জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-৩

এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল)

দশম শ্রেণি

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক ২০২২ শিক্ষাবর্ষ থেকে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ডের এসএসসি (ভোকেশনাল) এবং দাখিল (ভোকেশনাল) শিক্ষাক্রমের দশম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস - ৩

General Electrical Works -3

দশম শ্রেণি

বিষয় কোড : ৪৯০২১

২০২৬ শিক্ষাবর্ষের জন্য পরিমার্জিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০, মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা-১০০০

কর্তৃক প্রকাশিত

[প্রকাশক কর্তৃক সর্বস্বত্ব সংরক্ষিত]

(পরীক্ষামূলক সংস্করণ)

প্রথম সংস্করণ রচনা ও সম্পাদনা

প্রকৌশলী ফরিদ উদ্দিন আহম্মেদ

মোঃ আখেরুজ্জামান

ড. প্রকৌশলী মোঃ মনিরুজ্জামান

প্রকৌশলী মোঃ আফজাল হোসেন

প্রকৌশলী মুহাম্মদ শরফুদ্দিন

ড. মো. সিরাজুল ইসলাম

প্রকৌশলী মোঃ মোস্তফা (সমন্বয়কারী)

প্রথম প্রকাশ : অক্টোবর ২০২১

পুনর্মুদ্রণ : অক্টোবর ২০২২

পুনর্মুদ্রণ : অক্টোবর ২০২৪

পুনর্মুদ্রণ : অক্টোবর ২০২৫

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে:

প্রসঙ্গকথা

আধুনিককালে শিক্ষা ছাড়া জাতীয় উন্নতির প্রত্যাশা করা যায় না। পৃথিবীর যেসব দেশ আজ উন্নতির শিখরে পৌঁছেছে তাদের দিকে তাকালেই এ সত্যটি অনুধাবন করা যায়। বাংলাদেশের মতো অতিরিক্ত জনসংখ্যার দেশে কারিগরি শিক্ষার আলাদা একটা গুরুত্ব রয়েছে। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির ব্যবহারিক প্রয়োগের সহায়ক এই শিক্ষাকে অবলম্বন করে জনসংখ্যাকে মানবসম্পদে রূপান্তর করা যায়। কারিগরি শিক্ষাকে গুরুত্ব দিয়ে আর্থসামাজিক উন্নতির নজির গড়েছে বিশ্বের অনেক দেশ। এশিয়ার চীন, জাপান, ভিয়েতনাম, কম্বোডিয়া, মালয়েশিয়া প্রভৃতি দেশ এর উজ্জ্বল প্রমাণ। জাতীয় উন্নতির স্বার্থে বহির্বিশ্বের সাথে তাল মিলিয়ে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাকে বিশেষ গুরুত্ব দিয়েছে। দারিদ্র্য বিমোচন ও কর্মসংস্থান সৃষ্টির মাধ্যমে দেশকে অর্থনৈতিকভাবে এগিয়ে নেওয়ার প্রত্যয়ে কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার বিস্তারে সরকার কার্যকর উদ্যোগ নিয়েছে। কারিগরি শিক্ষার জন্যে পৃথক অধিদপ্তর ও শিক্ষা বোর্ড প্রতিষ্ঠা করা হয়েছে। এই শিক্ষার জন্যে যুগোপযোগী শিক্ষাক্রম প্রণয়ন করা হয়েছে। সাধারণ শিক্ষার মাধ্যমিক স্তর ও মাদ্রাসা শিক্ষার দাখিল স্তরে কারিগরি বা ভোকেশনাল শিক্ষার অধিকতর সম্প্রসারণে সরকার কাজ করে যাচ্ছে।

শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যক্রম সময়ের সাথে সাথে পরিবর্তনশীল। এই পরিবর্তনশীলতাকে বিবেচনায় নিয়ে পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে কারিগরি শিক্ষার বিভিন্ন ট্রেডের বইগুলো প্রণয়ন করা হয়েছে। দেশের অভ্যন্তরীণ এবং বহির্বিশ্বের কর্মবাজারের চাহিদাকে এক্ষেত্রে অগ্রাধিকার দেওয়া হয়েছে। কারণ বিশ্বায়নের এই যুগে গোটা বিশ্ব এখন অখণ্ড এক কর্মবাজার। বর্তমানে দক্ষতা ও যোগ্যতা থাকলে যেকোনো দেশের মানুষ পৃথিবীর যেকোনো প্রান্তে কর্মসংস্থানের সুযোগ নিতে পারে। বৈশ্বিক শ্রমবাজারে বাংলাদেশ তার হিস্যা যত বাড়াবে দেশের অর্থনৈতিক উন্নয়ন তত গতিশীল হবে। বাংলাদেশের বিশেষায়িত অনেক শিল্পে দক্ষ জনশক্তির অভাব রয়েছে। কারিগরি শিক্ষার মাধ্যমে শিল্পখাতে দক্ষ জনবল সরবরাহের লক্ষ্যকেও বিশেষ বিবেচনায় রাখা হয়েছে।

সরকারের বিনামূল্যে পাঠ্যপুস্তক সরবরাহের আওতা থেকে কারিগরি শিক্ষার বই বাইরে নয়। ভোকেশনাল ট্রেডের পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন করেছে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড। সরকারের সিদ্ধান্ত মোতাবেক ২০১৭ সাল থেকে এই পাঠ্যপুস্তকগুলো সংশোধন, পরিমার্জন, মুদ্রণ ও বিতরণের দায়িত্ব দেওয়া হয়েছে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড (এনসিটিবি)-কে। এনসিটিবি নিষ্ঠার সাথে তার দায়িত্ব পালন করে যাচ্ছে। এই কার্যক্রমের ধারাবাহিক প্রক্রিয়ায় ২০২৫ সাল পর্যন্ত সকল পাঠ্যপুস্তকের পরিমার্জন ও সংশোধন সম্পন্ন করা হয়েছে। ফলে বইগুলো শিক্ষক ও শিক্ষার্থীদের নিকট অধিকতর গ্রহণযোগ্য হবে বলে আশা করা যায়। প্রতিটি বই উন্নত মানের কাগজ ও চার রঙা প্রচ্ছদ সহকারে ছাপা হয়েছে। এতে বইগুলোর যথেষ্ট শ্রীবৃদ্ধি ঘটেছে।

আলোচ্য পাঠ্যপুস্তকটি রচনা ও সম্পাদনা করেছেন প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত শিক্ষক ও বিষয় বিশেষজ্ঞগণ। পূর্ব ও পরবর্তী শ্রেণির পঠিত বিষয়সমূহের সাথে যৌক্তিক সংযোগ বিধানপূর্বক বইটি প্রণয়ন করা হয়েছে। প্রাসঙ্গিক ট্রেডের এই বইটি প্রায়োগিক শিক্ষার জন্যে যাতে অনুকূল হয় সেজন্যে প্রয়োজনীয় চিত্রের সন্নিবেশ করা হয়েছে। বইটি যদি আমাদের তরুণ প্রজন্মের স্বকর্মসংস্থান ও সম্মানজনক জীবিকার্জনে কার্যকর ভূমিকা রাখে তবেই আমাদের শ্রম সার্থক হয়েছে বলে মনে করব।

সাবলীল ভাষায় লেখা বইটিতে বাংলা একাডেমির প্রমিত বানানরীতি অনুসৃত হয়েছে। সর্বশেষ তথ্য-উপাত্ত সহযোগে বিষয়বস্তু উপস্থাপন করা হয়েছে। যথাযথ সতর্কতা অবলম্বনের পরেও তথ্য-উপাত্ত ও ভাষাগত কিছু ভুলত্রুটি থেকে যাওয়া অসম্ভব নয়। পরবর্তী সংস্করণে বইটিকে যথাসম্ভব ত্রুটিমুক্ত করার আন্তরিক প্রয়াস থাকবে। এই বইয়ের মানোন্নয়নে যে কোনো ধরনের যৌক্তিক পরামর্শ কৃতজ্ঞতার সাথে গৃহীত হবে।

পরিশেষে বইটি রচনা, সম্পাদনা ও অলংকরণে যাঁরা অবদান রেখেছেন তাঁদের সবার প্রতি কৃতজ্ঞতা জানাই।

অক্টোবর ২০২৫

প্রফেসর রবিউল কবীর চৌধুরী
চেয়ারম্যান (অতিরিক্ত দায়িত্ব)
জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচিপত্র

দশম শ্রেণি		
অধ্যায়	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
প্রথম	কমিউনিকেশন সিস্টেম	১
	অনুশীলনী	২৪
	জব ১ঃ কমিউনিকেশন ক্যাবল শনাক্তকরণ	২৫
	জব ২ঃ কমিউনিকেশন ওয়্যারিং স্থাপন	২৮
	জব ৩ঃ একটি বাড়িতে আকাশ টিভি এন্টেনা স্থাপন করে টিভিতে সংযোগ করণ ও টিউনিং করে টিভি চালুকরণ	৩৪
দ্বিতীয়	লাইটিং এবং ইলুমিনেশন	৩৯
	অনুশীলনী	৬৬
	জব ১ঃ বাড়ির বসার ঘর এর সিলিং এ ইন্টেরিয়র ডিজাইনের সাথে মিল রেখে একটি ঝাড়বাতি দুইটি সিলিং ফ্যান ১০টি এলইডি সিলিং স্পট লাইট এর ওয়্যারিং স্থাপন	৬৭
	জব ২ঃ ইভেন্ট ম্যানেজমেন্টের মাধ্যমে বিয়ে বাড়ির গেইটসহ বাউন্ডারি ওয়াল কে এলইডি ডেকোরেটিভ লাইট দ্বারা সজ্জিতকরণ	৭২
তৃতীয়	এসি থ্রি-ফেজ সার্কিট	৭৫
	অনুশীলনী	৮৭
	জব ১ঃ থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট তৈরি করে এদের বৈশিষ্ট্য যাচাইকরণ, ভোল্টেজ, কারেন্ট ও পাওয়ার পরিমাপ করার দক্ষতা অর্জন	৮৮
	জব ২ঃ থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট তৈরি করে উহার বৈশিষ্ট্য যাচাইকরণ, ভোল্টেজ, কারেন্ট ও পাওয়ার পরিমাপ করার দক্ষতা অর্জন	৯২
চতুর্থ	ইন্ডাকশন মোটর কন্ট্রোলিং ও ট্রান্সফরমার	৯৫
	অনুশীলনী	১২২
	জব ১ঃ ডিওএল স্টার্টার এর সাহায্যে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর অন অফ করার দক্ষতা অর্জন	১২৩
	জব ২ঃ ম্যাগনেটিক কন্ডাক্টরের সাহায্যে ফরোয়ার্ড রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর অন অফ করার দক্ষতা অর্জন	১২৭
	জব ৩ঃ অটোমেটিক স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর অন অফ করার দক্ষতা অর্জন	১৩২
	জব ৪ঃ হস্তচালিত স্টার ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর অন অফ করার দক্ষতা অর্জন	১৩৭

প্রথম অধ্যায়

কমিউনিকেশন সিস্টেম

Communication System

সাড়া বিশ্ব আজ হাতের মুঠোয় তথা আঙুলের মাথায়। এ সবই সম্ভব হয়েছে কমিউনিকেশনের মাধ্যমে। এ ক্ষেত্রে ডিজিটাল কমিউনিকেশনের গুরুত্ব অপরিসীম। বাসগৃহ, বিদ্যালয়, অফিসসহ সকল স্থাপনায় কমিউনিকেশন সিস্টেম বাস্তবায়নের ক্ষেত্রে স্থায়ীত্বতা, সৌন্দর্য, খরচ, নিরাপত্তা ইত্যাদি বিষয় বিবেচনা করা হয়। কমিউনিকেশন সিস্টেমে ডাটা আদান-প্রদানের উল্লেখযোগ্য উপাদানগুলোর মধ্যে রয়েছে কম্পিউটার, টেলিফোন, মোবাইল, সিসিটিভি ইত্যাদি। এ অধ্যায়ে ডাটা কমিউনিকেশন, নেটওয়ার্ক ও ইন্টারনেট, টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম, সিসিটিভি সিস্টেম, টিভি এন্টেনা ও ক্যাবল টেলিভিশন সিস্টেম নিয়ে আলোচনা করা হলো।

এ অধ্যায় শেষে আমরা-

- কাজের জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারব;
- কমিউনিকেশন ক্যাবল সনাক্ত করতে পারব;
- কমিউনিকেশন ওয়্যারিং ইনস্টলেশন করতে পারব;
- ক্যাবল টেলিভিশন সিস্টেম ইনস্টলেশন করতে পারব;
- টুলস ও ইকুইপমেন্ট সংরক্ষণ করতে পারব।

এ অধ্যায়ের শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে আমরা কমিউনিকেশন ক্যাবল সনাক্ত করব, কমিউনিকেশন ওয়্যারিং ইনস্টলেশন করব, ক্যাবল টেলিভিশন সিস্টেম ইনস্টলেশন করব। জবগুলো সম্পন্ন করার পূর্বে প্রথমেই প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয়সমূহ জানা প্রয়োজন।

১.১ ডাটা কমিউনিকেশন সিস্টেম

কম্পিউটার নেটওয়ার্ক ব্যবস্থার মাধ্যমে এক কম্পিউটার হতে অন্য কম্পিউটারে বিভিন্ন ডাটা, ফাইল ইত্যাদি সহজ এবং দ্রুততার সাথে আদান-প্রদানের পদ্ধতিকে ডাটা কমিউনিকেশন বলে। কমিউনিকেশন সিস্টেমের প্রধান উদাহরণগুলোর মধ্যে রয়েছে ডাটা কমিউনিকেশন, নেটওয়ার্ক ও ইন্টারনেট, টেলিকমিউনিকেশন, সিসিটিভি সিস্টেম, টিভি এন্টেনা ও ক্যাবল টেলিভিশন। ডাটা আদান-প্রদানের উদ্দেশ্যে একাধিক ডিভাইস সমূহের মধ্যে সংযোগ স্থাপনের জন্য যে সকল উপাদান ব্যবহার করা হয় তাকে কমিউনিকেশন Medium বা মাধ্যম বলা হয়।

১.১.১ ডাটা কমিউনিকেশনের বৈশিষ্ট্য

তিনটি বৈশিষ্ট্যের উপর ডাটা কমিউনিকেশনের কার্যকারিতা নির্ভর করে। যথা-

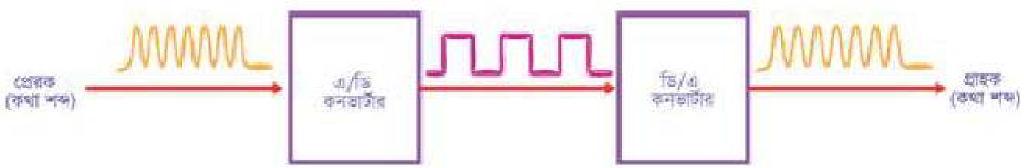
অ্যাকুরেসি (Accuracy): সিস্টেমে অবশ্যই সঠিকভাবে ডাটা এক স্থান থেকে অন্য স্থানে ডেলিভারি বা পাঠাতে হবে।

ডেলিভারি (Delivery): সিস্টেমে অবশ্যই সঠিক প্রান্তে অর্থাৎ গন্তব্যের কাছে ডাটা প্রেরণ করতে হবে।

টাইমলিনেস (Timeliness): নির্ধারিত সময়ের মধ্যে ডাটা প্রেরণ করতে হবে।

১.১.২ ডিজিটাল কমিউনিকেশন

ডিজিটাল কমিউনিকেশন হলো এমন একটি পদ্ধতি, যাতে তথ্য ডিজিটাল ফরমে একস্থান হতে অন্য স্থানে প্রেরণ অথবা গ্রহণ করা হয়। নিম্নে ডিজিটাল কমিউনিকেশন পদ্ধতির ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে বর্ণনা করা হলো-



চিত্র-১.১ ডিজিটাল কমিউনিকেশন সিস্টেম

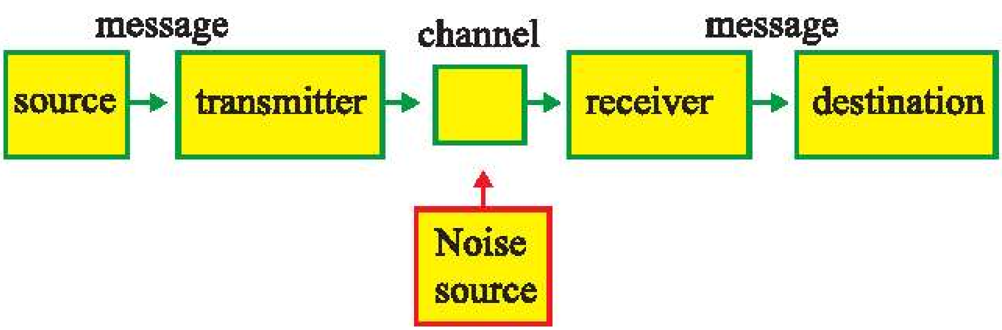
মানুষের কথা বা শব্দ সব সময় অ্যানালগ সিগন্যালের হয়ে থাকে। ডিজিটাল যোগাযোগের ক্ষেত্রে প্রেরিত অ্যানালগ সিগন্যাল এ/ডি কনভার্টারের সাহায্যে ডিজিটাল সিগন্যাল রূপান্তর করে গ্রাহক প্রান্তে প্রেরণ করে। গ্রাহক প্রান্ত উক্ত ডিজিটাল সিগন্যাল কথা বা শব্দে রূপান্তর করার জন্যে ডি/এ কনভার্টারের সাহায্যে অ্যানালগ সিগন্যাল রূপান্তর করে থাকে।

১.১.৩ কমিউনিকেশন সিস্টেমের বর্ণনা

ডাটা কমিউনিকেশনের উপাদান মূলত পাঁচটি। যথা-

- উৎস (Source)
- প্রেরক (Transmitter/Sender)
- মাধ্যম (Medium/Channel)
- প্রাপক (Receiver)
- গন্তব্য (Destination)

চিত্রে ব্লক ডায়াগ্রামের মাধ্যমে কমিউনিকেশন সিস্টেমের বর্ণনা করা হলো-



চিত্র-১.২ কমিউনিকেশন সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

উৎস (Source): আমরা জানি যে, যোগাযোগ ব্যবস্থা প্রেরক (ট্রান্সমিটার) এবং রিসিভারের মধ্যে যোগাযোগ সেতু স্থাপন করে। প্রেরক এবং প্রাপকের মধ্যে এই যোগাযোগ সেতুটি স্থাপন করতে, প্রথমে আমাদের প্রেরণের

জন্য একটি তথ্য প্রয়োজন। তথ্য হলো অর্থবহ ডাটা যা গ্রাহক গ্রহণ করেন। যা তথ্য উৎস থেকে পাওয়া যায়। এটি পাঠ্য, অডিও, ভিডিও, ফটো বা সেগুলোর সংমিশ্রণ আকারে হতে পারে। যেমন- শব্দ (মানব ভাষণ), চিত্র (চিত্র উৎস) ইত্যাদি।

প্রেরক (Transmitter/Sender): ট্রান্সমিটার একটি ইলেকট্রনিক্স ডিভাইস, যার কাজ হল ডাটা ট্রান্সমিট করা। ট্রান্সমিটার তথ্য বা ডাটা (যেমন অডিও বা ভিডিওকে) রেডিও তরঙ্গে রূপান্তর করে। ট্রান্সমিটার যখন এন্টিনায় বার্তা পাঠায় তখন সেই বার্তা বিদ্যুৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গে রূপান্তরিত হয়ে রিসিভারের এ্যান্টেনায় পৌঁছায়। তখন রিসিভার এন্টেনায় একই রকম বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে শব্দ বা ডাটা উৎপন্ন করে।

মাধ্যম (Medium/Channel): যোগাযোগ চ্যানেল হলো এমন একটি মাধ্যম যা উৎস (ট্রান্সমিটার) থেকে গন্তব্যে (রিসিভার) সিগন্যাল প্রেরণের জন্য ব্যবহৃত হয়। চ্যানেল দিয়ে যাওয়ার সময় সিগন্যালটি বিভিন্নভাবে ক্ষতিগ্রস্থ হতে পারে যাকে নয়েস (Noise) বলে।

যোগাযোগ চ্যানেলগুলো দু'টি বিভাগে বিভক্তঃ তারযুক্ত এবং ওয়্যারলেস। তারযুক্ত চ্যানেলগুলো হলো- কো-এক্সিয়াল ক্যাবল, টুইস্ট পেয়ার ক্যাবল, ফাইবার অপটিক ইত্যাদি। ওয়্যারলেস চ্যানেলগুলোর উদাহরণ বায়ু, পানি এবং শূন্যস্থান। এতে কোনো তার যুক্ত থাকে না। চ্যানেল থেকে প্রাপ্ত সিগন্যাল খুব দুর্বল থাকে। এই সিগন্যালের ক্ষতি পূরণ করতে, পরিবর্ধক (Amplifier- যা সিগন্যালের শক্তি বৃদ্ধি করে) ট্রান্সমিটার এবং রিসিভারের উভয়দিকে ব্যবহার করা হয়।

প্রাপক (Receiver): এটা এমন একটি ডিভাইস যা প্রেরক থেকে আসা বার্তাটি গ্রহণ করে এবং বার্তায় থাকা তথ্যের প্রক্রিয়া শেষে গন্তব্য (Destination) ডিভাইসের বোধগম্য করে উপস্থাপন করে।

গন্তব্য (Destination): এটা রিসিভার থেকে কাঙ্খিত ডাটা গ্রহণ করে থাকে। যেমন- কম্পিউটার।

একক কাজঃ
ডিজিট্যাল কমিউনিকেশন সিস্টেমের গুরুত্বপূর্ণ ৫টি উপাদানের নাম লিখে শ্রেণি শিক্ষককে দেখাও।

১.১.৪ ডিজিট্যাল কমিউনিকেশনের সুবিধা

ডিজিটাল কমিউনিকেশনের সুবিধাগুলো হলো-

(ক) ট্রান্সমিশন পাওয়ার কম লাগে।
(খ) এটি দ্রুতগতিতে কাজ করে।
(গ) ত্রুটি নির্ণয় করা খুব সহজ।
(ঘ) তথ্যের গোপনীয়তা রক্ষা করা যায়।
(ঙ) ডিজিটাল সিস্টেমকে সহজেই ডুপ্লিকেট করা যায়।
(চ) ডাটা সহজে প্রসেস করা যায়।
(ছ) এতে সহজে ডাটা স্টোর করা যায়।

১.১.৫ মডেম

চিত্র-১.৩ মডেম

মডেম (Modem) এর পূর্ণ নাম হলো- Modulation and demodulation. অতএব বলা যায় যে মডেম হলো মডুলেশন-ডিমডুলেশন ডিভাইস, যার মাধ্যমে কোনো ডাটাকে স্থানান্তরের কাজ সম্পন্ন করা হয়।

মডেম কিভাবে কাজ করে তা জানতে হলে আগে জানতে হবে মডুলেশন ও ডিমডুলেশন কী? তাহলে আগে মডুলেশন ও ডিমডুলেশন নিয়ে আলোচনা করা যাক-

মডুলেশনঃ মডুলেশন হলো ডিজিটাল ডাটাকে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তর করার প্রক্রিয়া ।

ডিমডুলেশনঃ ডিমডুলেশন হলো মডুলেট কৃত অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটাল ডাটাতে রূপান্তর করার প্রক্রিয়া।

মডেমের কাজের প্রক্রিয়াঃ যখন একজন ব্যবহারকারী ডিজিটাল সংকেতের মাধ্যমে কোনো নির্দেশ প্রদান করে তখন তা মডুলেট হয়ে সার্ভার এ নক করে তখন সার্ভার থেকে প্রক্রিয়াকরণের পর ডিমডুলেট হয়ে ব্যবহারকারী কে প্রদর্শন করে।

মডেম এর প্রকারভেদঃ দুই ধরণের মডেম রয়েছে- প্রথমটি ইথারনেট মডেম যা কম্পিউটার নেটওয়ার্ক কার্ডে প্লাগ হয়, দ্বিতীয়টি ওয়্যারলেস মডেম যা তার বিহীন হয়ে থাকে।

ইন্টারনেট ব্যবহারের ক্ষেত্রে প্রেরক ও গ্রাহক উভয় প্রান্তে মডেম ব্যবহার করা যায়।

১.২ ডাটা কমিউনিকেশন নেটওয়ার্ক

দুই বা ততোধিক বস্তুকে কোন কিছুর মাধ্যমে সমন্বয় করার প্রক্রিয়াকে নেটওয়ার্ক (Network) বলা হয়। অদ্রুপ Cable, Modem বা Satellite এর মাধ্যমে দুই বা ততোধিক কম্পিউটারে ডাটা আদান প্রদান করার প্রক্রিয়াকেই ডাটা কমিউনিকেশন নেটওয়ার্ক বলা হয়। ষাটের দশকে মিনি ও মেইনফ্রেম কম্পিউটারের মাধ্যমে প্রথম নেটওয়ার্কিং প্রক্রিয়া শুরু হয়। পরবর্তীতে আশির দশকের গোড়ার দিকে পার্সোনাল কম্পিউটারের (PC) মাধ্যমে নেটওয়ার্কিং প্রক্রিয়া যাত্রা শুরু করে। এ কথা বলার অপেক্ষা রাখে না যে, পার্সোনাল কম্পিউটার ব্যবহারের সময় একই সময়ে একটি কম্পিউটারে মাত্র একজন ব্যবহারকারী কাজ করতে পারে। PC-তে নেটওয়ার্কিং-এর

চিত্র-১.৪ ডাটা কমিউনিকেশন নেটওয়ার্ক

ফলে একটি কম্পিউটারে একই সময়ে একাধিক ব্যবহারকারী কাজ করতে পারে।

১.২.১ কম্পিউটার নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত ক্যাবলসমূহ

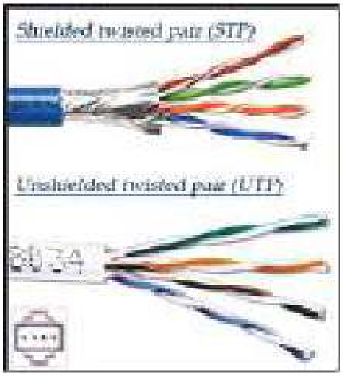
কম্পিউটার নেটওয়ার্কে বিভিন্ন ধরনের ক্যাবল ব্যবহার করা হয়। নিচে এগুলো নিয়ে আলোচনা করা হলো।

১। **টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবলঃ** দু'টি প্যাঁচানো কপার তার দিয়ে টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল তৈরি করা হয়। প্রতি ক্যাবলে ইনসুলেটর জ্যাকেট ও কন্ডাক্টর থাকে। দু'টি তারের মধ্যে একটি রিসিভার এর নিকট সিগন্যাল বহনে ব্যবহৃত হয়, আর অপরটি গ্রাউন্ড হিসেবে কাজ করে। টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবলকে ২টি ভাগে ভাগ করা যায়। যথা– (ক) শিলডেড টুইস্টেড পেয়ার এবং (খ) আনশিলডেড টুইস্টেড পেয়ার।

ক. **শিলডেড টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবলঃ** শিলডেড টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল এর সংক্ষিপ্ত নাম এসটিপি। অনাকাঙ্ক্ষিত নয়েজ প্রতিহত করার জন্য পরিবাহী আবরণ এবং জোড়া তারের সমন্বয়ে এসটিপি ক্যাবল গঠিত হয়। তারের প্রত্যেক জোড়াই ধাতব পাত দ্বারা মোড়ানো থাকে।

এসটিপি ক্যাবলে দু'টি অংশ থাকে। যথা– (১) জোড়া তারের প্রত্যেকটির ধাতব সূতা এবং (২) তারের উপর ধাতবপাত দ্বারা মোড়ানো আবরণ।

খ. **আনশিলডেড টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবলঃ** টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল এর মধ্যে বেশি ব্যবহৃত হয় আনশিলডেড টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল। এটিকে সংক্ষেপে ইউটিপি (UTP) ক্যাবল বলা হয়। ইউটিপিকে চার জোড়া বিশিষ্ট ওয়্যার মিডিয়াও বলে। ইউটিপি ক্যাবলের ৮টি কপার তার এর প্রত্যেকটি অপরিবাহী পদার্থ দ্বারা আবৃত থাকে।



চিত্র-১.৫ (ক) শিলডেড টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল এবং (খ) আনশিলডেড টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল

২। **কো-এক্সিয়াল ক্যাবলঃ** কো-এক্সিয়াল ক্যাবল টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবলের চেয়ে তুলনামূলকভাবে হাই ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল বহন করে। কো-এক্সিয়াল ক্যাবল হলো এমন এক ধরনের ক্যাবল, যাতে গোলাকার আকৃতির দু'টি কন্ডাক্টর, ১টি ইনসুলেটর এবং একটি জ্যাকেট থাকে। দু'টি কন্ডাক্টর এর মধ্যে একটি কন্ডাক্টরকে বলা হয় ইনার কন্ডাক্টর এবং অপরটিকে বলা হয় আউটার কন্ডাক্টর। ইনার কন্ডাক্টর সাধারণত কপার দিয়ে তৈরি। ইনার কন্ডাক্টর এর বাইরের চারপাশ নমনীয় অপরিবাহী পদার্থ

দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে। এ অপরিবাহীর বাইরে আউটার কন্ডাক্টর থাকে, যা ধাতব পাত বা ধাতব সুতা কিংবা দুইয়ের সংমিশ্রণে তৈরি। আউটার কন্ডাক্টর সিলিন্ডার আকৃতি বিশিষ্ট। আউটার কন্ডাক্টরের বাইরে পুরো তারকে ঢেকে দেয়ার জন্য প্লাস্টিক কভার থাকে, যাকে ক্যাবল জ্যাকেটও বলা হয়। (চিত্র: ১.৬)

চিত্র-১.৬ কো-এক্সিয়াল ক্যাবল

৩। **ফাইবার অপটিক্যাল ক্যাবলঃ** ফাইবার অপটিক্যাল ক্যাবল তৈরি করতে খুব সরু কাচের তন্তু বা প্লাস্টিক ব্যবহার করা হয়। এ তন্তু দিয়ে আলোর গতিতে প্রবাহিত লেজার রশ্মির সাহায্যে ডাটা স্থানান্তর করা হয়। ক্যাবলের শুরুতে তড়িৎশক্তিকে আলোকশক্তিতে রূপান্তরের জন্য একটি কনভার্টার এবং ক্যাবলের শেষ প্রান্তে আলোকশক্তিকে তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরের জন্য অন্য একটি কনভার্টার ব্যবহার করা হয়। অপটিক্যাল ফাইবার ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল ট্রান্সমিট করতে পারে না। ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালকে তাই আলোক সিগন্যালে পরিবর্তন করে ট্রান্সমিট করতে হয়।

