তের উপরে বসান
৫. ইটের চিপস, সিমেন্ট, বালু এবং পানির মিশ্রণে কনক্রিট তৈরি করুন
৬. চেম্বারটি ইটের চিপস, সিমেন্ট, বালু এবং পানির মিশ্রণ দিয়ে পূর্ণ করুন
৭. অথবা পূর্বের তৈরি করা পিট চেম্বার বসাতে পারেন
৮. পিট চেম্বারের উপরে জিআই এর তৈরি পিট কভার সেট করুন
৯. পিট চেম্বারের বাইরে ফাকা অংশ থাকলে বালু বা মাটি দিয়ে পূর্ণ করুন
১০. কাজ শেষে যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ কর এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৩.৬.১

জবের নাম: পাইপ ইলেকট্রোড আর্থিং এর জন্য পিট বা চেম্বার তৈরি করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- এপ্রোন
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস

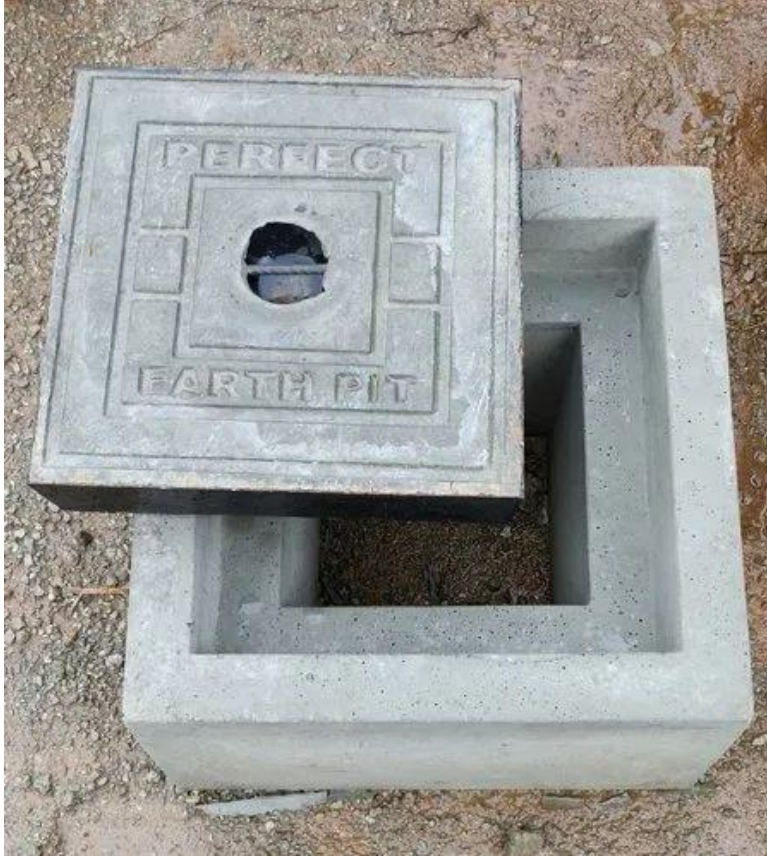
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টস:

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- কাটিং প্লায়ার্স
- ড্রু ড্রাইভার
- কোঁদাল
- বেলচা
- শাবল
- আর্থ টেষ্টার
- এ্যাভোমিটার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- জি আই পাইপ (১৯ মিমি, ৩৮ মিমি)
- প্রধান আর্থের তার (১৪ গেজ)
- আর্থ কন্টিনিউটি কন্ডাক্টর
- রিডিউসিং সকেট (১.৫"/১")
- নাট বোল্ট
- কাঠ কয়লা
- লবন।

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৩.৭

শিখন ফল-৭: বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা স্থাপন করতে পারবে

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- নির্দিষ্ট স্থানে বজ্রপাত রড স্থাপন করা
- মাটির নিচের পরিবাহক চিত্র অনুযায়ী সংযুক্ত করা
- সিস্টেম স্থাপনের পর বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার (LPS) কার্যকারিতা মান অনুযায়ী পরীক্ষা করা

নির্দিষ্ট স্থানে বজ্রপাত রড স্থাপন করাঃ

ভবনের উচ্চতা অনুযায়ী বজ্রপাত বা লাইটনিং রড ও তার সঠিক অবস্থান নির্ধারণ করা



প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও উপকরণ:

১. লাইটনিং রড (Copper /

Aluminum)

২. ক্ল্যাম্প ও কানেক্টর



৩. আর্থিং তার / কন্ডাক্টর



৪. মাপের ফিতা বা লেজার মেজার



৫. সেফটি হেলমেট, বেল্ট, গ্লাভস



৬. লেভেল ও স্কেল



কাজের ধাপসমূহ:

১. ভবনের উচ্চতা পরিমাপ:

- ভবনের মোট উচ্চতা (মাটি থেকে ছাদ পর্যন্ত) সঠিকভাবে মাপা।

২. লাইটনিং রড উচ্চতা নির্ধারণ:

- লাইটনিং রড সাধারণত ছাদের চেয়ে 60–90 সেমি উঁচু বসানো হয়।
- উদাহরণ: যদি ভবনের উচ্চতা 10 মি হয় → লাইটনিং রডের শীর্ষ \neq 10.6–10.9 মি।

৩. রডের অবস্থান নির্ধারণ:

- ভবনের সবচেয়ে উঁচু অংশের উপরে বসাতে হবে।
- একাধিক রড হলে → ভবনের কোণ বা কেন্দ্রীয় উচ্চ স্থানে সমানভাবে বসানো।
- ছাদে রড বসানোর জন্য সেফটি বেস/ব্র্যাকেট ব্যবহার।

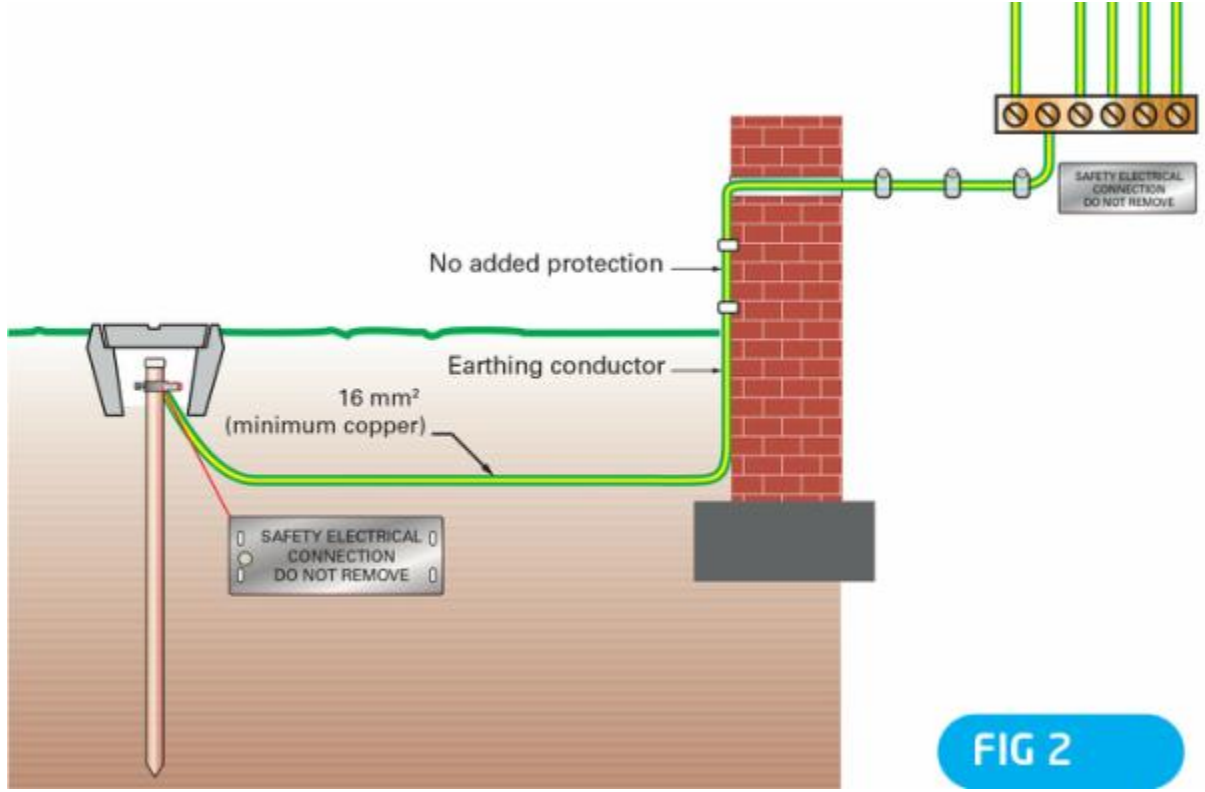
৪. আর্থিং সংযোগ:

- লাইটনিং রডের শীর্ষ থেকে কন্ডাক্টর (আর্থিং তার) দিয়ে মাটির আর্থিং চেম্বারে সংযুক্ত করা।
- সংযোগে ক্ল্যাম্প শক্তভাবে লাগানো হবে।

৫. নিরাপত্তা যাচাই:

- রড ও তার সংযোগ পরীক্ষা করা।
- সঠিকভাবে আর্থিং চেম্বারে সংযোগ হয়েছে কি না নিশ্চিত করা।
- PPE ব্যবহার করে কাজ সম্পন্ন করা।

মাটির নিচের পরিবাহক চিত্র অনুযায়ী সংযুক্ত করাঃ



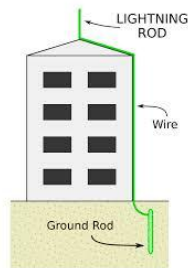
সিস্টেম স্থাপনের পর বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থার (LPS) কার্যকারিতা মান অনুযায়ী পরীক্ষা করাঃ

প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও উপকরণ:

১. মাল্টিমিটার / মেগার



২. লাইটনিং রড / আর্থিং রড / পাইপ সংযুক্ত সিস্টেম



৩. আর্থিং চেম্বার



৪. PPE (হেলমেট, গ্লাভস, বুট)

৫. নোটবুক ও পেন্সিল (পরিমাপ নোট করার জন্য)

কাজের ধাপসমূহ:

১. প্রাথমিক পরীক্ষা:

- সব সংযোগ, ক্ল্যাম্প ও তার ঠিকভাবে লাগানো হয়েছে কিনা যাচাই করো।
- দৃঢ়তা ও স্থায়িত্ব পরীক্ষা করো।

২. Continuity পরীক্ষা:

- মাল্টিমিটার ব্যবহার করে রড/পাইপ থেকে আর্থিং চেম্বার পর্যন্ত continuity পরীক্ষা করো।
- কোনো সংযোগে high resistance বা লুজ থাকলে ঠিক করো।

৩. Resistance পরিমাপ:

- মেগার ব্যবহার করে সিস্টেমের আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করো।
- সাধারণ মান: 1–10 Ω (মাটি ও সিস্টেমের ধরণ অনুযায়ী পরিবর্তিত হতে পারে)।

৪. লাইটনিং সিস্টেম পরীক্ষা:

- যদি লাইটনিং রড থাকে → ensure রড থেকে আর্থিং চেম্বারে সঠিকভাবে current path আছে।

৫. নিরাপত্তা যাচাই:

- সমস্ত পরীক্ষা PPE ব্যবহার করে করো।
- কাজ শেষে সংযোগগুলো সুরক্ষিত এবং ঝুঁকিমুক্ত আছে কিনা দেখো।

সেলফ চেক (Self Check) – ৩.৭

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. লাইটনিং রড ভবনের কোথায় বসানো হয়?
২. লাইটনিং এরেষ্টার কেন ব্যবহার করা হয়?
৩. লাইটনিং রড কোন ধাতুর তৈরি?
৪. লাইটনিং রড থেকে আর্থিং পর্যন্ত সংযোগের জন্য কি তার ব্যবহার করা হয়?
৫. আর্থিং রেজিস্ট্যান্স টেস্ট করার জন্য কোন মিটার ব্যবহার করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) –৩.৭

১. লাইটনিং রড ভবনের কোথায় বসানো হয়?

উত্তরঃ লাইটনিং রড সাধারণত ছাদের চেয়ে 60–90 সেমি উঁচু বসানো হয়।

২. লাইটনিং এরেষ্টার কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ বর্জপাতের হাত থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য লাইটনিং এরেষ্টার ব্যবহার করা হয়।

৩. লাইটনিং রড কোন ধাতুর তৈরি?

উত্তরঃ লাইটনিং রড সাধারণত তামার তৈরি।

৪. লাইটনিং রড থেকে আর্থিং পর্যন্ত সংযোগের জন্য কি তার ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ মোটা তামার তার।

৫. আর্থিং রেজিস্ট্যান্স টেস্ট করার জন্য কোন মিটার ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ আর্থ টেস্টিং মেগার।

জব শিট (Job Sheet) – ৩.৭.১

কাজের নাম: বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা স্থাপন।

কাজের ধাপসমূহ:

১. ভবনের উচ্চতা পরিমাপ করা।
২. লাইটনিং রড সঠিক উচ্চতা ও অবস্থানে স্থাপন করা।
৩. কন্ডাক্টর দিয়ে আর্থিং চেম্বারের সাথে সংযোগ করা।
৪. সংযোগ পরীক্ষা ও continuity পরিমাপ করা।
৫. PPE ব্যবহার করে কাজ সম্পন্ন করা।
৬. কাজ শেষে এলাকা পরিষ্কার ও নিরাপদ রাখা।

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষন করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৩.৭.১

জবের নাম: বজ্রপাত সুরক্ষা ব্যবস্থা স্থাপন।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- এপ্রোন
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টস:

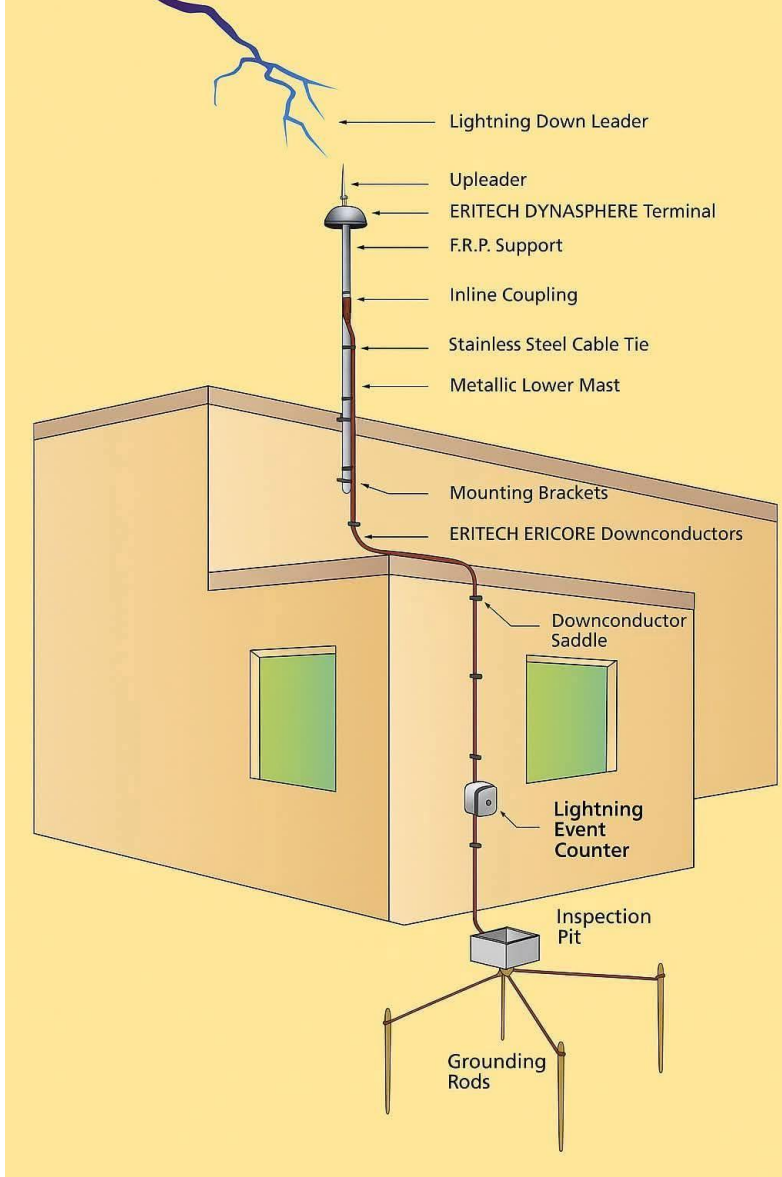
- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- কাটিং প্লায়ার্স
- জু ড্রাইভার
- কোঁদাল
- বেলচা
- শাবল
- আর্থ টেস্টার
- এ্যাভোমিটার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- জি আই পাইপ (১৯ মিমি, ৩৮ মিমি)
- প্রধান আর্থের তার (১৪ গেজ)
- আর্থ কন্টিনিউটি কন্ডাক্টর

- রিডিউসিং সকেট (১.৫"/১")
- নাট বোল্ট
- কাঠ কয়লা
- লবন।

ড্রয়িং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৩.৮

শিখন ফল-৮: কর্মস্থল পরিষ্কার ও রক্ষণাবেক্ষণ করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু:

- ✓ বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম/যন্ত্র পরিষ্কার ও পরীক্ষা করা
- ✓ কর্মস্থল পরিষ্কার করা এবং বর্জ্য পদার্থ কর্মস্থলের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী নিষ্পত্তি করা

বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম/যন্ত্র পরিষ্কার ও পরীক্ষা করাঃ

আর্থিং এবং বায়ুমণ্ডলীয় বজ্রপাত প্রতিরোধ ব্যবস্থা স্থাপনের সময় ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি নিয়মিতভাবে পরিষ্কার করা এবং সেগুলোর কার্যক্ষমতা পরীক্ষা করা একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কাজ। কাজের পর বা নির্দিষ্ট সময় পরপর এই কাজটি সম্পাদন করা উচিত যাতে যন্ত্রপাতির আয়ু বৃদ্ধি পায় এবং নিরাপদভাবে কাজ করা যায়। এটি একটি নিরাপদ, কার্যকর এবং সুশৃঙ্খল কর্মপরিবেশ নিশ্চিত করার অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ ধাপ।

১. পরিষ্কার করার উদ্দেশ্য:

বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম যেমন – মাল্টিমিটার, মেগার, স্ক্রু ড্রাইভার, প্লায়ার, ইনসুলেটেড রেঞ্চ, তার কাটার ইত্যাদি ব্যবহারের সময় ধুলা, তেল, মরিচা, বা আর্দ্রতা জমে যেতে পারে। এগুলো পরিষ্কার করলে সরঞ্জামের বাহ্যিক অংশ সুরক্ষিত থাকে এবং বৈদ্যুতিক সংযোগে কোনো ত্রুটি হওয়ার সম্ভাবনা কমে যায়।

২. পরিষ্কার করার পদ্ধতি:

- নরম শুকনো কাপড় বা ব্রাশ দিয়ে ধুলা ও ময়লা পরিষ্কার করতে হয়।
- প্রয়োজনে হালকা ভেজা কাপড় ব্যবহার করা যেতে পারে, তবে কখনও ভেতরে পানি প্রবেশ করতে দেওয়া উচিত নয়।
- ধাতব অংশে হালকা তেল লাগানো যেতে পারে যাতে মরিচা না ধরে।
- ইনসুলেটেড অংশে ফাটল বা ক্ষয় থাকলে তা শনাক্ত করে প্রতিস্থাপন করতে হয়।

৩. কার্যক্ষমতা (Operability) পরীক্ষা:

পরিষ্কার করার পর যন্ত্রটি সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়। যেমন:

- মাল্টিমিটারে ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স মাপা যায় কি না তা যাচাই করা।
 - মেগার দিয়ে ইনসুলেশন টেস্ট সঠিকভাবে হচ্ছে কি না তা দেখা।
 - স্ক্রু ড্রাইভার বা প্লায়ারের গ্রিপ ও ইনসুলেশন ঠিক আছে কি না তা দেখা।
- এই পরীক্ষার মাধ্যমে নিশ্চিত হওয়া যায় যে, যন্ত্রটি নিরাপদভাবে ব্যবহারের উপযোগী আছে।

৪. গুরুত্ব:

- ত্রুটিপূর্ণ বা ময়লা জমা যন্ত্র দুর্ঘটনার কারণ হতে পারে।
- নিয়মিত পরিষ্কার ও পরীক্ষা করলে যন্ত্রের আয়ু বাড়ে।
- কাজের মান ও নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়।
- এটি কর্মক্ষেত্রে শৃঙ্খলা ও পেশাদারিত্ব বজায় রাখে।

পরিষ্কার, পরীক্ষা ও রক্ষণাবেক্ষণ করার মাধ্যমে সরঞ্জামের আয়ু বৃদ্ধি করা

- ব্যবহৃত সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি নিয়মিত পরিষ্কার ও পরীক্ষা করা।

- যন্ত্রাংশে ত্রুটি বা ক্ষতি থাকলে তা ঠিক করা বা রিপেয়ার করা।
- সরঞ্জাম সঠিকভাবে সংরক্ষণ করে ক্ষতি ও দুর্বলতা প্রতিরোধ করা।
- নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণের মাধ্যমে সরঞ্জামের কার্যক্ষমতা বজায় রাখা।
- দীর্ঘমেয়াদি ব্যবহার নিশ্চিত করে অর্থ ও সময়ের সাশ্রয় করা।

কর্মস্থল পরিষ্কার করা এবং বর্জ্য পদার্থ কর্মস্থলের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী নিষ্পত্তি করাঃ

আর্থিং এবং বায়ুমণ্ডলীয় বজ্রপাত প্রতিরোধ ব্যবস্থা স্থাপনের সময় কর্মক্ষেত্রে বিভিন্ন প্রকার তার, পাইপ, মাটি, প্যাকেজিং সামগ্রী, কাঠকয়লা, লবণ, ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। কাজ শেষে বা নির্দিষ্ট সময় পরপর কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার রাখা এবং বর্জ্য উপকরণ সঠিকভাবে নিষ্পত্তি করা কর্মস্থলের নিরাপত্তা, শৃঙ্খলা ও পরিবেশ রক্ষার জন্য অত্যন্ত জরুরি।

১. কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার করার উদ্দেশ্য:

- কাজ শেষে স্থানটি ঝুঁকিমুক্ত রাখা।
- পরবর্তী কাজের জন্য পরিবেশ উপযোগী করা।
- দুর্ঘটনা বা পা পিছলে পড়া রোধ করা।
- ধূলা ও বর্জ্য থেকে যন্ত্রপাতিকে সুরক্ষিত রাখা।

২. পরিষ্কার করার প্রক্রিয়া:

- মাটির কাজের পর অবশিষ্ট মাটি, কাঠকয়লা, লবণ বা তারের টুকরা পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে রাখা।
- কাজের সময় ছড়িয়ে থাকা সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি সঠিক স্থানে ফিরিয়ে রাখা।
- কাজের স্থান ঝাড়ু বা ব্রাশ দিয়ে পরিষ্কার করা।
- মাটির নিচে খনন কাজ হয়ে থাকলে তা সমতল করে বন্ধ করা।

৩. বর্জ্য পদার্থের নিষ্পত্তি (Disposal of Waste Materials):

কর্মক্ষেত্রের নির্দেশনা বা **workplace requirements** অনুযায়ী বর্জ্য আলাদা করে সংগ্রহ ও নিষ্পত্তি করতে হয়। যেমন:

- অব্যবহৃত তার, লোহা, বা ধাতব অংশ স্ক্যাপ হিসেবে সংগ্রহ করে রিসাইকেলিংয়ের জন্য জমা দেওয়া।
- অবশিষ্ট মাটি, কাঠকয়লা, লবণ প্রাকৃতিক পরিবেশে ক্ষতি না করে নির্দিষ্ট স্থানে ফেলা।
- প্লাস্টিক, প্যাকেজিং সামগ্রী বা ইনসুলেটর টুকরা বর্জ্য সংগ্রহস্থলে ফেলা।
- যদি কোনো বিপজ্জনক পদার্থ (**hazardous material**) থাকে, তবে নিরাপত্তা নির্দেশনা মেনে তা নিষ্পত্তি করতে হয়।

৪. গুরুত্ব:

- কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার ও বর্জ্য ব্যবস্থাপনা দুর্ঘটনার ঝুঁকি কমায়।
- পরিবেশ দূষণ রোধ করে এবং কর্মীদের জন্য নিরাপদ পরিবেশ নিশ্চিত করে।
- এটি কাজের মান, শৃঙ্খলা ও পেশাদারিত্ব প্রদর্শনের অন্যতম দিক।
- কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার থাকলে সরঞ্জাম খুঁজে পাওয়া সহজ হয় এবং কাজের গতি বৃদ্ধি পায়।

কাজ শেষে কর্মস্থল ও সরঞ্জাম পরিষ্কার করা

- খননকৃত এলাকা থেকে মাটি, পাথর ও অন্যান্য বর্জ্য সরিয়ে ফেলা।
- ব্যবহৃত সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করে সঠিক স্থানে সংরক্ষণ করা।
- নিরাপদ ও পরিচ্ছন্ন কাজের পরিবেশ নিশ্চিত করা।
- যে কোনো ঝুঁকি বা দুর্ঘটনা প্রতিরোধে কর্মস্থল/এলাকা নিরাপদ রাখা।

অব্যবহৃত উপকরণ সঠিকভাবে সংরক্ষণ করা

- খনন ও স্থাপন শেষে অব্যবহৃত আর্সিং উপাদান ও অন্যান্য উপকরণ আলাদা করে রাখা।
- উপকরণগুলো শুকনো, নিরাপদ ও পরিচ্ছন্ন স্থানে সংরক্ষণ করা।
- ব্যবহারযোগ্য ও ক্ষতিগ্রস্ত উপকরণ আলাদা করে চিহ্নিত করা।
- উপকরণ সংরক্ষণে নিয়মিত তদারকি ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করা।

সেলফ চেক (Self Check) – ৩.৮

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. কাজ শেষে সরঞ্জাম ও কাজের এলাকা কেন পরিষ্কার করা জরুরি?
২. অব্যবহৃত উপকরণ কীভাবে নিরাপদভাবে সংরক্ষণ করা হয়?
৩. রক্ষণাবেক্ষণের মাধ্যমে সরঞ্জামের আয়ু কীভাবে বৃদ্ধি করা যায়?
৪. কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার রাখা কেন প্রয়োজন?
৫. বর্জ্য পদার্থ (waste materials) নিষ্পত্তি বলতে কী বোঝায়?
৬. কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার করার সময় কোন কোন কাজ করা উচিত?
৭. বর্জ্য পদার্থ নিষ্পত্তির সময় কী কী সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত?
৮. কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার ও বর্জ্য ব্যবস্থাপনা না করলে কী কী সমস্যা হতে পারে?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৩.৮

১. কাজ শেষে সরঞ্জাম ও কাজের এলাকা কেন পরিষ্কার করা জরুরি?

উত্তর:

- পরবর্তী কাজের জন্য নিরাপদ ও প্রস্তুত পরিবেশ নিশ্চিত করতে।
- দুর্ঘটনা ও ক্ষতি এড়াতে।
- ধুলো, ময়লা ও বর্জ্য সরানোর মাধ্যমে সরঞ্জামের কার্যকারিতা বজায় রাখা।

২। অব্যবহৃত উপকরণ কীভাবে নিরাপদভাবে সংরক্ষণ করা হয়?

উত্তর:

- শুকনো ও নিরাপদ স্থানে আলাদা আলাদা করে রাখা।
- র‍্যাক বা টুলবক্সে সঠিকভাবে সাজানো।
- ভারী বা ধারালো উপকরণ আলাদা রাখা।

৩। রক্ষণাবেক্ষণের মাধ্যমে সরঞ্জামের আয়ু কীভাবে বৃদ্ধি করা যায়?

উত্তর:

- ধুলো, ময়লা ও তেল-ময়লা নিয়মিত পরিষ্কার করা।
- চলমান অংশে লুব্রিক্যান্ট প্রয়োগ করা।
- ক্ষতিগ্রস্ত বা ভাঙা অংশ মেরামত করা বা প্রতিস্থাপন করা।
- নিরাপদভাবে সংরক্ষণ করা।

৪। কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার রাখা কেন প্রয়োজন?

উত্তর:

কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার রাখলে দুর্ঘটনা এড়ানো যায়, কাজের গতি ও মান বাড়ে, যন্ত্রপাতি সুরক্ষিত থাকে এবং একটি নিরাপদ ও স্বাস্থ্যসম্মত পরিবেশ বজায় থাকে।

৫। বর্জ্য পদার্থ (waste materials) নিষ্পত্তি বলতে কী বোঝায়?

উত্তর:

বর্জ্য পদার্থ নিষ্পত্তি বলতে কাজের পর অব্যবহৃত বা ক্ষতিগ্রস্ত উপকরণ যেমন তার, মাটি, কাঠকয়লা, প্যাকেজিং সামগ্রী ইত্যাদি কর্মক্ষেত্রের নিয়ম অনুযায়ী নির্দিষ্ট স্থানে ফেলা বা পুনঃব্যবহারযোগ্য উপকরণ আলাদা করে রাখা বোঝায়।

৬। কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার করার সময় কোন কোন কাজ করা উচিত?

উত্তর:

- ময়লা, ধুলা, মাটি, কাঠকয়লা ও লবণ সরানো।
- ব্যবহৃত সরঞ্জাম সঠিক স্থানে ফিরিয়ে রাখা।
- বাডু বা ব্রাশ দিয়ে স্থান পরিষ্কার করা।
- খননকৃত জায়গা সমান করে বন্ধ করা।

৭। বর্জ্য পদার্থ নিষ্পত্তির সময় কী কী সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত?

উত্তর:

- বিপজ্জনক পদার্থ আলাদা করে নিরাপদভাবে ফেলা।
- পুনঃব্যবহারযোগ্য জিনিস (যেমন খাতব টুকরা) রিসাইকেলিংয়ের জন্য আলাদা রাখা।
- পরিবেশের ক্ষতি না হয় সে বিষয়ে সতর্ক থাকা।

৮। কর্মক্ষেত্র পরিষ্কার ও বর্জ্য ব্যবস্থাপনা না করলে কী কী সমস্যা হতে পারে?

উত্তর:

- দুর্ঘটনা বা পা পিছলে পড়ার ঝুঁকি বাড়ে।
- কর্মক্ষেত্র অগোছালো হয়ে কাজের মান কমে যায়।
- পরিবেশ দূষণ ও যন্ত্রপাতির ক্ষতি হতে পারে।

টাস্ক শিট (Task Sheet) – ৩.৮.১

Task Title: কর্মস্থল পরিষ্কার করা এবং বর্জ্য পদার্থ কর্মস্থলের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী নিষ্পত্তি করা।	
নির্দেশনাবলী (Instructions):	
নিম্নের নির্দেশনাগুলো মনোযোগ সহকারে পড়ুন ও বুঝুন:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ এই পরীক্ষাটি/ডেমোনস্ট্রেশনটি Electrical Installation and Maintenance-এর একটি ইউনিটের একটি লার্নিং আউটকাম-এর পারফরম্যান্স ক্রাইটেরিয়ার ভিত্তিতে তৈরি। ▪ এই মূল্যায়ন কার্যক্রমটি আপনার মৌলিক Δv/দক্ষতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হবে। ▪ রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হওয়ার জন্য আপনাকে দশ (১০) মিনিট সময় দেওয়া হবে। ▪ এই পরীক্ষা সম্পন্ন করার জন্য আপনাকে ৩০ মিনিট সময় দেওয়া হবে। 	
প্রক্রিয়া (Procedure):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ কাজের ধরণ অনুযায়ী প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার ও পর্যবেক্ষণ করুন। ▪ সরবরাহকৃত স্পেসিফিকেশন তথ্য পড়ুন। ▪ কাজটি সম্পন্ন করতে প্রয়োজনীয় সকল উপকরণ সংগ্রহ করুন। ▪ নির্ধারিত সময়ের মধ্যে কাজটি সম্পন্ন করুন। ▪ সর্বদা স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) সংক্রান্ত নির্দেশনা মেনে চলুন। 	
কাজের স্পেসিফিকেশন তথ্য (Job Specification Information):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ প্রয়োজনীয় সরবরাহ, উপকরণ, ও সরঞ্জাম সংগ্রহ করুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র খুব ভালোভাবে পড়ুন ও বুঝুন। ▪ প্রদত্ত প্রশ্নপত্র অনুযায়ী আপনার উত্তর নিম্নের দ্বিতীয় খালি ঘরে লিখুন। 	
প্রশ্নপত্রঃ	
<p>১। ‘কর্মস্থল পরিষ্কার করা এবং বর্জ্য পদার্থ কর্মস্থলের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী নিষ্পত্তি করা’-এর উদ্দেশ্য, প্রক্রিয়া, বর্জ্য পদার্থের নিষ্পত্তি, গুরুত্ব এবং অব্যবহৃত উপকরণ সঠিকভাবে সংরক্ষণ করার বিবরণ দিন।</p>	
Resources Required:	
Tools:	Task sheet
Equipment:	N/A
Machinery:	N/A
Materials:	Pen, paper
PPE:	Mask, Apron

মডিউল-৪

মডিউলঃ মোটর সংযোগ সম্পাদন করা
SICIP-LE-EIM-04-O

ফিলিস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৪

মডিউল শিরোনাম: মোটর সংযোগ সম্পাদন করা

ইউনিট কোড: SICIP-LE-EIM-০৪-৬

নোমিনাল আওয়ারঃ ৮০ ঘন্টা।

মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলে মোটর সংযোগ সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে কন্ট্রোলিং ও প্রটেকটিভ ডিভাইসসমূহ শনাক্ত করা ও নির্বাচন করা, সরঞ্জাম/টুলস, যন্ত্রপাতি ও উপকরণ সংগ্রহ করা, কন্ট্রোলিং ও প্রটেকটিভ ডিভাইসসমূহ ইনস্টল করা, মোটর সংযোগ সম্পাদন করা, সার্কিট পরীক্ষা ও টেস্ট করা, এবং কর্মস্থল পরিষ্কার করার কাজগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফল: এই মডিউল শেষে প্রশিক্ষণার্থীরাঃ

১. কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ যন্ত্রপাতি শনাক্ত ও নির্বাচন করতে পারবে।
২. সরঞ্জাম/টুলস, যন্ত্রপাতি ও উপকরণ সংগ্রহ করতে পারবে।
৩. কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ যন্ত্রপাতিসমূহ স্থাপন করতে পারবে।
৪. মোটর সংযোগ সম্পন্ন করতে পারবে।
৫. সার্কিট পরীক্ষা ও টেস্ট করতে পারবে।
৬. কর্মস্থল পরিষ্কার করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

১. কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসের ম্যানুয়াল এবং নথি সংগ্রহ করা হয়েছে।
২. কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসের ড্রয়িং এবং প্রতীকগুলি সুসজ্জিত করা হয়েছে।
৩. কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসের প্রকারগুলি তালিকাভুক্ত করা হয়েছে।
৪. টুলস/সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণ শনাক্ত এবং সংগ্রহ করা হয়েছে।
৫. টুলস/সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণ-এর ব্যবহারযোগ্যতা পরীক্ষা করা হয়েছে।
৬. পিপিই (PPE) সংগ্রহ এবং ব্যবহার করা হয়েছে।
৭. কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসগুলি অপারেশনের প্রয়োজন অনুসারে নির্বাচন এবং সংগ্রহ করা হয়েছে।
৮. কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসগুলি লেআউট প্লান অনুসারে ইনস্টল করা হয়েছে।
৯. কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসগুলি সেট করা এবং মোটরের সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে।
১০. ডাইরেক্ট অনলাইন স্টার্টার সংগ্রহ করা এবং এর ডায়াগ্রাম ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
১১. ডাইরেক্ট অনলাইন স্টার্টার মোটরের সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে।
১২. স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সংগ্রহ করা এবং এর চিত্র ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
১৩. স্টার-ডেল্টা স্টার্টার মোটরের সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে।
১৪. রিভার্স-ফরওয়ার্ড স্টার্টার সংগ্রহ করা এবং এর চিত্র ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
১৫. রিভার্স-ফরওয়ার্ড স্টার্টার মোটরের সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে।
১৬. প্রতিটি স্টার্টারের সমস্ত সংযোগ পরীক্ষা করা এবং যথাযথতা যাচাই করা হয়েছে।
১৭. মোটর এবং স্টার্টারের মধ্যে সংযোগ পরীক্ষা করা এবং টেস্ট করা হয়েছে।
১৮. ক্লিনিং টুলস এবং যন্ত্রপাতি নির্বাচন এবং সংগ্রহ করা হয়েছে।
১৯. ক্লিনিং টুলস এবং যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করার জন্য প্রস্তুত করা হয়েছে।
২০. বর্জ্য পদার্থ নিষ্কাশন করা হয়েছে।
২১. ক্লিনিং সম্পন্ন করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৪.১

শিক্ষণ ফল-১: কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ যন্ত্রপাতি শনাক্ত ও নির্বাচন করতে পারবে।

শিক্ষণ উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা যন্ত্রের ম্যানুয়াল ও ডকুমেন্টস
- নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা যন্ত্রের ড্রয়িং ও প্রতীকসমূহ
- নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা যন্ত্রের ধরণ তালিকাভুক্তি

নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা যন্ত্রের ম্যানুয়াল ও ডকুমেন্টসঃ

নিরাপদ ও কার্যকর ইনস্টলেশন ও রক্ষণাবেক্ষণের জন্য নিম্নলিখিত ডকুমেন্টসমূহ সংগ্রহ করা প্রয়োজনঃ

ডকুমেন্টের ধরণ:

- টেকনিক্যাল ম্যানুয়াল – যন্ত্রের কার্যপদ্ধতি, ইনস্টলেশন ও সমস্যা সমাধান নির্দেশ করে।
- ডেটাশিট – ভোল্টেজ, কারেন্ট রেটিং, পরিবেশগত সহনশীলতা ইত্যাদি তথ্য প্রদান করে।
- কমপ্লায়েন্স সার্টিফিকেট – আন্তর্জাতিক মান (IEC, NEC, BDS) পূরণ নিশ্চিত করে।
- মেইনটেন্যান্স লগ – রক্ষণাবেক্ষণের ইতিহাস ও পারফরম্যান্স সমস্যা রেকর্ড করে।

উৎস:

- প্রস্তুতকারকের ওয়েবসাইট
- সরবরাহকারীর ক্যাটালগ
- শিল্প ডেটাবেস
- সাইট আর্কাইভ

গুরুত্ব:

- সঠিক ইনস্টলেশন ও তার সংযোগ নিশ্চিত করে
- ত্রুটি নির্ণয় ও মেরামতে সহায়তা করে
- নিরাপত্তা বিধিমালায় সাথে সামঞ্জস্য বজায় রাখে

নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা যন্ত্রের ড্রয়িং ও প্রতীকসমূহঃ

প্রযুক্তিগত ড্রয়িং ও প্রতীক বোঝা এবং সঠিকভাবে সাজানো অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

সাধারণ ড্রয়িং প্রকার:

- স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম – বিদ্যুৎ প্রবাহের লজিক্যাল বিন্যাস দেখায়।
- ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম – তার সংযোগ ও টার্মিনাল পয়েন্ট নির্দেশ করে।
- সিঙ্গেল লাইন ডায়াগ্রাম – জটিল সিস্টেমের সহজ চিত্র উপস্থাপন করে।
- প্যানেল লেআউট – যন্ত্রের শারীরিক বিন্যাস দেখায়।

স্ট্যান্ডার্ড প্রতীক:

- সুইচ – SPST, DPDT ইত্যাদি
- রিলে ও কন্টাক্টর – কয়েল ও কন্টাক্ট প্রতীক
- সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজ – সুরক্ষা পয়েন্ট নির্দেশ করে
- গ্রাউন্ডিং ও আর্থিং – নিরাপত্তা প্রতীক

সাজানোর ভিত্তি:

- যন্ত্রের কার্য (নিয়ন্ত্রণ বনাম সুরক্ষা)
- ভোল্টেজ স্তর (লো, মিডিয়াম, হাই)
- প্রয়োগ ক্ষেত্র (ইন্ডাস্ট্রিয়াল, রেসিডেনশিয়াল, কমাশিয়াল)

নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা যন্ত্রের ধরণ তালিকাভুক্তিঃ

নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র:

যন্ত্রগুলো সার্কিট চালু/বন্ধ বা নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়।

যন্ত্রের নাম	কার্য	ব্যবহার ক্ষেত্র
পুশ বাটন	ম্যানুয়াল চালু/বন্ধ	মোটর কন্ট্রোল প্যানেল
সিলেক্টর সুইচ	মোড নির্বাচন	জেনারেটর কন্ট্রোল
রিলে	সিগন্যাল সুইচিং	অটোমেশন সিস্টেম
কন্টাক্টর	উচ্চ কারেন্ট সুইচিং	HVAC সিস্টেম
টাইমার	বিলম্বিত কার্য	লাইটিং কন্ট্রোল
PLC	প্রোগ্রামযোগ্য লজিক নিয়ন্ত্রণ	ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন

সুরক্ষা যন্ত্র:

যন্ত্রগুলো শর্ট সার্কিট, ওভারলোড বা ত্রুটি থেকে সিস্টেমকে রক্ষা করে।

যন্ত্রের নাম	কাজ	ব্যবহার ক্ষেত্র	যন্ত্রের নাম
সার্কিট ব্রেকার	অতিরিক্ত কারেন্ট সুরক্ষা	ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড	সার্কিট ব্রেকার
ফিউজ	শর্ট সার্কিট সুরক্ষা	কনজিউমার ইউনিট	ফিউজ
ওভারলোড রিলে	মোটর সুরক্ষা	পাম্প কন্ট্রোল সিস্টেম	ওভারলোড রিলে
ELCB/RCD	আর্থ লিকেজ সুরক্ষা	আবাসিক ইনস্টলেশন	ELCB/RCD
SPD	সার্জ ভোল্টেজ সুরক্ষা	ডেটা সেন্টার	SPD

অতিরিক্ত বিবেচ্য বিষয়:

- কো-অর্ডিনেশন: যন্ত্রগুলো একসাথে কাজ করে ত্রুটি নিরোধে সহায়তা করে।
- সিলেক্টিভিটি: নির্দিষ্ট অংশে ত্রুটি হলে শুধুমাত্র সেই অংশ বিচ্ছিন্ন হয়।
- পরিবেশগত উপযোগিতা: ধুলা ও পানির প্রতিরোধের জন্য IP রেটিং বিবেচনা করা হয়।
- রক্ষণাবেক্ষণ সুবিধা: যন্ত্রগুলো সহজে পরিদর্শন ও প্রতিস্থাপনযোগ্য হওয়া উচিত।

সেলফ চেক (Self-Check) - ৪.১

১. কোন কোন নথি সংগ্রহ করতে হয় যখন নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা যন্ত্রপাতি শনাক্ত করা হয়?
২. সার্কিট ব্রেকার, ফিউজ এবং রিলে কোন শ্রেণীতে পড়ে?
৩. পুশ বাটন, টাইমার এবং PLC কোন শ্রেণীতে পড়ে?
৪. সার্কিট ডায়াগ্রামে প্রতীক (Symbols) কেন ব্যবহার করা হয়?
৫. ফিউজের প্রধান কাজ কী?
৬. ওভারলোড রিলে কোথায় ব্যবহার করা হয়?
৭. ম্যানুয়াল এবং ডেটাশিটে সাধারণত কী ধরনের তথ্য থাকে?

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৪.১

১. কোন কোন নথি সংগ্রহ করতে হয় যখন নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা যন্ত্রপাতি শনাক্ত করা হয়?

উত্তর:

ম্যানুয়াল, ডেটাশিট, ক্যাটালগ, প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা এবং ইনস্টলেশন গাইড সংগ্রহ করতে হয়।

২. সার্কিট ব্রেকার, ফিউজ এবং রিলে কোন শ্রেণীতে পড়ে?

উত্তর:

এগুলো সুরক্ষা (Protective) যন্ত্রপাতি।

৩. পুশ বাটন, টাইমার এবং PLC কোন শ্রেণীতে পড়ে?

উত্তর:

এগুলো নিয়ন্ত্রণ (Control) যন্ত্রপাতি।

৪. সার্কিট ডায়াগ্রামে প্রতীক (Symbols) কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর:

প্রতীক ব্যবহার করা হয় সহজে বোঝার জন্য এবং যন্ত্রপাতি চিহ্নিত করার জন্য।

৫. ফিউজের প্রধান কাজ কী?

উত্তর:

অতিরিক্ত কারেন্ট হলে সার্কিটকে সুরক্ষা দেওয়া এবং সার্কিট ভেঙে দেওয়া।

৬. ওভারলোড রিলে কোথায় ব্যবহার করা হয়?

উত্তর:

মোটরকে অতিরিক্ত কারেন্ট থেকে সুরক্ষিত রাখতে ওভারলোড রিলে ব্যবহার করা হয়।

৭. ম্যানুয়াল এবং ডেটাশিটে সাধারণত কী ধরনের তথ্য থাকে?

উত্তর:

স্পেসিফিকেশন, ইনস্টলেশন নির্দেশিকা, রেটিং, নিরাপত্তা নির্দেশনা এবং ব্যবহারবিধি।

জব শিট (Job Sheet) - ৪.১.১

কাজের নাম: নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা ডিভাইস চিহ্নিত ও নির্বাচন করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. নথি সংগ্রহ করা – ম্যানুয়াল, ডেটাশিট, ক্যাটালগ
২. প্রতীক সাজান – IEC/ANSI প্রতীক চার্ট ব্যবহার করুন
৩. যন্ত্রপাতি তালিকা করা –
 - ঈড়হঃড়ম উবারপবং: চংয ঈঃড়হ, জবষধু, ংরসবং, চখঈ
 - চংডঃবপঃরাব উবারপবং: ঝঁংব, ঈরংপঁরঃ ইংবধশবং, ঙাবৎযড়ধফ জবষধু

সতর্কতা:

- ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার করা
- যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে শনাক্ত করা
- প্রতীক ও ডায়াগ্রাম যাচাই করা
- শূষ্ক ও পরিষ্কার পরিবেশে কাজ করা
- প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুসরণ করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৪.১.১

কাজের নাম: নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা ডিভাইস চিহ্নিত ও নির্বাচন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিসমূহঃ

- গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- ইনসুলেটেড জুতা
- সুরক্ষিত পোশাক পরিধান করুন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও টুলস:

- ডায়াগ্রাম ও সম্বল
- শুধুমাত্র ম্যানুয়াল
- ম্যানুয়াল
- ডেটাশীট
- ক্যাটালগ

নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা ডিভাইস চিহ্নিত ও নিবন্ধন করুন



সার্কিট ব্রেকার
সুরক্ষা



কিবড্জ
সুরক্ষা



রিলে
সুরক্ষা



পুনর্বাটন
নিয়ন্ত্রণ



টাইমার
নিয়ন্ত্রণ



PLC
নিয়ন্ত্রণ

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৪.২

শিখন ফল-২: সরঞ্জাম/টুলস, যন্ত্রপাতি ও উপকরণ সংগ্রহ করতে পারবে

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- টুলস/সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও উপকরণ সনাক্ত ও সংগ্রহ
- টুলস/সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণ-এর ব্যবহারযোগ্যতা পরীক্ষা
- পিপিই সংগ্রহ ও ব্যবহার

টুলস/সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও উপকরণ সনাক্ত ও সংগ্রহঃ

সরঞ্জাম, উপকরণ এবং সামগ্রী সম্পর্কে ধারণা

সরঞ্জাম: নির্দিষ্ট কাজ সম্পাদনের জন্য ব্যবহৃত যন্ত্র (যেমন: প্লায়ার, হাতুড়ি, স্ক্রু ড্রাইভার)।

- কাজের নির্দেশনা, নকশা, ব্লুপ্রিন্ট এবং টাস্ক স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় সকল সরঞ্জাম, উপকরণ এবং সামগ্রী শনাক্ত
- হ্যান্ড টুল, পাওয়ার টুল, মাপার সরঞ্জাম এবং বিশেষায়িত যন্ত্রের মধ্যে পার্থক্য নির্ধারণ
- সংগ্রহের আগে সঠিক ধরন, মাপ, রেটিং এবং উপাদানের স্পেসিফিকেশন নিশ্চিত করণ
- চেকলিস্ট বা ইনভেন্টরি ফর্ম ব্যবহার করে সমস্ত প্রয়োজনীয় আইটেম তালিকাভুক্ত করণ
- অনুমোদিত স্টোর রুম, টুল ক্রিব অথবা গুদাম থেকে সরঞ্জাম ও সামগ্রী সংগ্রহ
- টুল ইস্যু লগ বা সাইন-ইন/আউট পদ্ধতি অনুসরণ
- নিরাপদ হ্যান্ডলিং এবং পরিবহন পদ্ধতি ব্যবহার করুন (যেমন: ধারালো টুল নিরাপদে বহন, ভারী সামগ্রী ট্রলি ব্যবহার করে পরিবহন)।
- অনুপস্থিত বা অনুপযোগী সামগ্রীর ক্ষেত্রে সুপারভাইজারকে অবহিত করণ

উপকরণ: বড় বা বৈদ্যুতিক চালিত যন্ত্র (যেমন: ড্রিল মেশিন, ওয়েল্ডিং মেশিন, কম্প্রসর)

- ম্যানুয়াল এবং কর্মস্থলের এসওপি অনুসারে ভিজুয়াল এবং কার্যকরী পরিদর্শন
- হ্যান্ড টুলে ফাটল, মরিচা, ঢিলা অংশ বা ধার কমে যাওয়া পরীক্ষা
- পাওয়ার টুলে তার কাটা, সুইচ নষ্ট, ব্লেডের ঢিলা অবস্থা বা ক্ষয় পরীক্ষা
- ক্যালিপার, মাল্টিমিটার, প্রেসার গেজ ইত্যাদি মাপার সরঞ্জামের ক্যালিব্রেশন পরীক্ষা
- মই, স্ক্যাফোল্ড বা ওয়েল্ডিং মেশিনের মতো যন্ত্রপাতির স্থিরতা এবং নিরাপত্তা মান পরীক্ষা
- উপকরণে আর্দ্রতা, বিকৃতি, দূষণ বা মেয়াদোত্তীর্ণ হওয়া পরীক্ষা
- পরিদর্শনের আগে বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম লকআউট/ট্যাগআউট নীতিমালা অনুযায়ী নিরাপদ করণ
- নষ্ট বা ত্রুটিপূর্ণ সরঞ্জাম ট্যাগ করে আলাদা করুন এবং রিপোর্ট তৈরি
- পরিদর্শন ফলাফল চেকলিস্ট বা ফর্মে নথিভুক্ত করণ

সামগ্রী: ব্যবহারে ফুরিয়ে যায় এমন উপাদান (যেমন: তার, নাট-বোল্ট, লুব্রিকেন্ট, আঠা)।

- বুকিং মূল্যায়ন এবং কাজের প্রকৃতি অনুযায়ী পিপিই নির্ধারণ
- পিপিই-এর ধরন: হেলমেট, গ্লাভস, গগলস, ফেস শিল্ড, কান রক্ষা, মাস্ক/রেসপিরেটর, সেফটি বুট, অ্যাপ্রন, কভারঅল
- অনুমোদিত স্টোর রুম বা পিপিই ক্যাবিনেট থেকে সংগ্রহ

- পিপিই-তে ফাটল, ছিঁড়ে যাওয়া, আঁচড়, ক্ষতিগ্রস্ত সোল, মেয়াদোত্তীর্ণ ফিল্টার ইত্যাদি পরীক্ষা
- শরীরের মাপ অনুযায়ী সঠিক ফিট নিশ্চিত করণ
- সঠিক পদ্ধতিতে পিপিই পরিধান
- কাজের সময় পিপিই পরিষ্কার ও সঠিকভাবে ব্যবহার
- ক্ষতিগ্রস্ত পিপিই সঙ্গে সঙ্গে পরিবর্তন বা রিপোর্ট তৈরি
- ব্যবহারের পর সঠিকভাবে সংরক্ষণ

কাজের নির্দেশনা পড়া

- কাজের আদেশ, টেকনিক্যাল ম্যানুয়াল, ড্রইং এবং ব্লুপ্রিন্ট বুঝে নেওয়া।
- সরঞ্জামের মাপ, ক্ষমতা ও রেটিং সনাক্ত করা।
- টেকনিক্যাল ড্রইং-এর প্রতীক চিহ্ন শনাক্ত করা।

সংগ্রহ প্রক্রিয়া

- টুল রুমের প্রোটোকল: সাইন-ইন/আউট, বারকোড, RFID সিস্টেম।
- নিরাপদ হ্যান্ডলিং কৌশল।
- সংবেদনশীল উপকরণ দূষণমুক্ত রাখা।

পরিদর্শন কৌশল

- ভিজুয়াল চেক: পৃষ্ঠ পরীক্ষা, ফাটল, লিকেজ।
- ফাংশনাল চেক: চালু/বন্ধ, চলাচল, সমন্বয় পরীক্ষা।
- মাপার সরঞ্জামে ক্যালিব্রেশন পরীক্ষা।
- উপকরণের মাত্রা, ওজন এবং সংরক্ষণ অবস্থা পরীক্ষা।

টুলস/সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণ-এর ব্যবহারযোগ্যতা পরীক্ষাঃ

টুলস/সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণের ব্যবহারযোগ্যতা পরীক্ষা করার মূল উদ্দেশ্য হলো যন্ত্রপাতি ও যন্ত্রের সঠিক কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করা এবং ব্যবহারের সময় সুরক্ষা বজায় রাখা। এটি মোটর কন্ট্রোল ও অন্যান্য ইলেকট্রিক্যাল সরঞ্জামগুলির জন্য বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ। এই পরীক্ষার জন্য সাধারণত নিচের ধাপ ও সরঞ্জাম ব্যবহার করা হয়:

টুলস/সরঞ্জাম/উপকরণ যাচাই করার ধাপসমূহ

- ভিজুয়াল ইন্সপেকশন (Visual Inspection): সরাসরি চেহারা ও অবস্থা যাচাই করা হয়, যেমন ক্ষত, ছিঁড়ে যাওয়া তার, ক্ষীণ অংশ, জল বা মরিচার দেখা যায় কিনা।
- ফাংশনাল টেস্ট (Functional Test): যন্ত্রটি চালু করে দেখা হয় এটি ঠিকমতো কাজ করছে কিনা। উদাহরণস্বরূপ মোটর চালানো, পুশ বাটনের কাজ পরীক্ষা করা।
- মেগারিং টুলস (Measuring Tools) ব্যবহার: মাল্টিমিটার, ওহম মিটার, এসিআর টেস্টার ইত্যাদি দিয়ে বৈদ্যুতিক কন্ডাক্টিভিটি, রেজিস্ট্যান্স, কারেন্ট প্রবাহ পরীক্ষা করা হয়।
- ইনপুট/আউটপুট পরীক্ষণ (Input/Output Testing): কন্ট্রোলার বা PCB-র ইনপুট আউটপুট সিগন্যাল সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করা।
- লোড টেস্ট (Load Test): প্রকৃত লোডের মধ্যে সরঞ্জাম কেমন পারফর্ম করছে তা নিরীক্ষণ করা। যেমন মোটরের স্পিড ও টর্ক পরিমাপ করা।
- সেফটি টেস্ট (Safety Test): সঠিক আর্থিং ও ফিউজ সিস্টেম কাজ করছে কি না, সার্কিট ব্রেকার সঠিকভাবে অপারেট করছে কিনা সেটি পরীক্ষা করা।

পিপিই সংগ্রহ ও ব্যবহারঃ

মোটর সংযোগ (Motor Connection) কাজ করার সময় কাজের ধরণ, ঝুঁকি এবং কর্মপরিবেশ অনুযায়ী যথাযথ ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) সংগ্রহ ও সঠিকভাবে ব্যবহার করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এই মানদণ্ডে শিক্ষার্থীর যে দক্ষতা ও আচরণ মূল্যায়ন করা হয়, তা নিম্নরূপ—

১. কাজের ধরন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সনাক্ত করা

মোটর সংযোগের সময় সম্ভাব্য ঝুঁকি যেমন— বৈদ্যুতিক শক, শর্ট সার্কিট, স্পার্ক, ধারালো তারের খোঁচা, ধুলা, ধোঁয়া বা যান্ত্রিক বিপদের কথা বিবেচনা করে উপযুক্ত PPE নির্বাচন করতে হবে। সাধারণত প্রয়োজন হয়—

- ইনসুলেটেড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- ইনসুলেটেড সেফটি শূ
- হেলমেট
- কটন বা ফায়ার-রেজিস্ট্যান্ট ওভারঅল
- কান সুরক্ষা (যদি উচ্চ শব্দ থাকে)

শিক্ষার্থীকে ঝুঁকি অনুযায়ী PPE-এর ধরন সঠিকভাবে নির্ধারণ করার সক্ষমতা প্রদর্শন করতে হবে।

২. PPE সংগ্রহ করা (Collect)

কাজ শুরু করার আগে নির্ধারিত PPE কর্মস্থলের স্টোর, টুল রুম বা নির্দিষ্ট সংগ্রহস্থল থেকে সংগ্রহ করতে হবে। এ সময় শিক্ষার্থীকে—

- সকল PPE সঠিকভাবে উপলভ্য আছে কিনা যাচাই করতে
- PPE ক্ষতিগ্রস্ত, ছেঁড়া বা ত্রুটিযুক্ত কিনা পরীক্ষা করতে
- প্রয়োজনীয় সংখ্যা ও মানসম্মত PPE সংগ্রহ করতে হবে।

ত্রুটিপূর্ণ PPE থাকলে তা ব্যবহার করা যাবে না এবং সঙ্গে সঙ্গে সুপারভাইজারকে রিপোর্ট করতে হবে।

৩. PPE সঠিকভাবে পরিধান ও ব্যবহার করা (Use Properly)

সংগ্রহ করা PPE কাজের পরিবেশ অনুযায়ী সঠিকভাবে ব্যবহার করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এর মধ্যে অন্তর্ভুক্ত—

- ইনসুলেটেড গ্লাভস পরিধান করে বৈদ্যুতিক তার বা কানেকশন ধরার কাজ করা
- সেফটি গগলস পরে কাজ করা যেন স্পার্ক বা ডাস্ট চোখে না লাগে
- সেফটি শূ ব্যবহার করে গ্রাউন্ডিং নিশ্চিত করা
- হেলমেট পরে মাথা সুরক্ষিত রাখা
- শরীর ঢেকে রাখার মতো পোশাক ব্যবহার করা
- PPE ঢিলে, অপরিষ্কার বা ভুলভাবে পরিধান না করা

সঠিকভাবে PPE পরিধান করলে কাজের সময় নিরাপত্তা ঝুঁকি উল্লেখযোগ্যভাবে কমে যায়।

৪. PPE ব্যবহারের সময় নিরাপত্তা মানদণ্ড অনুসরণ করা

কাজ করার সময় ধারাবাহিকভাবে নিরাপত্তা নির্দেশনা মেনে চলতে হবে—

- ভেজা হাতে বৈদ্যুতিক অংশ স্পর্শ না করা
- গ্লাভস বা গগলস খুলে না ফেলা
- PPE-এর কোনো অংশ খুলে গেলে তা পুনরায় ঠিকমতো পরিধান করা
- উচ্চতা বা বিপদপূর্ণ স্থানে কাজ করার সময় অতিরিক্ত PPE ব্যবহার করা

৫. কাজ শেষে PPE যথাস্থানে ফেরত রাখা

PPE ব্যবহার শেষে পরিষ্কার করে নির্দিষ্ট স্থানে ফেরত রাখা বা স্টোরে জমা দিতে হবে। ক্ষতি বা ত্রুটি দেখা গেলে দায়িত্বপ্রাপ্ত ব্যক্তিকে জানাতে হবে।

৬. কর্মীর নিরাপত্তা সচেতনতা প্রদর্শন

শিক্ষার্থীকে এমন আচরণ প্রদর্শন করতে হবে যা প্রমাণ করে যে—

- সে কেন PPE ব্যবহার করছে তা জানে
- PPE ব্যবহারের গুরুত্ব বোঝে
- নিজের নিরাপত্তা এবং দলের নিরাপত্তা বজায় রাখার জন্য দায়িত্বশীল

সেলফ চেক (Self Check) - ৪.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. সরঞ্জাম সংগ্রহের সময় প্রথমে কী করতে হবে?
২. ব্যবহারযোগ্যতার জন্য সরঞ্জাম পরীক্ষা করার একটি প্রধান কারণ কী?
৩. পাওয়ার টুল পরীক্ষা করার সময় কোন বিষয়টি বিশেষভাবে খেয়াল রাখতে হবে?
৪. মাপার সরঞ্জামের সঠিকতা নিশ্চিত করতে কী করা উচিত?
৫. পিপিই ব্যবহারের উদ্দেশ্য কী?
৬. কোন ধরনের ক্ষতি হলে পিপিই অবিলম্বে পরিবর্তন করা উচিত?
৭. উপকরণ সংগ্রহের সময় কোন কাগজপত্র ব্যবহার করা হতে পারে?
৮. উপকরণে আর্দ্রতা বা বিকৃতি পাওয়া গেলে কী করবেন?
৯. কেন পিপিই সঠিক মাপের হওয়া জরুরি?
১০. কাজ শেষ হওয়ার পর সরঞ্জাম ও পিপিই কীভাবে রাখতে হবে?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.২

১. সরঞ্জাম সংগ্রহের সময় প্রথমে কী করতে হবে?

উত্তর: কাজের নির্দেশনা, ব্লুপ্রিন্ট বা টাস্ক স্পেসিফিকেশন দেখে প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও উপকরণ শনাক্ত করতে হবে।

২. ব্যবহারযোগ্যতার জন্য সরঞ্জাম পরীক্ষা করার একটি প্রধান কারণ কী?

উত্তর: ত্রুটিপূর্ণ সরঞ্জাম ব্যবহারজনিত দুর্ঘটনা প্রতিরোধ এবং নিরাপদ কাজ নিশ্চিত করা।

৩. পাওয়ার টুল পরীক্ষা করার সময় কোন বিষয়টি বিশেষভাবে খেয়াল রাখতে হবে?

উত্তর: তার, প্লাগ এবং সুইচ অক্ষত আছে কিনা এবং কোনো বৈদ্যুতিক ক্ষতি আছে কিনা।

৪. মাপার সরঞ্জামের সঠিকতা নিশ্চিত করতে কী করা উচিত?

উত্তর: ক্যালিব্রেশন পরীক্ষা করা উচিত।

৫. পিপিই ব্যবহারের উদ্দেশ্য কী?

উত্তর: কর্মক্ষেত্রের ঝুঁকি থেকে শ্রমিককে সুরক্ষা দেওয়া।

৬. কোন ধরনের ক্ষতি হলে পিপিই অবিলম্বে পরিবর্তন করা উচিত?

উত্তর: ছিঁড়ে যাওয়া, ফাটল, লেসে আঁচড়, সোল ক্ষয়, ফিল্টার মেয়াদোত্তীর্ণ ইত্যাদি।

৭. উপকরণ সংগ্রহের সময় কোন কাগজপত্র ব্যবহার করা হতে পারে?

উত্তর: টুল ইস্যু লগ, চেকলিস্ট বা ইনভেন্টরি ফর্ম।

৮. উপকরণে আর্দ্রতা বা বিকৃতি পাওয়া গেলে কী করবেন?

উত্তর: অবিলম্বে তা আলাদা করে রিপোর্ট করবেন এবং বিকল্প উপকরণ সংগ্রহ করবেন।

৯. কেন পিপিই সঠিক মাপের হওয়া জরুরি?

উত্তর: ভুল মাপের পিপিই সুরক্ষা নিশ্চিত করতে পারে না এবং অস্বস্তি বা দুর্ঘটনার কারণ হতে পারে।

১০. কাজ শেষ হওয়ার পর সরঞ্জাম ও পিপিই কীভাবে রাখতে হবে?