অপটিক্যাল ফাইবারের মধ্যে যে সরু কাঁচের তন্তু থাকে তাকে কোর (Core) বলা হয়। কোরের বাইরের চারপাশে যে কনসেনট্রিক ধাতব লেয়ার থাকে, তাকে ক্ল্যাডিং (Cladding) বলা হয়। সাধারণত কোরের ব্যাস ৬২.৫ মাইক্রোনস্ (১ মাইক্রোনস = ১ মিটারের দশ লক্ষ ভাগের এক ভাগ) এবং ক্ল্যাডিং এর ব্যাস হলো ১২৫ মাইক্রোন। ক্ল্যাডিং এর উপর প্লাস্টিক দিয়ে তৈরি যে পাতলা আবরণ (Coating) থাকে তাকে জ্যাকেট (Jacket) বলা হয়। এই জ্যাকেট বাইরের ঘর্ষণ, দ্রাবক ও অন্যান্য ক্ষতিকারক নিয়ামক থেকে ফাইবারের কোর এবং ক্ল্যাডিংকে রক্ষা করে। (চিত্র: ১.৭)

চিত্র-১.৭ ফাইবার অপটিক ক্যাবল

১.২.২ কম্পিউটার নেটওয়ার্কে ব্যবহৃত কানেক্টরসমূহ

নেটওয়ার্ক ইন্টারফেস কার্ড (NIC–Network Interface Card) বা নিক এবং ক্যাবলের মধ্যবর্তী ক্ষুদ্র ডিভাইসটি হচ্ছে ক্যাবল কানেক্টর। অর্থাৎ এটি নেটওয়ার্কের ক্যাবল এবং নিককে সংযুক্ত করে থাকে। কম্পিউটার নেটওয়ার্কে বিভিন্ন প্রকার ক্যাবলের সাথে ভিন্ন ভিন্ন ধরন ও স্ট্যান্ডার্ড এর কানেক্টর ব্যবহৃত হয়। সচরাচর ইউটিপি ক্যাবলের সাথে আরজে–৪৫ (RJ–45), কানেকটর, কো-এক্সিয়াল ক্যাবল এর সাথে বিএনসি কানেক্টর এবং ফাইবার অপটিক ক্যাবলের সাথে SC, ST, MT–RJ, LC, FC নামক কানেক্টর ব্যবহৃত হয়ে থাকে। নেটওয়ার্কে সাধারণত যে ধরনের কানেক্টর ব্যবহৃত হয় তা নিচে দেখানো হলো-

কানেক্টরের ধরন	বর্ণনা	
ক. আরজে–৪৫ (RJ–45) (RJ–Registered Jack)	এনআইসি'র সাথে ইউটিপি ক্যাবলের সংযোগ প্রদানে এটি ব্যবহৃত হয়।	চিত্র-১.৮ RJ-৪৫ কানেক্টর
খ. আরজি–৫৮	এটি কো–এক্সিয়াল বিএনসি (BNC) কানেক্টর নামে পরিচিত। এ ধরনের কানেক্টর থিননেট বা ১০ বেজ ২ ক্যাবলে সংযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়।	চিত্র-১.৯ RG-৫৮ কানেক্টর
গ. এইউআই (AUI–Attachment User Connector)	এটি ১৫ পিনবিশিষ্ট কানেক্টর যা এইউআই ড্রপ ক্যাবলে সংযোগ প্রদানে ব্যবহৃত হয়।	চিত্র-১.১০ AUI কানেক্টর
ঘ. এসসি, এসটি, এমটি–আরজে, এলসি ও এফসি (SC, ST, MT–RJ, LC, FC)	SC কানেক্টরটি একটি পুশ-পুল কানেক্টর যা সাধারণ অডিও ও ভিডিও এর প্লাগ ও সকেটসমূহের মতোই। ST কানেক্টরটি একটি হাফ-টুইস্ট বেয়োনেট ধাঁচের লক ব্যবহার করে। MT–RJ হলো খুবই ক্ষুদ্র ফর্ম ফ্যাক্টরে দুটি ফাইবারের জন্য একটি জনপ্রিয় কানেক্টর। FC	চিত্র-১.১১ অপটিক্যাল ফাইবার

	কানেক্টরগুলো উপরের দিকে RJ–45 কানেক্টরের মতোই একটি ফ্ল্যাঞ্জ থাকে যা পোর্টে কানেক্টরটিকে ভালোভাবে আটকে রাখে ও সুরক্ষা দেয়। FC কানেক্টরগুলো সিঙ্গেল মোড ও মাল্টিমোড ফাইবার অপটিক ক্যাবলের জন্য ব্যবহৃত হয়।	কানেক্টর

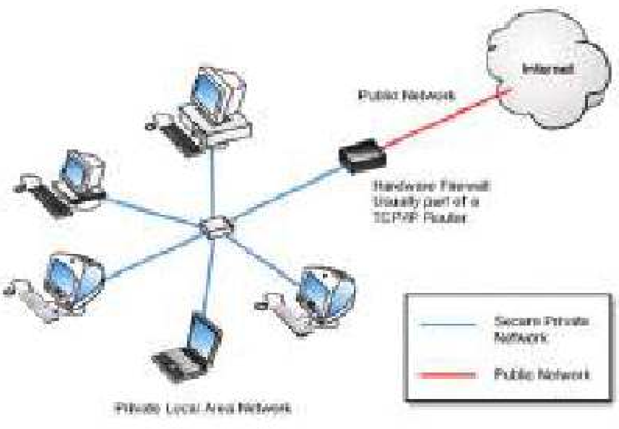
১.২.৩ কম্পিউটার নেটওয়ার্ক এর প্রকারভেদ

কম্পিউটার নেটওয়ার্ককে মূলত তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা–

১. লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক (Local Area Network–LAN)
২. মেট্রোপলিটন এরিয়া নেটওয়ার্ক (Metropolitan Area Network–MAN)
৩. ওয়াইড এরিয়া নেটওয়ার্ক (Wide Area Network–WAN)

লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক বা ল্যান (LAN–Local Area Network)::

একটি নির্দিষ্ট ভবন বা ক্যাম্পাসে যদি একদল কম্পিউটার নেটওয়ার্কভুক্ত হয়, তাহলে সেটি ল্যান নামে পরিচিত হবে। ল্যানের অধীনে কোন একটি ভবনের একই তলায় অবস্থিত সকল কম্পিউটার থাকতে পারে, অথবা কোন একটি কোম্পানির একই ভবনের কাছাকাছি ফ্লোরের কম্পিউটারগুলো ল্যানভুক্ত হতে পারে। তবে এক্ষেত্রে একটি নির্দিষ্ট দূরত্বের মধ্যে কম্পিউটারগুলোকে থাকতে হবে।



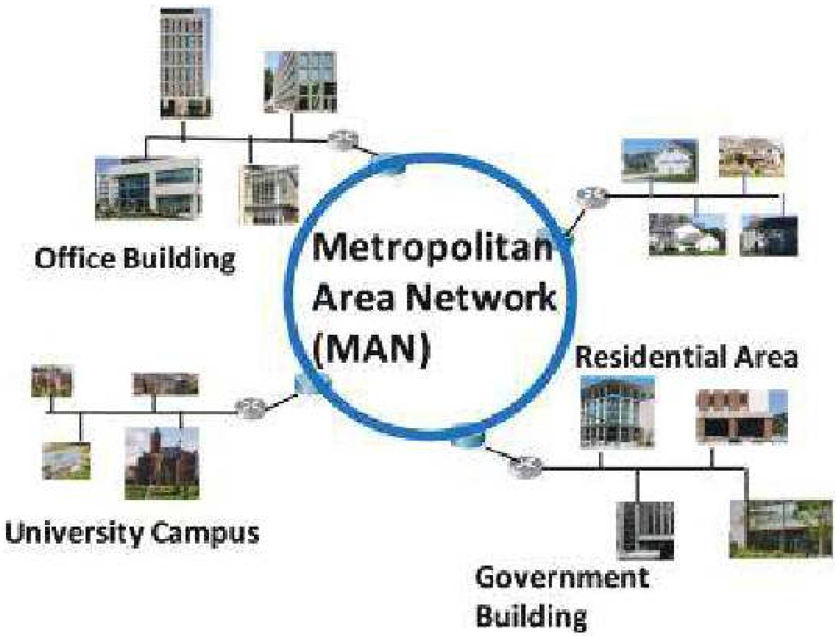
চিত্র-১.৮ লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক (LAN)

লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কের বৈশিষ্ট্যাবলি:

১. ক্ষুদ্র অঞ্চলের মধ্যে এর কার্যক্রম সীমাবদ্ধ
২. উপাত্ত স্থানান্তরের হার সাধারণত ১০ মেগাবিট/সেঃ থেকে ১০০০ মেগাবিট/সেঃ
৩. শ্রেণি সংযোগের মাধ্যমে কম্পিউটারগুলো সংযুক্ত হয়
৪. এই নেটওয়ার্ক স্থাপন ও রক্ষণাবেক্ষণ পদ্ধতি সহজসাধ্য ও ব্যয়বহুল নয়।

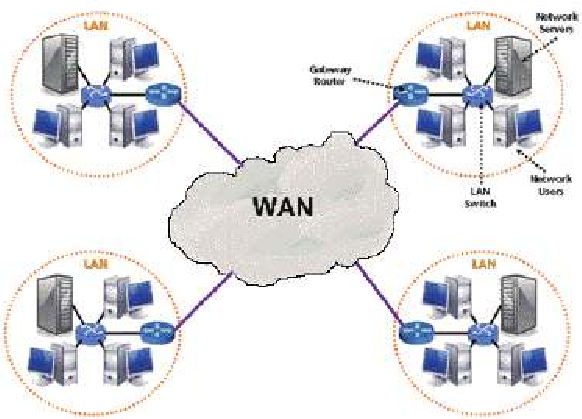
মেট্রোপলিটন এরিয়া নেটওয়ার্ক (MAN–Metropolitan Area Network):

ম্যান বা মেট্রোপলিটন এরিয়া নেটওয়ার্ক হচ্ছে কতকগুলো ল্যান নেটওয়ার্কের সমন্বয় যা একটি পুরো শহরে বা বড় আকারের কোন এলাকাব্যাপী বিস্তৃত।



চিত্র ১.৯ মেট্রোপলিটন এরিয়া নেটওয়ার্ক কার্ড (MAN)

ওয়াইড এরিয়া নেটওয়ার্ক (WAN–Wide Area Network): ওয়ান বা ওয়াইড এরিয়া নেটওয়ার্ক হচ্ছে কতকগুলো কম্পিউটার বা ল্যানের নেটওয়ার্ক যারা বিভিন্ন দূরত্বে অবস্থিত। ওয়ানের আওতায় কম্পিউটারগুলো কেবল একটি শহরেই সীমাবদ্ধ থাকতে পারে অথবা এগুলো বিশ্বের বিভিন্ন প্রান্তে ছড়িয়ে ছিটিয়েও থাকতে পারে। তবে ওয়ানের পুরো বিষয়টি নির্ভর করছে ফিজিক্যাল লাইন, ফাইবার অপটিক ক্যাবল, স্যাটেলাইট ট্রান্সমিশন এবং মাইক্রোওয়েভ ট্রান্সমিশনের উপর।



চিত্র-১.১০ ওয়াইড এরিয়া নেটওয়ার্ক (WAN)

ওয়াইড এরিয়া নেটওয়ার্কের মাধ্যমে নানা সুযোগ–সুবিধা পাওয়া যায়। যেমন–

১. বিভিন্ন পরিসংখ্যানগত উপাত্ত, পত্র–পত্রিকা, বই, চলচ্চিত্র প্রভৃতি সংগ্রহ ও ব্যবহার করা যায়;
২. ইলেকট্রনিক মেইল প্রক্রিয়ায় বিশ্বের যেকোন স্থানে চিঠিপত্র প্রেরণ করা যায়;
৩. ব্যক্তিগত বা সমষ্টিগতভাবে বুলেটিন বোর্ড গঠন করা যায়;
৪. অনলাইন শপিং করা যায়;
৫. সর্বোপরি, সমগ্র নেটওয়ার্ক-বিশ্বকে টেবিলে বসে প্রত্যক্ষ করা যায়।

সাম্প্রতিক সময়ে ইন্টারনেট সারা বিশ্বের সর্ববৃহৎ এবং কম খরচের ওয়ান হিসেবে নিজেকে প্রতিষ্ঠিত করেছে। ওয়ানের সবচেয়ে বড় সমস্যা হচ্ছে এর সীমিত পরিমাণ ব্যান্ডউইডথ (Bandwidth)। লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক বা ল্যানের তুলনায় ওয়ানের ডাটা ট্রান্সমিশন গতি অত্যন্ত কম। ফলে ওয়ানের মাধ্যমে অডিও, ভিডিও ফাইলের মতো বড় আকারের ফাইল আদান-প্রদান বেশ সমস্যাপূর্ণ।

১.২.৪ ল্যানে ব্যবহৃত কানেকটিভিটি ডিভাইস

একটি নেটওয়ার্ক যে ডিভাইস এর মাধ্যমে সম্প্রসারণ (Expansion) করা হয় তাকে নেটওয়ার্ক কানেকটিভিটি ডিভাইস বলা হয়। নেটওয়ার্ক কানেকটিভিটি ডিভাইসগুলো হচ্ছে–

১. নেটওয়ার্ক ইন্টারফেস কার্ড (NIC–Network Interface Card)
২. রিপিটার (Repeater) ৩. হাব (Hub)
৪. সুইচ (Switch) ৫. ব্রিজ (Bridge)
৬. রাউটার (Router)

নেটওয়ার্ক ইন্টারফেস কার্ড (NIC–Network Interface Card): নেটওয়ার্ক ইন্টারফেস কার্ড (NIC) বা নেটওয়ার্ক এডাপ্টর কার্ড একটি পিসি বা কম্পিউটারে ইনস্টল করা হয়। এটি মাদারবোর্ডে অবস্থিত ডাটাবাস নেটওয়ার্ক মিডিয়া বা ক্যাবলের মধ্যে ইন্টারফেস হিসেবে কাজ করে। বর্তমানে সকল কম্পিউটারের মাদারবোর্ডেই নেটওয়ার্ক এডাপ্টর কার্ড বিল্ট ইন থাকে। ট্রান্সরিসিভার (Transreceivers) অনুরূপ একটি নেটওয়ার্ক ডিভাইস যা একটি নির্দিষ্ট মিডিয়াতে সিগন্যালের ট্রান্সমিশন ও রিসিপশন উভয় কাজ সম্পাদন করতে পারে।

চিত্র-১.১১ নেটওয়ার্ক ইন্টারফেস কার্ড

রিপিটার (Repeater): রিপিটার এক ধরনের কানেকটিভিটি ডিভাইস যা দুর্বল সিগন্যালকে অ্যামপ্লিফাই বা শক্তিশালী করে অথবা সিগন্যাল Regenerate করে।

চিত্র-১.১২রিপিটার

হাব (Hub): স্টার টপোলজিতে কেন্দ্রীয় ডিভাইসটি হচ্ছে হাব যা নেটওয়ার্কের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। ইহা সিগন্যাল গ্রহণ করার পর কোন প্রকার পরিবর্তন/পরিবর্ধন ছাড়া অন্য কম্পিউটারে পাঠিয়ে দেয়। হাব তিন প্রকার। যথা– ক. একটিভ হাব (Active Hub)

খ. প্যাসিভ হাব (Passive Hub) ও

গ. ইন্টিলিজেন্ট হাব (Intelligent Hub)

চিত্র-১.১৩ হাব

সুইচ (Switch): সুইচ একটি নেটওয়ার্ক কানেকটিভিটি ডিভাইস। হাবের সাথে এর প্রধান পার্থক্য হলো সুইচ সিগন্যাল রিসিভ করার পর তা শুধুমাত্র টার্গেট পোর্ট বা নোডসমূহে প্রেরণ করে থাকে।

চিত্র-১.১৪ পিওই সুইচ

ব্রিজ (Bridge) : একাধিক ল্যান (LAN) কে সংযুক্ত করার মাধ্যমে ওয়ান (WAN) গঠনের জন্য ব্রিজ ব্যবহার করা হয়। ব্রীজ সাধারণত একই ধরনের ল্যান (LAN) কে সংযুক্ত করে।

চিত্র-১.১৫ ব্রিজ

রাউটার (Router) : রাউটার একটি গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্র, যা হার্ডওয়্যার ও সফটওয়্যারের সমন্বয়ে তৈরি। এটি নেটওয়ার্ক তৈরির কাজে ব্যবহার করা হয়। রাউটার হচ্ছে একটি নেটওয়ার্কিং ডিভাইস যা বিভিন্ন নেটওয়ার্কের মধ্য দিয়ে ডাটা প্যাকেট তার গন্তব্যে কোন পথে যাবে তা নির্ধারণ করে। রাউটারের দু'পাশের নেটওয়ার্ক পৃথক পৃথক নেটওয়ার্ক হিসেবে বিবেচিত হয়।

চিত্র-১.১৬ ওয়্যারলেস রাউটার

১.২.৫ ল্যান এর বিভিন্ন যন্ত্রাংশের মধ্যে সংযোগ স্থাপন

অতি সাধারণ লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক বা ল্যান প্রতিষ্ঠার ক্ষেত্রে একাধিক কম্পিউটারের সাথে সংযোগ স্থাপনে বিভিন্ন ধরনের যন্ত্রাংশ ব্যবহৃত হয়। সবগুলো ডেস্কটপ কম্পিউটারের সাথে নেটওয়ার্ক ইন্টারফেস কার্ড যুক্ত থাকতে হয়। এরপর প্রয়োজন হয় হাবের। সবগুলো কম্পিউটারের একপ্রান্ত RJ-45 কানেক্টরের মাধ্যমে CAT-5/CAT-6 ক্যাবল দ্বারা যুক্ত করা হয় এবং ক্যাবলের অপর প্রান্ত যুক্ত থাকে হাবের নির্ধারিত পোর্টের সাথে। এর মাধ্যমে প্রকৃতপক্ষে প্রতিটি কম্পিউটার একে অপরের সাথে যুক্ত হবার ক্ষেত্র প্রস্তুত হয়। এরপর প্রতিটি কম্পিউটারের অপারেটিং সিস্টেমের কন্ট্রোল প্যানেল হতে নেটওয়ার্ক কানেকশন অপশন ব্যবহার করে লোকাল এরিয়া কানেকশন তৈরি করতে হয়। প্রতিটি কম্পিউটারের জন্য নির্দিষ্ট আইপি অ্যাড্রেস দিতে হবে। এর মাধ্যমে একটি কম্পিউটার অপর কম্পিউটারকে চিনতে পারে। ফলে পরস্পরের মধ্যে ডাটা আদান প্রদানের সুবিধা সৃষ্টি হয়। এই প্রক্রিয়ায় ল্যানভুক্ত সকল ব্যবহারকারী একটি প্রিন্টারকেও ব্যবহার করতে পারে। উল্লেখ্য, ল্যানের সাথে সুইচ, রাউটার ইত্যাদি ব্যবহার করে এবং ইন্টারনেট সার্ভিস প্রোভাইডার হতে ইন্টারনেট এর কানেকশন গ্রহণ করে ল্যানভুক্ত সকল ব্যবহারকারীই বৃহত্তর ল্যান পরিবেশ বা ওয়ানে অর্থাৎ আরও সহজভাবে বলতে গেলে ইন্টারনেটে যুক্ত হয়ে বিশ্বের বৃহত্তর নেটওয়ার্কভুক্ত হতে পারে।

১.২.৬ কম্পিউটার নেটওয়ার্কের প্রয়োগক্ষেত্র

বর্তমানে নেটওয়ার্কবিহীন আধুনিক বিশ্ব কল্পনা করা যায় না। বিভিন্ন অফিস, আদালত, ব্যবসা ও শিক্ষা প্রতিষ্ঠান, গবেষণাগার, শিল্প কারখানা ইত্যাদিতে ব্যাপক হারে বিভিন্ন ধরনের নেটওয়ার্কের প্রয়োগ দেখা যায়। যেমন–

১. স্বয়ংক্রিয় অফিস ও কারখানা ব্যবস্থাপনা
২. ডিসট্রিবিউটেড কমপিউটিং
৩. অগ্নিনির্বাপন ও নিরাপত্তা
৪. ই-মেইল প্রেরণ ও গ্রহণ
৫. ইলেকট্রনিক বুলেটিন বোর্ড
৯. হার্ডওয়্যার ও সফটওয়্যার রিসোর্স শেয়ারিং
১০. ইনফরমেশন ম্যানেজমেন্ট
১১. টেলি ও ভিডিও কনফারেন্সিং
১২. ফাইল স্থানান্তর
১৩. ফ্যাক্স ও টেলেক্স সার্ভিস

৬. দূরবর্তী প্রোগ্রাম ও ডাটাবেসে প্রবেশ
৭. রেলওয়ে বা বিমান রিজার্ভেশন সিস্টেম
৮. ইলেকট্রনিক অর্থ স্থানান্তর
১৪. ইন্টারনেট ফোন
১৫. ওয়ার্ল্ড ওয়াইড ওয়েব ইত্যাদি।

১.২.৭ কম্পিউটার নেটওয়ার্ক এর সুবিধাসমূহ

কম্পিউটার নেটওয়ার্ক ব্যবহারের যেসব সুবিধা পাওয়া যায় তা নিচে তুলে ধরা হলো:

১. ব্যবসায়িক বা আর্থিক প্রতিষ্ঠানে হয়তো সব ধরনের তথ্য বিনিময় বা শেয়ার করা নিরাপদ নয়। তবে নেটওয়ার্ক ব্যবহার করে সহজেই সব ধরনের তথ্য বিনিময় করা যায় ;

২. হার্ডওয়্যার রিসোর্স শেয়ারিং করা যায়। যেমন– নেটওয়ার্কভুক্ত কোন কম্পিউটারের সাথে যুক্ত প্রিন্টার অন্যান্য কম্পিউটার থেকে ব্যবহার করা যায়। একইভাবে শেয়ারযোগ্য যেসকল হার্ডওয়্যার রিসোর্স যেমন- স্ক্যানার, প্লটার, হার্ড ডিস্ক স্পেস এবং মডেম ইত্যাদি ব্যবহার করা যায় ;

৩. সফটওয়্যার রিসোর্স শেয়ার করা যায়। যেমন– কোনো প্রতিষ্ঠানের নেটওয়ার্কে কেন্দ্রীয়ভাবে সফটওয়্যার ইনস্টল ও কনফিগার করা হয়, তখন ঐ সফটওয়্যার বা প্রোগ্রাম পুরো প্রতিষ্ঠানের অন্যান্য ক্লায়েন্টদের জন্য ব্যবহারযোগ্য রিসোর্স হয়ে যায় ;

৪. তথ্য সংরক্ষণ করা যায়। নেটওয়ার্কিং সুবিধা কাজে লাগিয়ে একটি কেন্দ্রীয় স্টোরেজ মিডিয়া বা সার্ভারে নেটওয়ার্ক ক্লায়েন্ট যাবতীয় তথ্য সংরক্ষণ করা যায় ;

৫. তথ্য সুরক্ষা করা যায়। যেমন– নেটওয়ার্ক ব্যবহারের জন্য অনুমোদিত নয় এমন কেউ ইচ্ছে করলেই সংরক্ষিত কম্পিউটার ব্যবহার করতে পারবে না ;

৬. বার্তা বা মেসেস আদান–প্রদান করা যায়। নেটওয়ার্কভুক্ত ক্লায়েন্ট একে অপরের সাথে ইলেকট্রনিক মেইল বা ই-মেইল আকারে ডকুমেন্ট লেনদেন এবং তাৎক্ষণিক বার্তা বিনিময় করতে পারে।

১.২.৮ ইন্টারনেট

ইন্টারনেট (Internet) হলো পৃথিবী জুড়ে বিস্তৃত অসংখ্য নেটওয়ার্কের সমবায়ে গঠিত একটি বৃহৎ নেটওয়ার্ক ব্যবস্থা। বিশ্বের বিভিন্ন প্রান্তে ছড়িয়ে ছিটিয়ে থাকা অনেকগুলো নেটওয়ার্কের সমন্বিত অবস্থাই ইন্টারনেট। বর্তমানে ইন্টারনেট সারা পৃথিবীকে গ্লোবাল নেটওয়ার্কের আওতায় আনতে সক্ষম হয়েছে। ইন্টারনেটে সংযুক্ত কোনো কম্পিউটার বিশ্বব্যাপি ছড়িয়ে থাকা অসংখ্য সার্ভার ও কম্পিউটার থেকে তথ্য অ্যাকসেস করতে পারে। কম্পিউটার বিশ্বে ইন্টারনেট হচ্ছে সবচেয়ে বড় বিপ্লব। ইন্টারনেট হচ্ছে একটি কম্পিউটার নির্ভর নেটওয়ার্কিং সিস্টেম, তাই কম্পিউটারের বহুমুখী ব্যবহারের উপর ইন্টারনেটের ব্যবহার নির্ভর করে। জীবনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে ইন্টারনেটের ব্যবহার বিস্তৃত হচ্ছে, এটা কেবল গবেষণাকর্ম বা

চিত্র-১.১৭ ইন্টারনেট

সরকারি কর্মকান্ডের মধ্যেই সীমাবদ্ধ নয়। সমাজের সকল শ্রেণীর মানুষের জন্য ইন্টারনেট এখন উন্মুক্ত। যেকোন ধরনের ব্যবসায়িক যোগাযোগ কিংবা বিজ্ঞাপনের জন্য ইন্টারনেটকে মাধ্যম হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

১.২.৯ ইন্ট্রানেট এবং এক্সট্রানেট

ইন্ট্রানেট এবং এক্সট্রানেট কি এটা নিয়ে অনেকের মধ্যে প্রশ্ন থাকে। এই লেখাটিতে ইন্ট্রানেট এবং এক্সট্রানেট কি এবং কিভাবে কাজ করে তার বিস্তারিত আলোচনা তুলে ধরা হলো। ইন্ট্রানেট হচ্ছে ইন্টারনেট এর মতো একটা নেটওয়ার্ক মাধ্যম যা সকলের জন্য উন্মুক্ত না। এটা শুধু মাত্র নির্দিষ্ট কিছু মানুষের ব্যবহার এর জন্য কাজ করে। পাসওয়ার্ড ব্যবহার করে শুধুমাত্র কোম্পানির নিজস্ব লোকজন এসব রিসোর্স ব্যবহার করতে পারে কোম্পানি সুরক্ষিত রিসোর্স সম্বলিত এই নেটওয়ার্ক অংশটিকে বলা হয় ইন্ট্রানেট। ইন্টারনেটের মতোই সম্প্রতি সময়ে এক্সট্রানেটও ব্যাপক জনপ্রিয়তা পেয়েছে। কোম্পানির ওয়েবসাইটের মাধ্যমে সাধারণ ইউজাররা এসব তথ্য দেখতে পারে বা ডাউনলোড করে সংরক্ষণ করতে পারে, ওয়ানের(WAN) এধরনের উন্মুক্ত অংশকে বলা হয় extranet । বাংলাদেশে ইন্ট্রানেট এর ব্যাপক ব্যবহার করা হয় বিভিন্ন বোর্ড পরীক্ষার প্রশ্ন যথাসময়ে আদান প্রদানের জন্য। এছাড়া সরকারি বেসরকারি অফিসের গোপন তথ্য আদান প্রদান করতে এই ইন্ট্রানেট ব্যবহার করা হয়। এটা ব্যবহার এর মূল কারণ হলো সিকিউরিটি। সাধারণ ইন্টারনেট হ্যাকিং করা সহজ কিন্তু ইন্ট্রানেট হ্যাকিং সহজ নয়।

১.২.১০ ইন্টারনেট এর ব্যবহার

নিচে সংক্ষেপে ইন্টারনেটের ব্যবহার উল্লেখ করা হলো।

তথ্যের আদান–প্রদানঃ

- বর্তমানে ইন্টারনেট তথ্যের আদান–প্রদানের অন্যতম মাধ্যম হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। ইন্টারনেটের মাধ্যমে মুহূর্তেই বিশ্বের যেকোন প্রান্তে ই–মেইল করে তথ্য প্রেরণ করা যায়।
- ইন্টারনেটের মাধ্যমে ফ্যাক্স সুবিধা পাওয়া যায়।
- VOIP বা ভয়েস ওভার ইন্টারনেট প্রটোকলের মাধ্যমে প্রচলিত ফোনের চাইতে খুব কম খরচে বিশ্বের যেকোন প্রান্তে কথা বলা যায়।

তথ্য আহরণঃ

- ইন্টারনেট হলো তথ্যের বিশাল ভান্ডার। এমন কোন তথ্য নেই যা ইন্টারনেটে পাওয়া যায় না। তাই যেকোন তথ্যের জন্য নির্ভরযোগ্য মাধ্যম হলো ইন্টারনেট।
- বিভিন্ন ধরনের সফটওয়্যার, ফ্রিওয়্যার, বিনোদন উপকরণ ইন্টারনেট থেকে ডাউনলোড করে সংগ্রহ করা যায়।

৩৮/১৫

শিক্ষার ক্ষেত্রেঃ

- আজকাল ইন্টারনেট জ্ঞান অর্জনের মহাসমুদ্রে পরিণত হয়েছে। জীবনের যেকোন প্রয়োজনীয় শিক্ষামূলক তথ্য ইন্টারনেট থেকে আহরণ করে জ্ঞানার্জন করা যায়
- অনলাইনে যেকোনো লাইব্রেরি থেকে কিংবা অনলাইনে অবস্থিত যেকোনো পুস্তক অধ্যয়ন করা যায়
- ইন্টারনেটের মাধ্যমে পড়ে যেকোনো করসপন্ডেন্স কোর্স করা যায়। ঘরে বসেই বিশ্বের নামকরা শিক্ষা প্রতিষ্ঠানগুলোর শিক্ষা গ্রহণ করা যায়।

চিকিৎসা ক্ষেত্রেঃ

- অনলাইনে চিকিৎসা সেবা নেয়া যায়। টেলিমেডিসিন পদ্ধতিতে বিশ্বের নামকরা চিকিৎসকদের সাথে সরাসরি পৃথিবীর যেকোনো প্রান্তে বসে এই সেবা পাওয়া যায়।

বিনোদন ও অনলাইন মিডিয়াঃ

- ইন্টারনেট টিভি ও ইন্টারনেট রেডিও চালুর ফলে ঘরে বসেই কম্পিউটারে বিভিন্ন ধরনের টেলিভিশন ও রেডিও চ্যানেলের অনুষ্ঠান উপভোগ করা যায়।
- তাৎক্ষণিকভাবে বিশ্বের যেকোন প্রান্তে থাকা যেকোন ব্যক্তির সাথে টেক্সট চ্যাট করা, কথা বলা, ভিডিও চ্যাট করা যায়।
- ঘরে বসেই বিশ্বের বিভিন্ন দেশের পত্রপত্রিকা পড়া যায়। দৈনিক পত্রিকাগুলোর কাগজের কপি বাজারে আসার পূর্বেই তা অনলাইনে বসে পড়ে নেয়া যায়।

বাণিজ্যিকঃ

- ইন্টারনেট ব্যবহার করে ই-কমার্সের সাহায্যে ঘরে বসেই পণ্য কেনা যায়।
- ব্যবসায়-বাণিজ্যের প্রসারের ক্ষেত্রে ইন্টারনেট গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখছে। ইন্টারনেট একদিকে যেমন ব্যবসায়িক যোগাযোগ বা করসপন্ডেন্সের মাধ্যম হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে, অন্যদিকে পণ্যের বিপণন ও বিজ্ঞাপনের জন্য ওয়েবপেজ বহুল ব্যবহৃত হচ্ছে। ওয়েবপেজে একটি বিজ্ঞাপন যেভাবে নিমেষেই সারা পৃথিবীতে ছড়িয়ে দেওয়া যায় কোন পত্রপত্রিকা মারফত তা সম্ভব নয়।

বৈশ্বিক অবস্থান সম্বন্ধীয় সেবাঃ

- গুগল ম্যাপস এর মতো সেবার মাধ্যমে বিশ্বের যেকোন স্থানের স্যাটেলাইট মানচিত্র দেখে ওই স্থান সম্পর্কে ধারণা লাভ করা যায়। ওইসব স্থানের ছবি জুম করে বড় করে খুব কাছে থেকেও দেখা যায়।
- গ্লোবাল পজিশনিংয়ের সেবাও পাওয়া সম্ভব ইন্টারনেটের মাধ্যমে।

১.২.১১ ইন্টারনেট এর সুফল

ইন্টারনেটের বেশ কিছু সুফল পরিলক্ষিত হয়, সেগুলোর মধ্যে রয়েছে ;

১. ইন্টারনেটের মাধ্যমে মুহূর্তেই তথ্য আদান প্রদান করা যায় ;
২. সহজেই ভাবনার আদান-প্রদান করা যায় ;
৩. ই-গভর্নেন্স এর মাধ্যমে মানুষের দ্বারগোড়ায় সহজেই সরকারি সেবাসমূহকে নিয়ে আসা যাচ্ছে ;
৪. বিশ্বে প্রতি মুহূর্তে কী ঘটছে তা তাৎক্ষণিকভাবে জানা যাচ্ছে ;
৫. ব্যবসার ক্ষেত্রে ঘরে বসেই দেশ বিদেশের বিভিন্ন পণ্যের অর্ডার ও তার পেমেন্ট করা যাচ্ছে। আবার ঘরে বসেই এসব পণ্য পাওয়া যাচ্ছে ;
৬. ব্যাংকিং সুবিধা পাওয়ার ফলে এসব কাজের জন্য মানুষের ব্যাংকে যাওয়ার প্রয়োজনীয়তা ক্রমেই কমে আসছে ;
৭. বিভিন্ন ধরনের সামাজিক নেটওয়ার্কিং এর মাধ্যমে মানুষ এখন বিশ্বের বিভিন্ন প্রান্তের মানুষের সাথে যুক্ত হতে পারছে ;
৮. বিভিন্ন সামাজিক পরিবর্তনে এটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করছে।

১.২.১২ ইন্টারনেট এর কুফল

ইন্টারনেটের বেশ কিছু কুফল পরিলক্ষিত হয়, সেগুলোর মধ্যে রয়েছেঃ

১. শিক্ষার্থী ও উঠতি বয়সের ছেলেমেয়েরা সামাজিক নেটওয়ার্কিং এ বেশী সময় নষ্ট করায় তাদের মানসিক বিকাশে বাধাগ্রস্ত হচ্ছে ;
২. ইন্টারনেটে অনৈতিক বিভিন্ন বিষয় খুব সহজেই পাওয়া যাচ্ছে বলে তা মানুষের নৈতিক অবক্ষয় ঘটাচ্ছে ;
৩. হ্যাকারের আক্রমণে কম্পিউটারের গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাদির গোপনীয়তা ও নিরাপত্তার সমস্যা হচ্ছে ;
৪. অনলাইনে ভায়োলেন্সপূর্ণ কম্পিউটার গেমস দেখে ও খেলে শিশু–কিশোররা ক্রমেই সহিংস হয়ে উঠতে পারে ;
৫. সামাজিক নেটওয়ার্কিং সাইটগুলোতে আসক্তি হওয়ায় শিক্ষার্থীরা তাদের পড়ালেখায় ফাঁকি দিচ্ছে।

একক কাজঃ
তোমার দৃষ্টিতে ইন্টারনেটের উল্লেখযোগ্য ৫টি সুবিধা ও অসুবিধা খাতায় লিখে শ্রেণি শিক্ষককে দেখাও।

ইন্টারনেটকে ইতিবাচক কিংবা নেতিবাচক দু'ভাবেই ব্যবহার করা যায়। তবে এটি যাতে ইতিবাচকভাবেই ব্যবহৃত হয় সেজন্য বিভিন্ন দেশের সরকার নিজস্ব উপায়ে কার্যক্রম চালিয়ে যাচ্ছেন।

১.৩ টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম

যোগাযোগের উদ্দেশ্যে দূরবর্তী স্থানে সিগন্যালের ট্রান্সমিশন করাকে টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম বলে। এর মৌলিক ইলিমেন্ট তিনটি। যথা–

১। ট্রান্সমিটার, যা ইনফরমেশন গ্রহণ করে এবং একে সিগন্যালে পরিণত করে।

২। ট্রান্সমিশন মিডিয়া, যা সিগন্যাল বহন করে এবং

৩। রিসিভার, যা সিগন্যাল গ্রহণ করে এবং একে ব্যবহারযোগ্য ইনফরমেশনে রূপান্তর করে।

১.৩.১ টেলিফোন একচেঞ্জের শ্রেণিবিভাগ

টেলিফোন এক্সচেঞ্জ দু ধরণের। যথা-

(ক) অ্যানালগ টেলিফোন এক্সচেঞ্জ

(খ) ডিজিটাল টেলিফোন এক্সচেঞ্জ

অ্যানালগ টেলিফোন এক্সচেঞ্জ আবার দু ধরণের। যথা-

(অ) ম্যানুয়েল টেলিফোন এক্সচেঞ্জ

(আ) অটোমেটিক টেলিফোন এক্সচেঞ্জ

১.৩.২ PBX, NWD ও ISD:

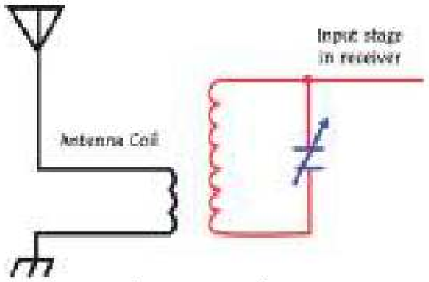
Private Branch Exchange (PBX) : প্রাইভেট ব্রাঞ্চ এক্সচেঞ্জ (PBX) হল ব্যক্তিগত লোকাল টেলিফোন সিস্টেম যা কোন বিল্ডিং ভবনে বা অফিসের মধ্যে টেলিফোন যোগাযোগের জন্য সীমিত থাকে। এই ব্যবস্থায় স্পীড ডায়ালিং, কল ট্রান্সফার এবং ভয়েস মেইলের ব্যবস্থা থাকে। PBX সিস্টেম লোকাল টেলিফোন সমূহকে যেমন সংযোগ দিতে পারে সেই সাথে পাবলিক সুইচ টেলিফোন নেটওয়ার্ক **Public Switch Telephone Network** (PSTN) এর সাথেও লোকাল টেলিফোন সমূহকে যুক্ত করতে পারে। PBX অনেক সময় প্রাইভেট অটোমেটিক ব্রাঞ্চ এক্সচেঞ্জ (PABX) বা ইলেকট্রনিক প্রাইভেট অটোমেটিক ব্রাঞ্চ এক্সচেঞ্জও **Electronic Private Automatic Branch Exchange** (EPABX) বলা হয়।

Nation Wide Dialling (NWD): এনডব্লিউডি এর পুরো নাম হলো ন্যাশন ওয়াইড ডায়ালিং। আমাদের দেশের অভ্যন্তরে টেলিফোনে যোগাযোগের জন্য এনডব্লিউডি সিস্টেম ব্যবহার করা হয়। যেমন ঢাকা অঞ্চল, বগুড়া অঞ্চল, কুষ্টিয়া অঞ্চল, খুলনা অঞ্চল, ময়মনসিংহ অঞ্চল, চট্টগ্রাম অঞ্চল, কুমিল্লা অঞ্চল, সিলেট অঞ্চল ইত্যাদি। এই সমস্ত অঞ্চলের প্রত্যেকটির ভিন্ন ভিন্ন এরিয়া কোড ছিল বর্তমান অভিন্ন Area Code 02 ব্যবহার চলমান।

International Subscriber Dialling (ISD): আইএসডি এর পুরো নাম হল ইন্টারন্যাশনাল সাবস্ক্রাইবার ডায়ালিং। বহির্বিশ্বের সাথে টেলিযোগাযোগের জন্য আইএসডি সিস্টেম ব্যবহার করা হয়। এই সিস্টেমে ব্যবহৃত টেলিফোন নম্বরগুলোতে তিনটি অংশ থাকে। প্রথমটি কান্ট্রি কোড, যেমন-আমেরিকার কান্ট্রি কোড ০০১, বাংলাদেশের কান্ট্রি কোড ৮৮০ ইত্যাদি। দ্বিতীয় অংশটি সিটি কোড। যেমন ঢাকার সিটি কোড ০২, পৃথিবীর প্রত্যেকটি শহরের নিজস্ব সিটি কোড আছে। তৃতীয় অংশটি যে কোন শহরের গ্রাহকের নিজস্ব টেলিফোন নম্বর।

১.৪ টিভি এন্টেনা

এন্টেনা একটি কন্ডাক্টর, যা ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভকে প্রেরণ বা গ্রহণ করতে পারে। নিম্নে একটি এন্টেনার সাধারণ চিত্র অঙ্কন করে এর প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা করা হল- (চিত্র:-১.১৮)



চিত্র-১.১৮ এন্টেনা

১.৪.১ এন্টেনার প্রকারভেদ: স্থাপন অনুসারে এন্টেনা দুই প্রকার, যথা- ইনডোর এন্টেনা, আউটডোর এন্টেনা। গঠন অনুসারে এন্টেনা বিভিন্ন প্রকার হয়ে থাকে। যথা- শর্ট ডাইপোল এন্টেনা, ডাইপোল এন্টেনা, লোপ এন্টেনা, মনোপোল এন্টেনা, স্লট এন্টেনা, হর্ণ এন্টেনা, মাইক্রোস্ট্রিপ এন্টেনা, রেকট্যাংগুলার এন্টেনা, প্যারাবোলিক এন্টেনা, লং ওয়্যার এন্টেনা, ইয়াগি এন্টেনা, ডিস এন্টেনা ইত্যাদি। ইনডোর এন্টেনা ঘরের ভিতরে টেলিভিশনে বসানো হয় বা তার পাশে একটি টেবিলের উপর দাঁড়িয়ে রাখা যায়। একটি সংক্ষিপ্ত ফিডলাইন দ্বারা টেলিভিশনে সংযুক্ত থাকে। এটা আকারে ছোট এবং বেশী উচ্চতায় স্থাপন করা হয় না। এটা আউটডোর এন্টেনার মতো ভাল ফলাফল দেয় না। আউটডোর এন্টেনা ঘরের বাহিরে স্থাপন করা হয়।

১.৪.২ টিভি এন্টেনা স্থাপন পদ্ধতি

এন্টেনা কে দৃষ্টিসীমার মধ্যে রাখতে হবে। ট্রান্সমিটারের সাথে ব্রড সাইড হিসেবে রাখা দরকার ও যতটা সম্ভব উঁচুতে রাখতে হবে। উচ্চতা বাড়লে এন্টেনা সিগন্যালের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় এবং ইন্টারফিয়ারেন্স কম হয়। এ এন্টেনাকে অন্যান্য এন্টেনা থেকে কম পক্ষে ছয় ফুট দূরে রাখতে হবে এবং খেয়াল রাখতে হবে এর কাছে যেন কোনো রকম ধাতব বস্তু না থাকে। বড় আকারের এন্টেনা দু'টি বা ততোধিক 'বে' পরস্পরের সাথে লম্বভাবে লাগানো উচিত। একাধিক 'বে' এবং দীর্ঘ ক্রস আর্মের সাহায্যে ছাদে স্থাপন করা উচিত। সাধারণত যে কোনো জনাকীর্ণ শহর উঁচু দালান দ্বারা আবৃত থাকে । সেই সব স্থানে যতদূর সম্ভব এন্টেনা উঁচুতে স্থাপন করা উচিত।

১.৪.৩ ক্যাবল টেলিভিশন সিস্টেম

এটা এমন একটি সিস্টেম যাতে কো-এক্সিয়াল বা ফাইবার অপটিক্যাল ফাইবার ক্যাবলের সাহায্যে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি (RF) সিগন্যাল সংযোগের মাধ্যমে গ্রাহকদের কাছে টেলিভিশন প্রোগ্রামিং সরবরাহ করা হয়। প্রকৃতপক্ষে ডিস এন্টেনা সিস্টেমের ভিন্নরূপই হচ্ছে ক্যাবল টেলিভিশন সিস্টেম। এ ক্ষেত্রে বাসা- বাড়ির টিভির জন্য আদর্শ ক্যাবল হিসাবে RG-6 কো-এক্সিয়াল ক্যাবল ব্যবহার করা হয়। উন্নতমানের HDTV(High-Definition Television) এর জন্য উন্নতমানের RG-11 কো-এক্সিয়াল ক্যাবল ব্যবহার করা হয়।

দলীয় কাজঃ
তোমাদের বাড়ি ও শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের টিভি এন্টেনার সংযোগটি পরিদর্শন কর এবং ব্যবহৃত ক্যাবল ও কানেক্টরের তুলণা কর।

১.৫ বিল্ডিং এর ভিতরে সিসিটিভি সিস্টেম

একটি সিসিটিভি (ক্লোজড-সার্কিট টেলিভিশন) সিস্টেমে ভিডিও ক্যামেরা ব্যবহার করে কোনো সংস্থার অভ্যন্তরীণ এবং বহির্মুখী নজরদারি করা হয় যা মনিটর বা মনিটরের সেটকে সিগন্যাল দেয়।

১.৫.১ সিসিটিভি (Closed Circuit Television) এর ধারণা

সিসিটিভি মানে ক্লোজ সার্কিট টেলিভিশন এবং এটি সাধারণত ভিডিও নজরদারি হিসাবে পরিচিত। "ক্লোজড-সার্কিট" অর্থ সম্প্রচারগুলো সাধারণত "নিয়মিত" টিভির বিপরীতে সীমিত সংখ্যক মনিটরে প্রেরণ করা হয়, যা সর্বসাধারণের কাছে প্রচারিত হয়। সিসিটিভি সুরক্ষা সিস্টেমে মনিটর এবং ক্যামেরা রয়েছে যা লাইভ ইভেন্টগুলো দেখার অনুমতি দেয় এবং সেইসাথে রেকর্ডারগুলো যা পরে ব্যবহারের জন্য ফুটেজ সংরক্ষণাগারভুক্ত করে।

চিত্র-১.১৯ সিসিটিভি

১.৫.২ সিসিটিভি সিস্টেমের প্রকারভেদ

সিসিটিভি সিস্টেম দুই প্রকার। যথাঃ (i) নেটওয়ার্ক ভিডিও রেকর্ডার (NVR) (ii) ডিজিটাল ভিডিও রেকর্ডার (DVR)

এনভিআর সাধারণত উচ্চ-রেজোলিউশন সম্পন্ন। এর ব্যয় ডিভিআর এর চেয়ে কিছুটা বেশি হয়।

ব্যবহৃত ক্যামেরা অনুসারে সিসিটিভি সিস্টেম নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে-

১। অ্যানালগ ক্যামেরাঃ নিরবিচ্ছিন্ন (Contineous) ভিডিও সিগন্যাল প্রেরণ করতে এ ক্যামেরা ব্যবহার করা হয়। এটাতে বেওনেট নিল কনসেলম্যান (বিএনসি) কানেক্টর ব্যবহার করা হয়। এগুলোর রেজোলিউশন তুলনামূলকভাবে কম তবে সস্তা এবং কার্যকর। এই সিস্টেমে ভিডিও ক্যাপচার কার্ডের প্রয়োজন হয়।

২। ডিজিটাল ভিডিও ক্যামেরা: এ ক্যামেরায় ডিজিটালাইজ সিগন্যাল থাকে। এই সিস্টেমে কোনো ভিডিও ক্যাপচার কার্ডের প্রয়োজন হয় না কারণ চিত্রগুলো সরাসরি কম্পিউটারে সঞ্চিত থাকে তবে রেকর্ডিংগুলো সঞ্চয় করার জন্য (তুলনামূলকভাবে) প্রচুর পরিমাণে স্থানের প্রয়োজন হয়।

৩। নেটওয়ার্ক বা আইপি - এনালগ বা ডিজিটাল ক্যামেরার সাহায্যে ব্যবহৃত এই সিস্টেমগুলো ইন্টারনেটে ফুটেজ বিশ্লেষণের জন্য একটি ভিডিও সার্ভার ব্যবহার করে। সুবিধাগুলো হ'ল এটা ওয়াইফাই এবং অডিও এর ক্ষেত্রে, ইমেজ ফুটেজ বিশ্লেষণের জন্য, রিমোট অ্যাক্সেস, পাওয়ার ওভার ইথারনেট (পিওই) এ ব্যবহার করা যায় এবং ভাল রেজোলিউশন যুক্ত। তাছাড়া, আইপি ক্যামেরাগুলোর মধ্যে একটিতে আরও বেশি ক্যামেরা ধারণ করার ক্ষমতা রয়েছে, যা একটি প্রশস্ত কোণকে কভার করতে পারে।

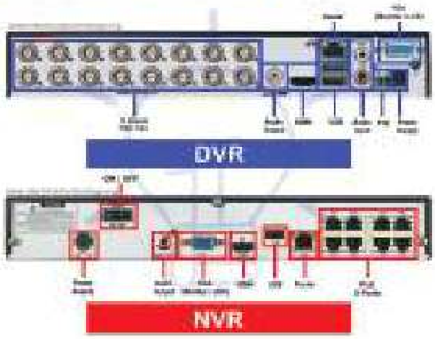
তাছাড়া গঠন ও ব্যবহার অনুসারে সিসিটিভি ক্যামেরার ধরনগুলো হলো- গম্বুজ ক্যামেরা, বুলেট ধরণের ক্যামেরা, সি-মাউন্ট ক্যামেরা, দিন/রাতের সিসিটিভি ক্যামেরা, ইনফ্রারেড/নাইট ভিশন সিসিটিভি ক্যামেরা, পিটিজেড ক্যামেরা এবং ওয়্যারলেস ক্যামেরা।

১.৫.৩ সিসিটিভি সিস্টেমে ব্যবহৃত ইকুইপমেন্টসমূহ

সিসিটিভি সিস্টেমে ব্যবহৃত ইকুইপমেন্টসমূহ নিচে দেয়া হলো-

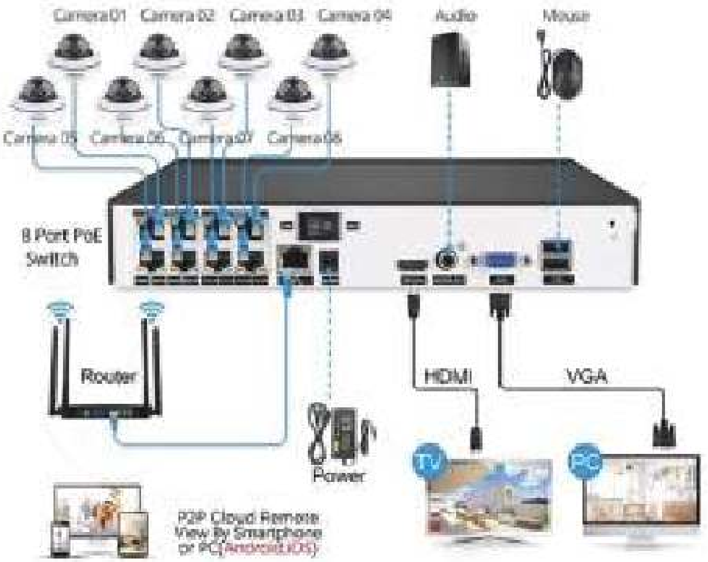
- ক্যামেরা (বুলেট, গম্বুজ বা পিটিজেড ক্যামেরা)
- লেন্স
- ক্যামেরা ইমেজ সেন্সর
- মাউন্টিং এবং কভার
- যোগাযোগ মাধ্যম যেমন তারগুলো
- বিদ্যুৎ সরবরাহ এবং পাওয়ার
- সুইচিং এবং সিনক্রোনাইজারস
- মনিটর
- ভিডিও ক্যাসেট রেকর্ডার
- রাউটার
- ক্যাবল
- ডিভিআর বা এনভিআর

১.৫.৪ ডিভিআর এবং এনভিআর এর বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করণ

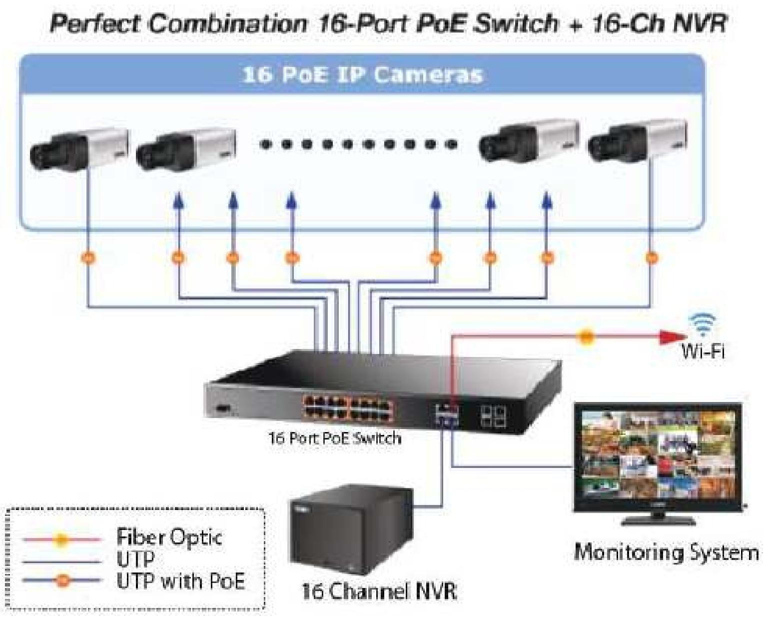


চিত্র-১.২০ ডিভিআর এবং এনভিআর সম্মুখ প্রান্ত

১.৫.৫ সিসিটিভি এর কানেকশন ডায়াগ্রাম



চিত্র-১.২১ ৮-পোর্ট PoE সুইচসহ সিসিটিভি কানেকশন ডায়াগ্রাম



চিত্র-১.২২ ১৬-পোর্ট PoE সুইচ ও ২ টি ৮ চ্যানেল NVR সহ সিসিটিভি কানেকশন ডায়াগ্রাম

১.৫.৬ সিসিটিভি এর ব্যবহার

যে সকল কাজে সিসিটিভি ব্যবহার করা হয় তা হলো-

- অপরাধ প্রতিরোধের ক্ষেত্রে;
- অপরাধ সমাধানে;
- ট্রাফিক গতি পর্যবেক্ষণে;
- যানবাহন ট্রাফিকে;
- পথচারী ট্রাফিকে;
- ব্যবস্থাপনা পরিচালনায়;
- গণপরিবহনে নিরাপত্তা ও সুরক্ষা বাড়ানোর কাজে;
- ক্রীড়া ইভেন্টে;
- শিক্ষা প্রতিষ্ঠানে;
- ব্যক্তিগত বাড়িতে;
- ফৌজদারীতে;
- দুর্যোগ ব্যবস্থাপনায়;
- চিকিৎসা পর্যবেক্ষণ এবং নির্ণয়;
- আচরণ গবেষণায়;
- শপিং মল এবং খুচরা দোকানে;
- কর্মচারী পর্যবেক্ষণ;

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. WWW কী?

২. সিসিটিভি কী?

৩. হাব কী?

৪. রাউটার কী?

৫. NVR এর পূর্ণ নাম লেখ।

৬. ইন্টারনেট কী?

৭. ইমেইল সার্ভিস কী?

৮. ISD এর পূর্ণনাম কী?

৯. মডুলেটর কী?

১০. MODEM এর পূর্ণনাম লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. সিসিটিভি এর ব্যবহার লেখ।

২. সুইচ ও হাবের মধ্যে পার্থক্য কী?

৩. লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্কের বৈশিষ্ট্যসমূহ উল্লেখ কর।

৪. ওয়াইড এরিয়া নেটওয়ার্কের সুবিধাগুলো উল্লেখ কর।

৫. টিভি এন্টেনা কী?

৬. টিভি ক্যাবল সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

৭. ডিস এন্টেনা কোথায় ব্যবহার করা হয় এবং কেনো?

৮. LAN কেনো ব্যবহার করা হয়?

৯. অপটিক্যাল ফাইবার এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।

রচনামূলন প্রশ্ন

১. ব্লক ডায়াগ্রামের মাধ্যমে কমিউনিকেশন সিস্টেম ব্যখ্যা কর।

২. তথ্য আদান প্রদানে ইন্টারনেটের গুরুত্ব লেখ।

৩. ইন্টারনেটের সুফলগুলো বিশ্লেষণ কর।

৪. লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক এর ব্লক ডায়াগ্রামসহ কার্যপ্রণালী বর্ণনা কর।

ব্যবহারিক (Practical)

জব নং ১: কমিউনিকেশন ক্যাবল শনাক্তকরণ।

পারদর্শিতার মানদন্ড

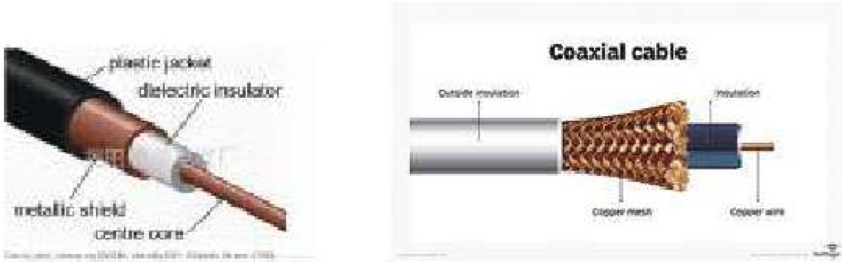
- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী ম্যাটেরিয়াল নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
- কো-এক্সিয়াল ক্যাবল, অপটিক্যাল ফাইবার, CAT6 ক্যাবল এর গঠন পর্যবেক্ষন করা;
- ক্যাবল টেলিভিশন এর কো-এক্সিয়াল ক্যাবল সনাক্ত করা;
- ডাটা কমিউনিকেশন এর অপটিক্যাল ফাইবার সনাক্ত করা;
- ডাটা কমিউনিকেশন এর CAT6 ক্যাবল সনাক্ত করা;
- কমিউনিকেশন ক্যাবলগুলো কানেক্টরের সাথে ক্ষেত্র বিশেষে সংযুক্ত করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের এর নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী মালামাল জমাদান করা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE)

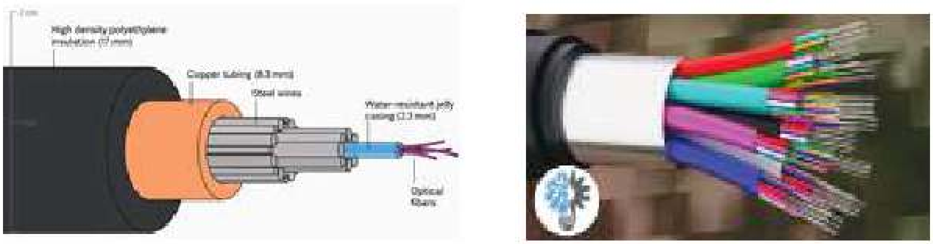
ক্রঃ নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কালো ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু মুক্ত উপাদান	প্রয়োজন অনুযায়ী

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials)

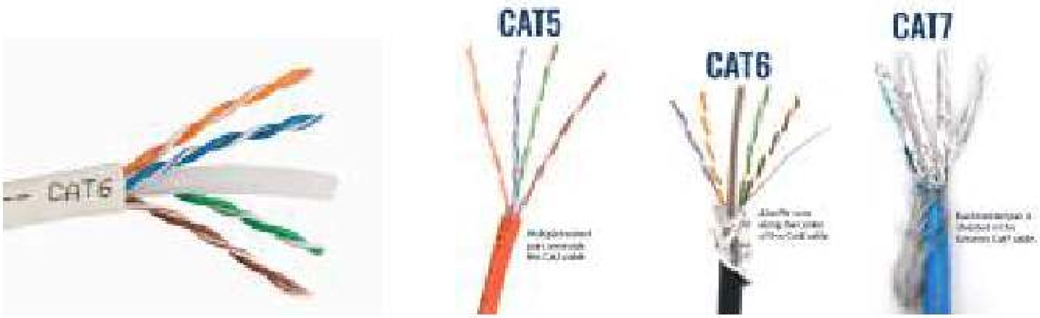
ক্রমিক নং	নাম	পরিমাণ
০১	ক্যাবল টেলিভিশন এর কো-এক্সিয়াল ক্যাবল	প্রয়োজন মত
০২	ডাটা কমিউনিকেশন এর অপটিক্যাল ফাইবার	প্রয়োজন মত
০৩	ডাটা কমিউনিকেশন এর CAT6 ক্যাবল	প্রয়োজন মত



চিত্র-১.২৩ কো-এ্যাক্সিয়াল ক্যাবল



চিত্র-১.২৪ অপটিক্যাল ফাইবার



চিত্র-১.২৫ Cat 6 ক্যাবল

কাজের ধাপ (Working Procedure)

- প্রয়োজনীয় পিপিই নির্বাচন করে সংগ্রহ করব এবং পরিধান করব।
- চিত্র অনুযায়ী সমস্ত মালামাল সংগ্রহ করব।
- কো-এক্সিয়াল ক্যাবল, অপটিক্যাল ফাইবার, CAT6 ক্যাবল এর গঠন পর্যবেক্ষন করব।
- ক্যাবল টেলিভিশন এর কো-এক্সিয়াল ক্যাবল সনাক্ত করব।
- ডাটা কমিউনিকেশন এর অপটিক্যাল ফাইবার সনাক্ত করব।
- ডাটা কমিউনিকেশন এর CAT6 ক্যাবল সনাক্ত করব।
- কাজ শেষে সমস্ত মালামাল স্টোরে জমা দিব।
- কাজ শেষে কাজের জায়গা পরিষ্কার করব।
- কাজ শেষে সংগৃহীত মালামাল নির্ধারিত স্থানে জমা দিব।

➢ সতর্কতা (Precaution)

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস, গগলস ব্যবহার করব।
- কমিউনিকেশন ক্যাবলগুলো সঠিকভাবে সনাক্ত করব।
- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তার দিকে খেয়াল রাখব।

➢ অর্জিত দক্ষতা

➢ এই জবের মাধ্যমে কমিউনিকেশন ক্যাবল শনাক্ত করার দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। বাস্তব জীবনে যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব নং ২: কমিউনিকেশন ওয়্যারিং স্থাপন করণ।

[দুই কক্ষ বিশিষ্ট ভবনে (প্রতি কক্ষে ২টি ক্যামেরা) কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়ারিং ও সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং স্থাপন করণ]

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
- লে-আউট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সারফেস কন্ডুইটের অবস্থান মার্ক করা;
- লে-আউট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী জংশন বক্সের অবস্থান মার্ক করা;
- স্পিরিট লেভেল ব্যবহার করে অ্যালাইনমেন্ট ঠিক করা;
- লে-আউট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী জংশন বক্স, PoE সুইচ, এনভিআর, ক্যামেরা, রাউটার ও মনিটর সংযোগ করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্র্যাপ গুলো নির্ধারিত স্থানে ফেলে দেয়া;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমাদান করা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE)