উত্তর: পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে নিরাপদভাবে সংরক্ষণ করতে হবে।

জব শিট (Job Sheet) – ৪.২.১

জবের নাম: প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও উপকরণের তালিকা তৈরি ও সংগ্রহ করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. কাজের ধরণ নির্ধারণ করা — যেমন: বৈদ্যুতিক সার্কিট সংযোগ, মোটর ইনস্টলেশন, লাইটিং সার্কিট ইত্যাদি
২. প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও উপকরণের তালিকা তৈরি করা কাজের ধরণ অনুযায়ী
৩. প্রতিটি উপকরণের মান (Quality), রেটিং ও পরিমাণ যাচাই করা
৪. মানসম্মত ব্র্যান্ড (ISI বা IEC) এর যন্ত্রপাতি নির্বাচন করো
৫. সরঞ্জাম সংগ্রহ করো ল্যাব বা স্টোর থেকে সঠিকভাবে
৬. সংগৃহীত উপকরণ পরীক্ষা করা — ত্রুটিপূর্ণ বা ভাঙা কিছু আছে কিনা দেখা
৭. সরঞ্জামগুলো টুল বক্স বা নির্দিষ্ট জায়গায় সুন্দরভাবে সাজিয়ে রাখা
৮. রক্ষণাবেক্ষণ করা — ব্যবহারের পর পরিষ্কার করো এবং শুকনো স্থানে রাখা

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ৪.২.১

জবের নাম: প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও উপকরণের তালিকা তৈরি ও সংগ্রহ করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- হেলমেট
- সেফটি গগলজ
- হ্যান্ড গ্লোভস্
- সেফটি সু
- এ্যাপ্রোন
- মাস্ক

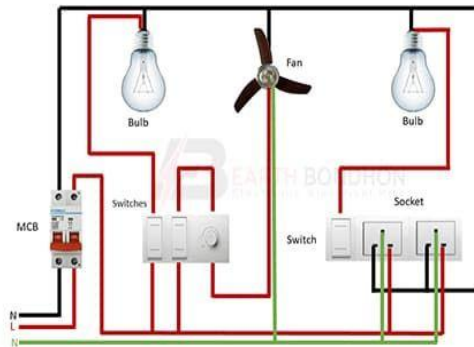
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- টুল বক্স
- স্ক্রু ড্রাইভার (বিভিন্ন সাইজের)
- প্লায়ার্স (কম্বিনেশন / কাটার / লং নোজ)
- টেস্টার
- মাল্টিমিটার
- সোল্ডারিং আয়রন ও সোল্ডার ওয়্যার
- ইনসুলেশন টেপ
- তার, কেবল ও ফিউজ
- স্ক্রু, নাট-বল্টু ইত্যাদি

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:

প্রদত্ত ডায়াগ্রাম অনুযায়ী প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও উপকরণের তালিকা তৈরি ও সংগ্রহ করো।



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) – ৪.৩

শিখন ফল-৩: কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ যন্ত্রপাতিসমূহ স্থাপন করতে পারবে

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু:

- কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসসমূহ প্রয়োজনমত সংগ্রহ
- কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসসমূহ লে-আউট প্ল্যান অনুযায়ী স্থাপন
- কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসসমূহ মোটরের সাথে সংযুক্তকরণ

কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসসমূহ প্রয়োজনমত সংগ্রহঃ

কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইস

ক. কন্ট্রোলিং যন্ত্রপাতি (Controlling Devices):

ক্র.	যন্ত্রের নাম	কাজ
1	পুশ বাটন (Push Button)	মোটর চালু/বন্ধ করার জন্য (Start/Stop)
2	সুইচ (Switch)	সার্কিট চালু বা বন্ধ করতে
3	রিলে (Relay)	কম ভোল্টেজ দিয়ে বড় সার্কিট নিয়ন্ত্রণ
4	কন্টাক্টর (Contactor)	মোটর চালু/বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত প্রধান ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ডিভাইস
5	টাইমার (Timer)	স্টার-ডেল্টা বা অটোমেটিক কন্ট্রোলার সময় নির্ধারণে ব্যবহৃত
6	সিলেক্টর সুইচ (Selector Switch)	ম্যানুয়াল / অটো মোড বাছাইয়ের জন্য
7	ইন্ডিকেটর ল্যাম্প (Indicator Lamp)	সার্কিট চালু, বন্ধ বা ফল্ট অবস্থায় সিগন্যাল দেয়

খ. প্রটেকটিভ যন্ত্রপাতি (Protective Devices):

ক্র.	যন্ত্রের নাম	কাজ
1	ফিউজ (Fuse)	অতিরিক্ত কারেন্টে সার্কিট খুলে দেয়
2	MCB (Miniature Circuit Breaker)	ওভারলোড বা শর্ট সার্কিট থেকে সুরক্ষা
3	MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)	উচ্চ ক্ষমতার সার্কিট সুরক্ষা
4	ওভারলোড রিলে (Overload Relay)	মোটরে অতিরিক্ত লোড হলে সার্কিট বিচ্ছিন্ন করে
5	আর্থিং (Earthing System)	বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা দেয়
6	ELCB / RCCB	আর্থ ফল্ট বা লিকেজ কারেন্ট সনাক্ত করে সুরক্ষা দেয়

গ. মাপার যন্ত্র (Measuring Instruments):

ক্র.	যন্ত্রের নাম	কাজ
1	ভোল্টমিটার (Voltmeter)	ভোল্টেজ পরিমাপের জন্য
2	অ্যামিটার (Ammeter)	কারেন্ট পরিমাপের জন্য
3	মাল্টিমিটার (Multimeter)	ভোল্টেজ, কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা
4	মেগার (Megger)	ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা

ঘ. সংযোগ সামগ্রী ও উপকরণ (Wiring Materials & Accessories):

ক্র.	উপকরণের নাম	কাজ
1	ক্যাবল / তার (Cable / Wire)	বিদ্যুৎ পরিবহনের জন্য

2	কেবল ল্যাগ (Cable Lug)	তারের প্রান্ত সংযুক্ত করতে
3	কেবল ট্রে / ডাক্ট (Cable Tray / Duct)	কেবল সংরক্ষণ ও গুছিয়ে রাখতে
4	কেবল গ্ল্যান্ড (Cable Gland)	প্যানেল বা মোটরে তার প্রবেশ করাতে
5	টার্মিনাল ব্লক (Terminal Block)	সংযোগের সুবিধার্থে
6	PVC পাইপ / কনডুইট (Conduit Pipe)	তার রক্ষা ও সংরক্ষণের জন্য
7	আইডেন্টিফায়ার ট্যাগ / নম্বরিং স্লিভ	তার চিহ্নিতকরণের জন্য

ঙ. মোটর কন্ট্রোল প্যানেলের উপকরণ (Motor Control Panel Components):

ক্র.	উপকরণের নাম	কাজ
1	প্যানেল বক্স (Panel Enclosure)	সব কন্ট্রোল ও প্রোটেকশন যন্ত্র রাখার জন্য
2	DIN রেল (DIN Rail)	যন্ত্রপাতি মাউন্ট করার জন্য
3	বাজার (Buzzer)	অ্যালার্ম বা সতর্ক সংকেত দেওয়ার জন্য
4	কেবল ইনলেট / আউটলেট বুট	কেবল প্রবেশ ও নির্গমনের নিরাপত্তা দেয়

চ. ইনস্টলেশনের জন্য টুলস ও যন্ত্রপাতি (Tools & Equipment):

ক্র.	যন্ত্রের নাম	কাজ
1	স্ক্রু ড্রাইভার সেট	সংযোগ টাইট/টিলা করতে
2	প্লায়ার, কাটার, স্ট্রিপার	তার কাটিং ও সংযোগ প্রস্তুতিতে
3	ক্রিম্পিং টুল (Crimping Tool)	কেবল ল্যাগ সংযুক্ত করতে
4	ড্রিল মেশিন	প্যানেলে হোল করতে
5	টেস্ট ল্যাম্প / টেস্টার	সার্কিটে ভোল্টেজ পরীক্ষা
6	ইনসুলেটিং টেপ ও স্লিভ	ইনসুলেশন সুরক্ষায়

প্রয়োজন অনুযায়ী কন্ট্রোল ও সুরক্ষা ডিভাইস নির্বাচন ও সংগ্রহকরণ:

- কাজের নকশা, লেআউট প্ল্যান, ডায়াগ্রাম ও স্পেসিফিকেশন বিশ্লেষণ করা।
- কন্ট্রোল ডিভাইস (পুশ বাটন, কন্টাক্টর, রিলে, সুইচ, টাইমার, সেন্সর) নির্বাচন করা।
- সুরক্ষা ডিভাইস (MCB/MCCB, ফিউজ, ওভারলোড রিলে, ELCB/RCD, সার্জ প্রটেক্টর) নির্বাচন করা।
- ডিভাইসের রেটিং (ভোল্টেজ, অ্যাম্পিয়ার, ফ্রিকোয়েন্সি) মোটর লোডের সাথে মিলিয়ে দেখা।
- ডিভাইস সংগ্রহের আগে মান, গুণমান এবং প্রাপ্যতা যাচাই করা।

কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসসমূহ লে-আউট প্ল্যান অনুযায়ী স্থাপনঃ

- লেআউট প্ল্যান, কন্ট্রোল সার্কিট ডায়াগ্রাম এবং ওয়্যারিং বুট বিশ্লেষণ করা।
- প্যানেল বোর্ড/মাউন্টিং প্লেটে ডিভাইস পজিশন মার্ক করা।
- স্ক্রু ড্রাইভার, ক্রিম্পিং টুল, মাল্টিমিটার, ড্রিল ইত্যাদি সঠিক সরঞ্জাম ব্যবহার করা।
- ডিভাইস সঠিকভাবে টাইট করা, সঠিক দূরত্ব বজায় রাখা এবং তাপ নির্গমনের জন্য ক্লিয়ারেন্স রাখা।
- সমস্ত তার সুষ্ঠুভাবে সাজানো, কেবল ডাক্ট ব্যবহার, লেবেলিং করা।

কন্ট্রোলিং এবং প্রটেকটিভ ডিভাইসসমূহ মোটরের সাথে সংযুক্তকরণঃ

কন্ট্রোল ও সুরক্ষা ডিভাইস মোটরের সাথে সেট ও সংযুক্ত করা:

- মোটরের ফুল লোড কারেন্ট (FLA) অনুযায়ী ওভারলোড রিলে সেট করা।
- টাইমার, সেন্সর, রিলে ইত্যাদি প্রয়োজন অনুযায়ী কনফিগার করা।
- NO, NC, COM, L1/L2/L3, U/V/W টার্মিনাল সঠিকভাবে চিহ্নিত করে সংযোগ করা।
- উপযুক্ত তারের সাইজ, কালার কোড এবং সঠিক টার্মিনাল লগ/ফেরুল ব্যবহার করা।
- সার্কিট energize করার আগে continuity test, polarity test, insulation test করা।
- মোটরের আউটপুট লাইন সঠিকভাবে সংযুক্ত করে ট্রায়াল রান করা।

প্রধান কন্ট্রোলিং ডিভাইসসমূহ:

১. সুইচ (Switch):

- বিদ্যুৎ চালু ও বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
- প্রকারভেদঃ
 - SPST (Single Pole Single Throw)
 - SPDT (Single Pole Double Throw)
 - DPST (Double Pole Single Throw)
 - DPDT (Double Pole Double Throw)

১. পুশ বাটন (Push Button):

- সাধারণত মেশিন চালু/বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
- দুই প্রকার:
 ১. Normally Open (NO)
 ২. Normally Closed (NC)

২. রিলে (Relay):

- একটি ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক কন্ট্রোল ডিভাইস যা কম ভোল্টেজ দিয়ে বড় সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করে।

৩. কন্টাক্টর (Contactor):

- উচ্চ ক্ষমতার সার্কিট (যেমন মোটর, হিটার) চালু/বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

৪. স্টার্টার (Starter):

- মোটর চালু করার সময় ধীরে ধীরে ভোল্টেজ বাড়িয়ে ওভারকারেন্ট থেকে সুরক্ষা দেয়।

১. সুইচ (Switch)



কাজ: সুইচ হলো একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক সার্কিটকে চালু (ON) বা বন্ধ (OFF) করতে ব্যবহৃত হয়।

উদ্দেশ্য: সার্কিটে বিদ্যুতের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা।

উদাহরণ: ওয়াল সুইচ, টগল সুইচ, পুশ বাটন সুইচ ইত্যাদি।

গঠন:

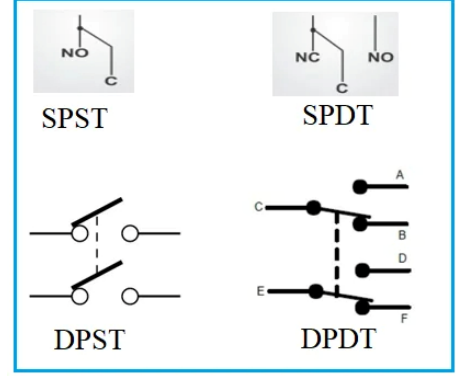
- দুটি বা ততোধিক ধাতব কন্টাক্ট (contact) থাকে।
- একটি স্থির (fixed contact) ও একটি চলমান (moving contact) অংশ থাকে।
- ইনসুলেটিং উপাদানে (প্লাস্টিক, বেকেলাইট ইত্যাদি) সংযুক্ত থাকে।

কার্যপ্রণালী:

- সুইচ "ON" করলে চলমান কন্টাক্ট স্থির কন্টাক্টের সাথে যুক্ত হয় → সার্কিট সম্পূর্ণ হয় → বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়।
- "OFF" করলে কন্টাক্ট বিচ্ছিন্ন হয় → সার্কিট ভেঙে যায় → বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হয়।

ব্যবহারক্ষেত্র:

- গৃহস্থালী আলোক ও পাখা নিয়ন্ত্রণে।
- মেশিন ও যন্ত্রপাতি চালু/বন্ধ করতে।



২. পুশ বাটন (Push Button):

পুশ বাটন হলো একটি সরল কিন্তু অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কন্ট্রোলিং ডিভাইস যা হাত দিয়ে চাপ (Push) দিয়ে একটি বৈদ্যুতিক সার্কিটকে সাময়িকভাবে খোলা বা বন্ধ করে।

মূল নীতি (Basic Principle)

এটি একটি মোমেন্টারি কন্ট্যাক্ট সুইচ। এর অর্থ হলো, বাটনটিতে চাপ দেয়া পর্যন্তই এটি তার অবস্থান ধরে রাখে (সাধারণত একটি স্প্রিং-এর সাহায্যে)। চাপ সরিয়ে নিলেই এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে তার আগের অবস্থায় ফিরে যায়।

গঠন ও কাজ (Construction & Working)

এটি সাধারণত নিম্নলিখিত অংশ নিয়ে গঠিত:

- বাটন/ক্যাপ (Button/Cap): যেই অংশে ব্যবহারকারী আঙুল দিয়ে চাপ দেন।
- কন্ট্যাক্টস (Contacts): ধাতব অংশ যা বাটনে চাপ দিলে সংযুক্ত (Make) বা বিচ্ছিন্ন (Break) হয়।
- হাউজিং/বডি (Housing/Body): পুরো মেকানিজমটিকে ধরে রাখে এবং সুরক্ষা দেয়।
- স্প্রিং (Spring): বাটনকে চাপ দেয়ার পর তার মূল অবস্থানে ফিরিয়ে আনে।

কাজ করার পদ্ধতি:

- ব্যবহারকারী বাটনে চাপ দেন।
- বাটনের নিচের মেকানিজম কন্ট্যাক্টগুলোকে সংযুক্ত বা বিচ্ছিন্ন করে।
- এর ফলে বৈদ্যুতিক সার্কিটটি পথ পায় (ON) বা বিচ্ছিন্ন (OFF) হয়।
- ব্যবহারকারী আঙুল তুলে নিলে, স্প্রিং-এর বলের কারণে বাটন তার আসল অবস্থানে ফিরে যায়।



প্রকারভেদ (Types)

পুশ বাটন প্রধানত দুই ধরনের হয়:

নরমালি ওপেন (NO) / মেক কন্ট্যাক্ট (Make Contact)

- স্বাভাবিক অবস্থায়: সার্কিট খোলা (Open) থাকে, কারেন্ট প্রবাহিত হয় না।

- চাপ দিলে: সার্কিট বন্ধ (Close) হয়, কারেন্ট প্রবাহিত হয়।
- ব্যবহার: সাধারণত কোন ডিভাইস চালু (START) করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এজন্য একে অনেক সময় স্টার্ট বাটনও বলা হয় এবং এটি সবুজ রঙের হয়।

নরমালি ক্লোজড (NC) / ব্রেক কন্ট্যাক্ট (Break Contact)

- স্বাভাবিক অবস্থায়: সার্কিট বন্ধ (Close) থাকে, কারেন্ট প্রবাহিত হয়।
- চাপ দিলে: সার্কিট খোলা (Open) হয়, কারেন্ট প্রবাহ বন্ধ হয়।
- ব্যবহার: সাধারণত কোন ডিভাইস বন্ধ (STOP) করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এজন্য একে স্টপ বাটন বলা হয় এবং এটি লাল রঙের হয়।

ব্যবহার ও প্রয়োগ (Applications)

পুশ বাটন আমাদের দৈনন্দিন জীবন ও শিল্পক্ষেত্রে সর্বত্র ব্যবহৃত হয়:

- শিল্প কারখানা: মেশিন স্টার্ট ও স্টপ করতে (যেমন: ল্যাথ মেশিন, কনভেয়ার বেল্ট)।
- গৃহস্থালি: মাইক্রোওভেন, ওয়াশিং মেশিন, ইলেকট্রিক কেটলির পাওয়ার বাটন।
- ইলিভেটর (Lift): তলা নির্বাচনের জন্য বাটন।
- কম্পিউটার ও ল্যাপটপ: পাওয়ার বাটন, রিসেট বাটন।
- গাড়ি: হর্ন বাজানো (hooter)।
- ইন্টারকম সিস্টেম: দরজা খোলার বাটন।
- আপাতকালীন (Emergency) অবস্থা: বড় মেশিনের উপর লাল রঙের ইমার্জেন্সি স্টপ বাটন (E-Stop), যা জরুরি অবস্থায় দ্রুত মেশিন বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।

সুবিধা (Advantages)

- ব্যবহারে সহজ এবং নির্ভরযোগ্য।
- দ্রুত সাড়া দেয়।
- কম খরচে এবং টেকসই।
- বিভিন্ন আকার, রং এবং রেটিং-এ পাওয়া যায়।

রিলে (Relay)

কাজ: রিলে হলো একটি বৈদ্যুতিক নিয়ন্ত্রিত সুইচ, যা কম ভোল্টেজ বা কম কারেন্ট দ্বারা বড় সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করে।

উদ্দেশ্য: স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা তৈরি করা (যেমন মোটর কন্ট্রোল সার্কিটে)।

ধরণ: ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক রিলে, টাইম রিলে, থার্মাল রিলে ইত্যাদি।

গঠন:

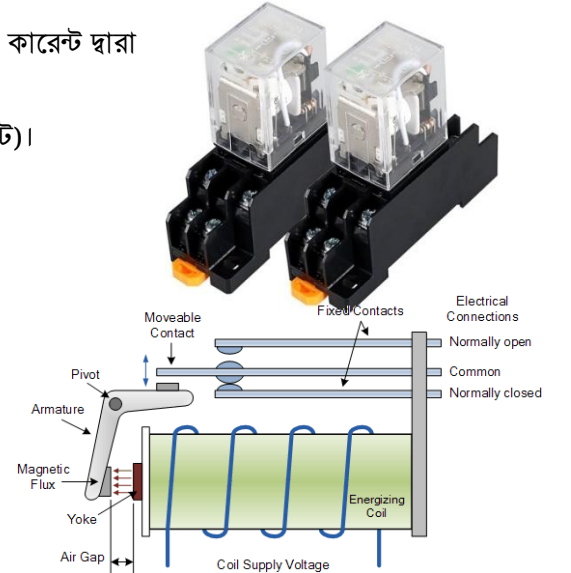
- একটি ইলেক্ট্রোম্যাগনেট (coil),
- একটি আর্মেচার (moving part),
- এবং এক বা একাধিক কন্ট্যাক্ট সেট নিয়ে গঠিত।

কার্যপ্রণালী:

- ছোট কারেন্ট কোয়েলে প্রবাহিত হলে ইলেক্ট্রোম্যাগনেট চুম্বকিত হয়।
- এতে আর্মেচার আকৃষ্ট হয়ে সার্কিটের কন্ট্যাক্ট খুলে বা বন্ধ করে।
- ফলে একটি ছোট সংকেত দিয়ে বড় সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

ব্যবহারক্ষেত্র:

- অটোমেটিক কন্ট্রোল সার্কিটে (যেমন মোটর স্টার্টার)।
- টাইমার সার্কিট, ওভারলোড প্রোটেকশন ও অ্যালার্ম সিস্টেমে।



কন্টাক্টর (Contactor)

কাজ: কন্টাক্টরও একটি বৈদ্যুতিক সুইচ, কিন্তু এটি বৃহৎ কারেন্ট (high current) সার্কিট নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

উদ্দেশ্য: মোটর বা ভারী লোড দূর থেকে চালু বা বন্ধ করা।

বৈশিষ্ট্য: এটি ইলেক্ট্রোম্যাগনেট দ্বারা চালিত হয় এবং বারবার অন/অফ করা যায়।



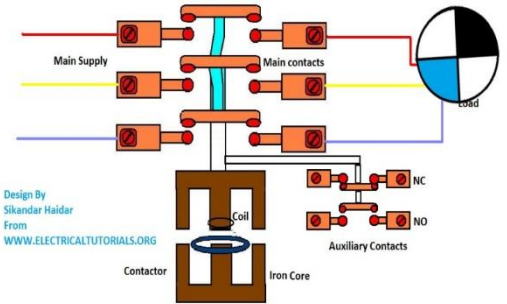
shutterstock.com · 2122862732

গঠন:

- একটি ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক কয়েল,
- আর্মেচার,
- মেইন কন্টাক্ট এবং অক্সিলিয়ারি কন্টাক্ট নিয়ে গঠিত।
- সাধারণত ইন্সুলেটেড বডিতে বসানো থাকে।

কার্যপ্রণালী:

- কন্টাক্টর কয়েলে কারেন্ট দিলে এটি চুম্বকিত হয় → আর্মেচার টানে → মেইন কন্টাক্ট বন্ধ হয় → সার্কিট চালু হয়।
- কয়েল কারেন্ট বন্ধ হলে আর্মেচার ছেড়ে দেয় → কন্টাক্ট খোলে → সার্কিট বন্ধ হয়।



ব্যবহারক্ষেত্র:

- তিন ফেজ মোটর চালু/বন্ধ করতে।
- অটোমেটিক কন্ট্রোল সার্কিটে (DOL, Star-Delta Starter)।
- শিল্প কারখানায় বড় লোড নিয়ন্ত্রণে।

প্রটেকটিভ ডিভাইস (Protective Device):

এই ডিভাইসগুলো সার্কিটকে অতিরিক্ত কারেন্ট, শর্ট সার্কিট, ওভারলোড, বা ফল্ট থেকে রক্ষা করে।

প্রধান প্রটেকটিভ ডিভাইসসমূহঃ

১. ফিউজ (Fuse):
 - অতিরিক্ত কারেন্ট হলে গলে গিয়ে সার্কিট বিচ্ছিন্ন করে দেয়।
২. সার্কিট ব্রেকার (Circuit Breaker):
 - ফিউজের মতো কাজ করে কিন্তু পুনরায় ব্যবহারযোগ্য।
 - প্রকারঃ
 - MCB (Miniature Circuit Breaker)
 - MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)
 - ELCB/RCCB (Earth Leakage Circuit Breaker / Residual Current Circuit Breaker)
৩. ওভারলোড রিলে (Overload Relay):
 - মোটর বা সার্কিটে নির্ধারিত লোডের বেশি কারেন্ট হলে সার্কিট খুলে দেয়।
৪. আর্থিং (Earthing):
 - যন্ত্রপাতির ধাতব অংশে ফল্ট হলে বিদ্যুৎ মাটিতে চলে যায়, ফলে ব্যবহারকারী নিরাপদ থাকে।
৫. সার্জ অ্যারেস্টার (Surge Arrester):

- বজ্রপাত বা হঠাৎ ভোল্টেজ বৃদ্ধি থেকে যন্ত্রপাতিকে রক্ষা করে।

নিচে সুরক্ষামূলক যন্ত্রপাতির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা (ব্যাখ্যা) দেওয়া হলো —

ফিউজ (Fuse)

কাজ: ফিউজ হলো একটি অতিরিক্ত প্রবাহ (Overcurrent) থেকে সার্কিটকে রক্ষা করার যন্ত্র।

উদ্দেশ্য: সার্কিটে নির্ধারিত সীমার চেয়ে বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হলে ফিউজের ধাতব তার গলে যায় এবং সার্কিট বিচ্ছিন্ন করে দেয়।

ফলাফল: যন্ত্রপাতি ক্ষতি থেকে রক্ষা পায়।

গঠন:

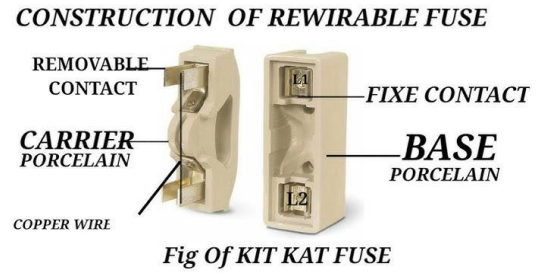
- একটি ধাতব তার (সাধারণত টিন, সীসা, তামা বা অ্যালুমিনিয়াম) একটি পোরসেলিন বা গ্লাস টিউবের মধ্যে স্থাপন করা থাকে।
- উভয় প্রান্তে ধাতব টার্মিনাল থাকে যা সার্কিটের সাথে যুক্ত থাকে।

কার্যপ্রণালী:

- নির্দিষ্ট সীমার চেয়ে বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হলে ফিউজের তার গরম হয়ে গলে যায়।
- এতে সার্কিট ভেঙে যায় এবং যন্ত্রকে ক্ষতি থেকে রক্ষা করে।

ব্যবহারক্ষেত্র:

- গৃহস্থালী ও শিল্প কারখানায় বৈদ্যুতিক লাইন সুরক্ষার জন্য।
- মোটর, ট্রান্সফরমার ও লাইটিং সার্কিটে।



সার্কিট ব্রেকার (Circuit Breaker)

কাজ:

ফিউজের মতোই অতিরিক্ত কারেন্ট বা শর্ট সার্কিট হলে সার্কিট বিচ্ছিন্ন করে।

তবে পার্থক্য: এটি গলে না, বরং স্বয়ংক্রিয়ভাবে (automatically) ট্রিপ করে এবং পুনরায় চালু করা যায়।

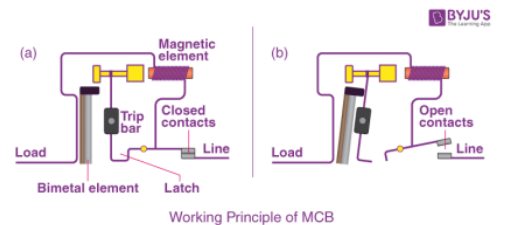


ধরণ: MCB (Miniature Circuit Breaker),

MCCB (Moulded Case Circuit Breaker) ইত্যাদি।

গঠন:

- এতে স্থির (fixed) ও চলমান (moving) কন্টাক্ট থাকে।
- একটি ট্রিপিং মেকানিজম থাকে যা অতিরিক্ত কারেন্টে স্বয়ংক্রিয়ভাবে কাজ করে।
- অনেক সময় বায়ু, তেল, বা চুম্বকীয় ক্ষেত্র দিয়ে আর্ক (arc) নেভানো হয়।

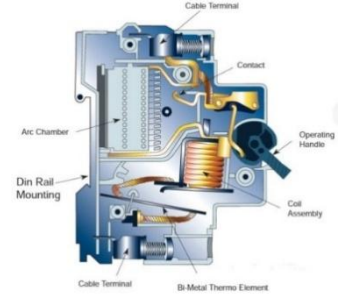


কার্যপ্রণালী:

- স্বাভাবিক অবস্থায় কন্টাক্ট বন্ধ থাকে → কারেন্ট প্রবাহিত হয়।
- শর্ট সার্কিট বা অতিরিক্ত লোড হলে ট্রিপ কয়েল সক্রিয় হয় → কন্টাক্ট খুলে যায় → সার্কিট বিচ্ছিন্ন হয়।

ব্যবহারক্ষেত্র:

- গৃহস্থালী Distribution Board-এ (MCB)।
- শিল্প কারখানায় MCCB, ACB ইত্যাদি।
- বৈদ্যুতিক সাব-স্টেশন, মোটর ও ট্রান্সফরমার সুরক্ষায়।



ওভারলোড রিলে (Overload Relay)

ওভারলোড রিলে কী?

একটি ওভারলোড রিলে হল একটি ইলেকট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইস যার মূল কাজ হলো ইলেকট্রিক মোটরকে অতিরিক্ত লোড (ওভারলোড) এবং কারেন্ট প্রবাহ থেকে সুরক্ষা প্রদান করা। যখন কোনও মোটর স্বাভাবিকের চেয়ে বেশি কারেন্ট গ্রহণ করে (যেমন, মেকানিক্যাল জ্যাম, অতিরিক্ত লোড, বা ভোল্টেজের তারতম্যের কারণে), ওভারলোড রিলে সক্রিয় হয়ে মোটরের পাওয়ার সাপ্লাই বিচ্ছিন্ন করে দেয়, যাতে মোটর পুড়ে বা স্থায়ীভাবে ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।

এটি সাধারণত কন্টাক্টর (Contactor)-এর সাথে (সিরিজ) এ সংযুক্ত থাকে এবং মোটর স্টার্টার (Motor Starter)-এর একটি অপরিহার্য অংশ গঠন করে।

ওভারলোড রিলে কীভাবে কাজ করে?

ওভারলোড রিলে কাজ করে মূলত তাপীয় (Thermal) বা চৌম্বকীয় (Magnetic) নীতির উপর ভিত্তি করে।

১. তাপীয় ওভারলোড রিলে (Thermal Overload Relay)

এটি সবচেয়ে বেশি প্রচলিত।

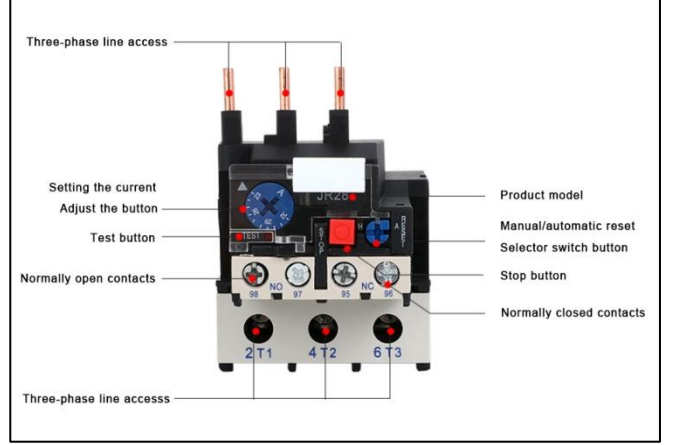
- কাঠামো: এতে একটি বাইমেটালিক স্ট্রিপ (Bimetallic Strip) থাকে। এই স্ট্রিপটি দুটি ভিন্ন ধাতুর পাত সটকানো হয়ে তৈরি, যাদের তাপ প্রসারণ গুণাঙ্ক ভিন্ন।
- কাজের পদ্ধতি:
 ১. মোটর যে কন্টাক্টরের মাধ্যমে কারেন্ট টানে, সেই কন্টাক্টরটি একটি হিটার কয়েলের মধ্য দিয়ে যায়।
 ২. স্বাভাবিক কারেন্ট প্রবাহিত হলে বাইমেটালিক স্ট্রিপ সোজা থাকে।
 ৩. যখন ওভারলোড হয়, অতিরিক্ত কারেন্ট হিটার কয়েলকে গরম করে।
 ৪. এই তাপ বাইমেটালিক স্ট্রিপে পৌঁছালে, এটি বেঁকে যায় (কারণ একটি ধাতু অন্যটির চেয়ে বেশি প্রসারিত হয়)।
 ৫. এই বেঁকে যাওয়ার ফলে একটি মেকানিক্যাল লিভার সক্রিয় হয় যা নরমালি ক্লোজড (NC) কন্টাক্টকে খুলে দেয়।
 ৬. এই NC কন্টাক্ট কন্টাক্টরের কয়েল সার্কিটের সাথে সংযুক্ত থাকে। কন্টাক্ট খুলে যাওয়ায় কন্টাক্টরের কয়েল ডিএনার্জাইজ হয় এবং মোটরের পাওয়ার সাপ্লাই বন্ধ হয়ে যায়।

সুবিধা: তাপীয় জড়তার কারণে এটি ক্ষণস্থায়ী ওভারলোড (যেমন স্টার্টিং কারেন্ট) উপেক্ষা করতে পারে, যা মোটরের জন্য প্রয়োজনীয়।

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওভারলোড রিলে

- কাজের পদ্ধতি: এটি সরাসরি কারেন্টের চৌম্বকীয় প্রভাব ব্যবহার করে।

১. একটি কয়েলের ভিতর দিয়ে মোটর কারেন্ট প্রবাহিত হয়।
২. স্বাভাবিক কারেন্টে, কয়েলের চৌম্বক ক্ষেত্র একটি প্লাঞ্জারকে টানতে পারে না।
৩. নির্দিষ্ট সীমার বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হলে, শক্তিশালী চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি হয় যা প্লাঞ্জারকে টেনে নেয়।
৪. প্লাঞ্জারের এই নড়াচড়া NC কন্ট্যাক্টকে খুলে দেয় এবং মোটর বন্ধ হয়ে যায়।
৫. সুবিধা: এটি দ্রুত সাড়া দেয় এবং পরিবেষ্টনের তাপমাত্রার দ্বারা প্রভাবিত হয় না।



ওভারলোড রিলের প্রধান অংশসমূহ

১. কারেন্ট সেটিং ডায়াল: মোটরের রেটেড কারেন্ট অনুযায়ী রিলে সেট করতে ব্যবহৃত হয়।
২. বাইমেটালিক স্প্রিং / ইলেক্ট্রোম্যাগনেট: ওভারলোড সনাক্তকারী মূল উপাদান।
৩. কন্ট্যাক্টস (Contacts):
 - 95-96 (NC Contact): এটি কন্ট্যাক্টরের কয়েল সার্কিটের সাথে সংযুক্ত থাকে। ওভারলোড হলে এটি খুলে যায় এবং মোটর বন্ধ করে দেয়।
 - 97-98 (NO Contact): এটি একটি অ্যালার্ম বা ইন্ডিকেশন সার্কিটের জন্য ব্যবহৃত হয়। ওভারলোড হলে এটি বন্ধ হয় এবং একটি বাতি জ্বালানো বা বাজি বাজানো যায়।
৪. টেস্ট বাটন: রিলেটি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করার জন্য।
৫. রিসেট বাটন: ওভারলোড ট্রিপ হওয়ার পর, সমস্যা দূরীভূত হলে ম্যানুয়ালি রিসেট করতে ব্যবহৃত হয়। কিছু রিলে অটো-রিসেটও করে।

ওভারলোড রিলে কেন গুরুত্বপূর্ণ?

১. মোটর সুরক্ষা: এটি মোটরকে পুড়ে যাওয়া থেকে রক্ষা করে, যা একটি বড় আর্থিক ক্ষতি রোধ করে।
২. আগুনের ঝুঁকি হ্রাস: ওভারলোডেড মোটর থেকে আগুন লাগার ঝুঁকি থাকে, রিলে এটি প্রতিরোধ করে।
৩. সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি: অপ্রত্যাশিত ডাউনটাইম কমিয়ে উৎপাদনশীলতা বজায় রাখে।
৪. ইনস্যুরেন্স ও নিয়মকানুন: অনেক দেশের ইলেকট্রিক্যাল কোডে মোটর সুরক্ষার জন্য ওভারলোড রিলে বাধ্যতামূলক।

ওভারলোড রিলে সিলেকশন ও সেটিং (Selection and Setting)

- একটি ওভারলোড রিলে নির্বাচন করার সময় মোটরের ফুল লোড কারেন্ট (FLC)-কে ভিত্তি ধরা হয়।
- রিলের কারেন্ট রেটিং মোটরের FLC-এর সমান বা খুব কাছাকাছি হতে হবে।
- সাধারণত, রিলে সেট করা হয় মোটরের রেটেড কারেন্টের 100% থেকে 115%-এর মধ্যে। সঠিক মান মোটরের টাইপ এবং এপ্লিকেশনের উপর নির্ভর করে।
- উদাহরণ: যদি একটি মোটরের ফুল লোড কারেন্ট 50A হয়, তাহলে ওভারলোড রিলেটি 50A-এর জন্য সেট করা যেতে পারে।

সেলফ চেক (Self Check) - ৪.৩

বহুমুখী ও সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ফিউজের মূল কাজ কী?
 - ক. ভোল্টেজ বৃদ্ধি করা
 - খ. শর্ট সার্কিট বা অতিপ্রবাহ থেকে সুরক্ষা দেওয়া
 - গ. সার্কিট চালু করা
 - ঘ. কারেন্ট কমানো
২. রিলের কয়েল কীভাবে কাজ করে?
 - ক. তাপ উৎপন্ন করে সার্কিট খোলে
 - খ. চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে কন্টাক্ট পরিবর্তন করে
 - গ. সার্কিটে ভোল্টেজ স্থিতিশীল রাখে
 - ঘ. কারেন্ট মাপার কাজ করে
৩. মোটর নিয়ন্ত্রণ সার্কিটে সাধারণত কোন যন্ত্রটি ব্যবহৃত হয়?
 - ক. কন্টাক্টর
 - খ. ফিউজ
 - গ. MCB
 - ঘ. ভোল্টেজ রেগুলেটর
৪. MCB ও MCCB-এর মধ্যে মূল পার্থক্য কী?
৫. ELCB-এর কাজ কী?
৬. ওভারলোড রিলে কী?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.৩

১. ফিউজের মূল কাজ কী?

উত্তর: শর্ট সার্কিট বা অতিপ্রবাহ (Overcurrent) হলে সার্কিট খুলে দিয়ে যন্ত্রকে সুরক্ষা দেওয়া।

(সঠিক উত্তর: খ)

২. রিলের কয়েল কীভাবে কাজ করে?

উত্তর: রিলের কয়েলে কারেন্ট প্রবাহিত হলে এটি চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে, ফলে কন্টাক্ট পরিবর্তিত হয়ে সার্কিট চালু বা বন্ধ হয়।

(সঠিক উত্তর: খ)

৩. মোটর নিয়ন্ত্রণ সার্কিটে সাধারণত কোন যন্ত্রটি ব্যবহৃত হয়?

উত্তর: কন্টাক্টর (Contactor) — এটি বড় মোটর সার্কিট নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।

(সঠিক উত্তর: ক)

৪. MCB ও MCCB-এর মধ্যে মূল পার্থক্য কী?

উত্তর:

- MCB (Miniature Circuit Breaker): ছোট সার্কিটে ($\geq 100A$) ব্যবহার হয়, সাধারণ গৃহস্থালি বা ছোট লোডে।
- MCCB (Moulded Case Circuit Breaker): বড় লোড সার্কিটে (100A–800A বা বেশি) ব্যবহার হয়; শিল্প কারখানার জন্য উপযুক্ত।

৫. ELCB-এর কাজ কী?

উত্তর: আর্থ লিকেজ বা বৈদ্যুতিক শক হলে সঙ্গে সঙ্গে সার্কিট বন্ধ করে দেয়, ফলে মানুষ ও যন্ত্র নিরাপদ থাকে।

৬. ওভারলোড রিলে কী?

উত্তর: একটি ওভারলোড রিলে হল একটি ইলেকট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইস যার মূল কাজ হলো ইলেকট্রিক মোটরকে অতিরিক্ত লোড (ওভারলোড) এবং কারেন্ট প্রবাহ থেকে সুরক্ষা প্রদান করা। যখন কোনও মোটর স্বাভাবিকের চেয়ে বেশি কারেন্ট গ্রহণ করে (যেমন, মেকানিক্যাল জ্যাম, অতিরিক্ত লোড, বা ভোল্টেজের তারতম্যের কারণে), ওভারলোড রিলে সক্রিয় হয়ে মোটরের পাওয়ার সাপ্লাই বিচ্ছিন্ন করে দেয়, যাতে মোটর পুড়ে বা স্থায়ীভাবে ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।

জব শিট (Job Sheet) - ৪.৩.১

জবের নাম: ইলেকট্রিক্যাল ফিউজ এবং সার্কিটব্রেকার সংযোগ করা।

কাজের ধাপ সমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শীট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ এবং পরিধান করা
২. স্পেসিফিকেশন শীট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করা
৩. মালামালের ত্রুটি আছে কি না পরীক্ষা করা
৪. সংযোগ করার সময় লোড সাইড ও সরবরাহ সাইড সনাক্ত করা
৫. বাস্তবে কাজ করার সময় সার্কিট ব্রেকার এবং ফিউজ ব্যবহারের ক্ষেত্রে অবশ্যই লোড হিসাব করা
৬. সম্পূর্ণ কাজ শেষে পুনরায় সার্কিট চেক করা
৭. নির্ধারিত রেটিংএর বেশি কারেন্ট প্রবাহিত করানোর জন্য সার্কিটের সাথে একটি হীটার সংযুক্ত করা
৮. সার্কিট ব্রেকারের কাজ পর্যবেক্ষণ করা
৯. কাজ শেষে যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ কর এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করা

সতর্কতা:

- পাওয়ার সরবরাহ বন্ধ রাখা (Isolate the power)
- সঠিক রেটিং নির্বাচন করা
- সঠিক তারের সাইজ ব্যবহার করা
- সংযোগ পয়েন্ট ভালোভাবে শক্ত করা
- ফিউজ ও ব্রেকারকে নিরাপদ জায়গায় স্থাপন করা
- সঠিক দিক ও পোল সংযোগ করা
- শর্ট সার্কিট এড়িয়ে চলা
- ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার করা
- সংযোগ দেওয়ার পরে টেস্ট করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৪.৩.১

জবের নামঃ ইলেকট্রিক্যাল ফিউজ এবং সার্কিটব্রেকার সংযোগ করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- এপ্রোন
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস

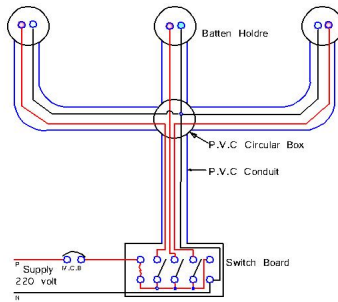
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- কাটিং প্লায়ার্স
- ওয়্যার স্ট্রিপার
- নোজ প্লায়ার্স
- স্ক্রু ড্রাইভার
- টেস্টার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ব্যাটেন হোল্ডার (৫ এম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট)
- ১ ওয়ে সুইচ (পিয়ানো টাইপ)
- ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প
- ক্যাবল (১৪/.০২৯)
- ইনসুলেশন টেপ
- সার্কিট ব্রেকার
- ফিউজ
- পি ভি সি চ্যানেল
- স্ক্রু
- শ্যাডেল

ড্রয়িংঃ



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) – 8.8

শিখন ফল-৪: মোটর সংযোগ সম্পন্ন করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ✓ মোটর স্টার্টার
- ✓ ডাইরেক্ট অনলাইন স্টার্টার
- ✓ স্টার-ডেল্টা স্টার্টার
- ✓ ফরওয়ার্ড-রিভার্স স্টার্টার

মোটর স্টার্টারঃ

বৈদ্যুতিক মেশিন ও ইকুইপমেন্ট পরিচালনার করার জন্য বিভিন্ন প্রকার কন্ট্রোলিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, যেন আমরা নিরাপদে উক্ত মেশিন বা Equipment কে নিয়ন্ত্রন করতে পারি। বিভিন্ন প্রকার কল-কারখানায় ব্যবহৃত এক ফেজ এবং তিন ফেজ মোটর ব্যবহার করা হয় এবং মোটরগুলো সরাসরি উৎপাদন প্রক্রিয়ার সাথে জড়িত ফলে মোটরের কোন সমস্যা হলে উৎপাদন ব্যহত হতে পারে এবং অনেক আর্থিক সমস্যার হতে পারে। তাই সকল সমস্যা দূর করে মোটরগুলোকে নিরাপদে চালু করার জন্য এবং নিয়ন্ত্রন করার জন্য Motor Controler ব্যবহার করা প্রয়োজন।

মোটর কেন্দ্রীকার হিসেবে আমরা বিভিন্ন প্রকার Starter ব্যবহার করি যা মোটরকে নিরাপদে চালু করে এবং লাইনে চালু অবস্থায় নিরাপদে রাখে।

মোটর Starter এর প্রয়োজনীয়তা:

মোটর স্টার্টার ছাড়াও একটি মোটরকে শুধুমাত্র সার্কিট ব্রেকার দিয়ে চালু করা যায়। কিন্তু তা নিরাপদ নয় কেননা একটি মোটর স্টার্ট হওয়ার সময় তার স্টার্টিং কারেন্ট রানিং কারেন্টের ৫-৭ গুন বেশি নেয়। এবং কোন কোন ক্ষেত্রে লাইন ভোল্টেজ কম থাকলে মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট ০৫-৭ গুন বেশি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। ফলে মোটরটি বেশি কারেন্ট গ্রহণ করার জন্য পুড়ে যেতে পারে।

তাই যে কোন প্রকার বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা থেকে মোটরকে রক্ষা করার জন্য মোটর Starter এর প্রয়োজনীয়তা অনেক বেশী।

মোটরের Starting Current বেশি হওয়ার কারণ:

আমরা জানি মোটরের আর্মেচারে সাপ্লাই দেওয়ার পূর্বে কোন Back EMF বা বিরুদ্ধ চাপ থাকে না ফলে স্টার্টিং এর সময় ইন্ডাকশন মোটর লাইন থেকে বেশি কারেন্ট গ্রহণ করে।

ইন্ডাকশন মোটরের রানিং কারেন্ট এর চেয়ে Starting কারেন্ট ৫-৭ গুন বেশি হয়। অর্থাৎ মোটর ফুল লোড নিয়ে চালু হওয়ার সময় বেশি কারেন্ট গ্রহণ করে। এর কারণ হচ্ছে সাপ্লাই দেওয়ার পূর্বে মোটরের আর্মেচারে কোন ব্যাক ই এম এফ থাকে না। নিম্নে একটি উদাহরণ থেকে আমরা মোটরের রানিং কারেন্ট এবং স্টার্টিং কারেন্টের মধ্যে পার্থক্য বুঝতে পারব।

- একটি 10Hp, 3φ Induction Motor এর সাপ্লাই ভোল্টেজ 400V, Frequency-50Hz-60Hz Pf=.8 ও দক্ষতা= 90% হলে উক্ত মোটরের স্টার্টিং এবং রানিং কারেন্ট কত হবে।

মোটরের রেটেড পাওয়ার

Line Current= _____

$\sqrt{3} \times$ লাইন ভোল্টেজ \times দক্ষতা \times পাওয়ার ফ্যাক্টর

$$= \frac{7460}{\sqrt{3} \times 400 \times .8 \times .9} [1\text{Hp}=740 \text{ W}]$$

$$= 14.98A$$

∴ Starting Current = $14.98 \times 5 = 74.85$ (App)

Running Current = Line Current

∴ Running Current = 14.98A (App)

থ্রী-ফেজ মোটর স্টার্টিং পদ্ধতি অনুযায়ী বিভিন্ন প্রকার মোটর স্টার্টারঃ

- Cam Switch
- DOL Starter/ Direct online Starter
- Forward – Reverse Starter
- Automatic-Star Delta Starter
- Autotransformer Starter
- Primary Resistance Starter

ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টার (Direct on Line [DOL] Starter):

DOL স্টার্টারের মাধ্যমে মোটরে সরাসরি কারেন্ট সাপ্লাই দেওয়া হয়। এ পদ্ধতিতে স্টার্টিং কারেন্ট কমানোর জন্য কোন যন্ত্র ব্যবহার করা হয় না। শুধুমাত্র সুইচ অন করে মোটরে সরাসরি সরবরাহ দেওয়া হয়। DOL স্টার্টারের সাহায্যে সর্বোচ্চ ৭ হর্স পাওয়ার পর্যন্ত মোটর পরিচালনা করা হয়। এর চেয়ে বেশি হর্স পাওয়ারের মোটর পরিচালনা করলে স্টার্টিং কারেন্ট বেশি গ্রহণ করে মোটর পুড়ে যাওয়ার সম্ভবনা থাকে। ছোট ছোট ইন্ডাকশন মোটর এর স্টার্টিং টর্ক ফুল-লোড টর্কের প্রায় দ্বিগুন হয়। ফলে স্টার্টিং এর সময় কাল শুধুমাত্র কয়েক সেকেন্ড স্থায়ী হয়।

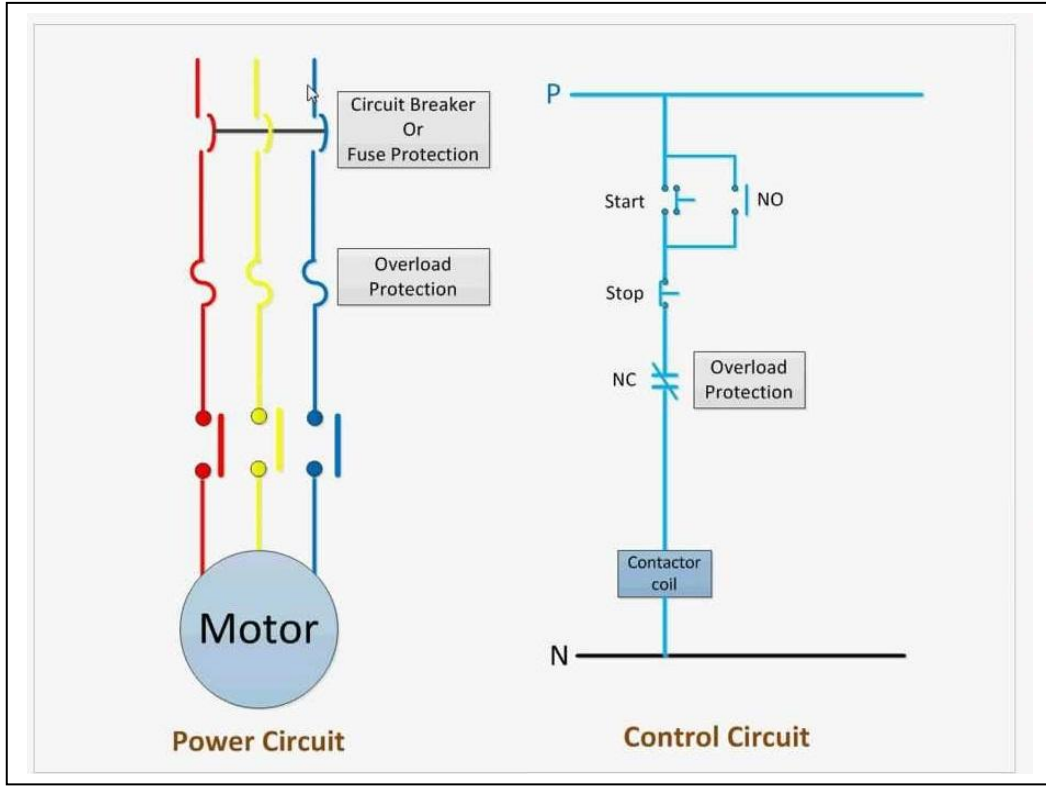
* ডাইরেক্ট অন-লাইন স্টার্টার ব্যবহার করে সম্পূর্ণ লাইন ভোল্টেজ মোটরের টার্মিনালে প্রয়োগ করা যায়। কিন্তু সে ক্ষেত্রে চালু করার সময় মোটর লাইন থেকে যে পরিমাণ কারেন্ট গ্রহণ করে তা ফুললোড কারেন্টের ৫ থেকে ৭ গুন বেশী। এইসব দিক বিবেচনা করে ডল স্টার্টারের সাহায্যে যে সব ইন্ডাকশন মোটর পরিচালনা করা হয় সেগুলোর টার্মিনাল স্টার কানেকশন করা হয়।

এ ক্ষেত্রে লাইন ভোল্টেজের $\frac{1}{\sqrt{3}}$ অংশ মোটরের টার্মিনালে প্রয়োগ করা হয়। ফলে স্টার্টিং কারেন্টের পরিমাণ কমে যায়।

সাথে সাথে মোটরে স্টার্টিং টর্ক ও কমে যায়।

DOL Starter-এর ব্যবহার ক্ষেত্র:

ইন্ডাস্ট্রিতে যে সব স্থানে বা যে মেশিনের ঘূর্ণন শক্তি তুলনামূলকভাবে কম প্রয়োজন এবং স্টার্টিং টর্ক অধিক না হলেও মোটর দিয়ে যে সব মেশিন বা ইকুইপমেন্ট পরিচালনা করা যায় যে সব স্থানে সাধারণত ১-৫ হর্স পাওয়ার পর্যন্ত মোটর ব্যবহার করা হয়। উক্ত ছোট ছোট ইন্ডাকশন মোটর পরিচালনা করতে ডল স্টার্টার ব্যবহার করা হয়।



Automatic Star-Delta Starter:

আমরা জানি ত্রি ফেজ এল .টি সিস্টেমে লাইন ভোল্টেজ ৪০০ ভোল্ট। তাই ত্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটর এর টার্মিনালে সরাসরি ৪০০ ভোল্ট প্রয়োগ করলে মোটরটি পূর্ণ স্টার্টিং টর্কে স্টার্ট হবে। যেহেতু স্টার্টিং টর্ক মোটরের টার্মিনাল ভোল্টেজের বর্গফলের সমানুপাতিক। আবার মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট ৫-৭ গুন বেশি হওয়ায়, মোটরকে সরাসরি ডেল্টায় সংযোগ দিলে মোটরের টার্মিনাল ভোল্টেজ লাইন ভোল্টেজের সমান হবে অর্থাৎ পূর্ণ ভোল্টেজে মোটরটি লোড অবস্থায় চালু হবে। পূর্ণ ভোল্টেজে লোড অবস্থায় চালু হলে ইন্ডাকশন মোটরের ফুল লোড স্টার্টিং কারেন্ট ৫-৭ গুন বেশি হতে পারে। এ অবস্থায় লাইন থেকে স্টার্টিং কারেন্ট বেশি গ্রহণ করে মোটরটি পুড়ে যেতে পারে। তাই ত্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটরকে প্রথমে স্টার কানেকশনে স্টার্ট করা হয় এবং মোটরটির গতি সম্পূর্ণ হলে তার টার্মিনাল কানেকশন ডেল্টায় রূপান্তর করে সার্বক্ষণিক চালু রাখা হয়। আর এই কাজটি সম্পন্ন করার জন্য টাইমার রিলে ব্যবহার করা হয়। একটি ৩ ফেজ ইন্ডাকশন মোটরকে স্টার থেকে ডেল্টায় রূপান্তর করার জন্য টাইমারে যে নির্দিষ্ট সময় নির্ধারণ করা হয় তা নিম্নের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়।

ধরি, ১৫ হর্স পাওয়ারের একটি মোটরকে স্টার - ডেল্টা স্টার্টারের সাহায্যে পরিচালনা করতে হবে তাহলে স্টার থেকে ডেল্টায় কনভার্ট করতে টাইমারে টাইম সিলেক্ট করতে হবে-----

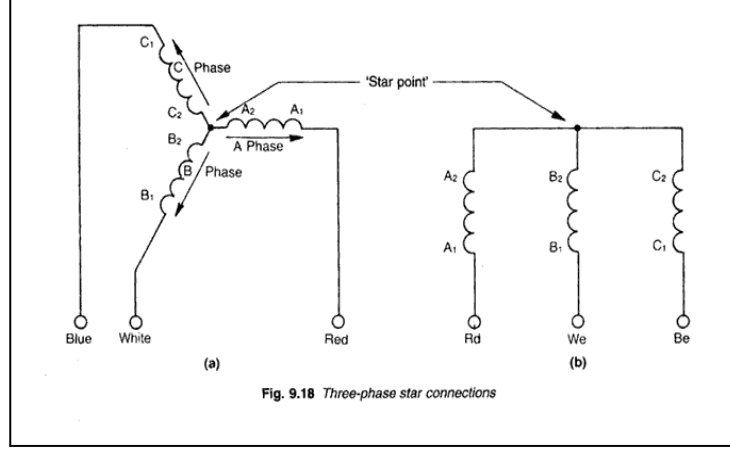
$$(HP/2) + 5 \text{ Second}$$

সুতরাং, $(15/2) + 5 = 12.5$ সেকেন্ড টাইমারে সিলেক্ট করতে হবে।

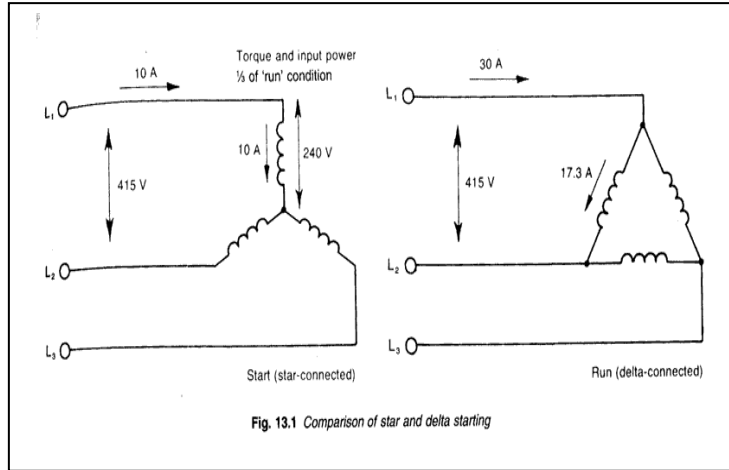
Star এবং Delta Connection কি এবং এই কানেকশনের মাধ্যমে কিভাবে মোটরটি প্রথমে লাইন ভোল্টেজের 57% - 60% এ স্টার্ট হয়।

স্টার কানেকশন:

এই কানেকশনে মোটর ৬টি টার্মিনালের (A1, B1, C1), (A2, B2, C2) যে কোন তিনটি টার্মিনালকে একটি বিন্দুতে একত্রিত করা হয় এবং অপর তিনটি টার্মিনালে তিনফেজ সরবরাহ সংযোগ করা হয়। নিচের চিত্র থেকে আমরা তা সম্পূর্ণভাবে বুঝার চেষ্টা করবো।



চিত্রে দেখতে পাই স্টার কানেকশনে মোটরের টার্মিনাল ভোল্টেজের চেয়ে লাইন ভোল্টেজ বেশি।



গাণিতিক ভাবে স্টার সংযোগের ক্ষেত্রে,

স্টারটিং লাইন কারেন্ট $\frac{1}{\sqrt{3}}$, এবং $I_P = I_L$ হয়।

এই সময়ে মোটরের রোটরে যে টর্ক উৎপন্ন হবে তার পরিমাণও এক তৃতীয়াংশ হয়ে যাবে।
মোটরের টার্মিনাল ভোল্টেজ হবে,

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$$

বা, $V_p = \frac{400}{\sqrt{3}}$ [$V_L = 400$ volt]

বা, $V_p = 230$

অর্থাৎ মোটরের টার্মিনালে প্রতিফেজ এবং নিউট্রাল বিন্দুর মধ্যকার ফেজ পার্থক্য হবে ২৩০ ভোল্ট যা লাইন ভোল্টেজের প্রায় ৪০% কম ভোল্ট।

$$= \frac{230 \times 100}{400}$$

$$= 57.5\%$$

উপরোক্ত বর্ণনা থেকে এটা প্রতীয়মান যে স্টার সংযোগের সময় একটি ত্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর লাইন ভোল্টেজের ৪০% কম ভোল্টেজ গ্রহণ করে (যা হ্রাসকৃত ভোল্টেজ) চালু হয় এতে মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট লোড কারেন্টের ১.৫ - ৩ গুন হয়।

ডেল্টা কানেকশন:

এই কানেকশনে মোটরের ৬টি টার্মিনালের ছয়টিতেই সরাসরি লাইন ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়। তবে তা একটি নিয়ম মেনে সংযোগ করা হয় যা চিত্রে দেখানো হয়েছে। চিত্র থেকে আমরা বুঝতে পারছি যে ডেল্টা কানেকশনের মোটরের টার্মিনাল ভোল্টেজ এবং লাইন ভোল্টেজ সমান।

গাণিতিক ভাবে,

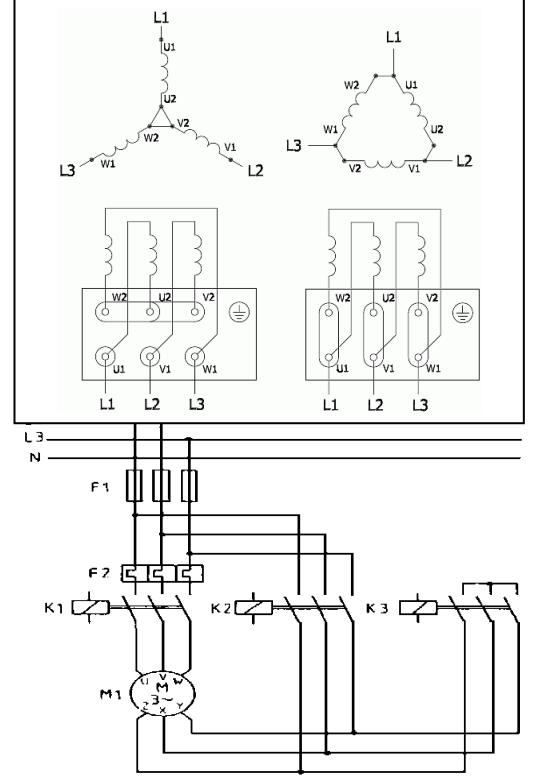
$$V_L = V_P$$

$$I_L = I_p \times \sqrt{3}$$

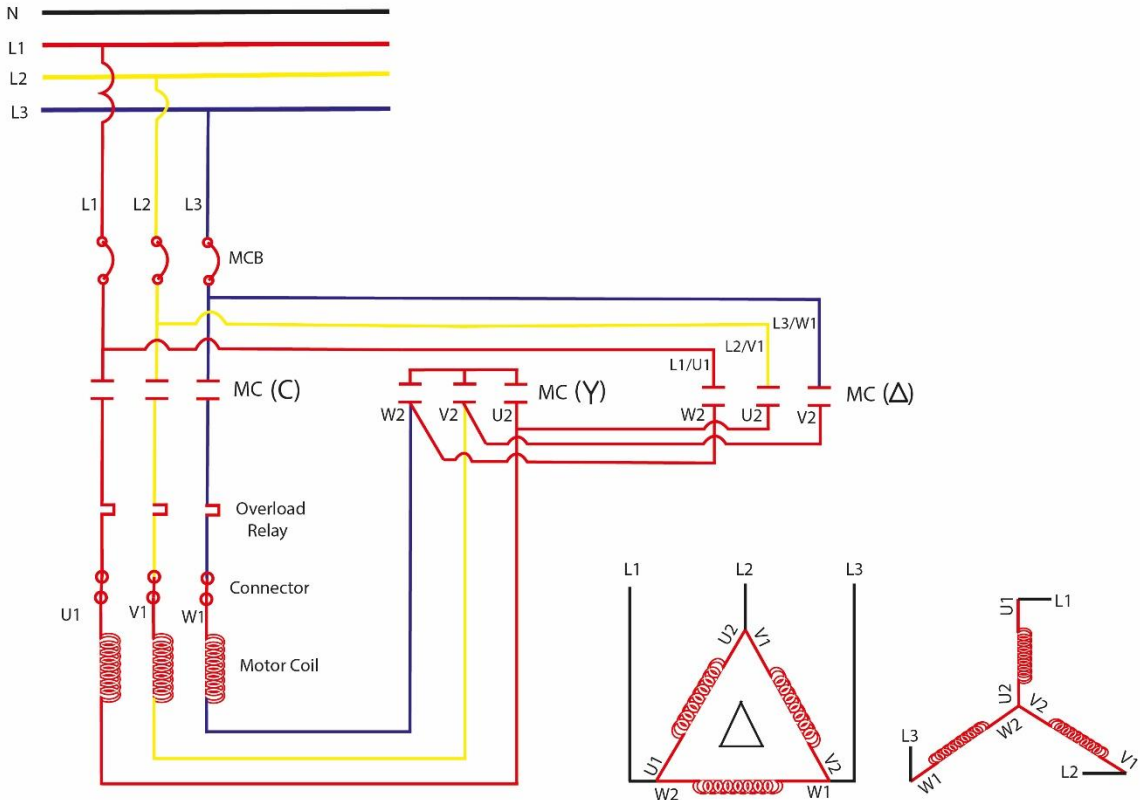
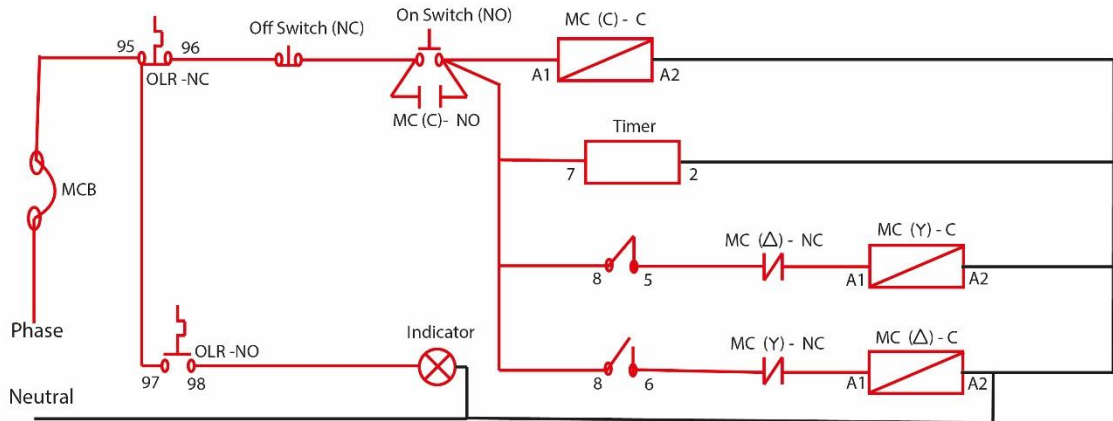
উপরোক্ত বর্ণনা থেকে বোঝা যায় ডেল্টা কানেকশনে তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর লাইন ভোল্টেজের পূর্ণ ভোল্টেজ পায়। এই অবস্থায় মোটরটির টার্ক ও বেড়ে যায়। কিন্তু মোটরের লোড কারেন্ট ফেজে কারেন্টের $\sqrt{3}$ গুন বেশি হয়। ফলে মোটরটি লোড নিয়ে প্রায় ৮৫% থেকে ৯৫% দক্ষতায় চালু থাকে যা স্টার কানেকশনে পাওয়া যায় না। অর্থাৎ স্টার্টিং কারেন্ট হ্রাস করার জন্য মোটরকে প্রথমে স্টার কানেকশনে স্টার্ট করা হয় এবং মোটরের গতিবেগ ও দক্ষতা বৃদ্ধির জন্য ডেল্টা কানেকশনে তা সার্বক্ষণিক চালু রাখা হয়।

অটোমেটিক স্টার ডেল্টা স্টার্টারে ব্যবহৃত মালামাল সমূহ।

- ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর।
- পুশ বাটন সুইচ।
- টাইমার।
- টাইমার বেস।
- ওভার লোড রিলে।
- পাইলট ল্যাম্প।



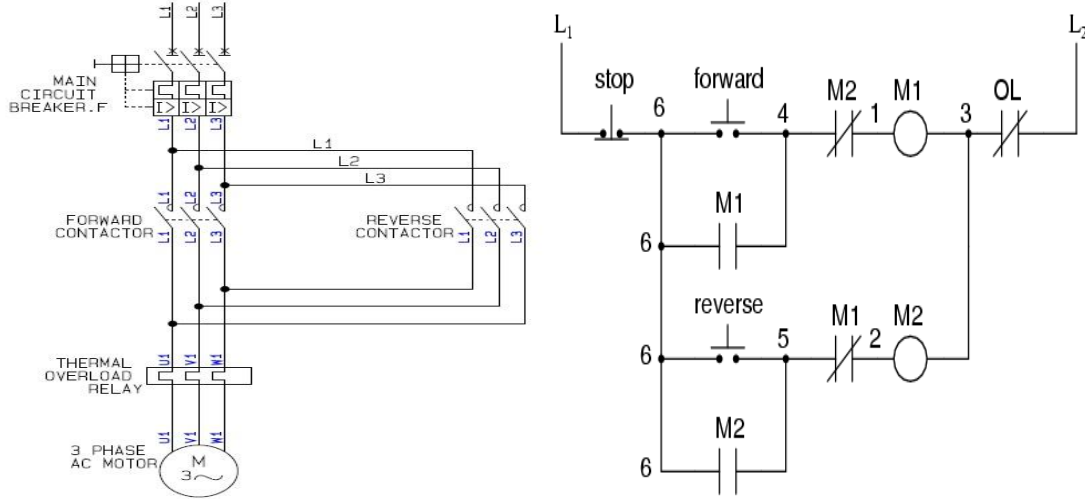
➔ Star Delta Motor Control & Power Connection Circuit



ফরওয়ার্ড রিভার্স স্টার্টার (Forward – Reverse Starter):

সংজ্ঞা:-

যে স্টার্টারের সাহায্যে কোন মোটরকে ক্লক ওয়াইজ এবং এন্টি ক্লক ওয়াইজ ঘুরানো যায় তাকে ফরওয়ার্ড-রিভার্স স্টার্টার বলে।



কার্যপ্রণালী:

এই স্টার্টারের মূল কাজ হলে একটি তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের টার্মিনালে ফেজ সিকোয়েন্স পরিবর্তন করে মোটরের ঘোরার দিক পরিবর্তন করা। যেমনঃ যদি কোন মোটরের টার্মিনালে ফেজ গুলোকে (R, Y, B) ক্রমানুসারে টার্মিনালে সংযোগ দেওয়া হয় তাহলে মোটরটি ক্লক ওয়াইজ ঘুরবে এবং ফেজগুলোকে (R, B, Y) ক্রম অনুসারে টার্মিনালে সংযোগ দিলে মোটরটি এন্টিক্লক ওয়াইজ ঘুরবে। এই স্টার্টার তৈরীতে ক্যাম সুইচ ও ব্যবহার করা হয় তবে বর্তমানে ম্যাগনেটিক কন্ট্রোলারের সাহায্যে এই স্টার্টার তৈরী করা হয়।

চিত্রে আমরা দেখতে পাচ্ছি যে, এই স্টার্টারের জন্য দুটি ম্যাগনেটিক কন্ট্রোলার ব্যবহার করা হয়েছে তবে তিনটি ম্যাগনেটিক কন্ট্রোলার ব্যবহার করলে এর কানেকশন সুবিধাজনক হয়। যাই হোক এই স্টার্টারের ব্যবহৃত তিনটি পুশ বাটন সুইচ একটি অফ সুইচ এবং অপর দুটি (F)অন এবং (R)অন সুইচ। এখানে Mc₁ (F)এবং Mc₂ (R)জন্য ব্যবহার করা হয়েছে। যখন পুশ বাটন সুইচ দিয়ে (F) অন করব তখন (R) অন হবে না। আবার যখন ঋ বা ফরওয়ার্ড সুইচ দিয়ে ফরওয়ার্ড ম্যাগনেটিক কন্ট্রোলার (MC, F) অফ করব। তখন রিভার্স (R) সুইচ অন করলে (MC-2(R) অন হবে। অর্থাৎ দুটি ম্যাগনেটিক কন্ট্রোলার এর মধ্যে ইন্টারলকিং কানেকশন থাকে।

Forward –Reverse স্টার্টারের ব্যবহৃত মালামাল সমূহ -

- পুশ বাটন সুইচ।
- ম্যাগনেটিক কন্ট্রোলার।
- ওভারলোড রিলে।
- টাইমার (যদি সংক্রিয় F.R Starter হয়)

সেলফ চেক (Self Check) – ৪.৪

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. মোটর কন্ট্রোল সার্কিট কি?
২. মোটর পরিচালনার জন্য মোটর কন্ট্রোল সার্কিট প্রয়োজন কেন?
৩. মোটর কন্ট্রোল সার্কিটের জন্য কি কি মালামাল প্রয়োজন?
৪. ম্যাগনেটিক কন্ট্রোল কি? এটি কেন ব্যবহার করা হয়?
৫. টাইমার কি?
৬. মোটর পরিচালনার জন্য স্টার ডেল্টা স্টার্টার কেন ব্যবহার করা হয়?
৭. ফরওয়ার্ড-রিভার্স স্টার্টার কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) - 8.8

১. মোটর কন্ট্রোল সার্কিট কি?

উত্তরঃ মোটর কন্ট্রোল সার্কিট (Motor Control Circuit) হলো এমন একটি বৈদ্যুতিক সার্কিট যা ইলেকট্রিক মোটরের কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণ করে, যেমন:

- ✓ মোটর চালু করা (Start)
- ✓ বন্ধ করা (Stop)
- ✓ গতি নিয়ন্ত্রণ করা (Speed control)
- ✓ দিক পরিবর্তন এবং (Forward/Reverse)
- ✓ ওভারলোড সুরক্ষা (Overload Protection).

২. মোটর পরিচালনার জন্য মোটর কন্ট্রোল সার্কিট প্রয়োজন কেন?

উত্তরঃ একটি মোটর স্টার্ট হওয়ার সময় তার স্টার্টিং কারেন্ট রানিং কারেন্টের ৫-৭ গুন বেশি নেয়। এবং কোন কোন ক্ষেত্রে লাইন ভোল্টেজ কম থাকলে মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট ০৫-৭ গুন বেশি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। ফলে মোটরটি বেশি কারেন্ট গ্রহণ করার জন্য পুড়ে যেতে পারে। তাই যে কোন প্রকার বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা থেকে মোটরকে রক্ষা করার জন্য মোটর Starter এর প্রয়োজনীয়তা অনেক বেশী।

৩. মোটর কন্ট্রোল সার্কিটের জন্য কি কি মালামাল প্রয়োজন?

উত্তরঃ

- ✓ Magnetic Contactor
- ✓ Overload Relay
- ✓ Timing Relay/Timer
- ✓ On Switch (Push Butons)
- ✓ Off Switch (Push Butons)
- ✓ Solenoid Valve
- ✓ Limit Switch

৪. ম্যাগনেটিক কন্ট্রোল সার্কিট কি? এটি কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ এটি একটি ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক সুইচিং সিস্টেম (Electromagnetic Switching System)। একাধিক সুইচকে একসাথে অন বা অফ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

৫. টাইমার কি?

উত্তরঃ টাইমার বা Timing Relay হল এক ধরনের electromechanical বা electronic switch, যা নির্দিষ্ট সময় (delay) অনুযায়ী কোনও বৈদ্যুতিক যন্ত্র বা সার্কিট চালু (ON) বা বন্ধ (OFF) করতে ব্যবহৃত হয়।

৬. মোটর পরিচালনার জন্য স্টার ডেল্টা স্টার্টার কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ পূর্ণ ভোল্টেজে লোড অবস্থায় চালু হলে ইন্ডাকশন মোটরের ফুল লোড স্টার্টিং কারেন্ট ৫-৭ গুন বেশি হতে পারে। এ অবস্থায় লাইন থেকে স্টার্টিং কারেন্ট বেশি গ্রহণ করে মোটরটি পুড়ে যেতে পারে। তাই ত্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটরকে প্রথমে স্টার কানেকশনে স্টার্ট করা হয় এবং মোটরটির গতি সম্পূর্ণ হলে তার টার্মিনাল কানেকশন ডেল্টায় রূপান্তর করে সার্বক্ষণিক চালু রাখা হয়।

৭. ফরওয়ার্ড-রিভার্স স্টার্টার কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ মোটরকে ক্লক ওয়াইজ এবং এন্টি ক্লক ওয়াইজ ঘুরানোর কাজে ফরওয়ার্ড রিভার্স স্টার্টার ব্যবহার করা হয়।

জব শিট (Job Sheet) - ৪.৪.১

জবের নাম: ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টের সংযোগ করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করা
২. প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করা
৩. ম্যাগনেটিক কন্ট্রোল চেক করা
৪. ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সুইচ এবং ম্যাগনেটিক কন্ট্রোল সংযোগ করা
৫. মোটরের সংযোগ সম্পন্ন করা
৬. সংযোগ সমূহ চেক করা
৭. লাইনের সাথে সংযোগ করে সাপ্লাই দেয়া
৮. সুইচ অন-অফ করে সার্কিটের কার্যকারিতা পর্যবেক্ষণ করা
৯. যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে ব্যবহার ও রক্ষণাবেক্ষণ করা

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষন করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৪.৪.১

জবের নাম: ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টের সংযোগ করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- এপ্রোন
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস

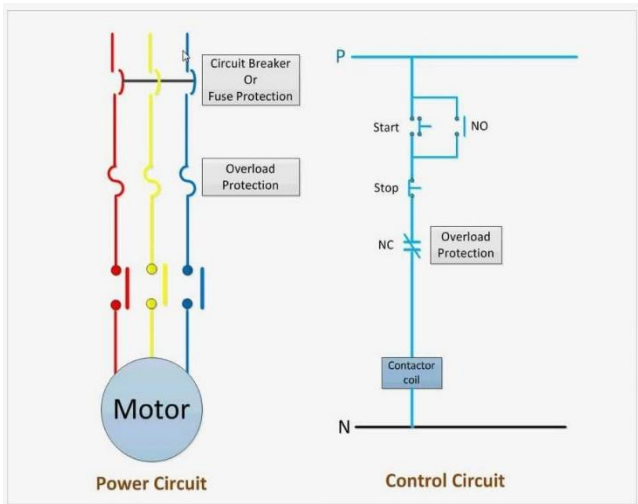
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টস:

- নিয়ন টেস্টা
- কাটিং প্লায়ার্স
- ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার
- স্টার স্ক্রু ড্রাইভার
- কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার
- নোজ প্লায়ার্স
- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- এ্যাডজাস্টেবল রেঞ্জ
- পাঞ্চ মেশিন

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ম্যাগনেটিক কন্টাকটর (২০ এ্যাম্পিয়ার)
- ওভারলোড রিলে (২০ এ্যাম্পিয়ার)
- পুশ সুইচ
- ক্যাবল লাক্স - (১.৫ ও ২.৫ আর. এম.)
- পাইলট ল্যাম্প
- থ্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটর- ৫ হর্স পাওয়ার
- ক্যাবল ১.৫ এবং ২.৫ আর.এম

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



জব শিট (Job Sheet) - ৪.৪.২

জবের নাম: ফরওয়ার্ড রিভার্স স্টার্টার তৈরি করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন
২. প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করুন
৩. ম্যাগনেটিক কন্ট্রোল চেক করুন
৪. ডায়গ্রাম অনুযায়ী সুইচ এবং ম্যাগনেটিক কন্ট্রোলসহ সংযোগ করুন
৫. মোটরের সংযোগ সম্পন্ন করুন
৬. সংযোগ সমূহ চেক করুন
৭. লাইনের সাথে সংযোগ করে সাপ্লাই দিন
৮. সুইচ অন-অফ করে সার্কিটের কার্যকারিতা পর্যবেক্ষণ করুন
৯. যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে ব্যবহার ও রক্ষণাবেক্ষণ করুন

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৪.৪.২

জবের নাম: ফরওয়ার্ড রিভার্স স্টার্টার তৈরি করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- এপ্রোন
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস

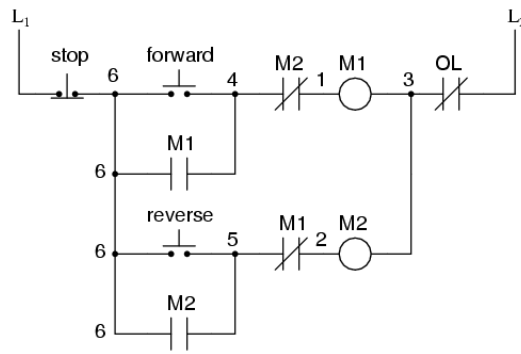
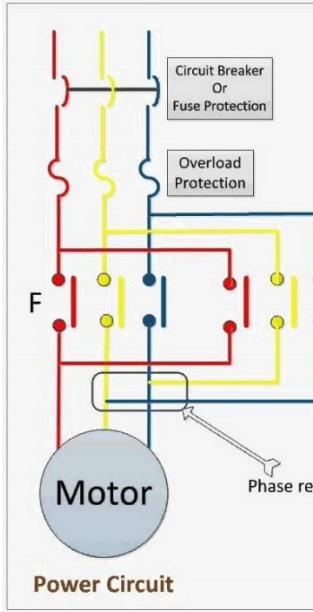
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- নিয়ন টেস্টার
- কাটিং প্লায়ার্স
- ফ্ল্যাট জু ড্রাইভার
- স্টার জু ড্রাইভার
- কানেকটিং জু ড্রাইভার
- নোজ প্লায়ার্স
- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- এগ্যাডজাস্টেবল রেঞ্জ
- পাঞ্চ মেশিন

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ম্যাগনেটিক কন্টাকটর (২০ এম্পিয়ার)
- ওভারলোড রিলে (২০ এম্পিয়ার)
- পুশ সুইচ
- ক্যাবল লাক্স - (১.৫ ও ২.৫ আর. এম.)
- পাইলট ল্যাম্প
- থ্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটর- ৫ হর্স পাওয়ার
- ক্যাবল ১.৫ এবং ২.৫ আর.এম

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



জব শিট (Job Sheet)-8.8.৩

জবের নাম: অটোমেটিক স্টার ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট তৈরি করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন
২. প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি সংগ্রহ র
৩. ম্যাগনেটিক কন্ট্রোলারের কয়েল এবং কন্ট্রোল চেক র
৪. ডায়গ্রাম অনুযায়ী সুইচ এবং ম্যাগনেটিক কন্ট্রোলারদ্বয় সংযোগ করুন
৫. মোটরের সংযোগ সম্পন্ন করুন
৬. সংযোগ সমূহ চেক করুন
৭. লাইনের সাথে সংযোগ করে সাপ্লাই দিন
৮. সুইচ অন-অফ করে সার্কিটের কার্যকারিতা পর্যবেক্ষণ করুন
৯. যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে ব্যবহার ও রক্ষণাবেক্ষণ করুন

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৪.৪.৩

জবের নাম: অটোমেটিক স্টার ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট তৈরি করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- এপ্রোন
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্টস:

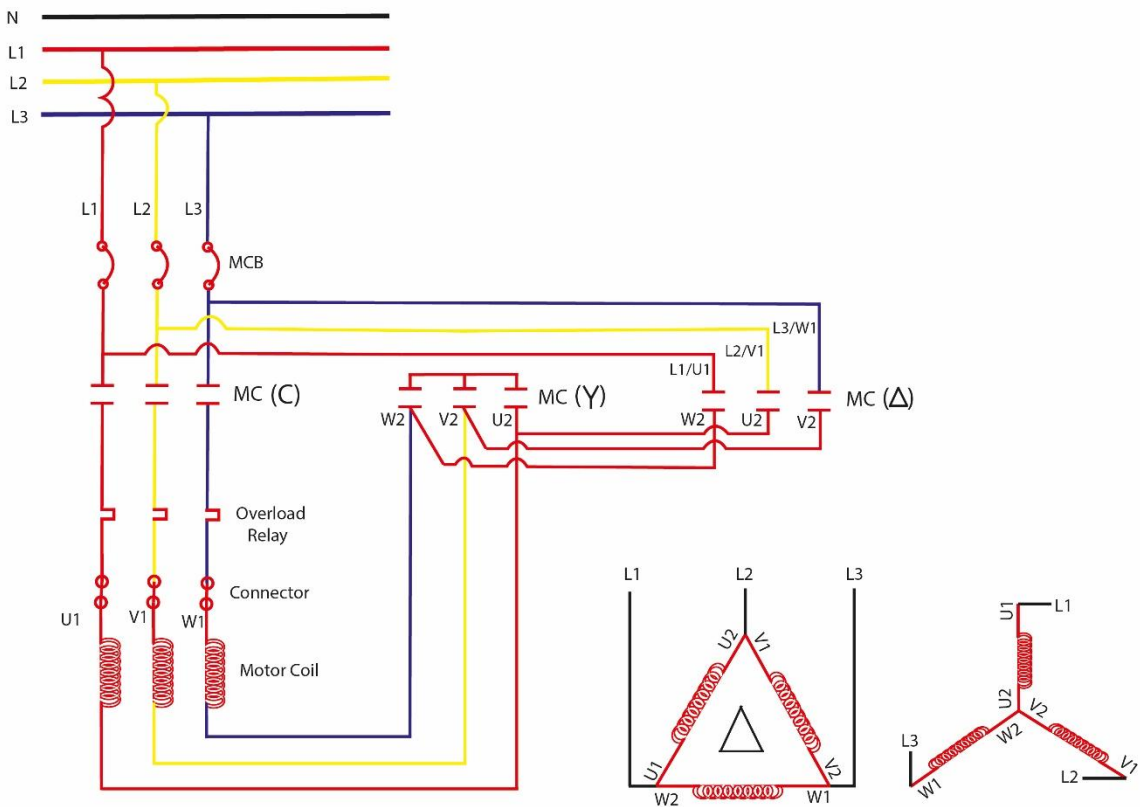
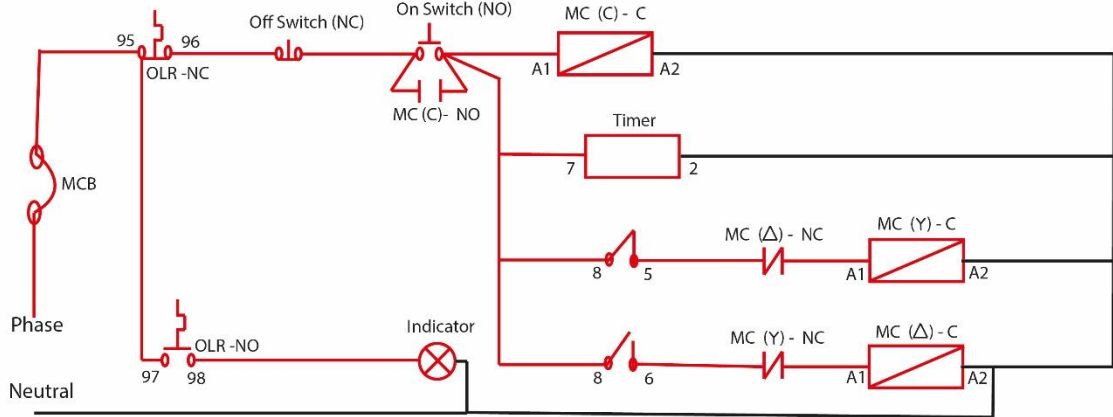
- নিয়ন টেস্টার
- কাটিং প্লায়ার্স
- ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার
- স্টার স্ক্রু ড্রাইভার
- কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার
- নোজ প্লায়ার্স
- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- এ্যাডজাস্টেবল রেঞ্জ
- পাঞ্চ মেশিন

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ম্যাগনেটিক কন্টাকটর (২০ এ্যাম্পিয়ার)
- ওভারলোড রিলে (২০ এ্যাম্পিয়ার)
- পুশ সুইচ
- টাইমার
- টাইমার বেস।
- ক্যাবল লাক্স - (১.৫ ও ২.৫ আর. এম.)
- পাইলট ল্যাম্প
- থ্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটর- ৫ হর্স পাওয়ার
- ক্যাবল ১.৫ এবং ২.৫ আর.এম

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:

➔ Star Delta Motor Control & Power Connection Circuit



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৪.৫

শিখন ফল-৫: সার্কিট পরীক্ষা ও যাচাই করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- প্রতিটি স্টার্টারের সকল সংযোগ পরীক্ষা এবং সঠিক বলে নিশ্চিত করা
- মোটর এবং স্টার্টারের মধ্যে সংযোগ চেক এবং টেস্ট করা

(ক) মোটর স্টার্টারের সংযোগ পরীক্ষাঃ

মোটর চালুর আগে বা মেরামতের পর মোটর স্টার্টারের সংযোগ ঠিক আছে কি না তা পরীক্ষা করা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এতে শর্ট সার্কিট, ভুল সংযোগ বা ওভারলোড সমস্যা থেকে রক্ষা পাওয়া যায়।

স্টার্টারের সংযোগ পরীক্ষার উদ্দেশ্য:

- স্টার্টারের সব সংযোগ সঠিকভাবে হয়েছে কি না তা যাচাই করা।
- কন্টাক্টর, ওভারলোড রিলে, পুশ বাটন ইত্যাদি ঠিকভাবে কাজ করছে কি না দেখা।
- মোটরের সঠিক ঘূর্ণনদিক (rotation direction) নির্ধারণ করা।
- বৈদ্যুতিক সুরক্ষা নিশ্চিত করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম:

- মাল্টিমিটার (Multimeter) বা মেগার (Megger)
- স্ক্রু ড্রাইভার
- টেস্ট ল্যাম্প
- ইনসুলেশন টেস্টার
- স্প্যানার/প্লায়াস



স্টার্টারের সংযোগ পরীক্ষার ধাপসমূহ:

ক) ভিজুয়াল চেক (Visual Check):

- সব তারের সংযোগ শক্তভাবে লাগানো আছে কি না দেখা।
- লুজ কানেকশন, শর্ট বা পোড়া দাগ আছে কি না যাচাই করা।
- পুশ বাটন ও ওভারলোড রিলে সঠিকভাবে বসানো আছে কি না দেখা।

খ) কন্টিনিউটি টেস্ট (Continuity Test):

- মাল্টিমিটারকে “continuity mode”-এ সেট করুন।
- স্টার্টারের ইনপুট (L1, L2, L3) থেকে আউটপুট (T1, T2, T3) পর্যন্ত সংযোগ ঠিক আছে কি না পরীক্ষা করুন।
- পুশ বাটন “ON” করলে কন্টিনিউটি থাকবে, “OFF” করলে বিচ্ছিন্ন হবে।

গ) ওভারলোড রিলে পরীক্ষা:

- ওভারলোড রিলের “ট্রিপ” বাটন চেপে দেখুন কন্টাক্ট খুলে যাচ্ছে কি না।
- “রিসেট” বাটন চাপলে আবার কন্টাক্ট ফিরে আসছে কি না যাচাই করুন।

ঘ) ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট (Insulation Resistance Test):

- মেগার দিয়ে ইনপুট ও আউটপুটের মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করুন।
- মান সাধারণত ১ মেগাঅহম (1 Me) বা তার বেশি হওয়া উচিত।

ঙ) মোটর ঘূর্ণন পরীক্ষা (Rotation Test):

- মোটর চালিয়ে দেখুন ঘূর্ণনদিক সঠিক আছে কি না।
- উল্টো ঘূর্ণন হলে দুটি ফেজ অদলবদল করুন (যেমন L1 ↔ L3)।

সতর্কতা:

- পরীক্ষার আগে মেইন সুইচ বন্ধ করুন।
- ভোল্টেজ প্রয়োগের আগে সব সংযোগ ভালোভাবে চেক করুন।
- নিরাপত্তা গ্লাভস ও ইনসুলেটেড টুল ব্যবহার করুন।

(খ) মোটর এবং স্টার্টারের মধ্যে সংযোগ চেক ও টেস্ট করাঃ

মোটর চালানোর আগে মোটর এবং স্টার্টারের মধ্যে সঠিক সংযোগ ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করা খুবই জরুরি। ভুল সংযোগ বা ত্রুটি থাকলে মোটর পুড়ে যেতে পারে বা সার্কিট ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।

উদ্দেশ্য (Purpose):

- মোটর ও স্টার্টারের সংযোগ সঠিকভাবে হয়েছে কি না যাচাই করা।
- ইনসুলেশন ও কন্টিনিউটি ঠিক আছে কি না পরীক্ষা করা।
- স্টার্টার মোটরকে সঠিকভাবে চালু ও বন্ধ করছে কি না তা নিশ্চিত করা।
- ওভারলোড প্রটেকশন ঠিকভাবে কাজ করছে কি না দেখা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি:

- মাল্টিমিটার (Multimeter): কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্স পরিমাপে জন্য ব্যবহৃত হয়।
- মেগার (Megger): ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ এবং বিভিন্ন প্রকার টেস্টে ব্যবহৃত হয়।
- স্ক্রু ড্রাইভার, প্লায়ার্স: স্ক্রু খোল এবং লাগানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।
- টেস্ট ল্যাম্প: বিভিন্ন প্রকার টেস্ট করতে টেস্ট ল্যাম্প ব্যবহৃত হয়।
- স্প্যানার সেট: নাট বোল্ট খোলা এবং লাগানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।



নিরাপত্তা সতর্কতা (অনুগ্রহ করে আগে পড়ুন):

১. লক-আউট/ট্যাগ-আউট (LOTO): মোটর স্টার্টার এবং সংশ্লিষ্ট মেইন সার্কিট ব্রেকার/আইসোলোটার থেকে সম্পূর্ণরূপে পাওয়ার ডিসকানেক্ট করুন এবং তালা লাগান।
২. ভোল্টেজ নেই নিশ্চিত হোন: একটি নির্ভরযোগ্য মাল্টিমিটার বা ভোল্টেজ টেস্টার দিয়ে মোটর স্টার্টারের আউটপুট টার্মিনাল (T1, T2, T3) এবং মোটর টার্মিনাল বক্সে কোন ভোল্টেজ নেই তা নিশ্চিত হোন।
৩. মোটর শ্যাফট হাত দিয়ে ঘুরিয়ে নিন: নিশ্চিত করুন যে মোটর বা 它所 সংযুক্ত মেশিনারি (যেমন পাম্প, ফ্যান) কোনো যান্ত্রিক জ্যামে নেই এবং স্বাধীনভাবে ঘুরতে পারে।

ধাপ ১: ভিজুয়াল ইন্সপেকশন (Visual Inspection)

১. মোটর টার্মিনাল বক্স: মোটর টার্মিনাল বক্স খুলুন।
২. সংযোগের অবস্থা: মোটর তারের সংযোগ (ডেল্টা বা স্টার) সঠিক এবং টাইট কিনা দেখুন।
৩. ইন্সুলেশন: মোটর টার্মিনালের কোনো ইন্সুলেশন ফাটল, পোড়া বা ক্ষতির চিহ্ন আছে কিনা দেখুন।
৪. কন্ডাক্টর/কেবল: স্টার্টার থেকে মোটরে যাওয়া কেবল/কন্ডাক্টরটি কোনো মেকানিক্যাল ক্ষতি, ঘষা বা অতিরিক্ত গরম হওয়ার চিহ্ন আছে কিনা দেখুন।

ধাপ ২: মোটর এবং স্টার্টারের মধ্যকার কেবল পরীক্ষা (Cable Testing)

এখানে আমরা স্টার্টারের আউটপুট টার্মিনাল (T1, T2, T3) এবং মোটরের টার্মিনাল (U, V, W) সংযোগকারী কেবল/তারের অখণ্ডতা পরীক্ষা করব।

ক. কন্টিনিউটি এবং সঠিক ফেজিং পরীক্ষা (Continuity and Correct Phasing)

- টেস্টার: মাল্টিমিটার (কন্টিনিউটি/রেজিস্ট্যান্স মোডে)।
- পদ্ধতি:
 ১. স্টার্টারের T1 টার্মিনালে একটি মাল্টিমিটার প্রোব রাখুন।
 ২. মোটর টার্মিনাল বক্সে গিয়ে U টার্মিনালে অপর প্রোব রাখুন।
 ৩. প্রাপ্ত ফলাফল: মাল্টিমিটারে কন্টিনিউটি (বিপ শব্দ) পাবেন এবং রেজিস্ট্যান্স খুব কম (প্রায় 0 Ω) হবে।
 ৪. একইভাবে T2 থেকে V এবং T3 থেকে W-এর মধ্যে কন্টিনিউটি পরীক্ষা করুন।
 ৫. ক্রস-পরীক্ষা (Cross-check): নিশ্চিত করুন যে T1 থেকে V বা W-এ কোনো কন্টিনিউটি নেই। যদি থেকে থাকে, তার মানে ফেজগুলো মধ্যে শর্ট সার্কিট হয়েছে।

এই পরীক্ষার উদ্দেশ্য: নিশ্চিত করা যে প্রতিটি ফেজের তার স্টার্টার থেকে মোটর পর্যন্ত অবিচ্ছিন্নভাবে সংযুক্ত আছে এবং কোনো দুটি ফেজের মধ্যে শর্ট সার্কিট নেই।

খ. গ্রাউন্ড/আর্থ ফল্ট পরীক্ষা (Ground/Earth Fault Test)

- টেস্টার: মাল্টিমিটার বা মেগার (ইনসুলেশন টেস্টার)।
- পদ্ধতি (মাল্টিমিটার দিয়ে):
 ১. মাল্টিমিটারকে কন্টিনিউটি মোডে রাখুন।
 ২. স্টার্টারের T1 টার্মিনালে একটি প্রোব রাখুন এবং অপর প্রোব মোটরের আর্থ/গ্রাউন্ড টার্মিনালে রাখুন।
 ৩. প্রাপ্ত ফলাফল: কোনো কন্টিনিউটি থাকা উচিত নয়।
 ৪. একইভাবে T2 এবং T3 টার্মিনালের জন্যও পরীক্ষা করুন।
- পদ্ধতি (মেগার দিয়ে - আরও ভালো):
 ১. মেগারটি 500V বা 1000V DC মোডে সেট করুন।
 ২. প্রতিটি ফেজ (T1, T2, T3) এবং আর্থ/গ্রাউন্ডের মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করুন।

৩. প্রাপ্ত ফলাফল: রিডিং 1 Me ($10,00,000 \text{ e}$)-এর বেশি হওয়া উচিত। কম মান মানে কেবল বা মোটরের ইনসুলেশন খারাপ হয়েছে।

এই পরীক্ষার উদ্দেশ্য: নিশ্চিত করা যে কোনো ফেজ এবং গ্রাউন্ডের মধ্যে শর্ট সার্কিট বা লিকেজ নেই।

ধাপ ৩: মোটর পরীক্ষা (Testing the Motor Itself)

স্টার্টার থেকে কেবল বিচ্ছিন্ন করে মোটরটি আলাদাভাবে পরীক্ষা করা ভালো অভ্যাস।

১. মোটর টার্মিনাল থেকে সব তার খুলে নিন।
২. উইন্ডিং এর রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা (Winding Resistance):
 - মাল্টিমিটার দিয়ে U-V, V-W, এবং W-U-এর মধ্যে রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করুন।
 - প্রাপ্ত ফলাফল: তিন জোড়ার রেজিস্ট্যান্সের মান প্রায় সমান হওয়া উচিত। উল্লেখযোগ্য পার্থক্য মানে মোটর উইন্ডিং সমস্যায়ুক্ত।
৩. উইন্ডিং এবং গ্রাউন্ডের মধ্যে ইনসুলেশন পরীক্ষা (Insulation Test):
 - মেগার দিয়ে U, V, W প্রতিটি টার্মিনাল এবং মোটরের বডি/আর্থ টার্মিনালের মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করুন।
 - প্রাপ্ত ফলাফল: প্রতিটি ক্ষেত্রেই মান 1 Me -এর বেশি হওয়া উচিত।

ধাপ ৪: মোটর ঘুরার দিক পরীক্ষা (Motor Rotation Direction Test)

সতর্কতা: এই পরীক্ষাটি শুধুমাত্র তখনই করুন যখন আপনি নিশ্চিত যে মোটর এবং ড্রাইভেন equipment (যেমন পাম্প) বিপরীত দিকে ঘুরলে কোনো ক্ষতি হবে না।

১. সব সংযোগ পুনরায় সংযুক্ত করুন।
২. মোটর স্টার্টার এনার্জাইজ করুন।
৩. স্টার্ট বাটন চেপে মোটরটি খুব অল্প সময়ের জন্য (১-২ সেকেন্ড) চালু করুন।
৪. মোটরটি কোন দিকে ঘুরছে তা লক্ষ্য করুন।
৫. যদি ঘূর্ণনের দিক ভুল হয়, তাহলে মোটর বন্ধ করুন এবং পাওয়ার কাট করুন। তারপর স্টার্টারের আউটপুটে যেকোনো দুটি ফেজের সংযোগ (যেমন T1 এবং T3) পরিবর্তন করে দিন। এটি মোটরের ঘূর্ণনের দিক বিপরীত করবে।

সেলফ চেক (Self Check) - ৪.৫

১. মোটর স্টার্টারের সংযোগ পরীক্ষা করার উদ্দেশ্য কি?
২. ভিজুয়াল চেক এর মাধ্যমে কোন কোন বিষয় দেখা হয়?
৩. ওভারলোড রিলে পরীক্ষা কিভাবে পরীক্ষা করা হয়?
৪. মোটর এবং স্টার্টারের মধ্যে সংযোগ চেক ও টেস্ট করার উদ্দেশ্য কি?
৫. কন্টিনিউটি এবং সঠিক ফেজিং পরীক্ষার উদ্দেশ্য কি?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.৫

১. মোটর স্টার্টারের সংযোগ পরীক্ষা করার উদ্দেশ্য কি?

উত্তরঃ স্টার্টারের সংযোগ পরীক্ষার উদ্দেশ্য:

- স্টার্টারের সব সংযোগ সঠিকভাবে হয়েছে কি না তা যাচাই করা।
- কন্টাক্টর, ওভারলোড রিলে, পুশ বাটন ইত্যাদি ঠিকভাবে কাজ করছে কি না দেখা।
- মোটরের সঠিক ঘূর্ণনদিক (**rotation direction**) নির্ধারণ করা।
- বৈদ্যুতিক সুরক্ষা নিশ্চিত করা।

২. ভিজুয়াল চেক এর মাধ্যমে কোন কোন বিষয় দেখা হয়?

উত্তরঃ ভিজুয়াল চেক এর মাধ্যমে নিম্নলিখিত বিষয় দেখা হয়-

- সব তারের সংযোগ শক্তভাবে লাগানো আছে কি না দেখা।
- লুজ কানেকশন, শর্ট বা পোড়া দাগ আছে কি না যাচাই করা।
- পুশ বাটন ও ওভারলোড রিলে সঠিকভাবে বসানো আছে কি না দেখা।

৩. ওভারলোড রিলে পরীক্ষা কিভাবে পরীক্ষা করা হয়?

উত্তরঃ

- ওভারলোড রিলের “ট্রিপ” বাটন চেপে দেখুন কন্টাক্ট খুলে যাচ্ছে কি না।
- “রিসেট” বাটন চাপলে আবার কন্টাক্ট ফিরে আসছে কি না যাচাই করুন।

৪. মোটর এবং স্টার্টারের মধ্যে সংযোগ চেক ও টেস্ট করার উদ্দেশ্য কি?

উত্তরঃ সংযোগ চেক ও টেস্ট করার উদ্দেশ্য-

- মোটর ও স্টার্টারের সংযোগ সঠিকভাবে হয়েছে কি না যাচাই করা।
- ইনসুলেশন ও কন্টিনিউটি ঠিক আছে কি না পরীক্ষা করা।
- স্টার্টার মোটরকে সঠিকভাবে চালু ও বন্ধ করছে কি না তা নিশ্চিত করা।
- ওভারলোড প্রটেকশন ঠিকভাবে কাজ করছে কি না দেখা।

৫. কন্টিনিউটি এবং সঠিক ফেজিং পরীক্ষার উদ্দেশ্য কি?

উত্তরঃ এই পরীক্ষার উদ্দেশ্য এটা নিশ্চিত করা যে প্রতিটি ফেজের তার স্টার্টার থেকে মোটর পর্যন্ত অবিচ্ছিন্নভাবে সংযুক্ত আছে এবং কোনো দুটি ফেজের মধ্যে শর্ট সার্কিট নেই।

জব শিট (Job Sheet) - ৪.৫.১

জবের নাম: সার্কিট পরীক্ষা ও যাচাই করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. ভিজ্যুয়াল পরীক্ষা – সংযোগ ও তারের অবস্থা পরীক্ষা।
২. পাওয়ার ও ফাংশনাল পরীক্ষা – ভোল্টেজ, কারেন্ট পরিমাপ ও ডিভাইস কার্যক্রম পরীক্ষা।
৩. ইনসুলেশন পরীক্ষা - কেবল, মোটর, ট্রান্সফরমার বা বৈদ্যুতিক যন্ত্রের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা।
৪. লোড পরীক্ষা – লোড সংযোগ করে সার্কিটের স্থিতিশীলতা যাচাই।
৫. ত্রুটি শনাক্তকরণ ও সমাধান – সমস্যা চিহ্নিত ও সংশোধন।

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ৪.৫.১

জবের নামঃ সার্কিট পরীক্ষা ও যাচাই করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহঃ

- হেলমেট
- সেফটি গগলজ
- হ্যান্ড গ্লাভস্
- সেফটি সু
- এ্যাপ্রোন
- মাস্ক

প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্টঃ

- মাল্টিমিটার (ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরিমাপের জন্য)
- টেস্ট ল্যাম্প / পেন টেস্টার
- মেগার মিটার
- স্ক্রু ড্রাইভার
- প্লায়ার ও কাটার
- সেফটি গ্লাভস ও চশমা

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- তার/কেবল
- ফিউজ / সার্কিট ব্রেকার
- টার্মিনাল ব্লক
- ইনসুলেশন টেপ
- লোড ডিভাইস (মোটর, লাইট ইত্যাদি)

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৪.৬

শিখণ ফল-৬: কর্মস্থল পরিষ্কার করতে পারবে।

শিখণ উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ক্লিনিং টুলস/সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও ম্যাটেরিয়ালস নির্বাচন, সংগ্রহ এবং পরিষ্কার করার জন্য প্রস্তুতকরণ
- বর্জ্য পদার্থ নিষ্কাশন এবং ক্লিনিং সম্পন্নকরণ

ক্লিনিং টুলস/সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও ম্যাটেরিয়ালস নির্বাচন, সংগ্রহ এবং পরিষ্কার করার জন্য প্রস্তুতকরণঃ

ক. ক্লিনিং টুলস ও ম্যাটেরিয়ালস




ক্লিনিং টুলস (Cleaning Tools) হলো এমন সব সরঞ্জাম যোগুলো দিয়ে মেশিন, যন্ত্রপাতি, ওয়ার্কশপ বা কর্মস্থল পরিষ্কার করা হয়।



ক্লিনিং ম্যাটেরিয়ালস (Cleaning Materials) হলো রাসায়নিক বা অন্যান্য উপাদান যা পরিষ্কার করার সময় ব্যবহৃত হয়, যেমন সাবান, কেরোসিন, ওয়াটার ইত্যাদি।

ক্লিনিং টুলসের উদাহরণ:

ধরণ	নাম	ব্যবহার
হাতে চালিত (Manual)	ব্রাশ, কাপড়, ঝাড়ু, স্ক্র্যাপার	সাধারণ ধুলা ও ময়লা পরিষ্কারে
যান্ত্রিক (Mechanical)	ভ্যাকুয়াম ক্লিনার, ব্লোয়ার	মেশিনের সূক্ষ্ম অংশ পরিষ্কারে
ধোয়ার টুল	বালতি, স্পঞ্জ, রাবার ওয়াইপার	ভিজে পরিষ্কারের কাজে

ক্লিনিং ম্যাটেরিয়ালের উদাহরণ:

নাম	চিত্র	ব্যবহার
সাবান / ডিটারজেন্ট		তেল, চর্বি বা ময়লা ধোয়ার জন্য সাবান বা ডিটারজেন্ট ব্যবহার করা হয়।
কেরোসিন / পেট্রোল		গ্রিজ বা তেলযুক্ত অংশ বা পিচ্ছিল জায়গা পরিষ্কারে কেরোসিন বা পেট্রোল ব্যবহার করা হয়।
লিকুইড ক্লিনার		সাধারণ পরিষ্কারে পানি এবং লিকুইড ক্লিনার ব্যবহৃত হয়।

কাপড়ের টুকরা		শুকনো বা ভিজে মোছার জন্য সূতার কাপড় ব্যবহার করা হয়।
ব্রাশ		ধুলো ও সূক্ষ্ম কণা সরাতে ব্রাশ ব্যবহার করা হয়।

খ. টুলস ও ম্যাটেরিয়াল নির্বাচন করার সময় বিবেচ্য বিষয়:

- পরিষ্কারের বস্তুটির ধরণ: (যেমন—ইলেকট্রিক যন্ত্র, মেশিন, দেয়াল, ফ্লোর ইত্যাদি)
- ময়লার ধরণ: (ধুলো, তেল, মরিচা, গ্রিজ ইত্যাদি)
- টুলের উপযুক্ততা: (কোন টুলে ক্ষতি হবে না এমন নির্বাচন)
- নিরাপত্তা: দাহ্য বা ক্ষতিকর পদার্থ ব্যবহারের সময় সতর্কতা।
- পরিবেশ: খোলা জায়গা নাকি ওয়ার্কশপ—এ অনুযায়ী টুলস নির্বাচন।

গ. টুলস ও ম্যাটেরিয়াল সংগ্রহের ধাপ:

- প্রয়োজনীয় টুলস ও ম্যাটেরিয়ালের তালিকা তৈরি করা।
- স্টোর বা সরঞ্জাম ঘর থেকে সঠিকভাবে সংগ্রহ করা।
- ক্ষতিগ্রস্ত বা নষ্ট টুলস ব্যবহার না করা।
- ব্যবহারের আগে টুলস ও ম্যাটেরিয়াল পরিদর্শন করা।

ঘ. পরিষ্কারের জন্য প্রস্তুত করার ধাপ:

- টুলস পরিষ্কার করা: ব্যবহারের আগে টুল থেকে ধুলো ও তেল মুছে ফেলা।
- প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়াল প্রস্তুত করা: যেমন সাবানের দ্রবণ, পানি বা কেরোসিন প্রস্তুত করা।
- নিরাপত্তা সরঞ্জাম ব্যবহার করা: গ্লাভস, মাস্ক, অ্যাপ্রন ইত্যাদি পরা।
- পরিষ্কার স্থানে কাজ করা: ময়লাযুক্ত টুলস পরিষ্কার করার জন্য নির্দিষ্ট এলাকা ব্যবহার।

ঙ. সতর্কতা:

- ইলেকট্রিক যন্ত্র পরিষ্কারের আগে পাওয়ার অফ করুন।
- দাহ্য পদার্থ (যেমন কেরোসিন, পেট্রোল) খোলা আগুনের কাছে ব্যবহার করবেন না।
- ব্যবহৃত কাপড় বা ব্রাশ পরিষ্কার করে শুকিয়ে রাখুন।
- টুলস ব্যবহারের পর নির্দিষ্ট জায়গায় সঠিকভাবে সংরক্ষণ করুন।

বর্জ্য পদার্থ নিষ্কাশন এবং ক্লিনিং সম্পন্নকরণঃ

বর্জ্য ও অপ্রয়োজনীয় উপকরণ সরানো মানে হলো - কর্মস্থলে থাকা ফেলা দেওয়া বস্তু, ত্রুটিপূর্ণ যন্ত্রাংশ বা অপ্রয়োজনীয় মালামাল অপসারণ করা, যাতে পরিবেশ পরিষ্কার, নিরাপদ ও কার্যক্ষম থাকে।

কেন এটি গুরুত্বপূর্ণ:

- দুর্ঘটনা ও আঘাতের ঝুঁকি কমানো – ফেলে রাখা মালামাল বা আবর্জনা পা ছড়িয়ে গেলে ফেলা বা পড়ে যাওয়ার ঘটনা কমে।
- কর্মক্ষেত্রের কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি – শুধুমাত্র প্রয়োজনীয় উপকরণ থাকলে কাজ সহজ ও দ্রুত হয়।
- যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামের আয়ু বাড়ানো – আবর্জনা বা ধুলো জমে যন্ত্রপাতি ক্ষয় হয়।
- পরিচ্ছন্ন ও পেশাদার পরিবেশ বজায় রাখা – সুস্থ ও নিরাপদ কর্মপরিবেশ তৈরি হয়।

প্রক্রিয়া (Steps):

১. জরুরি নয় এমন বস্তু চিহ্নিত করা – যন্ত্রাংশ, তার, প্যাকেজিং বা অব্যবহৃত সরঞ্জাম।
২. আবর্জনা আলাদা করা – পুনর্ব্যবহারযোগ্য এবং অব্যবহারযোগ্য আলাদা করে ফেলা।
৩. উপকরণ সঠিকভাবে অপসারণ বা সংরক্ষণ – আবর্জনা সরাসরি নির্দিষ্ট বিনে ফেলা; প্রয়োজনীয় উপকরণ স্টোরেজে রাখা।
৪. পরিবেশ পরীক্ষা করা – ফ্লোর, টেবিল ও যন্ত্রপাতি পরিষ্কার আছে কিনা নিশ্চিত করা।

সেলফ চেক (Self Check) - ৪.৬

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ক্লিনিং টুলস ও ম্যাটেরিয়ালস কী?
২. কয়েকটি ক্লিনিং ম্যাটেরিয়ালের উদাহরণ দিন।
৩. টুলস ও ম্যাটেরিয়ালস নির্বাচন করার সময় বিবেচ্য বিষয়গুলো কি কি?
৪. বর্জ্য পদার্থ অপসারণের উদ্দেশ্য কি?
৫. বর্জ্য পদার্থ অপসারণের ধাপগুলো কি?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.৬

১. ক্লিনিং টুলস ও ম্যাটেরিয়ালস কী?

উত্তরঃ

- ক্লিনিং টুলস (Cleaning Tools) হলো এমন সব সরঞ্জাম যোগুলো দিয়ে মেশিন, যন্ত্রপাতি, ওয়ার্কশপ বা কর্মস্থল পরিষ্কার করা হয়।
- ক্লিনিং ম্যাটেরিয়াল (Cleaning Materials) হলো রাসায়নিক বা অন্যান্য উপাদান যা পরিষ্কার করার সময় ব্যবহৃত হয়, যেমন সাবান, কেরোসিন, ওয়াটার ইত্যাদি।

২. কয়েকটি ক্লিনিং ম্যাটেরিয়ালের উদাহরণ দিন।

উত্তরঃ

ক্লিনিং ম্যাটেরিয়ালের উদাহরণ:

নাম	ব্যবহার
সাবান / ডিটারজেন্ট	তেল, চর্বি বা ময়লা ধোয়ার জন্য
কেরোসিন / পেট্রোল	গ্রিজ বা তেলযুক্ত অংশ পরিষ্কারে
ওয়াটার (পানি)	সাধারণ পরিষ্কারে
র্যাগ (কাপড়ের টুকরা)	শুকনো বা ভিজে মোছার জন্য
ব্রাশ / এয়ার ব্লোয়ার	ধুলো ও সূক্ষ্ম কণা সরাতে

৩. টুলস ও ম্যাটেরিয়াল নির্বাচন করার সময় বিবেচ্য বিষয়গুলো কি?

উত্তরঃ টুলস ও ম্যাটেরিয়াল নির্বাচন করার সময় বিবেচ্য বিষয়-

- পরিষ্কারের বস্তুটির ধরণ: (যেমন - ইলেকট্রিক যন্ত্র, মেশিন, দেয়াল, ফ্লোর ইত্যাদি)
- ময়লার ধরণ: (ধুলো, তেল, মরিচা, গ্রিজ ইত্যাদি)
- টুলের উপযুক্ততা: (কোন টুলে ক্ষতি হবে না এমন নির্বাচন)
- নিরাপত্তা: দাহ্য বা ক্ষতিকর পদার্থ ব্যবহারের সময় সতর্কতা।
- পরিবেশ: খোলা জায়গা নাকি ওয়ার্কশপ - এ অনুযায়ী টুলস নির্বাচন।

৪. বর্জ্য পদার্থ অপসারণের উদ্দেশ্য কি?

উত্তরঃ বর্জ্য পদার্থ অপসারণের উদ্দেশ্য হলো-

- দুর্ঘটনা ও আঘাতের ঝুঁকি কমানো





- কর্মক্ষেত্রের কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি
- যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামের আয়ু বাড়ানো
- পরিচ্ছন্ন ও পেশাদার পরিবেশ বজায় রাখা

৫. বর্জ্য পদার্থ অপসারণের ধাপগুলো কি?

উত্তরঃ বর্জ্য পদার্থ অপসারণের ধাপগুলো হলো-

১. জরুরি নয় এমন বস্তু চিহ্নিত করা – যন্ত্রাংশ, তার, প্যাকেজিং বা অব্যবহৃত সরঞ্জাম।
২. আবর্জনা আলাদা করা – পুনর্ব্যবহারযোগ্য এবং অব্যবহারযোগ্য আলাদা করে ফেলা।
৩. উপকরণ সঠিকভাবে অপসারণ বা সংরক্ষণ – আবর্জনা সরাসরি নির্দিষ্ট বিনে ফেলা; প্রয়োজনীয় উপকরণ স্টোরেজে রাখা।
৪. পরিবেশ পরীক্ষা করা – ফ্লোর, টেবিল ও যন্ত্রপাতি পরিষ্কার আছে কিনা নিশ্চিত করা।

টাস্ক শিট (Task Sheet) – ৪.৬.১

কাজের বর্ণনা	ক্লিনিং টুলস এবং ম্যাটেরিয়ালস নির্বাচন।
কাজের মানদণ্ড	ক্লিনিং টুলস/সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও ম্যাটেরিয়ালস নির্বাচন, সংগ্রহ এবং পরিষ্কার করার প্রস্তুতি সম্পন্ন করা।
কাজের ধাপসমূহ/পদ্ধতি	ক্লিনিং টুলস এবং ম্যাটেরিয়ালস নির্বাচন করুন। ক্লিনিং টুলস এবং ম্যাটেরিয়ালস সংগ্রহ করুন। ইলেকট্রিক যন্ত্র পরিষ্কারের আগে পাওয়ার অফ করুন। টুল থেকে ধুলো ও তেল মুছে ফেলুন। কাজের জায়গা পরিষ্কার করুন।
প্রশ্নঃ ক্লিনিং ম্যাটেরিয়ালস সনাক্ত করুন এবং ব্যবহার লিখুন।	
	
নাম	
ব্যবহার	
	
নাম	
ব্যবহার	
	
নাম	
ব্যবহার	
	
নাম	
ব্যবহার	

মডিউল-৫

মডিউলঃ মোটর রিওয়াইন্ডিং এবং সার্ভিসিং সম্পাদন করা
SICIP-LE-EIM-05-0

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৫

মডিউল শিরোনাম: মোটর রিওয়াইন্ডিং এবং সার্ভিসিং সম্পাদন করা

ইউনিট কোড: SICIP-LE-EIM-05-O

নোমিনাল আওয়ারঃ ৮০ ঘন্টা।

মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলে মোটর রিওয়াইন্ডিং ও সার্ভিসিং সম্পাদন করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে মোটরটি সরাসরি দেখে পরীক্ষা করা ও প্রকৃত ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য তা খুলে ফেলা, ওয়াইন্ডিং/রিওয়াইন্ডিংয়ের জন্য প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম নির্বাচন ও উপকরণ প্রস্তুত করা, সিঙ্গেল-ফেজ মোটরের আর্মেচার ওয়াইন্ডিং/রিওয়াইন্ডিং করা, থ্রি-ফেজ মোটরের স্টেটর ওয়াইন্ডিং/রিওয়াইন্ডিং করা, সংযোগ সম্পন্ন করা, প্রি-অ্যাসেম্বলি টেস্ট করা ও মেশিনটি পুনরায় সংযোজন করা, এবং চূড়ান্ত পরীক্ষা সম্পন্ন করে পরীক্ষার ফলাফল রেকর্ড করা - এসব কাজ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফল: এই মডিউলটি সম্পূর্ণ করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা

১. মোটরটি সরাসরি দেখে পরীক্ষা করতে ও প্রকৃত ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য তা খুলতে পারবে।
২. ওয়াইন্ডিং/রিওয়াইন্ডিংয়ের জন্য সরঞ্জাম নির্বাচন ও উপকরণ প্রস্তুত করতে পারবে।
৩. সিঙ্গেল-ফেজ মোটরের আর্মেচারের ওয়াইন্ডিং/রিওয়াইন্ডিং করতে পারবে।
৪. থ্রি-ফেজ মোটরের স্টেটরের ওয়াইন্ডিং/রিওয়াইন্ডিং করতে পারবে।
৫. সংযোগ সম্পাদন, প্রি-অ্যাসেম্বলি টেস্ট এবং মেশিনটি পুনরায় এসেম্বল করতে পারবে।
৬. চূড়ান্ত পরীক্ষা সম্পাদন করতে এবং পরীক্ষার ফলাফল রেকর্ড করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

১. মোটরটি সরাসরি দেখে পরীক্ষা করা এবং প্রকৃত ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য তা খুলে ফেলা হয়েছে।
২. যান্ত্রিক ক্ষতি/ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য ভিজুয়াল এবং ম্যানুয়াল পরিদর্শন করা হয়েছে।
৩. পোড়া ওয়াইন্ডিং গন্ধ শূন্যে পরীক্ষা করা হয়েছে।
৪. মানদণ্ড এবং প্রস্তুতকারকের নির্দেশ অনুসারে মেশিনটি খোলা হয়েছে।
৫. ওয়াইন্ডিং ডেটা সংগ্রহ করা এবং একটি ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম প্রস্তুত করা হয়েছে।
৬. ওয়াইন্ডিং ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য নির্দিষ্ট পরিমাপ যন্ত্র দিয়ে পরীক্ষা করা হয়েছে।
৭. সংশ্লিষ্ট আনুষঙ্গিকগুলির ত্রুটিগুলি প্রস্তুতকারকের তথ্য অনুসারে পরীক্ষা করা এবং নোট করা হয়েছে।
৮. বিয়ারিং, কার্বন ব্রাশ, রকার, স্লিপ রিংগুলি ভিজুয়াল পরীক্ষা করা এবং নির্দিষ্ট যন্ত্র দ্বারা পরীক্ষা করা হয়েছে।
৯. ত্রুটি সনাক্ত করা এবং সঠিক মেরামতের জন্য নোট করা হয়েছে।
১০. প্রযুক্তিগত তথ্য এবং ওয়াইন্ডিং ডেটা সংগ্রহ করা এবং ওয়াইন্ডিং ডেটা অনুসারে উইন্ডিং ডায়াগ্রাম প্রস্তুত করা হয়েছে।
১১. ওয়াইন্ডিং কাজের জন্য নির্দিষ্ট সরঞ্জাম, উপকরণ এবং যন্ত্রপাতি নির্বাচন করা হয়েছে।
১২. প্রয়োজনীয় গেজ, ইনসুলেশন এবং বাইন্ডিং উপাদানের ওয়াইন্ডিং তার প্রস্তুত করা হয়েছে।
১৩. ওয়াইন্ডিং তথ্য অনুযায়ী ফর্মা প্রস্তুত করা হয়েছে।
১৪. সংগৃহীত ওয়াইন্ডিং তথ্য অনুযায়ী ফর্মার উপর কয়েল তৈরি করা হয়েছে।
১৫. নির্দিষ্ট সরঞ্জাম ব্যবহার করে আর্মেচার পরিষ্কার করা হয়েছে।
১৬. ইনসুলেশন উপাদান স্লটে ঢোকানো হয়েছে।

১৭. স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী ফর্মার কয়েল স্লটে ঢোকানো হয়েছে।
১৮. রোটর পরিষ্কার করা এবং পরীক্ষা করা হয়েছে।
১৯. প্রয়োজনীয়ভাবে সার্ভিসিং এবং মেরামতের কাজ করা হয়েছে।
২০. ফর্মার কয়েল ইনসুলেটেড, বার্নিশ, উত্তপ্ত করা এবং স্লটে ঢোকানো হয়েছে।
২১. নির্দিষ্ট সরঞ্জাম ব্যবহার করে স্টেটর পরিষ্কার করা হয়েছে।
২২. ইনসুলেশন উপাদান স্লটে ঢোকানো হয়েছে।
২৩. স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী ফর্মার কয়েল স্লটে ঢোকানো হয়েছে।
২৪. রোটর পরিষ্কার এবং পরীক্ষা করা হয়েছে।
২৫. প্রয়োজনীয়ভাবে সার্ভিসিং এবং মেরামতের কাজ করা হয়েছে।
২৬. ফর্মার কয়েল ইনসুলেটেড, বার্নিশ, উত্তপ্ত করা এবং স্লটে ঢোকানো হয়েছে।
২৭. নির্দিষ্ট পরীক্ষার যন্ত্র দ্বারা উইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং ইনসুলেশন লেভেল পরীক্ষা করা হয়েছে।
২৮. কয়েলের প্রান্তগুলি বের করে ইনসুলেশন করা হয়েছে।
২৯. ঘূর্ণনের ধারাবাহিকতা পরীক্ষা করা হয়েছে।
৩০. ড্রাই রানিং করা, কর্মক্ষমতা পরীক্ষা করা এবং (প্রয়োজনে) প্রতিকারমূলক ব্যবস্থা নেওয়া হয়েছে।
৩১. ঘূর্ণনের উপর অন্তরক বার্নিশ প্রয়োগ করা এবং বেকিং ওভেনে প্রস্তুত তাপমাত্রা বেক করা হয়েছে।
৩২. স্টেটর, রোটর এবং অন্যান্য অংশ একত্রিত করা হয়েছে।
৩৩. রোটর মুক্ত চলাচল পরীক্ষা করা হয়েছে।
৩৪. নো লোড/লোড/লকড রোটর পরীক্ষা করা হয়েছে।
৩৫. রোটরের স্ট্যাটিক এবং ডায়নামিক ভারসাম্য বজায় রাখা হয়েছে।
৩৬. পরীক্ষার ফলাফল প্রাসঙ্গিক রেকর্ড করা শিটে নথিভুক্ত করা হয়েছে।
৩৭. পরীক্ষার রিপোর্ট প্রস্তুত করা হয়েছে।
৩৮. মেশিনের কর্মক্ষমতা প্রদর্শন করা হয়েছে।
৩৯. সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণগুলি কর্মক্ষেত্রের মান অনুযায়ী পরিষ্কার এবং সংরক্ষণ করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) – ৫.১

শিখন ফল-১: মোটরটি সরাসরি দেখে পরীক্ষা করতে ও প্রকৃত ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য তা খুলতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- মোটরটি বাহ্যিকভাবে পরীক্ষা এবং প্রকৃত ত্রুটি সনাক্ত করা
- যান্ত্রিক ক্ষতি/ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য ভিজুয়াল এবং ম্যানুয়াল পরিদর্শন
- পোড়া ওয়াইন্ডিং গন্ধ শূন্যে পরীক্ষা
- মানদণ্ড এবং প্রস্তুতকারকের নির্দেশ অনুসারে মেশিনটি খোলা
- ওয়াইন্ডিং ডেটা সংগ্রহ করা এবং একটি ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম প্রস্তুত করা
- ওয়াইন্ডিং ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য নির্দিষ্ট পরিমাপ যন্ত্র দিয়ে পরীক্ষা করা
- ত্রুটিগুলি প্রস্তুতকারকের তথ্য অনুসারে পরীক্ষা এবং নোট করা
- বিয়ারিং, কার্বন ব্রাশ, রকার, স্লিপ রিংগুলি ভিজুয়াল পরীক্ষা করা এবং নির্দিষ্ট যন্ত্র দ্বারা পরীক্ষা করা

মোটরটি বাহ্যিকভাবে পরীক্ষা করা এবং প্রকৃত ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য খুলে ফেলা

প্রথমে মোটরের বাইরের অংশ পরিদর্শন করা হয়—মোটরের বডিতে ফাটল, ঢিলা বোল্ট, জং, পোড়া দাগ বা অস্বাভাবিক শব্দ আছে কি না দেখা হয়। এরপর মোটরের বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে নিরাপদভাবে ধীরে ধীরে খুলে ফেলা হয়, যাতে ভেতরের অংশে পৌঁছে প্রকৃত সমস্যা চিহ্নিত করা যায়।

যান্ত্রিক ক্ষতি/ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য ভিজুয়াল এবং ম্যানুয়াল পরিদর্শন করা

মোটরের অংশগুলো—যেমন শাফট, রোটর, স্টেটর, ফ্যান ব্লেড ইত্যাদি—চোখে দেখে এবং হাতে ঘুরিয়ে কোনো ঘষাঘষি, আটকে যাওয়া, ঢিলাভাব বা অস্বাভাবিক ক্ষতি আছে কি না পরীক্ষা করা হয়। এতে বিয়ারিং জ্যাম, শাফট বাকা, রোটর ঘষা খাওয়া ইত্যাদি ত্রুটি সহজেই ধরা পড়ে।

পোড়া ওয়াইন্ডিং গন্ধ শূন্যে পরীক্ষা করা

মোটরের ওয়াইন্ডিংয়ে শর্ট সার্কিট বা অতিরিক্ত তাপ প্রয়োগ হলে তা পোড়া গন্ধ ছড়ায়। ওয়াইন্ডিং-এর কাছে নাক নিয়ে পোড়া গন্ধ পাওয়া গেলে এটি নিশ্চিত হয় যে ওয়াইন্ডিং ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে এবং রিওয়াইন্ডিং প্রয়োজন।

মানদণ্ড এবং প্রস্তুতকারকের নির্দেশ অনুসারে মেশিনটি খোলা

মেশিন খোলার সময় প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা এবং মানদণ্ড অনুসরণ করা হয়। যেমন:

- কী ক্রমে স্ক্রু খুলতে হবে
- কোন অংশ আগে-পরের ক্রমে খুলতে হবে
- কোন অংশে বিশেষ সতর্কতা প্রয়োজন

এভাবে মেশিন খোলা হলে কোনো অংশ নষ্ট হওয়ার ঝুঁকি থাকে না।

ওয়াইন্ডিং ডেটা সংগ্রহ করা এবং একটি ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম প্রস্তুত করা

পুরোনো ওয়াইন্ডিং সম্পূর্ণ খোলার আগে নিচের তথ্য সংগ্রহ করা হয়ঃ

- কয়েলের টার্ন সংখ্যা
- তারের গেজ
- কয়েলের গুপিং
- সংযোগ পদ্ধতি (Star/Delta)
- স্লট সংখ্যা

এই ডেটা দেখে একটি সম্পূর্ণ ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম আঁকা হয়, যা পরে সঠিকভাবে নতুন ওয়াইন্ডিং তৈরিতে ব্যবহৃত হবে।

ওয়াইন্ডিং ত্রুটি সনাক্ত করার জন্য নির্দিষ্ট পরিমাপ যন্ত্র দিয়ে পরীক্ষা করা

ওয়াইন্ডিংয়ে কোনো শর্ট, ওপেন সার্কিট, গ্রাউন্ড ফল্ট আছে কি না তা নিচের যন্ত্র দিয়ে পরীক্ষা করা হয়ঃ

- মেগার (Megger) – ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা
- মাল্টিমিটার – ধারাবাহিকতা (continuity) ও রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা
- গ্রোয়ার টেস্টার (Growler) – আর্মেচারের শর্ট চেক

এই পরীক্ষার মাধ্যমে ওয়াইন্ডিংয়ের আসল বৈদ্যুতিক ত্রুটি জানা যায়।

সংশ্লিষ্ট আনুষঙ্গিকগুলির ত্রুটিগুলি প্রস্তুতকারকের তথ্য অনুসারে পরীক্ষা করা এবং নোট করা

যে আনুষঙ্গিকগুলো মোটরের সাথে থাকে, যেমন—টার্মিনাল ব্লক, কেবল, সুইচ, থার্মাল প্রটেক্টর ইত্যাদি—প্রস্তুতকারকের নির্দেশ অনুযায়ী পরীক্ষা করা হয়।

যদি কোনো অংশের মূল্য স্বাভাবিক মানের বাইরে থাকে বা ক্ষতি দেখা যায়, তাহলে তা নোট করা হয়।

বিয়ারিং, কার্বন ব্রাশ, রকার, স্লিপ রিংগুলি ভিজুয়াল পরীক্ষা করা এবং নির্দিষ্ট যন্ত্র দ্বারা পরীক্ষা করা

- বিয়ারিং: ঘুরিয়ে দেখে শব্দ হচ্ছে কি না, বল বিয়ারিং টিলা কি না।
- কার্বন ব্রাশ: লম্বা কমে গেছে কি না, ভেঙেছে কি না।
- রকার (Rocker): ব্রাশ হোল্ডার সঠিকভাবে বসে আছে কি না।
- স্লিপ রিং: জং, রুক্ষতা, পোড়া দাগ আছে কি না।

প্রয়োজনে ডায়াল গেজ, ফিলার গেজ ইত্যাদি যন্ত্র দিয়ে পরিমাপ করা হয়।

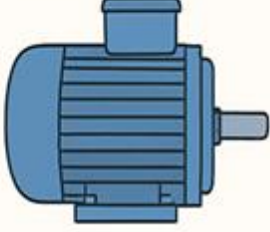
ত্রুটি সনাক্ত করা এবং সঠিক মেরামতের জন্য নোট করা

উপরের সব পরিদর্শনের ফলাফল একটি নোটবুকে বা রেকর্ড শিটে লিপিবদ্ধ করা হয়।

যেমন:

- কোন অংশ ক্ষতিগ্রস্ত
 - কোন অংশ পরিবর্তন করতে হবে
 - কোন অংশ মেরামতযোগ্য
 - যে কাজগুলো করতে হবে
- এতে পরবর্তী রিওয়াইন্ডিং ও রিপেয়ারিং কাজ সঠিকভাবে ও নির্ভুলভাবে করা যায়।

1. মোটর বাহ্যিকদিক দেখা এবং ত্রুটি সনাক্ত করা।



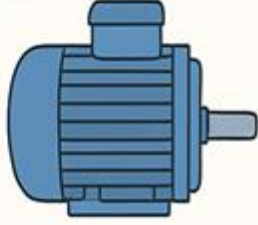
2. ত্রুটি সনাক্তের জন্য ভিজুয়াল এবং ম্যানুয়াল ইন্সপেকশন