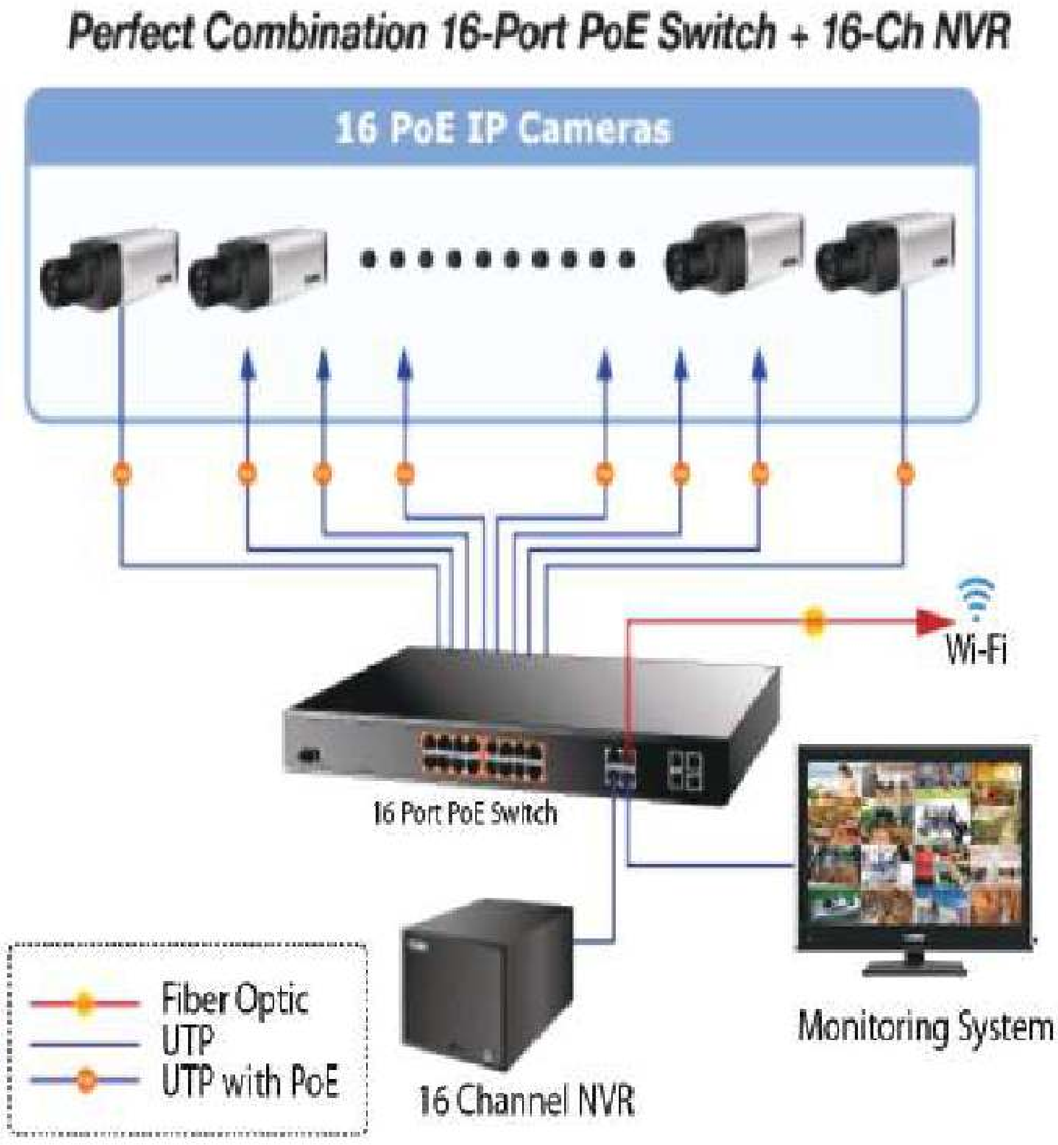
ক্রমিক নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কালো ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু মুক্ত উপাদান	প্রয়োজন অনুযায়ী

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Required Instruments)

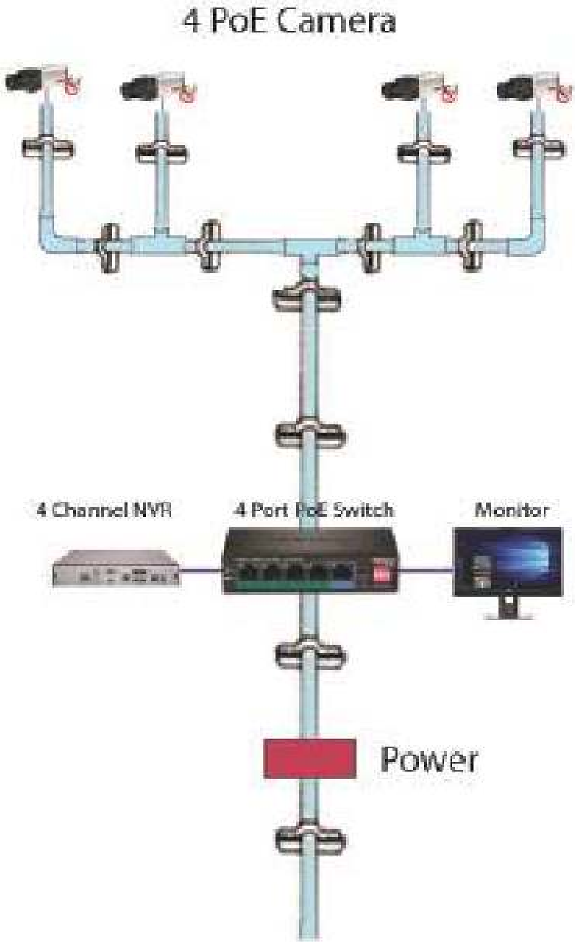
ক্রঃ নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	স্টান্ডার্ড, ১০ ইঞ্চি	০১টি
০২	নিয়ন টেস্টার	২৫০ ভোল্ট	০১টি
০৩	ওয়্যার স্ট্রিপার	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০৪	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	১০ ইঞ্চি	০১টি
০৫	বলপিন হ্যামার	০.৫০ পাউন্ড	০১টি
০৬	কোল্ড চিজেল	১০ ইঞ্চি	০১টি
০৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	হ্যামার টাইপ	০১টি
০৮	মেজারিং টেপ	৫ মিটার	০১টি
০৯	রুলার স্কেল	৫ ফিট	০১টি
১০	ফল্ডিং ল্যাডার (Folding Ladder)	১০ ফুট	০১টি
১১	পোকার	৬ ইঞ্চি	০১টি
১২	হ্যাক স	১৮ ইঞ্চি	০১টি
১৩	পিভিসি পাইপ কাটার	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
১৪	ফ্লাট ফাইল	১২ ইঞ্চি	০১টি
১৫	গ্রাইন্ডিং মেশিন	২৫০V, ১০০০ W	০১টি
১৬	এক্সটেনশন কর্ড, থ্রি-পিন সকেট, ১০ মিটার দৈর্ঘ্য	২৫০V, ২০A	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials)

ক্রঃ নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	পিভিসি কন্ডুইট	১/২″-৩/৪″	পরিমাণমত
০২	সারকুলার বক্স	চারমুখী	পরিমাণমত
০৩	সারকুলার বক্স	তিনমুখী	পরিমাণমত
০৪	বেন্ড	১/২″-৩/৪″	পরিমাণমত
০৫	কর্ণার	১/২″-৩/৪″	পরিমাণমত
০৬	সেডেল	১/২″-৩/৪″	পরিমাণমত
০৭	সারকুলার বক্স	একমুখী	পরিমাণমত
০৮	পিভিসি ক্যাবল	১ ×৭/১.৮	পরিমাণমত
০৯	ক্যাবল	ইউটিপি	পরিমাণমত
১০	ক্যাবল	অপটিক্যাল ফাইবার	পরিমাণমত
১১	পিওই সুইচ	৪ পোর্ট	৪টি
১২	এনভিআর	৪ চ্যানেল	৪টি
১৩	ক্যামেরা	নাইট ভিশন ক্যামেরা	৪টি
১৪	পাওয়ার সাপ্লাই	এসি	১টি



চিত্র-১.২৬ ৪-চ্যানেল এনভিআর ও ৪-পোর্ট পিওই সুইচসহ চারটি ক্যামেরা স্থাপনের ডায়াগ্রাম



চিত্র-১.২৭ ৪-চ্যানেল এনভিআর ও ৪-পোর্ট পিওই সুইচসহ চারটি ক্যামেরা স্থাপনের ওয়ার্কিং ডায়াগ্রাম

কাজের ধাপ (Working Procedure)

- প্রয়োজনীয় পিপিই নির্বাচন করে সংগ্রহ করব এবং পরিধান করব।
- চিত্র অনুযায়ী সমস্ত মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করব।
- লে-আউট অনুযায়ী দেয়ালে দাগ টানব।
- দাগের উপর দিয়ে কন্ডুইট এবং বিভিন্ন ফিক্সার বসাব।

- লে-আউট অনুযায়ী পাইপ স্থাপন করব।
- কন্ডুইটের সাথে প্রয়োজনীয় ফিটিংস সংযুক্ত করব।
- কন্ডুইটের ভিতর দিয়ে ক্যাবল টেনে পিওই সুইচ, এনভিআর, ক্যামেরা, রাউটার ও মনিটর এর সাথে সংযোগ দিব।
- সেডেল দিয়ে কন্ডুইট আটকিয়ে সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং সম্পন্ন করব।
- কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং এর ক্ষেত্রে দেয়ালে গ্রুভ কেটে কন্ডুইট বসাব।
- কাজ শেষে কাজের জায়গা পরিষ্কার করব।
- কাজ শেষে সমস্ত মালামাল স্টোরে জমা দিব।

➢ সতর্কতা (Precaution)

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস, গগলস ব্যবহার করব।
- নকশা বা লে-আউট অনুযায়ী কন্ডুইট স্থাপন করব।
- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তার দিকে খেয়াল রাখব।

➢ অর্জিত দক্ষতা

কমিউনিকেশন ওয়্যারিং (কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং ও সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং) করার দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। বাস্তব জীবনে যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব নং ৩ঃ একটি বাড়িতে আকাশ টিভি এন্টেনা স্থাপন করে টিভিতে সংযোগ করণ ও টিউনিং করে টিভি চালু করণ।

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
- নাট, বোল্ট দিয়ে ক্ল্যাম্প সামান্য টাইট দিয়ে সেটিং করা;
- ক্ল্যাম্প সেটিং এর পর বেস এর সাথে সামান্য টাইট দিয়ে সংযুক্ত করা;
- এলএনবি স্ট্যান্ডকে নাট-বোল্ট দিয়ে বেসের এর সাথে সংযুক্ত করা;
- স্ট্যান্ড এর ক্ল্যাম্প যুক্ত প্রান্ত ছাতার সাথে যুক্ত করা;
- স্ট্যান্ড এর অন্য প্রান্তে এলএনবি হোল্ডার কম টাইট দিয়ে যুক্ত করা;
- এলএনবি হোল্ডার এর মাঝে এলএনবি আটকানো;
- স্ট্যান্ডটিকে ছাদে সংযুক্ত করা;
- এন্টেনা তারের এক প্রান্ত এলএনবি এর সাথে এবং অন্য প্রান্ত টিভির সাথে সংযুক্ত করা;
- পাওয়ার ক্যাবল লাগিয়ে টিভি অন করা;
- রিমোট দিয়ে এইচডিএমআই মোডে নেওয়া;
- সিগনাল অপশনে যেয়ে সিগনাল টিউনিং করা; সিগন্যাল
- সিগনাল না থাকলে ছাতা ঘুরায়ে সিগনাল (প্রায় ১০০%) ঠিক করে নেওয়া ;
- সিগনাল ঠিক হলে সকল নাট-বোল্ট শক্ত করে টাইট করা;
- নির্দিষ্ট চ্যানেলে টিভি দেখা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্র্যাপ গুলো নির্ধারিত স্থানে ফেলে দেয়া;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমাদান করা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রঃ নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু যুক্ত উপাদান	প্রয়োজন অনুযায়ী

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Required Instruments)

ক্রঃ নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	স্টান্ডার্ড, ১০ ইঞ্চি	০১টি
০২	নিয়ন টেস্টার	২৫০ ভোল্ট	০১টি
০৩	ওয়্যার স্ট্রিপার	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০৪	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	১০ ইঞ্চি	০১টি
০৫	বলপিন হ্যামার	০.৫০ পাউন্ড	০১টি
০৬	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	হ্যামার টাইপ	০১টি
০৭	মেজারিং টেপ	৫ মিটার	০১টি
০৮	ফল্ডেবল ল্যাডার	১০ ফুট	০১টি
০৯	পাওয়ার সাপ্লাই	২৫০V, ১০A	০১টি
১০	ডায়াল রেঞ্চ	১০ ইঞ্চি	০১টি
১১	এলেন কী	বিভিন্ন সাইজ	০১ সেট

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials)

ক্রঃ নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	ডিস এন্টেনা বা ডিস ছাতা	সি-ব্যান্ড, ৬ ফুট	১টি
০২	পাওয়ার ক্যাবল	২৫০V, ১০A	১টি
০৩	রিসিভার	আকাশ	১টি
০৪	হোল্ডার	এলএনবি	১টি
০৫	স্ট্যান্ড	এলএনবি	১টি
০৬	ক্ল্যাম্প	মাল্টিপল	১টি
০৭	কানেক্টর	প্রয়োজন মত	পরিমাণমত
০৮	ক্যাবল	এইচডিএমআই	১টি
০৯	নাট	প্রয়োজন মত	পরিমাণমত
১০	বোল্ট	প্রয়োজন মত	পরিমাণমত
১১	কো-এক্সিয়াল ক্যাবল	আরজি-৬	পরিমাণমত

চিত্র-১.২৮ ছাদে ডিস এন্টেনা বা ডিস ছাতা স্থাপন

কাজের ধাপ (Working Procedure)

- প্রয়োজনীয় পিপিই নির্বাচন করে সংগ্রহ করব এবং পরিধান করব;
- চিত্র অনুযায়ী সমস্ত মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করব;
- নাট, বোল্ট দিয়ে ক্ল্যাম্প সামান্য টাইট দিয়ে সেটিং করব;
- ক্ল্যাম্প সেটিং এর পর বেস এর সাথে সামান্য টাইট দিয়ে সংযুক্ত করব;
- এলএনবি স্ট্যান্ডকে নাট, বোল্ট দিয়ে বেস এর সাথে সামান্য টাইট দিয়ে সংযুক্ত করব;
- স্ট্যান্ড এর ক্ল্যাম্প যুক্ত প্রান্ত ছাতার সাথে যুক্ত করব ;
- স্ট্যান্ড এর অন্য প্রান্তে এলএনবি হোল্ডার সামান্য টাইট দিয়ে যুক্ত করব ;
- এলএনবি হোল্ডার এর মাঝে এলএনবি আটকাবো;
- স্ট্যান্ডটিকে ছাদে সংযুক্ত করব ;
- এন্টেনা তারের এক প্রান্ত এলএনবি এর সাথে এবং অন্য প্রান্ত টিভির সাথে সংযুক্ত করব;
- পাওয়ার ক্যাবল লাগিয়ে টিভি অন করব, রিমোট দিয়ে এইচডিএমআই মোডে নিব ;
- সিগন্যাল অপশনে যেয়ে সিগন্যাল টিউনিং করব ;
- সিগন্যাল না থাকলে ছাতা ঘুরায়ে সিগন্যাল (প্রায় ১০০%) ঠিক করে নিব;
- সিগন্যাল ঠিক হলে সকল নাট-বোল্ট শক্ত করে টাইট দিব ;
- নির্দিষ্ট চ্যানেলে টিভি দেখবো;
- কাজ শেষে কাজের জায়গা পরিষ্কার করব ;
- কাজ শেষে সমস্ত মালামাল স্টোরে জমা দিব ;

৩৩৮

➢ সতর্কতা (Precaution)

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস, গগলস ব্যবহার করব।
- শুরুতেই নাট-বোল্ট শক্ত করে টাইট করব না।
- নকশা অনুযায়ী সংযোগ স্থাপন করব।
- এন্টেনা বা ছাতা পূর্ব-দক্ষিনে ১১৯ ডিগ্রী কোনে স্থাপন করব যাতে সিগনাল ঠিকমত পাওয়া যায়।
- সিগন্যাল ঠিকমত পাওয়ার পর নাট-বোল্ট শক্ত করে টাইট করব।
- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তার দিকে খেয়াল রাখব।

➢ অর্জিত দক্ষতা

একটি বাড়িতে আকাশ টিভি এন্টেনা স্থাপন করে টিভিতে সংযোগ করণ ও টিউনিং করে টিভি চালু করণের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। বাস্তব জীবনে যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

২০২৩

দ্বিতীয় অধ্যায়

লাইটিং এবং ইলুমিনেশন

Lighting and Illumination

আমরা আলোর সাহায্যে দেখি। উদ্ভিদ আলোর সাহায্যে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় খাদ্য উৎপাদন করে। মানুষসহ সমস্ত জীবকুলের খাদ্যের এটিই একমাত্র উৎস। আলো প্রকৃতির এক অনন্য শক্তি। সভ্যতার শুরু থেকে মানুষ আলোর অপার রহস্য ভেদ করার জন্য সচেষ্ট থেকেছে। আধুনিক প্রকৃতি বিজ্ঞানের অন্যতম শাখা আলোক বিজ্ঞান (Optics)। আধুনিক বিজ্ঞানের পরীক্ষা ও তত্ত্ব প্রমাণ করেছে যে আলো কখনো তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ আবার কখনো বস্তুকণার প্রবাহ হিসেবে আচরণ করে। আলোর এই দ্বৈত প্রকৃতি অনুসন্ধিৎসু মানুষের কাছে এক পরম বিস্ময়।

আলোর সাথে পদার্থের মিথস্ক্রিয়া (Interaction) নিয়ে গবেষণা করতে গিয়ে বিজ্ঞানীরা অজস্র আলোক যন্ত্রপাতি উদ্ভাবন করেছেন যা গবেষণা, শিক্ষা, চিকিৎসা, বিনোদন ইত্যাদি নানাক্ষেত্রে ভূমিকা রাখছে। আলোর উপস্থিতি ও অনুপস্থিতি মানুষের শরীরবৃত্তীয়, সামাজিক ও অর্থনৈতিক প্রক্রিয়ার সাথে ওতপ্রোতভাবে জড়িত। তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তিতে আলো ও অন্যান্য তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের ব্যবহার

বৈপ্লবিক পরিবর্তন এনে দিয়েছে। দিন ছাড়াও রাতের একটি সময় পর্যন্ত মানুষ বিভিন্ন কাজে ব্যয় করে। একারণে রাতের একটি অংশকে মানুষ তার প্রয়োজনে আলোকিত করে। বাসগৃহ, অফিস, শিক্ষা প্রতিষ্ঠান, কলকারখানা, যানবাহন, রাস্তাঘাট ইত্যাদি রাত অথবা কখনো কখনো দিনের বেলায় আলোকিত করার প্রয়োজন হয়। সামুদ্রিক যানের নাবিকেরা অথবা গভীর পানিতে অনুসন্ধানের কাজে ডুবুরীরা আলো ব্যবহার করেন। এছাড়াও বিভিন্ন জাতীয় দিবস পালন ও সামাজিক উৎসবে আমরা বাড়ি, অফিস আদালত ও জাতীয় স্থাপনা আলোকিত করে থাকি। আলোকসজ্জা বা লাইটিং ও ইলুমিনেশন (Lighting and Illumination) আমাদের আধুনিক জীবন যাপনের সাথে অংগাঅংগিভাবে জড়িত। এ অধ্যায়ে কোনো স্থান আলোকিত করার কাজে ব্যবহৃত বিভিন্ন লাইট এবং লাইটিং এর সময় কোন স্থানে কী পরিমাণ ইলুমিনেশন প্রয়োজন এ বিষয়ে আলোচনা করা হবে।

এই অধ্যায় শেষে আমরা-

- কাজের জন্য প্রয়োজনীয় পিপিই সংগ্রহ ও ব্যবহার করতে পারব;
- কাজের স্থান প্রস্তুত করতে পারব;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট বাছাই ও সংগ্রহ করতে পারব;
- প্রচলিত লাইটগুলো সনাক্ত করতে পারব;
- লাইটের সাথে মানুষের সম্পর্ক অনুধাবন করতে পারব;
- লাইটিং এর শ্রেণিবিভাগ করতে পারব;
- বিভিন্ন ইভেন্ট ম্যানেজমেন্টে ব্যবহৃত লাইটিং যন্ত্রপাতি ব্যবস্থাপনায় কার্যকরী ভূমিকা রাখতে পারব;
- কাজ শেষে নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করতে পারব;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করতে পারব;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমা দিতে পারব।

এই শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে এ অধ্যায়ে আমরা বিভিন্ন প্রকার লাইটের ব্যবহার, লাইটের পরিচিতি, ইভেন্ট ম্যানেজমেন্টে লাইটিং এর ব্যবহার ইত্যাদি বিষয়ে ধারণা অর্জন করব। লাইটিং-এ ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি মাঝে মাঝে নষ্ট হয়ে পড়ে বা সহজেই মেরামত করে ব্যবহার করা যায়। এসব মেরামত ও ব্যবস্থাপনার দক্ষতা অর্জনের জন্য এই অধ্যায়ে আমরা কয়েকটি জব সম্পন্ন করব।

২.১ আলোর প্রকৃতি (Nature of Light)

আলো এক প্রকার শক্তি। শূন্যস্থান দিয়ে আলো প্রতি সেকেন্ডে ৩×১০^{৮} মিটার বেগে অগ্রসর হয়। মহাবিশ্বে এটিই সর্বোচ্চ গতিবেগ। কোন বস্তু উত্তপ্ত হলে আলোক শক্তি বিকিরণ করে বিধায় আলোকে বিকির্ণ শক্তি (Radiant Energy) বলা হয়। আলোর মত তাপও এক প্রকার বিকির্ণ শক্তি। বিভিন্ন যন্ত্রের মাধ্যমে অথবা প্রাকৃতিক উপায়ে তাপ, বিদ্যুৎ, রাসায়নিক, যান্ত্রিক প্রভৃতি শক্তি আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। আমরা যখন একটি টর্চলাইট জ্বালাই তখন বিদ্যুৎ শক্তি আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। সমুদ্রের গভীরে যেখানে সূর্যের আলো পৌছায়না সেখানে একদল অনুসন্ধানী একবার এক ধরনের ভৌতিক নীল আলো দেখতে পান। পরে দেখা গেল এই আলো জেলিফিস নামক এক ধরনের সামুদ্রিক প্রাণির শরীরে থাকা রাসায়নিক শক্তি থেকে সৃষ্টি হয়েছে। আলোক শক্তিও কিন্তু শক্তির অন্যরূপে পরিবর্তিত হতে পারে। যেমন সালোক-সংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলোক শক্তি শর্করা অণুতে রাসায়নিক শক্তি হিসেবে সঞ্চিত হয়। তোমরা কি আরো কয়েকটি উদাহরণ দিতে পারবে যেখানে বিভিন্ন ধরনের শক্তি রূপান্তরিত হয়ে আলোয় পরিণত হয় অথবা আলোকশক্তি অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত হয়?

চিত্র-২.১ জেলিফিসের আলো নিঃসরণ

আলোর প্রকৃতি বা বৈশিষ্ট্য নিয়ে বিভিন্ন যুগে বিজ্ঞানীরা ব্যাখ্যা প্রদান করেছেন। সময়ের পরিবর্তনের সাথে সাথে পরবর্তী প্রজন্মের বিজ্ঞানীরা অধিকতর গ্রহণযোগ্য ব্যাখ্যা দিয়ে আগের ব্যাখ্যাকে প্রতিস্থাপিত করেছেন। বিজ্ঞানী নিউটন মনে করতেন আলো কর্পাস্কেল (Corpuscle) নামে এক ধরনের কণা যা সরল রেখা বরাবর গমন করে। পরবর্তীতে দেখা গেল আলোর সমবর্তন, অপবর্তন বা ব্যতিচারের মত বৈশিষ্ট্য নিউটনের কণা তত্ত্ব দিয়ে ব্যাখ্যা করা যায় না। হাইগেন প্রমুখ বিজ্ঞানীরা দেখালেন যে আলোকে তরঙ্গ ধরে নিলে এসব বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করা যায়। এরপর থেকে মনে করা হতো আলো শব্দ তরঙ্গের মতোই এক প্রকার যান্ত্রিক তরঙ্গ বা ঢেউ (mechanical wave) যা ইথার নামক এক ধরনের সর্বব্যাপী মাধ্যমের ভিতর দিয়ে অতি দ্রুত বেগে গমন করে। ঊনবিংশ শতাব্দীর দ্বিতীয়ার্ধে ম্যাক্সওয়েল, হেনরিখ হার্জ প্রমুখ বিজ্ঞানীর গবেষণা থেকে প্রমাণিত হলো

আলো এক প্রকার তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ (electromagnetic wave)। প্রায় সমসাময়িক সময়ে মাইকেলসন ও মর্লি নামে দুজন বিজ্ঞানীর গবেষণার ফলাফল ব্যাখ্যা করতে গিয়ে বিজ্ঞানী আইনস্টাইন দেখালেন যে ইথার মাধ্যমের কোন অস্তিত্ব নাই। সুতরাং এটি প্রমাণিত হলো যে আলো এক প্রকার তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ যা কোন মাধ্যম ছাড়াই একস্থান থেকে অন্যস্থানে গমন করে। যেমন সূর্য বা অন্য নক্ষত্র থেকে আলো শূন্যস্থান দিয়ে পৃথিবীতে আসে। তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ তত্ত্ব বিভিন্ন পরীক্ষা ও নানা ধরেনের ভৌত ঘটনার পর্যবেক্ষণ ও ব্যাখ্যা দ্বারা এমনভাবে সুপ্রতিষ্ঠিত যে, এরপর থেকে মনে করা হত তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ তত্ত্বই আলোর জন্য চিরন্তন ও চিরস্থায়ী তত্ত্ব। কিন্তু বিজ্ঞানের পরিহাস এই যে, ১৮৮৮ সালে বিজ্ঞানী হার্টজ এর যে পরীক্ষা দিয়ে প্রমাণিত হয়েছিল যে আলো এক প্রকার তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ, সেই একই পরীক্ষার ভিন্ন একটি আঙ্গিক পর্যবেক্ষণ করে বিজ্ঞানীদের ধারণা হলো যে আলো এক প্রকার তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ এটিই শেষ কথা নয়। কৃষ্ণবস্তুর বিকিরণ (Blackbody radiation) ও আলোক তড়িৎক্রিয়া (Photoelectric effect) এর ব্যাখ্যা দিতে গিয়ে যথাক্রমে বিজ্ঞানী ম্যাক্স প্লাঙ্ক ও আইনস্টাইন দেখালেন যে এসব ক্ষেত্রে আলো কণার ন্যায় আচরণ করে। বিজ্ঞানী আইনস্টাইনের মতে আলোর প্রবাহ আসলে কণার প্রবাহ। আলোর কণার নাম ফোটন (Photon)। প্রকৃতপক্ষে কোনো কোনো ঘটনায় আলো তরঙ্গ ধর্ম প্রদর্শন করে এবং কোনো কোনো ঘটনায় এটি কণার ন্যায় আচরণ করে। আলোর এই দ্বৈত ধর্মকে তরঙ্গ-কণা দ্বৈততা (wave-particle duality) বলে। আলোর বিষয়ে অদ্যাবধি এটিই সর্বজন গ্রাহ্য তত্ত্ব।

প্রকৃতিতে বিভিন্ন কম্পাংক বা তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ সৃষ্টি হয়। এর মধ্যে মোটামুটি ৪০০ থেকে ৭০০ ন্যানো মিটার পর্যন্ত তরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট তড়িৎচৌম্বকীয় তরঙ্গ মানুষের চোখে দর্শন অনুভূতির সৃষ্টি করে। তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের এ ব্যাপ্তি (Range) কে আলো বলা হয়। ৪০০ ন্যানোমিটারের কাছাকাছি তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোকে আমরা বেগুনি এবং ৭০০ ন্যানোমিটার বা এর কাছাকাছি তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোকে লাল রঙের আলো হিসেবে দেখি। এর মধ্যবর্তী কম্পাংকগুলো আমাদের চোখে নীল, আসমানী, সবুজ ও হলুদ দেখায়। মানুষের চোখ ৫৫৫ ন্যানো মিটার বা এর কাছাকাছি তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোতে সবচেয়ে বেশী সংবেদনশীলতা দেখায়। ৫৫৫ ন্যানো মিটার বা এর কাছাকাছি তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো হলো পীতাভ সবুজ (Yellow-green) আলো।

আলোর কার্যক্রমঃ

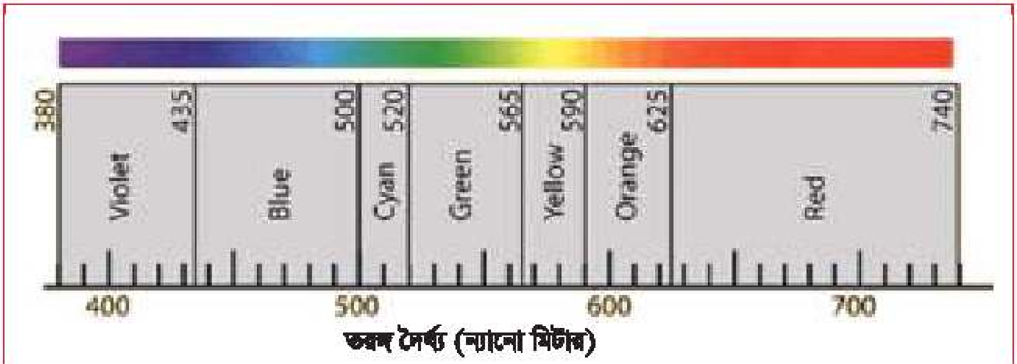
আলো এক ধরনের শক্তি বা বাহ্যিক কারণ, যা চোখে প্রবেশ করে দর্শনের অনুভূতি জন্মায়। আলো বস্তুকে দৃশ্যমান করে, কিন্তু এটি নিজে অদৃশ্য। আমরা আলোকে দেখতে পাই না, কিন্তু আলোকিত বস্তুকে দেখি। আলো এক ধরনের বিকীর্ণ শক্তি। এটি এক ধরনের তরঙ্গ। আলো তির্যক তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের আকারে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে গমন করে। শূন্যস্থনে আলোর বেগ প্রতি সেকেন্ডে ২৯,৯৭,৯২,৪৫৪ মিটার বা ১,৮৬,০০০ মাইল। দীপ্তমান বস্তু থেকে আলো কীভাবে আমাদের চোখে আসে তা ব্যাখ্যার জন্য বিজ্ঞানী স্যার আইজ্যাক নিউটনের কণা তত্ত্ব (Corpuscular Theory), বিজ্ঞানী হাইগেন এর তরঙ্গ তত্ত্ব (Wave Theory), বিজ্ঞানী ম্যাক্সওয়েলের তড়িৎচৌম্বক তত্ত্ব (Electromagnetic Theory) বিজ্ঞানী ম্যাক্স প্লাঙ্ক এর কোয়ান্টাম তত্ত্ব (Quantum Theory) উল্লেখযোগ্য।