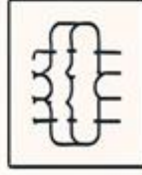
3. গন্ধ শুকে পোড়া ওয়্যাইন্ডিং সনাক্ত



4. প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী মোটর খোলা



5. ওয়্যাইন্ডিং ডাটা সংগ্রহ এবং ডায়গ্রাম তৈরি



6. পরিমাপক যন্ত্রের সাহায্যে ওয়্যাইন্ডিং ত্রুটি সনাক্ত করা



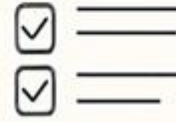
7. ম্যানুয়াল অনুযায়ী পরীক্ষা করা এবং নোট করা



8. বিয়ারিং, স্টেটর, রোটর এবং টার্মিনাল পরীক্ষা করা



9. ত্রুটি সনাক্ত করা এবং মেরামতের জন্য নোট করা



মোটর খোলা

প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুসরণ করা মোটর সঠিকভাবে এবং নিরাপদে খোলার ধাপ। যেহেতু প্রতিটি মোটরের মডেল ভিন্ন হতে পারে, এখানে একটি সাধারণ, ধাপে ধাপে গাইড দেওয়া হলো যা অধিকাংশ মোটরের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য এবং প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকার সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ।

মোটর খোলার আগে নিরাপত্তা নির্দেশাবলী (অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ)

১. **শক্তি সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্নকরণ (Lock Out / Tag Out):** মোটরের প্রধান পাওয়ার সোর্স (ব্রেকার, ফিউজ, আইসলেটর) বন্ধ করে তালা লাগান এবং ট্যাগ লাগান যাতে কেউ চালু না করে।
২. **ক্যাপাসিটর ডিসচার্জ:** যদি মোটরে স্টার্ট বা রান ক্যাপাসিটর থাকে, তাহলে একটি উপযুক্ত রেজিস্টরের মাধ্যমে সঠিকভাবে ডিসচার্জ করুন। ভোল্টমিটার দিয়ে ভেরিফাই করুন যে কোন চার্জ অবশিষ্ট নেই।
৩. **মেকানিকাল লক:** মোটর যদি কোন মেশিনের সাথে কাপলিং করা থাকে, তাহলে মেশিনের অংশকে চলাচল থেকে রোধ করুন (যেমন, গিয়ার বন্ধ লক করা)।
৪. **ব্যক্তিগত সুরক্ষামূলক উপকরণ (PPE):** Safety গগলজ, ইলেকট্রিক রেজিস্টেন্ট গ্লভস, এবং স্টিল টো জুতা পরুন।
৫. **প্রস্তুতকারকের ম্যানুয়াল হাতে রাখুন:** আপনার মোটর মডেলের জন্য নির্দিষ্ট ডাইং, টর্ক মান, এবং বিশেষ নির্দেশাবলীর জন্য সর্বদা ম্যানুয়ালটি কাছেই রাখুন।

ধাপে ধাপে মোটর খোলার পদ্ধতিঃ

ধাপ ১: প্রস্তুতি ও ডকুমেন্টেশন

- **মোটর শনাক্তকরণ:** মোটরের নামপ্লেট থেকে মডেল, সিরিয়াল নম্বর, পাওয়ার, স্পিড ইত্যাদি তথ্য নোট করুন। এটি যত্নাংশ অর্ডার করার সময় কাজে লাগবে।
- **ক্লিনিং:** মোটরের বাইরের অংশ থেকে ময়লা, তেল, এবং ধুলো পরিষ্কার করুন। এটা ত্রুটি রোধ করতে এবং ভিতরের অংশে ময়লা প্রবেশে বাধা দেবে।
- **ট্যাগিং ও ফটোগ্রাফ:** প্রতিটি তার, হোস, এবং কম্পোনেন্টের অবস্থান চিহ্নিত করুন। খোলার আগে এবং প্রতিটি ধাপে ছবি তুলে নিন। এটি পুনরায় সংযোগের সময় অমূল্য সহায়তা করবে।
- **কাজের জায়গা প্রস্তুত:** একটি পরিষ্কার, প্রশস্ত এবং ভালো আলোকিত জায়গা নির্বাচন করুন।

ধাপ ২: বিদ্যুৎ ও নিয়ন্ত্রণ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা

- **টার্মিনাল বন্ধ খুলুন:** টার্মিনাল বক্সের Cover এর স্ক্রু বা বোল্টগুলো খুলে নিন।
- **পাওয়ার কেবল বিচ্ছিন্ন করুন:** টার্মিনাল থেকে পাওয়ার কেবলগুলোর সংযোগ খুলে নিন। আপনার তোলা ছবি দেখে নিশ্চিত হন।
- **আর্থ/গ্রাউন্ড সংযোগ খুলুন:** মোটর বডির সাথে সংযুক্ত আর্থ/গ্রাউন্ড ওয়্যারটি খুলে নিন।
- **অন্যান্য সংযোগ বিচ্ছিন্ন করুন:** থার্মিস্টর, স্পেস হিটার, VFD সেন্সর ইত্যাদির সংযোগ থাকলে সেগুলোও খুলে নিন।

ধাপ ৩: যান্ত্রিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা

- **কাপলিং/পুলি খোলা:** মোটর শ্যাফ্ট থেকে কাপলিং বা পুলি আলাদা করুন।
 - পুলির জন্য একটি জার বা পুলি পুলার ব্যবহার করুন। **কখনই হাতুড়ি দিয়ে জোর করে খোলার চেষ্টা করবেন না**, এতে শ্যাফ্ট বা বেয়ারিং ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
 - কাপলিং এর বোল্টগুলো খুলে নিন।
- **মাউন্টিং বোল্ট খোলা:** মোটরকে বেস প্লেট বা ফ্রেমে আটকানো বোল্টগুলো খুলে নিন।
- **সাপোর্ট/ব্র্যাকেট খোলা:** কোন অতিরিক্ত সাপোর্ট বা ব্র্যাকেট থাকলে সেগুলো খুলে দিন।

ধাপ ৪: মোটর হাউজিং খোলা

- **এন্ড ব্র্যাকেট/এন্ড শিল্ড খোলা:**
 - মোটরের দুপাশের (ডাইভ এন্ড এবং নন-ডাইভ এন্ড) এন্ড ব্র্যাকেট বা শিল্ড ধরে রাখা বোল্টগুলো খুলে নিন।

- প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা মেনে, এন্ড ব্র্যাকেটটি আলগা করতে বিশেষ ট্যাপ হোল বা **Jacking Screw** ব্যবহার করুন। এতে বেয়ারিং থেকে শ্যাফ্ট এবং হাউজিং থেকে স্টেটর কোর সমানভাবে আলাদা হবে এবং ক্ষতি হবে না।
- এবার এন্ড ব্র্যাকেটটি সাবধানে টানুন। যদি আটকে থাকে, হাতুড়ির বদলে একটি নরম ম্যালোট (প্লাস্টিক বা রাবারের) দিয়ে হালকা করে টোকা দিন। শ্যাফ্ট এবং বেয়ারিং রক্ষা করার জন্য একটি **প্রপার পুলার** ব্যবহার করাই সর্বোত্তম।
- **রোটর বের করা:**
 - এন্ড ব্র্যাকেট খোলার পর রটরটি মোটর হাউজিং বা স্টেটরের ভিতরে থেকে যাবে।
 - রটরটিকে স্টেটর থেকে বের করার সময় **অত্যন্ত সতর্কতা** অবলম্বন করুন। রটর এবং স্টেটরের মধ্যকার এয়ার গ্যাপ খুবই কম থাকে। একপাশে কাত হয়ে বা বেঁকে গেলে রটর স্টেটরের সাথে ঘষা খেতে পারে এবং উভয়ই **severely** ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
 - রটরটিকে সোজা এবং সমান্তরালভাবে টানুন। প্রয়োজনে, একটি ওভারহেড ক্রেন বা হোইস্ট ব্যবহার করুন এবং রটরের উভয় প্রান্তে স্লিং লাগিয়ে সমতুল্য ভারসাম্য বজায় রাখুন।

ধাপ ৫: বেয়ারিং খোলা (যদি প্রয়োজন হয়)

- বেয়ারিং সাধারণত শ্যাফ্টে একটি প্রেস ফিট (**Interference Fit**) হিসেবে থাকে।
- বেয়ারিং পুলার ব্যবহার করে সঠিকভাবে বেয়ারিং খুলুন। পুলারের **Jaws** বেয়ারিং এর ভিতরের রেসের সাথে লাগান।
- বেয়ারিং এবং শ্যাফ্ট রক্ষা করার জন্য পুলারের সেন্টার বোল্টটি ধীরে ধীরে এবং সমানভাবে টাইট করুন।

মোটর খোলার পর করণীয়

১. **পরীক্ষারকরণ:** স্টেটর, রটর, এবং এন্ড ব্র্যাকেটগুলি একটি উপযুক্ত ক্লিনিং এজেন্ট দিয়ে পরিষ্কার করুন।
২. **পরিদর্শন:** সকল যন্ত্রাংশ ত্রুটি, ক্ষয়, বা পোড়া চিহ্নের পরীক্ষা করুন।
৩. **সঠিকভাবে সংরক্ষণ:** খোলা যন্ত্রাংশগুলো পরিষ্কার ও শুষ্ক জায়গায় সংরক্ষণ করুন। শ্যাফ্ট এবং বেয়ারিং জং ধরা রোধ করতে একটি এন্টি-রাস্ট স্প্রে **applied** করুন।
৪. **প্রতিস্থাপনের জন্য প্রস্তুতি:** যদি কোন পার্টস (যেমন বেয়ারিং) পরিবর্তন করতে হয়, তাহলে প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুযায়ী সঠিক পার্টস নম্বর অর্ডার করুন।

মোটরের ত্রুটি সনাক্ত করার পদ্ধতি

ক. প্রাথমিক পর্যবেক্ষণ ও ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য পরীক্ষা (**Visual & Sensory Inspection**)

- **চাক্ষুষ পরিদর্শন (Visual Inspection) :**
 - **দহন/পোড়া চিহ্ন:** মোটরের ভিতর বা টার্মিনাল বক্সে কালো দাগ, গলিত বা পুড়ে যাওয়ার চিহ্ন।
 - **স্নেহন (Lubrication):** বেয়ারিং-এর তেল বা গ্রিজ ফাঁস হওয়া বা শুকিয়ে যাওয়া।
 - **যান্ত্রিক ক্ষতি:** মোটরের বডি ফেটে যাওয়া, ফ্যান কভার ড্যামেজ, শ্যাফ্ট বেঁকে যাওয়া।
 - **করোসন (ক্ষয়):** টার্মিনাল বা কানেকশনে জং ধরা।
 - **ধূলাবালি ও ময়লা:** মোটরের ভেন্টিলেশন পথ বন্ধ হয়ে যাওয়া।
- **শুনে পরীক্ষা:**
 - **অস্বাভাবিক শব্দ:** গর্জন শব্দ (বেয়ারিং ড্যামেজ), চড়চড় শব্দ (রটর স্টেটর ঘর্ষণ), হাম শব্দ (ইউনব্যালান্স)।

- স্পর্শ ও ঘ্রাণ:
 - তাপমাত্রা: হাত দিয়ে স্পর্শ করে অতিরিক্ত গরম অনুভব করা। (সতর্কতা: বৈদ্যুতিক শক থেকে সাবধান!)
 - গন্ধ: ইনসুলেশন পুড়ে যাওয়ার তীব্র গন্ধ।

খ. যান্ত্রিক ত্রুটি সনাক্তকরণ (Mechanical Fault Detection)

- বেয়ারিং পরীক্ষা:
 - মোটর বন্ধ অবস্থায় হাত দিয়ে শ্যাফট ঘুরিয়ে দেখুন। সহজে ও মসৃণভাবে ঘুরছে কিনা। কোন আটকে আটকে ভাব বা খড়খড় শব্দ আছে কিনা।
 - চালু অবস্থায় বেয়ারিং থেকে আসা শব্দ শুনুন।
- সমতাবিধান (Alignment) পরীক্ষা:
 - লোডের সাথে মোটরের শ্যাফটের সরলরেখিক সমতা (Straight Alignment) পরীক্ষা করুন। মিস্যালাইনমেন্ট হলে মোটর অতিরিক্ত ভাইব্রেশন করে এবং বেয়ারিং দ্রুত নষ্ট হয়।
- কম্পন (Vibration) পরীক্ষা:
 - Vibration Analyzer যন্ত্র দিয়ে মোটরের কম্পন মাপা যায়।
 - উচ্চ কম্পন সাধারণত নির্দেশ করে:
 - মিস্যালাইনমেন্ট
 - ইউনব্যালান্সড রটর
 - ক্ষতিগ্রস্ত বেয়ারিং
 - লুজ মাউন্টিং

গ. বৈদ্যুতিক ত্রুটি সনাক্তকরণ (Electrical Fault Detection)

এক্ষেত্রে মাল্টিমিটার, ক্ল্যাম্প মিটার, মেগার (ইনসুলেশন টেস্টার) ইত্যাদি যন্ত্রের প্রয়োজন হয়।

সতর্কতা: বৈদ্যুতিক পরীক্ষার আগে মোটরকে সম্পূর্ণভাবে বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন (Isolate) করতে হবে।

- কন্ডাকটর/ওয়াইন্ডিং পরীক্ষা:
 - মাল্টিমিটার দিয়ে রেজিস্ট্যান্স: মোটরের টার্মিনালে তিন ফেজের রেজিস্ট্যান্স মেপে দেখুন। তিন ফেজের রেজিস্ট্যান্স মান প্রায় সমান (Balance) হতে হবে। যদি এক ফেজের রেজিস্ট্যান্স অন্যগুলোর চেয়ে অনেক কম বা বেশি হয়, তাহলে ওয়াইন্ডিং শর্ট বা ওপেন সার্কিট হয়েছে।
 - মেগার দিয়ে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স: মোটরের প্রতিটি ফেজ এবং মোটরের বডি/আর্থের মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স মাপুন। সাধারণত ১ মেগা-ওহম (১ MΩ) বা তার বেশি মান গ্রহণযোগ্য। কম মান মানে ইনসুলেশন দুর্বল বা ক্ষতিগ্রস্ত।
- কারেন্ট পরীক্ষা:
 - ক্ল্যাম্প মিটার দিয়ে কারেন্ট পরীক্ষা: মোটর চালু অবস্থায় তিন ফেজের কারেন্ট মাপুন। তিন ফেজের কারেন্ট প্রায় সমান হতে হবে। এক ফেজের কারেন্ট বেশি হলে তা ভোল্টেজের **不平衡**, শর্ট সার্কিট বা ওপেন সার্কিটের লক্ষণ।
 - ফুল লোড কারেন্ট: মোটরের নেমপ্লেটে উল্লিখিত ফুল লোড কারেন্টের সাথে মেপে দেখুন। অতিরিক্ত কারেন্ট ওভারলোড বা যান্ত্রিক সমস্যার **指示** ক।
- টার্মিনাল ও কানেকশন পরীক্ষা:
 - মোটরের টার্মিনাল বক্সে **所有** কানেকশন শক্ত আছে কিনা এবং জং ধরা/পোড়া নেই কিনা তা দেখুন। লুজ কানেকশন ওভারহিটিংয়ের কারণ।

ঘ. ত্রুটির সাধারণ লক্ষণ ও সম্ভাব্য কারণ (Common Symptoms & Possible Causes)

লক্ষণ (Symptoms)	সম্ভাব্য কারণ (Possible Causes)
মোটর চালু হয় না	পাওয়ার সাপ্লাই নেই, ফিউজ কেটে গেছে, ওভারলোড ট্রিপিং, টার্মিনাল লুজ, ওয়াইন্ডিং ওপেন।
মোটর চালু হতে দেরি হয়/স্পোর্ট স্পিড	লো ভোল্টেজ, ভুল কানেকশন (স্টার-ডেল্টা), ওভারলোড, রোটর বার সমস্যা।
মোটর অতিরিক্ত গরম হয়	ওভারলোড, এক ফেজ চলছে (Single Phasing), বায়ু চলাচলের পথ বন্ধ, ভুল কানেকশন, ঘন ঘন স্টপ-স্টার্ট।
অস্বাভাবিক শব্দ	বেয়ারিং নষ্ট, এয়ার গ্যাপ, রটর স্টেটার ঘর্ষণ, লুজ পার্টস।
অতিরিক্ত কম্পন	মিস্যালাইনমেন্ট, ইউনব্যালান্সড রটর, ক্ষতিগ্রস্ত বেয়ারিং, লুজ মাউন্টিং।
স্মোক/গন্ধ	ওয়াইন্ডিং পুড়ে যাওয়া, ইনসুলেশন failure।

ঙ. উন্নত পদ্ধতি (Advanced Techniques)

বৃহদায়তন বা গুরুত্বপূর্ণ মোটরের জন্য নিম্নলিখিত উন্নত পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়:

- **থার্মাল ইমেজিং (Thermal Imaging):** ইনফ্রারেড ক্যামেরা দিয়ে মোটরের hotspots চিহ্নিত করা।
- **মোটর কারেন্ট সিগনেচার অ্যানালিসিস (MCSA):** মোটরের কারেন্ট waveform বিশ্লেষণ করে বেয়ারিং, ইকসেন্ট্রিসিটি, রকেন রটর বার ইত্যাদি ত্রুটি সনাক্ত করা।
- **ভাইব্রেশন অ্যানালিসিস:** নিয়মিত ভাইব্রেশন ডেটা সংগ্রহ ও বিশ্লেষণ করে যান্ত্রিক ত্রুটির পূর্বাভাস দেওয়া।

মোটর রিওয়ান্ডিং

রি-ওয়ান্ডিং নিয়মতান্ত্রিক ভাবে সুপার এনামেল কপার ওয়্যার দিয়ে আর্মেচারের মধ্যে ওয়ান্ডিং করাকে রি-ওয়ান্ডিং বলে।

মোটর রি-ওয়ান্ডিং এর প্রয়োজনীয়তাঃ

আবাসিক বাড়ি, কারখানা, কম্প্রাকশন কাজ, ওয়ার্কশপ প্রায় প্রত্যেকটি জায়গায় ইলেকট্রিক্যাল মেশিন ব্যবহার করা হয়। ইলেকট্রিক্যাল সিস্টেমের বিভিন্ন প্রকার ফল্টের কারণে এই মেশিনের ওয়ান্ডিং গুলি পুড়ে যায়। এই অবস্থায় নতুন মেশিন স্থাপন করতে গেলে খরচের দিক বিবেচনা করা হয়। তাই খরচের দিক বিবেচনা করে মেশিন সমূহ পুনরায় ওয়ান্ডিং এর ব্যবস্থা করে।

মোটর রিওয়ান্ডিং এর ধাপ সমূহঃ

- প্রথম ধাপঃ পুড়ে যাওয়া নষ্ট হয়ে যাওয়া মটরটি সম্পূর্ণ স্পেসিফিকেশন সংগ্রহ পূর্বক মটরটিকে খুলতে হবে।
- দ্বিতীয় ধাপঃ মটরটির ওয়াইন্ডিং এর কয়েল গুলো এমন ভাবে খোলার চেষ্টা করা যাতে অন্তত একটি সম্পূর্ণ কয়েল পাওয়া যায়। এখানে থেকে মোটর কয়েল কতটি প্রতি কয়েলের টার্ন বা পেঁচের সংখ্যা প্রতি কয়েলের ওজন প্রভৃতি তথ্য সংগ্রহ করা হয়।
- তৃতীয় ধাপঃ কয়েল স্প্যান অনুযায়ী কাঠের ববিন তৈরী ওয়াইন্ডিং মেশিনের সাহায্যে উপযুক্ত সাইজের তার দিয়ে উপযুক্ত সংখ্যক পেঁচের কয়েল প্রস্তুত করা হয়।
- চতুর্থ ধাপঃ স্লট গুলোর মধ্যে উপযুক্ত সাইজের লেদারওয়েড পেপার বসিয়ে তার উপর এম্পিয়ার ক্লথ বসিয়ে কয়েল গুলোকে এমনভাবে বসানো যাতে কোন একটি খেঁই আড়াআড়ি ভাবে না বসে।

- পঞ্চম ধাপঃ কাট/প্লাস্টিকের মেলেট দিয়ে আশ্বে আশ্বে তার গুলোকে এমনভাবে বসানো হয় যাতে ভিতরে যাতে কোন ফাঁকা যায়গা না থাকে। এর পর এম্পিয়ার ক্লথ এর দুই মাথা মুড়ে দিয়ে লেডারয়েড পেপারের মাথা গুলোকে মুড়ে দিতে হয় এবং সেটি যাতে টাইপ হয়ে থাকে এবং বাহিরে বেরিয়ে আসতে না পারে সে জন্য বাঁশ কাঠের ছোট ছোট ওয়েগুলোকে স্লটের উপরে খাচের মধ্যে ঢুকিয়ে দেওয়া হয়।
- ষষ্ঠ ধাপঃ কয়েলের বাইরের দিকগুলোকে কটন টেপ দিয়ে টাইপ করে পঁচাতে হবে।
- সপ্তম ধাপঃ কয়েল গুলোকে যথাযথ ভাবে সংযোগ করার পর টেস্ট সম্পন্ন করতে হবে।
- অষ্টম ধাপঃ কয়েল সহ সম্পূর্ণ বডিটি গরম ভার্নিশের মধ্যে ২৪ ঘন্টা ধরে ডুবিয়ে রাখতে হবে, যাতে ওয়াইন্ডিং এর ভিতরে খুব ভালভাবে ভার্নিশ ঢুকে যায় এবং কোন ফাঁকা জায়গা না থাকে। এরপর ভার্নিশ থেকে বের করে গা মুছে সেটিকে হীটিং চেম্বারে ৪৮ থেকে ৭২ ঘন্টা রাখা হয় যাতে সমস্ত জলীয় বাষ্পীভূত হয়ে যায়।
- নবম ধাপঃ মেগার টেস্টসহ চূড়ান্ত টেস্ট করে মটর চালু করতে হবে।

বৈদ্যুতিক মোটর রি-ওয়াইন্ডিং এর জন্য যে সকল মালামাল প্রয়োজন হয় তার তালিকা:

- সুপার এনামেল তামার তার
- লেডারয়েড পেপার
- এম্পিয়ার ক্লথ
- সুতার টেপ
- এম্পিয়ার টিউব
- ইনসুলেটিং ভার্নিশ
- বাঁশের /কাঠের পাত

মোটরের এসেম্বলিং প্রক্রিয়া (Assembling Process)

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি প্রস্তুতকরণ

এসেম্বলিংয়ের আগে প্রয়োজনীয় টুলস যেমন-স্ক্রু ড্রাইভার, রেঞ্চ, প্লায়ার্স, হাতুড়ি, লুব্রিক্যান্ট, পরিষ্কার কাপড়, বোল্ট-নাট ইত্যাদি প্রস্তুত রাখতে হবে।

মোটরের সব অংশ পরিষ্কার করা

- স্টেটর উইন্ডিংয়ের ধুলো পরিষ্কার করা
- রোটরের ল্যামিনেশন পরিষ্কার করা
- বিয়ারিংগুলো ধুলামুক্ত করে তাজা গ্রিজ ব্যবহার করা

রোটর স্টেটরের ভিতরে প্রবেশ করানো

- রোটরকে সাবধানে স্টেটরের ভিতরে বসাতে হবে যাতে উইন্ডিংয়ের সাথে ঘর্ষণ না লাগে
- শ্যাফট প্রবেশ করানো

এন্ড-কাভার লাগানো

- সামনের ও পিছনের এন্ড-কাভার সঠিকভাবে বসান
- বোল্ট-নাট টাইট করা
- রোটর যেন ঠিকমতো ঘুরতে পারে, তা পরীক্ষা করা

কুলিং ফ্যান ও ফ্যান-কাভার লাগানো

শ্যাফট——ফ্যান——ফ্যান কাভার

ইলেকট্রিক্যাল কানেকশন সংযোগ করা

- সিঙ্গেল-ফেজ মোটরে স্টারটিং ও রানিং উইন্ডিং সংযোগ পরীক্ষা করা
- থ্রি-ফেজ হলে U-V-W টার্মিনাল ঠিকমতো কানেক্ট করা

বোল্ট-নাট টাইট করা

- সব সংযোগ শক্তভাবে বসানো আছে কিনা নিশ্চিত করা

হাতে রোটর ঘুরিয়ে দেখা

- রোটর আটকে যায় কিনা দেখুন।
- যদি সহজে ঘোরে তবে এসেম্বলিং ঠিক আছে।

চূড়ান্ত পরীক্ষা

- মোটর চালু করে স্পিড, শব্দ, কম্পন, গরম হওয়া পরীক্ষা করুন।
- সব ঠিক থাকলে এসেম্বলিং সফলভাবে সম্পন্ন।

মোটর রিওয়াল্ডিং এর ডেটা সংগ্রহ এবং একটি ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম প্রস্তুত

মোটর রিওয়াল্ডিং একটি বিশেষায়িত ও সূক্ষ্ম কাজ। সঠিকভাবে ডাটা সংগ্রহ করা রিওয়াল্ডিং সফলতার মূল ভিত্তি। ভুল ডাটার কারণে মোটরের কার্যক্ষমতা কমে যেতে পারে, গরম হতে পারে, এমনকি পুড়েও যেতে পারে। নিচে মোটর রিওয়াল্ডিংয়ের জন্য প্রয়োজনীয় ডাটা সংগ্রহ করার সম্পূর্ণ ধাপবিধি দেওয়া হলো:

কাজ শুরু করার আগে প্রস্তুতি

১. নিরাপত্তা: মোটরকে সম্পূর্ণভাবে বিদ্যুৎ সংযোগ থেকে বিচ্ছিন্ন (Isolate) করুন এবং টার্মিনালে কোন চার্জ নেই কিনা নিশ্চিত হন।
২. প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম: নোটবুক, পেন, ক্যালিপার, মাইক্রোমিটার, মাল্টিমিটার, মেগার, ক্যামেরা (মোবাইল ফোনও কাজে লাগে)।
৩. নামপ্লেট ডাটা রেকর্ড: মোটরের নামপ্লেটটি খুব ভালোভাবে পরিকার করে নিন এবং সব তথ্য নোট করে নিন অথবা ছবি তুলে নিন।

রিওয়াল্ডিং এর জন্য প্রয়োজনীয় ডাটার তালিকা

ধাপ ১: নামপ্লেট থেকে ডাটা সংগ্রহ

মোটরের নামপ্লেটে নিম্নলিখিত তথ্যগুলো খুঁজে লিখুন:

- ম্যানুফ্যাকচারার (প্রস্তুতকারক):
- মডেল নম্বর:
- পাওয়ার (ক্ষমতা): HP (অশ্বক্ষমতা) বা kW (কিলোওয়াট)
- ভোল্টেজ: V (যেমন: 415V, 220/380V)
- কারেন্ট: A (Amp)
- ফেজ: 1-ফেজ বা 3-ফেজ
- স্পিড: RPM (যেমন: 1440 RPM, 2880 RPM)
- ফ্রিকোয়েন্সি: Hz (হার্টজ) - সাধারণত 50 Hz বা 60 Hz
- ইনসুলেশন ক্লাস: (যেমন: Class-F, Class-B)
- IP রেটিং: (Ingress Protection - dust/water protection)
- কানেকশন টাইপ: (যেমন: Star (Y) / Delta (Δ))
- ডিউটি: (যেমন: S1 - Continuous, S2 - Short Time)
- পাওয়ার ফ্যাক্টর: (Cos ϕ)

ধাপ ২: স্টেটর/রটর থেকে ফিজিক্যাল ডাটা সংগ্রহ

মোটর খোলার পর নিচের মাপগুলো নিন। প্রতিটি মাপ খুব সঠিকভাবে নেওয়া জরুরি।

ক. কোরের মাত্রা (Core Dimensions):

১. বাহিরের ব্যাস (Outside Diameter - OD): স্টেটর কোরের বাহিরের দিকের ব্যাস।
২. ভিতরের ব্যাস (Inside Diameter - ID): স্টেটর কোরের ভিতরের দিকের ব্যাস (রটর যেখানে ঘোরে)।
৩. কোরের দৈর্ঘ্য (Core Length - L): স্টেটর/রটর কোরের স্ট্যাকের মোট দৈর্ঘ্য। ময়লা বা বার্নিশ জমে থাকলে তা পরিষ্কার করে আসল লম্বা মাপুন।
৪. স্লটের সংখ্যা (Number of Slots): স্টেটর এবং রটর উভয়ের স্লট সংখ্যা গুনে নিন। (যেমন: 36 স্লট)

খ. স্লটের মাত্রা (Slot Dimensions):

একটি স্লটের আকৃতি (স্লট টেমপ্লেট) ও মাপ নিন। ক্যালিপার বা মাইক্রোমিটার ব্যবহার করুন।

- স্লটের গভীরতা (Slot Depth)
- স্লটের প্রস্থ (Slot Width) - উপরে এবং নিচে (যদি ভিন্ন হয়)।
- স্লটের আকৃতি: (যেমন: সমকোণ, বৃত্তাকার, pear-shaped)।

গ. ওয়াইন্ডিং সম্পর্কিত গুরুত্বপূর্ণ ডাটা (Winding Data)

পুরানো ওয়াইন্ডিং সম্পূর্ণ না খুলে নিচের ডাটাগুলো সংগ্রহ করুন।

১. কয়েল গ্রুপের সংখ্যা ও কনফিগারেশন:

- মোটরটি 1 Circuit নাকি 2 Circuit বা তার বেশি, তা নোট করুন।
- প্রতিটি ফেজে কয়টি করে কয়েল গ্রুপ আছে।
- ধাপ সনাক্তকরণ (Pitch): একটি কয়েলের শুরু এবং শেষ পয়েন্ট কোন কোন স্লটে আছে। যেমন, একটি কয়েল যদি ১ নং স্লটে শুরু হয়ে ৮ নং স্লটে শেষ হয়, তাহলে তার ধাপ হল 1-8।

২. তারের প্রকার (Wire Type):

- তারের আকৃতি: গোল তার (Round Wire) নাকি চতুর্ভুজাকার তার (Rectangular / Square Wire)।
- তারের সাইজ/ব্যাস: মাইক্রোমিটার দিয়ে তারের ব্যাস মেপে নিন (ইনসুলেশন বাদ দিয়ে)। যদি চতুর্ভুজাকার তার হয়, তাহলে প্রস্থ ও উচ্চতা মাপুন।

৩. প্রতি কয়েলে ফেরার সংখ্যা (Turns per Coil):

- একটি কয়েলে কতগুলি পাক (Turn) আছে, তা গুনে নিন। এক্ষেত্রে একটি সম্পূর্ণ কয়েল সাবধানে খুলে তার পাক গুনতে হবে।

৪. কানেকশন ডায়াগ্রাম (Connection Diagram):

- পুরানো কানেকশন সম্পূর্ণ না ভেঙে, এটি একটি কাগজে অঙ্কন করে নিন অথবা বিভিন্ন অ্যাঞ্জেল থেকে ছবি তুলে নিন। এটি খুবই গুরুত্বপূর্ণ।
- টার্মিনাল বক্সে কানেকশন (Star/Y বা Delta) নোট করুন।
- ইনসুলেশন ক্লাস ও মেটেরিয়াল:
- পুরানো ইনসুলেশন পেপার (স্লট সেল, সেপারেটর) এর ধরন ও thickness মেপে নিন।
- ব্যবহৃত বার্নিশের ধরন নোট করুন (যদি জানা থাকে)।

ধাপ ৩: ছবি তোলা (Documentation by Photos)

প্রতিটি ধাপে ছবি তুলুন। এটি পরে কানেকশন করতে এবং যাচাই করতে অমূল্য সহায়ক হবে।

- পুরানো ওয়াইন্ডিং এর সম্পূর্ণ দৃশ্য।
- কয়েলের ধাপ (Coil Pitch) দেখানো দৃশ্য।
- টার্মিনাল কানেকশনের ক্লোজ-আপ ছবি।
- স্লটের আকৃতির ক্লোজ-আপ ছবি।

সেলফ চেক (Self Check) - ৫.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. মোটর রি-ওয়ান্ডিং কী?
২. মোটরে সাধারণত কী ধরনের ত্রুটি দেখা যায়?
৩. মোটর খুলে ফেলার আগে কী নিরাপত্তা ব্যবস্থা নিতে হয়?
৪. কোন যন্ত্র দিয়ে ইনসুলেশন টেস্ট করা হয়?
৫. মোটর খুলে ফেলার সময় অংশগুলিকে চিহ্নিত করার উদ্দেশ্য কী?
৬. বৈদ্যুতিক মোটর রি-ওয়ান্ডিং এর জন্য কি মালামাল প্রয়োজন হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৫.১

১. মোটর রি-ওয়ান্ডিং কী?
উত্তর: নিয়মতান্ত্রিক ভাবে সুপার এনামেল কপার ওয়্যার দিয়ে আর্মেচারের মধ্যে ওয়ান্ডিং করাকে রি-ওয়ান্ডিং বলে।
২. মোটরে সাধারণত কী ধরনের ত্রুটি দেখা যায়?
উত্তর: ত্রুটি দুই প্রকার — যান্ত্রিক (Mechanical) ও বৈদ্যুতিক (Electrical)।
৩. মোটর খুলে ফেলার আগে কী নিরাপত্তা ব্যবস্থা নিতে হয়?
উত্তর: মোটর খুলে ফেলার আগে অবশ্যই বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করতে হয় এবং প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করতে হয়।
৪. কোন যন্ত্র দিয়ে ইনসুলেশন টেস্ট করা হয়?
উত্তর: ইনসুলেশন টেস্টের জন্য মেগার (Megger) ব্যবহার করা হয়।
৫. মোটর খুলে ফেলার সময় অংশগুলিকে চিহ্নিত করার উদ্দেশ্য কী?
উত্তর: অংশগুলিকে চিহ্নিত করলে পুনরায় জোড়া দেওয়ার সময় ভুল হয় না এবং সংযোগ সঠিকভাবে বসানো যায়।
৬. বৈদ্যুতিক মোটর রি-ওয়ান্ডিং এর জন্য কি মালামাল প্রয়োজন হয়?
উত্তর: বৈদ্যুতিক মোটর রি-ওয়ান্ডিং এর জন্য যে সকল মালামাল প্রয়োজন হয় তার তালিকা:
 - সুপার এনামেল তামার তার
 - লেদারওয়াইড পেপার
 - এম্পিয়ার ক্লথ
 - সুতার টেপ
 - এম্পিয়ার টিউব
 - ইনসুলেটিং ভার্নিশ
 - বাঁশের /কাঠের পাত

জব শিট (Job Sheet) - ৫.১.১

জবের নাম: মোটর খোলা এবং ত্রুটি শনাক্তকরণ (Motor Disassembly & Fault Identification)।

কাজের ধাপসমূহ:

১. কাজের জন্য প্রয়োজনীয় পিপিই পরিধান করা
২. মোটরকে বিদ্যুৎ সংযোগ থেকে সম্পূর্ণভাবে বিচ্ছিন্ন করা
৩. ভিজুয়াল ইন্সপেকশন করে মোটরের অবস্থা পর্যবেক্ষণ করা
৪. টার্মিনাল বক্স খুলে সংযোগ পরীক্ষা করা
৫. উপযুক্ত টুলস ব্যবহার করে ধীরে ধীরে মোটর খুলে ফেলা
৬. প্রতিটি অংশের অবস্থান ও অবস্থা লিখে রাখা এবং ট্যাগ লাগিয়ে রাখা
৭. রটার, স্টেটর, বেয়ারিং ও ব্রাশ পরীক্ষা করা
৮. ত্রুটি শনাক্ত করে নোট করুন এবং মেরামতের পরিকল্পনা তৈরি করা

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ৫.১.১

জবের নাম: মোটর খোলা এবং ত্রুটি শনাক্তকরণ (Motor Disassembly & Fault Identification)।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- হেলমেট
- সেফটি গগলজ
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি বেল্ট
- সেফটি সু
- এ্যাপ্রোন
- ইয়ার প্লাগ
- মাস্ক

প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্ট:

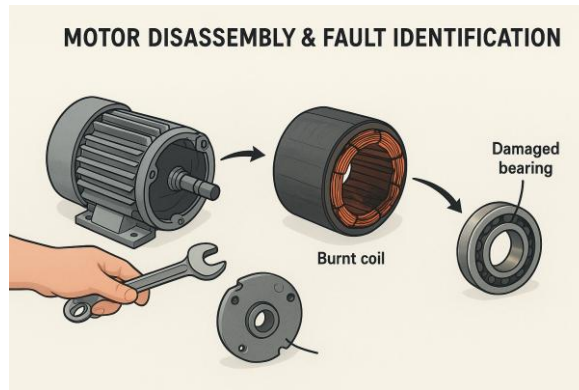
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- রেঞ্চ সেট
- পুলার
- মেগার
- মাল্টিমিটার
- ক্লিনিং ব্রাশ

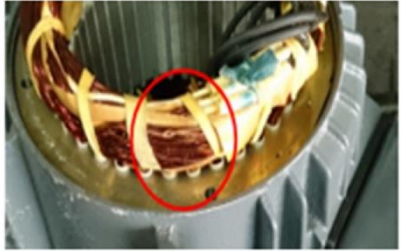
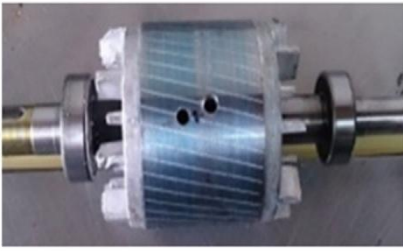

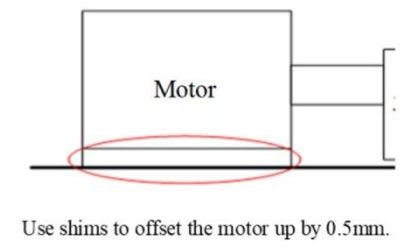
- লেবেল বা ট্যাগ
- রেকর্ড শিট

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ইনসুলেশন টেপ
- মার্কিং পেন
- পরিষ্কারের কাপড়
- লুব্রিকেন্ট তেল
- কাগজ ও ক্লিপ ফাইল

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



Short circuit between stators	Broken rotor
	
Outer ring of Bearing damage	Concentricity failure
	

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৫.২

শিখন ফল-২: . ওয়াইন্ডিং/রিওয়াইন্ডিংয়ের জন্য সরঞ্জাম নির্বাচন করতে এবং উপকরণ প্রস্তুত করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ওয়াইন্ডিং ডেটা অনুসারে ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম তৈরি
- ওয়াইন্ডিং কাজের জন্য নির্দিষ্ট সরঞ্জাম, উপকরণ নির্বাচন
- তামার তার, ইনসুলেশন ও ল্যাকারের মান সম্বন্ধে ধারণা
- ওয়াইন্ডিং তথ্য অনুযায়ী ফর্মা প্রস্তুতকরণ এবং ফর্মার উপর কয়েল তৈরি

ওয়াইন্ডিং ডেটা অনুসারে ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম তৈরিঃ

ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম তৈরি করার ধাপগুলো নিম্নরূপ। ধাপগুলো ইলেক্ট্রিক মোটরের জন্য প্রযোজ্য, তবে সাধারণ নীতিগুলো একই রকম।

প্রস্তুতিমূলক ধাপ

১. ওয়াইন্ডিং ডেটা সংগ্রহ করা:

- মেশিনের টাইপ (ট্রান্সফরমার, ইন্ডাকশন মোটর, ডিসি মোটর ইত্যাদি)।
- স্লট সংখ্যা (Number of Slots)।
- পোল সংখ্যা (Number of Poles)।
- ফেজ সংখ্যা (Single-phase or Three-phase)।
- কয়েলের পিচ (Coil Pitch)।
- প্রতি স্লটে কন্ডাক্টর সংখ্যা।
- ওয়াইন্ডিং টাইপ (Lap, Wave, Concentric, Distributed ইত্যাদি)।
- ওয়াইন্ডিং কনফিগারেশন (Star or Delta)।

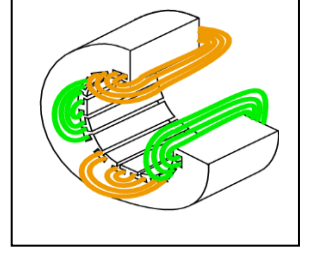
মূল ধাপগুলো-

ধাপ ১: মৌলিক পরামিতিগুলো নির্ণয়

- স্লট প্রতি পোল প্রতি ফেজ (Slots per Pole per Phase - SPP):
$$SPP = \text{মোট স্লট সংখ্যা} / (\text{পোল সংখ্যা} \times \text{ফেজ সংখ্যা})$$
- স্লট অ্যাঙ্গেল (Slot Angle - β):
$$\beta = (180 \pm \text{ইলেকট্রিক্যাল}) / (\text{পোল প্রতি স্লট সংখ্যা}) \text{ বা } \beta = (\text{পোল সংখ্যা} \times 180 \pm) / \text{মোট স্লট সংখ্যা (ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রিতে)}।$$
- পিচ ফ্যাক্টর (Pitch Factor - K_p): কয়েল স্প্যানের উপর নির্ভর করে।
- ডিস্ট্রিবিউশন ফ্যাক্টর (Distribution Factor - K_d): ওয়াইন্ডিংয়ের বিস্তারের উপর নির্ভর করে।

ধাপ ২: স্লট/কন্ডাক্টর চিহ্নিতকরণ

- একটি বৃত্তাকার বা সমান্তরাল রেখায় মোট স্লট সংখ্যা সমান দূরত্বে চিহ্নিত করুন। প্রতিটি স্লটকে ক্রমিক নম্বর দিন (১, ২, ৩, ... N)।
- প্রতিটি স্লটের নিচে সংশ্লিষ্ট ফেজ (R, Y, B) এবং তার দিক (Current Direction - Into/Out of the paper) নির্দেশ করুন। এটি ফেজ গুপিং করার জন্য গুরুত্বপূর্ণ।

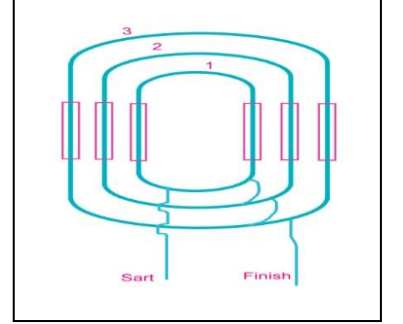


ধাপ ৩: ফেজ গুপিং (Phase Grouping)

- $60 \pm$ ফেজ স্প্রেডিং (তিন-ফেজের জন্য সাধারণ): SPP এর সাহায্যে নির্ধারণ করুন কোন স্লটগুলো কোন ফেজের অধীনে পড়বে।
- রেডিয়াল গ্রুপ তৈরি: সাধারণত $2 \times SPP$ সংখ্যক স্লট নিয়ে একটি রেডিয়াল গ্রুপ তৈরি হয়। প্রতিটি গ্রুপে তিনটি ফেজের কন্ডাক্টর উপস্থিত থাকে।
- উদাহরণ: যদি $SPP = 2$ হয়, তাহলে একটি সম্পূর্ণ রেডিয়াল গ্রুপে মোট ৬টি (2 Poles \times 3 Phases) স্লট থাকবে। এই ৬টি স্লটে R, Y, B ফেজের জন্য দুটি করে স্লট বরাদ্দ হবে।
- ফেজ সিকোয়েন্স মেনে চলুন: R-Y-B-R-Y-B... (বা নির্দিষ্ট সিকোয়েন্স অনুযায়ী)।

ধাপ ৪: কয়েল/কয়েল গ্রুপ আঁকা

- একটি কয়েল সাধারণত দুটি স্লটকে যুক্ত করে (একটি কয়েলের সাইড ১ নং স্লটে, অপর সাইড ১+ কয়েল পিচ নং স্লটে)।
- কয়েল পিচ (Coil Pitch): Full Pitch হলে এটি পোল পিচের সমান। Short Pitch হলে এটি পোল পিচের চেয়ে কম।
- কয়েল গ্রুপ আঁকুন: একই ফেজের এবং একই পোলার অধীনে থাকা কয়েলগুলোকে সিরিজে যুক্ত করুন একটি কয়েল গ্রুপ হিসেবে।
- কয়েলগুলোর দিক নির্দেশ করুন (Clockwise বা Anticlockwise)। সাধারণত একটি কয়েল গ্রুপের সব কয়েলের কারেন্টের দিক একই হয়।



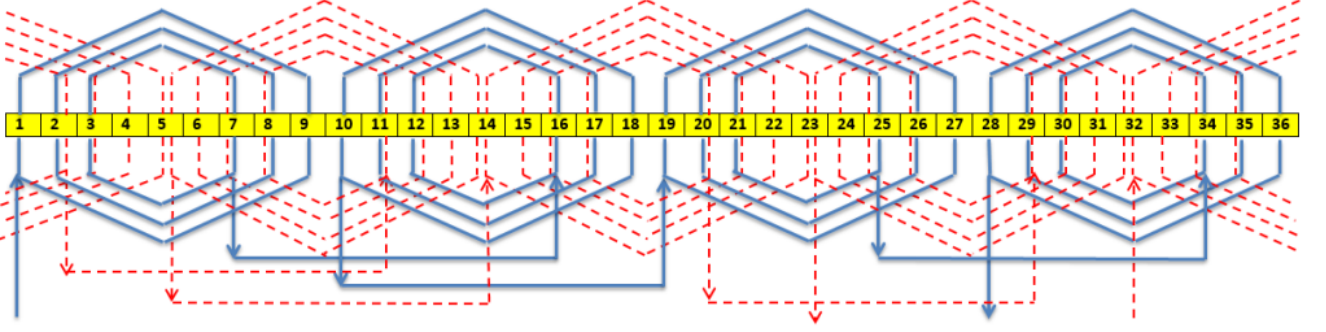
ধাপ ৫: ফেজ ওয়াইন্ডিং গঠন

- একই ফেজের বিভিন্ন কয়েল গ্রুপগুলোকে সিরিজ বা প্যারাললে যুক্ত করে একটি সম্পূর্ণ ফেজ ওয়াইন্ডিং তৈরি করুন।
- গ্রুপ সংযোগ: সাধারণত একই ফেজের পরপর দুটি কয়েল গ্রুপের কারেন্ট দিক বিপরীতমুখী হয়। তাই সিরিজে সংযোগ করার সময় "স্টার্ট" টার্মিনালকে "ফিনিশ" টার্মিনালের সাথে সংযোগ করতে হয়। এটি কারেন্ট ডিরেকশন ডায়াগ্রাম থেকে বোঝা যায়।
- প্রতিটি ফেজের জন্য একটি "স্টার্ট" (R1, Y1, B1) এবং একটি "ফিনিশ" (R2, Y2, B2) টার্মিনাল চিহ্নিত করুন।

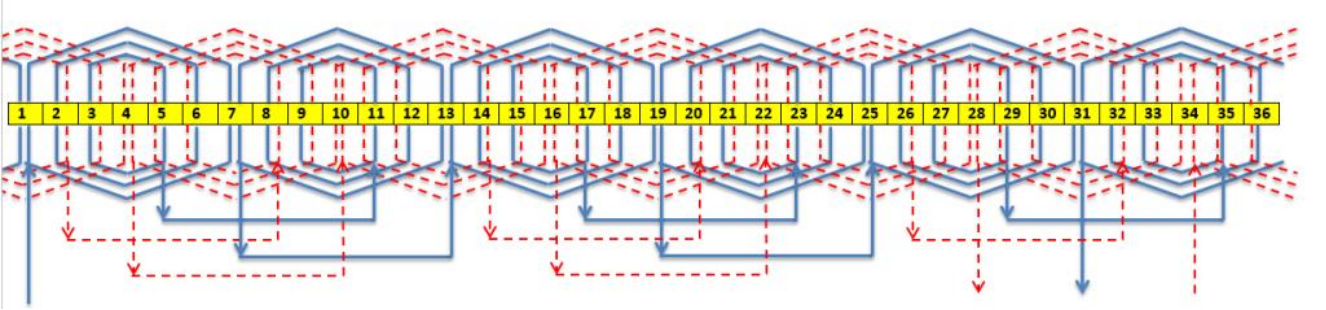
ধাপ ৬: সম্পূর্ণ ডায়াগ্রাম অঙ্কন

- একটি পরিষ্কার ড্রয়িং পেপার বা সফটওয়্যার ব্যবহার করে উপরের ধাপগুলো অনুসারে ডায়াগ্রাম আঁকুন।
- লেফট হ্যান্ড রুল অনুসরণ করুন: যদি সম্ভব হয়, কন্ডাক্টরের ভিতরের দিকে কারেন্ট প্রবেশ করলে (ফ্রস চিহ্ন) এবং বাইরের দিকে বের হলে (ডট চিহ্ন) দিয়ে নির্দেশ করুন।

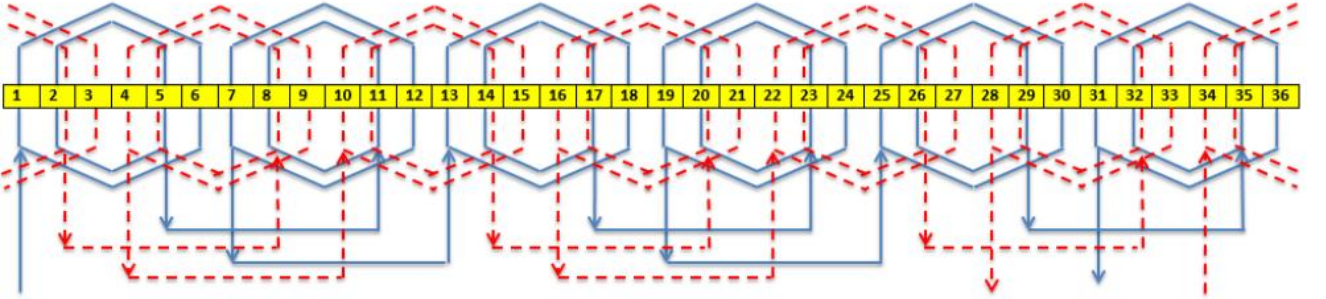
- কয়েলগুলোর সংযোগগুলো স্পষ্টভাবে দেখান যাতে বোঝা যায় কোনটি কোনটির সাথে সিরিজ বা প্যারাললে সংযুক্ত।
- ফেজগুলোকে সাধারণত ভিন্ন রং দিয়ে চিহ্নিত করা হয় (লাল, হলুদ, নীল)।



চিত্র: সিঙ্গেল ফেজ, ৩৬ স্লট, ৪ পোল মোটর



চিত্র: সিঙ্গেল ফেজ, ৩৬ স্লট, ৬ পোল মোটর



চিত্র: সিঙ্গেল ফেজ, ৩৬ স্লট, ৬ পোল মোটর

ধাপ ৭: টার্মিনাল সংযোগ

- স্টার কনফিগারেশন: তিনটি ফেজের "ফিনিশ" টার্মিনাল (R2, Y2, B2) একত্রে যুক্ত করে নিউট্রাল বিন্দু তৈরি করুন এবং তিনটি "স্টার্ট" টার্মিনালকে সাপ্লাইয়ের সাথে সংযোগ দিন।
- ডেল্টা কনফিগারেশন: R1 কে Y2 এর সাথে, Y1 কে B2 এর সাথে এবং B1 কে R2 এর সাথে সংযোগ করুন। সংযোগ বিন্দুগুলো থেকে সাপ্লাই নিন।

সতর্কতা ও যাচাই

- ওয়াইন্ডিং সিমেন্টিক্যাল কিনা তা নিশ্চিত করুন।
- কারেন্ট ডিরেকশন সঠিক কিনা তা যাচাই করুন (একটি পোলার নিচে আসা সব কয়েলের কারেন্ট দিক একই এবং যাওয়া সব কয়েলের দিক বিপরীত)।
- চুম্বকীয় বলের দিক (MMF) সঠিক কিনা তা পরীক্ষা করুন।

- ব্যবহারিক কাজের জন্য, ওয়াইন্ডিং শেষে মাল্টিমিটার দিয়ে কন্টিনিউটি এবং ইন্সুলেশন টেস্ট করুন।

ওয়াইন্ডিং কাজের জন্য নির্দিষ্ট সরঞ্জাম, উপকরণ নির্বাচনঃ

মোটর প্যাঁচানোর সময় নানা রকম টুলস বা সরঞ্জাম ব্যবহৃত হয়। যেমনঃ

- হাতুড়ি, প্লায়ার, স্ক্রু ড্রাইভার, ইনসুলেশন পেপার কাটার, মাইক্রোমিটার, মাল্টিমিটার, সোল্ডারিং আয়রন ইত্যাদি। এই সরঞ্জামগুলোর কাজ জানতে পারা ও কোন কাজে কোনটি ব্যবহার হয় তা বুঝতে পারলে প্যাঁচানোর কাজটি নির্ভুলভাবে করা যায়। *উদাহরণঃ* স্ক্রু খুলতে স্ক্রু ড্রাইভার, তার কাটতে প্লায়ার, এবং কয়েল রোধ পরীক্ষা করতে মাল্টিমিটার ব্যবহার করা হয়।

বৈদ্যুতিক মোটর রি-ওয়াইন্ডিং এর জন্য যে সকল মালামাল প্রয়োজন হয় তার তালিকা ঃ

- সুপার এনামেল তামার তার
- লেদারওয়েড পেপার
- এম্পিয়ার ক্লথ
- সুতার টেপ
- এম্পিয়ার টিউব
- ইনসুলেটিং ভার্নিশ
- বাঁশের /কাঠের পাত

মোটর রি-ওয়াইন্ডিং করার জন্য সঠিক উপকরণ এবং সরঞ্জাম প্রস্তুত করা-

মোটর রি-ওয়াইন্ডিং বা কয়েল বাঁধাই করার জন্য সঠিক উপকরণ এবং সরঞ্জাম প্রস্তুত রাখা অত্যন্ত জরুরি। কাজের সুবিধার জন্য আমরা এগুলোকে উপকরণ (Materials) এবং সরঞ্জাম (Tools)—এই দুই ভাগে ভাগ করতে পারি।

নিচে বিস্তারিত তালিকা দেওয়া হলো:

১. প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials)

এগুলো হলো সেই সব জিনিস যা মোটরের ভেতরে ব্যবহার করা হয়।

- সুপার এনামেলড কপার ওয়্যার (Super Enameled Copper Wire): এটি প্রধান উপকরণ। মোটরের ক্ষমতা অনুযায়ী সঠিক গেজের (Gauge) তার নির্বাচন করতে হয়।
- ইনসুলেশন পেপার (Insulation Paper): স্লটের ভেতর তার এবং কোরের মধ্যে দেওয়াল হিসেবে কাজ করে। সাধারণত ৭ মিল (7 mil) বা ১০ মিল (10 mil) এর পেপার, যেমন- লেদারয়েড বা মাইলার পেপার ব্যবহার হয়।
- স্লীভ বা স্লিপিং পাইপ (Sleeving): সংযোগের তারগুলোকে ইনসুলেট করার জন্য বিভিন্ন আকারের ফাইবার বা কটন পাইপ।
- বাঁশের চটা বা ফাইবার ওয়েজ (Wedges): স্লটের মুখে তারগুলো আটকে রাখার জন্য।
- কটন টেপ বা সুতা: কয়েল বাঁধার (Lacing) জন্য।
- ইনসুলেটিং ভার্নিশ: ওয়াইন্ডিং শেষে কয়েল শক্ত ও মজবুত করার জন্য।
- সোল্ডারিং লিড ও রজন: তারের জয়েন্ট ঝালাই করার জন্য।



২. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি বা সরঞ্জাম (Tools)

কাজটি করার জন্য আপনার যেসব যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হবে:

পরিমাপ ও পরীক্ষার যন্ত্র

- ওয়্যার গেজ (Standard Wire Gauge - SWG) বা মাইক্রোমিটার: পুরোনো তারের ব্যাস বা মোটামোটি মাপার জন্য এটি অপরিহার্য।
- মাল্টিমিটার বা ক্ল্যাম্প মিটার: কয়েলের রেজিস্ট্যান্স মাপা এবং কন্টিনিউটি টেস্ট করার জন্য।
- টেস্ট ল্যাম্প (Series Test Lamp): শর্ট সার্কিট বা আর্থিং চেক করার জন্য সহজ ও কার্যকরী টুল।

কাটিং ও ফিটিং টুলস

- ওয়াইন্ডিং মেশিন (Winding Machine): সঠিক সংখ্যক প্যাঁচ দিয়ে কয়েল তৈরি করার জন্য (ম্যানুয়াল বা বৈদ্যুতিক হতে পারে)।
- কাঁচি (Scissors): ইনসুলেশন পেপার কাটার জন্য।
- স্ক্যাপার বা চাকু: তারের ওপর থেকে এনামেলের আস্তরণ তোলার জন্য।
- রাবার বা কাঠের হাতুড়ি (Mallet): কয়েল বসানোর পর সেপ (Shape) ঠিক করার জন্য। লোহার হাতুড়ি ব্যবহার করা যাবে না, এতে তারের ইনসুলেশন নষ্ট হতে পারে।
- বাঁশের স্কেল বা ফাইবারের কাঠি: স্লটের ভেতর তার ঠেলে ঢোকানোর জন্য।



নিরাপত্তা সরঞ্জাম (Safety Gear)

- সেফটি গগলস (চোখের সুরক্ষার জন্য)।
- হ্যান্ড গ্লাভস (হাত কাটা থেকে বা ভার্নিশ লাগা থেকে বাঁচতে)।

তামার তার, ইনসুলেশন ও ল্যাকারের মান বুঝতে পারাঃ

মোটর প্যাঁচানোর ক্ষেত্রে তামার তারের মান (quality) অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

- তামার তার ভালো মানের না হলে কয়েল গরম হয় ও নষ্ট হয়ে যেতে পারে।
- ইনসুলেশন পেপার কয়েলকে শর্ট সার্কিট থেকে রক্ষা করে।
- ল্যাকার বা ভার্নিশ কয়েলকে শক্ত করে ও আর্দ্রতা থেকে রক্ষা করে।

উদাহরণঃ তামার তারের ব্যাস (গেজ) ও ইনসুলেশন ক্লাস অনুযায়ী তার ব্যবহার করতে হয়, যেমন Class B, F, বা H।

উপকরণ সঠিকভাবে মাপা ও কাটতে পারা

প্যাঁচানোর আগে কয়েলের জন্য প্রয়োজনীয় তামার তারের দৈর্ঘ্য, গেজ এবং টার্ন সংখ্যা নির্ধারণ করতে হয়।

- সঠিকভাবে মাপ না নিলে কয়েল ঠিকমতো বসবে না বা বেশি গরম হবে।
- তার কাটার সময় ইনসুলেশন যেন নষ্ট না হয় সেদিকে খেয়াল রাখতে হয়।

উদাহরণঃ কয়েল উইন্ডিং চার্ট দেখে নির্দিষ্ট পরিমাণ তার কাটা হয় এবং প্রতিটি কয়েল সমান মাপের করা হয়।

প্যাঁচানোর জন্য কর্মস্থল প্রস্তুত করা

কর্মস্থল নিরাপদ ও পরিপাটি রাখতে হয় যাতে কাজ করতে সুবিধা হয় এবং দুর্ঘটনা এড়ানো যায়।

প্রস্তুতির ধাপগুলো:

- প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও উপকরণ সাজিয়ে রাখা।
- কাজের টেবিল পরিষ্কার ও পর্যাপ্ত আলো নিশ্চিত করা।
- PPE (Personal Protective Equipment) যেমন গ্লাভস, গগলস, অ্যাপ্রন পরা।
- ইনসুলেশন উপকরণ ও তামার তার আলাদা করে রাখা।

উদাহরণ: কাজ শুরু করার আগে টেবিল পরিষ্কার করে, সরঞ্জাম সাজিয়ে ও বিদ্যুৎ সংযোগ পরীক্ষা করে নেওয়া হয়।

ওয়াইন্ডিং তথ্য অনুযায়ী ফর্মা প্রস্তুতকরণ ও কয়েল তৈরিঃ

ধাপে ধাপে ফর্মা প্রস্তুত করা ও কয়েল তৈরির পদ্ধতি:

১. তথ্য সংগ্রহ ও বিশ্লেষণ:

- ওয়াইন্ডিংয়ের জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য, যেমন কতগুলো টার্ন প্রয়োজন, ভোল্টেজ, কারেন্ট, কয়েলটির আকার ইত্যাদি জেনে নিন।
- ট্রান্সফরমার বা মোটরের জন্য নির্দিষ্ট ওয়াইন্ডিং মেশিন ব্যবহার করা যেতে পারে, যা নির্দিষ্ট তথ্য অনুযায়ী কয়েল তৈরি করতে সাহায্য করে।

২. ফর্মা প্রস্তুত:

- ওয়াইন্ডিং তথ্য অনুযায়ী একটি ফর্মা বা ম্যাড্ডেল তৈরি করুন। এটি বৃত্তাকার বা অন্য কোনো আকারের হতে পারে, যা কয়েলের আকার নির্ধারণ করে।
- ফর্মার ব্যাস এবং দৈর্ঘ্য কয়েলের আকার অনুযায়ী কাস্টমাইজ করা যেতে পারে।



৩. কয়েল ওয়াইন্ডিং:

- ফর্মার চারপাশে প্রয়োজনীয় সংখ্যক তার পেঁচিয়ে কয়েল তৈরি করুন। এই প্রক্রিয়াকে ওয়াইন্ডিং বলা হয়।
- তারের সঠিক ফেজ সম্পর্ক বজায় রাখতে হবে, যাতে কয়েলটি সঠিকভাবে কাজ করে।
- যদি একাধিক কয়েল থাকে, তাহলে সেগুলোকে সিরিজে বা প্যারাললে সংযুক্ত করতে হবে।

৪. অতিরিক্ত ধাপ:

- তৈরি হওয়া কয়েলটি ফর্মা থেকে বের করে নির্দিষ্ট স্থানে স্থাপন করুন।
- ওয়াইন্ডিংয়ের উপর ভিত্তি করে, কয়েলের প্যাকেজ তৈরি করা যায়, যা কয়েলের ঘনত্ব এবং ওজন প্রভাবিত করে।
- তৈরি হওয়া কয়েলটি সঠিকভাবে পরীক্ষা করুন।

সেলফ চেক (Self Check) - ৫.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. মোটর প্যাঁচানোর কাজের জন্য ব্যবহৃত তিনটি সরঞ্জামের নাম লিখুন।
২. আমার তারের মান কেন পরীক্ষা করা প্রয়োজন?
৩. ইনসুলেশন ও ল্যাকার কী কাজে ব্যবহৃত হয়?
৪. কয়েল প্যাঁচানোর আগে উপকরণ মাপ নেওয়ার গুরুত্ব কী?
৫. কর্মস্থল প্রস্তুত করার সময় কী কী সতর্কতা নেওয়া উচিত?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৫.২

১. মোটর প্যাঁচানোর কাজের জন্য ব্যবহৃত তিনটি সরঞ্জামের নাম লিখুন
উত্তর: তিনটি সরঞ্জাম - স্ক্রু ড্রাইভার, প্লায়ার, মাল্টিমিটার।
২. আমার তারের মান কেন পরীক্ষা করা প্রয়োজন?
উত্তর: আমার তারের মান পরীক্ষা করার কারণঃ ভালো মানের তার ব্যবহারে মোটর অতিরিক্ত গরম হয় না ও দীর্ঘস্থায়ী হয়।
৩. ইনসুলেশন ও ল্যাকার কী কাজে ব্যবহৃত হয়?
উত্তর: ইনসুলেশন ও ল্যাকার এর কাজঃ ইনসুলেশন কয়েলকে শর্ট সার্কিট থেকে রক্ষা করে এবং ল্যাকার কয়েলকে শক্ত করে আর্দ্রতা থেকে রক্ষা করে।
৪. কয়েল প্যাঁচানোর আগে উপকরণ মাপ নেওয়ার গুরুত্ব কী?
উত্তর: মাপ নেওয়ার গুরুত্বঃ ভুল মাপ নিলে কয়েল সঠিকভাবে বসবে না, ফলে মোটর নষ্ট হতে পারে।
৫. কর্মস্থল প্রস্তুত করার সময় কী কী সতর্কতা নেওয়া উচিত?
উত্তর: কর্মস্থল প্রস্তুত করার সময় সতর্কতাঃ স্থান পরিষ্কার রাখা, PPE ব্যবহার করা, সরঞ্জাম সঠিকভাবে সাজানো, ও পর্যাপ্ত আলো নিশ্চিত করা।

জব শিট (Job Sheet) - ৫.২.১

জবের নাম: মোটর ওয়্যাইন্ডিং সরঞ্জাম ও উপকরণ প্রস্তুত করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও উপকরণ তালিকা তৈরি করা
২. তামার তারের গেজ ও মান পরীক্ষা করা
৩. ইনসুলেশন পেপার ও ল্যাকার প্রস্তুত রাখা
৪. প্রয়োজনীয় মাপে ইনসুলেশন পেপার কেটে নেওয়া
৫. কর্মস্থল পরিষ্কার ও নিরাপদভাবে সাজানো
৬. কাজ শেষে সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্দিষ্ট স্থানে রাখা

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ৫.২.১

জবের নাম: মোটর ওয়্যাইন্ডিং সরঞ্জাম ও উপকরণ প্রস্তুত করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- হেলমেট
- সেফটি গগলজ
- হ্যান্ড গ্লাভস্
- সেফটি বেল্ট
- সেফটি সু
- এ্যাপ্রোন
- ইয়ার প্লাগ
- মাস্ক

প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্ট:

- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- রেঞ্চ সেট
- ফর্মা
- মাপের ফিতা

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- তামার তার
- ইনসুলেশন পেপার

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৫.৩

শিখণ ফল-৩: সিঞ্জেল-ফেজ মোটরের আর্মেচারের ওয়াইন্ডিং/রিওয়াইন্ডিং করতে পারবে।

শিখণ উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- আর্মেচার পরিষ্কার করা
- ইনসুলেশন উপাদান স্লটে ঢোকানো
- স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী ফর্মার কয়েল স্লটে ঢোকানো
- রোটর পরিষ্কার এবং পরীক্ষা করা
- সার্ভিসিং এবং মেরামতের কাজ
- ফর্মার কয়েল ইনসুলেটেড, বার্নিশ, উত্তপ্ত করা এবং স্লটে ঢোকানো
- সিঞ্জেল-ফেজ মোটর - গঠন ও কাজ, প্রকারভেদ ও আর্মেচারের রিওয়াইন্ডিং এর ধাপ

আর্মেচার পরিষ্কার করা

আর্মেচার হলো মোটরের ঘূর্ণায়মান (rotating) অংশ যেখানে কপার উইন্ডিং, লেমিনেশন কোর, এবং কমিউটেটর/স্লিপ রিং থাকে। এটি থেকে ময়লা, ধুলো, কার্বন, বার্ন মার্ক, তেল বা গ্রিজ জমে গেলে মোটর সঠিকভাবে কাজ করতে পারে না।

পরিষ্কারের উদ্দেশ্য

- মোটরের দক্ষতা বাড়ানো
- শর্ট সার্কিট প্রতিরোধ
- তাপমাত্রা কমানো
- কমিউটেটর/আর্মেচার ব্রাশের লাইফ বৃদ্ধি

ব্যবহৃত টুল:

- **Soft wire brush** — ধুলো-ময়লা তুলে ফেলতে
- **Compressed air blower** — লেমিনেশনের ফাঁক পরিষ্কার করতে
- **Emery paper (fine grade)** — কমিউটেটর পলিশ করার জন্য
- **Cleaning solvent** — তেল-গ্রিজ দূর করতে
- **Insulation tester (Megger)** — পরিষ্কার করার পর ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স চেক করতে

পরিষ্কারের ধাপ:

১. আর্মেচার খুলে নিরাপদ জায়গায় রাখা
২. ব্রাশ দিয়ে সব ধুলো দূর করা
৩. কমিউটেটর emery paper দিয়ে স্মুথ করা
৪. কপার ময়লা দূর করতে সলভেন্ট ব্যবহার
৫. ইনসুলেশন টেস্ট করা
৬. প্রয়োজন হলে আর্মেচার ব্যালেন্সিং করা

ইনসুলেশন এর প্রয়োজনীয়তা

মোটরের স্টেটর বা আর্মেচারের স্লটে কপার কয়েল বসানো হয়। এই কয়েল যেন লোহা কোরের সাথে শর্ট না হয়, তাই ইনসুলেশন শীট/স্লিভ ব্যবহার করা হয়।

ইনসুলেশন ম্যাটেরিয়ালের ধরন:

- Nomex paper
- Vulcanized fiber sheet
- Fish paper
- Polyester film (Mylar)
- Glass fiber insulation

ইনসুলেশন বসানোর প্রক্রিয়া:

১. প্রতিটি স্লটের প্রস্থ মেপে ইনসুলেশন কেটে নেওয়া
২. ইনসুলেশন শীট স্লটে সমানভাবে ঢুকানো
৩. কোনো ভাঁজ বা ক্ষতচিহ্ন যেন না থাকে
৪. ইনসুলেশন সম্পূর্ণ স্লট কভার করেছে কি না তা পরীক্ষা
৫. প্রয়োজন অনুযায়ী ডাবল লেয়ার ইনসুলেশন ব্যবহার

ফর্মড কয়েল

মোটরের স্টেটর কয়েল নির্দিষ্ট নম্বরের টার্ন ও তারের সাইজ অনুযায়ী আগে থেকেই “ফর্ম” করা থাকে।

স্ট্যান্ডার্ড অনুসরণ করার কারণ:

- সঠিক EMF উৎপন্ন করতে
- মোটর যেন তার রেটেড লোড বহন করতে পারে
- ওয়াইন্ডিং গরম না হয়
- ব্যালেন্সড ম্যাগনেটিক ফিল্ড পেতে

কয়েল ইনসার্ট করার ধাপ:

১. প্রথমে স্লটে ইনসুলেশন বসানো
২. Coil Puller বা Wooden mallet দিয়ে কয়েল প্রবেশ করানো
৩. কয়েল যেন চেপে না যায় তা নিশ্চিত করা
৪. কয়েলের লিড (connection point) সঠিক দিকমুখে রাখতে হবে
৫. একই ফেজের কয়েল নির্ধারিত প্যাটার্নে বসানো
৬. Slot wedge দিয়ে স্লট বন্ধ করা

রোটর পরিষ্কার এবং পরীক্ষা করাঃ

রোটর পরিষ্কারের কারণ:

- ধুলো জমলে রোটর ব্যালেন্স নষ্ট হয়
- Vibration বৃদ্ধি পায়
- অ্যালুমিনিয়াম বার বা end ring ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে
- রোটর অসম গরম হতে পারে

পরীক্ষার পদ্ধতি:

- Compressed air দিয়ে ধুলো পরিষ্কার
- Grease/oil অপসারণ
- If squirrel cage rotor → Bars and end rings চেক
- If wound rotor → Slip ring surface পরিষ্কার করা

পরীক্ষা করা হয়:

- Rotor bar এর continuity
- Rotor shaft bend আছে কি না
- Bearing seat ক্ষতিগ্রস্ত কি না
- রোটর স্ট্যান্ডার্ড ব্যালেন্স আছে কি না

সার্ভিসিং এবং মেরামতের কাজ

সার্ভিসিং :

- Bearing পরিবর্তন
- End cover alignment
- Brush/brush holder servicing
- Connection tightening
- Cooling fan জলবদ্ধতা পরীক্ষা
- Varnish coating renewal

রিপেয়ার কাজ:

- Faulty winding পুনরায় রিওয়াইন্ড করা
- Burnt connection soldering
- Broken slip ring repair
- Rotor/armature balancing
- Commutator turning and undercutting

ইনসুলেশন প্রক্রিয়া:

- কয়েলের উপর **glass tape, cotton tape**, বা **insulation sleeve** লাগানো হয়
- কয়েলের টার্ন যেন শর্ট না হয় তা নিশ্চিত করা হয়

ভার্নিশিং:

ভার্নিশ মোটর উইন্ডিংয়ে একটি শক্ত প্রতিরক্ষামূলক স্তর তৈরি করে:

- আর্দ্রতা প্রতিরোধ
- তাপ প্রতিরোধ
- কয়েলকে শক্ত করে ধরে রাখে
- vibration কমায়

হিটিং:

- Heating oven এ $80\pm C - 150\pm C$ তাপমাত্রায় শুকানো হয়
- ভার্নিশ শুকিয়ে শক্ত হয় এবং ইনসুলেশন উন্নত করে

শেষ ধাপ – স্লটে ইনসার্ট করা:

১. কয়েল সম্পূর্ণ শুকানোর পর স্লটে বসানো
২. স্লট wedging করে coil secure করা
৩. Coil end forming করে connection প্রস্তুত করা

সিঙ্গেল ফেজ মোটর (Single-Phase Motor)

এটি একটি এসি (AC) মোটর যা সিঙ্গেল-ফেজ (এক-ফেজ) বিদ্যুৎ সরবরাহে চলে। সাধারণত বাসা-বাড়ি, অফিস এবং ছোট ছোট দোকানে ব্যবহৃত হয়, কারণ সেখানে তিন-ফেজ বিদ্যুতের পরিবর্তে সিঙ্গেল-ফেজ বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়। এটি সাধারণত ১/৩ এইচপি থেকে ৫ এইচপি পর্যন্ত পাওয়ার রেটিং-এ পাওয়া যায়।

কাজের নীতি (Working Principle)

- সিঙ্গেল ফেজ মোটরের কাজের মূল নীতিটি হল "দ্বি-ফেজের নকল তৈরি করা"।
- একটি সিঙ্গেল-ফেজ সাপ্লাইতে শুধুমাত্র একটি পর্যায়বৃত্ত (Sinusoidal) ভোল্টেজ থাকে, যা নিজে থেকে কোন ঘূর্ণনশীল চৌম্বক ক্ষেত্র (Rotating Magnetic Field) তৈরি করতে পারে না। এটি শুধুমাত্র একটি দোদুল্যমান (Pulsating) চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে।
- এই দোদুল্যমান ক্ষেত্রকে ঘূর্ণনশীল ক্ষেত্রে রূপান্তর করার জন্য মোটরে একটি অস্ফিজিলিয়ারী (সহায়ক) উইন্ডিং (Auxiliary Winding) থাকে, যা মূল উইন্ডিং (Main Winding) থেকে আলাদা।
- অস্ফিজিলিয়ারী উইন্ডিং-এর সাথে সাধারণত একটি ক্যাপাসিটর (Capacitor) সিরিজে সংযুক্ত থাকে। এই ক্যাপাসিটর মূল ও অস্ফিজিলিয়ারী উইন্ডিং-এর কারেন্টের মধ্যে একটি ফেজ পার্থক্য (Phase Difference) তৈরি করে (প্রায় ৯০ ডিগ্রি)।
- এই ফেজ পার্থক্যই দুটি উইন্ডিং-এর চৌম্বক ক্ষেত্রকে মিলিয়ে একটি কার্যকর ঘূর্ণনশীল চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে, যা রটরকে ঘুরতে বাধ্য করে।
- কিছু মোটরে (যেমন স্প্লিট-ফেজ মোটর) ক্যাপাসিটরের পরিবর্তে রটরে উচ্চ রেজিস্ট্যান্স ব্যবহার করে ফেজ পার্থক্য তৈরি করা হয়।

সিঙ্গেল ফেজ মোটরের প্রকারভেদ (Types of Single-Phase Motors)

সিঙ্গেল ফেজ মোটর প্রধানত কয়েক ধরনের হয়, যেগুলোর শুরু করার পদ্ধতি আলাদা:

১. ক্যাপাসিটর-স্টার্ট ইন্ডাকশন রান মোটর (Capacitor-Start Induction Run Motor - CSIR):
এতে একটি উচ্চ মানের ক্যাপাসিটর (Starting Capacitor) এবং একটি সেন্দ্রিফুগাল সুইচ থাকে।
শুরু করার সময় ক্যাপাসিটর সংযুক্ত থাকে এবং উচ্চ টর্ক দিয়ে মোটরকে দ্রুত ঘুরিয়ে দেয়।
মোটর নামি গতির ৭০-৮০% এ পৌঁছালে সেন্দ্রিফুগাল সুইচ স্বয়ংক্রিয়ভাবে ক্যাপাসিটরকে সার্কিট থেকে বিচ্ছিন্ন করে দেয়।
ব্যবহার: কম্প্রসর, কনভেয়র বেল্ট, পানির পাম্প ইত্যাদিতে।
২. ক্যাপাসিটর-রান ইন্ডাকশন মোটর (Capacitor-Run Induction Motor - CRIM):
এতে একটি নিম্ন মানের ক্যাপাসিটর (Running Capacitor) সারাক্ষণ সংযুক্ত থাকে।
শুরু করার টর্ক কম কিন্তু চালানোর সময় দক্ষতা বেশি এবং শব্দ কম।
ব্যবহার: ফ্যান, ব্লোয়ার, এয়ার কন্ডিশনার ইত্যাদিতে।
৩. ক্যাপাসিটর-স্টার্ট ক্যাপাসিটর-রান ইন্ডাকশন মোটর (Capacitor-Start Capacitor-Run Induction Motor - CSCR):
এটি CSIR এবং CRIM উভয়ের সমন্বয়। এতে দুটি ক্যাপাসিটর থাকে – একটি উচ্চ মানের (সুরু করতে) এবং একটি নিম্ন মানের (চালাতে)।

এটি উচ্চ শুরুর টর্ক এবং দক্ষ অপারেশন উভয়ই প্রদান করে।

ব্যবহার: বড় পাম্প, হেভি-ডিউটি কম্প্রসর ইত্যাদিতে।

৪. স্প্লিট-ফেজ মোটর (Split-Phase Motor):

এতে কোন ক্যাপাসিটর থাকে না। ফেজ পার্থক্য তৈরি করার জন্য অক্সিজিলিয়ারী উইন্ডিং-কে বেশি রেজিস্ট্যান্সের (চিকন তার) দিয়ে তৈরি করা হয়। শুরুর টর্ক খুবই কম।

ব্যবহার: ছোট ফ্যান, ওয়াশিং মেশিন, ব্লেন্ডার ইত্যাদিতে।

৫. শেডেড পোল মোটর (Shaded-Pole Motor):

এটি সবচেয়ে সহজ ও সস্তা নকশা। এতে একটি তামার রিং বা কয়েল দিয়ে স্ট্যাটরের পোলের একটি অংশ "শেড" করা থাকে।

ঘূর্ণনশীল চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে এই শেডেড অংশ। দক্ষতা খুবই কম এবং টর্কও কম।

ব্যবহার: খুব ছোট ডিভাইস যেমন টেবিল ফ্যান, হেয়ার ড্রায়ার, প্রজেক্টরে।

সিঙ্গেল ফেজ মোটরের সুবিধা ও অসুবিধা (Advantages & Disadvantages):

সুবিধা (Advantages)	অসুবিধা (Disadvantages)
সিঙ্গেল-ফেজ সাপ্লাইয়ে চলে, যা ঘর-বাড়িতে সহজলভ্য।	তিন-ফেজ মোটরের তুলনায় দক্ষতা কম।
নকশা সহজ, নির্মাণ খরচ কম এবং রক্ষণাবেক্ষণ সহজ।	শুরুর টর্ক সাধারণত তিন-ফেজ মোটরের চেয়ে কম (CSCR বাদে)।
তিন-ফেজ মোটরের তুলনায় আকারে ছোট এবং ওজনে হালকা হয়।	লোড পরিবর্তনের প্রতি বেশি সংবেদনশীল।
নির্ভরযোগ্য এবং দীর্ঘস্থায়ী (Service Life) থাকে।	পাওয়ার ফ্যাক্টর তিন-ফেজ মোটরের চেয়ে খারাপ।

ব্যবহার (Applications)

সিঙ্গেল ফেজ মোটর আমাদের দৈনন্দিন জীবনে সর্বত্র ব্যবহৃত হয়:

গৃহস্থালি যন্ত্রপাতি: রেফ্রিজারেটর, ওয়াশিং মেশিন, এয়ার কন্ডিশনার, সিলিং ফ্যান, এক্সহস্ট ফ্যান, মিক্সার গ্রাইন্ডার, ভ্যাকুয়াম ক্লিনার।

শিল্পকারখানা: ছোট টুলস যেমন ড্রিল মেশিন, গ্রাইন্ডার, পানির পাম্প, কম্প্রসর।

অফিস оборудования: প্রিন্টার, ফটোকপি মেশিন, কম্পিউটারের কুলিং ফ্যান।

সিঙ্গেল-ফেজ মোটরের আর্মেচারের রিওয়াইন্ডিং এর মূল ধাপ

ক) কয়েল ফর্মিং (Coil Forming):

- পুরানো ডেটা অনুযায়ী, কাঠের বা প্লাস্টিকের একটি ফর্মার (ফর্মার ব্লক) তৈরি করুন বা ব্যবহার করুন, যার আকৃতি পুরানো কয়েলের মতন।
- সঠিক তারের গজ (SWG) এবং নির্ধারিত প্যাঁচ অনুসারে নতুন তামার তার দিয়ে কয়েলগুলো ওয়াইন্ডিং মেশিন বা হাতে পেঁচিয়ে তৈরি করুন।
- মেইন ও স্টার্টিং ওয়াইন্ডিংয়ের কয়েলগুলো আলাদাভাবে তৈরি করুন এবং চিহ্নিত করুন।

খ) কয়েল বসানো (Coil Insertion):

- সাধারণত, মেইন ওয়াইন্ডিং আগে বসানো হয়।
- একটি কয়েলের দুই পা (Coil Side) নির্ধারিত দুটি স্লটে প্রবেশ করান। খুব সাবধানে করুন যাতে নতুন ইনসুলেশন পেপার ছিঁড়ে না যায় বা তারের এনামেল scratched না হয়।
- একটি স্লটে একই ফেজের একাধিক কয়েলের পা থাকতে পারে। সেগুলোকে সুশৃঙ্খলভাবে সাজিয়ে প্রবেশ করান।
- সমস্ত মেইন ওয়াইন্ডিংয়ের কয়েল বসানোর পর একইভাবে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিংয়ের কয়েলগুলো বসান।
- কয়েল বসানোর সময় প্রতিটি কয়েলের দিক (Clockwise/Anticlockwise) ঠিক রাখুন, যা পুরানো ডায়াগ্রাম অনুসারে হবে।



গ) ইনসুলেশন ও ওয়েজ (Insulation and Wedge):

- সব কয়েল বসানোর পর, প্রতিটি স্লটের উপরে থাকা কয়েলগুলোকে ইনসুলেশন পেপার দিয়ে ভালোভাবে আবৃত করুন।
- এরপর, একটি কাঠের বা ফাইবারের ওয়েজ (Wedge) হাতুড়ি দিয়ে স্লটের খাঁজে আটকে দিয়ে কয়েলগুলোকে শক্তভাবে আটকান যাতে স্লট থেকে স্লিপ হতে না পারে।

সংযোগ ও সমাপনী ধাপ (Connection and Finishing Steps)

ঘ) ওয়াইন্ডিং সংযোগ (Winding Connection):

- এটি সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। পুরানো সময়ে তোলা ডায়াগ্রাম বা স্ট্যান্ডার্ড ডায়াগ্রাম অনুসরণ করুন।
- মেইন ওয়াইন্ডিং: সাধারণত সমস্ত মেইন কয়েলগুলো সিরিজে বা সিরিজ-প্যারালেলে সংযুক্ত হয়। দুটি টার্মিনাল (M1 & M2) বের হয়।
- স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং: সমস্ত স্টার্টিং কয়েলগুলোও সিরিজে সংযুক্ত হয়। এর দুটি টার্মিনাল (S1 & S2) বের হয়।
- সেন্দ্রিফুগাল সুইচ সংযোগ (যদি থাকে): স্টার্টিং ওয়াইন্ডিংয়ের সাথে সেন্দ্রিফুগাল সুইচের সংযোগ ঠিক 如前্যভাবে করুন।
- সংযোগ স্থানগুলো ভালোভাবে সোল্ডারিং করুন।

ঙ) টার্মিনাল বক্স সংযোগ (Terminal Box Connection):

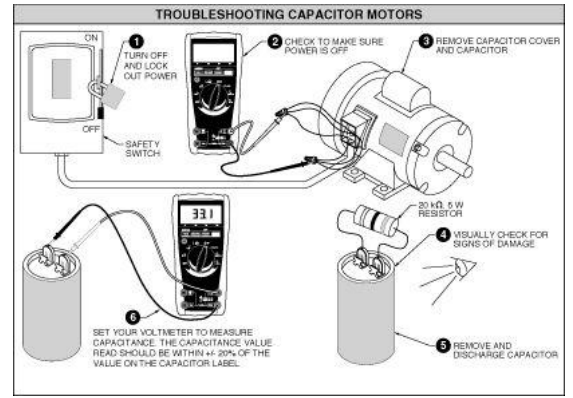
- টার্মিনাল বক্সে সাধারণত ৬টি টার্মিনাল থাকে: M1, M2, S1, S2, এবং সেন্দ্রিফুগাল সুইচের দুটি টার্মিনাল (যদি থাকে)।
- সর্বাধিক প্রচলিত সংযোগ:
 - M1 এবং S1 কে একসাথে যুক্ত করে লাইভ সাপ্লাই (L) দিন।
 - M2 কে নিউট্রাল (N) এর সাথে সংযুক্ত করুন।
 - S2 কে একটি ক্যাপাসিটরের এক প্রান্তের সাথে এবং ক্যাপাসিটরের অপর প্রান্তকে M1/L এর সাথে সংযুক্ত করুন (ক্যাপাসিটর-রান মোটরের জন্য)।
 - সেন্দ্রিফুগাল সুইচ স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং সার্কিটে সিরিজে সংযুক্ত থাকে।



চ) পরীক্ষা (Testing):

- **কন্টিনিউটি টেস্ট:** মাল্টিমিটার দিয়ে ওয়াইন্ডিংয়ের কন্টিনিউটি চেক করুন। ওপেন বা শর্ট সার্কিট নেই তা নিশ্চিত হোন।
- **মেগার টেস্ট:** ওয়াইন্ডিং এবং বডির (Earth) মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্টেন্স চেক করুন। এটি 1 Me (মেগা-ওহম) এর বেশি হওয়া উচিত।

রানিং টেস্ট: সব সংযোগ শেষে মোটরটি স্বল্প সময়ের জন্য চালু করে দেখুন সঠিক দিকে ঘুরছে কিনা এবং কোনো অস্বাভাবিক শব্দ বা গরম হওয়া নেই কিনা।



ছ) ভার্ণিশিং ও বেকিং (Varnishing and Baking):

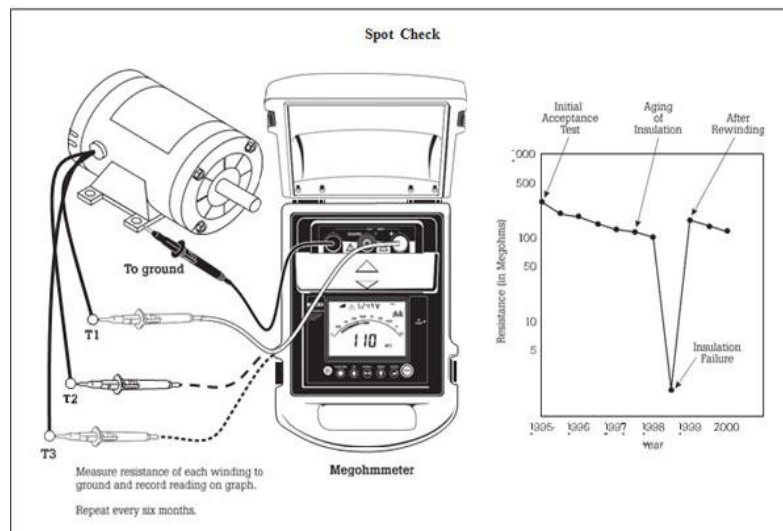
- সব পরীক্ষা সফল হলে, সম্পূর্ণ আর্মেচার (স্টেটর) কে ইনসুলেশন ভার্ণিশে ডুবান বা স্প্রে করুন।
- এরপর এটিকে ওভেনে বেক করুন যাতে ভার্ণিশ শুকিয়ে শক্ত হয়ে যায়। এটি ওয়াইন্ডিংকে যান্ত্রিক শক্তি প্রদান করবে এবং আর্দ্রতা ও dust থেকে রক্ষা করবে।

সতর্কতা (Precautions)

- পুরানো ওয়াইন্ডিং খোলার সময় ডেটা রেকর্ডিং সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ। একটি ভুল পুরো কাজটি নষ্ট করে দিতে পারে।
- নতুন তারের গজ (SWG) অবশ্যই পুরানোর মতোই ব্যবহার করুন।
- সংযোগ ডায়াগ্রাম শতভাগ সঠিক হতে হবে।
- কয়েল বসানোর সময় তারের এনামেল scratch হওয়া থেকে রক্ষা করুন।
- শেষ হওয়ার পর সব ধরনের ইলেকট্রিক্যাল টেস্ট করতে ভুলবেন না।

ইলেকট্রিক্যাল মেশিনে ওয়াইন্ডিং পরীক্ষা পদ্ধতিঃ

- ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট।
- কন্টিনিউটি টেস্ট।
- কয়েলের মধ্যে শর্ট সার্কিট টেস্ট।
- কয়েল গুপের শর্ট সার্কিট টেস্ট।
- পোলারিটি টেস্ট



Periodic spot check can be used for preventive maintenance, but must be adjusted for temperature and humidity.

মোটরের সর্বনিম্ন ইন্সুলেশন রেজিস্ট্যান্স এর মান বৃটিশ স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী কত হওয়া উচিত তা নিম্নের সূত্র থেকে পাওয়া যায়।

সর্বনিম্ন ইন্সুলেশন রেজিস্ট্যান্স (মেগা ওহম)

মেশিনের নির্দিষ্ট ভোল্টেজ

= ১০০০+ মেশিনের হর্স পাওয়ার

উপরের সূত্র ব্যবহার করে ৫ হর্স পাওয়ারের একটি মোটরের সর্বনিম্ন ইন্সুলেশন রেজিস্ট্যান্স হবে .৫ মেগা ওহম।

বিঃ দ্রঃ মোটরটি খোলার আগে অবশ্যই মার্কিং করে নিতে হবে।

কন্টিনিউট টেস্ট:

কয়েলগুলো শ্লটে বসানো শেষে প্রতিটি কয়েলের কন্টিনিউটি পরিক্ষা করে দেখতে হয়। এজন্য টেস্ট ল্যাম্প অথবা এ্যভোমিটার ব্যবহার করা হয়। কয়েল সমূহের সংযোগ শেষ করার পর দ্বিতীয় দফায় আবার কন্টিনিউটি টেস্ট করা হয়।

সেলফ চেক (Self Check) - ৫.৩

১. একক ফেজ মোটর কী?
২. সিঙ্গেল ফেজ মোটরের প্রকারভেদ লিখুন
৩. আর্মেচারের কয়েল ডিজাইন কেন প্রয়োজন?
৪. পুরাতন কয়েল খোলার সময় কী সতর্কতা নিতে হয়?
৫. নতুন কয়েল প্যাঁচানোর ধাপগুলো কী কী?
৬. আর্মেচার ব্যালাপ্সিং টেস্ট কেন করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৫.৩

১. একক ফেজ মোটর কী?
উত্তর: এটি একটি এসি (AC) মোটর যা সিঙ্গেল-ফেজ (এক-ফেজ) বিদ্যুৎ সরবরাহে চলে। সাধারণত বাসা-বাড়ি, অফিস এবং ছোট ছোট দোকানে ব্যবহৃত হয়, কারণ সেখানে তিন-ফেজ বিদ্যুতের পরিবর্তে সিঙ্গেল-ফেজ বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়। এটি সাধারণত ১/৩ এইচপি থেকে ৫ এইচপি পর্যন্ত পাওয়ার রেটিং-এ পাওয়া যায়।
২. সিঙ্গেল ফেজ মোটরের প্রকারভেদ লিখুন
উত্তর: সিঙ্গেল ফেজ মোটর প্রধানত কয়েক ধরনের হয়, যেগুলোর শুরু করার পদ্ধতি আলাদা:
 - ক্যাপাসিটর-স্টার্ট ইন্ডাকশন রান মোটর
 - ক্যাপাসিটর-রান ইন্ডাকশন মোটর
 - ক্যাপাসিটর-স্টার্ট ক্যাপাসিটর-রান ইন্ডাকশন মোটর
 - স্প্লিট-ফেজ মোটর
 - শেডেড পোল মোটর
৩. আর্মেচারের কয়েল ডিজাইন কেন প্রয়োজন?
উত্তর: কয়েল ডিজাইন অনুযায়ী কয়েলের টার্ন সংখ্যা, সংযোগ, দিক ও স্লট নির্ধারণ করা যায়, যা সঠিক প্যাঁচানোর জন্য অপরিহার্য
৪. পুরাতন কয়েল খোলার সময় কী সতর্কতা নিতে হয়?
উত্তর: পুরাতন কয়েল খুলতে গিয়ে স্লট বা ল্যামিনেশন ক্ষতিগ্রস্ত না হয় সেদিকে খেয়াল রাখতে হয়
৫. নতুন কয়েল প্যাঁচানোর ধাপগুলো কী কী?
উত্তর: নতুন কয়েল তৈরির ধাপঃ মাপ নেওয়া → কয়েল তৈরি → স্লটে বসানো → ইনসুলেশন → সংযোগ → ল্যাকার প্রয়োগ
৬. আর্মেচার ব্যালাপ্সিং টেস্ট কেন করা হয়?
উত্তর: আর্মেচার ব্যালাপ্সিং টেস্ট করা হয় যেন মোটর কম্পন না করে, মসৃণভাবে চলে এবং দীর্ঘস্থায়ী হয়।

জব শিট (Job Sheet) - ৫.৩.১

জবের নাম: সিঞ্জোল-ফেজ মোটরের আর্মেচার রি-ওয়ান্ডিং করা।

কাজের ধাপসমূহ:

- ১) মোটর ডিসঅ্যাসেম্বল করে আর্মেচার বের করা
- ২) পুরাতন কয়েল সাবধানে কেটে খুলে ফেলা
- ৩) পুরাতন কয়েলের তথ্য (গেজ, টার্ন সংখ্যা, দিক) নোট করা
- ৪) আর্মেচারের স্লট পরিষ্কার ও ইনসুলেশন পেপার বসানো
- ৫) নকশা অনুযায়ী নতুন কয়েল প্যাঁচানো ও বসানো
- ৬) কয়েল টার্মিনাল সংযোগ ও সোল্ডারিং করা
- ৭) ল্যাকার প্রয়োগ করে শুকাতে দেওয়া
- ৮) আর্মেচার ব্যালান্সিং ও টেস্ট করা
- ৯) মোটর পুনরায় সংযোজন (Assembling) করে পরীক্ষা করা

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ৫.৩.১

জবের নাম: সিঞ্জোল-ফেজ মোটরের আর্মেচার রি-ওয়ান্ডিং করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- হেলমেট
- সেফটি গগলজ
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি বেল্ট
- সেফটি সু
- এ্যাপ্রোন
- ইয়ার প্লাগ
- মাস্ক

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

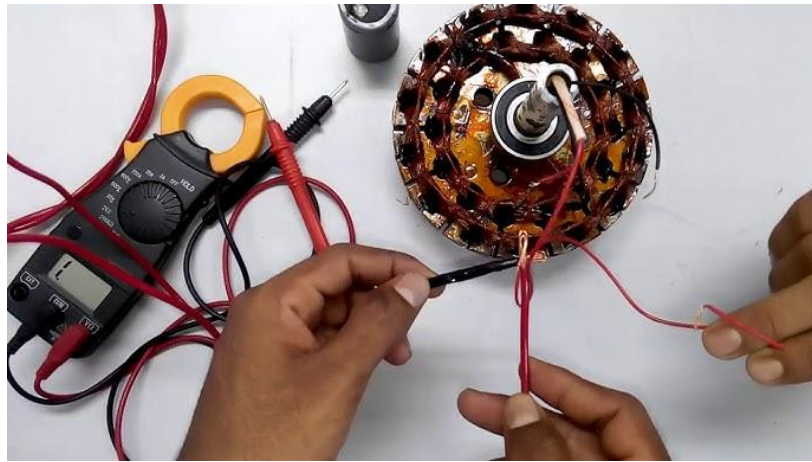
- স্ক্রু ড্রাইভার
- প্লায়ার
- হ্যামার
- মাল্টিমিটার
- সোল্ডারিং আয়রন ও সোল্ডার
- ভার্নিশ স্প্রে গান / ব্রাশ

- ব্যালাপিং মেশিন
- উইন্ডিং মেশিন
- মেজারিং টেপ / গেজ

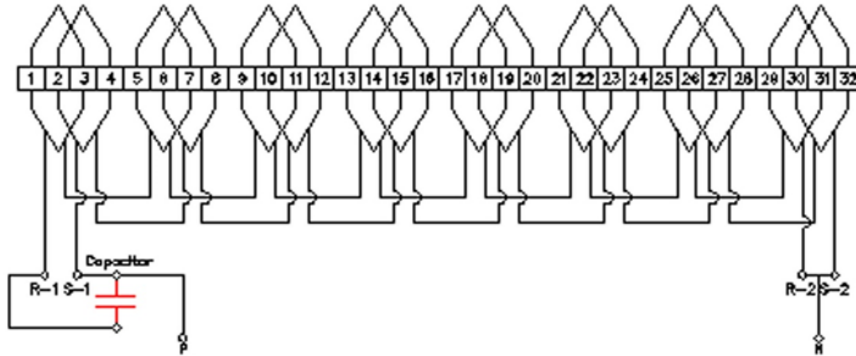
প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- তামার তার (Copper wire)
- ইনসুলেশন পেপার
- ল্যাকার/ভার্নিশ
- ইনসুলেশন টেপ
- কনেকশন তার
- স্লট ওয়েজ (Slot wedge)

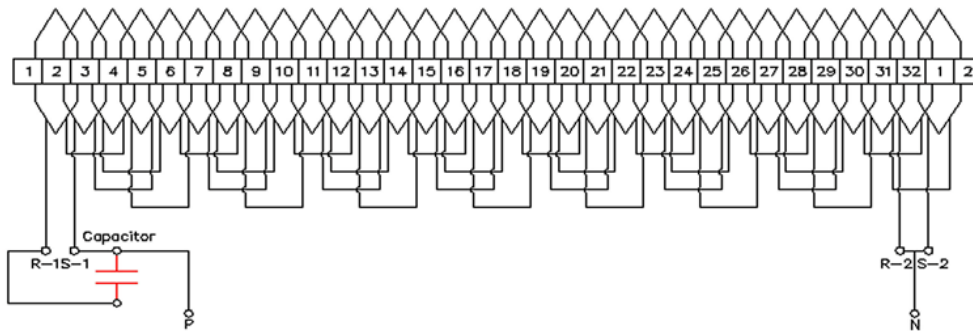
ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



Single layer winding
Slot - 32, Pole - 16



Double layer winding
Slot - 32, Pole - 16



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৫.৪

শিখন ফল- ৪: ত্রি-ফেজ মোটরের স্টেটরের ওয়াইন্ডিং/রিওয়াইন্ডিং করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

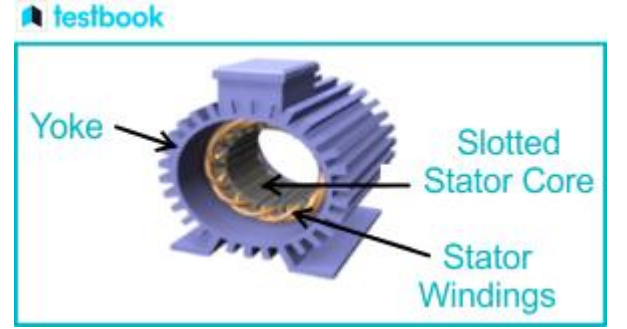
- ত্রি-ফেজ মোটর – স্টেটর, গঠন ও কাজ
- স্টেটর পরিষ্কার করা; রোটর পরিষ্কার ও পরীক্ষা করা
- ইনসুলেশন উপাদান স্লটে ঢোকানো; ফর্মার কয়েল স্লটে ঢোকানো
- সার্ভিসিং ও মেরামত; ফর্মার কয়েল ইনসুলেটেড, বার্নিশ ও উত্তপ্ত করা

ত্রি-ফেজ মোটরের স্টেটর গঠন ব্যাখ্যা করা

তিন ফেজ মোটরের স্টেটর (Stator) হলো মোটরের স্থির অংশ, যেখানে কয়েল বা উইন্ডিং বসানো হয়।

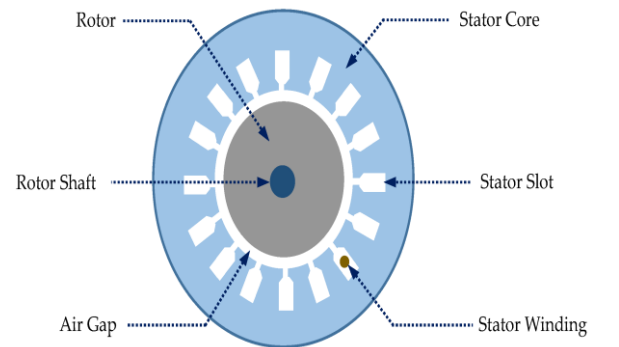
স্টেটরের মূল অংশসমূহ:

- স্টেটর কোর (Stator Core): লোহার পাত দিয়ে তৈরি, এতে কয়েল বসানোর জন্য স্লট থাকে।
- স্লট (Slot): কয়েল বা কুন্ডলী রাখার স্থান।
- উইন্ডিং (Winding): তামার তার দিয়ে তৈরি কয়েল।
- ফ্রেম (Frame): বাইরের ধাতব আবরণ যা পুরো স্টেটরকে ধারণ করে।



কাজের ধরন:

যখন তিন ফেজের বিদ্যুৎ তিনটি কয়েলে প্রবাহিত হয়, তখন ঘূর্ণমান চৌম্বক ক্ষেত্র (Rotating Magnetic Field) তৈরি হয়। এই ক্ষেত্র রোটরকে ঘুরিয়ে মোটর চালায়।



স্টেটর কোর পরিষ্কার ও ইনসুলেশন করা

নষ্ট (Burnt / Faulty) মোটরের স্টেটর পরিষ্কার করার পদ্ধতি সেফটি ও প্রাথমিক পরীক্ষাঃ

- মোটরের পাওয়ার লাইন সম্পূর্ণ খুলে নিন
- স্টেটরের কয়েল পুড়েছে কিনা, তার রঙ কালো/বাদামি হয়েছে কিনা চোখে দেখে বুঝে নিন
- কোনো শর্ট সার্কিটের চিহ্ন (গন্ধ, দাগ, গলন) থাকলে নোট করুন

মোটর খুলে স্টেটর বের করা

- এন্ড-কভার খুলুন
- রোটর আলাদা করে স্টেটর বের করুন
- পোড়া কয়েল ভেঙে পড়ে গেলে সাবধানে পরিষ্কার করুন

যদি কয়েল সম্পূর্ণভাবে পুড়ে যায় (Rewinding প্রয়োজন):

এই ক্ষেত্রে সাধারণত পুরো কয়েল কাটতে হয় এবং নতুন করে রিওয়াইন্ডিং করতে হয়।

ধাপ:

১. কয়েলের ল্যাশিং খুলুন
২. কয়েলগুলো কেটে স্লট থেকে বের করে ফেলুন
৩. কয়েল বের করার পর কোর (Core) পরিষ্কার করুন

এই অংশে পরিষ্কার করা মানে— কোরে জমে থাকা জ্বলে যাওয়া ইনসুলেশনের ছাই, বার্নিশের অবশিষ্টাংশ এবং ধাতব টুকরো সরানো।

ক) স্টেটর কোর পরিষ্কার করা

✓ Dry Cleaning

- তারের অবশিষ্টাংশ/পোড়া ইনসুলেশন নরম হাতুড়ি বা প্লায়ার দিয়ে সরান
- ব্রাশ দিয়ে ধুলো ও ছাই পরিষ্কার করুন
- এয়ার ব্লোয়ার ব্যবহার করুন

✓ Wet Cleaning (প্রয়োজনে)

- ইনসুলেশন সেফ সলভেন্ট ব্যবহার করা যায়
- খিনার বা দাহ্য কেমিক্যাল ব্যবহার করা যাবে না
- লিন্ট-ফ্রি কাপড় দিয়ে মুছুন

খ) স্টেটর কোর Heat Treatment (Burnt Motor এ গুরুত্বপূর্ণ)

পোড়া ওয়াইন্ডিং ছাই এবং পুরনো বার্নিশ নরম করার জন্য অনেক ওয়ার্কশপে হিটিং/বেকিং করা হয়।

- $100-150 \pm C$ তাপমাত্রায় ১-২ ঘণ্টা হিট করলে পুরনো বার্নিশ নরম হয়
- তারপর ব্রাশ দিয়ে পরিষ্কার করলে স্লটগুলো পরিষ্কার হয়
- খুব বেশি তাপমাত্রা দেওয়া যাবে না (কোর ক্ষতির ঝুঁকি)

গ) স্লট ইনসুলেশন পরীক্ষা

- স্লট লাইনিং পুড়ে গেলে নতুন করে লাগাতে হবে
- স্লটের ধার শার্প হলে ফাইল দিয়ে ঠিক করুন
- কোনো ধাতব তীক্ষ্ণ অংশ রেখে দেওয়া যাবে না

ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স (IR Test)

মেগার দিয়ে পরীক্ষার সময়:

- পুরনো পুড়া কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে মান সাধারণত খুব কম থাকে
- রিওয়াইন্ডিং করলে নতুন কয়েল বসানোর পরে আবার IR Test করুন

ঘ) পুনরায় বার্নিশ করা (যদি কয়েল না কাটা হয়)

যদি কয়েল আংশিক ক্ষতিগ্রস্ত হয় কিন্তু রিওয়াইন্ডিং না করা হয়, তবে:

- কয়েল পরিষ্কার করে ইনসুলেটিং ভার্নিশ লেপ দিন
- সম্পূর্ণ শুকানোর পর মোটর রান টেস্ট করুন

সতর্কতা (Burnt Motor Cleaning- এ বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ)

- পোড়া কয়েল শক্ত বা ভঙ্গুর হওয়ায় টানলে সহজেই ভেঙে যেতে পারে
- অতিরিক্ত ব্রাশিং করলে স্লটের লেমিনেশন ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে
- ওয়াটার-ওয়াশ করা যাবে না
- Flame cleaner, thinner, petrol— কখনো ব্যবহার করবেন না
- PPE ব্যবহার করুন (গ্লাভস, মাস্ক, চশমা)

ইনসুলেশন উপাদান স্লটে ঢোকানো

নষ্ট বা নতুনভাবে রিওয়াইন্ডিং করা মোটরের স্টেটরে স্লট ইনসুলেশন (Slot Insulation / Slot Liner) ঢোকানো একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। এটি কয়েলকে স্টেটর কোরের ধারালো ধাতব অংশ থেকে রক্ষা করে এবং শর্ট সার্কিট প্রতিরোধ করে।

নিচে স্লট ইনসুলেশন স্লটে ঢোকানোর ধাপগুলো সহজভাবে দেওয়া হলো:

স্টেটরের স্লটে ইনসুলেশন উপাদান ঢোকানোর ধাপসমূহ

ক) স্লট পরিষ্কার করা

- পুরনো কয়েল বা ইনসুলেশন সম্পূর্ণ সরিয়ে ফেলুন
- ব্রাশ ও এয়ার ব্লোয়ার দিয়ে ধুলো ও লোহার কণা সরান
- স্লটের ধার তীক্ষ্ণ হলে ফাইল দিয়ে মসৃণ করুন

✓ লক্ষ্য: স্লট যেন মসৃণ হয় এবং ইনসুলেশন কাটার ঝুঁকি না থাকে।

খ) ইনসুলেশন উপাদান কাটুন (Slot Liner Cutting)

- স্লটের গভীরতা ও প্রস্থ মেপে নিন
- Nomex paper / Pressboard / DMD Paper প্রয়োজনমত কাটুন
- কাটার সময় নিশ্চিত করুন—
 - লম্বা প্রান্ত স্লটের গভীরতার সমান বা একটু বেশি
 - দুই পাশের ওভারল্যাপিং অংশ সমান হয়

✓ সাধারণত U-shape বা folded shape কাটা হয়, যাতে দুই পাশ স্লটের ভেতরে ঠিকভাবে বসে।

গ) ইনসুলেশনকে ভাঁজ (Fold) করে প্রস্তুত করুন

- ইনসুলেশন কাগজকে অনুযায়ী ভাঁজ করে চ্যানেল আকারে তৈরি করুন
- ভাঁজের পাশ বাঁকা বা ভেঙে গেলে তা ঠিক করে নিন
- প্রান্তগুলো যেন ধারালো না থাকে তা নিশ্চিত করুন

✓ লক্ষ্য: স্লটের ভেতরে ইনসুলেশন ঠিকভাবে বসবে এবং কয়েল ঢোকানোর সময় নড়বে না।

ঘ) স্লটে ইনসুলেশন ঢোকানো (Insertion)

ধাপ:

১. প্রথমে ইনসুলেশনের এক দিক স্লটের মুখে লাগান
২. ধীরে ধীরে চাপ দিয়ে স্লটের পুরো গভীরতা পর্যন্ত নামান
৩. **Wooden stick** বা **Non-metallic tool** দিয়ে হালকা চাপ দিন
৪. নিশ্চিত করুন যে ইনসুলেশন কাগজ ছিঁড়ে যাচ্ছে না বা ভেঙে যাচ্ছে না

✓ ব্যবহৃত টুল:

- **Wooden hammer**
- **Fiber/Plastic pusher**
- **Bamboo stick**

লোহার টুল ব্যবহার না করাই ভালো, ইনসুলেশন ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।

ঙ) ইনসুলেশন ঠিকভাবে বসেছে কিনা পরীক্ষা করুন

- উপরে চেটে খেলানো অংশ আছে কিনা চেক করুন
- ইনসুলেশন স্লটের দুই পাশে সমানভাবে বসেছে কিনা দেখুন
- স্লটের মুখে ইনসুলেশন ঝুলে থাকলে তা ঠিক করুন

✓ লক্ষ্য: কয়েল বসানোর সময় ইনসুলেশন যেন নড়ে না।

চ) কয়েল বসানোর জন্য স্লট প্রস্তুত করুন

- চাইলে সামান্য **স্লট লুব্রিকেন্ট (Coil inserting lubricant)** ব্যবহার করা যায়
- কয়েল ঢোকানোর আগে আবার স্লট ইনসুলেশন চেক করুন
- তারপর কয়েল ঢোকানো শুরু করুন

ছ) স্লট ওয়েজ (Slot Wedge) লাগানো

যখন কয়েল ঢুকে যাবে:

- স্লটের মুখে **Slot Wedge** বসান
- এটি কয়েলকে স্লটের ভিতরে শক্ত করে ধরে রাখে
- কাঠ বা ফাইবারের হাতুড়ি দিয়ে হালকা টোকা দিয়ে সেট করুন

কয়েল স্লটে স্থাপন

নতুনভাবে রিওয়াইন্ডিং করা বা ইনসুলেশন বসানো স্টেটরে **স্লটে কয়েল স্থাপন (Coil Insertion)** করা মোটর **winding**—এর একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। এটি সঠিকভাবে না করলে কয়েল কাটতে পারে, শর্ট হতে পারে বা মোটর চালু হলে ভাইব্রেশন/ওভারহিটিং হতে পারে।

নিচে ধাপে ধাপে খুব সহজভাবে সঠিক পদ্ধতি দেওয়া হলো:

স্লটে কয়েল স্থাপন করার ধাপসমূহ-

ক) স্লট ইনসুলেশন সঠিকভাবে বসানো নিশ্চিত করুন

- স্লট লাইনার (DMD/Nomex/Pressboard) সঠিকভাবে বসেছে কিনা পরীক্ষা করুন
- কোনো অংশ বেরিয়ে আছে বা ছিঁড়ে গেছে কিনা দেখুন

✓ লক্ষ্য: কয়েল ঢোকানোর সময় ইনসুলেশন যেন নড়াচড়া বা কেটে না যায়।

খ) কয়েল প্রস্তুত করা (Coil Forming)

কয়েল ঢোকানোর আগে:

- কয়েলের আকার ঠিক করুন
- লুপ অংশ গোল/ডিম্বাকৃতি করে নিন
- কয়েলের দুই “লেড” (Lead) সঠিক দিক নির্দেশনায় আছে কিনা দেখুন

✓ লক্ষ্য: কয়েল স্টেটরের স্লট অনুযায়ী সঠিক আকারে থাকবে।

গ) কয়েল ইনসার্টিং টুল/স্লিভ ব্যবহার করুন

- কয়েল ঢোকানোর সময় কয়েলের ওপরে **coilliner sleeve** বা **insertion tool** ব্যবহার করা হয়
- এটি কয়েলকে স্লটের ধারালো অংশ থেকে রক্ষা করে

✓ ধাতব টুল ব্যবহার করবেন না, প্লাস্টিক/ফাইবার/উডেন টুল ব্যবহার করুন।

ঘ) কয়েল স্লটে ঢোকানোর মূল ধাপ

ধাপ:

১. কয়েলের প্রথম অংশ (Bottom coil) স্লটের মুখে সেট করুন
২. **Wooden/Fiber stick** দিয়ে হালকা চাপ দিয়ে নিচের দিকে নামান
৩. ধীরে ধীরে পুরো কয়েলটিকে স্লট গভীরতায় ঢোকান
৪. কখনোই জোরে চাপ বা ধাক্কা দেবেন না
৫. কয়েলের ইনসুলেশন ছিঁড়ে যাচ্ছে কিনা লক্ষ্য করুন

✓ গুরুত্বপূর্ণ: কয়েল ঢোকানোর সময় "Press-Push-Slide" পদ্ধতি অনুসরণ করতে হয়।

ঙ) টপ কয়েল (Top Coil) ঢোকানো

যদি মোটর ২ লেয়ারের হয়:

- **Bottom coil** এর পরে **Top coil** ঢোকান
- স্লট ওপেনিং একটু শক্ত হলে **wooden mallet** দিয়ে হালকা টোকা দিন

✓ এখানেও স্লট লাইনার ও কয়েল ইনসুলেশন যেন ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।

চ) স্লট ওয়েজ (Slot Wedge) লাগানো

- কয়েল ঢোকানোর পরে স্লটের ওপরে **Slot Wedge** বসানো হয়
- এটি কয়েলকে স্লটের ভেতর শক্ত করে ধরে রাখে
- **Wedge** লাগানোর জন্য কাঠের হাতুড়ি ব্যবহার করুন

✓ লক্ষ্য: **Wedge** ঢোকানোর সময় অত্যধিক চাপ দেবেন না।

ছ) কয়েলের ল্যাশিং / টাইং (Binding)

কয়েল স্থাপন শেষে:

- ফেজগুলো আলাদা করে **cotton tape / glass tape** দিয়ে বাঁধুন
- **End winding** অংশ (কয়েল হেড) সঠিকভাবে সাজিয়ে বেঁধে দিন
- লিড তারগুলো (Lead wires) সঠিক জায়গায় বের করে রাখুন

✓ এটি মোটর কম্পন, ঘর্ষণ, ইনসুলেশন ক্ষতি প্রতিরোধ করে।

জ) ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স (IR Test)

কয়েল বসানো শেষ হলে:

- 500V/1000V মেগার দিয়ে IR Test করুন
- মান 1 Me বা তার বেশি হওয়া উচিত
- কম হলে কোথাও ইনসুলেশন ড্যামেজ আছে কিনা দেখুন

ঝ) ভার্নিশিং ও শুকানো

- কয়েল সঠিকভাবে বসানোর পরে ইনসুলেটিং ভার্নিশ লাগান
- বেকিং/ওভেনে $60-80 \pm C$ তাপমাত্রায় শুকিয়ে নিন

✓ এতে কয়েলের শক্তি বাড়ে এবং কম্পন কমে।

কুড়লী স্থাপন ও বেকিং প্রক্রিয়া সম্পন্ন করা

- কয়েল নকশা অনুযায়ী তৈরি করে প্রতিটি স্লটে সঠিকভাবে বসানো হয়।
- কয়েল বসানোর পর কয়েল সংযোগ (Joint) করা হয় এবং পরীক্ষা করা হয়।
- সব ঠিক থাকলে কয়েলে ভার্নিশ বা ল্যাকার প্রয়োগ করা হয়।
- তারপর বেকিং (Baking) প্রক্রিয়া করা হয় —

অর্থাৎ নির্দিষ্ট তাপে (প্রায় $120-130 \pm C$) স্টেটর শুকানো হয়, যাতে ভার্নিশ শক্ত হয়ে কয়েল স্থায়ীভাবে বসে যায়। এই প্রক্রিয়ায় কয়েল আর্দ্রতা থেকে সুরক্ষিত হয় ও দীর্ঘস্থায়ী হয়।

রোটর পরিষ্কার ও পরীক্ষা

নষ্ট বা সার্ভিসিং-স্বাধীন মোটরের রোটর পরিষ্কার ও পরীক্ষা করা মোটর মেইনটেন্যান্সের একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। রোটর সঠিক অবস্থায় না থাকলে মোটর ঘোরে না, শব্দ করে, গরম হয় বা ভোল্টেজ/কারেন্টের ভারসাম্য নষ্ট হয়। নিচে ধাপে ধাপে রোটর পরিষ্কার ও পরীক্ষা করার পূর্ণ নির্দেশনা দেওয়া হলো:

রোটর পরিষ্কার ও পরীক্ষা করার ধাপসমূহ

ক) রোটর খুলে আলাদা করুন

- মোটরের কভার খুলে রোটর সতর্কতার সাথে বের করুন
- বের করার সময় বিয়ারিং—এ অতিরিক্ত চাপ দেবেন না
- রোটর শ্যাফট যেন কোনো জায়গায় স্ক্র্যাচ না খায়, খেয়াল রাখুন

খ) ড্রাই ক্লিনিং (Dry Cleaning)

এই ধাপ সবসময় আগে করা উচিত।

- ✓ রোটরের সারফেস নরম ব্রাশ দিয়ে পরিষ্কার করুন
- ✓ এয়ার ব্লোয়ার বা কমপ্রেসড এয়ার দিয়ে ধুলো—বালি উড়িয়ে দিন
- ✓ রটার বার (Squirrel cage rotor bar) এর ফাঁকে ধুলো জমে থাকলে পরিষ্কার করুন লোহার ব্রাশ ব্যবহার করবেন না, এতে স্ক্র্যাচ হতে পারে এবং ব্যালান্স নষ্ট হতে পারে।

গ) ওয়েট ক্লিনিং (Wet Cleaning – প্রয়োজনে) যদি তেল, গ্রিজ বা কার্বন জমে থাকে:

- ✓ লিফট-ফ্রি কাপড় + ইনসুলেশন—সেফ ক্লিনার ব্যবহার করে মুছুন
- ✓ ক্লিনার লাগানোর পর শুকিয়ে নিন
- ✓ পানি ব্যবহার করা যাবে না (জং ধরার ঝুঁকি)

ঘ) রোটর বারের পরীক্ষা (Rotor Bar Test)

সিঙ্গেল ফেজ বা থ্রি-ফেজ মোটরের squirrel cage রোটরে ২টি সমস্যা সাধারণত দেখা যায়—

- বার ব্রেক (Rotor bar break)
- End ring crack

পরীক্ষা পদ্ধতি:

✓ ভিজুয়াল পরীক্ষা (Visual inspection):

- ক্র্যাক, গলন বা পোড়া দাগ আছে কিনা দেখুন

✓ Bar tapping test:

- কাঠ বা প্লাস্টিক স্টিক দিয়ে রোটর বার হালকা টোকা দিন
- ফাটা বারের টোন সাধারণত আলাদা (ডেড সাউন্ড) হয়

✓ High current rotor bar test (ওয়ার্কশপ টেস্ট):

- বিশেষ জিগে উচ্চ কারেন্ট দিয়ে রোটর বার গরম হয়ে ওঠা দেখা হয়
- যেটির বার ভাঙা থাকে সেটি কম গরম হয়

ঙ) রোটরের ব্যালান্স (Dynamic Balance) পরীক্ষা রোটর অসম ওজন হলে মোটর কম্পন করবে।

- ✓ শ্যাফটের দুই প্রান্তে ওজনের অসমতা আছে কিনা দেখুন
- ✓ ভারী বা হালকা অংশ থাকলে ব্যালান্সিং মেশিনে ঠিক করুন

চ) শ্যাফট পরীক্ষা

শ্যাফট হলো রোটরের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশ।

পরীক্ষা পদ্ধতি:

- ✓ স্ক্র্যাচ, বেন্ড বা ডেন্ট আছে কিনা দেখুন
- ✓ Dial gauge দিয়ে শ্যাফট বাঁকা কিনা (run-out) পরীক্ষা করুন
- ✓ শ্যাফটের জার্নাল অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হলে মেশিনে পালিশ বা বিল্ডআপ করতে হয়

ছ) বিয়ারিং সিট (Bearing seat) পরীক্ষা

- ✓ Bearing seat লুজ বা টাইট কিনা দেখুন
- ✓ বেশি ঢিলা হলে— বুশিং বা শ্যাফট বিল্ড-আপ করতে হবে
- ✓ বেশি টাইট হলে— বিয়ারিং বসাতে সমস্যা হয়

জ) রোটর কোর পরীক্ষা

- ✓ রোটর কোরে গলন, বার্নিং বা ল্যামিনেশন লুজ আছে কিনা দেখুন
- ✓ কোর প্লেট আলগা হলে সেটি রিভেট বা ওয়েল্ডিং করা হয়

ঝ) রোটর পরিষ্কারের পর চূড়ান্ত চেক

- ✓ সব রোটর বার পরিষ্কার
- ✓ শ্যাফট সোজা
- ✓ বিয়ারিং সিট ঠিক আছে
- ✓ রোটরে ক্র্যাক নেই
- ✓ রোটরের সারফেস মসৃণ
- ✓ ইনসুলেশন ঠিক আছে (wound rotor হলে)

সেলফ চেক (Self Check) - ৫.৪

১. থ্রি-ফেজ মোটরের স্টেটর কী?
২. স্টেটর কোর পরিষ্কার করার উদ্দেশ্য কী?
৩. ইনসুলেশন না দিলে কী ধরনের সমস্যা হতে পারে?
৪. ইনসুলেশনকে ভাঁজ (Fold) করে প্রস্তুত করার ধাপ গুলো কিকি?
৫. কয়েলের ল্যাশিং / টাইং করার সুবিধা কি?