চিত্র-২.২ আলোর কার্যক্রম

২.২ বর্ণালি (Spectrum)

তোমরা নিশ্চয় রঙধনু দেখেছ। রঙধনুতে কয়টি রঙ থাকে? রঙধনু সব সময় আকাশে সূর্য যেদিকে থাকে তার বিপরীত দিকে ওঠে কেন? রঙধনু আসলে একধরনের বর্ণালি। সূর্য থেকে বিভিন্ন কম্পাংকের তড়িৎচৌম্বকীয় তরঙ্গ নির্গত হয়। এগুলোর সবকটি আমাদের চোখে দেখার অনুভূতি সৃষ্টি করে না। সূর্য থেকে আসা দৃশ্যমান বর্ণের বিভিন্ন কম্পাংকের আলো মিলিত হলে সাদা বর্ণের আলো সৃষ্টি হয়। এই সাদা আলো আকাশে পানির কণার ভিতর দিয়ে অতিক্রম করলে এটি আবার বিভিন্ন বর্ণে বিভাজিত হয়ে রংধনু সৃষ্টি করে। রঙধনু সৌর বর্ণালীর একটি অংশ। কোনো অণু, পরমাণু বা পদার্থ খন্ড থেকে নির্গত বিভিন্ন তরঙ্গ দৈর্ঘের তড়িৎচৌম্বকীয় বিকিরণকে বর্ণালি (Spectrum) বলে। যেমন একখন্ড লোহাকে উত্তপ্ত করলে প্রথমে লাল এরপর কিছুটা নীল আভাপূর্ণ সাদা দেখায়। সাদা দেখার কারণ হলো এর মধ্যে বেশ কয়েকটি বর্ণের আলোর উপস্থিতি। আবার আমরা চোখে দেখি এমন রেঞ্জের বাইরের কম্পাংকের তরঙ্গও কিন্তু নির্গত হয়। উত্তপ্ত লোহার খন্ড থেকে নির্গত দৃশ্যমান এবং এর বাইরের সবকটি তরঙ্গের সমাহার হলো লোহার খন্ডের বর্ণালী। পৃথিবীতে সবধরনের শক্তির উৎস হলো সূর্য। একারণে আমাদের জন্য গুরুত্বপূর্ণ একটি বর্ণালি হলো সৌরবর্ণালি। সূর্যের আলো কাঁচের

প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরিত হতে দিলে তা প্রিজম দ্বারা বিচ্ছুরিত(Dispersion) হয়ে রঙধনুর মতো সাতটি বর্ণের (বেনীআসহকলা, VIBGYOR) প্রশস্ত ব্যান্ড সৃষ্টি করে। এই সাতটি বর্ণের বাইরেও অদৃশ্য কম্পাংকের বিকিরণ সূর্য থেকে বের হয়। উত্তপ্ত সূর্যপৃষ্ট থেকে নির্গত বিভিন্ন কম্পাংকের তড়িৎচৌম্বকীয় তরঙ্গের সমাহারকে সৌর বর্ণালী (Solar spectrum) বলে।



চিত্র-২.৩ সৌর বর্ণালীর দৃশ্যমান অংশ

২.২.১ বর্ণালির প্রকারভেদ

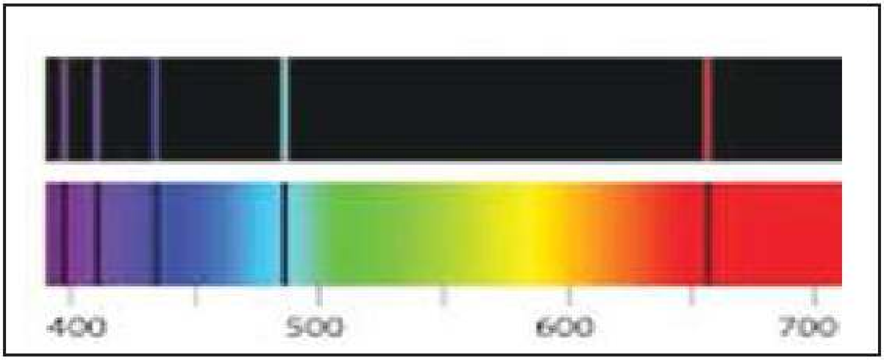
ক) শোষন বা অনুজ্জ্বল বর্ণালি (Absorption Spectrum)

খ) বিকিরণ বা উজ্জ্বল বর্ণালি (Emission Spectrum)

- অবিচ্ছিন্ন বর্ণালি (Contineous Spectrum)
- বিচ্ছিন্ন বর্ণালি (Discontineous Spectrum)
- পারমাণবিক/রেখা বর্ণালি (Atomic/Line Spectrum)
- আণবিক/ব্যান্ড বর্ণালি (Molecular/Band Spectrum)

একটি বস্তু উত্তপ্ত অবস্থায় যেসব কম্পাংকের তড়িৎচৌম্বকীয় তরঙ্গ বিকিরণ করে, স্বাভাবিক তাপমাত্রায় বা শীতল অবস্থায় একই কম্পাংকসমুহের তড়িৎচৌম্বকীয় তরঙ্গ শোষণ করে। একটি বস্তু যেসব তরঙ্গদৈর্ঘ্য বা কম্পাংকের তড়িৎচৌম্বকীয় তরঙ্গ শোষণ করে তাকে বস্তুটির শোষণ (Absorption Spectrum) বর্ণালি বলে। আমরা ইতোপূর্বে লোহার খন্ড বা সূর্য থেকে নির্গত যে বর্ণালির কথা বলেছি তা হলো বিকিরণ বর্ণালী (Emission Spectrum)। এই দুই প্রকারের বর্ণালি ছাড়া আরো বিভিন্নভাবে বর্ণালীকে ভাগ করা যায়, যেমন অবিচ্ছিন্ন

বর্ণালি (Contineous Spectrum), বিচ্ছিন্ন বর্ণালি (Disontineous Spectrum), পারমাণবিক/রেখা বর্ণালি (Atomic/Line Spectrum) আণবিক/ব্যান্ড বর্ণালি (Molecular/Band Spectrum) ইত্যাদি।



চিত্র-২.৪ হাইড্রোজেনের আণবিক বর্ণালি: বিকিরণ বর্ণালি (উপরে) ও শোষণ বর্ণালি (নিচে)

২.৩ কৃত্রিম আলো ব্যবহারের ইতিহাস

আগুনের আবিষ্কারের সাথে সাথে কোনও অঞ্চল আলোকিত করার জন্য কৃত্রিম আলো ব্যবহারে প্রথম রুপটি ছিল মশাল বা ব্যাম্পফায়ার। প্রায় ৪০০০০০০ বছর আগে পিকিং ম্যানের গুহায় আগুন জ্বলছিল। প্রাগৈতিহাসিক লোকেরা তাদের আশে পাশে আলোকিত করার জন্য তেলের বাতি ব্যবহার করত। এই বাতি গুলি প্রাকৃতিকভাবে তৈরী উপকরন যেমন শিলা, শাঁস, শিং এবং পাথর দিয়ে তৈরি করা হয়েছিল এবং এগুলো গ্রীজ দিয়ে পূর্ণ ছিল। বাতিগুলোতে ফাইবার উইক ব্যবহার করা হতো। লাম্পগুলি সাধারনত জ্বালানী হিসাবে প্রাণী বা উদ্ভিজ ফ্যাট ব্যবহার করত। প্রায় ১৫০০০ বছর পূর্বে আজ অদ্যবধি প্রায় শতাধিক বাতি (ফাঁকা কাজের পাথর) ফ্রান্সের ল্যাসাক্স গুহায় পাওয়া গেছে। তৈলাক্ত প্রাণি (পাখি এবং মাছ) একটি বেত দিয়ে থ্রেড করার পরে বাতি হিসেবে ব্যবহৃত হত। এইসব অতিপ্রাচীন দিনে অগ্নিকান্ড ছিলো আলোকসজ্জার উপকরণ। তিমির তেল আবিষ্কারের সাথে আলোকপাতের কষ্ট ও ব্যয়কে আরো অনেকটা কমানো সম্ভব হয়েছিল। কানাডীয় ভূতাত্তিক আব্রাহাম গেসনার, ১৮৪০ এর দশকে কেরোসিন পরিশোধন করেন এবং এর ফলে আরো কম দামে উজ্জল আলো তৈরি করা সম্ভব হয় । এরপর থেকে তিমির তেলের ব্যবহার হ্রাস পেয়েছিল। তিমির তেলের ব্যবহার চূড়ান্তভাবে বন্ধ হয় ১৮৫৯ সালে যখন অপরিশোধিত তেল আবিষ্কার হয়। ১৮৬৮ এর দশকের গোড়ার দিকে বড় বড় শহরগুলিতে স্ট্রিট লাইট জ্বালানোর জন্য গ্যাস ব্যবহৃত হত এবং এটি যথেষ্ট ব্যয়সাধ্য ছিল যা সে সময় কয়েকটি বানিজ্যিক ভবন এবং ধনী ব্যক্তিদের ঘরে ব্যবহৃত হত। ১৮৭৯ সালে টমাস আলভা এডিসন যখন

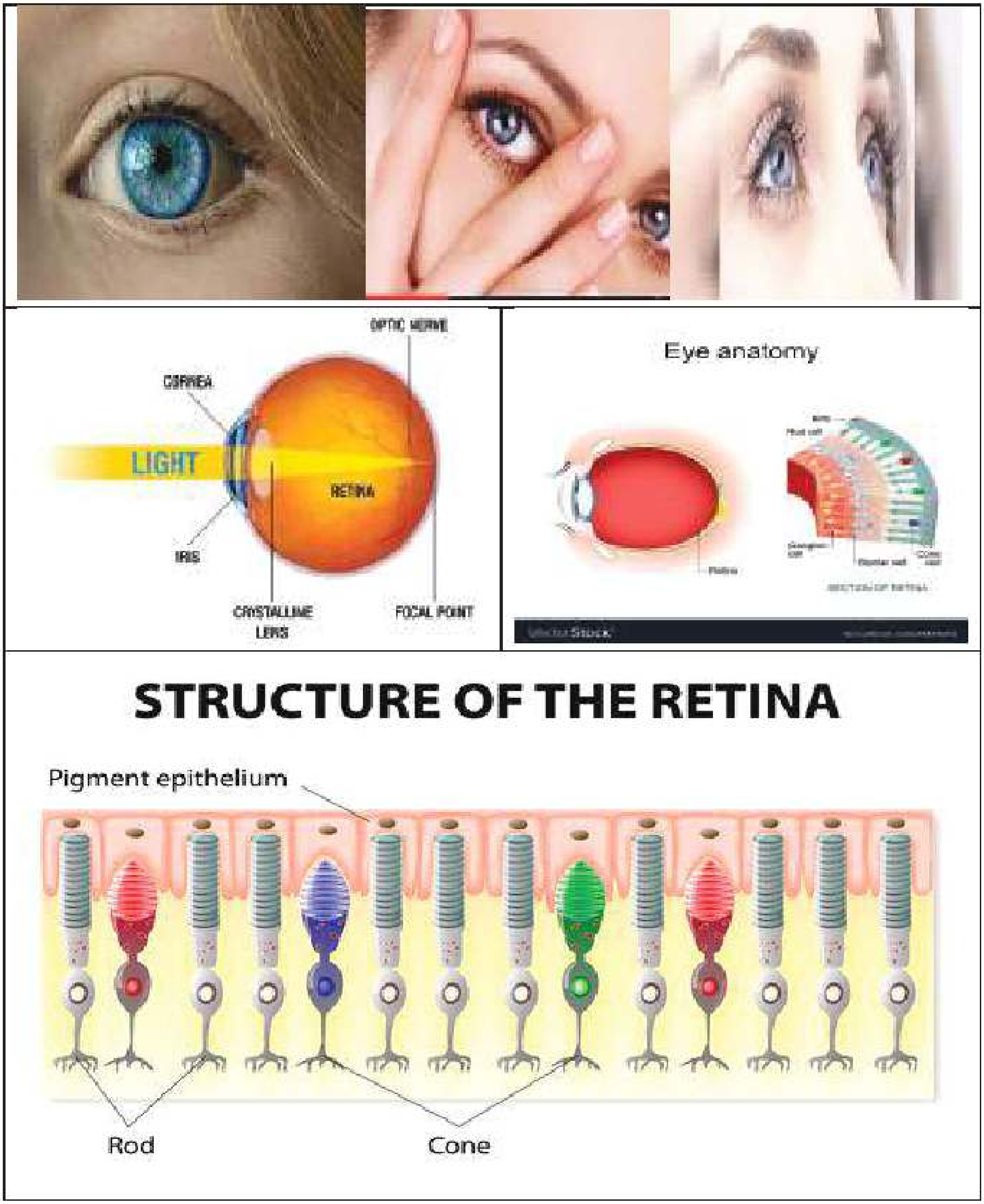
ইনক্যানডিসেন্ট বাতি আবিষ্কার করেন এবং কিছুদিনের মধ্যে বিপুলাকারে এর উৎপাদন শুরু হয় তখন থেকেই বাতির শিল্পায়ন শুরু হয়।

১৮৮০ এর দশকে বৈদ্যুতিক আলো প্রবর্তনের সাথে সাথে গৃহাঙ্গন বাইরের উৎসবস্থলে আলোকসজ্জার জন্য বাল্ব ভিত্তিক ইউটিলিটিগুলির অনুসরণ শুরু হয়। ইনক্যানডিসেন্ট বাতি ৫, ১৫, ২৫, ৪০, ৬০, ১০০, ১৫০, ২০০, ৩০০, ৫০০ ও ১০০০ ওয়াটের হয়। সময়ের সাথে সাথে বৈদ্যুতিক আলোর ব্যবহার পৃথিবীর প্রায় সব দেশে সর্বব্যাপী হয়ে উঠে। আলোর কারণে রাতের বেলায় কর্মপরিধি বাড়ানো সম্ভব হয়েছে ।

চিত্র- ২.৫ অতিপ্রাচীন বাতি

২.৪ চোখের উপর আলোর প্রভাব

যখন আমাদের চারপাশে আলো কমে আসে বা হঠাৎ আলো নিভে যায়, কোন কোষ কাজ করা বন্ধ করে, রড কোষ কাজ করা শুরু করে, এ কাজটায় কিছু সময় লাগে, এ জন্য হঠাৎ আলো নিভে গেলে আবারও কিছু দেখতে আমাদের খানিকটা সময় লেগে যায়। কাজেই রড কোষের কাজই হচ্ছে কম আলোতে কাজ করার জন্য প্রস্তুত থাকা। যেহেতু এই কাজে চোখ অভ্যস্ত নয়, অস্বস্তি লাগবে, হয়তো মাথা ব্যথা হবে, কিন্তু চোখের এককালীন কোনো ক্ষতি হওয়ার আশঙ্কা নেই।



চিত্র- ২.৬ চোখের উপর আলোর প্রভাব

২.৫ মানুষের উপর আলোর প্রভাব

আলো যে আমাদের জন্য কতটা জরুরি তা আমরা ভুলে যাই। কর্মক্ষমতা থেকে শুরু করে ঘুম, অনেক কিছুই নিয়ন্ত্রণ করে আলো। জার্মান বিজ্ঞানীরা "ডায়নামিক লাইট"-এর মাধ্যমে ঘরের মধ্যে আলোর চরিত্র বদলে দেবার চেষ্টা করছেন। অফিস-আদালতে আলোকসজ্জার ক্ষেত্রে অনেক ভুল করা হয়। তাতে শুধু বিস্তর বিদ্যুৎ খরচ হয় তাই নয়, কর্মীদের কর্মক্ষমতাও কমে যায়। বাল্ব ও কম্পিউটার মনিটর থেকে আলোর কারণে ক্লান্তি, মনোযোগের অভাব বা মাথাব্যথা দেখা দেয়।

শরীরের উপর আলোর নানা প্রভাবের কারণেই এমনটা ঘটে। আলো গবেষক অলিভার স্টেফানি বলেন, "আমাদের উপর আলোর মোটামুটি ৩ রকমের প্রভাব রয়েছে। একটা অবশ্যই বায়োলজিক্যাল প্রভাব । অর্থাৎ আলো আমাদের বায়োলজিক্যাল ক্লক নিয়ন্ত্রণ করে। তাছাড়া অবশ্যই আলোর কারণে আমরা দেখতে পাই। সেই দৃশ্য মনের মধ্যে আবেগের সৃষ্ট করে। সেই আবেগ আমাদের ভালো থাকার জন্য জরুরি।" সবচেয়ে উপযুক্ত হলো স্বাভাবিক দিনের আলো। ফ্রাউনহোফার ইনস্টিটিউটের আলো গবেষকরা তাই অফিসের মধ্যেই আকাশ নিয়ে এসেছেন। গোটা ঘর জুড়েই যেন আকাশ ছেয়ে রয়েছে,এমনকি মেঘের ছায়াও নকল করা হচ্ছে। ঠিক যেন মনে হবে, ঘরে নয়-বাহিরে বসে রয়েছি। প্রায় ৩৫০০০ এলইডি বাতি দিয়ে কৃত্রিম এই " ডায়নামিক " আকাশ তৈরি করা হয়েছে,যা ১ কোটি ৬০ লক্ষেরও বেশি রং ফুটিয়ে তুলতে পারে। অলিভার স্টেফানি বলেন, "মানুষ এই ডায়নামিক লাইট পছন্দ করছে, সেটাই বড়ো কথা । তাদের ভালো নাও লাগতে পারতো। এই আলো মানুষকে আরও সজাগ রাখে,মনকে তরতাজা করে তোলে। আমরা লক্ষ্য করেছি, বিশেষ করে সৃজনশীল কাজের ক্ষেত্রে মানুষ ডায়নামিক লাইট বেশি পছন্দ করেন।"

যখন আমরা রেস্টুরেন্টে বা কোথাও খেতে যাই, তখন আলো ছায়ার ব্যবহার করে ওয়ার্ম লাইট ফেলা হয় মানুষের ওপর যা আমাদের ক্ষিদে বৃদ্ধিতে সহায়ক। আবার কোন একজন মানুষ যদি সবসময় লাল আলোর কোন কক্ষে রাখা হয়, তখন তার মধ্যে ক্রোধের উন্মেষ ঘটে। অনেক মানুষ দিনের পর দিন লাল ও হলুদ আলোর কক্ষে থাকার ফলে ধীরে ধীরে খিটখিটে মেজাজের হয়ে ওঠে। এক্ষেত্রে আলোক উৎস পরিবর্তন করলেই সমস্যা কাটিয়ে ওঠা সম্ভব হয়। ঘরের বেশিরভাগ অঞ্চল অন্ধকার থাকলে শিশুদের বুদ্ধিবৃত্তিক বৃদ্ধি কমে যায়। মানুষ রোগাক্রান্ত হয়ে পড়ে সহজেই। একটি সুন্দর আলোকিত ঘর মানুষকে দিতে পারে সুস্থ একটি জীবনধারা।

চিত্র- ২.৭- মানুষের উপর আলোর প্রভাব

২.৬ লাইটিং (Lighting)

আধুনিক জীবনের অন্যতম অনুসঙ্গ হলো লাইটিং। আলো বা আলোকসজ্জায় ব্যবহারিক বা নান্দনিক প্রভাব অর্জনের জন্য আলোর ইচ্ছাকৃত ব্যবহার হচ্ছে লাইটিং। লাইটিং মানুষের জন্য একদিকে একটি প্রয়োজনীয় বিষয়, অন্যদিকে এটি একটি শৈল্পিক উপকরণ।

২.৬.১ লাইটিং এর ইতিহাস

প্রথমে সূর্যের আলো ব্যবহার, এরপর আগুনের ব্যবহার, প্রয়োজনের জন্য রাত্রিতে আগুনকে নিয়ন্ত্রণ করে আর্টিফিশিয়াল লাইটিং ব্যবহার শুরু করে। যুগের পরিক্রমায় কানাডীয় ভূতাত্তিক আব্রাহাম গেসনার, ১৮৪০ এর দশকে প্রথমে পরিশোধিত কেরোসিনের ব্যবহারের পরে তিমির তেলের ব্যবহার হ্রাস পেয়েছিল। যার ফলে আরও কম দামে উজ্জ্বল আলো তৈরী হয়। তিমির তেলের চূড়ান্ত বন্ধ হয় ১৮৫৯ সালে যখন অপরিশোধিত তেল আবিষ্কার হয়। ১৮৬৮ এর দশকের গোড়ার দিকে বড় বড় শহরগুলিতে স্ট্রিট লাইট জ্বালানোর জন্য গ্যাস ব্যবহৃত হত এবং এটি যথেষ্ট ব্যয় সাধ্য ছিল যা সে সময় কয়েকটি বাণিজ্যিক ভবন এবং ধনী ব্যক্তিদের ঘরে ব্যবহৃত হত। ১৮৭৯ সালে টমাস আলভা এডিসন যখন ইনক্যানডিসেন্ট বাতি আবিষ্কার করে বিপুলাকারে উৎপাদন শুরু করেন তখন থেকেই লাইটিং শিল্পের সূচনা হয়। ১৮৮০ এর দশকে বৈদ্যুতিক আলো প্রবর্তনের সাথে সাথে গৃহ এবং আউটডোর আলোক সজ্জার জন্য বাল্ব ভিত্তিক ইউটিলিটিগুলি অনুসরন করে। সময়ের সাথে সাথে বৈদ্যুতিক আলো পৃথিবীর প্রায় সব দেশগুলিতে সর্বব্যাপী হয়ে উঠে। আলোর কারনে রাতে আরও ক্রিয়াকলাপ সম্ভব হয়েছে ।

আলো বা আলোকসজ্জা ব্যবহারিক বা নান্দনিক প্রভাব অর্জনের জন্য আলোর ইচ্ছাকৃত ব্যবহার। লাইটিং এর উৎস দুই ধরনের হতে পারে। প্রাকৃতিক অর্থাৎ ন্যাচারাল এবং আর্টিফিশিয়াল অর্থাৎ কৃত্রিম। সঠিক আলো যে কোনো কাজের কার্যকারিতা বাড়িয়ে তুলতে পারে, কোন কোন ক্ষেত্রে কোন অঞ্চলের চেহারা উন্নত করতে পারে। আলো যে কোনো পেশাজীবীদের উপর ইতিবাচক মানসিক প্রভাব ফেলতে পারে।

২.৬.২ ন্যাচারাল লাইটিং বা ডে লাইটিং:

প্রতিটি স্থাপত্যের মাঝেই যেন সঠিকরূপে আলো ও বাতাস প্রবেশ করতে পারে সেভাবেই ডিজাইন করা উচিত। প্রতিটি কোণে আলো প্রবেশ করবে। প্রতিটি আসবাবপত্রে আলো পড়বে এটাই হচ্ছে ন্যাচারাল লাইটিং বা ডে লাইটিং ।

২.৬.৩ আর্টিফিশিয়াল লাইটিং Artifical Lighting

আলো যেখানে পৌঁছাবে না, সেখানেই কেবল আর্টিফিশিয়াল লাইটিং এর মাধ্যমে আলোকসজ্জা করা হয়। নান্দনিক প্রভাব অর্জনের জন্য আলোর ইচ্ছাকৃত ব্যবহার পদ্ধতিই হচ্ছে আর্টিফিশিয়াল লাইটিং। বর্তমান যুগে লাইটের ক্ষেত্রে কোয়ালিটি এবং ইফিসিয়েন্সি যেমনঃ কম শক্তি ব্যয়ে অধিক আলো এবং দীর্ঘস্থায়ী সেবার বিষয়টি বিবেচনা করা হয়ে থাকে।

২.৬.৪ লাইটিং পদ্ধতি (Lighting System):

আলো বন্টন করার জন্য আলোর ইউনিটগুলি সাধারণত ব্যবহার হয়ে থাকে।

ডাইরেক্ট লাইটিং (Direct Lighting): প্রতিটি বাতির ক্ষেত্রে ৯০%-১০০% আলো নিচের দিকে প্রবাহিত করে থাকে।

সেমি ডাইরেক্ট লাইটিং (Semi Direct Lighting): প্রতিটি বাতির ক্ষেত্রে ৬০%-৯০% আলো নিচের দিকে প্রবাহিত করে বাকি উপরের দিকে প্রবাহিত করে থাকে।

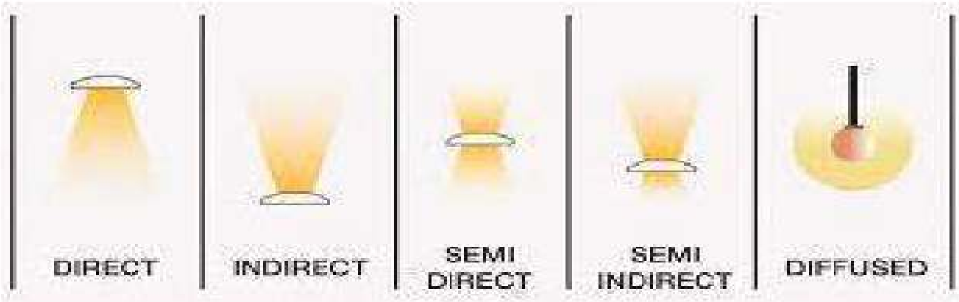
জেনারেল লাইটিং (General Lighting): প্রতিটি বাতির ক্ষেত্রে সকল দিকে সমানভাবে আলোকিত করে থাকে।

সেমি ইনডাইরেক্ট লাইটিং (Semi Indirect Lighting): প্রতিটি বাতির ক্ষেত্রে ১০%-৪০% আলো নিচের দিকে প্রবাহিত করে বাকি আলো ছাদের দিকে প্রবাহিত করে থাকে।

ইনডাইরেক্ট লাইটিং (Indirect Lighting): প্রতিটি বাতির ক্ষেত্রে ৯০%-১০০% আলো উপরের দিকে প্রবাহিত করে থাকে। এটা প্রধানত ডেকোরেশন কাজের উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

Direct Lighting	Semi Direct Lighting	**General Lighting**

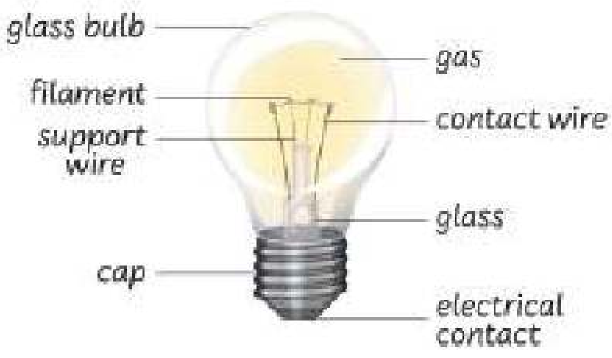
Semi Indirect Lighting	**Indirect Lighting**



চিত্র- ২.৮ বিভিন্ন ধরনের Lighting System

২.৭ বৈদ্যুতিক ল্যাম্প (বাতি) :

বৈদ্যুতিক ল্যাম্প বা বাতি বৈদ্যুতিক শক্তিকে আলোক শক্তিতে রূপান্তর করে। ফলে আমরা বৈদ্যুতিক বাতির সাহায্যে অন্ধকার জায়গাকে আলোকিত করতে পারি এবং ঐ জায়গায় আমরা আমাদের দৈনন্দিন কাজকর্ম করতে পারি। সুতরাং বৈদ্যুতিক বাতির প্রধান কাজ হলো বাড়িঘর, অফিস-আদালত, শিল্প প্রতিষ্ঠান, বাগান বা রাস্তাঘাট প্রভৃতি স্থান আলোকিত করা ।



Parts of a Light Bulb

চিত্র- ২.৯ লাইটের বিভিন্ন অংশ

২.৭.১ বৈদ্যুতিক বাতির শ্রেণিবিভাগ :

বৈদ্যুতিক বাতিকে প্রধানত বিভিন্ন ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

(ক) ফিলামেন্ট ল্যাম্প ।

(খ) আর্ক ল্যাম্প ।

(গ) গ্যাস ডিসচার্জ ল্যাম্প ।

(ঘ) এনার্জি সেভিং বাল্ব ও এল.ই.ডি বাল্ব।

(ক) ফিলামেন্ট ল্যাম্প: এই ধরনের ল্যাম্পে একটি কাঁচের বাল্বের ভিতরে তার বা ফিলামেন্ট থাকে এবং এই তার বা ফিলামেন্টের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার ফলে ফিলামেন্ট গরম হয়ে সাদা হয়ে উঠে, আর তা থেকে আলোক রশ্মি বের হয়। ফিলামেন্ট থেকে আলো বের হয় বলে এই ল্যাম্পকে ফিলামেন্ট ল্যাম্প বলে। ফিলামেন্ট ল্যাম্প আবার চার প্রকার। যথা-

(১) কার্বন ফিলামেন্ট ল্যাম্প : এই ল্যাম্পে কার্বন দিয়ে তৈরি ফিলামেন্ট ব্যবহৃত হয়। এই বাতির আলো ঠিক সাদা হয় না, কিছুটা হলুদ বর্ণের হয় এবং এর আলো কাঁপে।

(২) ভ্যাকুয়াম মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্প : এই ল্যাম্পে টাংস্টেনের তৈরি ফিলামেন্ট ব্যবহৃত হয়। এই ল্যাম্প থেকে কার্বন ল্যাম্প অপেক্ষা বেশি আলো নির্গত হয় এবং আলো কাঁপে না। সাধারণত ১৫ এবং ২৫ ওয়াটের ল্যাম্পগুলি এই ধরনের হয়ে থাকে।

(৩) গ্যাস ভরা কুণ্ডলিত ফিলামেন্ট ল্যাম্প : এ ধরনের ল্যাম্পে কাচের বাল্বটি বায়ুশূন্য হয় না। এতে নাইট্রোজেন, আর্গন, ক্রিপটন প্রভৃতি নিষ্ক্রিয় গ্যাস ভর্তি থাকে। এখানে ফিলামেন্ট হিসাবে টাংস্টেন-এর কুণ্ডলী ব্যবহার করা হয়।

(৪) গ্যাসভরা কুণ্ডলিত/কুণ্ডলি ফিলামেন্ট ল্যাম্প: এতে ধাতুর ফিলামেন্টের কুণ্ডলীকে দ্বিতীয়বার কুণ্ডলী করা হয়। এ বাতিতে ফিলামেন্টের তার খুব কাছাকাছি থাকে বিধায় বেশি উত্তপ্ত এবং অন্যান্য বাতির তুলনায় ১৫% থেকে ২০% বেশি আলো দেয়। সাধারণত ২৫ ওয়াটের উপরে বেশি ওয়াটের জন্য এ বাতি প্রযোজ্য।

(খ) আর্ক ল্যাম্প: আর্ক ল্যাম্পের ওয়াটেজ এত বেশি যে ঘরের ভিতরে এটা ব্যবহার করা যায় না। এ ল্যাম্প সাধারণত সার্চ লাইট, সিনেমা প্রজেক্টর এবং ম্যাজিক লাইট হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