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৫.৪

১. থ্রি-ফেজ মোটরের স্টেটর কী?
উত্তর: স্টেটর হলো মোটরের স্থির অংশ যেখানে কয়েল বসানো হয় এবং চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে।
২. স্টেটর কোর পরিষ্কার করার উদ্দেশ্য কী?
উত্তর: পুরাতন কয়েল, ধুলো ও মরিচা দূর করার মাধ্যমে নতুন কয়েল বসানোর জন্য কোর প্রস্তুত করা হয়।
৩. ইনসুলেশন না দিলে কী ধরনের সমস্যা হতে পারে?
উত্তর: ইনসুলেশন না দিলে কয়েল শর্ট সার্কিট হতে পারে এবং মোটর নষ্ট হয়ে যেতে পারে।
৪. ইনসুলেশনকে ভাঁজ (Fold) করে প্রস্তুত করার ধাপ গুলো কিকি?
উত্তর: ইনসুলেশনকে ভাঁজ (Fold) করে প্রস্তুত করার ধাপ-
 - ইনসুলেশন কাগজকে অনুযায়ী ভাঁজ করে চ্যানেল আকারে তৈরি করুন
 - ভাঁজের পাশ বাঁকা বা ভেঙে গেলে তা ঠিক করে নিন
 - প্রান্তগুলো যেন ধারালো না থাকে তা নিশ্চিত করুন
৫. কয়েলের ল্যাশিং / টাইং করার সুবিধা কি?
উত্তর: এটি মোটর কম্পন, ঘর্ষণ, ইনসুলেশন ক্ষতি প্রতিরোধ করে।

জব শিট (Job Sheet) - ৫.৪.১

জবের নাম: থ্রি-ফেজ মোটরের স্টেটর রি-ওয়্যাম্ভিং করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. মোটরের কভার খুলে স্টেটর আলাদা করা
২. পুরাতন কয়েল সাবধানে কেটে খুলে ফেলা
৩. স্লটগুলো পরিষ্কার করা এবং পুরাতন ভার্নিশ/ধুলো অপসারণ
৪. স্লটে নতুন ইনসুলেশন পেপার বসানো
৫. নতুন কয়েল তৈরি করা ও স্লটে সঠিকভাবে বসানো
৬. কয়েল সংযোগ করা (Star বা Delta পদ্ধতিতে)
৭. সংযোগ পরীক্ষা করা ও মাল্টিমিটার দিয়ে টেস্ট করা
৮. কয়েলে ভার্নিশ প্রয়োগ ও বেকিং প্রক্রিয়া সম্পন্ন করা
৯. স্টেটর ঠান্ডা হলে মোটর পুনরায় সংযোজন ও টেস্ট রান করা।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ৫.৪.১

জবের নাম: থ্রি-ফেজ মোটরের স্টেটর রি-ওয়্যাম্ভিং করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- হেলমেট
- সেফটি গগলজ
- হ্যান্ড গ্লাভস্
- সেফটি বেল্ট
- সেফটি সু
- এ্যাপ্রোন
- ইয়ার প্লাগ
- মাস্ক

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

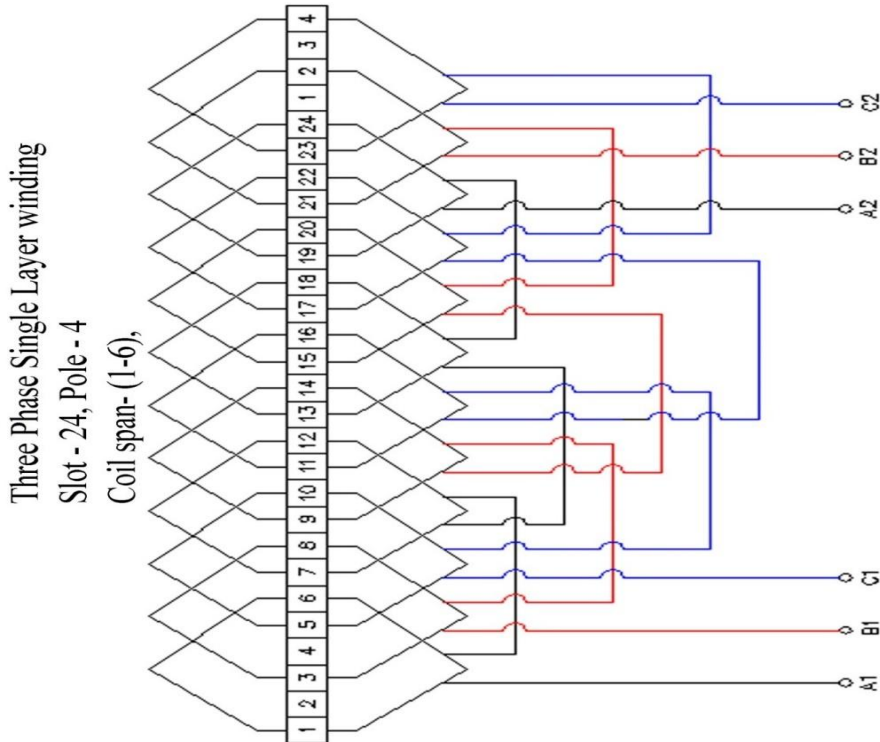
- স্ক্রু ড্রাইভার
- প্লায়ার
- হাতুড়ি
- সোল্ডারিং আয়রন ও সোল্ডার

- মাষ্টিমিটার
- উইন্ডিং মেশিন
- ভার্নিশ স্প্রে বা ব্রাশ
- বেকিং ওভেন
- মেজারিং টেপ / ওয়্যার গেজ

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- তামার তার (Copper wire)
- ইনসুলেশন পেপার
- স্লট ওয়েজ (Slot wedge)
- ল্যাকার বা ভার্নিশ
- ইনসুলেশন টেপ
- কনেকশন তার

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৫.৫

শিখন ফল-৫: সংযোগ সম্পাদন, প্রি-অ্যাসেম্বলি টেস্ট এবং মেশিনটি পুনরায় এসেম্বল করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং ইনসুলেশন লেভেল পরীক্ষাকরণ
- কয়েলের প্রান্তগুলি চিহ্নিত এবং সংযোগ করা
- মোটরের ঘূর্ণনের (ফ্রি-মুভমেন্ট) ধারাবাহিকতা পরীক্ষা
- কাজ করার ক্ষমতা পরীক্ষা ও প্রতিকার (প্রি-অ্যাসেম্বলি টেস্ট)
- স্টেটর, রোটর এবং অন্যান্য অংশ একত্রিত করা

ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং ইনসুলেশন লেভেল টেস্টঃ

ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স টেস্ট এবং ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স (IR) টেস্ট মোটর রিওয়াইন্ডিং করার পর দুইটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ পরীক্ষা। একটি মোটরের কয়েল সুস্থ আছে কিনা, শর্ট/ওপেন সার্কিট আছে কিনা, ইনসুলেশন ভাল আছে কিনা—এই দুই পরীক্ষায় তা নিশ্চিত হওয়া যায়।

নিচে পরীক্ষা দুইটি ধাপে ধাপে ব্যাখ্যা করা হলোঃ

i) ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স টেস্ট (Winding Resistance Test)

✓ উদ্দেশ্য:

- কয়েল শর্ট, ওপেন, বা অসম আছে কিনা জানা
- ফেজগুলোর রেজিস্ট্যান্স সমান কিনা যাচাই করা
- কয়েল সঠিকভাবে রিওয়াইন্ড হয়েছে কিনা নিশ্চিত হওয়া

প্রয়োজনীয় টুলস

- ডিজিটাল মাল্টিমিটার (DMM)
- অটো-রেঞ্জ বা লো রেঞ্জ রেজিস্ট্যান্স মোড

ধাপসমূহ (Single Phase Motor)

ক) মোটরকে পুরোপুরি বিদ্যুৎ থেকে বিচ্ছিন্ন করুন, স্টার্ট ও রান উইন্ডিং আলাদা করে নিন।

খ) রেজিস্ট্যান্স রেঞ্জ " Ω " মোডে রাখুন

গ) পরিমাপ করুন:

- **Main winding (Run winding) resistance**
- **Start winding resistance**

ঘ) ফলাফল মূল্যায়ন:

- সাধারণত **Start winding** এর রেজিস্ট্যান্স **> Run winding**
- **Run winding** এর রেজিস্ট্যান্স কম হয়

উদাহরণ (সাধারণ মোটর):

- **Run winding** \neq 3–10 Ω
- **Start winding** \neq 8–30 Ω

যদি রেজিস্ট্যান্স "0Ω" দেখায় → শর্ট

যদি "OL" দেখায় → ওপেন সার্কিট

ii) ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট (IR Test / Megger Test)

✓ উদ্দেশ্য:

- কয়েল ও লোহার কোরের মধ্যে ইনসুলেশন ঠিক আছে কিনা
- ময়লা, আর্দ্রতা বা বার্নিশ ড্যামেজ হয়েছে কিনা জানা
- মোটর নিরাপদে চালানো যাবে কিনা নিশ্চিত হওয়া

প্রয়োজনীয় টুলস

- মেগার (500V বা 1000V)
- এক টার্মিনাল ওয়াইন্ডিংয়ে, অন্যটি স্টেটর বডিতে

IR টেস্টের ধাপসমূহঃ

ক) মোটর সম্পূর্ণ বন্ধ ও লাইন খুলে নিন কোনো ভোল্টেজ থাকতে পারবে না।

খ) একটি মেগার টার্মিনাল কয়েলের এক প্রান্তে এবং অন্য টার্মিনাল স্টেটরের লোহার বডিতে লাগান।

গ) মেগার 500V / 1000V এ মাপ নিন ১ মিনিট ধরে মান স্থির হতে দিন।

সাধারণ ফলাফল মূল্যায়ন

মোটর অবস্থা	ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স (IR Value)
খুব ভালো	100 Me +
স্বাভাবিক/ভালো	10–50 Me
সীমার নিচে	1–10 Me
চালানো যাবে না	1 Me এর নিচে

1 MΩ এর নিচে হলে মোটর চালানো নিরাপদ নয়।

IR কম হলে মোটরকে শুকানো বা ভার্নিশিং করতে হয়।

কয়েলের প্রান্তগুলি চিহ্নিত ও সংযোগ করাঃ

মোটর কয়েল প্রান্ত চিহ্নিত করার পদ্ধতি

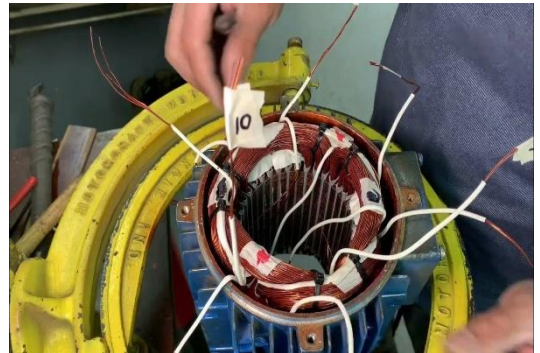
i) ভিজুয়াল পরীক্ষা

- প্রান্তের রং: স্ট্যান্ডার্ড কালার কোড অনুসরণ করুন
 - U, V, W: মেইন কয়েল প্রান্ত (লাল/বাদামি)
 - X, Y, Z: শেষ প্রান্ত (নীল/কালো)
 - ট্যাপ প্রান্ত: ভিন্ন রং (সবুজ/হলুদ/সাদা)

ii) মাল্টিমিটার ব্যবহার করে

ইন্ডাক্ট্যান্স পরীক্ষা:

১. মাল্টিমিটার L মোডে সেট করুন
২. প্রতিটি কয়েল জোড়ার ইন্ডাক্ট্যান্স মাপুন
৩. সবচেয়ে বেশি ইন্ডাক্ট্যান্স যেই জোড়ায় = সম্পূর্ণ কয়েল
৪. কম ইন্ডাক্ট্যান্স = আংশিক কয়েল বা ট্যাপ



রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা:

১. সবচেয়ে কম রেজিস্ট্যান্স যেই প্রান্ত জোড়ায় = একই ফেজ
২. প্রতিটি ফেজের রেজিস্ট্যান্স প্রায় সমান হতে হবে
৩. রেজিস্ট্যান্স ভিন্ন হলে সমস্যা আছে

iii) ব্যাটারি-মাল্টিমিটার পদ্ধতি

সিংগেল ফেজ মোটরের জন্য:

১. মাল্টিমিটার ডিসি ভোল্টেজে (low range) সেট করুন
২. মেইন কয়েলের একটি প্রান্ত ব্যাটারির পজিটিভে সংযোগ দিন
৩. অপর প্রান্ত ব্যাটারির নেগেটিভে সংযোগ করার সময় ভোল্টেজ লক্ষণ করুন
৪. পজিটিভ ডিফ্লেকশন = মাল্টিমিটার + প্রোবটি শেষ প্রান্ত

থ্রি-ফেজ মোটরের জন্য:

১. প্রতিটি ফেজের জন্য আলাদাভাবে পরীক্ষা করুন
২. U-V, V-W, W-U জোড়ার জন্য আলাদাভাবে চিহ্নিত করুন
৩. সব ফেজের পোলারিটি সামঞ্জস্যপূর্ণ হতে হবে

iv) মেগার (ইনসুলেশন টেস্টার) ব্যবহার

- কয়েল ও বডির মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা
- সর্বনিম্ন $1M\Omega$ (মেগাওহম) হতে হবে
- 500V DC মেগারে $100Me+$ পাওয়া expected

v) স্টার/ডেল্টা কনফিগারেশন শনাক্তকরণ

স্টার কনফিগারেশন:

- তিনটি শেষ প্রান্ত (X,Y,Z) একত্রে সংযুক্ত
- U,V,W আলাদা ইনপুট

ডেল্টা কনফিগারেশন:

- U-X, V-Y, W-Z জোড়া লাগানো
- তিনটি কনেকশন পয়েন্ট

vi) প্রান্ত চিহ্নিতকরণ

স্ট্যান্ডার্ড চিহ্ন:

- ফেজ ১: U (শুরু), X (শেষ)
- ফেজ ২: V (শুরু), Y (শেষ)
- ফেজ ৩: W (শুরু), Z (শেষ)
- কমন প্রান্ত: C বা N

vii) কারেন্ট রোটেশন নিশ্চিতকরণ

১. থ্রি-ফেজ সাপ্লাই দিন
২. মোটরের ঘূর্ণন দিক লক্ষণ করুন
৩. রিভার্স করতে যেকোনো দুটি ফেজ পরিবর্তন করুন

মোটরের ঘূর্ণনের (ফ্রি-মুভমেন্ট) ধারাবাহিকতা পরীক্ষাঃ

মোটরের ফ্রি মুভমেন্ট পরীক্ষার উদ্দেশ্য:

- মোটর শ্যাফট স্বাধীনভাবে ঘুরতে পারে কিনা তা নিশ্চিত করা
- যান্ত্রিক বাধা চিহ্নিত করা

- বেয়ারিং অবস্থা পরীক্ষা করা
- অ্যাসেম্বলি ত্রুটি শনাক্ত করা

ম্যানুয়াল ঘূর্ণন পরীক্ষা

সাধারণ পদ্ধতি:

- হাত দিয়ে মোটর শ্যাফ্ট ঘুরান
- সম্পূর্ণ $360\pm$ ঘূর্ণন নিশ্চিত করুন
- কমপক্ষে 2-3 বার পুরো ঘুরান

পর্যবেক্ষণ:

- সুস্থ ঘূর্ণন: স্বাভাবিক
- টাইট স্পট: বেয়ারিং সমস্যা
- ঘর্ষণের শব্দ: মেকানিক্যাল সমস্যা
- অসমান ঘূর্ণন: অ্যালাইনমেন্ট সমস্যা

শব্দ পরীক্ষা

- অস্বাভাবিক শব্দ শুনুন
- গ্রাইন্ডিং শব্দ: বেয়ারিং ক্ষতিগ্রস্ত
- স্ক্র্যাপিং শব্দ: রুবিং/ক্লিয়ারেন্স সমস্যা
- ক্লিকিং শব্দ: ড্যামেজড কম্পোনেন্ট

বেয়ারিং পরীক্ষা

রেডিয়াল প্লে:

- শ্যাফ্ট উপরে-নিচে টানুন
- কোনো প্লে থাকলে বেয়ারিং সমস্যা

অক্ষীয় প্লে:

- শ্যাফ্ট সামনে-পিছনে টানুন
- অক্ষীয় প্লে চেক করুন

কাজ করার ক্ষমতা পরীক্ষা ও প্রতিকার (প্রি-অ্যাসেম্বলি টেস্ট):

প্রি-অ্যাসেম্বলি টেস্ট সম্পন্ন করা:

১. দৃষ্টি পরীক্ষা (Visual Inspection):

- সব তার সঠিকভাবে লাগানো হয়েছে কিনা দেখো।
- টিলে স্ক্রু, খোলা তার বা ভুল সংযোগ আছে কিনা যাচাই করো।

২. কন্টিনিউটি টেস্ট (Continuity Test):

- মাল্টিমিটার “Continuity Mode”-এ রাখো।
- প্রতিটি সংযোগে প্রোব স্পর্শ করো।
- বিডবিড শব্দ (beep) হলে সংযোগ ঠিক আছে বোঝাবে।

কুন্ডলী টেস্ট (Coil Test):

- পাওয়ার সাপ্লাই দিয়ে কুন্ডলী চালাও (rated voltage অনুযায়ী, যেমন 12V বা 24V)।
- কুন্ডলী সক্রিয় হলে “চুম্বকীড়া আকর্ষণ” অনুভব করবে।
- যদি কোনো শব্দ বা নড়াচড়া না হয়, সংযোগ আবার চেক করো।

৩. ভোল্টেজ টেস্ট (Voltage Check):

- মাল্টিমিটার দিয়ে ইনপুট ও আউটপুট টার্মিনালে ভোল্টেজ মাপো।
- নির্ধারিত ভোল্টেজ ঠিক আছে কিনা যাচাই করো।

৪. লোড ছাড়া চালানো (No Load Test):

- যন্ত্রে কোনো লোড না দিয়ে চালু করো।
- অতিরিক্ত গরম, শব্দ, বা স্পার্ক হলে সঙ্গে সঙ্গে বন্ধ করো।

ফলাফল: সব পরীক্ষায় যদি কোনো সমস্যা না পাওয়া যায়, তবে যন্ত্রটি সমাবেশের জন্য প্রস্তুত।

মোটরের স্টেটর, রোটর এবং অন্যান্য অংশ সঠিকভাবে একত্রিত/এসেম্বল করা:

উদ্দেশ্যঃ মোটরের সব অংশ সঠিকভাবে সমাবেশ (assembly) করে কার্যক্ষম অবস্থায় প্রস্তুত করা।

১. সব অংশ যাচাই করা:

- স্টেটর (Stator)
- রটার (Rotor)
- বেয়ারিং (Bearing)
- ফ্যান ও কভার (Fan & Cover)
- ব্রাশ বা টার্মিনাল ব্লক (Brush/Terminal block)

২. পরিষ্কার করা:

প্রতিটি অংশের ধুলো বা মরিচা পরিষ্কার করা, যেন সংযোগ ভালো হয়।

৩. বিয়ারিং স্থাপন করা:

রটার শ্যাফটের দুই প্রান্তে বেয়ারিং লাগানো এবং মসৃণভাবে বসানো।

৪. রটার প্রবেশ করানো:

স্টেটরের ভেতরে রটারটি সাবধানে ঢোকানো যাতে ঘর্ষণ না হয়।

৫. কভার লাগানো:

সামনের ও পেছনের কভার সঠিকভাবে বসিয়ে স্ক্রু দিয়ে টাইট করা।

৬. টার্মিনাল সংযোগ করা:

কুন্ডলী টার্মিনাল ও বাইরের তার সঠিকভাবে যুক্ত করা।

৭. ফ্যান ও কভার লাগানো:

রটারের পেছনে ফ্যান বসিয়ে ফ্যান কভার লাগানো।

৮. পরীক্ষা করা:

হাতে রটার ঘুরিয়ে দেখা – সহজে ঘুরছে কিনা।

তারপর বিদ্যুৎ দিয়ে মোটর চালিয়ে দেখা।

ফলাফল: মোটরের সব অংশ সঠিকভাবে জোড়া লাগানো হয়েছে এবং মোটর সচল অবস্থায় আছে।

সেলফ চেক (Self Check) - ৫.৫

১. কুন্ডলী টার্মিনাল কীভাবে সংযোগ করতে হয়?
২. প্রি-অ্যাসেম্বলি টেস্টের উদ্দেশ্য কী?
৩. মোটরের অংশগুলো কীভাবে জোড়া লাগাতে হয়?
৪. নিরাপত্তা বিধি মানা কেন জরুরি?
৫. ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং ইনসুলেশন টেস্ট কেন করা হয়?
৬. মোটরের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্সের মান সর্বনিম্ন কত হওয়া উচিত?
৭. শব্দ পরীক্ষার মাধ্যমে মোটরের কি টেস্ট করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৫.৫

১. কুন্ডলী টার্মিনাল কীভাবে সংযোগ করতে হয়?
উত্তর: কুন্ডলীর দুই প্রান্তে থাকা টার্মিনালগুলোর মধ্যে একটিতে পজিটিভ (+) এবং অন্যটিতে নেগেটিভ (-) সংযোগ দিতে হয়। সংযোগ দেওয়ার আগে ও পরে মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করতে হয়।
২. প্রি-অ্যাসেম্বলি টেস্টের উদ্দেশ্য কী?
উত্তর: যন্ত্রের প্রতিটি অংশ সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা সমাবেশের আগে যাচাই করা।
৩. মোটরের অংশগুলো কীভাবে জোড়া লাগাতে হয়?
উত্তর: স্টেটর, রটার, বেয়ারিং, ফ্যান ও কভার যথাযথভাবে বসিয়ে স্ক্রু দিয়ে টাইট করে মোটর সমাবেশ সম্পন্ন করতে হয়।
৪. নিরাপত্তা বিধি মানা কেন জরুরি?
উত্তর: দুর্ঘটনা রোধ, বৈদ্যুতিক ঝুঁকি এড়ানো ও যন্ত্রের সুরক্ষার জন্য নিরাপত্তা বিধি মেনে চলা অত্যাবশ্যিক।
৫. ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং ইনসুলেশন টেস্ট কেন করা হয়?
উত্তর: ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স টেস্ট এবং ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স (IR) টেস্ট মোটর রিওয়ান্ডিং করার পর দুইটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ পরীক্ষা। একটি মোটরের কয়েল সুস্থ আছে কিনা, শর্ট/ওপেন সার্কিট আছে কিনা, ইনসুলেশন ভাল আছে কিনা—এই দুই পরীক্ষায় তা নিশ্চিত হওয়া যায়।
৬. মোটরের ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্সের মান সর্বনিম্ন কত হওয়া উচিত?
উত্তর: সর্বনিম্ন 1MΩ (মেগাওহম) হতে হবে
৭. শব্দ পরীক্ষার মাধ্যমে মোটরের কি টেস্ট করা হয়?
উত্তর: অস্বাভাবিক শব্দ শোনার মাধ্যমে মোটরের বেয়ারিং ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে কিনা, ক্লিয়ারেন্স সমস্যা এবং কোন কম্পোনেন্ট ড্যামেজড কিনা তা বোঝা যায়।

জব শিট (Job Sheet) - ৫.৫.১

জবের নাম: থ্রি-ফেজ মোটরের স্টেটর রি-ওয়্যাম্ভিং করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. মোটরের কভার খুলে স্টেটর আলাদা করা
২. পুরাতন কয়েল সাবধানে কেটে খুলে ফেলা
৩. স্লটগুলো পরিষ্কার করা এবং পুরাতন ভার্নিশ/ধুলো অপসারণ
৪. স্লটে নতুন ইনসুলেশন পেপার বসানো
৫. নতুন কয়েল তৈরি করা ও স্লটে সঠিকভাবে বসানো
৬. কয়েল সংযোগ করা (Star বা Delta পদ্ধতিতে)
৭. সংযোগ পরীক্ষা করা ও মাল্টিমিটার দিয়ে টেস্ট করা
৮. কয়েলে ভার্নিশ প্রয়োগ ও বেকিং প্রক্রিয়া সম্পন্ন করা
৯. স্টেটর ঠান্ডা হলে মোটর পুনরায় সংযোজন ও টেস্ট রান করা।

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ৫.৫.১

জবের নাম: থ্রি-ফেজ মোটরের স্টেটর রি-ওয়্যাম্ভিং করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- হেলমেট
- সেফটি গগলজ
- হ্যান্ড গ্লাভস্
- সেফটি বেল্ট
- সেফটি সু
- এ্যাপ্রোন
- ইয়ার প্লাগ
- মাস্ক

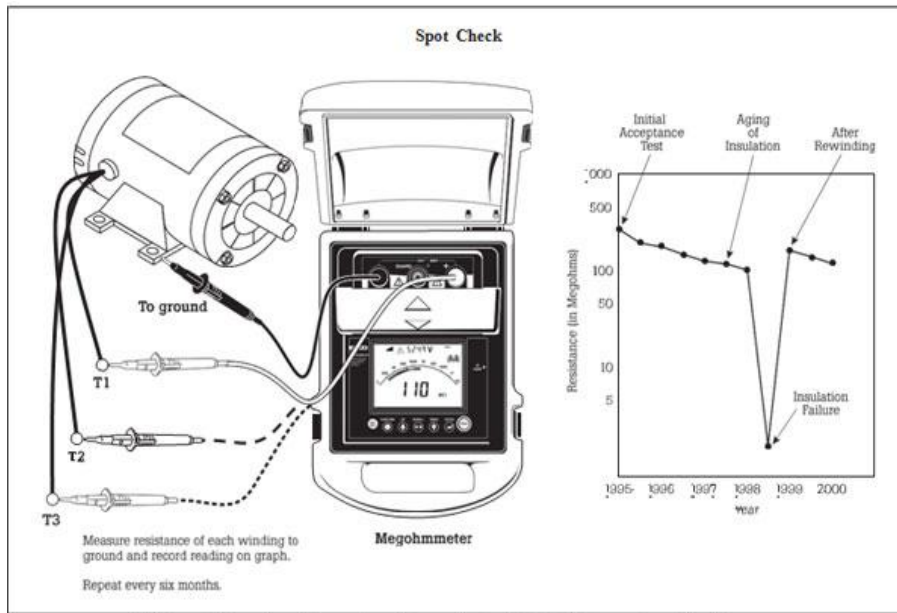
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- স্ক্রু ড্রাইভার
- প্লায়ার
- হাতুড়ি
- সোল্ডারিং আয়রন ও সোল্ডার
- মাল্টিমিটার
- ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্টার (মেগার)

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- কানেকশন তার

ডইং/ ডায়গ্রাম/লে-আউট:



Periodic spot check can be used for preventive maintenance, but must be adjusted for temperature and humidity.

জব শিট (Job Sheet) - ৫.৫.২

জবের নাম: মোটর অ্যাসেম্বলি ও প্রি-অ্যাসেম্বলি পরীক্ষা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী পিপিই সংগ্রহ করুন এবং পরিধান করা
২. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী মালামাল সংগ্রহ করা
৩. উভয় পাশের ইন্ড কভারে বিয়ারিং সংযুক্ত করা
৪. কয়েলের টার্মিনাল গুলো জয়েন্ট বক্সের ছিদ্র দিয়ে বের করা
৫. এক সাইডের এন্ড কভার সংযুক্ত করা
৬. আর্মেচারের মধ্যে রোটর প্রবেশ করানো
৭. অপর সাইডের এন্ড কভার সংযুক্ত করা
৮. এন্ড কভারের স্ক্রু আটকানো
৯. শ্যাফটের সাথে ফ্যান সংযুক্ত করা
১০. ফ্যান কভার সংযুক্ত করা
১১. রোটরের ফ্রি মুভমেন্ট চেক করা

সতর্কতাঃ

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৫.৫.২

জবের নাম: মোটর অ্যাসেম্বলি ও প্রি-অ্যাসেম্বলি পরীক্ষা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- হেলমেট
- সেফটি গগলজ
- হ্যান্ড গ্লাভস্
- সেফটি বেল্ট
- সেফটি সু
- এ্যাপ্রোন।
- ইয়ার প্লাগ
- মাস্ক

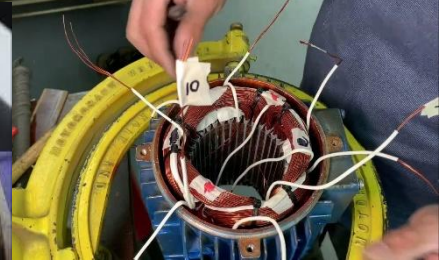
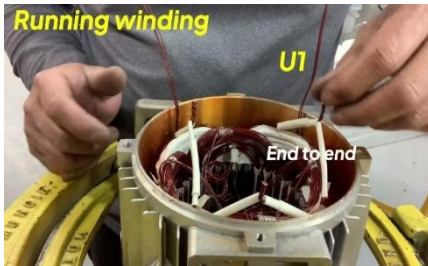
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- স্ক্রু ড্রাইভার
- প্লায়ার
- হাতুড়ি
- সোল্ডারিং আয়রন ও সোল্ডার
- মাল্টিমিটার
- ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্টার (মেগার)
- স্প্যানার সেট

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- কনেকশন তার
- রোটর
- স্টেটর
- বেয়ারিং
- ফ্যান ও কভার
- এন্ড কভার

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৫.৬

শিখন ফল-৬: চূড়ান্ত পরীক্ষা সম্পন্ন করতে পারবে এবং পরীক্ষার ফলাফল রেকর্ড করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- রোটর মুক্ত চলাচল পরীক্ষা
- নো লোড/লোড/লকড রোটর পরীক্ষা করা
- রোটরের স্ট্যাটিক এবং ডায়নামিক ভারসাম্য বজায় রাখা
- পরীক্ষার ফলাফল প্রাসঙ্গিক রেকর্ড করা শিটে নথিভুক্ত করা
- পরীক্ষার রিপোর্ট প্রস্তুত করা
- মেশিনের কার্যক্ষমতা) প্রদর্শন করা
- সরঞ্জাম, সরঞ্জাম এবং উপকরণগুলি কর্মক্ষেত্রের মান অনুযায়ী পরিষ্কার এবং সংরক্ষণ করা

রোটর মুক্ত চলাচল পরীক্ষাঃ

রোটর খুলে বা মোটর খোলা অবস্থায় হাতে ঘুরিয়ে দেখা হয় রোটরটি সহজে ঘুরছে কিনা। যদি রোটর আটকে যায়, ঘর্ষণের শব্দ হয় বা কাঁপুনি অনুভূত হয়, তবে বুঝতে হবে বিয়ারিং, শ্যাফট বা স্টেটরের সঙ্গে ঘর্ষণজনিত সমস্যা আছে। এই পরীক্ষার মাধ্যমে রোটরের মেকানিক্যাল অবস্থা সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

নো লোড/লোড/লকড রোটর পরীক্ষাঃ

- **নো লোড টেস্ট:** মোটরকে কোনো লোড ছাড়া চালিয়ে দেখা হয় মোটর স্বাভাবিক ভোল্টেজে কত কারেন্ট নেয় এবং মোটরের ঘূর্ণনের শব্দ ও কম্পন ঠিক আছে কিনা।
- **লোড টেস্ট:** মোটরকে উপযুক্ত লোড দিয়ে চালানো হয় যাতে বাস্তব কাজের অবস্থায় মোটরের কারেন্ট, গতি ও তাপ উৎপাদন পরীক্ষা করা যায়।
- **লকড রোটর টেস্ট:** রোটরকে স্থির রেখে (ঘুরতে না দিয়ে) মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট ও টর্ক পরীক্ষা করা হয়। এটি মোটরের টর্ক ক্ষমতা নির্ণয়ের জন্য গুরুত্বপূর্ণ।

রোটরের স্ট্যাটিক এবং ডায়নামিক ভারসাম্য বজায় রাখাঃ

- **স্ট্যাটিক ব্যালেন্স:** রোটরকে দুই প্রান্তে বিয়ারিং সাপোর্টে রেখে দেখা হয় কোনো নির্দিষ্ট অংশ নিচে ঝুঁকে পড়ে কিনা। যদি পড়ে, সেখানে ওজন কমানো বা বিপরীত দিকে ওজন যোগ করে ভারসাম্য ঠিক করা হয়।
- **ডায়নামিক ব্যালেন্স:** রোটরকে ঘূর্ণন অবস্থায় পরীক্ষা করা হয়। উচ্চ গতিতে ঘোরানোর সময় কম্পন অনুভূত হলে তা ডায়নামিক আনব্যালেন্স নির্দেশ করে। বিশেষ ব্যালান্সিং মেশিন ব্যবহার করে এই সমস্যা দূর করা হয়। ভালো ব্যালান্সিং মোটরের দীর্ঘস্থায়ী ও কম কম্পনযুক্ত কর্মক্ষমতার জন্য অত্যন্ত জরুরি।

পরীক্ষার ফলাফল প্রাসঙ্গিক রেকর্ড শিটে নথিভুক্ত করাঃ

প্রতিটি পরীক্ষার তথ্য যেমন—কারেন্ট, ভোল্টেজ, তাপমাত্রা, কম্পন মাত্রা, শব্দের মাত্রা, লোডে ও নো লোডে মোটরের পারফরম্যান্স—নির্দিষ্ট ফরম বা রেকর্ড শিটে লিখে রাখা হয়। এটি ভবিষ্যতে সার্ভিসিং, মেরামত বা মান যাচাইয়ের জন্য খুব প্রয়োজনীয়।

পরীক্ষার ফলাফল বিশ্লেষণ করা

উদ্দেশ্যঃ মোটরের কার্যক্ষমতা যাচাই করা, সমস্যা শনাক্ত করা এবং রক্ষণাবেক্ষণ পরিকল্পনা তৈরি করা।

১. ডাটা সংগ্রহ (Data Collection):

- ভোল্টেজ (Voltage) রিডিং
- কারেন্ট (Current) রিডিং
- স্পিড (RPM) রিডিং
- তাপমাত্রা (Temperature) রিডিং
- সব রিডিংকে একটি টেবিলে নোট করো।

২. ডাটার তুলনা (Comparison):

- পরিমাপকৃত মানগুলো নির্ধারিত স্পেসিফিকেশন এর সঙ্গে তুলনা করো।
- উদাহরণ: যদি মোটরের ভোল্টেজ $220V \pm 10\%$ হয়, $230V$ মাপা হলে সেটি ঠিক আছে।
-

৩. সমস্যা শনাক্তকরণ (Identify Issues):

- যদি ভোল্টেজ, কারেন্ট, স্পিড বা তাপমাত্রা রেটেড সীমার বাইরে থাকে → কারণ চিহ্নিত করো।
- যেমন: অতিরিক্ত কারেন্ট → লোড বেশি বা সংযোগ টিলা।

৪. ফলাফল ব্যাখ্যা (Interpretation):

- প্রতিটি প্যারামিটার ঠিক আছে কিনা উল্লেখ করো।
- যদি কোনো সমস্যা থাকে, তার সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান লিখো।

৫. উপসংহার (Conclusion):

- মোটর কার্যক্ষম এবং নিরাপদ কিনা চূড়ান্ত সিদ্ধান্ত লেখো।
- প্রয়োজন হলে রক্ষণাবেক্ষণের সুপারিশ যোগ করো।

প্যারামিটার	রেটেড মান	মাপা মান	বিশ্লেষণ
ভোল্টেজ	$220V \pm 10\%$	225V	ঠিক আছে
কারেন্ট	$5A \pm 10\%$	4.8A	ঠিক আছে
স্পিড	1500 RPM	1480 RPM	ঠিক আছে
তাপমাত্রা	$\geq 70 \pm C$	$65 \pm C$	ঠিক আছে

ফলাফলঃ

- সব প্যারামিটার রেটেড সীমার মধ্যে।
- মোটর কার্যক্ষম এবং নিরাপদভাবে ব্যবহারযোগ্য।

রিপোর্ট তৈরি ও সংরক্ষণ করাঃ

উদ্দেশ্যঃ পরীক্ষার ফলাফল নথিভুক্ত করা এবং ভবিষ্যতে রেফারেন্স বা মান নিয়ন্ত্রণের জন্য সংরক্ষণ করা।

১. **ডাটা সংগৃহীত করা (Data Collection):**
 - সব মাপা ভোল্টেজ, কারেন্ট, স্পিড, তাপমাত্রা টেবিলে নোট করো।
 - মোটরের কার্যক্ষমতা ও সমস্যা পর্যবেক্ষণ লিপিবদ্ধ করো।
২. **রিপোর্ট ফরম্যাট নির্ধারণ (Format Selection):**
 - হেডিং সহ রিপোর্ট বানাও:
 - শিরোনাম (Title)
 - শিক্ষণ ফল/Objective
 - পরীক্ষার তারিখ ও সময়
 - যন্ত্র/মোটরের বিবরণ
 - পরীক্ষার পদ্ধতি
 - মাপা মান এবং ফলাফল
 - বিশ্লেষণ ও উপসংহার
৩. **ফলাফল অন্তর্ভুক্ত করা (Include Results):**
 - ভোল্টেজ, কারেন্ট, স্পিড ও তাপমাত্রার রিডিং সংযুক্ত করো।
 - চিত্র বা টেবিল ব্যবহার করলে আরও সহজ বোঝা যায়।
৪. **বিশ্লেষণ ও উপসংহার (Analysis & Conclusion):**
 - পরীক্ষার ফলাফলের ব্যাখ্যা লিখো।
 - যদি সমস্যা থাকে, তা উল্লেখ করো।
 - মোটর সচল ও নিরাপদ কিনা চূড়ান্ত সিদ্ধান্ত লেখো।
৫. **সংরক্ষণ (Storage):**
 - রিপোর্ট প্রিন্ট করে প্র্যাকটিক্যাল ফাইল বা নোটবুকে সংরক্ষণ করো।
 - ইলেকট্রনিক কপি (PDF/Word) তৈরি করে কম্পিউটার বা ক্লাউডে রাখা ভালো।
 - ভবিষ্যতে রেফারেন্স বা মান নিয়ন্ত্রণের জন্য সহজে খুঁজে পাওয়া যাবে।

ফলাফলঃ

- রিপোর্ট প্রস্তুত ও সংরক্ষিত।
- পরীক্ষার ডাটা সহজে রেফারেন্সের জন্য পাওয়া যাবে।
- যন্ত্রের মান এবং কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করা সম্ভব।

মোটরের কার্যক্ষমতা প্রদর্শন করাঃ

উদ্দেশ্যঃ মোটর ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা যাচাই করা, ও স্টার্টিং, রানের সময় কর্মক্ষমতা নির্ণয় করা।

১. **নিরাপত্তা পরীক্ষা:**
 - বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ রাখো।
 - সেফটি গ্লাভস ও জুতা পরো।
২. **ভিজুয়াল ইনসপেকশন (Visual Inspection):**
 - মোটরের কভার খুলে দেখো কোনো ঢিলে স্ক্রু, তারের সংযোগ খোলা বা ক্ষত আছে কিনা।
৩. **সংযোগ পরীক্ষা:**
 - কুন্ডলী ও টার্মিনাল সংযোগ ঠিক আছে কিনা মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করো।

৪. লোড ছাড়া স্টার্ট (No-load Start):

- মোটর চালু করো।
- স্টার্টিং শব্দ, কম্পন, ফ্যান ঘূর্ণন পর্যবেক্ষণ করো।

৫. লোড দেওয়া (Load Test):

- মোটরের ওপর প্রয়োজনীয় লোড প্রয়োগ করো।
- চালু অবস্থায় ভোল্টেজ, কারেন্ট, স্পিড পর্যবেক্ষণ করো।

৬. প্রদত্ত প্যারামিটার পরিমাপ:

- **ভোল্টেজ (Voltage):** মোটরের ইনপুট ভোল্টেজ।
- **কারেন্ট (Current):** মোটরের লোড কারেন্ট।
- **স্পিড (RPM):** রটার স্পিড ট্যাকোমিটার দিয়ে।
- **তাপমাত্রা (Temperature):** মোটরের ওভারহিটিং যাচাই।

৭. ফলাফল বিশ্লেষণ:

- সব মান ডাটা শীটে নোট করো।
- কোন মান নির্ধারিত সীমার বাইরে গেলে সমস্যা শনাক্ত করো।

৮. চূড়ান্ত পর্যবেক্ষণ:

- মোটরের সচলতা, কম্পন, শব্দ, তাপমাত্রা, ভোল্টেজ ও কারেন্ট সব ঠিক থাকলে কার্যক্ষমতা ভালো।
- সমস্যা থাকলে পুনরায় সংযোগ বা রক্ষণাবেক্ষণ করো।

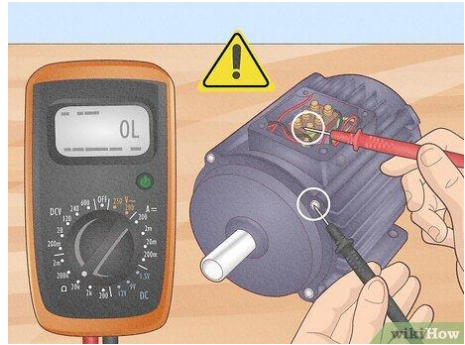
ফলাফলঃ মোটর সচল ও নিরাপদভাবে কাজ করছে, নির্ধারিত ভোল্টেজ, কারেন্ট, স্পিড ও তাপমাত্রা মান অনুযায়ী।

ভোল্টেজ, কারেন্ট, স্পিড ও তাপমাত্রা মাপতে পারা

উদ্দেশ্যঃ মোটরের কার্যক্ষমতা যাচাই করা এবং নিরাপদ অপারেশন নিশ্চিত করা।

ভোল্টেজ (Voltage) মাপা

১. মাল্টিমিটার “AC” বা “DC” মোডে রাখো, যেটি মোটরের জন্য প্রযোজ্য।
২. প্রোবগুলো ইনপুট টার্মিনালে সংযোগ করো।
৩. ডিসপ্লেতে ভোল্টেজ রিডিং নাও।
৪. রিডিং ডাটা শীটে নোট করো।



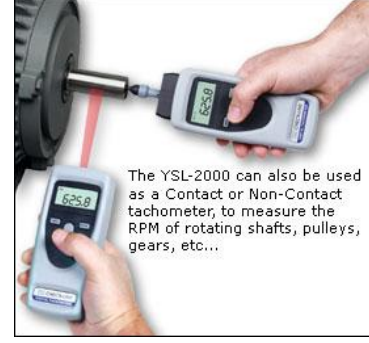
কারেন্ট (Current) মাপা

১. মাল্টিমিটার বা ক্ল্যাম্প অ্যাম্পিয়ার ব্যবহার করো।
২. প্রোব/ক্ল্যাম্পটি মোটরের লাইভ তারে সংযুক্ত করো।
৩. মোটর চালু অবস্থায় কারেন্ট রিডিং নাও।
৪. মান ডাটা শীটে লিখে রাখো।



স্পিড (Speed) মাপা

১. ট্যাচোমিটার বা RPM মিটার ব্যবহার করো।
২. রটার শ্যাফটের সঙ্গে ট্যাচোমিটার সেট করো।
৩. মোটর চালু করো এবং RPM (Revolutions per Minute) রিডিং নাও।
৪. ডাটা শীটে নোট করো।



৪. তাপমাত্রা (Temperature) মাপা

১. ইনফ্রারেড থার্মোমিটার বা সেন্সর ব্যবহার করো।
২. মোটরের স্টেটর, বেয়ারিং ও কেসের তাপমাত্রা পরিমাপ করো।
৩. রিডিং নোট করে রাখো।
৪. যদি তাপমাত্রা রেটেড সীমার বাইরে থাকে, সমস্যা শনাক্ত করো।



ফলাফল:

- ভোল্টেজ, কারেন্ট, স্পিড ও তাপমাত্রা নির্ধারিত মান অনুযায়ী।
- সব রিডিং ডাটা শীটে নোট করলে পরীক্ষার ফলাফল বিশ্লেষণ সহজ হয়।

সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণগুলি কর্মক্ষেত্রের মান অনুযায়ী পরীক্ষার এবং সংরক্ষণ করাঃ

ইলেকট্রিক্যাল ইনস্টলেশন, রক্ষণাবেক্ষণ বা মেরামতের কাজ শেষে ব্যবহৃত সব ধরনের সরঞ্জাম, পরিমাপক যন্ত্র, ইলেকট্রনিক টেস্ট ইকুইপমেন্ট এবং প্রয়োজনীয় উপকরণ কর্মক্ষেত্রের নির্ধারিত মান, নীতি ও প্রক্রিয়া অনুযায়ী সঠিকভাবে পরীক্ষার, পরীক্ষা এবং সংরক্ষণ করা আবশ্যিক। এ প্রক্রিয়া কর্মস্থলের নিরাপত্তা বৃদ্ধি, সরঞ্জামের আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি এবং ভবিষ্যৎ কাজের প্রস্তুতি নিশ্চিত করে। নিম্নে এর বর্ণনা প্রদান করা হলঃ

(ক) সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি পরীক্ষার করার ধাপসমূহ

- ১ কাজ শেষ হওয়ার পর সরঞ্জামগুলো বিদ্যুৎ সংযোগ থেকে বিচ্ছিন্ন করা এবং নিরাপদ স্থানে রাখা
- ২ পৃষ্ঠে থাকা ধূলা, ময়লা, গ্রিজ, তেল বা আর্দ্রতা নরম কাপড়, ব্রাশ বা অনুমোদিত ক্লিনার ব্যবহার করে অপসারণ
- ৩ ইনসুলেটেড টুল হলে — ইনসুলেশন ফাটল, কাট বা ক্ষয় পরীক্ষা
- ৪ মিটার, টেস্টার, মাল্টিমিটার—এর প্রোব, ডিসপ্লে এবং সংযোগ অংশ মুছে পরীক্ষার রাখা
- ৫ পানির সংস্পর্শে আসা যন্ত্রে শুকানোর ব্যবস্থা করা
- ৬ খাতব সরঞ্জামে জং প্রতিরোধে অল্প অয়েলিং করা (যদি কর্মক্ষেত্র নীতি অনুমতি দেয়)

(খ) উপকরণ সঠিকভাবে শ্রেণিবিন্যাস

- ১ কেবল, তার, কন্ডুইট, সুইচ, সকেট, ব্রেকার, ফিউজ ইত্যাদি পৃথকভাবে সাজানো
- ২ ক্ষতিগ্রস্ত বা মানসম্মত নয় এমন উপকরণ আলাদা করে নির্ধারিত স্থানে রাখা
- ৩ মেয়াদোত্তীর্ণ বা স্পেসিফিকেশন-বহির্ভূত সামগ্রী প্রতিস্থাপনের জন্য রিপোর্ট করা

(গ) কর্মক্ষেত্রের মান অনুযায়ী সংরক্ষণ পদ্ধতি

- ১ লকযোগ্য টুল ক্যাবিনেট, রয়াক বা ডয়ারে সংরক্ষণ
- ২ চিহ্নিত, লেবেলযুক্ত এবং ক্যাটাগরি অনুসারে সাজানো
- ৩ আর্দ্রতা, তাপ, ধুলো এবং রাসায়নিক সংস্পর্শ থেকে সুরক্ষিত অবস্থায় রাখা
- ৪ ইলেকট্রনিক ও ডিজিটাল যন্ত্র অ্যান্টি-স্ট্যাটিক ও শক-প্রুফ কেসে রাখা
- ৫ ভারী সরঞ্জাম নিচে এবং হালকা সরঞ্জাম উপরে সংরক্ষণ
- ৬ PPE এবং লাইভ-কাজের সরঞ্জাম আলাদা সেকশনে রাখা

(ঘ) নিরাপত্তা ও কর্মক্ষেত্র নীতিমালার সাথে সামঞ্জস্য

- ১ OHS / নিরাপত্তা নীতি অনুসরণ
- ২ প্রতিষ্ঠানের SOP (Standard Operating Procedure) মেনে চলা
- ৩ সরঞ্জামের রেকর্ড / লগবুক আপডেট
- ৪ ক্ষতিগ্রস্ত সরঞ্জাম “DO NOT USE” ট্যাগিং করা
- ৫ ক্যালিব্রেশনের প্রয়োজন হলে রিপোর্ট বা পাঠানো

(ঙ) সরঞ্জাম পরিষ্কার ও সংরক্ষণে সফল

- ১ দুর্ঘটনা ও বৈদ্যুতিক ঝুঁকি কমে
- ২ কাজের দক্ষতা ও গতি বৃদ্ধি পায়
- ৩ সরঞ্জামের আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি
- ৪ পরবর্তী কাজে সময় অপচয় হয় না
- ৫ মান নিয়ন্ত্রণ সহজ হয়
- ৬ পেশাদারিত্ব বজায় থাকে

সেলফ চেক (Self Check) - ৫.৬

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. মোটরের কার্যক্ষমতা কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?
২. ভোল্টেজ, কারেন্ট, স্পিড ও তাপমাত্রা কীভাবে মাপা হয়?
৩. পরীক্ষার ফলাফল বিশ্লেষণ কেন জরুরি?
৪. রিপোর্ট তৈরি ও সংরক্ষণ কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর পত্র (Answer Key) – ৫.৬

১. মোটরের কার্যক্ষমতা কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর: মোটর চালিয়ে তার স্টার্টিং ও রানের সময় সচলতা, শব্দ, কম্পন এবং ফ্যান বা লোড রেসপন্স পর্যবেক্ষণ করা হয়।

২. ভোল্টেজ, কারেন্ট, স্পিড ও তাপমাত্রা কীভাবে মাপা হয়?

উত্তর:

ভোল্টেজ (Voltage): মাল্টিমিটার দিয়ে ইনপুট টার্মিনালে।

কারেন্ট (Current): মাল্টিমিটার বা ক্ল্যাম্প অ্যাম্পিয়ার দিয়ে লাইভ তারে।

স্পিড (RPM): ট্যাচোমিটার দিয়ে রটার শ্যাফটের স্পিড মাপা হয়।

তাপমাত্রা (Temperature): ইনফ্রারেড থার্মোমিটার বা সেন্সর ব্যবহার করা হয়।

৩. পরীক্ষার ফলাফল বিশ্লেষণ কেন জরুরি?

উত্তর: পরীক্ষার ফলাফল বিশ্লেষণ করে মোটরের কর্মক্ষমতা যাচাই করা হয়, সমস্যা শনাক্ত করা হয় এবং রক্ষণাবেক্ষণের পরিকল্পনা তৈরি করা যায়।

৪. রিপোর্ট তৈরি ও সংরক্ষণ কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর: ভবিষ্যতে রেফারেন্স, মান নিয়ন্ত্রণ এবং সমস্যার দ্রুত সমাধানের জন্য রিপোর্ট সংরক্ষণ করা জরুরি।

জব শিট (Job Sheet) - ৫.৬.১

জবের নাম: মোটরের ইন্সুলেশন রেজিস্ট্যান্স ও মোটরের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা ও ফলাফল বিশ্লেষণ।

কাজের ধাপসমূহ:

১. মোটরের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা করা
২. ভোল্টেজ, কারেন্ট, স্পিড ও তাপমাত্রা মাপা
৩. পরীক্ষার ফলাফল বিশ্লেষণ করা
৪. রিপোর্ট তৈরি ও সংরক্ষণ করা
৫. কর্মস্থল পরিষ্কার করা এবং যন্ত্রপাতি সঠিক স্থানে সঞ্চারক্ষম করা

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ৫.৬.১

জবের নাম: মোটরের ইন্সুলেশন রেজিস্ট্যান্স ও মোটরের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা ও ফলাফল বিশ্লেষণ।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- হেলমেট
- সেফটি গগলজ
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি বেল্ট
- সেফটি সু
- এ্যাপ্রোন।
- ইয়ার প্লাগ
- মাস্ক

প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্ট:

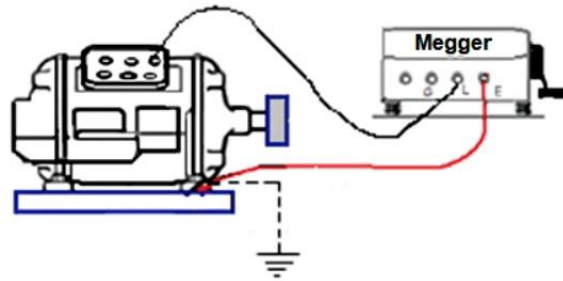
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- রেঞ্চ সেট
- পুলার
- মেগার

- মাল্টিমিটার
- টেকোমিটার
- ক্লিনিং ব্রাশ
- লেবেল বা ট্যাগ
- রেকর্ড শিট

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ক্যাবল
- নোটবুক বা রিপোর্ট ফাইল
- কলম

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



Insulation Test with Megger

মডিউল-৬

মডিউলঃ সৌর বৈদ্যুতিক সিস্টেম ইনস্টল ও সমস্যা সমাধান করা
SICIP-LE-EIM-06-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৬

মডিউল শিরোনাম: সৌর বৈদ্যুতিক সিস্টেম ইনস্টল ও সমস্যা সমাধান করা

ইউনিট কোড: SICIP-LE-EIM-06-O

নোমিনাল আওয়ারঃ ২০

ঘন্টা।

মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলে সৌর বৈদ্যুতিক সিস্টেম ইনস্টল এবং সমস্যা সমাধান করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে অন্তর্ভুক্ত রয়েছে – সোলার সিস্টেম স্থাপনের জন্য বৈদ্যুতিক লোডের হিসাব করা, সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণ চিহ্নিত করা, সৌর প্যানেল স্থাপন করা, সৌর সিস্টেম এবং আনুষঙ্গিক সামগ্রী ইনস্টল করা, সৌর সিস্টেম ইউনিট এবং তারের ত্রুটি নির্ণয় করা, সৌর সিস্টেম ইউনিট এবং তারের ত্রুটি মেরামত করা, এবং সরঞ্জাম ও উপকরণ পরিষ্কার ও সংরক্ষণ করা।

শিখন ফল: এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা:

- ১। সোলার সিস্টেম স্থাপনের জন্য বৈদ্যুতিক লোডের হিসাব করতে পারবে।
- ২। সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণ চিহ্নিত করতে পারবে।
- ৩। সোলার প্যানেল স্থাপন করতে পারবে।
- ৪। সোলার সিস্টেম এবং আনুষঙ্গিক সামগ্রী ইনস্টল করতে পারবে।
- ৫। সোলার সিস্টেম ইউনিট এবং তারের সংযোগ ব্যবস্থার ত্রুটি নির্ণয় করতে পারবে।
- ৬। সোলার সিস্টেম ইউনিট এবং তারের সংযোগ ব্যবস্থার ত্রুটি মেরামত করতে পারবে।
- ৭। সরঞ্জাম ও উপকরণ পরিষ্কার এবং সংরক্ষণ করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:

- ১। প্রয়োজনীয় বৈদ্যুতিক লোডের হিসাব করা হয়েছে।
- ২। নির্বাচিত কাজের পরিকল্পনার লেআউট অঙ্কন প্রস্তুত করা হয়েছে।
- ৩। লোড অনুযায়ী প্যানেল, ব্যাটারি, ইনভার্টার, চার্জ কন্ট্রোলার এবং অন্যান্য উপকরণের সক্ষমতা নির্বাচন করা হয়েছে।
- ৪। পরিকল্পনা অনুযায়ী, প্রয়োজনীয় পরিমাণ এবং আকারের ক্যাবল এবং অন্যান্য ইনস্টলেশন উপকরণের হিসাব করা হয়েছে।
- ৫। যন্ত্রপাতি, আনুষঙ্গিক সামগ্রী এবং উপকরণের খরচের তথ্য সংগ্রহ করা হয়েছে।
- ৬। যন্ত্রপাতি, আনুষঙ্গিক সামগ্রী এবং উপকরণের খরচ অনুমান করা হয়েছে।
- ৭। ইনস্টলেশন চার্জ হিসাব করা হয়েছে।
- ৮। সরঞ্জাম নির্বাচন করা এবং সংগ্রহ করা হয়েছে।
- ৯। ইনস্টলেশন উপকরণ এবং সৌর বৈদ্যুতিক সিস্টেমের উপাদান ও আনুষঙ্গিক সামগ্রী সংগ্রহ করা হয়েছে।
- ১০। ব্যাটারি সংগ্রহ করা এবং পরীক্ষা করা হয়েছে।
- ১১। কাজ করার সময় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার করা হয়েছে।
- ১২। ছাদে কাজ করার জন্য বিশেষ রশি, সুরক্ষা বেল্ট এবং মই ব্যবহার করা হয়েছে।
- ১৩। প্যানেলের আকার অনুযায়ী ফ্রেম নির্মাণ করা হয়েছে।
- ১৪। প্যানেল স্থাপনের জন্য সর্বাধিক সুর্যালোক প্রবাহিত হওয়ার উপযুক্ত স্থান নির্ধারণ করা হয়েছে।

- ১৫। ফ্রেমের মধ্যে প্যানেল স্থাপনের প্রক্রিয়া ২৩ থেকে ৩০ ডিগ্রির মধ্যে প্রদর্শিত করা হয়েছে।
- ১৬। সৌর সিস্টেম এবং আনুষঙ্গিক সামগ্রী নকশা পরিকল্পনা অনুযায়ী স্থাপন করা হয়েছে।
- ১৭। চ্যানেল বা কন্ডুইটের তারের কাজ নকশা ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সম্পন্ন করা হয়েছে।
- ১৮। বোর্ডে সুইচ এবং সকেট স্থাপন করা হয়েছে।
- ১৯। সমস্ত সম্পর্কিত উপাদানের সাথে সংযোগ স্থাপন করা হয়েছে।
- ২০। সৌর বৈদ্যুতিক সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষণ করা হয়েছে।
- ২১। ইনভার্টার, চার্জার, চার্জ কন্ট্রোলার, প্যানেল, ব্যাটারি এবং তারের সিস্টেমের বাহ্যিক ত্রুটি দৃশ্যমানভাবে পরীক্ষা করা হয়েছে।
- ২২। ইনভার্টার এবং চার্জ কন্ট্রোলারের কার্যকরী ত্রুটি পরীক্ষার যন্ত্র দ্বারা পরীক্ষা করা হয়েছে।
- ২৩। প্যানেল যথাযথ কার্যকারিতার জন্য পরীক্ষা করা হয়েছে।
- ২৪। ব্যাটারি উপযুক্ত ভোল্টেজের জন্য মিটার দ্বারা পরীক্ষা করা হয়েছে।
- ২৫। ব্যাটারির ইলেকট্রোলাইট হাইড্রোমিটার দ্বারা পরীক্ষা করা হয়েছে।
- ২৬। তারের সিস্টেমে বৈদ্যুতিক সংযোগগুলি পরীক্ষা করা হয়েছে।
- ২৭। চার্জ কন্ট্রোলার এবং ইনভার্টার পরীক্ষা করা হয়েছে।
- ২৮। পুড়ে যাওয়া উপাদানগুলি প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
- ২৯। নিষ্ক্রিয় এবং ত্রুটিপূর্ণ উপাদানগুলি প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
- ৩০। প্রয়োজনে ব্যাটারিতে জল যোগ করা হয়েছে।
- ৩১। তারের সিস্টেমে টিলা সংযোগগুলি মেরামত করা হয়েছে।
- ৩২। চার্জ কন্ট্রোলার মেরামত করা হয়েছে।
- ৩৩। সরঞ্জাম এবং যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করা হয়েছে।
- ৩৪। সরঞ্জাম, পরিমাপের যন্ত্র এবং প্রবেশের উপকরণগুলি কর্মস্থলের মান অনুযায়ী সংরক্ষণ করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৬.১

শিখন ফল-১: সোলার সিস্টেম স্থাপনের জন্য বৈদ্যুতিক লোডের হিসাব করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Content):

- সোলার সিস্টেম
- প্রয়োজনীয় বৈদ্যুতিক লোডের হিসাব
- নির্বাচিত কাজের পরিকল্পনার লেআউট অঙ্কন
- লোড অনুযায়ী প্যানেল, ব্যাটারি, ইনভার্টার, চার্জ কন্ট্রোলার এবং অন্যান্য উপকরণের সক্ষমতা নির্বাচন
- পরিকল্পনা অনুযায়ী, প্রয়োজনীয় পরিমাণ ও আকারের ক্যাবল এবং অন্যান্য ইনস্টলেশন উপকরণের হিসাব
- যন্ত্রপাতি, আনুষঙ্গিক সামগ্রী এবং উপকরণের খরচের তথ্য সংগ্রহ
- যন্ত্রপাতি, আনুষঙ্গিক সামগ্রী এবং উপকরণের আনুমানিক খরচ
- ইনস্টলেশন চার্জ হিসাব

সোলার সিস্টেম:

সোলার ইলেকট্রিক্যাল সিস্টেম হলো একটি সম্পূর্ণ ইলেকট্রিক্যাল সেটআপ যা সূর্যের আলোক শক্তিকে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তর করে, সেই বিদ্যুৎ সংরক্ষণ করে এবং প্রয়োজন অনুযায়ী ব্যবহারযোগ্য করে তোলে। সূর্যের আলো থেকে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন করাই হলো সোলার সিস্টেম এর কাজ। এই পদ্ধতিতে সাধারণত দুই ধরনের হয় থাকে।

১. অনগ্রিড সোলার সিস্টেম
২. অফ গ্রিড সোলার সিস্টেম

অনগ্রিড সিস্টেম:

অনগ্রিড সিস্টেম ব্যাটারি ছাড়া শুধুমাত্র সূর্যের আলো ব্যবহার করে বিদ্যুৎ চলার পদ্ধতির নাম অনগ্রিড। অনগ্রিড সিস্টেমের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি-

- সোলার প্যানেল
- অনগ্রিড ইনভার্টার ও
- AC লোড মিটার

অফ গ্রিড সিস্টেম:

ব্যাটারির মাধ্যমে সৌরবিদ্যুৎ সংরক্ষণ করে রাতে কিমবা লোডশেডিং এর সময় বিদ্যুৎ ব্যবহার করার পদ্ধতির নাম অফ গ্রিড।

অফ গ্রিড সোলার সিস্টেম এর জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি-

- সোলার প্যানেল
- একটি চার্জ কন্ট্রোলার
- একটি ইনভার্টার এবং
- ব্যাটারি ব্যাংক

সোলার সেল:

সোলার সেল হলো ইলেকট্রনিক ডিভাইস বা যন্ত্র যা সূর্য শক্তিকে ইলেকট্রিক্যাল শক্তিতে রূপান্তরিত করে। সোলার সেলের আরেকটি নাম হলো ফটোভোলটাইক সেল বা **PV** সেল।

এখানে **photo** বললে **light** এবং **voltaic** বললে **electrical** বুঝানো হয়েছে। আর অনেকগুলো সেল দিয়ে একটি প্যানেলকে সোলার প্যানেল বলা হয়। প্রতিটি সেল একে অপরের সাথে সংযুক্ত থাকে। এই সোলার সেলগুলো ব্যাটারির মতো কাজ করে। ব্যাটারি **chemical-energy** সাথে **electricity** উৎপাদন করে আর সোলার সেল আলো থেকে **electricity** উৎপাদন করে।

ফটোভোলটাইক সেল সিলিকন নামক **semiconductor material** দিয়ে তৈরি। যখন সূর্যের আলো এই সেলের উপর পরে তখন আলো থেকে কিছু অংশ ফটোভোলটাইক সেল শোষণ করে অর্থাৎ আলো থেকে **energy** শোষিত হয়ে **semiconductor material**-এ প্রভাবিত হয়। এই **energy** ইলেকট্রনকে **active** করে এবং মুক্তভাবে চলতে সক্ষম করে।

আমরা জানি **photon** হলো আলোর ক্ষুদ্র কণিকা। সূর্য আমাদের চারপাশে কোটি কোটি **photon** বিচ্ছুরণ করে। যখন এই **photon-gulo** পড়ে ফটোভোলটাইক সেলের উপর তখন প্রতিটি সেল **electricity**-এর কিছু ভোল্ট উৎপাদন করে। আর যখন প্যানেলে অনেকগুলো সেলের ভোল্ট যখন একত্রিত হয় তখন অনেক ভোল্ট হয় যা দিয়ে একটি যন্ত্রকে পাওয়ার প্রদান করা সম্ভব।

সোলার প্যানেল:

সোলার প্যানেলকে ফটোভোলটাইক মডিউল বা **array** বলা হয়। একটি সৌর প্যানেল হলো একটি শীটে ফটোভোলটাইক সৌর সেলগুলোর একটি একটি বিন্যাস। প্রতিটি ফটোভোলটাইক সেল একটি অর্ধপরিবাহী ডিভাইস তৈরি এবং আলোর সংস্পর্শে এলে বোল্টেজ এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ উৎপন্ন করার ক্ষমতা রাখে।

সৌর প্যানেল প্রথম 2000 সালে ব্যাপকভাবে উৎপাদন শুরু হয়েছিল। এটি একজন জার্মান পরিবেশ বিজ্ঞানী এবং ইউরোপের মানুষের দ্বারা তৈরি হয়েছিল। পরে ধীরে, আরও উদ্ভাবন করা হয়েছে এবং আরও প্যানেল তৈরি করা হয়েছে। সৌর প্যানেল গুলো সিলিকনের একক টুকরো (**monocrystalline**) বা সিলিকনের একাধিক টুকরো (**polycrystalline**) তৈরি করা যেতে পারে।

সৌর প্যানেলের ফটোভোলটাইক প্রক্রিয়া **sunlight**-এর **photon** শক্তি **electrical energy**-তে রূপান্তর করে। এই প্রক্রিয়াটি ভৌত এবং রাসায়নিক বিক্রিয়া দ্বারা শুরু হয় যার **PV cell** দ্বারা সৃষ্ট তৈরি হওয়া **electrical current** গুলো সেলের অভ্যন্তরীণ **electrical field**-এর প্রভাবে প্রবাহিত হয় যার ফলে **electrical current** প্রবাহিত হয়।

সৌর প্যানেল গুলো সৌর মডিউলে আবদ্ধ সৌর সেল দিয়ে তৈরি। ছাদে, মাটিতে বা দেওয়ালে এই প্যানেলের বিন্যাসকে সোলার অ্যারে বলা হয়। বাংলাদেশের ভৌগলিক অবস্থান বিবেচনা করে প্যানেল ভূমির সাথে ২৩° এঙ্গেলে বসানো হয়।

সোলার প্যানেল এর ব্যবহার-

১. যেখানে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা সম্ভব হয়নি সেখানে বিদ্যুৎ উৎপাদন এর জন্য সোলার প্যানেল এর ব্যবহার করা হয়।
২. বিভিন্ন **industry**-তে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য
৩. **Street light** এর জন্য সোলার প্যানেল ব্যবহার করা হয়।
৪. মহাকাশ যানের বিদ্যুৎ **supply**- এর জন্য সোলার প্যানেল ব্যবহার করা হয়।

সোলার প্যানেলের প্রকারভেদ

বিভিন্ন প্রকারের সোলার প্যানেল গুলো হলো-

১. মনোক্রিস্টালাইন-

এই সোলার প্যানেলগুলো প্রথম প্রজন্মের অন্তর্গত এবং এগুলোতে সিলিকনের অত্যন্ত পাতলা layer ব্যবহার করা হয়। এই ধরনের সোলার প্যানেলের সেল নির্মাণ করতে single crystal সিলিকন সেল ব্যবহার করা হয়। বিদ্যুৎ উৎপাদনের দিক থেকে এর দক্ষতা অন্যান্য ধরনের সোলার প্যানেলের থেকে 20% বেশি।

২. পলিক্রিস্টালাইন-

পলিক্রিস্টালাইন সোলার প্যানেল তৈরি করার জন্য ছাচের মধ্যে গলিত সিলিকনকে ঢালা হয়। এটি একটি স্বাভাবিক প্রক্রিয়া হওয়ার কারণে এগুলোতে single crystal ব্যবহার করা হয় না। এই ধরনের সোলার প্যানেল মনোক্রিস্টালাইন এর তুলনায় দাম কম এবং দক্ষতাও কম হয়।

চার্জ কন্ট্রোলার:

এটি ব্যাটারির চার্জকে কন্ট্রোল করে। ব্যাটারি ফুল চার্জ হলে প্যানেল থেকে চার্জ করা বন্ধ করে দেয় এবং চার্জ শেষ হলে ব্যাটারি থেকে লোডকে ডিসকানেক্ট করে দেয়। এইভাবে ব্যাটারিকে সুরক্ষিত রাখে।

ইনভার্টার:

আমরা জানি যে, সূর্য থেকে সোলার প্যানেলের মাধ্যমে উৎপাদিত electricity সাধারণত DC হয়। এই DC electricity চার্জ কন্ট্রোলারের মাধ্যমে ব্যাটারি ব্যাঞ্জে জমা হয় থাকে। কিন্তু আমরা household appliance-এ সাধারণত এই DC-কে AC-তে কনভার্ট করার প্রয়োজন পড়ে তাই আমরা ইনভার্টারের সাহায্য নিয়ে থাকি।

ব্যাটারি ব্যাংক:

ব্যাটারি ব্যাংক হলো অনেকগুলো ব্যাটারির সমন্বয়। এই ব্যাটারিগুলোকে সিরিজ বা প্যারালালে সংযুক্ত করা হয়। ভোল্টেজ বাড়াতে চাইলে ব্যাটারিগুলোকে সিরিজে সংযুক্ত করা হয় এবং কারেন্ট বাড়াতে চাইলে ব্যাটারিগুলোকে প্যারালালে সংযুক্ত করা হয়।

সোলার প্যানেলের সুবিধা:

আপনি কি জানেন যে সোলার প্যানেলের সুবিধা এবং অসুবিধা সম্পর্কে? আসুন সোলার প্যানেলের অসুবিধার আগে সংক্ষেপে সুবিধাগুলো পর্যায়ক্রমে দেখি। এই সুবিধাগুলোর মধ্যে প্রধান এই যে সাথে আলো সৌর প্যানেল গুলো সৌর শক্তির উপর নির্ভর করে, এটি একটি পরিবেশবান্ধব এবং পরিষ্কার-বন্ধু শক্তির উৎস। সৌর প্যানেল আমাদের শক্তির চাহিদা সমাধানের মাধ্যমে গ্রীনহাউস গ্যাস নির্গমন কমিয়ে দেয়। এগুলো দীর্ঘস্থায়ীও। এছাড়াও, সোলার প্যানেল থেকে প্রাপ্ত শক্তি ব্যাটারিতে সংরক্ষণ করা সম্ভব হয় এবং সূর্যের আলো না থাকলে ব্যবহার করা সম্ভব হয়।

সোলার প্যানেলের প্রধান সুবিধা-

- দীর্ঘজীবন
- পরিবেশ বান্ধব
- নবায়নযোগ্য
- কম রক্ষণাবেক্ষণ
- শক্তি সংরক্ষণ করা সম্ভব হয়
- বিনামূল্যে শক্তি
- silent mode of energy
- প্রযুক্তির উন্নতি
- নবায়নযোগ্য শক্তি সম্পদের উপর কম নির্ভরতা
- কম ঝুঁকি

সোলার প্যানেলের অসুবিধাঃ

সৌর প্যানেল ব্যবহারের জন্য কিছু অসুবিধাও রয়েছে। যে জায়গায় মাউন্ট করা হয়, সোলার প্যানেল গুলো প্রচুর জমির জায়গা নেয়। বিশেষ করে যে সব জায়গায় ঘন বনায়ন সেখানে ইন্সটল করা কঠিন হয়। সৌর প্যানেল গুলোও সম্পূর্ণরূপে সূর্যের উপর নির্ভর করে। যখন সূর্যের আলো থাকে না, তখন সোলার প্যানেল ব্যবহারকারীদের জন্য বিদ্যুৎ থাকে না। অসুবিধা-

- উচ্চ মূল্য
- শক্তির ওঠানামা
- প্রাকৃতিক উপাদানের প্রভাব
- less efficient
- ভূমি দূষণ
- সোলার প্যানেল রিসাইকেল করা যায় না

বৈদ্যুতিক লোড হিসাব:

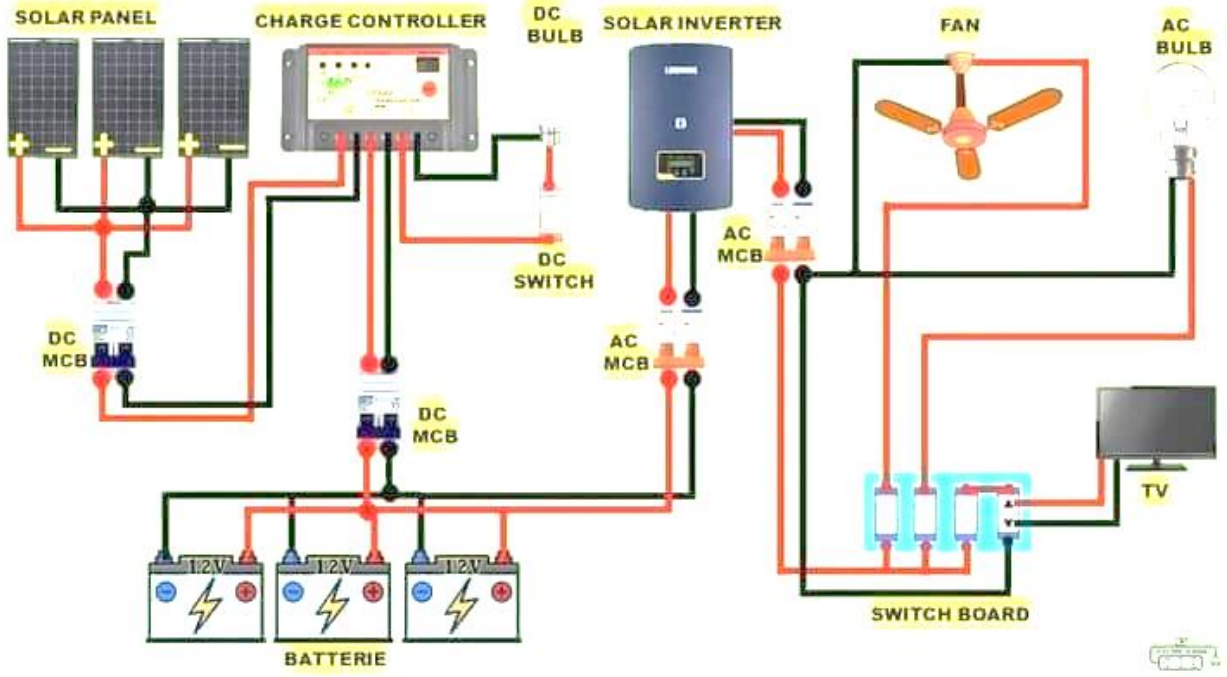
সোলার সিস্টেম ডিজাইনের প্রথম এবং গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হল বৈদ্যুতিক লোডের সঠিক হিসাব করা। এখানে সম্পূর্ণ প্রক্রিয়াটি ধাপে ধাপে বর্ণনা করা হল:

ধাপ ১: লোড তালিকা তৈরি করুন

সবার প্রথমে আপনার বাড়ি বা অফিসের যে সকল **electrical appliance** (যন্ত্রপাতি) সোলার সিস্টেম থেকে চালানো হবে, তার একটি তালিকা তৈরি করুন।

যন্ত্রের নাম (Appliance)	সংখ্যা (Quantity)	পাওয়ার (Watt)	ব্যবহারের সময় (ঘন্টা/দিন)	রেটিং (AC/DC)
এলইডি বাল্ব	৫টি	১০ ওয়াট	৬ ঘন্টা	AC
ফ্যান	৩টি	৭০ ওয়াট	৮ ঘন্টা	AC
টেলিভিশন	১টি	৮০ ওয়াট	৪ ঘন্টা	AC
ল্যাপটপ	১টি	৬০ ওয়াট	৩ ঘন্টা	AC
ফ্রিজ	১টি	১৫০ ওয়াট	৮ ঘন্টা	AC

দ্রষ্টব্য: ফ্রিজ, এয়ার কন্ডিশনার এর মতো যন্ত্রগুলোর কম্প্রসর **continuously** চলে না। তাই গড়ে ৮-১০ ঘন্টা চালানো হিসেবে হিসাব করতে হয়। আপনার ফ্রিজের **nameplate** বা ম্যানুয়ালে "গড় শক্তি **consumption**" (Average Power Consumption) উল্লেখ থাকলে সেটা ব্যবহার করুন।



ধাপ ২: দৈনিক ওয়াট-ঘন্টা হিসাব

প্রতিটি লোডের জন্য দৈনিক মোট শক্তি **consumption** বের করুন।

সূত্র: দৈনিক ওয়াট-ঘন্টা = যন্ত্রের সংখ্যা × পাওয়ার (ওয়াট) × ব্যবহারের সময় (ঘন্টা)

উপরের টেবিল অনুযায়ী:

এলইডি বাস্ব: $5 \times 50W \times 6h = 300 Wh$

ফ্যান: $3 \times 90W \times 8h = 2680 Wh$

টেলিভিশন: $1 \times 80W \times 8h = 320 Wh$

ল্যাপটপ: $1 \times 60W \times 3h = 180 Wh$

ফ্রিজ: $1 \times 150W \times 8h = 1200 Wh$ (ধরে নিলাম কম্প্রসর গড়ে ৮ ঘন্টা চলে)

মোট দৈনিক ওয়াট-ঘন্টা = $300 + 2680 + 320 + 180 + 1200 = 3680 Wh$ বা $3.68 kWh$ (ইউনিট)

ধাপ ৩: সিস্টেম লসের জন্য অতিরিক্ত যোগ করুন

সোলার সিস্টেমে ইনভার্টার, চার্জ কন্ট্রোলার, ব্যাটারি চার্জ-ডিসচার্জ এবং তারের মধ্যে কিছু শক্তি **loss** হয়। সাধারণত মোট লোডের সাথে ২০% থেকে ৩০% **extra** যোগ করা হয়।

সূত্র: সংশোধিত মোট লোড = মোট দৈনিক ওয়াট-ঘন্টা × ১.৩০ (যদি ৩০% লস ধরা হয়)

আমাদের উদাহরণে: $3680 Wh \times 1.30 = 4784 Wh$

সুতরাং, আপনার সোলার সিস্টেমকে প্রতিদিন প্রায় $4.78 kWh$ (ইউনিট) শক্তি উৎপাদন করতে হবে।

মোট লোডের ওপর ভিত্তি করে প্যানেল, ব্যাটারি ও ইনভার্টারের ক্ষমতা নির্ধারণঃ

১. সোলার প্যানেলের সাইজ নির্ধারণ-

এখন বের করতে হবে কত **Watt**-এর সোলার প্যানেল দরকার। এটি নির্ভর করে আপনার এলাকায় পিক সানআওয়ার ঘন্টা (**Peak Sun Hours**)-এর উপর। বাংলাদেশে গড়ে এটি ৪ থেকে ৫ ঘন্টা (সারা বছরের গড়) ধরা হয়।

সূত্র: প্রয়োজনীয় সোলার প্যানেলের ক্ষমতা (W) = মোট সংশোধিত দৈনিক লোড (Wh) / পিক সানআওয়ার ঘন্টা
আমাদের উদাহরণে, যদি ৪.৫ সানআওয়ার ঘন্টা ধরি:

$$৪৭৮৪ \text{ Wh} / ৪.৫ \text{ h} \approx ১০৬৩ \text{ Wp}$$

সুতরাং, আপনার প্রায় ১০৬০ Watt-peak (Wp) ক্ষমতার সোলার প্যানেল দরকার। আপনি ৩০০ Wp-এর প্যানেল ব্যবহার করলে, $১০৬০ / ৩০০ \approx ৪$ টি প্যানেল প্রয়োজন হবে।

২. ব্যাটারির সাইজ নির্ধারণ-

ব্যাটারি শক্তি জমা রাখবে যাতে রাতে বা মেঘলা দিনে ব্যবহার করতে পারেন। সাধারণত এক বা দুই দিনের autonomy (সূর্যের আলো না থাকলেও চালানোর ক্ষমতা) ধরা হয়।

সূত্র ১ (Wh থেকে Ah): প্রয়োজনীয় Amp-hour (Ah) = মোট সংশোধিত দৈনিক লোড (Wh) / ব্যাটারির ভোল্টেজ (V)

সূত্র ২ (Autonomy সহ): চূড়ান্ত ব্যাটারি ক্ষমতা (Ah) = (প্রয়োজনীয় Ah × Autonomy এর দিন) / (ব্যাটারির ডিসচার্জ ডেপথ - DoD)

৩. ইনভার্টার সিলেকশন-

ইনভার্টারের ক্ষমতা হতে হবে আপনার একসাথে (simultaneously) চালানো যন্ত্রগুলোর মোট Watt-এর চেয়ে বেশি। উপরের লিস্টে সব যন্ত্র একসাথে চালালে সর্বোচ্চ লোড হবে:

$$(৫ \times ১০ \text{ W}) + (৩ \times ৭০ \text{ W}) + ৮০ \text{ W} + ৬০ \text{ W} + ১৫০ \text{ W} = ৫০ + ২১০ + ৮০ + ৬০ + ১৫০ = ৫৫০ \text{ W}$$

ইনভার্টারের Surge Capacity (যেমন ফ্যান, ফ্রিজ চালু করার অতিরিক্ত লোড) মাথায় রেখে ৮০০W থেকে ১০০০W-এর একটি Pure Sine Wave ইনভার্টার নির্বাচন করুন।

৪. চার্জ কন্ট্রোলার (Charge Controller):

এর কারেন্ট রেটিং সোলার প্যানেলের মোট কারেন্টের উপর নির্ভর করে।

সূত্র: চার্জ কন্ট্রোলারের কারেন্ট (A) = সোলার প্যানেলের মোট Watt / সিস্টেম ভোল্টেজ

আমাদের উদাহরণে, ১০৬০W প্যানেল ও ১২V সিস্টেমে:

$$১০৬০ \text{ W} / ১২ \text{ V} \approx ৮৮ \text{ A}$$

এত বড় কারেন্টের জন্য MPPT চার্জ কন্ট্রোলার ব্যবহার করা উচিত এবং কমপক্ষে ৯০A-এর কন্ট্রোলার নিতে হবে।

সিস্টেম ভোল্টেজ ২৪V করলে কারেন্ট অর্ধেক হয়ে যাবে ($১০৬০ \text{ W} / ২৪ \text{ V} \approx ৪৪ \text{ A}$) যা বেশি কার্যকরী।

প্রয়োজনীয় সোলার ইলেকট্রিক্যাল লোড নির্ধারণ করা

সোলার সিস্টেম স্থাপনের আগে প্রথম এবং সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হলো মোট লোড নির্ধারণ। ঘর, অফিস বা প্রতিষ্ঠানে কোন কোন বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি সোলার সিস্টেমে চালানো হবে—যেমন LED লাইট, ফ্যান, টিভি, রাউটার, কম্পিউটার, ফ্রিজ ইত্যাদি—এসব যন্ত্রের পাওয়ার রেটিং (ওয়াট) সংগ্রহ করা হয়।

এরপর প্রতিটি যন্ত্র কত ঘন্টা ব্যবহার হবে তা হিসাব করে দৈনিক মোট শক্তি-চাহিদা (Wh বা kWh) নির্ধারণ করা হয়।

উদাহরণ:

- ফ্যান = $60 \text{ W} \times 8 \text{ ঘন্টা} = 480 \text{ Wh}$
- ৩টি LED লাইট = $9 \text{ W} \times 3 = 27 \text{ W} \times 6 \text{ ঘন্টা} = 162 \text{ Wh}$
- টিভি = $80 \text{ W} \times 4 \text{ ঘন্টা} = 320 \text{ Wh}$

মোট দৈনিক লোড = 962 Wh (প্রায় 1 kWh)

এই হিসাবের ভিত্তিতে সোলার প্যানেল, ব্যাটারি এবং ইনভার্টার সাইজ নির্ধারণ করা হয়।

সোলার সিস্টেম স্থাপনের জন্য লে-আউট ড্রয়িং প্রস্তুত করা

লোড নির্ধারণের পরে কোথায় সোলার প্যানেল বসবে, কোথায় ব্যাটারি রাখা হবে, চার্জ কন্ট্রোলার ও ইনভার্টার কোথায় স্থাপন করা হবে—এসবের একটি বিস্তারিত লে-আউট ড্রয়িং তৈরি করা হয়। এতে অন্তর্ভুক্ত থাকে—

- ছাদের কোন অংশে কতটি সোলার প্যানেল বসবে
- প্যানেল থেকে চার্জ কন্ট্রোলারে যাওয়ার কেবলের রুট
- ব্যাটারি ব্যাংকের অবস্থান (শুকনো, বায়ু চলাচলযোগ্য স্থান)
- ইনভার্টার পজিশন
- প্রয়োজনীয় সেফটি ব্রেকার, ফিউজ ও ডিসকানেক্ট সুইচের অবস্থান

এই লে-আউট ইনস্টলেশনকে দ্রুত, নিরাপদ এবং মানসম্মত করে।

লোড অনুযায়ী সোলার প্যানেল, ব্যাটারি, ইনভার্টার, চার্জ কন্ট্রোলার ও আনুষঙ্গিক যন্ত্রপাতির ক্ষমতা নির্বাচন করা সোলার সিস্টেমের প্রতিটি উপকরণের ক্ষমতা (capacity) সঠিকভাবে নির্বাচন করা অত্যন্ত জরুরি। মোট লোড এবং ব্যবহার সময়ের ভিত্তিতে নিচেরগুলো নির্ধারণ করা হয়—

সোলার প্যানেল (Watt):

দৈনিক উৎপাদন = প্যানেলের Watt × দৈনিক রোদ (peak sun hours)

যদি দৈনিক 1000Wh প্রয়োজন হয় এবং দিনে গড়ে 5 ঘণ্টা রোদ থাকে,

তাহলে প্যানেল প্রয়োজন = $1000 \div 5 = 200W$

নিরাপত্তার জন্য 20–30% অতিরিক্ত নেওয়া হয় → 250–300W

ব্যাটারি (Ah):

ব্যাটারি ক্যাপাসিটি = দৈনিক লোড × ব্যাকআপ সময় ÷ ডিসচার্জ লিমিট

12V সিস্টেমে:

$1000 Wh \div 12V = 83 Ah$ (100Ah সুপারিশযোগ্য)

চার্জ কন্ট্রোলার (Amp):

PWM বা MPPT অনুযায়ী সাইজ নির্ধারণ হয়।

সূত্র: প্যানেলের মোট Watt ÷ ব্যাটারি ভোল্টেজ

$300W \div 12V = 25A \rightarrow 30A$ চার্জ কন্ট্রোলার প্রয়োজন

ইনভার্টার (VA/Watt):

লোডের মোট Watt অনুযায়ী নির্বাচন করা হয়।

মোট লোড 500W হলে → 800–1000W ইনভার্টার নেওয়া হয়।

ভুল ক্যাপাসিটি নির্বাচন করলে—সিস্টেম ওভারলোড, ব্যাটারি ক্ষতি, প্যানেল আউটপুট কমে যাওয়া এবং যন্ত্রপাতি নষ্ট হওয়ার ঝুঁকি থাকে।

লে-আউট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় কেবল, তার ও অন্যান্য ইনস্টলেশন সামগ্রীর পরিমাণ ও সাইজ নির্ধারণ করা

সোলার সিস্টেমে কেবলের সঠিক সাইজ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

কেবল সাইজ নির্ধারণে বিবেচ্য

- প্যানেল থেকে চার্জ কন্ট্রোলারের দূরত্ব
- কন্ট্রোলার থেকে ব্যাটারির দূরত্ব
- ব্যাটারি থেকে ইনভার্টারের লোড
- লোড অনুযায়ী কেবলের কারেন্ট-রেটিং

সাধারণ নিয়ম:

- প্যানেল – কন্ট্রোলার: 4–6 sq.mm
- কন্ট্রোলার – ব্যাটারি: 6–10 sq.mm
- ব্যাটারি – ইনভার্টার: 10–25 sq.mm

এ ছাড়া প্রয়োজনীয় উপকরণ—MC4 কানেক্টর, পাইপ, ক্লিপ, ডিসি ব্রেকার, ফিউজ, আর্থিং কিট—এগুলোর পরিমাণ হিসাব করা হয়।

সোলার সিস্টেমের যন্ত্রপাতি, অ্যাকসেসরিজ এবং উপকরণের খরচ তথ্য সংগ্রহ করা

সঠিক খরচ নির্ধারণের জন্য বাজার থেকে নিচের উপকরণগুলোর বর্তমান মূল্য সংগ্রহ করা হয়—

- সোলার প্যানেল
- ব্যাটারি (Lead Acid / Lithium-ion)
- MPPT/PWM চার্জ কন্ট্রোলার
- ইনভার্টার
- কেবল (DC solar cable)
- MC4 কানেক্টর
- ডিসি ব্রেকার
- ইন্টেলেশন স্ট্রাকচার ও GI পাইপ
- আর্থিং সেট
- শ্রমিক মজুরি ও পরিবহন খরচ

বিভিন্ন দোকান, অনলাইন প্ল্যাটফর্ম বা ডিস্ট্রিবিউটর থেকে বাজার মূল্য সংগ্রহ করা হয় যেন বাজেট সঠিকভাবে তৈরি করা যায়।

সোলার সিস্টেমের যন্ত্রপাতি, অ্যাকসেসরিজ এবং উপকরণের খরচ নির্ধারণ করা

প্রতিটি উপকরণের ইউনিট মূল্য সংগ্রহের পর—

উপকরণের পরিমাণ x ইউনিট মূল্য = মোট খরচ

এই সূত্রে প্যানেল, ব্যাটারি, কেবল, স্ট্রাকচার, ব্রেকারসহ সব উপকরণের মোট খরচ নির্ণয় করা হয়।

এরপর সব উপকরণের খরচ যোগ করে সোলার সিস্টেমের মোট ম্যাটেরিয়াল কস্ট নির্ধারণ করা হয়।

প্রয়োজনে অতিরিক্ত 5–10% কন্টিনজেন্সি বাজেট হিসাবেও ধরা হয়।

ইকুইপমেন্ট, যন্ত্রাংশ এবং মালামাল এবং ইন্টেলেশন চার্জ হিসাব:

ইন্টেলেশন কস্টিং এবং নির্মাণ ব্যয় নির্ভর করে মূলত লোডের চাহিদা অনুযায়ী। এখানে বলে রাখা উচিত যে ফটো ভোল্টিক সোলার প্যানেল অনেক ব্যয় বহুল তাই সোলার পাওয়ার সিস্টেম দ্বারা শুধু মাত্র লাইটিং লোড পরিচালনা করা হয়।

নিম্নে একটি সোলার পাওয়ার সিস্টেম এর এস্টিমেটিং এবং কস্টিং দেখানো হল।

SL No	Name of Items	Specification	Qty.	Unite Price	Total Price
01	Soler Panel	300 WP	4 No	20,000.00/=	80,000.00/=
02	Charger Controller	80A	1 No	5000.00/=	5000.00/=
03	Battery	200AH	4 No	20000.00/=	80,000.00/=
04	Inverter	800VA	1 No	3000.00/=	3000.00/=
05	Wire	1.5rm	1 Coil	4500.00/=	1200.00/=

SL No	Name of Items	Specification	Qty.	Unite Price	Total Price
06	Cable Lugs	1.5m, U Type	4 Doz	24.00/=	96.00/=
07	Switch	5 A, Piono	4 Doz	400.00/=	1600.00/=
08	Socket	13A, 5 Pin	6 Pcs	300.00/=	1800.00/=
09	Conduit	¾" Pvc, White	10Pcs	40.00/=	400.00/=
07	Installation Charge	Technician	1 Person	2000.00/=	2000.00/=
08	Installation Charge	Asst. Technician	2 Person	1500.00/=	3000.00/=
Total					178,096.00/=

সেলফ চেক (Self Check)–৬. ১

১. সোলার ইলেকট্রিক্যাল সিস্টেম কি?
২. গৃহস্থালি যন্ত্রপাতির ওয়াটেজ ও ব্যবহার সময় কীভাবে নির্ধারণ করা হয়?
৩. সৌর সিস্টেম ডিজাইনের জন্য মোট লোড থেকে প্যানেল, ব্যাটারি ও ইনভার্টারের ক্ষমতা কীভাবে নির্ধারণ করা হয়?
৪. বাস্তব উদাহরণসহ একটি উপযুক্ত সৌর বিদ্যুৎ ব্যবস্থা প্রস্তাব করো।
৫. চার্জ কন্ট্রোলারের কাজ কি?
৬. সোলার প্যানেল কত ডিগ্রি এঙ্গেলে বসানো হয়?
৭. ইনস্টলেশন চার্জ নির্ধারণ করতে কোন কোন বিষয় বিবেচনায় নিতে হয়?
৮. সোলার সিস্টেমে কেবলের সাইজ ভুল হলে কী হতে পারে?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৬.১

১. সোলার ইলেকট্রিক্যাল সিস্টেম কি?

উত্তরঃ সোলার ইলেকট্রিক্যাল সিস্টেম হলো একটি সম্পূর্ণ ইলেকট্রিক্যাল সেটআপ যা সূর্যের আলোক শক্তিকে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তর করে, সেই বিদ্যুৎ সংরক্ষণ করে এবং প্রয়োজন অনুযায়ী ব্যবহারযোগ্য করে তোলে। সূর্যের আলো থেকে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন করাই হলো সোলার সিস্টেম এর কাজ। এই পদ্ধতিতে সাধারণত দুই ধরনের হয় থাকে।

১. অনগ্রিড সোলার সিস্টেম
২. অফ গ্রিড সোলার সিস্টেম

২. গৃহস্থালি যন্ত্রপাতির ওয়াটেজ ও ব্যবহার সময় কীভাবে নির্ধারণ করা হয়?

উত্তরঃ

- প্রতিটি যন্ত্রের ওয়াট তার গায়ে লেখা থাকে (যেমন: Fan 75W, Light 20W, TV 150W ইত্যাদি)।
- দৈনিক ব্যবহারের সময় বাস্তব অভ্যাস অনুযায়ী ধরা হয় (যেমন: ফ্যান ৪ ঘণ্টা, লাইট ৫ ঘণ্টা)।
- প্রতিটি যন্ত্রের **দৈনিক খরচ (Wh বা kWh) = ওয়াট × ঘণ্টা**।

উদাহরণঃ

একটি 20W LED লাইট প্রতিদিন ৫ ঘণ্টা চলে →

$$20 \times 5 = 100 \text{ Wh} = 0.1 \text{ kWh}$$

৩. সৌর সিস্টেম ডিজাইনের জন্য মোট লোড থেকে প্যানেল, ব্যাটারি ও ইনভার্টারের ক্ষমতা কীভাবে নির্ধারণ করা হয়?

উত্তরঃ

১. **Total Load** নির্ধারণ করো (যেমন 1000W)
২. **Solar Panel Power = Total Load ÷ সূর্যালোক সময় (ঘণ্টা)**।
যেমন দিনে ৫ ঘণ্টা সূর্যালোক = $1000 \div 5 = 200W \times 5 = 1000W$
অর্থাৎ প্রায় 1200W (20% অতিরিক্ত) প্যানেল দরকার।
৩. **Battery Capacity (Ah) = (Total Load × ব্যাকআপ সময়) ÷ (ভোল্টেজ × দক্ষতা)**
উদাহরণঃ $1000W \text{ লোড} \times 5hr \div (12V \times 0.8) \approx 520Ah$

8. **Inverter Capacity** = মোট লোডের কমপক্ষে ২৫% বেশি →
1000W লোড হলে ইনভার্টার হবে প্রায় 1200–1500W।

8. বাস্তব উদাহরণসহ একটি উপযুক্ত সৌর বিদ্যুৎ ব্যবস্থা প্রস্তাব করো।

বাসা: ২ রুমের ঘর

যন্ত্রপাতি:

- ৪টি লাইট ($20W \times 4 = 80W$)
- ২টি ফ্যান ($75W \times 2 = 150W$)
- ১টি টিভি ($150W$)
- ১টি মোবাইল চার্জার ($20W$)

Total Load = 80 + 150 + 150 + 20 = 400W

দিনে ৫ ঘণ্টা ব্যবহার হলে = $400 \times 5 = 2000 \text{ Wh (2 kWh)}$

প্রস্তাবিত সৌর সিস্টেম:

- **Solar Panel:** $500W \times 4 = 2000W (2kW)$
- **Battery:** 12V, 200Ah $\times 2 = 400Ah$
- **Inverter:** 1.5kW (1500W)
- **Backup time:** প্রায় ৫ ঘণ্টা

৫. চার্জ কন্ট্রোলারের কাজ কি?

উত্তরঃ এটি ব্যাটারির চার্জকে কন্ট্রোল করে। ব্যাটারি ফুল চার্জ হলে প্যানেল থেকে চার্জ করা বন্ধ করে দেয় এবং চার্জ শেষ হলে ব্যাটারি থেকে লোডকে ডিসকানেক্ট করে দেয়। এইভাবে ব্যাটারিকে সুরক্ষিত রাখে।

৬. সোলার প্যানেল কত ডিগ্রি এঙ্গেলে বসানো হয়?

উত্তরঃ বাংলাদেশের ভৌগলিক অবস্থান বিবেচনা করে প্যানেল ভূমির সাথে 23° এঙ্গেলে বসানো হয়।

৭. সোলার সিস্টেমে কেবলের সাইজ ভুল হলে কী হতে পারে?

উত্তরঃ ভোল্টেজ ড্রপ, তার গরম হওয়া, শক্তি ক্ষতি বা আগুন লাগার ঝুঁকি বাড়ে।

৮. ইনস্টলেশন চার্জ নির্ধারণ করতে কোন কোন বিষয় বিবেচনায় নিতে হয়?

উত্তরঃ শ্রমিক, টেকনিশিয়ান, পরিবহন, অতিরিক্ত কাজ ও জটিলতার মাত্রা।

জব শিট (Job Sheet) – ৬.১

জবের নাম: সোলার সিস্টেম স্থাপনের জন্য বৈদ্যুতিক লোডের হিসাব করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন
২. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন
৩. গ্রাহকের চাহিদা অনুযায়ী লোডের হিসাব নিন বা ড্রইং অনুসরণ করুন
৪. লোডের ধরন এবং সংখ্যা খাতার নির্দিষ্ট ছকে লিপিবদ্ধ করুন
৫. লোডের ওয়াট ছকে লিপিবদ্ধ করুন
৬. লোডগুলো সম্ভব কত ঘন্টা চলতে পারে তা লিখুন
৭. লোডের ওয়াট, সংখ্যা এবং কত ঘন্টা চলবে সেই সংখ্যা গুন করুন
৮. প্রাপ্ত মানই ও স্থাপনার মোট এনার্জি
৯. হিসাব প্রশিক্ষককে দেখান
১০. যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৬.১.১

জবের নাম: সোলার সিস্টেম স্থাপনের জন্য বৈদ্যুতিক লোডের হিসাব করা

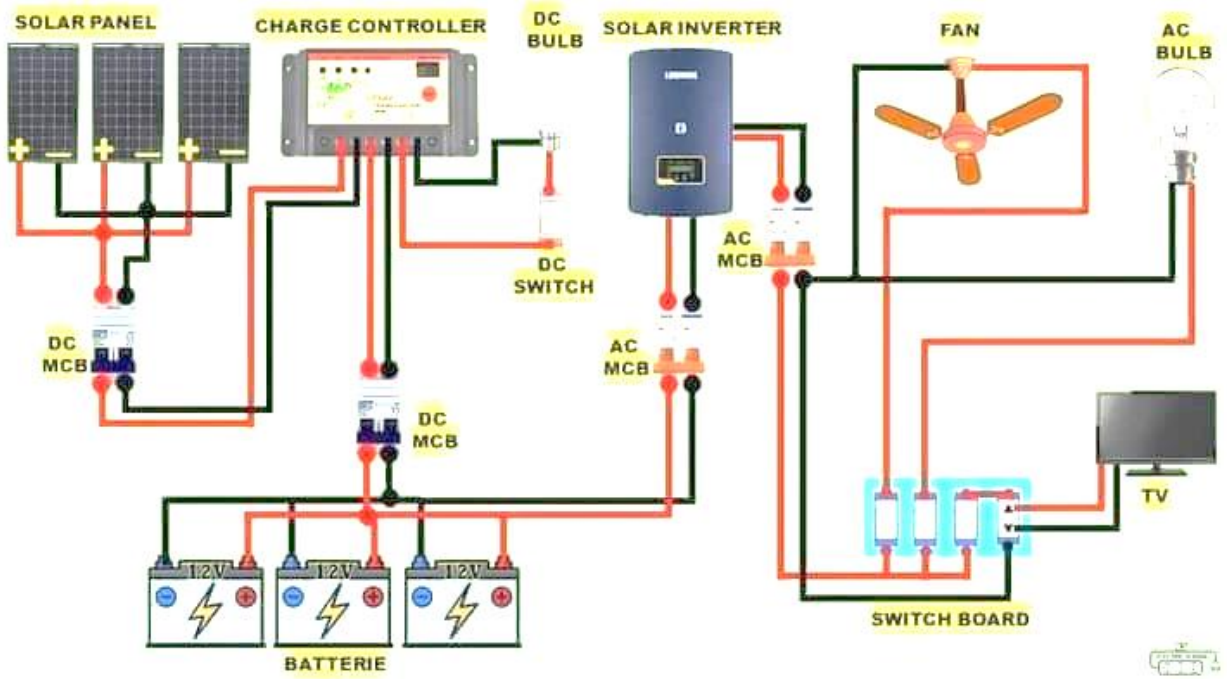
প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- ৫) এপ্রোন
- ৬) সেফটি গগলস
- ৭) সেফটি সু
- ৮) হ্যান্ড গ্লোভস

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ৯) খাতা
- ১০) পেন্সিল
- ১১) ইরেজার

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)-৬.২

শিখন ফল-২: সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি এবং উপকরণ চিহ্নিত করতে পারবে

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Content):

- সোলার সিস্টেম ইন্সটল করতে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নাম এবং কাজ
- সোলার সিস্টেম ইন্সটলের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ
- ব্যাটারি সংগ্রহ করা এবং পরীক্ষা

বিভিন্ন বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম, যন্ত্রপাতি ও উপকরণের নাম ও ব্যবহার চিহ্নিত করা

বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতির নাম এবং ব্যবহার-

ক্রঃ নং	যন্ত্রপাতির নাম	ব্যবহার
১.	Screwdriver (স্ক্রুড্রাইভার)	বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি খুলতে বা স্ক্রু আটকাতে
২.	Pliers (প্লায়ার)	তার কাটা, বেঁকানো বা ধরার কাজ
৩.	Wire Stripper (ওয়্যার স্ট্রিপার)	বৈদ্যুতিক তারের ইন্সুলেশন সরানো
৪.	Multimeter (মাল্টিমিটার)	ভোল্টেজ, কারেন্ট ও রেসিস্ট্যান্স পরিমাপ
৫.	Clamp Meter (ক্ল্যাম্প মিটার)	লাইভ কারেন্ট পরিমাপ
৬.	Insulation Tester (Megger)	তার ও যন্ত্রপাতির ইনসুলেশন পরীক্ষা
৭.	Drill Machine (ড্রিল মেশিন)	পেরেক বা স্ক্রু খোদাই ও মাউন্টিং
৮.	Soldering Iron (সোল্ডারিং আয়রন)	তার ও সার্কিট সংযোগের জন্য সোল্ডারিং
৯.	Hand Gloves (হ্যান্ড গ্লাভস)	বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা
১০.	Safety Helmet (হেলমেট)	মাথা সুরক্ষা

সোলার সিস্টেম ইন্সটলের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ:

প্রথমে কাজের ধরণ অনুযায়ী উপকরণ নির্ধারণ করতে হবে। সাধারণ বৈদ্যুতিক কাজের উপকরণসমূহ-

১) তার (Wire & Cable): বিভিন্ন ধরনের, যেমন —

- PVC insulated copper wire (লাইট ও ফ্যানের জন্য)



২) সুইচ ও সকেট (Switches & Sockets):

- লাইট ও ফ্যানের জন্য সিগনাল পোল সুইচ
- শক্তিশালী যন্ত্রের জন্য স্পেশাল রেটেড সকেট



৩) ফিউজ ও এমসিবি (Fuse & MCB):

- ওভারলোড ও শর্ট সার্কিট থেকে সুরক্ষা
- উপযুক্ত রেটিং নির্বাচন (প্রতি সার্কিট অনুযায়ী)



৪) কন্ডাক্টর সংযোগ উপকরণ (Connector, Terminal, Lugs):

- তার সংযোগ নিরাপদে করার জন্য
- ক্রিম্পিং টুল দিয়ে সঠিকভাবে লাগানো



৫) চ্যানেল- ওয়্যারিং এর জন্য ব্যবহার করা হয়।



৬) কন্ডুইট- সারফেস এবং কনসিড কন্ডুইট ওয়্যারিং এ ব্যবহার করা হয়।



৭) স্ক্রু: কোন কিছু শক্ত করে আটকানোর জন্য স্ক্রু ব্যবহার করা হয়।



৮) রাওয়াল প্লাগ: কংক্রিটে স্ক্রু ও বোল্ট আটকানোর সহায়ক যন্ত্রাংশ। এটি সাধারণত প্লাস্টিক বা ফাইবারের তৈরি হয় এবং দেয়ালে শক্তিশালী ও নিরাপদ ফিক্সিং প্রদান করে।



৯) সুইচ বোর্ড- লাইট এবং ফ্যান কন্ট্রোল করার জন্য এই বোর্ডের উপর সুইচ বসানো হয়।



১০) ক্যাবল টাই:



১১) প্লাস্টিক বক্স: ওয়্যারিং করার সময় ওয়্যারিং এর সুবিধার্থে বিশেষ বিশেষ বিশেষ স্থানে এই বক্স ব্যবহার করা হয়।



১২) ক্যাবল ক্লিপঃ দেওয়াল বা কোন কিছুর সাথে ক্যাবল আটকে রাখার জন্য ক্যাবল ক্লিপ ব্যবহার করা হয়।



ব্যাটারী টেস্ট:

সোলার ব্যাটারী টেস্ট করার পদ্ধতি সাধারণত তিন ধরনের পরীক্ষার মাধ্যমে করা হয়— **ভিজুয়াল টেস্ট**, **ভোল্টেজ টেস্ট**, এবং **লোড/ ক্যাপাসিটি টেস্ট**। নিচে সহজভাবে ধাপে ধাপে ব্যাখ্যা দেওয়া হলো:

সোলার ব্যাটারী টেস্ট করার পদ্ধতি-

১. ভিজুয়াল পরীক্ষা (Visual Inspection)

ব্যাটারীর অবস্থা পরীক্ষা করুন:

- ব্যাটারী কেস ফুলে গেছে কি না
- লিকেজ আছে কি না
- টার্মিনালে জং/করোশন আছে কিনা
- তার বা কানেকশন ঢিলা কিনা
- ইলেক্ট্রোলাইট লেভেল কম কিনা (Lead-acid ব্যাটারিতে)

যদি কোনো সমস্যা থাকে- সমস্যা ঠিক না করা পর্যন্ত পরবর্তী টেস্ট করা যাবে না।

২. ভোল্টেজ টেস্ট (Open Circuit Voltage – OCV Test)

মাল্টিমিটার দিয়ে ব্যাটারীর ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ মাপুন।

কিভাবে করবেন:

- ব্যাটারী চার্জার/লোড থেকে বিচ্ছিন্ন করুন।
- মাল্টিমিটারের রেঞ্জ “DC Voltage” এ রাখুন।
- প্রোব পজিটিভ এবং – প্রোব নেগেটিভ টার্মিনালে ধরুন।

স্ট্যান্ডার্ড ভোল্টেজ (12V Battery):

ব্যাটারীর অবস্থা	ভোল্টেজ
100% চার্জ	12.6 – 12.8 V
75% চার্জ	12.4 – 12.5 V
50% চার্জ	12.1 – 12.3 V
25% চার্জ	11.9 – 12.0 V
সম্পূর্ণ ডিশার্জ	< 11.8 V

OCV খুব কম হলে: ব্যাটারি সালফেশন বা ড্যামেজ হতে পারে।



৩. লোড টেস্ট (Load Test / Voltage Drop Test)

ব্যাটারি আসলে লোড বহন করতে পারে কিনা তা যাচাই করা হয়।

কিভাবে করবেন:

- ব্যাটারিতে একটি নির্দিষ্ট লোড (যেমন বাব্ব/ইনভার্টার লোড) যুক্ত করুন।
- লোড অন অবস্থায় ব্যাটারির ভোল্টেজ মাপুন।
- ২ মিনিট লোড চালিয়ে ভোল্টেজ পর্যবেক্ষণ করুন।

ভোল্টেজ ড্রপ নির্দেশিকা:

- ভোল্টেজ **11.8V–12.2V** থাকলে ব্যাটারি ভালো
- ভোল্টেজ **11V** এর নিচে নেমে গেলে ব্যাটারি দুর্বল
- **10.5V** এর নিচে নেমে গেলে ব্যাটারি খারাপ/ড্যামেজ

৪. নির্দিষ্ট গুরুত্ব (Electrolyte Specific Gravity Test – Lead Acid Battery) Hydrometer ব্যবহার করে SG মান মাপা হয়।

SG মান	ব্যাটারির অবস্থা
1.265	100% চার্জ
1.225	75% চার্জ
1.190	50% চার্জ
1.155	25% চার্জ
1.120	ডিশার্জ

SG মান তিনটি সেলের মধ্যে বেশি পার্থক্য থাকলে ব্যাটারি ড্যামেজ।

৫. চার্জিং টেস্ট

চার্জ কন্ট্রোলার ব্যাটারিকে ঠিকমতো চার্জ দিচ্ছে কিনা তা যাচাই:

- চার্জিং অবস্থায় ভোল্টেজ **~13.5–14.4V** হওয়া উচিত

- Overcharging হলে 15V+ দেখা যেতে পারে (খুব ক্ষতিকর!)

৬. ক্যাপাসিটি টেস্ট (Amp-hour test – Professional method)

এটি ব্যাটারির প্রকৃত ক্ষমতা পরীক্ষা করার সবচেয়ে নির্ভুল উপায়।

ধাপ:

- ব্যাটারিকে 100% চার্জ করুন।
- একটি নির্দিষ্ট কারেন্ট ড্র (যেমন 5A) দিয়ে পুরোপুরি ডিসচার্জ করুন।
- কত ঘণ্টা টিকে তা মাপুন।

যেমন:

5A লোডে 10 ঘণ্টা চললে ক্যাপাসিটি = $5 \times 10 = 50Ah$

যদি রেটেড ক্যাপাসিটির 70% এর নিচে থাকে → ব্যাটারি উইক

কোন পদ্ধতি কোন ব্যাটারির জন্য?

ব্যাটারি টাইপ	প্রয়োজ্য টেস্ট
Lead-acid (Flooded)	Visual, OCV, SG test, Load test
AGM/GEL	Visual, OCV, Load test
Lithium (LiFePO4)	Visual, BMS check, OCV, Load test

সেলফ চেক (Self Check)-৬.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. সাধারণ বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের নাম ও ব্যবহার লিখুন।
২. ওয়্যারিং এ রাওয়াল প্লাগ কি কাজে লাগে?
৩. নির্দিষ্ট কাজের জন্য সঠিক সরঞ্জাম নির্বাচন কেন জরুরি?
৪. কি কি পদ্ধতিতে সোলার ব্যাটারি টেস্ট করা হয়?
৫. ব্যাটারীর ভোল্টেজ টেস্ট করার পদ্ধতি বর্ণনা করুন।

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৬.২

১. সাধারণ বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের নাম ও ব্যবহার লিখুন।

উত্তর: সাধারণ বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম হলো —

- **স্ক্রু ড্রাইভার:** স্ক্রু খোলা ও লাগানোর কাজে ব্যবহৃত হয়।
- **প্লায়ার্স:** তার কাটতে বা ধরতে ব্যবহৃত হয়।
- **ওয়ার স্প্রিং:** তারের ইনসুলেশন ছাড়াতে ব্যবহৃত হয়।
- **টেস্টার:** সার্কিটে বিদ্যুৎ আছে কি না তা পরীক্ষা করতে ব্যবহৃত হয়।
- **মাল্টিমিটার:** ভোল্টেজ, কারেন্ট ও রেজিস্ট্যান্স পরিমাপে ব্যবহৃত হয়।

২. ওয়্যারিং এ রাওয়াল প্লাগ কি কাজে লাগে?

উত্তরঃ কংক্রিটে স্ক্রু ও বোল্ট আটকানোর সহায়ক যন্ত্রাংশ। এটি সাধারণত প্লাস্টিক বা ফাইবারের তৈরি হয় এবং দেয়ালে শক্তিশালী ও নিরাপদ ফিক্সিং প্রদান করে।

৩. নির্দিষ্ট কাজের জন্য সঠিক সরঞ্জাম নির্বাচন কেন জরুরি?

উত্তর: সঠিক সরঞ্জাম ব্যবহার করলে —

- কাজ দ্রুত ও নির্ভুল হয়,
- যন্ত্রপাতি নষ্ট হয় না,
- ব্যবহারকারী নিরাপদ থাকে,
- কাজের মান ও দক্ষতা বৃদ্ধি পায়

৪. কি কি পদ্ধতিতে সোলার ব্যাটারি টেস্ট করা হয়?

উত্তর: সোলার ব্যাটারি টেস্ট করার পদ্ধতি সাধারণত তিন ধরনের পরীক্ষার মাধ্যমে করা হয় ডি জ্যুয়াল টেস্ট, ভোল্টেজ টেস্ট, এবং লোড/ ক্যাপাসিটি টেস্ট।

৫. ব্যাটারীর ভোল্টেজ টেস্ট করার পদ্ধতি বর্ণনা করুন।

উত্তরঃ ব্যাটারীর ভোল্টেজ টেস্ট করার ধাপ-

- ব্যাটারি চার্জার/লোড থেকে বিচ্ছিন্ন করুন।
- মাল্টিমিটারের রেঞ্জ “DC Voltage” এ রাখুন।
- প্রোব পজিটিভ এবং – প্রোব নেগেটিভ টার্মিনালে ধরুন।

স্ট্যান্ডার্ড ভোল্টেজ (12V Battery):

ব্যাটারির অবস্থা	ভোল্টেজ
100% চার্জ	12.6 – 12.8 V
75% চার্জ	12.4 – 12.5 V
50% চার্জ	12.1 – 12.3 V
25% চার্জ	11.9 – 12.0 V
সম্পূর্ণ ডিশার্জ	< 11.8 V

OCV খুব কম হলে: ব্যাটারি সালফেশন বা ড্যামেজ হতে পারে।

জব শিট (Job Sheet) – ৬.২.১

জবের নাম: সোলার সিস্টেমের ব্যাটারী টেস্ট করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন
২. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন
৩. ব্যাটারী সংগ্রহ করুন
৪. ব্যাটারি কেস ফুলে গেছে কি না তা দেখুন
৫. লিকেজ আছে কি না চেক করুন
৬. টার্মিনালে জং/করোশন আছে কিনা চেক করুন
৭. মাল্টিমিটার দিয়ে ব্যাটারির ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ মাপুন এবং খাতায় লিখুন।
৮. ব্যাটারি আসলে লোড বহন করতে পারে কিনা তা যাচাই করুন।
৯. হাইড্রমিটারের সাহায্যে ব্যাটারীর ভিতরের তরলের স্পেসিফিক গ্রাভিটি পরিমাপ করুন এবং খাতায় লিখুন।
১০. যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৬.২.১

জবের নাম: সোলার সিস্টেমের ব্যাটারী টেস্ট করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- ১) এপ্রোন
- ২) সেফটি গগলস
- ৩) সেফটি সু
- ৪) হ্যান্ড গ্লোভস

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. মাল্টিমিটার
২. হাইড্রোমিটার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ১) খাতা
- ২) পেন্সিল
- ৩) ইরেজার
- ৪) ২. ব্যাটারী
- ৫) ৩. ডিসি ১২ ভোল্ট লোড
- ৬) ৪. হোল্ডার

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৬.৩

শিখন ফল-৩: সৌর প্যানেল স্থাপন করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Content):

- প্যানেলের আকার অনুযায়ী ফ্রেম নির্মাণ করা
- সোলার প্যানেল স্থাপনের জন্য উপযুক্ত স্থান নির্ধারণ করার পদ্ধতি
- ২৩ থেকে ৩০ ডিগ্রি কোনে প্যানেল স্থাপনের প্রক্রিয়া
- ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার

প্যানেলের আকার অনুযায়ী ফ্রেম নির্মাণ করা:

সোলার প্যানেল স্থাপন করার জন্য ফ্রেম তৈরি করা হয় এই ফ্রেমের উপর প্যানেল স্থাপন করা হয়। নিম্নে ফ্রেম তৈরি করার পর্যায়ক্রমিক ধাপ উল্লেখ করা হলো-

১) প্যানেলের মাপ নির্ধারণ

ফ্রেম তৈরির আগে প্রথম কাজ হলো—

- প্যানেলের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, পুরুত্ব সঠিকভাবে পরিমাপ করা। এ জন্য টেপ মেজার ব্যবহার করুন।

২) ফ্রেমের উপকরণ নির্বাচন

সোলার ফ্রেম সাধারণত তৈরি হয়—

- **GI (Galvanized Iron) Angle**
- **MS Angle**
- **Aluminium Angle**
- **SS (Stainless Steel)**

এর ওপর নির্ভর করে বাজেট, স্থায়িত্ব ও মরিচা প্রতিরোধ।

স্ট্যান্ডার্ড সাইজ

- ১" × ১" × ৩ mm
- ১.২৫" × ১.২৫" × ৩ mm (ভারী প্যানেলের জন্য)

৩) প্যানেলের আকার অনুযায়ী ফ্রেম ডিজাইন করা

ডিজাইনের সময় বিবেচনায় রাখুন-

- প্যানেলের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের চেয়ে ১-২ সেমি বেশি জায়গা
- প্যানেল বসানোর চারটি সাপোর্ট বেস
- পেছনে টিল্ট অ্যাঙ্গেল (বাংলাদেশে সাধারণত ১৫±-২৫±)

৪) অ্যাঞ্জেল কাটিং

পরিমাপ অনুযায়ী—

- চারটি পার্শ্বের অ্যাঞ্জেল কাটতে হবে
- দুটি লম্বা সাইড
- দুটি ছোট সাইড
- টিল্ট সাপোর্টের জন্য অতিরিক্ত অ্যাঞ্জেল

কাটার হিসেবে ব্যবহার করুন—

- Grinder / Metal Cutter

৫) ফ্রেম ওয়েল্ডিং

ধাপগুলো—

- চারটি অ্যাঞ্জেল ঠিক কোণে সাজিয়ে নিন
- ওয়েল্ডিং মেশিন দিয়ে সমস্ত জোড়াগুলো শক্তভাবে ওয়েল্ড করুন
- টিল্ট সাপোর্ট অ্যাঞ্জেল পিছনে জোড়া লাগান
- প্যানেল বসানোর জন্য নিচে ক্রস-সাপোর্ট অ্যাঞ্জেল যুক্ত করুন

৬) হোল ড্রিলিং

ফ্রেমে ড্রিল করে—

- প্যানেল ধরে রাখার ক্ল্যাম্প বা বোল্ট লাগানোর হোল তৈরি করুন
- স্ট্যান্ড মাটিতে/ছাদে বসাতে হোল করবেন

সাধারণত ৮–১০ mm ড্রিল বিট ব্যবহার করা হয়।

৭) জং প্রতিরোধ ব্যবস্থা

ওয়েল্ডিংয়ের পর—

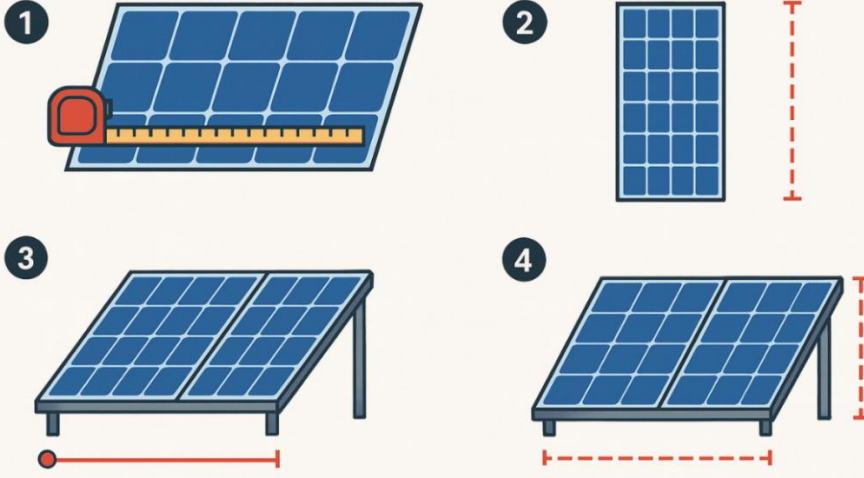
- ফ্রেম ভালোভাবে পরিষ্কার করুন
- প্রাইমার এবং অ্যান্টি-রস্ট পেইন্ট দিন
- GI বা SS ফ্রেম হলে আলাদা পেইন্ট প্রয়োজন নেই

৮) প্যানেল মাউন্টিং

শেষে—

- ফ্রেমের ওপর সোলার প্যানেল বসান
- বোল্ট, নাট, ওয়াশার ও ক্ল্যাম্প দিয়ে শক্তভাবে আটকান
- প্যানেল যেন নড়াচড়া না করে তা নিশ্চিত করুন

MEASURING SOLAR PANEL DIMENSIONS



সোলার প্যানেল স্থাপনের জন্য উপযুক্ত স্থান নির্ধারণ করার পদ্ধতি:

সোলার প্যানেল স্থাপনের জন্য উপযুক্ত স্থান নির্ধারণ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ সঠিক স্থানে প্যানেল বসাতে না পারলে উৎপাদন কমে যায়। নিচে সহজভাবে ধাপে ধাপে উপযুক্ত স্থান নির্বাচনের পদ্ধতি দেওয়া হলো:

১. সূর্যের আলো পর্যাপ্তভাবে পাওয়া যায় এমন স্থান নির্বাচন

- প্রতিদিন কমপক্ষে ৫-৬ ঘণ্টা সরাসরি রোদ পাওয়া উচিত।
- পূর্ব, দক্ষিণ ও পশ্চিম দিক থেকে যেন কোনো ছায়া না পড়ে।
- সকাল ৯টা থেকে বিকাল ৪টা পর্যন্ত ছায়ার অবস্থা পর্যবেক্ষণ করুন।

২. দক্ষিণমুখী অবস্থান নির্বাচন

- বাংলাদেশে সবচেয়ে বেশি উৎপাদন পেতে সোলার প্যানেলকে দক্ষিণমুখী রাখতে হয়।
- দক্ষিণ মুখী না হলে উৎপাদন কমে যেতে পারে ২০-৩০% পর্যন্ত।

৩. টিল্ট বা ঢালের কোণ নির্ধারণ

- বাংলাদেশের জন্য আদর্শ ঢালের কোণ প্রায় $20 \pm$ থেকে $25 \pm$ ।
- বছরের সব মৌসুমে সর্বোচ্চ উৎপাদনের জন্য এই কোণ সবচেয়ে কার্যকর।

৪. ছাদ বা প্ল্যাটফর্মের শক্তি পরীক্ষা

- ছাদে প্যানেলের ওজন ধারণ করার ক্ষমতা থাকতে হবে।
- ঢিলা, ভাঙা বা দুর্বল ছাদে প্যানেল স্থাপন করবেন না।

৫. আশেপাশের ভবন/গাছের ছায়া বিশ্লেষণ

- ছায়া যত কম হবে উৎপাদন তত বেশি।
- গাছ বা ভবন ভবিষ্যতে বাড়বে কি না সেটিও বিবেচনা করুন।

৬. বায়ু প্রবাহের সুবিধা

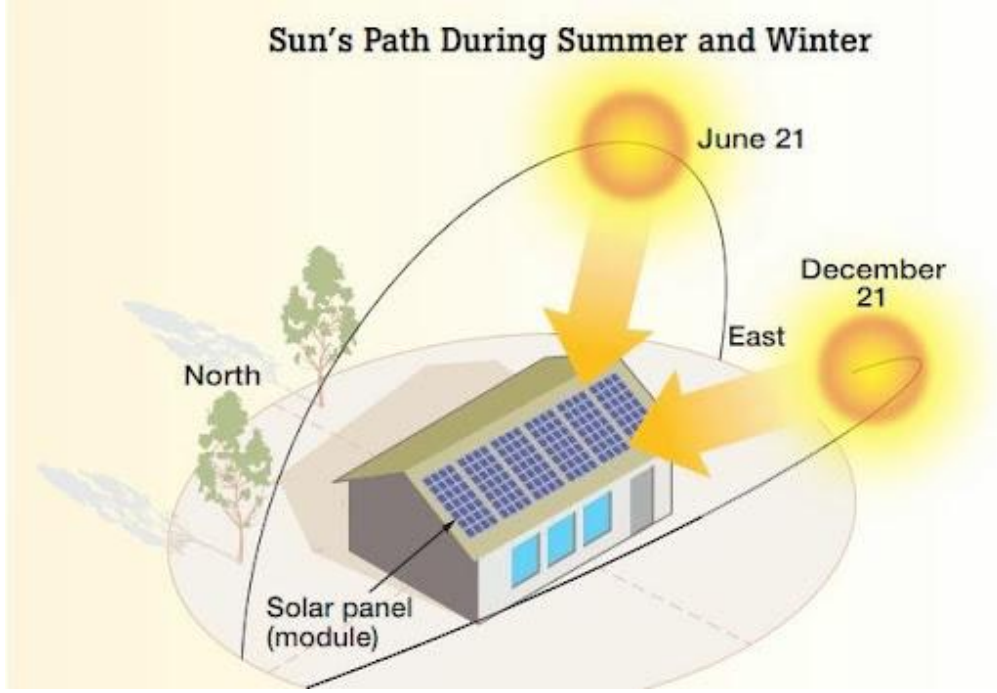
- যেখানে প্যানেল বসানো হবে সেখানে বাতাস চলাচলের সুবিধা থাকা জরুরি।
- অতিরিক্ত তাপ উৎপাদন কমাতে এবং উৎপাদন ক্ষমতা বাড়ায়।

৭. তার ব্যবস্থার সুবিধা

- প্যানেল থেকে চার্জ কন্ট্রোলার, ব্যাটারি ও ইনভার্টারের দূরত্ব যত কম হবে তত ভালো।
- দীর্ঘ তার ব্যবহারে ভোল্টেজ ড্রপ হয়।

৮. নিরাপত্তা বিবেচনা

- ছাদে নিরাপদে হাঁটার ব্যবস্থা থাকতে হবে।
- চুরি বা ক্ষতির ঝুঁকি থাকলে ফ্রেম ও লকিং ব্যবস্থা ব্যবহার করুন।



সোলার প্যানেল স্থাপনের প্রক্রিয়া:

১. ফ্রেমের সামনের ও পিছনের স্ট্যান্ডের উচ্চতা নির্ধারণ

টিল্ট (ঢাল) কোণ নির্ধারণ করতে প্রথমে ফ্রেমের—

- সামনের পা (Front Support) – ছোট
- পেছনের পা (Back Support) – বড়

এ দুটি উচ্চতার পার্থক্য হিসাব করতে হবে।

উদাহরণ:

যদি প্যানেলের দৈর্ঘ্য = 100 সেমি

এখানে $20\pm-30\pm$ কোণ পেতে প্রয়োজন হবে:

- পিছনের পায়ের উচ্চতা সামনের চেয়ে প্রায় **40–55 সেমি বেশি** হওয়া।

২. অ্যাঞ্জেল বার কেটে প্রস্তুত করা

ফ্রেম তৈরির জন্য প্রয়োজন—

- দুই পাশে অ্যাঞ্জেল
- সামনের ছোট পা
- পেছনের বড় পা
- প্যানেলের ওজন বহনের জন্য নিচে অতিরিক্ত সাপোর্ট

সব অ্যাঞ্জেল নির্দিষ্ট মাপে কেটে নিন।

৩ ফ্রেম ওয়েল্ড করে টিল্ট স্ট্যান্ড তৈরি

- সামনের ছোট পা ও পিছনের বড় পা দিয়ে ত্রিভুজ আকৃতির স্ট্যান্ড তৈরি করুন
- ওয়েল্ডিং করে ফ্রেম শক্ত করুন
- পেছনের পায়ের ঢাল $20\pm-30\pm$ কোণ নিশ্চিত করুন

৪. কোণ মাপার জন্য ইনক্লিনোমিটার/প্রোড্র্যাক্টর ব্যবহার

- একটি ইনক্লিনোমিটার অ্যাপ বা এঞ্জেল মিটার দিয়ে স্ট্যান্ডের ঢাল মাপতে হবে
- কোণ ঠিক ২৩–৩০ ডিগ্রির মধ্যে কিনা নিশ্চিত করুন

৫. প্যানেল বসানোর জন্য হোল ড্রিল করা

- ফ্রেমে প্যানেল লাগানোর জন্য ক্ল্যাম্প বা বোল্টের জায়গায় ড্রিল করুন
- ৮–১০ মিমি ড্রিল বিট ব্যবহার করা যায়

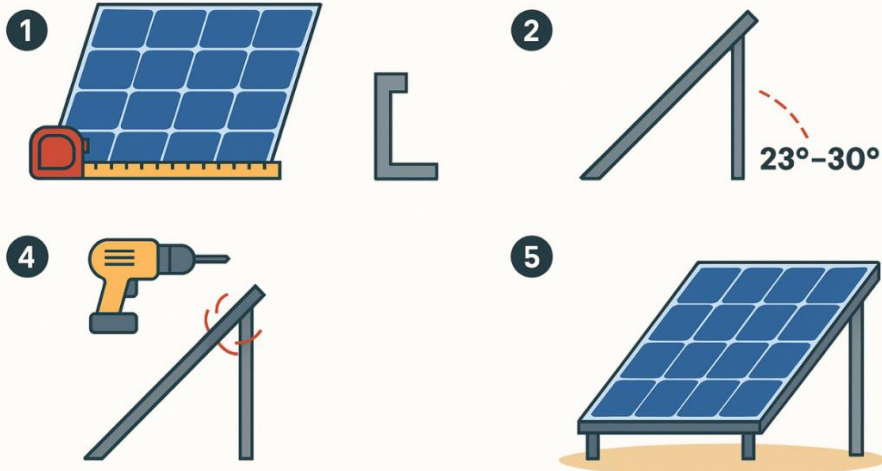
৬. ফ্রেমকে স্থায়ীভাবে স্থাপন করা

- ছাদ বা প্ল্যাটফর্মে বোল্ট ও র'ড ওয়েল্ডিং দিয়ে ফ্রেম ভালোভাবে স্থাপন করুন
- লেভেল মিটার দিয়ে ফ্রেমের অবস্থান ঠিক আছে কিনা দেখুন

৭. সোলার প্যানেল মাউন্টিং

- ফ্রেমের ওপর প্যানেল উঠিয়ে নিন
- ক্ল্যাম্প/বোল্ট দিয়ে চারপাশে শক্তভাবে আটকান
- প্যানেল নড়ছে না, ঢাল সঠিক আছে—এটি নিশ্চিত করুন

SOLAR PANEL SUIT ANGLE SETUP PROCESS



সেলফ চেক (Self Check) – ৬.৩

১. সোলার প্যানেল স্থাপনে ফ্রেমের ভূমিকা কি?
২. ফ্রেম কোন ধাতু দিয়ে তৈরি করা হয়?
৩. ফ্রেমে মরিচা প্রতিরোধে কি ব্যবস্থা গ্রহন করা যেতে পারে?
৪. সোলার প্যানেল স্থাপনের জন্য উপযুক্ত স্থান নির্ধারণ করার ক্ষেত্রে কোন বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়?
৫. প্যানেল কত ডিগ্রি এঙ্গেলে বসানো হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৬.৩

১) সোলার প্যানেল স্থাপনে ফ্রেমের ভূমিকা কি?

উত্তরঃ সোলার প্যানেল স্থাপন করার জন্য ফ্রেম তৈরি করা হয় এই ফ্রেমের উপর প্যানেল স্থাপন করা হয়। অর্থাৎ প্যানেলকে সঠিক অবস্থানে ধরে রাখার জন্য ফ্রেমের গুরুত্ব অনেক।

২) ফ্রেম কোন ধাতু দিয়ে তৈরি করা হয়?

উত্তরঃ সোলার ফ্রেম সাধারণত তৈরি হয়—

- GI (Galvanized Iron) Angle
- MS Angle
- Aluminium Angle
- SS (Stainless Steel) দিয়ে তৈরি করা হয়।

৩) ফ্রেমে মরিচা প্রতিরোধে কি ব্যবস্থা গ্রহন করা যেতে পারে?

উত্তরঃ ফ্রেমে মরিচা প্রতিরোধে ভালোভাবে রং করে দিতে হবে।

৪) সোলার প্যানেল স্থাপনের জন্য উপযুক্ত স্থান নির্ধারণ করার ক্ষেত্রে কোন বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়?

উত্তরঃ সোলার প্যানেল স্থাপনের জন্য উপযুক্ত স্থান নির্বাচনের গুরুত্বপূর্ণ বিষয় নিম্নে দেওয়া হলো-

- সূর্যের আলো পর্যাপ্তভাবে পাওয়া যায় এমন স্থান
- দক্ষিণমুখী অবস্থান
- টিল্ট বা ঢালের কোণ নির্ধারণ
- ছাদ বা প্ল্যাটফর্মের শক্তি
- আশেপাশের ভবন/গাছের ছায়া বিশ্লেষণ
- বায়ু প্রবাহের সুবিধা
- তার ব্যবস্থার সুবিধা

৫) প্যানেল কত ডিগ্রি এঙ্গেলে বসানো হয়?