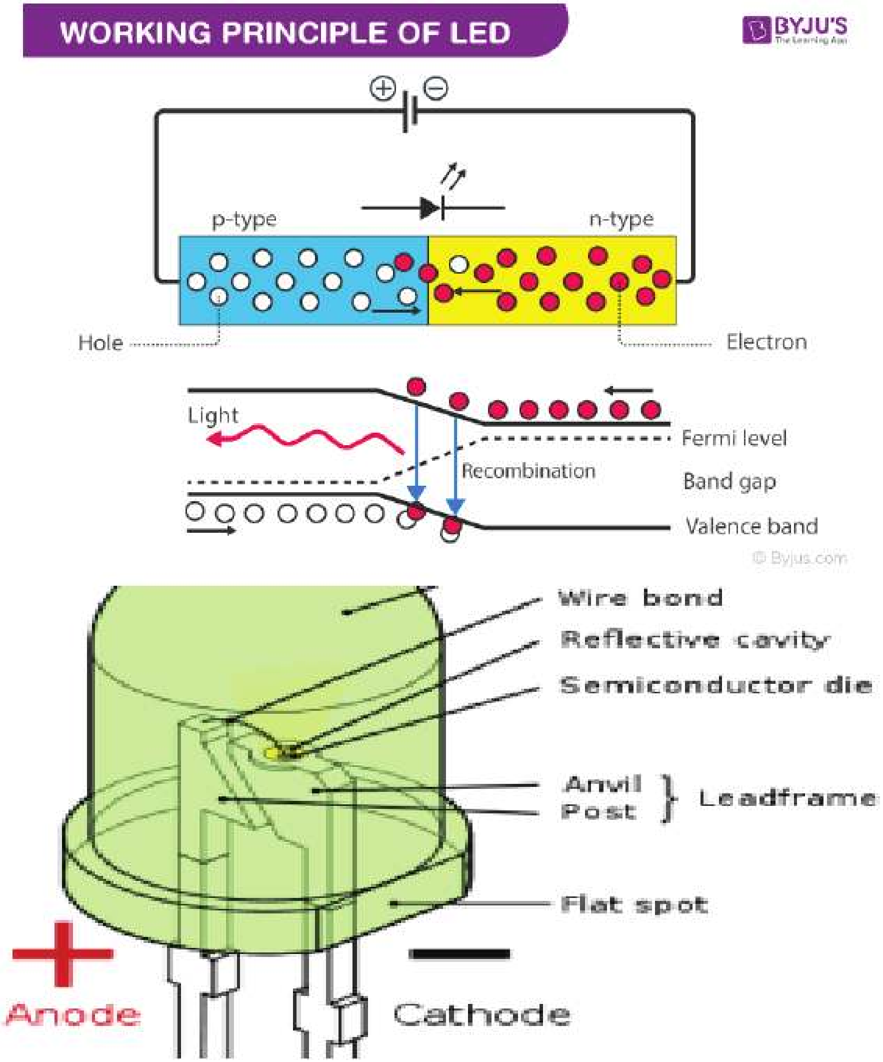
(গ) গ্যাস ডিসচার্জ ল্যাম্প : এই ল্যাম্পে গ্যাস হিসাবে সাধারণত সোডিয়াম বা হিলিয়াম, ক্রিপটন, জেনন প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়। এর চাপ বায়ুর চাপের তুলনায় খুব কম থাকে। সোডিয়াম ভেপার ল্যাম্প, মার্কারি ভেপার ল্যাম্প এই ল্যাম্পের অন্তর্ভুক্ত। র্মকারি ভেপার ল্যাম্প আবার তিন প্রকার। যথা: (i) এমএ টাইপ (ii) এমএটি টাইপ এবং (iii) এমবি টাইপ । তাছাড়া হট ক্যাথোড ল্যাম্প, কোল্ড ক্যাথোড ল্যাম্প, নিয়ন ল্যাম্প ও ফ্লোরেসেন্ট ল্যাম্প ও এনার্জি ল্যাম্প নামে বিশেষ ধরনের ল্যাম্প আছে ।

(ঘ) এনার্জি সেভিং বাল্ব ও এলইডি বাল্ব:

এনার্জি সেভিং বাল্ব : বিদ্যুৎ সাশ্রয়ী বাতি বা এনার্জি সেভিং **বাল্ব** মূলত,ঘনীভূত গ্যাস ভর্তি একটি কাচের নল। এই কাঁচের নল আলোর বিকিরণ **গ্রহণকরত**, তাকে আবার **আলোরূপে** ফিরিয়ে দেয়। এই কারণে কাচের নলটি যে পরিমান আলো উৎপন্ন করে তার চেয়ে **কয়েকগুণ** বেশি আলো পাওয়া যায়। কাচের নলটির মধ্যে ইলেক্ট্রনিক ব্যালাস্ট এবং নলটি পারদ বাষ্পে পূর্ণ থাকে।

চিত্র- ২.১০ - বিভিন্ন ধরনের এনার্জি সেভিং ও এলইডি বাল্ব

এলইডি বাল্ব: আলোক নিঃসারী ডায়োড বা লাইট-এমিটিং ডায়োড (ইংরেজি:Light-Emitting Diode অথবা LED) ইলেকট্রনিক্স ক্ষেত্রে বহুল ব্যবহৃত একটি অর্ধপরিবাহী ডায়োড। এলইডি এমন একটি অর্ধপরিবাহী যন্ত্রাংশ যা কিনা আলোও বিকিরণ করে।

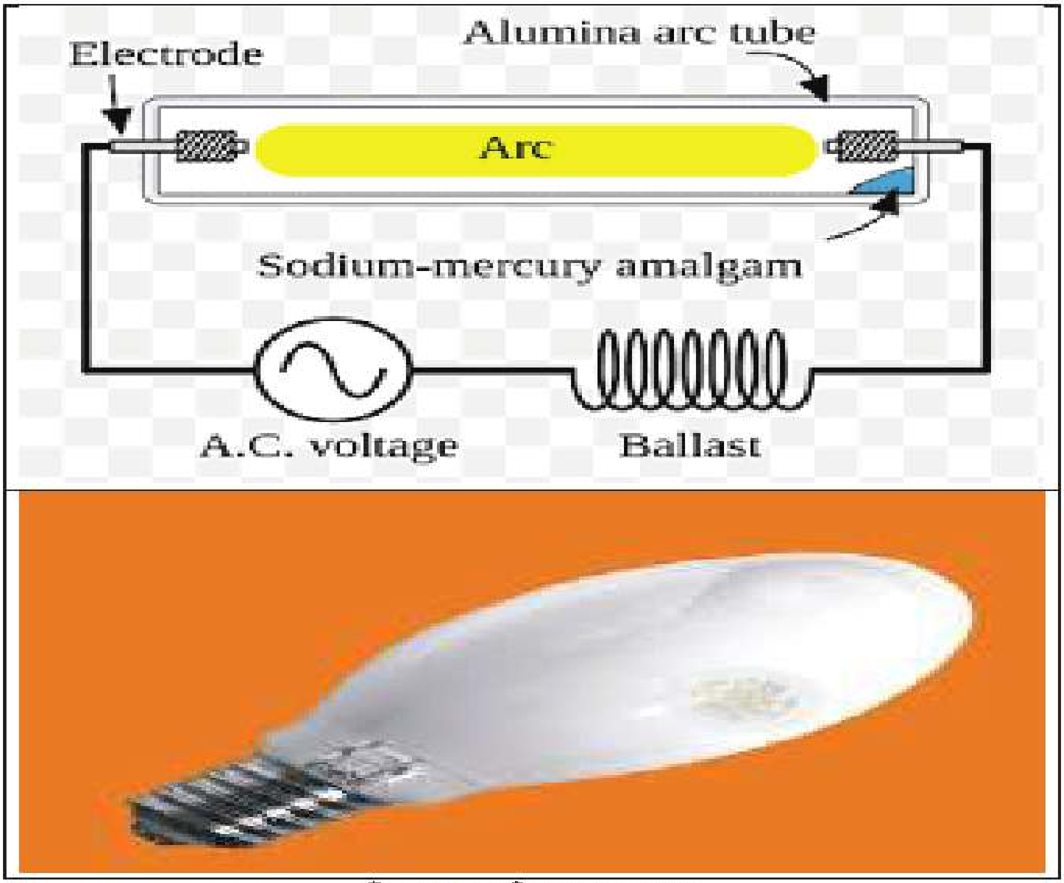


চিত্র -২.১০ (ক)- এলইডি বাল্বের গঠন ও কার্যপ্রণালী

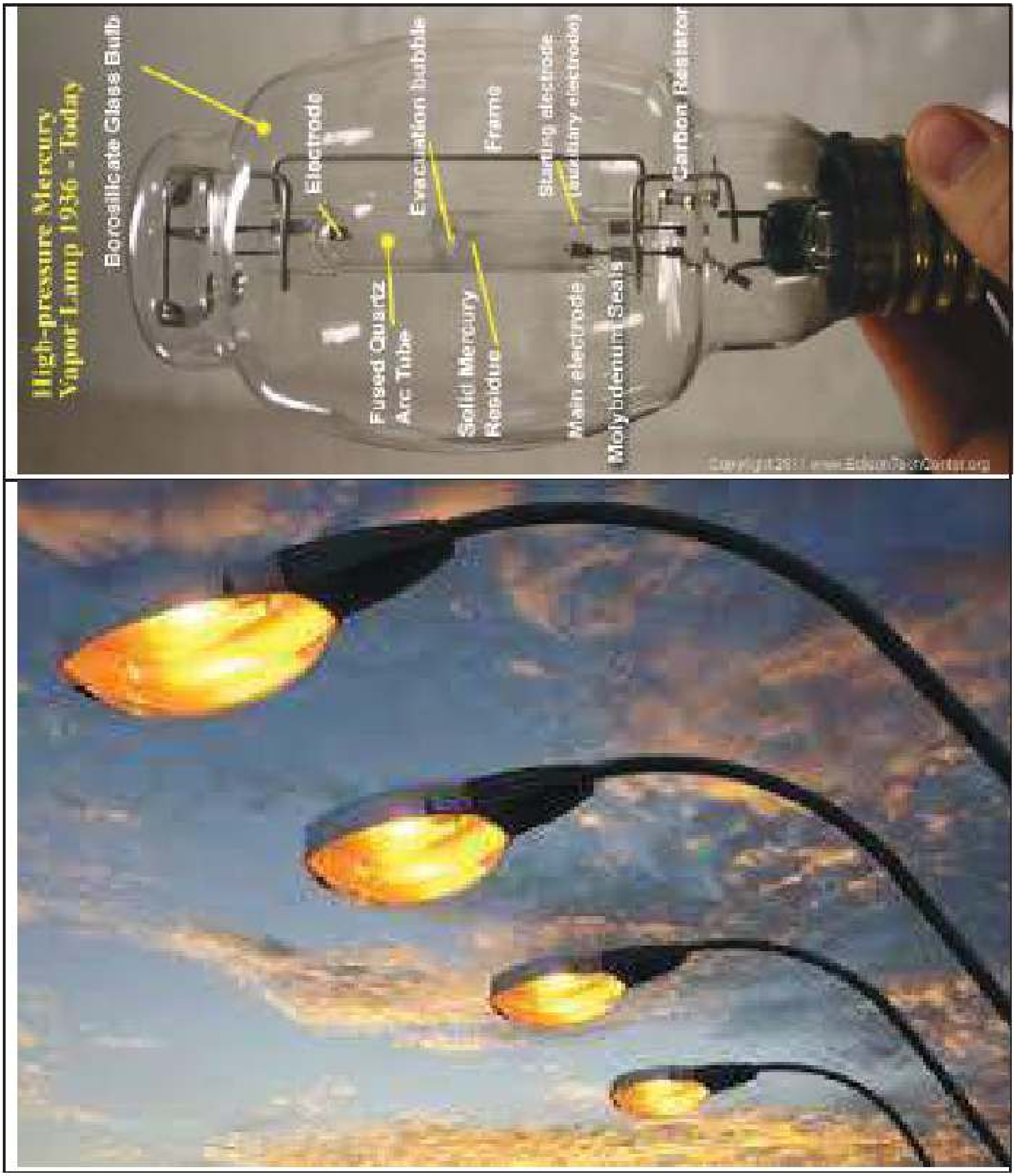
চিত্র- ২.১১ বিভিন্ন প্রকার এলইডি বাল্ব

২.৭.২ সোডিয়াম ভেপার ও মার্কারি ভেপার ল্যাম্পের কাজ

এতে একটি শক্ত কাচের নল ‘U’ আকৃতিতে বাঁকানো থাকে এবং তাতে কিছু সোডিয়াম এবং নিয়ন গ্যাস ভরা থাকে। নলের দুই মুখে টাংস্টেন ফিলামেন্ট-এর দুইটা ইলেকট্রোড থাকে । সম্পূর্ণ ল্যাম্পটি একটি বায়ুশূন্য স্বচ্ছ কাচের ফ্লাস্কের মধ্যে ঢোকানো থাকে। একটি সোডিয়াম ভেপার ল্যাম্প ও তার কানেকশন নিচের চিত্রে দেখানো হলো। এই ল্যাম্প স্টার্ট করার সময় স্বাভাবিক ভোল্টেজের প্রায় দ্বিগুণ ভোল্টেজ দরকার হয়। স্টেপ আপ ট্রান্সফরমারের সাহায্যে সেই অতিরিক্ত ভোল্টেজ পাওয়া যায়। ল্যাম্পের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহ শুরু হলে ঐ বর্ধিত ভোল্টেজ আস্তে আস্তে কমে স্বাভাবিক ভোল্টেজে আসে। যখন ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তখন প্রথমে নিয়ন গ্যাস প্রদীপ্ত হয়ে ফিকে লাল রং দেয়। তারপর সোডিয়াম বাষ্পের আয়নীকরণ শুরু হয়ে গেলে ল্যাম্প থেকে বিভিন্ন আভাযুক্ত হলুদ আলো নির্গত হতে থাকে। ল্যাম্পের স্বাভাবিক উজ্জ্বলতা আসতে ১৫ থেকে ২০ মিনিট সময় লাগে। এই ল্যাম্পের সাইজ সাধারণত ৪৫, ৬০, ৮৫ এবং ১০০ ওয়াটের হয়ে থাকে।



চিত্র- ২.১২ সোডিয়াম ভেপার ল্যাম্প



চিত্র- ২.১৩ মার্কারি ভেপার ল্যাম্প

মার্কারি ভেপার ল্যাম্প: মার্কারি ভেপার ল্যাম্প আবার তিন প্রকার। যথা:
(ক) এমএ টাইপ; (২) এমএটি টাইপ এবং (৩) এমবি টাইপ
এখানে এমএ টাইপ মার্কারি ভেপার ল্যাম্পের বর্ণনা দেওয়া হলো-
এই ল্যাম্পে একটি কাঁচের বাল্বের ভিতরে আর একটি শক্ত কাঁচের বাল্ব থাকে। ভিতরে পারদ ও আর্গন গ্যাস থাকে এবং তার দুই প্রান্তে টাংস্টেন তারের দুইটি ইলেকট্রোড থাকে। উপরের ইলেকট্রোডের পাশে আর একটি সহায়ক ইলেকট্রোড ব্যবহার করা হয় । সহায়ক ইলেকট্রোডটি একটি উচ্চমানের রোধের মাধ্যমে নিচের ইলেকট্রোডের সাথে সংযোগ করা থাকে। এমএ টাইপ ল্যাম্প ও তার সংযোগ নিচের চিত্রে দেখানো হলো।

উপযুক্ত ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে উপরের প্রধান ইলেকট্রোড এবং সহায়ক ইলেকট্রোডের মধ্যে আর্গন গ্যাসের মাধ্যমে ইলেকট্রিক ডিসচার্জ শুরু হয়। পরে ঐ ইলেকট্রিক ডিসচার্জ দিক পরিবর্তন করে প্রধান ইলেকট্রোডের মধ্যে হয়। ইলেকট্রোড দুটি উত্তপ্ত হলে পারদ বাষ্পে পরিণত হয় এবং উচ্চ চাপের সৃষ্টি হয়। তখন আলোক স্তম্ভটি উজ্জ্বল থেকে উজ্জ্বলতর হতে থাকে। এই বাতির স্বাভাবিক উজ্জ্বলতা আসতে ৪ থেকে ৮ মিনিট সময় লাগে। এই ল্যাম্প সাধারণত ২৫০ ওয়াট এবং ৪০০ ওয়াটের হয়ে থাকে। এই ল্যাম্প থেকে সবুজের আভাযুক্ত নীল রংয়ের আলো পাওয়া যায়।

২.৭.৩ বিভিন্ন প্রকার ল্যাম্পের ব্যবহার

বিভিন্ন প্রকার ল্যাম্পের ব্যবহার নিম্নে আলোচনা করা হলো :
ফিলামেন্ট ল্যাম্প : এই ল্যাম্প সাধারণত বাসাবাড়িতে ব্যবহৃত হয় তবে বর্তমানে এই ল্যাম্পের ব্যবহার খুবই সীমিত।
কার্বন ফিলামেন্ট ল্যাম্প : এই ল্যাম্পের আলো ঠিক সাদা নয় । এ ল্যাম্প বাসাবাড়িতে ব্যবহৃত হয় না। তবে ব্যাটারি চার্জিং-এর সময়ে রোধ হিসাবে ব্যবহার করা যায় ।

ভ্যাকুয়াম মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্প : এ ল্যাম্প বেশিদিন টেকসই হয় না এবং খুব অল্প ওয়াটের হয়ে থাকে। তাই যেখানে ১৫ থেকে ২৫ ওয়াটের বাতির প্রয়োজন, সেখানে এই বাতি ব্যবহৃত হয়।

গ্যাস ভরা কুন্ডলিত ফিলামেন্ট ল্যাম্প : যেখানে ২৫ এর বেশি ওয়াটের বাতি প্রয়োজন সেখানে এ বাতি ব্যবহৃত হয়।

আর্ক ল্যাম্প : আর্ক ল্যাম্পের ওয়াটেজ এত বেশি যে ঘরের ভিতরে এটা ব্যবহার করা যায় না। এ ল্যাম্প সাধারণত সার্চ লাইট, সিনেমা প্রজেক্টর এবং ম্যাজিক লাইট হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

গ্যাস ডিসচার্জ ল্যাম্প : রাস্তা, রেল ইয়ার্ড, বন্দর, বিভিন্ন শিল্পাঞ্চল, কোনো উম্মুক্ত স্থান প্রভৃতি আলোকিত করতে গ্যাস ডিসচার্জ ল্যাম্প ব্যবহৃত হয়।

এনার্জি সেভিং বাল্ব ও এল . ই . ডি বাল্ব:- বর্তমানে এই ধরনের বাল্ব প্রায় সর্বত্রই ব্যাপক হারে ব্যবহার হচ্ছে।

LED		CFL		Incandescent
1 Watt	=	3 Watt	=	15 Watt
3 Watt	=	7 Watt	=	35 Watt
5 Watt	=	11 Watt	=	50 Watt
7 Watt	=	15 Watt	=	70 Watt
9 Watt	=	19 Watt	=	90 Watt
12 Watt	=	25 Watt	=	120 Watt
15 Watt	=	31 Watt	=	150 Watt
18 Watt	=	36 Watt	=	180 Watt

চিত্র- ২.১৪ বিভিন্ন প্রকার এলইডি বাল্ব, এনার্জি বাল্ব ও সাধারণ বাল্ব ক্ষমতার তুলনা।

২.৭.৪ বিভিন্ন প্রকার ল্যাম্পের লুমেন

বিভিন্ন প্রকার ল্যাম্পের লুমেন/ আলোক রশ্মির তালিকা:

ল্যাম্প	ওয়াট	২৩০ ভোল্ট সাপ্লাইয়ে গড় পড়তা লিউমেন	কার্যকাল ঘন্টা
ইনক্যানডিসেন্ট ল্যাম্প	২	২২০	১০০০
	৪০	৪২৫	"
	৬০	৭২০	"
	১০০	১৩৮০	"
	১৫০	২০৮০	"
	২০০	২৯২০	"
	৩০০	৪৭০০	"
	৫০০	৮৩০০	"
	১০০০	১৮৬০	-
ফ্লোরেসেন্ট ল্যাম্প	২০	৯৭০	৫,০০০ - ১০,০০০
	৪০	২৪৪০	
	৬৫/৮০	৪০০০	
সোডিয়াম ভেপার ল্যাম্প	৪৫	২৭০০	১০০০
	৬০	৩৯০০	"
	৮৫	৬০০০	"
	১০০	৭৫০০	"
মার্কারি ভেপার ল্যাম্প	৮০	৩৫০০	১০০০
	১২৫	৬২৫০	"
	২৫০	১৩৫০০	"
	৪০০	২৩০০০	"
	১০০০	৬০০০০	"
হ্যালোজেন ল্যাম্প	১০০০	২৫০০০	১০০০

২.৮ ইলুমিনেশনঃ

আলোর সাহায্যে কোনো স্থান উদ্ভাসিত বা আলোকিত করা হলো। এই আলো বিভিন্ন উপায়ে পাওয়া যায়। যেমন সূর্যের আলো, বজ্রপাতের দ্বারা সৃষ্ট আলো, বাতির আলো ইত্যাদি। বাতি বা ল্যাম্পের সাহায্যে বসতবাড়ি, অফিস-আদালত, কলকারখানা, রাস্তাঘাট ইত্যাদি স্থান আলোকিত করাকে উদ্ভাসন বা ইলুমিনেশন বলে।

২.৮.১ ইলুমিনেশন সম্পর্কিত কয়েকটি তথ্য:

(ক) ক্যান্ডেল পাওয়ার : ক্যান্ডেল পাওয়ার বলতে কোনো নির্দিষ্ট দিকে নির্গত আলোকরশ্মির তীব্রতাকে বোঝায়।

(খ) রশ্মিরেখা (Luminous flux) : কোনো আলোদায়ক বস্তু থেকে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ আলোক শক্তির বিকিরণ হয়, তাকে রশ্মিরেখা বা লুমিনাস ফ্লাক্স বলে।

(গ) লিউমেন : লিউমেন হচ্ছে আলোক রশ্মিরেখা পরিমাপের একক। কোনো আলোদায়ক বস্তু থেকে নির্গত আলোক রশ্মিরেখাকে লিউমেন এককে প্রকাশ করা হয়। এক ক্যান্ডেল পাওয়ার শক্তি বিশিষ্ট ল্যাম্প থেকে 4π (পাই) বা ১২.৫৭ লিউমেন আলোক রশ্মিরেখা নির্গত হয়।

(ঘ) উজ্জ্বলতা : কোনো আলোক উৎসের একক ক্ষেত্রফল থেকে কোনো নির্দিষ্ট দিকে লম্বভাবে যে পরিমাণ আলোক রশ্মিরেখা নির্গত হয় তা দ্বারাএটার উজ্জ্বলতা বোঝায়।

২.৮.২ ইলুমিনেশনের একক:

কোনো স্থানের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে যে পরিমাণ আলোক রশ্মিরেখা পাওয়া যায়, তাকেই ঐ স্থানের ইলুমিনেশন বা উদ্ভাসন বলা হয়। সুতরাং ইলুমিনেশনের একক হচ্ছে লিউমেন/বর্গফুট বা লিউমেন/বর্গমিটার। এক বর্গফুট ক্ষেত্রফলে যখন এক লিউমেন আলোকরশ্মি পড়ে তখন তাকে এক লিউমেন/বর্গফুট বা সংক্ষেপে ১ ফুট ক্যান্ডেল উদ্ভাসন বলে। । অনুরূপভাবে, এক বর্গমিটার ক্ষেত্রফলে যখন এক লিউমেন আলোকরশ্মি পড়ে তখন তাকে এক লিউমেন/বর্গমিটার বা সংক্ষেপে ১ মিটার ক্যান্ডেল উদ্ভাসন বলে।

বিল্ডিং এর কক্ষগুলি আলোকিত করার জন্য বিভিন্ন বাতির ক্ষমতা ওয়াটে দেওয়া হলো

স্থান	ওয়াট(প্রায়)	স্থান	ওয়াট (প্রায়)	স্থান	ওয়াট (প্রায়)	স্থান	ওয়াট (প্রায়)
প্রবেশপথ	২৫	খেলাধুলার কক্ষ	৪০ ফ্লোরোসেন্ট	গোসলখানা(আয়না)	৬০	রিডিং রুম	৬০
শয়ন কক্ষ	৬০	রান্না ঘর	৪০-৬০ ফ্লোরোসেন্ট	সেলাইকক্ষ	১০০		
ডাইনিং কক্ষ	২৫	লন্ড্রী	৪০ ফ্লোরোসেন্ট	সিঁড়িঘর	২৫		
ড্রেসিং টেবিল	৪০	গোসলখানা	২৫	গ্যারেজ	২৫		

২.৮.৩ স্থানভেদে ইলুমিনেশনের পরিমাণের প্রয়োজনীয়তা

সকল স্থানে সমান আলোর প্রয়োজন হয় না। স্থানভেদে ইলুমিনেশনের তালিকা নিম্নে দেখানো হলো :

৭৩৫

স্থান	লিউমেন (বর্গমিটারে)	স্থান	লিউমেন (বর্গমিটারে)	স্থান	লিউমেন (বর্গমিটারে)
১. বাসাবাড়ি		৫. বিদ্যালয়ঃ		৭.ঢালাইয়ের কারখানা ঃ	
বেডরুম (শয়নকক্ষ)	৫০	শ্রেণিকক্ষ	১৫০	সাধারণ কাজ	১০০
বাথরুম(স্নানঘর)	৮০	চিত্রাঙ্কন	২০০	সুক্ষ্ম কাজ	১৫০
রান্নাঘর	৮০	ল্যাবরেটরি	১৫০	৮.রাসায়নিক কাজ	৮০
পড়ার ঘর	১৫০	বক্তৃতা মঞ্চ	১০০	৯.রেলওয়ে ইয়ার্ড	২-৮
সেলাইয়ের কাজ	২৫০	লাইব্রেরি	১৫০	১০ ফেরিঘাট, বন্দর	২৫
২. অফিস আদালত		৬. (কারখানায় যন্ত্রাংশ সমূহ জোড়া দেওয়ার জন্য নির্দিষ্ট কক্ষ) অ্যাসেম্বলি শপঃ		১১. রাস্তার বাতি	২-১০
টাইপ করা এবং হিসাবের কাজ	২২৫	বিশেষ ধরনের কাজ	৭০	১২.ছাপাখানার কম্পোজ ঘর।	৩০০
সাধারণ ঘর	১৫০	সাধারণ কাজ	১০০	১৩.কাঁচের কারখানা	
সিড়ি ও বারান্দা	৫০	মাঝারি ধরনের কাজ	১০০	ফার্নেস ঘর	৫০
নকশাদি অঙ্কনের জন্য নির্দিষ্ট কক্ষ	১৫০	ছোটো ছোটো যন্ত্রপাতির কাজ	২০০	কাচ গলিয়ে জিনিসপত্র তৈরী	১০০

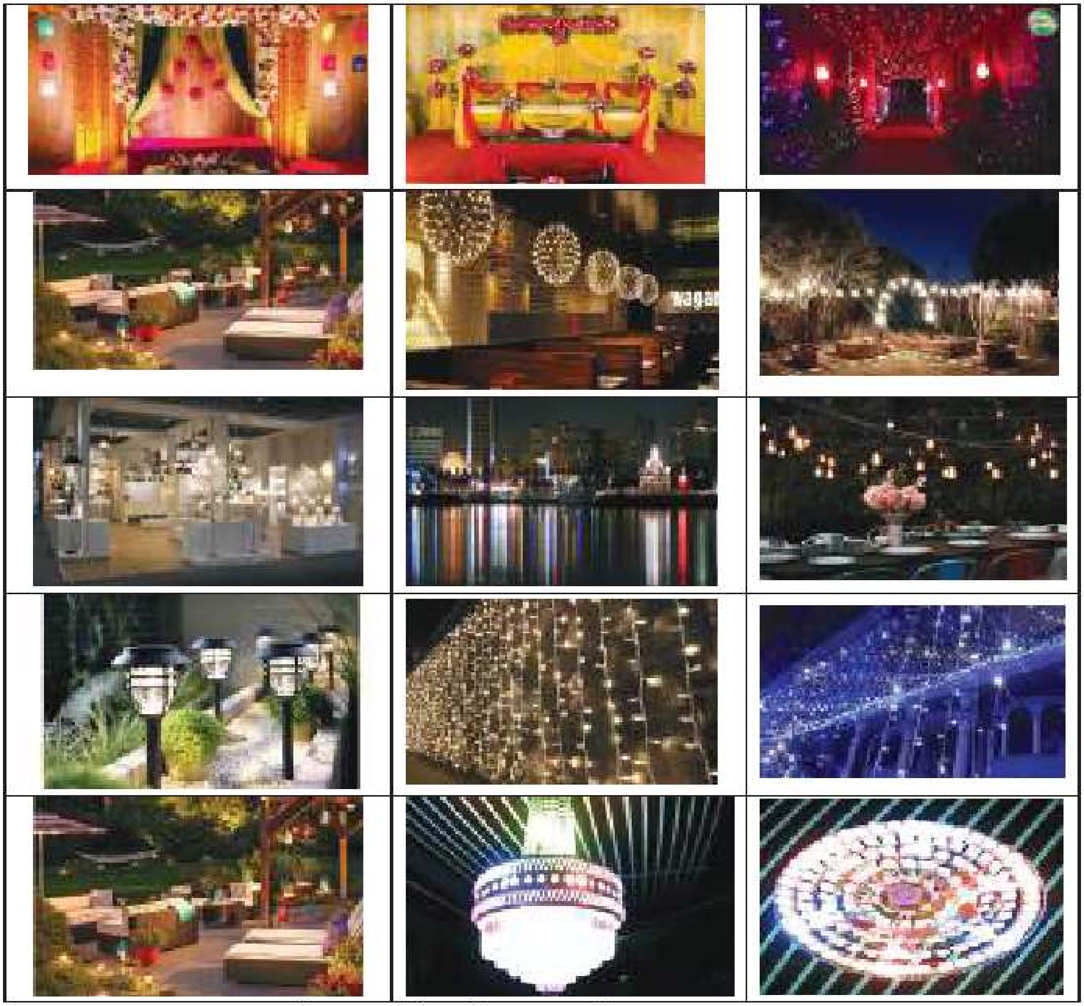
নকশাঙ্কনের বোর্ডের উপর	৩০০	অতি সূক্ষ্ম কাজ	১০০০	কাচের সূক্ষ্ম ঘষা কাজ কাচ কাটার কাজ	২০০
৩. হোটেল:		মেশিন ও ফিটিং শপঃ		কাচ কাটার কাজ	৫০০
বেডরুম	৬০	বিশেষ ধরনের কাজ	১০০	১৪. ঘড়ি মেরামতের কারখানা	৩০০
খাওয়ার ঘর	৮০	সাধারণ কাজ	২০০		
৪. হাসপাতাল		মাঝারি ধরনের কাজ	২০০		
ল্যাবরেটরি	২০০	সূক্ষ্ম কাজ	৪০০		
অস্ত্রোপচারের জন্য নির্দিষ্ট কক্ষ	৩৫০	অতি সূক্ষ্ম কাজ	৮০০		
অস্ত্রোপচারের টেবিল	৩৫০০	কার্পেন্টার শপ ঃ			
ওয়ার্ড	৩০	সূত্রধরের সাধারণ কাজ।	৮০		
ওয়েটিং রুম	৭০	সূত্রধরের সূক্ষ্ম কাজ	১৫০		

২.৯ ইভেন্ট ম্যানেজমেন্ট (Event management)ঃ

শাব্দিক অর্থে ইভেন্ট ম্যানেজমেন্ট বলতে অনুষ্ঠান আয়োজন বুঝায়। কোনো অনুষ্ঠান বা কোনো আয়োজন সম্পন্ন করতে সার্বিক কার্যক্রম সুষ্ঠু ও সুন্দরভাবে পরিচালনা করাই হচ্ছে ইভেন্ট ম্যানেজমেন্ট।

২.৯.১ ইভেন্ট ম্যানেজমেন্ট সেবাসমূহ:

গায়ে হলুদ, বৌভাত, বিবাহবার্ষিকী, জন্মদিন, সুন্নতে খাৎনা, কনসার্ট, ডিজে পার্টি, সাংস্কৃতিক অনুষ্ঠান. কর্পোরেট অনুষ্ঠান, মেলা, প্রদর্শনী, ফ্যাশন শো, অফিসিয়াল মিটিং, সেমিনার, সমাবর্তন, এবং পিকনিকসহ ছোট-বড় সব ধরনের অনুষ্ঠান। এ ছাড়া ভেন্যু নির্বাচন, খাবার, পরিবহন, কাটারিং, সাউন্ড সিস্টেম, লাইটিং, পোস্টারিং, ব্যানার, ফুল, মিডিয়া কভারেজ, বিজ্ঞাপন, আমন্ত্রণপত্র ছাপানো, আমন্ত্রণ জানানো, ডেকোরেশন, অতিথিদের অভ্যর্থনা জানানো, অনুষ্ঠান উপস্থাপনা , বিশেষজ্ঞ ডক্টর সেবা, ডায়াগনিষ্টিক সার্ভিস, এ্যাম্বুলেন্স সেবা, বাড়ী ও অফিস মালামাল স্থানান্তর ও সাজানো, অনলাইনে পণ্য ক্রয়ের পেমেন্ট ও প্রোডাক্ট ডেলিভারী সেবা, জমি ক্রয়, বিল্ডিং নির্মাণ ও অন্যান্য সকল প্রকার আয়োজনের ব্যবস্থা।



চিত্র- ২.১৫ ইভেন্ট ম্যানেজমেন্ট সেবাসমুহ

২.৯.২ ইভেন্ট ম্যানেজারের কাজ:

- পরিকল্পনা করার দক্ষতা;
- বাজেট তৈরির দক্ষতা:
- প্রয়োজনীয় সামগ্রী সংগ্রহের ব্যবস্থা করা;
- প্রয়োজনীয় কর্মী নিয়োগ ও তাদের দায়িত্ব ঠিক করা ;
- যোগাযোগের দক্ষতা;
- দল পরিচালনা করার দক্ষতা;
- সময় ব্যবস্থাপনা ;
- পরিশ্রম করার মানসিকতা ও সামর্থ্য।

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। টমাস আলভা এডিসন কখন ইনক্যানডিসেন্ট বাতি আবিষ্কার করেন ?

২। শূন্যস্থানে আলোর বেগ প্রতি সেকেন্ডে কত মিটার ?

৩। লাইটিং পদ্ধতি কয়টি?

৪। ইলুমিনেশনের একক কী?

৫। ইনডাইরেক্ট লাইটিং (Indirect Lighting) কোথায় ব্যবহার হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। বৈদ্যুতিক বাতির কাজ কী?

২। আর্টিফিশিয়াল লাইটিং (Artifical Lighting) কী?

৩। মানুষের উপর আলোর প্রভাবের সংক্ষিপ্ত বিবরণ।

৪। ইভেন্ট ম্যানেজমেন্টের ৫টি সেবাসমুহের নাম লিখ।

৫। ইলুমিনেশন বলতে কি বুঝায় ?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। বৈদ্যুতিক বাতি কত প্রকার ও কী কী? ৫টি বৈদ্যুতিক বাতির ব্যবহার উল্লেখ কর।

২। ইভেন্ট ম্যানেজারের প্রধান কাজসমুহ কী কী বর্ণনা কর।

৩। লাইটিং ও বর্ণালি বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা কর।

৪। ইভেন্ট ম্যানেজমেন্ট (Event management) কি মূল্যায়ণ কর।

৫। এলইডি বাতি সিএফএল বাতি এবং ইনক্যানডিসেন্ট বাতির ক্ষমতার তুলনা কর।

ব্যবহারিক (Practical)

জব-১ঃ বাড়ির বসার ঘর (Drawing Room) এর সিলিং এ ইন্টেরিয়র ডিজাইনের সাথে মিল রেখে একটি ঝাড়বাতি দুটি সিলিং ফ্যান ১০টি এলইডি সিলিং স্পট লাইট এর ওয়্যারিং স্থাপন ।

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
- লে-আউট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী অবস্থান মার্ক করা;
- লে-আউট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সংযোগ বক্সের অবস্থান মার্ক করা;
- স্পিরিট লেভেল ব্যবহার করে অ্যালাইনমেন্ট ঠিক করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমাদান করা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রঃ নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু মুক্ত উপাদান	প্রয়োজন অনুযায়ী

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instruments Required)

ক্রঃ নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	ওয়াল চেজার	২৫০V, ২২০০W	০১টি
০২	এক্সটেনশন কর্ড, থ্রি-পিন সকেট, ১০ মিটার	২৫০V, ২০A	০১টি
০৩	নিয়ন টেস্টার	২৫০ ভোল্ট	০১টি
০৪	স্প্রিট লেভেল	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০৫	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	০১টি
০৬	বলপিন হ্যামার	০.৫০ পাউন্ড	০১টি
০৭	কোল্ড চিজেল	১০ ইঞ্চি	০১টি
০৮	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	হ্যামার টাইপ	০১টি
০৯	মেজারিং টেপ	৫ মিটার	০১টি
১০	রুলার স্কেল	৫ ফিট	০১টি
১১	ফল্ডেবল ল্যাডার	১০ ফুট	০১টি
১২	পোকার	৬ ইঞ্চি	০১টি
১৩	হ্যাক স	১৮ ইঞ্চি	০১টি
১৪	পিভিসি পাইপ কাটার	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials Required)

ক্রঃ নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	ঝাড় বাতি	তিন কালার ২৫০টি পাথর সহ	১টি
০২	সিলিং ফ্যান	৫৬ ইঞ্চি	২টি
০৩	এলইডি সিলিং স্পট লাইট	৫ ওয়াট	১০
০৪	তার	১.৫ আর এম	২ কয়েল
০৫	সুইচ	এম কে ২৫০ ভোল্ট	১২ টি
০৬	কন্ডুইট	ওয়াটার গ্রেড, ১ ইঞ্চি, সাদা রং	০১টি
০৭	কন্ডুইট	ওয়াটার গ্রেড, ১ ইঞ্চি, সাদা রং	০১টি
০৮	কন্ডুইট	ওয়াটার গ্রেড, ৩/৪ ইঞ্চি, সাদা রং	৪টি

ফর্মা-৯

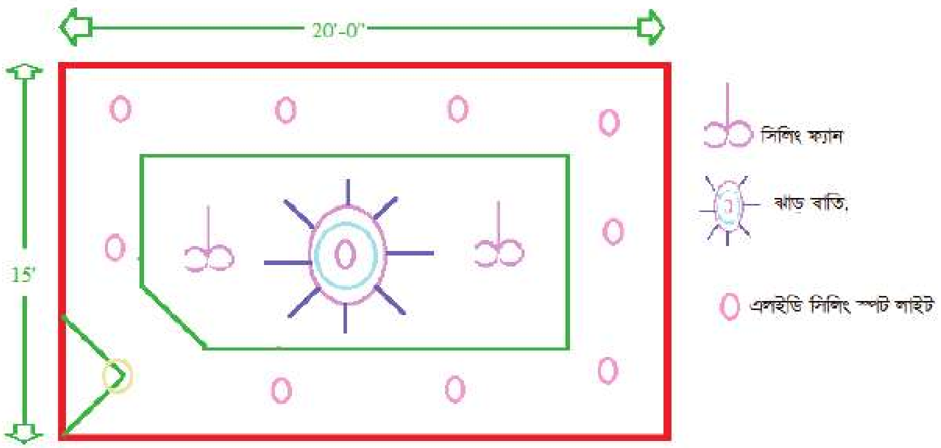
০৯	পিভিসি বেন্ড	ওয়াটার গ্রেড, ১ ইঞ্চি, সাদা রং	০২টি
১০	পিভিসি বেন্ড	ওয়াটার গ্রেড, ৩/৪ ইঞ্চি, সাদা রং	৩০টি
১১	পিভিসি কন্ডুইট সকেট	ওয়াটার গ্রেড, ১ ইঞ্চি, সাদা রং	০৪টি
১২	পিভিসি কন্ডুইট	ওয়াটার গ্রেড, ৩/৪ ইঞ্চি, সাদা রং	৫টি
১৩	২-ওয়ে কন্ডুইট সার্কুলার বক্স	১ ইঞ্চি	০৪টি
১৪	৪-ওয়ে কন্ডুইট সার্কুলার বক্স	১ ইঞ্চি	০৪টি
১৫	২-ওয়ে কন্ডুইট সার্কুলার বক্স	১ ইঞ্চি, ৯০ ডিগ্রী	০২টি
১৬	২-ওয়ে কন্ডুইট সার্কুলার বক্স	৩/৪ ইঞ্চি	৫টি
১৭	৩-ওয়ে কন্ডুইট সার্কুলার বক্স	৩/৪ ইঞ্চি	০৩টি
১৮	মার্কিং টেপ	২ ইঞ্চি	০১টি
১৯	পিভিসি গ্লো	৬০০ মিমি লম্বা, ১২.৭ মিমি ব্যাস	৫০০ গ্রাম
২০	হ্যাক্স ব্লেড	১২ ইঞ্চি	০১টি
২১	ক্যাবল টাই	২৫০ মিমি	০১টি

ঝাড় বাতি

সিলিং ফ্যান

এলইডি সিলিং স্পট লাইট

চিত্র- ২.১৬



চিত্র-২.১৭ ইন্টেরিয়র (ইলেকট্রিক্যাল) ব্লক ডায়াগ্রাম

চিত্র-২.১৮ একটি ঝাড়বাতি দুইটি সিলিং ফ্যান ১০টি এলইডি সিলিং স্পট লাইট এর ওয়্যারিং স্থাপন।

কাজের ধাপ (Working Procedure):

- প্রয়োজনীয় পিপিই নির্বাচন করে সংগ্রহ করব এবং পরিধান করব;
- চিত্র অনুযায়ী সমস্ত মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করব;
- প্লান অনুসারে মাপ নিয়ে দাগ কেটে লে-আউট তৈরি করব;
- ড্রইং অনুসারে পাইপ বসাব;
- সুইচ বোর্ড হতে বিভিন্ন লোডে পাইপ স্থাপন করব;
- পাইপগুলিকে শক্ত করে তার অথবা ক্যাবল টাই দিয়ে আটকাব;
- পাইপের জুড়াগুলির সকেটে আঠা দিয়ে লাগাব এবং টেপ দিয়ে পেঁচিয়ে দিব;
- কাজ শেষে কাজের জায়গা পরিষ্কার করব;
- কাজ শেষে সমস্ত মালামাল স্টোরে জমা করব।

➤ **সতর্কতা (Precaution):**

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস, গগলস ব্যবহার করব;
- নকশা বা লে-আউট অনুযায়ী স্থাপন করব;
- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তার দিকে খেয়াল রাখব।

➤ **অর্জিত দক্ষতা:** এ জবের মাধ্যমে বাসা বাড়ীর ড্রয়িং কক্ষের সিলিং এ ইন্টেরিয়র ডিজাইনের সাথে মিল রেখে একটি ঝাড়বাতি, দুইটি সিলিং ফ্যান, ১০টি এলইডি সিলিং স্পট লাইট, এর ওয়্যারিং স্থাপনের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। বাস্তব জীবনে যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

৮৩

জব-২: ইভেন্ট ম্যানেজমেন্টের মাধ্যমে বিয়ে বাড়ীর গেইটসহ বাউন্ডারি ওয়াল কে এলইডি ডেকোরেটিভ লাইট দ্বারা সজ্জিতকরণ।

পারদর্শিতার মানদণ্ড:

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
- চিহ্নিত জায়গায় লাইন স্থাপন করা;
- ডেকোরেটিভ এলইডি ল্যাম্প সকেট এর সাথে যুক্ত করা;
- কন্ট্রোলার দিয়ে বিভিন্ন কালার পরিবর্তন করা;
- কাজ শেষে কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমাদান করা।

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials Required):

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	Insulation tape	Green Color	05 Pcs
০২	Breaker	5A, 250V	05 Pcs
০৩	One way Switch	5A, 250V	05 Pcs
০৪	Three pin socket	5A, 250V	05 Pcs
০৫	DB Box	One way	02Pcs
০৬	1x1.5 sqmm BYA Cable(rm)	Red Color(Brown)	10m
০৭	1x1.5 sqmm BYA Cable(rm)	Black Color(Blue)	10m
০৮	1x1.5 sqmm BYA Cable(re)	Green Color.	10m
০৯	Decorative LED lamp	100pcs	10Nos

চিত্র -২.১৯ বিয়ে বাড়ীর গেইটসহ বাউন্ডারি ওয়াল কে এলইডি ডেকোরেটিভ লাইট দ্বারা সজ্জিত করণের অংশ।

কাজের ধাপ (Working Procedure):

- প্রয়োজনীয় পিপিই নির্বাচন করে সংগ্রহ করব এবং পরিধান করব;
- চিত্র অনুযায়ী সমস্ত মালামাল এবং যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করব;
- যে স্থানে আলোক সজ্জার কাজ হবে সে স্থান চিহ্নিত করব;
- প্রয়োজনীয় স্থানে ডেকোরেটিভ এলইডি ল্যাম্প দ্বারা সুন্দরভাবে সজ্জিত করব;
- সংযোগের স্থান থেকে পাওয়ার প্যানেল পর্যন্ত ওয়্যারিং করব;
- প্লান অনুসারে মাপ নিয়ে দাগ কেটে লে-আউট তৈরি করব;
- কন্ট্রোলার দ্বারা ডেকোরেটিভ এলইডি ল্যাম্প মাল্টি ফাংশনাল ব্যবস্থা করব;
- প্রয়োজনীয় বৈদ্যুতিক লাইন চেক করে সরবরাহ নিশ্চিত করব;
- নির্দিষ্ট সময় পর সংযোগ বিচ্ছিন্ন করব;
- কাজ শেষে কাজের জায়গা পরিষ্কার করব;
- কাজ শেষে সমস্ত মালামাল স্টোরে জমা করব।

➢ সতর্কতা (Precaution):

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লাভস, গগলস ব্যবহার করব;
- নকশা বা লে-আউট অনুযায়ী স্থাপন করব;
- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তার দিকে খেয়াল রাখব;
- আউটডোর লাইটিং হলে বৃষ্টির সময় সংযোগ বন্ধ রাখব।

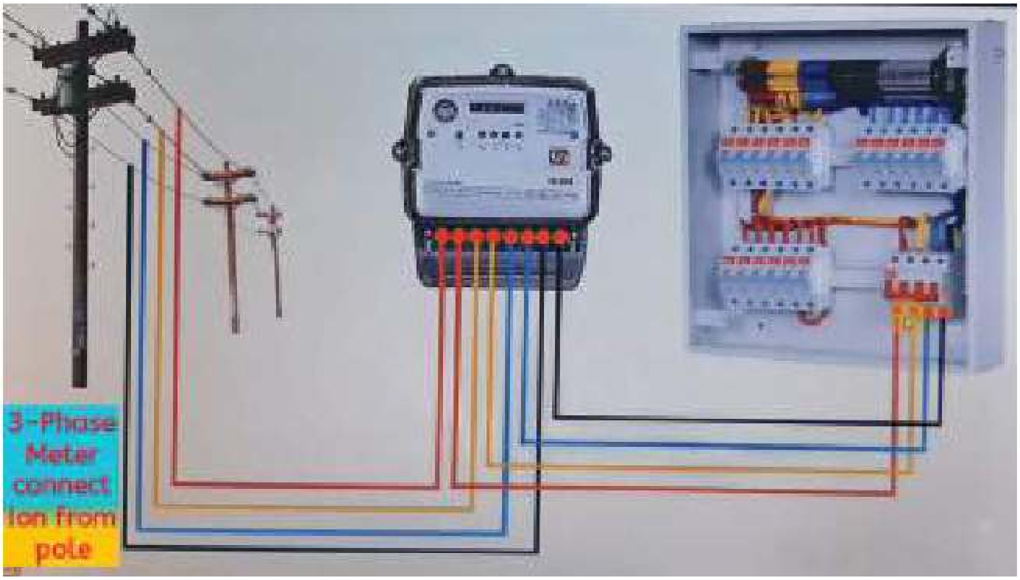
➢ **অর্জিত দক্ষতা:** এ জবের মাধ্যমে বিয়ে বাড়ীর গেইটসহ বাউন্ডারি ওয়াল কে এলইডি ডেকোরেটিভ লাইট দ্বারা সজ্জিত করে দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। বিভিন্ন ইভেন্ট ম্যানেজমেন্ট প্রোগ্রামে লাইটিং যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

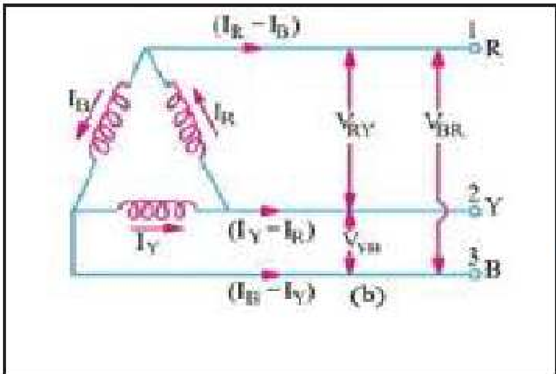
ফর্মা-১০

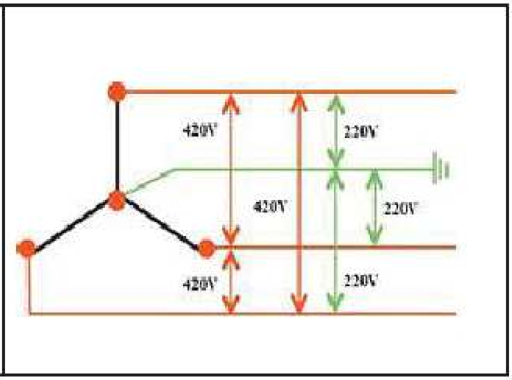
তৃতীয় অধ্যায়

এসি থ্রি-ফেজ সার্কিট

AC Three Phase Circuit







তোমরা ইতিপূর্বে দেখেছ বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ব্যবহার। তোমরা পরিবেশের চারপাশে একটু মনোযোগ সহকারে তাকালে দেখবে এসি থ্রি ফেজ সরবরাহ এর মাধ্যমে আমাদের জীবন যাপনের মৌলিক চাহিদার উপাদানগুলো সহজ, সুন্দরভাবে পূরন করছে। আমাদের জীবন যাপন উন্নত করতে এসি থ্রিফেজ সার্কিট

অপরিহার্য বিষয়। এ অধ্যায়ে থ্রি ফেজ সিস্টেমের পরিচিতি, প্রকারভেদ, সুবিধা অসুবিধা নিয়ে আলোচনা করা হলো।

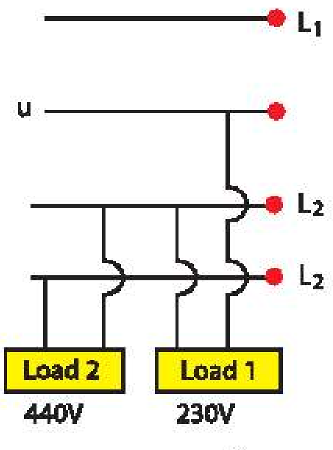
এই অধ্যায় শেষে আমরা-

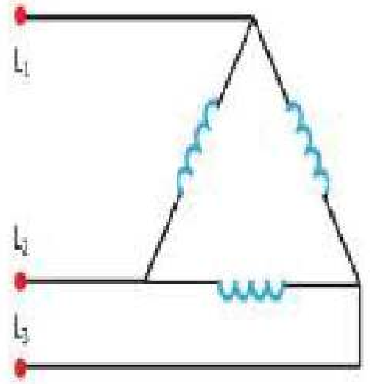
- কাজের জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারব;
- এসি থ্রি-ফেজ সার্কিটের ফেজ সমূহ সনাক্ত করতে পারব;
- এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট তৈরী করতে পারব;
- এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট তৈরী করতে পারব;
- টুলস, ইকুইপমেন্ট ও ম্যাটেরিয়ালস সংরক্ষণ করতে পারব।

উপর্যুক্ত শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে এ অধ্যায়ে আমরা এসি থ্রি-ফেজ স্টার, ডেল্টা এবং ষ্টার ডেল্টা সার্কিট সম্পন্ন করার দক্ষতা অর্জন করব। জবগুলো সম্পন্ন করার পুর্বে প্রথমেই প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয়সমূহ জানব।

৩ এসি থ্রি-ফেজ সিস্টেম:

যে সিস্টেমে বিদ্যুৎ উৎপাদন, সঞ্চালন এবং গ্রাহক পর্যন্ত বিতরনের জন্য থ্রি-ফেজ ব্যবহার করে, তাকে এসি থ্রি-ফেজ সিস্টেম বলে। এই সিস্টেমে সিঙ্গেল-ফেজ ব্যবহার করারও সুবিধা পাওয়া যায়। আমরা এ অধ্যায়ে ধাপে ধাপে থ্রি-ফেজ সিস্টেম সম্পর্কে বিস্তারিত জানব এবং এ সিস্টেম ব্যবহার সম্পর্কে দক্ষতা অর্জন করব।





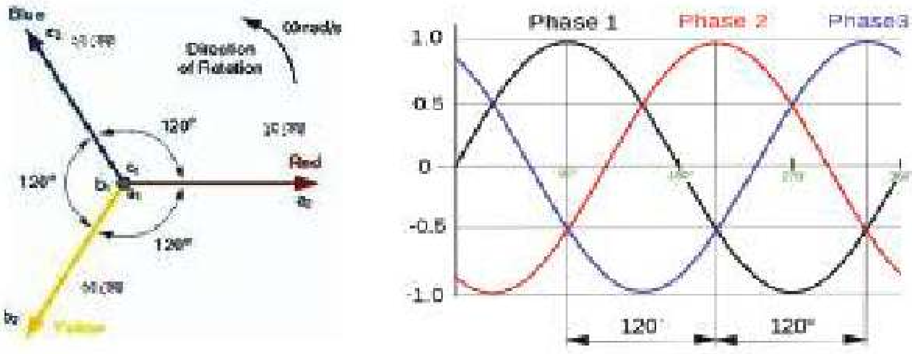
চিত্র-৩.১- এসি থ্রি-ফেজ সিস্টেম এর ধারনা

ফেজ অর্থ দশা বা অবস্থান। এসি সাপ্লাইয়ে ফেজ বলতে কারেন্ট ও ভোল্টেজের মান, দিক এবং অবস্থানকে বোঝায়। ফেজ সম্পর্কে জানতে হলে প্রথমে ফেজ অ্যাঙ্গেল সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে । সার্কিটের এসি প্রবাহের ক্ষেত্রে ফেজ ভোল্টেজ ও ফেজ কারেন্টের মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্বকে ফেজ অ্যাঙ্গেল বলে। বৈদ্যুতিক লোডের ধরনের উপর নির্ভর করে ফেজ ভোল্টেজ ও কারেন্টের কৌনিক দূরত্ব। যদি ভোল্টেজ অপেক্ষা কারেন্ট

এগিয়ে থাকে তবে তাকে পাওয়ার ফ্যাক্টর লিডিং এবং ভোল্টেজ থেকে কারেন্ট পিছিয়ে থাকে তবে তাকে পাওয়ার ফ্যাক্টর ল্যাগিং বলে। যদি ভোল্টেজ ও কারেন্টের মধ্যে কোনো কৌণিক দূরত্ব না থাকে তবে তাকে পাওয়ার ফ্যাক্টর ইউনিটি বলে। অর্থাৎ ভোল্টেজ ও কারেন্ট একই ফেজে থাকে। খাঁটি রেজিস্টিভ সার্কিটে এর ক্ষেত্রে ভোল্টেজ ও কারেন্ট একই থাকে।

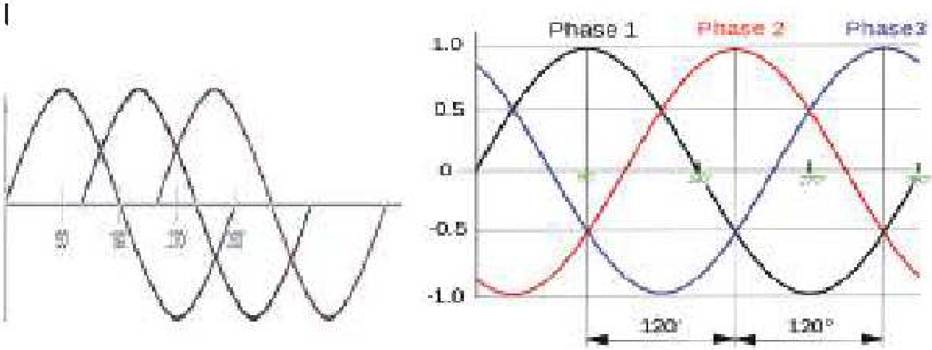
নিউট্রন শব্দ থেকে এসেছে নিউট্রাল অর্থাৎ চার্জহীন। নিউট্রাল লাইনে কারেন্ট থাকে না। এসি ব্যবস্থায় সিঙ্গেল ফেজ পাওয়ার জন্য ট্রান্সফরমারের (Transformer) স্টার পয়েন্ট থেকে একটি লাইন বের করা হয়, এ লাইনকে নিউট্রাল লাইন হিসাবে চিহ্নিত করা হয়।

এসি থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় থ্রি -ফেজ ভোল্টেজ বা কারেন্ট তিনটি সিঙ্গেল ফেজ ভোল্টেজ বা কারেন্টের সমষ্টি মাত্র । ২য় ফেজটি ১ম ফেজ আরম্ভ হওয়ার ১/৩ পর্যায় (stage) পিছনে এবং ৩য় ফেজটি আবার ২য় ফেজের ১/৩ পর্যায় (stage) পিছনে থাকে সম্পূর্ণ পর্যায় (stage) কে ৩৬০ ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রি ধরা হয়, তবে থ্রি-ফেজ সার্কিটের একটি ফেজ অপরটির চেয়ে (360 x 1/3)১২০ ইলেট্রিক্যাল ডিগ্রি পিছনে থাকে। অর্থাৎ পাশাপাশি দুইটি ফেজের মধ্যে পাথর্ক্য ১২০° ইলেট্রিক্যাল ডিগ্রি। সুতরাং ফেজ পার্থক্য ১২০° ।



চিত্র-৩.২ এসি থ্রি -ফেজ ব্যবস্থার ফেজ পাথর্ক্য

থ্রী-ফেজ সিস্টেমে তিন ফেজে পরস্পরের মধ্যে কৌণিক দূরত্ব এবং এতে উৎপন্ন ওয়েভ আকৃতি নিম্নে দেখান হলো।



চিত্র-৩.৩ প্রতিটি ফেজের কৌণিক দূরত্ব ১২০ ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রী

ইন ফেজ (In Phase)

দুটি অল্টারনেটিং কোয়ান্টিটি যদি একই দিকে একই সময়ে অগ্রগামী হয় এবং একই সময়ে এদের শূন্য মান অতিক্রম করে এবং পুনরায় একই সময়ে এদের সর্বোচ্চ মান অতিক্রম করে তাকে ইন ফেজ বলে। ১০০% খাটি রেজিস্টিভ লোডের ক্ষেত্রে কারেন্ট এবং ভোল্টেজ ইন ফেজে থাকে।

আউট অব ফেজ (Out of Phase)

দুটি অল্টারনেটিং কোয়ান্টিটি যদি একই দিকে ভিন্ন ভিন্ন সময়ে অগ্রগামী হয় এবং ভিন্ন ভিন্ন সময়ে এদের শূন্য মান অতিক্রম করে এবং পুনরায় ভিন্ন ভিন্ন সময়ে তাদের সর্বোচ্চ মান অতিক্রম করে তাকে আউট অব ফেজ বলে। ইন্ডাকটিভ লোডের ক্ষেত্রে কারেন্ট এবং ভোল্টেজ আউট অব ফেজে থাকে।

পলি ফেজ (Poly Phase)

বৈদ্যুতিক সিস্টেমে এক এর অধিক ফেজ ব্যবহার করলে তাকে পলি ফেজ বলে। আমরা থ্রী ফেজ ও বলে থাকি। একের অধিক এর ক্ষেত্রে তিনটি ফেজ এর বেশি ব্যবহার করা হয় না বিধায়
পলি ফেজ সিস্টেম দুই প্রকার যথাঃ

ব্যালেন্সড পলি ফেজ সিস্টেম (Balanced Poly Phase System): যে পলি ফেজ সিস্টেমের প্রতিটি ফেজে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং ফেজ এঙ্গেল সমান থাকে তাকে ব্যালেন্সড পলি ফেজ সিস্টেম বলে। এই সিস্টেমে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি চালালে দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা কম থাকে।

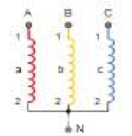
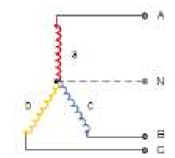
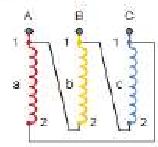
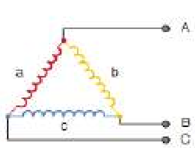
আন ব্যালেন্সড পলি ফেজ সিস্টেম (Un-Balanced Poly Phase System): যে পলি ফেজ সিস্টেমে প্রতিটি ফেজের ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং ফেজ এঙ্গেল সমান থাকে না তাকে আনব্যালেন্সড পলি ফেজ সিস্টেম বলে। এই সিস্টেমে বৈদ্যুতিক যন্ত্র পাতি চালালে দুর্ঘটনা ঘটে এতে সম্পদ এবং মানুষের ক্ষতির সম্ভাবনা থাকে।

৩.১.১ এসি থ্রি-ফেজ সার্কিটের প্রকারভেদ

থ্রি-ফেজ সার্কিট দুই প্রকার:

ক. স্টার বা ওয়াই সার্কিট (Star Circuit)

খ. ডেল্টা সার্কিট (Delta Circuit)

স্টার বা ওয়াই সার্কিট (Star Circuit)		
ডেল্টা সার্কিট (Delta Circuit)		

চিত্র-৩.৪ স্টার ও ডেল্টা সার্কিট

৩.১.২ এসি থ্রি-ফেজ সার্কিটের ব্যবহার

বিভিন্ন ইন্ডাস্ট্রিতে থ্রি-ফেজ সার্কিট ব্যবহার করে। বিশেষ করে বড় বড় ইন্ডাস্ট্রিতে থ্রি-ফেজ সার্কিট ব্যবহার করা হয়। বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপাদনের পর গ্রাহক পর্যন্ত এটা পৌছানোর জন্য ব্যবহার করা হয়।

এসি থ্রি-ফেজ সিস্টেম বড় বড় ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহার করা হয়।