উত্তরঃ ২৩ ডিগ্রি।

জব শিট (Job Sheet) – ৬.৩.১

জবের নাম: সোলার প্যানেল স্থাপন করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন
২. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন
৩. ফ্রেম সংগ্রহ করুন
৪. নির্ধারিত স্থানে ফ্রেম স্থাপন করুন
৫. নাট বোল্টের সাহায্যে ফ্রেমকে স্থাপনার সাথে শক্তভাবে আটকান
৬. ফ্রেমের উপর প্যানেল স্থাপন করুন
৭. নাট বোল্টের সাহায্যে প্যানেল ফ্রেমের সাথে শক্তভাবে আটকান
৮. প্যানেলের টার্মিনালে ক্যাবল সংযোগ করুন
৯. সম্পূর্ণ ব্যবস্থা পুনরায় চেক করুন
১০. যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৬.৩.১

জবের নাম: সোলার প্যানেল স্থাপন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- ১) এপ্রোন
- ২) সেফটি গগলস
- ৩) সেফটি সু
- ৪) হ্যান্ড গ্লোভস
- ৫) সেফটি বেল্ট

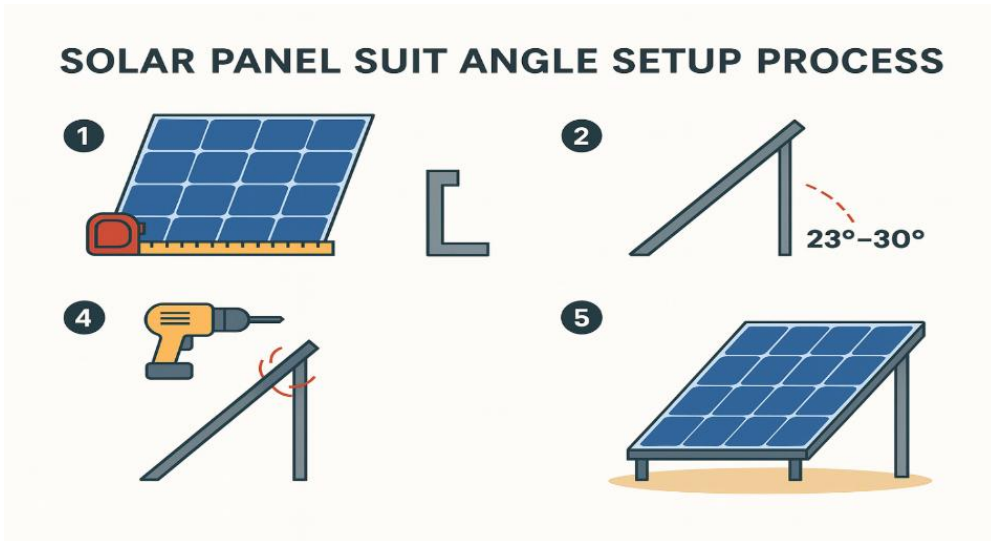
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. লেডার
২. কাটিং প্লায়ার্স
৩. কন্সিনেশন প্লায়ার্স
৪. স্প্যানার সেট
৫. এডজাস্টেবল রেঞ্জ
৬. ড্রিল মেশিন
৭. ইলেকট্রিক এক্সটেনশন লাইন

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ১) ফ্রেম
- ২) প্যানেল
- ৩) ক্যাবল
- ৪) নাট-বোল্ট
- ৫) রয়েল বোল্ট

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লেআউট:



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)-৬.৪

শিখন ফল-৪: সোলার সিস্টেম এবং এর আনুষাঙ্গিক সামগ্রী ইনস্টল করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Content):

- সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদান ইনস্টল
- চ্যানেল বা কন্ডুইটের তারের কাজ নকশা ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সম্পন্ন
- বোর্ডে সুইচ এবং সকেট স্থাপন
- সমস্ত সম্পর্কিত উপাদানের সাথে সংযোগ স্থাপন
- সৌর সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষা ও সমস্যার সমাধান

সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদান ইনস্টল:

সোলার সিস্টেম উপাদান সংযোগ ও ইনস্টলেশন প্রক্রিয়া

১. প্রাথমিক প্রস্তুতি

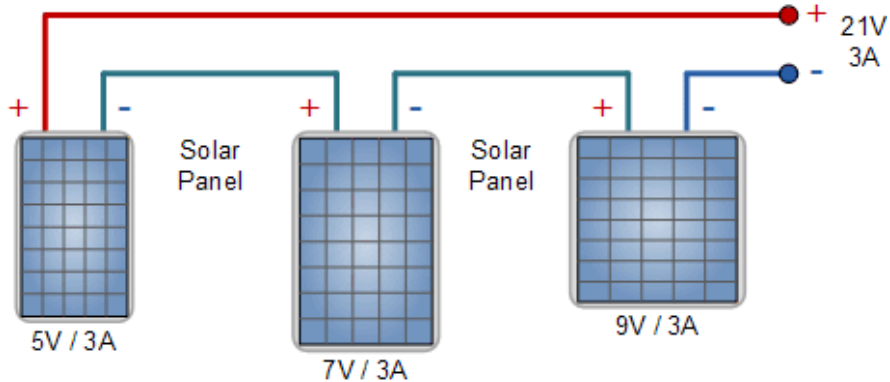
- সকল উপাদান (সৌর প্যানেল, ব্যাটারি, ইনভার্টার, চার্জ কন্ট্রোলার, তার, ফিউজ, MCB) প্রস্তুত রাখা।
- প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম ও নিরাপত্তা সরঞ্জাম ব্যবহার (Gloves, Goggles, Helmet)।
- প্রধান পাওয়ার উৎস বন্ধ রাখা।

২. মাউন্টিং স্ট্রাকচার ইনস্টলেশন

- সঠিক স্থানে স্ট্রাকচার বসানো (ছাদ বা উন্মুক্ত স্থান)।
- স্থিতিশীলতা ও কোণ ($20\pm-30\pm$) নিশ্চিত করা।

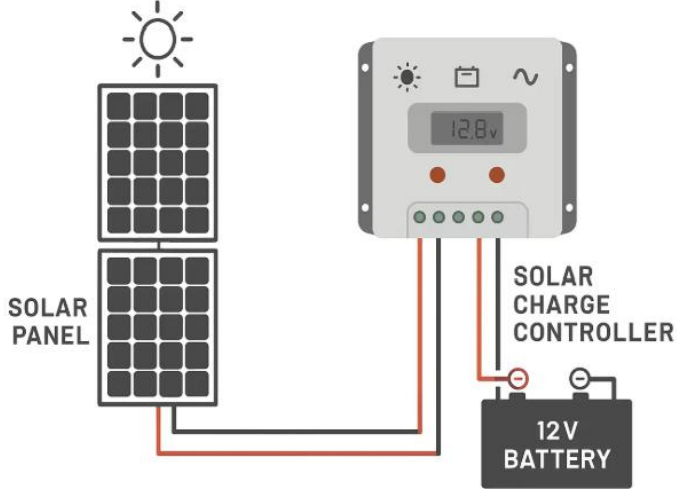
৩. সোলার প্যানেল সংযোগ

- প্যানেলকে ফ্রেমে স্থাপন করে স্ক্রু বা ব্ল্যাম্প দিয়ে ফিক্স করা।
- সিরিজ বা প্যারালাল সংযোগ নির্ধারণ করে প্যানেলগুলো একে অপরের সাথে সংযুক্ত করা।
- সংযোগে ইনটারকানেক্টিং তার ও সংযোগকারী ব্যবহার করা।



৪. চার্জ কন্ট্রোলার সংযোগ

- চার্জ কন্ট্রোলারের জন্য উপযুক্ত স্থান নির্বাচন করুন
- চার্জ কন্ট্রোলার নির্ধারিত স্থানে স্থাপন করুন
- সৌর প্যানেল থেকে চার্জ কন্ট্রোলারে DC ইনপুট সংযোগ।
- ব্যাটারির সাথে চার্জ কন্ট্রোলারের আউটপুট সংযোগ করুন।
- Fuse ও MCB ব্যবহার করে সংযোগকে নিরাপদ করুন।

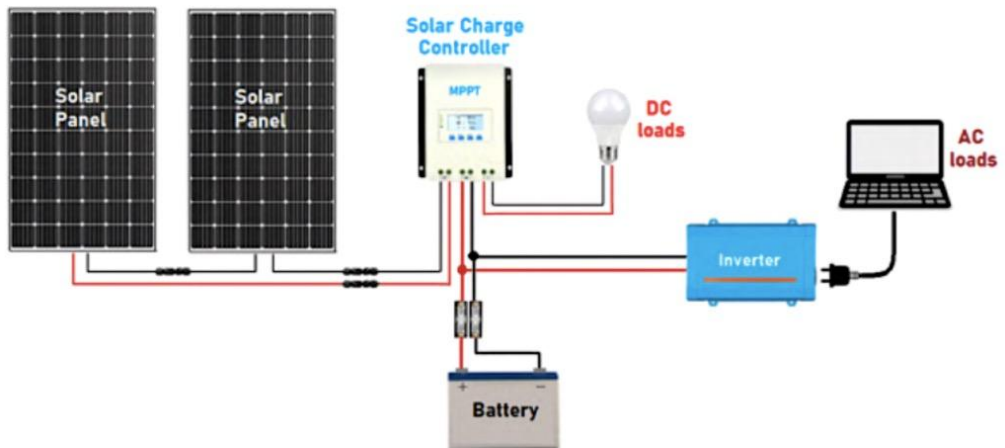


৫. ব্যাটারি সংযোগ

- ব্যাটারির পোলারিটি ঠিক রেখে সংযোগ করুন (পজিটিভ-পজিটিভ, নেগেটিভ-নেগেটিভ)।
- ব্যাটারির চার্জিং ও ডিসচার্জিং সুরক্ষা নিশ্চিত করুন।

৬. ইনভার্টার সংযোগ

- ব্যাটারি থেকে ইনভার্টারে DC সংযোগ করুন।
- ইনভার্টারের আউটপুট থেকে AC লোড সংযোগ করুন।
- ইনভার্টারের ডিসপ্লে ও বোতাম পরীক্ষা করে কার্যকারিতা যাচাই করুন।



চ্যানেল বা কন্ডুইটের তারের কাজ — নকশা ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সম্পন্নঃ

(কেবল রুটিং, কন্ডুইট ইনস্টল, ট্রামিং, ক্ল্যাম্পিং)

কাজের ধাপ

১. লে-আউট অনুযায়ী কেবল রুট চিহ্নিত করুন

- ডিজাইনে যেখান থেকে প্যানেল→কন্ট্রোলার→ব্যাটারি→ইনভার্টার→লোড দেখানো আছে, সেই অনুযায়ী কেবল রুট মার্ক করুন।

২. কন্ডুইট/চ্যানেল ইনস্টলেশন

- কন্ডুইট বা চ্যানেল (GI pipe / PVC conduit / cable tray) মাউন্ট করুন।
- কন্ডুইট সাপোর্ট/ক্ল্যাম্প নির্দিষ্ট দূরত্বে বসান (বোঝা ও লোড অনুযায়ী)

৩. কেবল সাইজিং নিশ্চিতকরণ ও কেবেল পুলিং

- নকশা অনুযায়ী ব্যবহৃত কেবেল সাইজ (mm³) চেক করুন।
- কেবল প্রোটেকশন (ইনসুলেশন, রুস্ট-পুফিং) দিন।

৪. টার্মিনেশন ও লেবেলিং

- প্রতিটি কেবেলের দু'পাশে লেবেল লাগান (প্যানেল-নাম/স্ট্রিং নাম/পিন নাম ইত্যাদি)।
- টার্মিনেশন জন্য সঠিক টার্মিনাল/লাগিং/ক্রিম্পিং টুল ব্যবহার করুন (MC4 ক্রিম্পিং)।

ভোল্টেজ ড্রপ ও সেফটি চেক

- দীর্ঘ রুট হলে ভোল্টেজ ড্রপ ক্যালকুলেট করে দেখুন—প্রয়োজনে কেবল সাইজ বড় করুন বা সিস্টেম ভোল্টেজ বাড়ান (12→24/48V)।
- কেবলিংয়ের পাথ যেন পানি/দিকে ক্ষতি না হয় সেভাবেই সিল করুন।

সাধারণ ত্রুটি ও সমাধান

- কেবেল টাইট না করা → অতিরিক্ত রেজিস্ট্যান্স ও গরম হতে পারে → টার্মিনাল পুনরায় ক্লিন ও টার্ক চেক করুন।
- কন্ডুইট ভাঁজ/ব্যান্ডিং → কেবল চেপে ফেলা → কন্ডুইট রি-রুট করুন।

বোর্ডে সুইচ এবং সকেট স্থাপন

(DC/AC ব্রেকার, ডিসকানেক্ট সুইচ, DB/Distribution Box এ কাজ)

কাজের ধাপ

১. প্ল্যান অনুযায়ী বোর্ড নির্বাচন

- ডিসি ও এসি পৃথক DB রাখুন। DC সার্কিটে DC-rated breakers/disconnects ব্যবহার করুন।

২. সুইচ/ব্রেকার স্থাপন

- নির্ধারিত সার্কিটের উপর প্রতিটি লোড বা সাব-সিস্টেমের জন্য ব্রেকার ইনস্টল করুন।
- ইনস্টলেশনের সময় সঠিক পোল-রেটিং (single/ double/ triple pole) বিশ্লেষণ করুন (যেমন 230V single-phase সাধারণত single/double pole breakers)।

৩. ফিউজ ও ডিসকানেক্ট সুইচ

- সোলার প্যানেল স্ট্রিং এ DC fuse/MCB রাখুন। ব্যাটারির পাশে ডিসকানেক্ট সুইচ রাখুন যাতে সার্ভিসিং সময় ভোল্টেজ কেটে দেয়া যায়।

৪. গ্রাউন্ডিং ও আর্থিং

- অর্গানাইজড গ্রাউন্ডবার/earth bus দরকার; সমস্ত metal parts, panel frames, inverter negative terminal ইত্যাদি আর্থিং করুন।

৫. লেবেলিং ও ডকুমেন্টেশন

- প্রতিটি সুইচ/ব্রেকার লেবেল করতে হবে (AC DB: Kitchen Lights, Fan, Socket-1; DC DB: PV Array, Battery Disconnect ইত্যাদি)।
- প্যানেল বোর্ডের ভিতরে একটি সার্কিট তালিকা (single-line diagram) লাগান।

নিরাপত্তা টিপস

- ব্রেকার ইনস্টল করার সময় লাইভ টেস্টিং এড়িয়ে চলুন; সবসময় লকআউট প্রয়োগ করুন।
- DC ব্রেকার ও এসি ব্রেকারের মধ্যে পার্থক্য বুঝে ইনস্টল করুন—ভুল ব্রেকার ব্যবহার করলে আরকিং/ফেইল বিষয় হতে পারে।

সমস্ত সম্পর্কিত উপাদানের সাথে সংযোগ স্থাপনঃ

(প্যানেল-কন্ট্রোলার-ব্যাটারি-ইনভার্টার-লোড সহ সকল টার্মিনেশন)

সংযোগ ধরণ ও পদ্ধতি

১. স্ট্রিং কনফিগারেশন অনুযায়ী প্যানেল সংযোগ

- সিরিজ / প্যারালাল কনফিগারেশন নকশা অনুযায়ী করুন। প্রতিটি স্ট্রিং-এর পজিটিভ/নেগেটিভ লেবেল করুন।
- MC4 সংযোগে যথাযথ ক্রিম্পিং ব্যবহার করুন; কনেস্টরে নো-লোজ নিশ্চিত করুন।

২. DC কেবল টাইমিং ও ফিউজিং

- প্যানেল স্ট্রিং থেকে ডিসি ব্রেকার/ফিউজ → তারপর চার্জ কন্ট্রোলার। (বিভিন্ন ডিজাইনে কিছু ভিন্নতা থাকতে পারে)।
- ব্যাটারি টার্মিনালে রিকমেন্ডেড টার্মিনাল ক্ল্যাম্প ব্যবহার করুন—শক/শর্ট সার্কিট প্রতিরোধে ফিউজ লাগান।

৩. ব্যাটারি থেকে ইনভার্টার সংযোগ

- ইনভার্টার-মেইন ব্যাটারি সংযোগের জন্য যথাযথ কেবল সাইজ ও ক্ল্যাম্পিং ব্যবহার করুন। ব্যাটারি টার্মিনালগুলো পরিষ্কার ও মোটা টার্কি টানুন।
- ইনভার্টারে প্রথমে নেগেটিভ সংযোগ, পরে পজিটিভ সংযোগ—যদি নির্মাতা নির্দেশ ভিন্ন না করে। সাধারণত কাজের শুরুতে ব্যাটারি পোস্টের সংযোগ সর্বশেষ করা হয়।

৪. প্যানেল → ইনভার্টার → AC লোড সংযোগ

- ইনভার্টার থেকে AC DB-তে সংযোগ করুন, সেখানে রীতিমতো সুইচ ও ব্রেকার থাকবে।

৫. সিস্টেম আর্থিং ও লাইটনিং প্রোটেকশন

- প্যানেল মাউন্টিং স্ট্রাকচার, ইনভার্টার ফ্রেম, ব্যাটারি ব্যাঙ্ক—সবই গ্রাউন্ডিং রডে সংযুক্ত করতে হবে। লাইটনিং আর্চ/SPD (Surge Protection Device) প্রয়োগ করা হলে ইনস্টল করুন।

সোলার সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষা:

সোলার সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষার ধাপগুলো নিম্নে দেওয়া হলো-

১. প্রাথমিক প্রস্তুতি

- সব সংযোগ সঠিকভাবে হয়েছে কিনা যাচাই করা।
- মাল্টিমিটার, Clamp Meter, Screwdriver ইত্যাদি প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম প্রস্তুত রাখা।

- নিরাপত্তা সরঞ্জাম ব্যবহার (Gloves, Goggles, Helmet)।

২. সৌর প্যানেল পরীক্ষা

- **ভোল্টেজ পরীক্ষা:**
 - মাল্টিমিটার দিয়ে প্যানেলের আউটপুট ভোল্টেজ পরিমাপ করা।
 - ভোল্টেজ নির্ধারিত রেটিংয়ের সাথে মিলছে কিনা যাচাই।
- **কারেন্ট পরীক্ষা:**
 - **Clamp Meter** ব্যবহার করে সার্কিটে উৎপন্ন কারেন্ট পরিমাপ।
- সমস্যা চিহ্নিতকরণ:
 - যদি ভোল্টেজ বা কারেন্ট কম হয় → প্যানেল আংশিক ছায়াযুক্ত বা ক্ষতিগ্রস্ত।

৩. ব্যাটারি পরীক্ষা

- ব্যাটারি ভোল্টেজ ও চার্জিং স্টেট পরীক্ষা।
- ব্যাটারি ডিসচার্জ সমস্যা চিহ্নিতকরণ।
- ব্যাটারি সংযোগ বা চার্জ কন্ট্রোলারের সমস্যা থাকলে সমাধান।

৪. ইনভার্টার পরীক্ষা

- DC থেকে AC রূপান্তর পরীক্ষা।
- ইনভার্টারের ডিসপ্লে ও আউটপুট ভোল্টেজ যাচাই।
- সমস্যা চিহ্নিতকরণ:
 - ইনভার্টার চালু না হলে → ব্যাটারি চার্জ, সংযোগ বা ইনভার্টার নিজেই পরীক্ষা।

৫. সার্কিট ও সংযোগ পরীক্ষা

- **Fuse, MCB, Terminal** ও কেবলের সংযোগ পরীক্ষা।
- খোলা বা অশুদ্ধ সংযোগ থাকলে সমাধান।
- শর্ট সার্কিট বা ওভারলোড শনাক্তকরণ।

৬. সমস্যা সমাধান

- ক্ষতিগ্রস্ত বা অকার্যকর প্যানেল/ব্যাটারি প্রতিস্থাপন।
- ভুল বা ঢিলা সংযোগ ঠিক করা।
- চার্জ কন্ট্রোলার বা ইনভার্টার সেটিংস পুনঃনির্ধারণ।

৭. চূড়ান্ত পরীক্ষা

- সিস্টেম চালু করে লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহ যাচাই।
- সমস্ত উপাদান সঠিকভাবে কাজ করছে কি না নিশ্চিত করা।

সেলফ চেক (Self Check)-৬.৪

১. সৌর সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো কী কী এবং প্রতিটির কাজ কী?
২. সৌর সিস্টেমের উপাদানগুলো কীভাবে সঠিকভাবে সংযোগ ও ইনস্টল করা হয়?
৩. সৌর সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষা করার পদ্ধতি কী?
৪. সৌর সিস্টেম ইনস্টলেশনের সময় নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য কী কী নিয়ম ও সরঞ্জাম ব্যবহার করা হয়?
৫. সোলার প্যানেল কি কি ভাবে সংযোগ করা যায়?

উত্তরপত্র (Answer Key)-৬.৪

১. সৌর সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো কী কী এবং প্রতিটির কাজ কী?

উত্তর:

- **Solar Panel:** সূর্যের আলোকে বিদ্যুতিতে রূপান্তর করে।
- **Battery:** উৎপাদিত বিদ্যুৎ সংরক্ষণ করে।
- **Inverter:** DC বিদ্যুৎ AC তে রূপান্তর করে।
- **Charge Controller:** ব্যাটারি চার্জ নিয়ন্ত্রণ করে এবং ওভারচার্জ বা ডিসচার্জ থেকে রক্ষা করে।
- **Cables ও Connectors:** উপাদানগুলো সংযুক্ত করে শক্তি পরিবহন নিশ্চিত করে।

২. সৌর সিস্টেমের উপাদানগুলো কীভাবে সঠিকভাবে সংযোগ ও ইনস্টল করা হয়?

উত্তর:

- প্যানেল, ব্যাটারি ও ইনভার্টারকে সিরিজ বা প্যারালাল সংযোগ করা।
- চার্জ কন্ট্রোলার ব্যাটারি ও প্যানেলের মধ্যে সংযুক্ত করা।
- সঠিক ক্যাবল এবং কানেক্টর ব্যবহার করে সংযোগ নিশ্চিত করা।
- মাউন্টিং ফ্রেমে প্যানেল স্থাপন ও লেভেল পরীক্ষা করা।

৩. সৌর সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষা করার পদ্ধতি কী?

উত্তর:

- সিস্টেম চালু করে আউটপুট ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরীক্ষা করা।
- ব্যাটারির চার্জ ও ডিসচার্জ পরীক্ষা করা।
- ইনভার্টারের আউটপুট ভোল্টেজ পরীক্ষা করা।
- সিস্টেমের সব সংযোগ ও কম্পোনেন্ট ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা যাচাই করা।

৪. সৌর সিস্টেম ইনস্টলেশনের সময় নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য কী কী নিয়ম ও সরঞ্জাম ব্যবহার করা হয়?

উত্তর:

- বিদ্যুৎ সংযোগ বন্ধ রাখা।
- ইনসুলেটেড টুল ব্যবহার করা।
- সেফটি হারনেস, হেলমেট ও গ্লাভস ব্যবহার।
- ভেজা পরিবেশে বা হাতে কাজ না করা।
- ফিউজ ও সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করে সুরক্ষা নিশ্চিত করা।

৫. সোলার প্যানেল কি কি ভাবে সংযোগ করা যায়?

উত্তরঃ সোলার প্যানেল প্রয়োজন অনুযায়ী সিরিজ বা প্যারালাল সংযোগ করা যায়।

জব শিট (Job Sheet)-৬.৪.১

জবের নাম: সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদান ইনস্টল করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন
২. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন
৩. প্যানেলের টার্মিনালে পজেটিভ এবং নেগেটিভ ক্যাবল সংযুক্ত করুন
৪. প্যানেল থেকে আগত ক্যাবল চার্জ কন্ট্রোলারে পোলারিটি অনুযায়ী সংযোগ করুন
৫. সুইচ, সকেট এবং লোডের ওয়্যারিং সম্পন্ন করুন
৬. চার্জ কন্ট্রোলারের ব্যাটারী সংযোগ টার্মিনাল থেকে পোলারিটি অনুযায়ী ব্যাটারী সংযোগ করুন
৭. ব্যাটারী থেকে পোলারিটি অনুযায়ী ইনভার্টার সংযোগ করুন
৮. ইনভার্টার থেকে সুইচবোর্ডের সংযোগ সম্পন্ন করুন
৯. সম্পূর্ণ ব্যবস্থা পুনরায় চেক করুন
১০. লোড অন করে চেক করুন
১১. যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতা:

- ✓ সঠিক রিডিং নেওয়া
- ✓ উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- ✓ উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- ✓ যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- ✓ কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৬.৪.১

জবের নাম: সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদান ইনস্টল করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- ১) এপ্রোন
- ২) সেফটি গগলস
- ৩) সেফটি সু
- ৪) হ্যান্ড গ্লোভস
- ৫) সেফটি বেল্ট

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

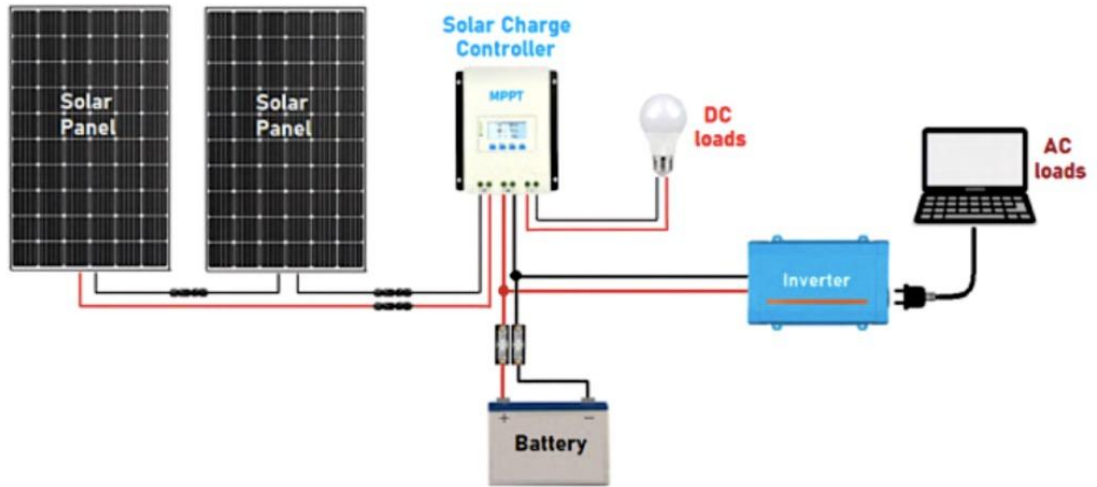
১. লেডার
২. কাটিং প্লায়ার্স
৩. কন্সিনেশন প্লায়ার্স

৪. স্প্যানার সেট
৫. এডজাস্টেবল রেঞ্জ
৬. ড্রিল মেশিন
৭. ইলেকট্রিক এক্সটেনশন লাইন
৮. স্টার এবং ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ১) প্যানেল
- ২) ক্যাবল
- ৩) ব্যাটারী
- ৪) চার্জ কন্ট্রোলার
- ৫) লোড
- ৬) সুইচ বোর্ড
- ৭) সুইচ
- ৮) ফিউজ
- ৯) ইনভার্টার

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)-৬.৫

শিখন ফল-৫: সোলার সিস্টেম ইউনিট এবং তারের সংযোগ ব্যবস্থার ত্রুটি নির্ণয় করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Content):

- ইনভার্টার, চার্জার, চার্জ কন্ট্রোলার, প্যানেল, ব্যাটারি এবং তারের সিস্টেমের বাহ্যিক ত্রুটি দৃশ্যমানভাবে পরীক্ষা
- ইনভার্টার এবং চার্জ কন্ট্রোলারের কার্যকরী ত্রুটি পরীক্ষা
- প্যানেল যথাযথ কার্যকারিতার জন্য পরীক্ষা
- ব্যাটারি উপযুক্ত ভোল্টেজের জন্য মিটার দ্বারা পরীক্ষা
- ব্যাটারির ইলেকট্রোলাইট হাইড্রোমিটার দ্বারা পরীক্ষা
- তারের সিস্টেমে বৈদ্যুতিক সংযোগগুলি পরীক্ষা
- চার্জ কন্ট্রোলার এবং ইনভার্টার পরীক্ষা

ইনভার্টার, চার্জার, চার্জ কন্ট্রোলার, প্যানেল, ব্যাটারি এবং তারের সিস্টেমের বাহ্যিক ত্রুটি দৃশ্যমানভাবে পরীক্ষাঃ

এই ধাপে সোলার সিস্টেমের প্রতিটি উপাদান **চোখে দেখে (Visual Inspection)** তাদের বাহ্যিক অবস্থার মূল্যায়ন করা হয়। এতে মূলত—

ইনভার্টার পরীক্ষা

- বডিতে ফাটল, পোড়া দাগ, পুড়ে যাওয়ার গন্ধ আছে কি না
- ডিসপ্লে ও ইনডিকেটর লাইট ঠিকমতো চলছে কি না

চার্জ কন্ট্রোলার ও চার্জার পরীক্ষা

- কানেকশন পয়েন্টে জং বা গরম হয়ে কালো দাগ
- বডিতে ময়লা, পানি ঢোকার চিহ্ন
- ব্যবহৃত তার ঠিকমতো লাগানো আছে কি না

সোলার প্যানেল পরীক্ষা

- গ্লাস ভাঙা, স্ক্র্যাচ, সেল ড্যামেজ
- ফ্রেম ঢিলা হওয়া
- জাংশন বক্স ও কানেক্টরে নড়াচড়া/ভাঙা

ব্যাটারি পরীক্ষা

- ব্যাটারির বডি ফোলা কি না
- লিকেজ আছে কি না
- টার্মিনালে জং ধরেছে কি না

তারের সিস্টেম পরীক্ষা

- তার কাটা-হেঁড়া
- ইনসুলেশন ক্ষতিগ্রস্ত
- কানেকশন পয়েন্টে ঢিলা
- অতিরিক্ত তাপের চিহ্ন

সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদানের ত্রুটির লক্ষণ, ত্রুটি নির্ণয়ের পদ্ধতি এবং ত্রুটি নির্ণয়:

সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদানের ত্রুটির লক্ষণ, পরীক্ষা পদ্ধতি এবং ত্রুটি সনাক্ত করার ধাপ নিম্নে বর্ণনা করা হলো-

১. সোলার প্যানেলের ত্রুটি নির্ণয়

✓ লক্ষণ

- উৎপাদন কম
- ভোল্টেজ স্বাভাবিক কিন্তু কারেন্ট কম
- এক বা একাধিক প্যানেল গরম (Hot Spot)

✓ পরীক্ষা পদ্ধতি

- মাল্টিমিটার দিয়ে **Voc (open voltage)** ও **Isc (short-circuit current)** মাপুন
- প্যানেলের সারফেসে ফাটল বা ডিসকালারেশন দেখুন
- সংযোগ (MC4) ঢিলা কিনা যাচাই করুন
- ছায়া (Shade) পড়ে কিনা দেখুন

✓ সম্ভাব্য ত্রুটি

- সেল ক্ষতিগ্রস্ত
- ডায়োড নষ্ট
- ঢিলা সংযোগ
- ময়লা/ধুলো জমে উৎপাদন কম



২. চার্জ কন্ট্রোলারের ত্রুটি নির্ণয় (PWM/MPPT)

✓ লক্ষণ

- ব্যাটারি চার্জ হচ্ছে না
- ব্যাটারি ওভার চার্জ
- **Error Code** দেখাচ্ছে

✓ পরীক্ষা পদ্ধতি

- ইনপুটে PV ভোল্টেজ আছে কিনা দেখুন
- আউটপুটে ব্যাটারি ভোল্টেজ যাচ্ছে কিনা
- লোড পোর্ট কাজ করছে কিনা
- ভুল সেটিং (Battery Type/Voltage) আছে কিনা যাচাই

✓ সম্ভাব্য ত্রুটি

- ওভার-ভোল্টেজ প্রোটেকশন সক্রিয়
- তাপজনিত ডিরেটিং
- সার্কিট বোর্ড নষ্ট
- ভুল কনফিগারেশন

৩. ব্যাটারির ত্রুটি নির্ণয় (Lead-acid / Lithium)

✓ লক্ষণ

- দ্রুত ডিসচার্জ
- ভোল্টেজ উঠছে না
- টার্মিনালে গরম বা সালফেশন

✓ পরীক্ষা পদ্ধতি

- মাল্টিমিটার দিয়ে ভোল্টেজ মাপুন
- ক্যাপ খুলে সেল লেভেল পরীক্ষা (Lead-acid)
- লোড টেস্টার দিয়ে ব্যাটারির প্রকৃত ক্ষমতা পরীক্ষা
- BMS এর স্ট্যাটাস (Lithium)

✓ সম্ভাব্য ত্রুটি

- Over-discharge
- সেল ক্ষতিগ্রস্ত
- সালফেশন (Lead-acid)
- BMS Lock (Lithium)

৪. ইনভার্টারের ত্রুটি নির্ণয়

✓ লক্ষণ

- আউটপুট নেই
- Error beep/কোড
- লোড সহ্য করছে না

✓ পরীক্ষা পদ্ধতি

- ইনপুটে সঠিক DC ভোল্টেজ আসছে কিনা
- আউটপুটে 220V AC বের হচ্ছে কিনা
- ইনভার্টারের ফিউজ/MCB পরীক্ষা
- কুলিং ফ্যান চলছে কিনা

✓ সম্ভাব্য ত্রুটি

- ওভারলোড
- ওভার টেম্পারেচার
- কনভার্টার সার্কিট নষ্ট
- শর্ট সার্কিট প্রোটেকশন ট্রিগার

৫. কেবলিং ও কানেকশনের ত্রুটি

✓ লক্ষণ

- প্যানেলে ভোল্টেজ আছে, সিস্টেমে কম
- কেবল গরম
- উৎপাদন অস্বাভাবিক কম

✓ পরীক্ষা পদ্ধতি

- মাল্টিমিটার দিয়ে কন্টিনিউটি টেস্ট
- MC4 কানেক্টর পরীক্ষা
- কেবল সাইজ পর্যাপ্ত কিনা
- কেবল জোড়া টিলা কিনা পরীক্ষা

✓ সম্ভাব্য ত্রুটি

- উচ্চ রেজিস্ট্যান্স
- টিলা কানেকশন
- MC4 নষ্ট
- কেবল কাটাছেঁড়া বা জং

৬. সোলার ব্রেকার/ফিউজের ত্রুটি

✓ লক্ষণ

- প্যানেল সংযোগ দিলে ব্রেকার ট্রিপ
- আউটপুট নেই

✓ পরীক্ষা পদ্ধতি

- ফিউজ Continuity মাপুন
- ব্রেকার রেটেড কারেন্ট সঠিক কিনা দেখুন

✓ সম্ভাব্য ত্রুটি

- ওভারকারেন্ট
- অভ্যন্তরীণ ব্রেকার ফল্ট

৭. লোড (AC/DC ডিভাইস) এর ত্রুটি

✓ লক্ষণ

- ইনভার্টার চালু, কিন্তু ডিভাইস চলছে না
- অধিক লোড দিলে ইনভার্টার বন্ধ হয়ে যায়

✓ পরীক্ষা পদ্ধতি

- ডিভাইস অন্য AC লাইনে চালিয়ে পরীক্ষা
- স্টার্টিং সার্জ বেশি কিনা দেখুন

✓ সম্ভাব্য ত্রুটি

- ত্রুটিপূর্ণ যন্ত্র
- সার্জ কারেন্ট বেশি
- ইনভার্টার ক্ষমতার অভাব

ইনভার্টার এবং চার্জ কন্ট্রোলারের কার্যকরী ত্রুটি পরীক্ষাঃ

এটি **Functional Test** বা কার্যকরী পরীক্ষার মাধ্যমে করা হয়।

ইনভার্টার পরীক্ষা

- ইনপুট DC ভোল্টেজ সঠিকভাবে নিচ্ছে কি না
- AC আউটপুট ভোল্টেজ 220V বজায় রাখছে কি না
- ওভারলোড/ফল্ট এলার্ম ঠিকভাবে কাজ করছে কি না
- পিউর সাইন ওয়েভ ইনভার্টার হলে **waveform** ঠিক আছে কি না

চার্জ কন্ট্রোলার পরীক্ষা

- সোলার ইনপুট ভোল্টেজ ও কারেন্ট পড়ছে কি না
- ব্যাটারি চার্জিং ঠিকভাবে হচ্ছে কি না
- লোড টার্মিনালে ভোল্টেজ সঠিক
- ওভারভোল্টেজ/লো ভোল্টেজ/শর্ট সার্কিট প্রটেকশন কাজ করছে কি না

প্যানেল যথাযথ কার্যকারিতার জন্য পরীক্ষাঃ

সোলার প্যানেলের কার্যকারিতা পরীক্ষা করতে সাধারণত নিম্ন ধাপগুলো করা হয়:

VOC (Open

Circuit Voltage) পরীক্ষা

- রোদে মিটার দিয়ে প্যানেলের টার্মিনাল মাপা হয়
- উৎপাদকের স্টিকার অনুযায়ী ভোল্টেজের সাথে মিল আছে কি না

ISC (Short Circuit Current) পরীক্ষা

- অল্প সময়ের জন্য শর্ট সার্কিট কারেন্ট মাপা হয়
- মান কম হলে সেল ড্যামেজ/শেডিং হতে পারে

প্যানেল orientation পরীক্ষা

- সঠিক দিক ও কোণে লাগানো আছে কি না
- শেডিং (ছায়া) সমস্যা আছে কি না

ব্যাটারি উপযুক্ত ভোল্টেজের জন্য মিটার দ্বারা পরীক্ষাঃ

ব্যাটারি স্বাস্থ্য যাচাইয়ের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশ হলো ভোল্টেজ পরীক্ষা।

পরীক্ষার পদ্ধতি:

- মাল্টিমিটারের DC ভোল্টেজ রেঞ্জ নির্বাচন
- ব্যাটারির + এবং – টার্মিনালে মিটার লাগানো
- রিডিং লেখা

স্বাস্থ্য মূল্যায়ন:

- 12V ব্যাটারির ক্ষেত্রে 12.6–13.0V = সম্পূর্ণ চার্জ
- 12.0V এর নিচে = ডিসচার্জ
- 11.5V এর নিচে = ব্যাটারি ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার সম্ভাবনা

ব্যাটারির ইলেকট্রোলাইট হাইড্রোমিটার দ্বারা পরীক্ষাঃ

লেড-এসিড ব্যাটারির electrolyte (সালফিউরিক এসিড + পানি) এর স্পেসিফিক গ্র্যাভিটি (SG) পরীক্ষা করা হয়।

SG পরীক্ষা মান:

- 1.265 – 1.285 → সম্পূর্ণ চার্জ
- 1.200 – 1.230 → মাঝারি চার্জ
- 1.150 – এর নিচে → ডিসচার্জ

পরীক্ষার মাধ্যমে জানা যায়:

- প্রতিটি সেলে চার্জ সমান কি না
- কোনো 'Weak Cell' আছে কি না
- ব্যাটারি সালফেশন হয়েছে কি না

তারের সিস্টেমে বৈদ্যুতিক সংযোগগুলি পরীক্ষাঃ

এখানে তারের সকল সংযোগ পয়েন্ট পর্যবেক্ষণ করা হয়:

কী কী পরীক্ষা করা হয়?

- টার্মিনাল টাইট আছে কি না
- কানেক্টর ও লুগে গরম হওয়ার চিহ্ন
- MC4 কানেক্টর ঠিকভাবে লক করা
- পোলারিটি (+/-) ঠিক আছে কি না
- গ্রাউন্ডিং করা হয়েছে কিনা

সমস্যার লক্ষণ:

- স্পার্ক
- কানেকশনে ঢিলাভাব
- অসামঞ্জস্যপূর্ণ তারের সাইজ
- ভোল্টেজ ড্রপ

চার্জ কন্ট্রোলার এবং ইনভার্টার পরীক্ষাঃ

এই ধাপে পুরো সিস্টেমকে Power ON করে বাস্তব লোড দিয়ে পরীক্ষা করা হয়:

কী পরীক্ষা করা হয়?

- প্যানেল → চার্জ কন্ট্রোলার ইনপুট
- চার্জ কন্ট্রোলার → ব্যাটারি চার্জিং
- ব্যাটারি → ইনভার্টার ইনপুট
- ইনভার্টার → লোড আউটপুট

মনিটরিং করা হয়:

- ভোল্টেজ
- কারেন্ট
- চার্জিং স্ট্যাটাস
- লোড রান টাইম
- সিস্টেম Efficiency

১. সৌর সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো কী কী?
২. ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরীক্ষা করার জন্য কোন সরঞ্জাম ব্যবহার হয়?
৩. চার্জ কন্ট্রোলারের ত্রুটির লক্ষণ গুলো কি?
৪. ব্যাটারির ত্রুটির লক্ষণ গুলো কি?
৫. সোলার প্যানেলে সম্ভাব্য কি কি ত্রুটি হতে পারে?

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৬.৫

১. সৌর সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর:

- **Solar Panel:** সূর্যের আলোকে বিদ্যুতিতে রূপান্তর করে।
- **Battery:** উৎপাদিত বিদ্যুৎ সংরক্ষণ করে।
- **Inverter:** DC বিদ্যুৎ AC তে রূপান্তর করে।
- **Charge Controller:** ব্যাটারি ও প্যানেল সুরক্ষা ও চার্জ নিয়ন্ত্রণ করে।
- **Cables & Connectors:** সমস্ত উপাদান সংযোগ ও শক্তি পরিবহন নিশ্চিত করে।

২. ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরীক্ষা করার জন্য কোন সরঞ্জাম ব্যবহার হয়?

উত্তর:

- **Multimeter / Clamp Meter:** ভোল্টেজ, কারেন্ট ও রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করার জন্য।
- **Test Leads / Probes:** সঠিক সংযোগ স্থাপনের জন্য।

৩. চার্জ কন্ট্রোলারের ত্রুটির লক্ষণ গুলো কি?

উত্তরঃ চার্জ কন্ট্রোলারের ত্রুটির লক্ষণ গুলো হলো-

- ব্যাটারি চার্জ হচ্ছে না
- ব্যাটারি ওভার চার্জ
- Error Code দেখাচ্ছে

৪. ব্যাটারির ত্রুটির লক্ষণ গুলো কি?

উত্তরঃ ব্যাটারির ত্রুটির লক্ষণ গুলো হলো-

- দ্রুত ডিসচার্জ
- ভোল্টেজ উঠছে না
- টার্মিনালে গরম বা সালফেশন

৫. সোলার প্যানেলে সম্ভাব্য কি কি ত্রুটি হতে পারে?

উত্তরঃ সোলার প্যানেলের সম্ভাব্য ত্রুটি-

- সেল ক্ষতিগ্রস্ত
- ডায়োড নষ্ট
- টিলা সংযোগ
- ময়লা/ধুলো জমে উৎপাদন কম

জব শিট (Job Sheet) - ৬.৫

জবের নাম: সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদানের ত্রুটি নির্ণয় করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন
২. স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন
৩. মাল্টিমিটার দিয়ে প্যানেলের টার্মিনাল ভোল্টেজ টেস্ট করুন
৪. চার্জ কন্ট্রোলারে আউটপুট টেস্ট করুন
৫. ব্যাটারির চার্জিং এবং লোড টেস্ট করুন
৬. ইনভার্টারের আউটপুট ভোল্টেজ চেক করুন
৭. লোডের ওয়্যারিং টেস্ট করুন
৮. সম্পূর্ণ ব্যবস্থা পুনরায় চেক করুন
৯. লোড অন করে চেক করুন
১০. যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতা:

- সঠিক রিডিং নেওয়া
- উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৬.৫.১

জবের নাম: সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদানের ত্রুটি নির্ণয় করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- এপ্রোন
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস
- সেফটি বেল্ট

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- ১. লেডার
- ২. কাটিং প্লায়ার্স
- ৩. কন্ট্রোল প্লায়ার্স
- ৪. স্প্যানার সেট

- ৫. এডজাস্টেবল বেঞ্জ
- ৬. ড্রিল মেশিন
- ৭. ইলেকট্রিক এক্সটেনশন লাইন
- ৮. স্টার এবং ফ্রাট স্ক্রু ড্রাইভার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- প্যানেল
- ক্যাবল
- ব্যাটারী
- চার্জ কন্ট্রোলার
- লোড
- সুইচ বোর্ড
- সুইচ
- ফিউজ
- ইনভার্টার

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৬.৬

শিখন ফল-৬: সোলার সিস্টেম ইউনিট এবং তারের সংযোগ ব্যবস্থার ত্রুটি মেরামত করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Content):

- পুড়ে যাওয়া, নিষ্ক্রিয় এবং ত্রুটিপূর্ণ উপাদানগুলি প্রতিস্থাপন
- ব্যাটারিতে জল যোগ করা
- তারের সিস্টেমে টিলা সংযোগগুলি মেরামত করা
- চার্জ কন্ট্রোলার মেরামত করা

পুড়ে যাওয়া, নিষ্ক্রিয় এবং ত্রুটিপূর্ণ উপাদানগুলি প্রতিস্থাপনঃ

১. পুড়ে যাওয়া উপাদান চিহ্নিতকরণ-

কম্পোনেন্ট	লক্ষণ	কারণ
ইনভার্টার	পুড়ে গন্ধ, স্মোক, ব্ল্যাকেনিং	ওভারলোড, শর্ট সার্কিট
চার্জ কন্ট্রোলার	মেলেটড components, ফিউজ blown	হাই ভোল্টেজ, রিভার্স পোলারিটি
ব্যাটারি	স্ফীত, লিকেজ, করোসন	ওভারচার্জ, শর্ট সার্কিট
ক্যাবল	মেলেটড ইনসুলেশন, পুড়া দাগ	ওভারকারেন্ট, লুজ কানেকশন

২. সোলার প্যানেল প্রতিস্থাপন

প্যানেল প্রতিস্থাপন ধাপ:

ধাপ ১: ডিসকানেক্ট প্যানেল

1. MC4 কানেক্টর ডিসকানেক্ট করুন
2. গ্রাউন্ডিং কানেকশন খুলুন
3. মাউন্টিং ব্র্যাম্প খুলুন

ধাপ ২: পুরানো প্যানেল সরান

4. প্যানেলটি carefully সরান
5. ফ্রেম পরিষ্কার করুন

ধাপ ৩: নতুন প্যানেল ইন্সটল

6. নতুন প্যানেল বসান
7. ব্র্যাম্প দিয়ে secure করুন
8. কানেকশন ও গ্রাউন্ডিং করুন



প্যানেল স্পেসিফিকেশন মিলানো:

- ভোল্টেজ (VOC): একই রেঞ্জ
- কারেন্ট (ISC): compatible

- পাওয়ার (Wp): কাছাকাছি
- সাইজ: ফ্রেমে fit হতে হবে

৩. ব্যাটারি প্রতিস্থাপন

ব্যাটারি প্রতিস্থাপন প্রক্রিয়া:

সতর্কতা: এসিড/কেমিক্যাল hazard

1. সকল লোড ডিসকানেক্ট করুন
2. নেগেটিভ টার্মিনাল প্রথমে খুলুন
3. পজিটিভ টার্মিনাল খুলুন
4. পুরানো ব্যাটারি সরান
5. টার্মিনাল পরিষ্কার করুন
6. নতুন ব্যাটারি বসান
7. পজিটিভ টার্মিনাল first সংযোগ করুন
8. নেগেটিভ টার্মিনাল সংযোগ করুন



ব্যাটারি স্পেসিফিকেশন:

প্যারামিটার	মিলাতে হবে
ভোল্টেজ	12V/24V/48V
ক্যাপাসিটি	Ah রেটিং
টাইপ	লেড-অ্যাসিড/LiFePO4
চার্জ ভোল্টেজ	compatible

৫. ইনভার্টার প্রতিস্থাপন

ইনভার্টার প্রতিস্থাপন:

ধাপ ১: পুরানো ইনভার্টার রিমুভ করা

1. AC আউটপুট ডিসকানেক্ট
2. DC ইনপুট ডিসকানেক্ট
3. গ্রাউন্ডিং ডিসকানেক্ট
4. মাউন্টিং আনবোল্ট

ধাপ ২: নতুন ইনভার্টার ইন্সটল করা

5. নতুন ইনভার্টার mount করুন
6. গ্রাউন্ডিং সংযোগ করুন
7. DC ইনপুট সংযোগ করুন
8. AC আউটপুট সংযোগ করুন



ইনভার্টার সিলেকশন ক্রাইটেরিয়া:

- পাওয়ার রেটিং: লোডের চেয়ে ২০% বেশি
- ইনপুট ভোল্টেজ: ব্যাটারি ভোল্টেজের সাথে match
- ওয়েভ টাইপ: Pure Sine Wave
- এফিসিয়েন্সি: ৯০% +

৬. চার্জ কন্ট্রোলার প্রতিস্থাপন

প্রতিস্থাপন ধাপ:

1. সোলার প্যানেল ডিসকানেক্ট করুন
2. ব্যাটারি ডিসকানেক্ট করুন
3. লোড ডিসকানেক্ট করুন
4. পুরানো কন্ট্রোলার খুলুন
5. নতুন কন্ট্রোলার বসান
6. ব্যাটারি সংযোগ করুন
7. সোলার প্যানেল সংযোগ করুন
8. লোড সংযোগ করুন



কন্ট্রোলার টাইপ:

- **PWM:** সস্তা, ছোট সিস্টেম
- **MPPT:** efficient, বড় সিস্টেম
- **কারেন্ট রেটিং:** প্যানেল array-এর সাথে match

৭. ক্যাবল ও ফিউজ প্রতিস্থাপন

ক্যাবল প্রতিস্থাপন:

- **সঠিক সাইজ:** কারেন্ট অনুযায়ী
- **ইনসুলেশন:** UV রেজিস্টেন্ট
- **কালার কোড:** লাল (পজিটিভ), কালো (নেগেটিভ)

ফিউজ সিলেকশন:

ফিউজ রেটিং ক্যালকুলেশন:

$$\text{ফিউজ রেটিং} = \text{ম্যাক্সিমাম কারেন্ট} \times 1.25$$

পুড়ে যাওয়া, নিষ্ক্রিয় এবং ত্রুটিপূর্ণ উপাদানগুলি প্রতিস্থাপন

সোলার সিস্টেমে বিভিন্ন উপাদান (যেমন: ইনভার্টার, চার্জ কন্ট্রোলার, সোলার প্যানেল, ব্যাটারি, ফিউজ, ব্রেকার, MC4 কানেক্টর, তার) সময়ের সাথে নষ্ট বা অকার্যকর হতে পারে।

এই ধাপে নিম্নোক্ত কাজগুলো করা হয়-

ত্রুটিপূর্ণ উপাদান সনাক্তকরণ

- ভিজ্যুয়াল ইন্সপেকশন
- মাল্টিমিটার দিয়ে ভোল্টেজ/কারেন্ট পরিমাপ
- লোড টেস্ট, ব্যাটারি SG টেস্ট, প্যানেল Voc/Isc টেস্ট

নিষ্ক্রিয় (Inactive) উপাদান অপসারণ

- বিদ্যুৎ সংযোগ বন্ধ করে নিরাপত্তা নিশ্চিত করা
- ত্রুটিপূর্ণ ফিউজ, ব্রেকার, চার্জ কন্ট্রোলার বা ইনভার্টার খুলে ফেলা
- ক্ষতিগ্রস্ত তার বা কানেক্টর সরানো

নতুন উপাদান ইনস্টল

- লোড অনুযায়ী সঠিক সাইজ/রেটিংয়ের উপাদান প্রতিস্থাপন
- তারের পোলারিটি (+/-) মিলিয়ে সংযোগ
- MC4 কানেক্টর সঠিকভাবে লক করা
- ব্যাটারি সঠিক সিরিজ/প্যারালাল সংযোগ নিশ্চিত করা

কার্যকারিতা পরীক্ষা

- সিস্টেম চালু করে প্রতিটি উপাদানের আউটপুট পরীক্ষা
- চার্জিং/ডিসচার্জিং, ভোল্টেজ ও কারেন্ট মনিটর

ব্যাটারিতে জল যোগ করা:

নিচে ব্যাটারিতে জল (ডিস্টিলড ওয়াটার) যোগ করার সঠিক ও নিরাপদ পদ্ধতি ধাপে ধাপে দেওয়া হলো। এটি শুধুমাত্র ফ্লাডেড লিড-অ্যাসিড (FLA) ব্যাটারি-এর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

জেল, AGM, মেইনটেনেন্স-ফ্রি ব্যাটারিতে কখনও পানি যোগ করা যায় না।

✓ ব্যাটারিতে পানি যোগ করার ধাপে ধাপে প্রক্রিয়া:

১. নিরাপত্তা প্রস্তুতি

- ইনসুলেটেড গ্লাভস পরুন
- চোখে সেফটি গগলস ব্যবহার করুন
- ব্যাটারি বন্ধ অবস্থায় রাখুন
- ব্যাটারির উপরের অংশ পরিষ্কার করুন যাতে ময়লা ভিতরে না পড়ে

২. ব্যাটারির সেল ক্যাপ খুলুন

- ব্যাটারির উপরে সাধারণত ৬টি সেল ক্যাপ থাকে (12V ব্যাটারিতে)।
- প্রতিটি সেল ক্যাপ ঘুরিয়ে খুলুন বা লিভার দিয়ে টানুন।
- ভিতরে প্লেট দেখা যায় কিনা দেখুন।

৩. পানি যোগ করার নিয়ম

✓ কোন পানি ব্যবহার করবেন?

শুধুমাত্র-ডিস্টিলড ওয়াটার / ব্যাটারির পানি।

ট্যাপের পানি, নলকূপের পানি, RO পানি কোনোটাই ব্যবহার করা যাবে না।

✓ পানি যোগ করার ধাপ:

- প্লেটের উপরের অংশ সম্পূর্ণ ডুবে যাচ্ছে কিনা দেখুন
- পানি ধীরে ধীরে সেলের মধ্যে ঢালুন
- MAX / Upper-Level mark পর্যন্ত পানি দিন
- কখনো অতিরিক্ত পানি দেবেন না (ওভারফিল হলে চার্জের সময় ফুটে বের হবে)

৪. প্রতিটি সেলের লেভেল সমান করুন

- ৬টি সেলের পানির লেভেল সমান হওয়া জরুরি
- কোন সেলে কম বা বেশি থাকলে ঠিক করে নিন



৫. ক্যাপ বন্ধ করুন

- সব সেল ক্যাপ ভালোভাবে চেপে ও ঘুরিয়ে লাগান
- লুজ থাকলে এসিড বের হয়ে যায়
- উপরের অংশ মুছে পরিষ্কার করুন

৬. চার্জ দিন

- পানি যোগ করার পর ব্যাটারিকে **Slow Charge (Boost নয়)** দিন
- এতে পানি সঠিকভাবে ইলেকট্রোলাইটের সাথে মিশে যায়
- ভোল্টেজ 12.6–12.8V থাকলে ব্যাটারি হেলদি

তারের সংযোগ সিস্টেমে টিলা সংযোগগুলি মেরামতঃ

টিলা সংযোগ সোলার সিস্টেমে সবচেয়ে বড় সমস্যাগুলোর একটি, যা-

- ভোল্টেজ ড্রপ
- স্পার্ক
- অতিরিক্ত তাপ উৎপন্ন
- আগুনের ঝুঁকি
- চার্জিং সমস্যা

ইত্যাদি তৈরি করতে পারে।

মেরামতের ধাপ-

- টিলা সংযোগ শনাক্তকরণ
- টার্মিনাল চেক
- কানেকশন পয়েন্টে গরম হওয়ার দাগ
- MC4 কানেক্টর ঠিকমতো ক্লিক/লক হয়েছে কি না
- মাল্টিমিটার দিয়ে Continuity Test

মেরামত ও শক্তকরণ

- স্ক্রু-টার্মিনাল টাইট করা
- নতুন লাগ/কানেক্টর ব্যবহার
- ক্ষতিগ্রস্ত ইনসুলেশন ঠিক করা
- তারের সঠিক সাইজ নিশ্চিত করা (ওভারলোড হলে টিলা সংযোগ বেশি হয়)

মেরামতের পর পুনরায় পরীক্ষা

- লোড চালিয়ে ভোল্টেজ ড্রপ চেক
- কানেকশন পয়েন্টে অতিরিক্ত গরম হয় কি না
- MC4 পজিটিভ ও নেগেটিভ ঠিক মতো বসেছে কি না

চার্জ কন্ট্রোলার মেরামতঃ

চার্জ কন্ট্রোলার হচ্ছে সোলার সিস্টেমের হৃদপিণ্ড, যা ব্যাটারিকে রক্ষা করে এবং চার্জিং নিয়ন্ত্রণ করে। ত্রুটিপূর্ণ চার্জ কন্ট্রোলার ব্যাটারি নষ্ট করে দিতে পারে।

মেরামতের প্রক্রিয়া-

সমস্যা শনাক্তকরণ:

সাধারণ চার্জ কন্ট্রোলার সমস্যাগুলো হচ্ছে-

- ব্যাটারি চার্জ হচ্ছে না
- প্যানেল ইনপুট ভোল্টেজ না দেখানো
- আউটপুট লোড চালু না হওয়া
- ডিসপ্লে অকার্যকর
- তাপমাত্রা অতিরিক্ত বেড়ে যাওয়া

পরীক্ষা ও ডায়গনসিস:

- প্যানেল ইনপুট মাপা (Voc)
- ব্যাটারি আউটপুট মাপা
- লোড আউটপুট ভোল্টেজ Test
- প্রোটেকশন মোড (OVP/UVP/SP) সক্রিয় কি না
- তারের পোলারিটি চেক

মেরামতের ধাপ:

- টিলা বা পোড়া কানেকশন ঠিক করা
- ফিউজ প্রতিস্থাপন
- জং ধরা টার্মিনাল পরিষ্কার
- রিসেট/কনফিগারেশন নতুন করে সেট
- ক্ষতিগ্রস্ত ডায়োড বা সেন্সর পরীক্ষা

মেরামতের পর কার্যকারিতা পরীক্ষা:

- চার্জিং স্ট্যাটাস LED/Display দেখা
- ব্যাটারি চার্জিং কারেন্ট সঠিক কি না
- প্যানেলের থেকে সঠিক ইনপুট পাচ্ছে কি না
- লোড চালু হচ্ছে কি না

সেলফ চেক (Self Check) - ৬.৬

১. ত্রুটি শনাক্ত হলে তা কীভাবে মেরামত ও সিস্টেম পুনঃচালু করা হয়?
২. ব্যাটারি প্রতিস্থাপন প্রক্রিয়া বর্ণনা করুন।
৩. ইনভার্টার সিলেকশন ক্রাইটেরিয়া গুলো কি?
৪. কোন ব্যাটারিতে কখনও পানি যোগ করা যায় না।
৫. ব্যাটারিতে কোন পানি ব্যবহার করা যাবে না?

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৬.৬

১. ত্রুটি শনাক্ত হলে তা কীভাবে মেরামত ও সিস্টেম পুনঃচালু করা হয়?

উত্তর:

- সমস্যাযুক্ত সংযোগ বা উপাদান ঠিক করা বা পরিবর্তন করা।
- ব্যাটারি চার্জ ও ইনভার্টার আউটপুট যাচাই করা।
- সমস্ত সংযোগ পরীক্ষা করে সিস্টেম পুনঃচালু করা।
- পুনঃচালু করার পর কার্যকারিতা যাচাই করা।

২. ব্যাটারি প্রতিস্থাপন প্রক্রিয়া বর্ণনা করুন।

উত্তর:

১. সকল লোড ডিসকানেক্ট করুন
২. নেগেটিভ টার্মিনাল প্রথমে খুলুন
৩. পজিটিভ টার্মিনাল খুলুন
৪. পুরানো ব্যাটারি সরান
৫. টার্মিনাল পরিষ্কার করুন
৬. নতুন ব্যাটারি বসান
৭. পজিটিভ টার্মিনাল first সংযোগ করুন
৮. নেগেটিভ টার্মিনাল সংযোগ করুন

৩. ইনভার্টার সিলেকশন ক্রাইটেরিয়া গুলো কি?

উত্তর: ইনভার্টার সিলেকশন ক্রাইটেরিয়া:

- পাওয়ার রেটিং: লোডের চেয়ে ২০% বেশি
- ইনপুট ভোল্টেজ: ব্যাটারি ভোল্টেজের সাথে match
- ওয়েভ টাইপ: Pure Sine Wave
- এফিসিয়েন্সি: ৯০% +

৪. কোন ব্যাটারিতে কখনও পানি যোগ করা যায় না।

উত্তর: জেল, AGM, মেইনটেনেন্স-ফ্রি ব্যাটারিতে কখনও পানি যোগ করা যায় না।

৫. ব্যাটারিতে কোন পানি ব্যবহার করা যাবে না?

উত্তর: ট্যাপের পানি, নলকূপের পানি, RO পানি কোনোটাই ব্যবহার করা যাবে না।

জব শিট (Job Sheet)–৬.৬.১

জবের নাম: সোলার সিস্টেমের চার্জ কন্ট্রোলার প্রতিস্থাপন করা।

কাজের ধাপসমূহ:

- ১) স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE সংগ্রহ কর এবং পরিধান করুন
- ২) স্পেসিফিকেশন শিট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করুন
- ৩) সোলার প্যানেল ডিসকানেক্ট করুন
- ৪) ব্যাটারি ডিসকানেক্ট করুন
- ৫) লোড ডিসকানেক্ট করুন
- ৬) পুরানো কন্ট্রোলার খুলুন
- ৭) নতুন কন্ট্রোলার বসান
- ৮) ব্যাটারি সংযোগ করুন
- ৯) সোলার প্যানেল সংযোগ করুন
- ১০) লোড সংযোগ করুন
- ১১) লোড অন করে চেক করুন
- ১২) যন্ত্রপাতি এবং মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করা এবং কাজের স্থান পরিষ্কার করুন।

সতর্কতা:

- সঠিক রিডিং নেওয়া
- উপযুক্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা
- উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা
- যন্ত্রপাতি ও মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ করা
- কাজের জায়গা পরিষ্কার করা

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) – ৬.৬.১

জবের নাম: সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদানের ত্রুটি নির্ণয় করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমূহ:

- এপ্রোন
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু
- হ্যান্ড গ্লোভস
- সেফটি বেল্ট

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. লেডার
২. কাটিং প্লায়ার্স
৩. কন্সিশনেশন প্লায়ার্স
৪. স্প্যানার সেট
৫. এডজাস্টেবল রেঞ্জ
৬. ড্রিল মেশিন
৭. ইলেকট্রিক এক্সটেনশন লাইন
৮. স্টার এবং ফ্রাট স্ক্রু ড্রাইভার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- চার্জ কন্ট্রোলার
- স্ক্রু
- রয়েল প্লাগ

ড্রইং/ ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৬.৭

শিখন ফল-৭: সরঞ্জাম ও উপকরণ পরিষ্কার এবং সংরক্ষণ করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Content):

- সরঞ্জাম এবং যন্ত্রপাতি পরিষ্কারকরণ
- সরঞ্জাম, পরিমাপের যন্ত্র এবং প্রবেশের উপকরণগুলি কর্মস্থলের মান অনুযায়ী সংরক্ষণ

সরঞ্জাম এবং যন্ত্রপাতি পরিষ্কারকরণঃ

কর্মস্থলে ব্যবহৃত সরঞ্জাম (Tools) এবং যন্ত্রপাতি (Equipment) পরিষ্কার রাখা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি তাদের আয়ুষ্কাল বাড়ায়, কাজের মান উন্নত করে এবং পরবর্তী ব্যবহার নিরাপদ করে তোলে।

পরিষ্কার করার উদ্দেশ্য

- যন্ত্রপাতির কার্যক্ষমতা ঠিক রাখা
- মরিচা, ধুলো, ময়লা জমে ক্ষতি রোধ
- নিরাপদ অপারেশন নিশ্চিত করা
- ভবিষ্যতে ত্রুটি ও ম্যালফাংশন কমানো

পরিষ্কার করার ধাপ

১. পাওয়ার বন্ধ করা
যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করার আগে বিদ্যুৎ সংযোগ খুলে নিরাপত্তা নিশ্চিত করা হয়।
২. ধুলো ও ময়লা পরিষ্কার
 - ব্রাশ
 - ড্রাই কাপড়
 - এয়ার ব্লোয়ার
 - ব্যবহার করে বাহ্যিক ধুলো-ময়লা সরানো হয়।
৩. তৈলাক্ত অংশ পরিষ্কার
 - ডিগ্রীসার
 - কেমিক্যাল ক্লিনার
 - ব্যবহার করে তৈলাক্ত বা চটচটে ময়লা দূর করা হয়।
৪. নরম কাপড় বা ওয়াইপ দিয়ে মুছে ফেলা
 - যন্ত্রপাতির সারফেস পরিষ্কার ও শুষ্ক করা হয়।
৫. জং প্রতিরোধক প্রয়োগ (যদি প্রয়োজন হয়)
 - খাতব টুলসে লাইট অয়েল বা রস্ট প্রিভেন্টিভ ব্যবহার করা হয়।
৬. তারের বা সংযোগ পয়েন্ট পরিষ্কার করা
 - জং বা কালো ময়লা থাকলে পরিষ্কার বা পলিশ করা হয়।

সরঞ্জাম, পরিমাপের যন্ত্র এবং প্রবেশের উপকরণগুলি কর্মস্থলের মান অনুযায়ী সংরক্ষণঃ

সরঞ্জাম (Tools), পরিমাপের যন্ত্র (Measuring Instruments) এবং প্রবেশের উপকরণ (Access Tools-যেমন: স্ক্রু ড্রাইভার, প্লায়ার্স, টেস্টার) সঠিকভাবে সংরক্ষণ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি কর্মস্থলকে সংগঠিত ও নিরাপদ রাখে।

সংরক্ষণের উদ্দেশ্য

- টুলস/ইন্সট্রুমেন্ট হারিয়ে যাওয়া রোধ
- ভাঙ্গা/ক্ষতি হওয়া কমানো
- দ্রুত পাওয়া ও কাজের সময় নষ্ট কমানো
- কর্মস্থলের নিরাপত্তা বৃদ্ধি
- মান নিয়ন্ত্রণ (Workplace Standard) বজায় রাখা

সংরক্ষণের নিয়ম

১. টুল বক্সে সাজিয়ে রাখা
প্রতিটি টুল নির্দিষ্ট সেকশন/স্লটে রাখা হয় যাতে প্রয়োজন হলে দ্রুত পাওয়া যায়।
২. মেজারিং ইন্সট্রুমেন্ট আলাদা রাখা
 - মাল্টিমিটার
 - ক্ল্যাম্প মিটার
 - হাইড্রোমিটার
 - ভোল্টমিটার
 - এগুলো সংবেদনশীল হওয়ায় কুশনযুক্ত ব্যাগ/কেইসে সংরক্ষণ করা হয়।
৩. বৈদ্যুতিক টুলস শুকনো ও নিরাপদ স্থানে রাখা
 - যাতে আর্দ্রতা বা পানি ঢুকে ক্ষতি না করতে পারে।
৪. তারের অঙ্গীভূত উপকরণ (কানেক্টর, লুগ, MC4) আলাদা বক্সে রাখা
 - লেবেলিং করা
 - সাইজ অনুযায়ী আলাদা করা
৫. টুল রয়াক বা হ্যাঞ্জারে সংরক্ষণ
 - হাতুড়ি, স্প্যানার, প্লায়ার্স ইত্যাদি রয়াকে রাখা হয়।
৬. ইনভেন্টরি মেইনটেন্যান্স (চেকলিস্ট অনুযায়ী)
 - কোন টুল কোথায় আছে
 - কোনটি ত্রুটিপূর্ণ
 - কোনটি রিপ্লেস করা প্রয়োজন
 - তা নিয়মিত নথিভুক্ত করা হয়।
৭. নিরাপত্তা নিয়ম বজায় রাখা
 - ধারালো টুলস (Knife, Cutter) গার্ডসহ রাখা
 - বৈদ্যুতিক টেস্টার ইনসুলেটেড ক্যাপসহ রাখা

ফলাফলঃ

- কর্মস্থল পেশাদার দেখায়
- সময় ও শ্রম বাঁচে
- সরঞ্জামের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায়
- কাজের মান ও নিরাপত্তা উন্নত হয়

সেলফ চেক (Self Check) - ৬.৭

১. পরিচ্ছন্নতা করার আগে প্রথমে কোন বিষয়টি নিশ্চিত করতে হবে?
২. ইলেকট্রিক্যাল টুল পরিষ্কার করতে কোন ধরনের কাপড় ব্যবহার করা নিরাপদ?
৩. ধুলা বা ময়লা পরিষ্কার করতে ব্রাশ কেন ব্যবহার করা হয়?
৪. টুলস সংরক্ষণের সময় আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৫. ইলেকট্রিক্যাল টুল দীর্ঘসময় ব্যবহৃত না হলে কীভাবে সংরক্ষণ করা উচিত?
৬. কোন PPE ব্যবহার করে টুল পরিষ্কার করা উচিত?
৭. সংরক্ষণ র্যাকে টুলস লেবেলিং কেন করা হয়?
৮. ভেজা কাপড় দিয়ে ইলেকট্রিক্যাল যন্ত্র পরিষ্কার করা কেন নিষেধ?
৯. পরিষ্কার শেষে টুল শুকাতে না দিলে কী সমস্যা হতে পারে?

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৬.৭

১. পরিচ্ছন্নতা করার আগে প্রথমে কোন বিষয়টি নিশ্চিত করতে হবে
উত্তর: টুলস ও যন্ত্রপাতি সম্পূর্ণভাবে বিদ্যুৎ সংযোগ থেকে বিচ্ছিন্ন আছে কিনা তা নিশ্চিত করতে হবে।
২. ইলেকট্রিক্যাল টুল পরিষ্কার করতে কোন ধরনের কাপড় ব্যবহার করা নিরাপদ?
উত্তর: শুকনো, নরম এবং লিন্ট-ফ্রি কাপড় ব্যবহার করা নিরাপদ।
৩. ধুলা বা ময়লা পরিষ্কার করতে ব্রাশ কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: কারণ ব্রাশ দিয়ে ছোট ফাঁক-ফোকর সহজে পরিষ্কার করা যায় এবং এতে যন্ত্রের ক্ষতির সম্ভাবনা কম থাকে।
৪. টুলস সংরক্ষণের সময় আর্দ্রতা নিয়ন্ত্রণ কেন গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: আর্দ্রতা বেশি হলে জং ধরার সম্ভাবনা বেড়ে যায় এবং টুলসের আয়ু কমে যায়।
৫. ইলেকট্রিক্যাল টুল দীর্ঘসময় ব্যবহৃত না হলে কীভাবে সংরক্ষণ করা উচিত?
উত্তর: টুলটি পরিষ্কার করে, হালকা তেল লাগিয়ে, শুকনো জায়গায় কভার দিয়ে সংরক্ষণ করা উচিত।
৬. কোন PPE ব্যবহার করে টুল পরিষ্কার করা উচিত?
উত্তর: হাতমোজা, সেফটি গগলস এবং প্রয়োজন হলে মাস্ক ব্যবহার করা উচিত।
৭. সংরক্ষণ র্যাকে টুলস লেবেলিং কেন করা হয়?
উত্তর: সহজে টুল খুঁজে পাওয়া, সঠিকভাবে ব্যবহারের সুবিধা এবং ইনভেন্টরি ব্যবস্থাপনার জন্য লেবেলিং করা হয়।
৮. ভেজা কাপড় দিয়ে ইলেকট্রিক্যাল যন্ত্র পরিষ্কার করা কেন নিষেধ?
উত্তর: ভেজা কাপড় ব্যবহার করলে শর্ট সার্কিট বা ইলেকট্রিক শকের ঝুঁকি বাড়ে।
৯. পরিষ্কার শেষে টুল শুকাতে না দিলে কী সমস্যা হতে পারে?
উত্তর: টুলে আর্দ্রতা থেকে জং ধরতে পারে এবং বৈদ্যুতিক ইনসুলেশন নষ্ট হতে পারে।

টাস্ক শিট (Task Sheet) – ৬.৭.১

Task Title: সরঞ্জাম, পরিমাপের যন্ত্র এবং প্রবেশের উপকরণগুলি কর্মস্থলের মান অনুযায়ী সংরক্ষণ।	
নির্দেশনাবলী (Instructions):	
নিম্নের নির্দেশনাগুলো মনোযোগ সহকারে পড়ুন ও বুঝুন: <ul style="list-style-type: none">এই পরীক্ষাটি/ডেমোনস্ট্রেশনটি Electrical Installation and Maintenance -এর একটি ইউনিটের একটি লার্নিং আউটকাম-এর পারফরম্যান্স ক্রাইটেরিয়ার ভিত্তিতে তৈরি।এই মূল্যায়ন কার্যক্রমটি আপনার মৌলিক জ্ঞান/দক্ষতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হবে।রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হওয়ার জন্য আপনাকে দশ (১০) মিনিট সময় দেওয়া হবে।এই পরীক্ষা সম্পন্ন করার জন্য আপনাকে ৩০ মিনিট সময় দেওয়া হবে।	
প্রক্রিয়া (Procedure):	
<ul style="list-style-type: none">কাজের ধরণ অনুযায়ী প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার ও পর্যবেক্ষণ করুন।সরবরাহকৃত স্পেসিফিকেশন তথ্য পড়ুন।কাজটি সম্পন্ন করতে প্রয়োজনীয় সকল উপকরণ সংগ্রহ করুন।নির্ধারিত সময়ের মধ্যে কাজটি সম্পন্ন করুন।সর্বদা স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) সংক্রান্ত নির্দেশনা মেনে চলুন।	
কাজের স্পেসিফিকেশন তথ্য (Job Specification Information):	
<ul style="list-style-type: none">প্রয়োজনীয় সরবরাহ, উপকরণ, ও সরঞ্জাম সংগ্রহ করুন।প্রদত্ত প্রশ্নপত্র খুব ভালোভাবে পড়ুন ও বুঝুন।প্রদত্ত প্রশ্নপত্র অনুযায়ী আপনার উত্তর নিয়ে দ্বিতীয় খালি ঘরে লিখুন।	
প্রশ্নপত্রঃ	
১। সরঞ্জাম, পরিমাপের যন্ত্র এবং প্রবেশের উপকরণগুলি কর্মস্থলের মান অনুযায়ী সংরক্ষণ-এর উদ্দেশ্য, নিয়ম এবং সুবিধা সমূহ বর্ণনা করুন।	
Resources Required:	
Tools:	Task sheet
Equipment:	N/A
Machinery:	N/A
Materials:	Pen, paper
PPE:	Mask, Apron