৩.১.৩ এসি থ্রি-ফেজ সিস্টেমের সুবিধা

আমাদের দেশে কোনো কোনো স্থানে এসি সিঙ্গেল- ফেজ সিস্টেম আবার কোনো কোনো স্থানে এসি থ্রিফেজ সিস্টেম ব্যবহৃত হয়। তবে এসি সিঙ্গেল- ফেজ সিস্টেমের তুলনায় থ্রি ফেজ সিস্টেমের সুবিধা অনেক বেশি ।

এসি থ্রি-ফেজ সিস্টেমের সুবিধাগুলো নিচে দেওয়া হলো-

ক. সমদূরত্বে সমপরিমাণ পাওয়ার প্রেরণে থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় অপেক্ষাকৃত চিকন তার ব্যবহার করা যায় । ফলে আর্থিক সাশ্রয় হয়।

খ. থ্রি-ফেজ পদ্ধতিতে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি বা মেশিনসমূহের কর্মদক্ষতা তুলনামূলকভাবে বেশি।

গ. থ্রি-ফেজ মোটরের আকার তুলনামূলকভাবে ছোট এবং গঠন সহজ।

ঘ. থ্রি-ফেজ পদ্ধতির সরবরাহ হতে প্রয়োজনবোধে সিঙ্গেল-ফেজ সরবরাহ পাওয়া যায়।

ঙ. ফেজ তারের সাথে একটি নিউট্রাল তার টেনে সিঙ্গেল-ফেজ ও থ্রি-ফেজ এই দুই রকমের সরবরাহ পাওয়া যায় ।

চ. থ্রি-ফেজ মোটরের গতিবেগ সুষম এবং মেশিনের কর্মদক্ষতা বেশি। থ্রি-ফেজ সাপ্লাই এর সাহায্যে থ্রি-ফেজ মোটর ব্যবহার করাই সুবিধাজনক।

ছ. ছোটখাটো থ্রি-ফেজ মোটর স্টার্ট করার জন্য আলাদা কোনো স্টার্টার বা বিশেষ ব্যবস্থার প্রয়োজন হয় না , কিন্তু সিঙ্গেল-ফেজ মোটর স্টার্ট করার জন্য বিশেষ ব্যবস্থার প্রয়োজন হয়। তাই থ্রি-ফেজ সরবরাহের সাহায্যে থ্রি-ফেজ মোটর ব্যবহার করাই শ্রেয়।

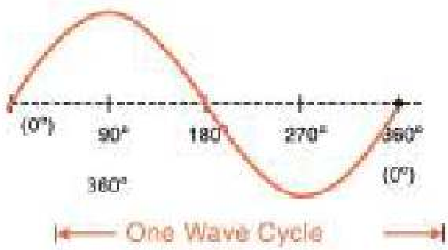
এসি থ্রি-ফেজ সিস্টেমের অসুবিধাগুলো নিচে দেওয়া হলো-

- স্টান্ড বাই ইউনিট এর খরচ বেশী
- থ্রি-ফেজ একসাথে ফল্ট হলে সম্পূর্ণ সিস্টেম বন্ধ হয়ে যায়।

৩.১.৪ সাইকেল, ফ্রিকুয়েন্সি, টাইম পিরিয়ড এর ধারণা

সাইকেলঃ একটি পরিবাহী উত্তর ও দক্ষিন মেরুর মাঝখানে বৃত্তাকার একটি পথ অতিক্রম করলে যে ওয়েভের সৃষ্টি হয়। ঐ ওয়েভটিকে সাইকেল বলে। ৩৬০ ডিগ্রীর মাঝে কারেন্ট বা ভোল্টেজ এর পূর্ণ ধনাত্মক ও ঋনাত্মক মানকেই এক সাইকেল বলে।

৩/১৩/১৮



চিত্র-৩.৫ সাইকেল

ফ্রিকুয়েন্সি: ভোল্টেজ বা কারেন্ট ওয়েভ প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো সাইকেল বা ওয়েভ সম্পন্ন করে, সেই সংখ্যাকে ফ্রিকুয়েন্সি বলে। আমাদের দেশে উৎপন্ন ফ্রিকুয়েন্সি ৫০ সাইকেল/সেকেন্ড।এটাকে হার্টজও বলা হয়। এর প্রতীক f এবং একক হচ্ছে সাইকেল/সেকেন্ড বা হার্টজ (H_z)

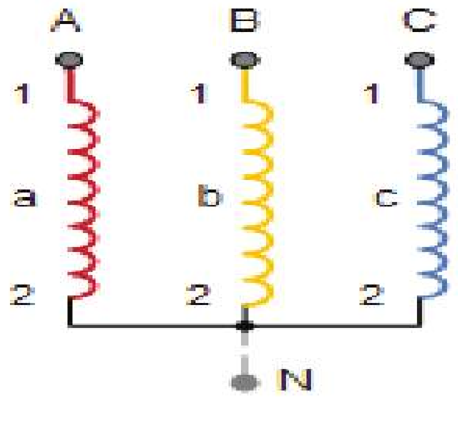
টাইম পিরিয়ডঃ ভোল্টেজ বা কারেন্ট এক সাইকেল সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে টাইম পিরিয়ড বলে। একে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একক হচ্ছে সেকেন্ড।

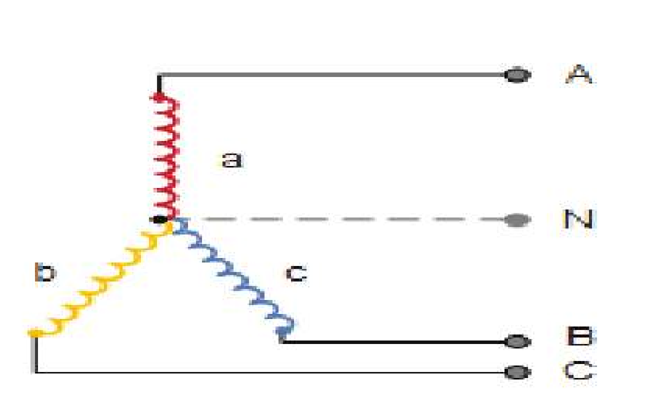
গাণিতিকভাবে টাইম পিরিয়ড $T = \frac{1}{f}$ ।

৩.২ এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট

এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট বিদ্যুৎ উৎপাদন, সঞ্চালন এবং বিতরণ পর্যন্ত ব্যবহার করা হয়।এটা থ্রি-ফেজ তিন তার এবং থ্রি-ফেজ চার তার দুই ধরনের হয়ে থাকে। গ্রাহক প্রান্তে থ্রি-ফেজ চার তার সার্কিট বেশি ব্যবহার হয়।

স্টার বা ওয়াই সার্কিট (Star Circuit) ব্যবহৃত তারের ভিত্তিতে দুই প্রকার:

ক.থ্রি-ফেজ তিন তার সার্কিট (Three phase three wire circuit)	

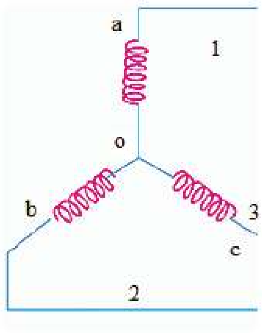
খ.থ্রি-ফেজ চার তার সার্কিট (Three phase four wire circuit)	

চিত্র-৩.৬ থ্রি-ফেজ তিন তার ও চার তার সার্কিট

এ সার্কিটের ক্ষেত্রে থ্রি-ফেজ এ ব্যবহৃত তিনটি লোড এর প্রথম প্রান্তগুলো বা শেষ প্রান্তগুলো একত্রে সংযুক্ত করা হয় এবং খোলা প্রান্ত তিনটি ভিন্ন ভিন্ন লাইনের সাথে সংযুক্ত করা হয়। সাধারণ বা কমন পয়েন্টটি নিউট্রাল পয়েন্ট হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

৩.২.১ এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিটের ধারণা

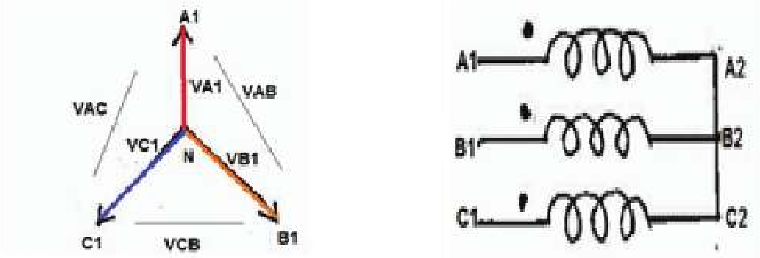
সাধারণত তিনটি কয়েল বা তিনটি বৈদ্যুতিক লোডের মাধ্যমে স্টার সংযোগ তৈরি করা হয়। যখন তিনটি কয়েল বা ওয়াইন্ডিং-এর তিনটি প্রান্ত একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে সংযোগ হয়, তখন তাকে স্টার সংযোগ বলে। স্টার সংযোগকে ওয়াই সংযোগও বলা হয়। তিনটি কয়েলের সংযোগ নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে। এখানে oa, ob, oc দ্বারা চিহ্নিত তিনটি কয়েলের তিনটি প্রান্ত পরস্পরের সাথে O বিন্দুতে সংযুক্ত আছে এবং অবশিষ্ট তিনটি প্রান্ত a, b, c হতে যে তিনটি লাইন (1, 2, 3) বের করা হয়েছে, সেগুলি সরবরাহ মেইন লাইন। O বিন্দুকে নিউট্রাল পয়েন্ট বলা হয়। প্রয়োজনবোধে নিউট্রাল পয়েন্ট থেকে একটি তার বের করে নেওয়া হয়। এই তারকে নিউট্রাল লাইন বলা হয়। এখানে প্রতিটি কয়েল এক একটি ফেজ। যে কোনো দুটি লাইনের মাঝে যে ভোল্টেজ পাওয়া যায় তাকে লাইন ভোল্টেজ এবং একটি লাইন ও নিউট্রালের মাঝে যে ভোল্টেজ পাওয়া যায় তাকে ফেজ ভোল্টেজ বলা হয়।



চিত্র-৩.৭ থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিটের প্রতীক

থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট দেখতে অনেকটা ইংরেজী অক্ষর 'Y'এর মতো। তাই এই সংযোগকে 'Y' প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যদি কোনো মোটর বা কয়েল স্টারে সংযোজিত হয়, তবে নিচে প্রদত্ত প্রতীক দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

চিত্রে তিনটি কয়েল যথাক্রমে A1-A2, B1-B2 , C1-C2 হিসাবে চিহ্নিত করে দেখান হলো; এরা প্রতিটিই অল্টারনেটর বা মোটরের এক একটি ফেজ। তাদের তিনটি প্রান্ত A2, B2 এবং C2 একত্রে 0 বিন্দুতে সংযুক্ত করা হয়েছে। এই বিন্দুটি নিউট্রাল বা কমন পয়েন্ট হিসাবে পরিচিত। ব্যালেন্সড লোডের ক্ষেত্রে এই পয়েন্টের ভোল্টেজ শূন্য। চিত্রে তিনটি লোড যথাক্রমে A1-A2, B1-B2 , C1-C2

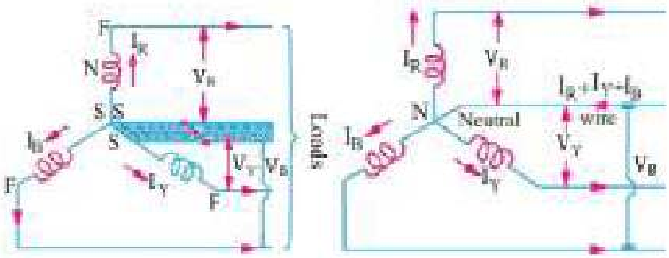


চিত্র-৩.৮ থ্রি-ফেজ তিন তার স্টার সংযোগ

লোডের ক্ষেত্রে এই পয়েন্টের ভোল্টেজ শূন্য। চিত্রে তিনটি লোড যথাক্রমে A1, B1 এবং C1 হিসাবে চিহ্নিত করে দেখান হলো এদের প্রতিটি একটি করে প্রান্ত থ্রি-ফেজ উৎসের একটি করে প্রান্ত সংযোগ দেওয়া এবং এদের অপর তিনটি প্রান্ত A2, B2 এবং C2 কে পরস্পরের সাথে o বিন্দুতে সংযুক্ত করা হয়েছে।

থ্রি-ফেজ চার তার পদ্ধতি (The phase four wire system)

থ্রি-ফেজ চার তার সার্কিটের সংযোগ থ্রি-ফেজ তিন তার সার্কিটের মত শুধু মাত্র, কমন পয়েন্ট এ তিন কয়েলের তিন মাথা একত্রিত হওয়ার পয়েন্ট থেকে একটি পয়েন্ট গ্রাউন্ডে সংযুক্ত করা হয়। যাকে আমরা নিউট্রাল বা কমন পয়েন্ট হিসাবে ব্যবহার করি। চিত্রে থ্রি-ফেজ চার তার সার্কিটের সংযোগ পদ্ধতি দেখান হলো। স্টার সংযোগের প্রতীক চিত্রের মাধ্যমে দেখান হলো।



চিত্র-৩.৯ থ্রি-ফেজ তিন তার স্টার সংযোগ

৩.২.২ এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিটের বৈশিষ্ট্য

ক. এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিটে লাইন ভোল্টেজ ফেজ ভোল্টেজের $\sqrt{3}$ গুণ

গাণিতিক ভাবে $V_L = \sqrt{3}Vp$

এখানে, লাইন ভোল্টেজ = V_L

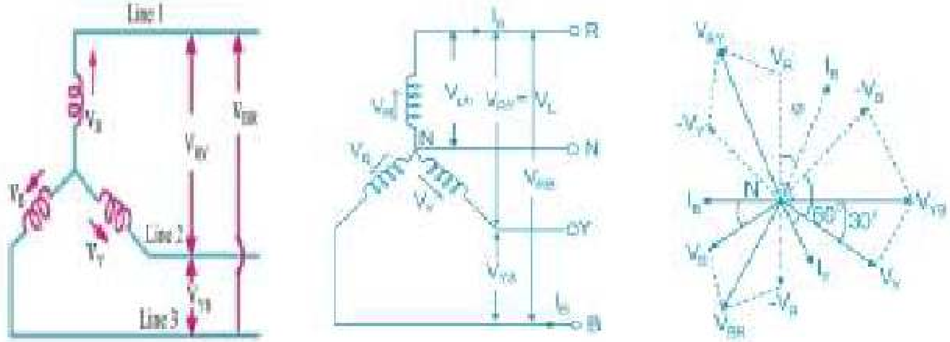
ফেজ ভোল্টেজ = V_p

খ. এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিটে লাইন কারেন্ট ও ফেজ কারেন্ট সমান।

গাণিতিক ভাবে $I_L = I_p$

লাইন কারেন্ট = I_L

ফেজ কারেন্ট = I_p



চিত্র-৩.১০ থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট

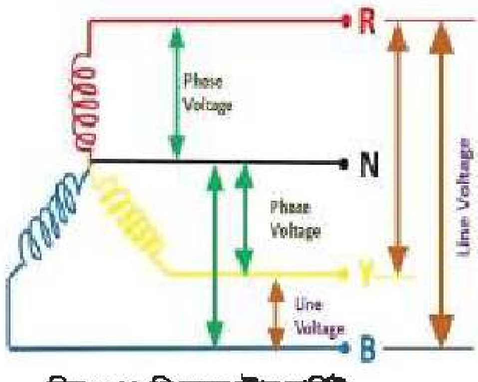
৩.২.৩ এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিটে লাইন ভোল্টেজ ও ফেজ ভোল্টেজের সম্পর্ক

এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিটে লাইন ভোল্টেজ ফেজ ভোল্টেজের $\sqrt{3}$ গুণ

গাণিতিক ভাবে $V_L = \sqrt{3}Vp$

এখানে, লাইন ভোল্টেজ = V_L

ফেজ ভোল্টেজ = V_p



চিত্র-৩.১১ থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট

৩.২.৪ নিউট্রাল লাইনের প্রয়োজনীয়তা

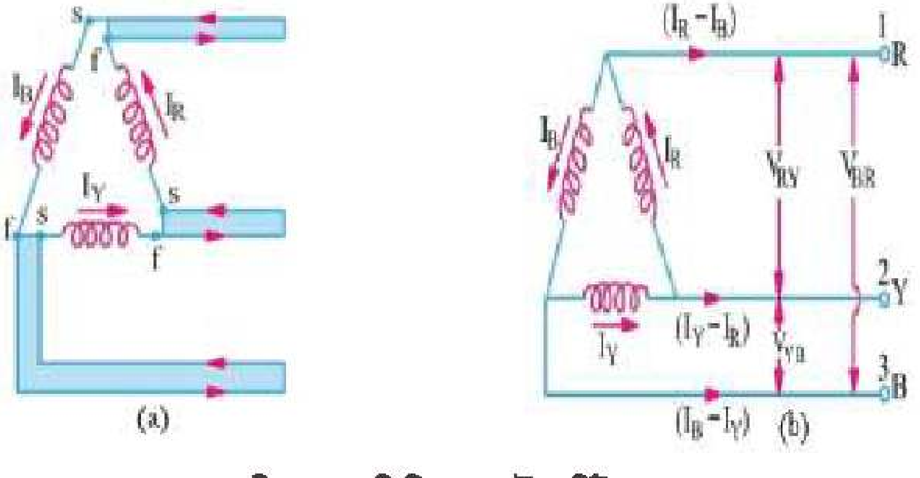
বাসাবাড়ি, অফিস-আদালত এবং শিল্পকারখানায় ব্যবহৃত থ্রি-ফেজ চার তার পদ্ধতিতে ৩টি ফেজ তার' এবং ১টি নিউট্রাল তার থাকে। এই পদ্ধতিতে থ্রি-ফেজ সাপ্লাইয়ের সাহায্যে যেমন থ্রি-ফেজ লোড চালানো যায়। তেমনি একটি ফেজ এবং নিউট্রাল তারের সাহায্যে সিঙ্গেল ফেজ লোড যেমন বাতি, পাখা, ফ্রিজ, সিঙ্গেল- ফেজ মোটর ও অন্য আবাসিক সরঞ্জামাদি ব্যবহার করা যায়। তাই নিউট্রাল লাইনের গুরুত্ব অপরিসীম। বিদ্যুত সরবরাহ ও বিতরণ ব্যবস্থায় নিউট্রাল সহ তিন ফেজ চার তার সিস্টেম ব্যবহারের ফলে একই সিস্টেম থেকে প্রয়োজন অনুযায়ী থ্রি-ফেজ এবং সিঙ্গেল-ফেজ উভয় প্রকার সংযোগ প্রদান করা যায়। তাই থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় নিউট্রাল লাইনের প্রয়োজন।

৩.৩ এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট

সাধারণত রোটারি কনভার্টার, ভারসাম্যহীন লোড এবং ৫ হর্স পাওয়ারের বেশি ইন্ডাকশন মোটরে এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট ব্যবহার হয়।

৩.৩.১ এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিটের ধারণা

এ সার্কিটে প্রতিটি ফেজ এমনভাবে সংযুক্ত হয় এতে একটি ক্লোজ মেস সার্কিট তৈরী হয়। চিত্র অনুযায়ী কয়েল বা লোডগুলি এমনভাবে সংযুক্ত থাকে যেন এদের ১ম টির শেষ প্রান্ত ২য় টির প্রথম প্রান্ত এরূপ ভাবে সংযোগ হয়ে একটি ক্লোজ মেস সার্কিট তৈরী করে। ডেল্টা গ্রীক বর্ণ (∆) এর আকৃতি ত্রিভূজের (∆) মত। এ জন্যই এ সংযোগ কে ডেল্টা সংযোগ বলে।



চিত্র-৩.১৩ এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট

৩.৩.২ এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিটের বৈশিষ্ট্য

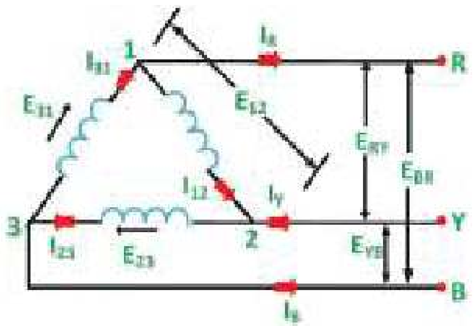
ক. এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিটে লাইন কারেন্ট ফেজ কারেন্টের √3গুণ

গাণিতিক ভাবে অর্থাৎ $I_L = \sqrt{3} I_P$

এখানে I_L মানে লাইন কারেন্ট এবং I_P মানে ফেজ কারেন্ট।

খ. এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিটে লাইন ভোল্টেজ ফেজ ভোল্টেজ সমান।

গাণিতিকভাবে $V_L=V_P$ এখানে V_L লাইন ভোল্টেজ এবং V_P মানে ফেজ ভোল্টেজ



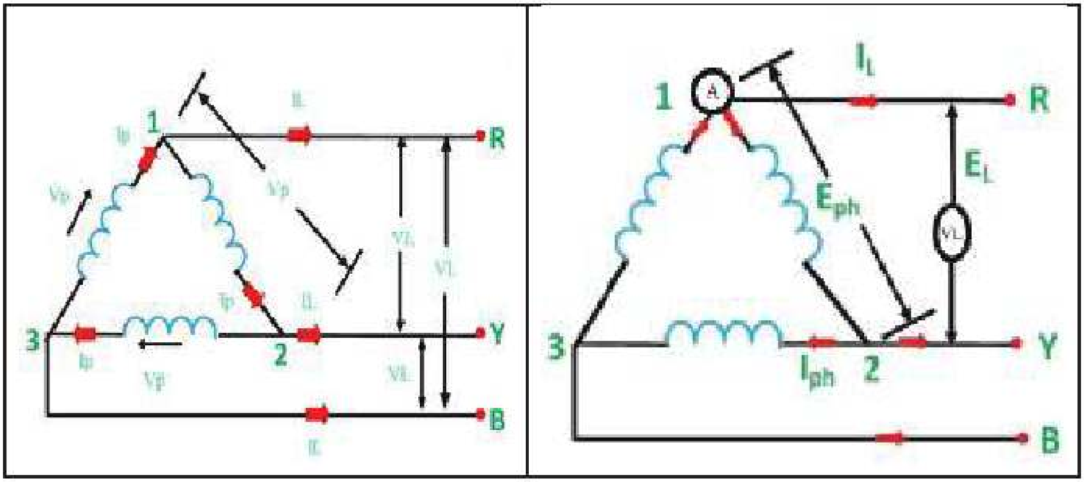
চিত্র-৩.১৪ থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট

৩.৩.৩ এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিটে লাইন কারেন্ট ও ফেজ কারেন্টের সম্পর্ক

এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিটে লাইন কারেন্ট ফেজ কারেন্টের $\sqrt{3}$গুণ

গাণিতিক ভাবে অর্থ্যাৎ $I_L=\sqrt{3}I_P$

এখানে I_L মানে লাইন কারেন্ট এবং I_P মানে ফেজ কারেন্ট।



চিত্র-৩.১৫ থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট

৩.৩.৪ স্টার ও ডেল্টা সংযোগের মধ্যে পার্থক্য

স্টার সংযোগ -

ক. থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় প্রতিটি কয়েলের একটি করে মাথা যদি এক সঙ্গে সংযুক্ত করে স্টার বা নিউট্রাল বিন্দু তৈরী করা হয় তাকে স্টার সংযোগ বলে।

খ. স্টার সংযোগে লাইন ভোল্টেজ ফেজ ভোল্টেজের $\sqrt{3}$ গুণ।

গ. স্টার সংযোগে কমন পয়েন্ট থেকে নিউট্রাল বের করা যায়।

ঘ. স্টার সংযোগে তিন তার এবং চার তার দুই ধরনের সংযোগ করা যায়।

ঙ. স্টার সংযোগে লাইন কারেন্ট এবং ফেজ কারেন্ট সমান।

চ. স্টার সংযোগে মোটরের গতি কম হয় ।

ছ. স্টার সংযোগে ইনসুলেশনের পরিমাণ কম হয়।

জ. স্টার সংযোগ মূলত পাওয়ার ডিষ্ট্রিবিউশনে ব্যবহার হয়।

ঝ. স্টার সংযোগে প্রতিটি ওয়াইন্ডিং ২৩০ ভোল্ট গ্রহণ করে।

ডেল্টা সংযোগ -

ক. থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় যখন একটি ফেজের শেষ প্রান্তকে দ্বিতীয় ফেজের শুরুর প্রান্তে আবার দ্বিতীয় ফেজের শেষ প্রান্তকে তৃতীয় ফেজের শুরুর প্রান্তে এবং তৃতীয় ফেজের শেষ প্রান্তকে প্রথম ফেজের শুরুর প্রান্তে গ্রীক বর্ণমালা ডেল্টা বর্ণের ন্যায় সংযোগ করা হয় তাকে ডেল্টা সংযোগ বলে।

খ. ডেল্টা সংযোগে লাইন ভোল্টেজ ও ফেজ ভোল্টেজ সমান।

গ. ডেল্টা সংযোগে কমন পয়েন্ট বা নিউট্রাল বলতে কিছু নাই।

ঘ. ডেল্টা সংযোগে শুধু তিন তার সংযোগ করা যায়।

ঙ. ডেল্টা সংযোগে লাইন কারেন্ট ফেজ কারেন্টের $\sqrt{3}$ গুণ।

চ. ডেল্টা সংযোগে মোটরের গতি বেশী হয়।

ছ. ডেল্টা সংযোগ ইনসুলেশনের পরিমাণ বেশী হয়।

জ. ডেল্টা সংযোগ মূলত পাওয়ার ট্রান্সমিশনে ব্যবহার হয়।

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। থ্রি-ফেজ সাপ্লাই-এ গ্রাহকের লোডে সংযোগ কত প্রকার ?

২। থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় ভোল্টেজ ওয়েভ পরস্পর কত ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রী দূরত্বে অবস্থান করে?

৩। থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় স্টার সংযোগে লাইন কারেন্ট ও ফেজ কারেন্ট এর সম্পর্ক কী?

৪। থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় পাওয়ার নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।

৫। থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় ডেল্টা সংযোগে লাইন কারেন্ট ও ফেজ কারেন্ট এর সম্পর্ক কী?

৬। থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় ডেল্টা সংযোগে লাইন ভোল্টেজ ও ফেজ ভোল্টেজ এর সম্পর্ক কী?

৭। থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় স্টার সংযোগে লাইন ভোল্টেজ ও ফেজ ভোল্টেজ এর সম্পর্ক কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১ এসি সরবরাহে ইন ফেজ বলতে কী বুঝায়?

২ এসি সরবরাহে আউট অব ফেইজ বলতে কী বুঝায়?

৩ এসি সরবরাহে থ্রী- ফেইজ বলতে কী বুঝায়?

৪ এসি সরবরাহে পলি ফেজ সিস্টেম কত প্রকার ও কী কী ?

৫ তারের সংখ্যা অনুসারে স্টার সংযোগ কত প্রকার কী কী ?

৬ স্টার এবং ডেল্টা সংযোগের প্রতীক অংকন কর?

রচনামূলক প্রশ্ন

১ এসি থ্রী-ফেজ সাপ্লাইয়ে সুবিধাসমূহ বর্ণনা কর।

২ থ্রী-ফেজ স্টার সংযোগের ক্ষেত্রে নিউট্রাল লাইন কি? এর প্রযোজনীয়তা কী ?

৩ ডেল্টা সংযোগে ফেজ কারেন্ট ও লাইন কারেন্ট বলতে কী বুঝায় , ব্যাখ্যা কর ?

ব্যবহারিক (Practical)

জব ১ঃ থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট তৈরী করে এদের বৈশিষ্ট্য যাচাইকরণ, ভোল্টেজ,কারেন্ট ও পাওয়ার পরিমাপ করার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট সিলেক্ট এবং কালেক্ট করা;
- জবের প্রয়োজন অনুযায়ী কাচামাল (Raw Materials) সংগ্রহ করা;
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতা অবলম্বন করে কাজটি শেষ করা;
- কাজ শেষে কাজের স্থান ও মেশিন পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- ওয়েস্টেজ নির্ধারিত স্থানে রাখা ;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস্ ও মালামাল জমাদান করা।

প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE);

ক্রঃ নং	ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	সেফটি সু	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ জোড়া
২.	সেফটি পোশাক বা অ্যাপ্রন	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৩.	সেফটি গগলস্	ক্লিয়ার	১ টি
৪.	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৫.	হ্যান্ড গ্লাভস	কটনের তৈরি	১ জোড়া
৬.	সেফটি মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি

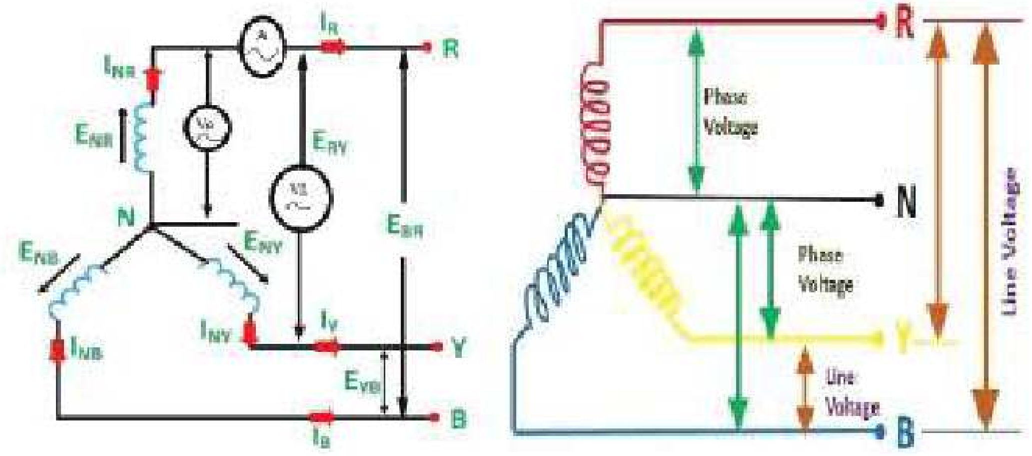
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেশিন)

ক্র: নং	যন্ত্রপাতি এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	স্টার স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
২.	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	
৩.	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৪.	কাটিং প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৫.	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৬.	ওয়্যার স্ট্রিপার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৭.	হ্যাকস	মিনি সাইজ	১ টি
৮.	বল পিন হ্যামার	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৯.	নোজ প্লায়ার্স	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১০.	অ্যামিটার	এসি, ০-১০ অ্যাম্পিয়ার	১টি
১১.	ভোল্ট মিটার	এসি, ০-৫০০ ভোল্ট	১ টি
১২.	মাল্টিমিটার	এনালগ/ডিজিটাল	১ টি
১৩.	ফেজ সিকুয়েন্স মিটার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল(Raw materials)

ক্র: নং	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	বৈদ্যুতিক বাতি	১০০ ওয়াট	৩ পিস
২.	হোল্ডার	৬ অ্যাম্পিয়ার, ২৫০ ভোল্ট	৩ পিস
৩.	থ্রি-ফেজ সিলেক্টর সুইচ	500v, 15A	০১টি
৪.	অফ অন সুইচ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস
৫.	সার্কিট ব্রেকার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস
৬.	কানেক্টর	১০ পয়েন্ট	১ পিস
৭.	ফ্ল্যাক্সিবল ক্যাবল	২৩/০.০০৭৬ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
৮.	ইনসুলেশন টেপ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	প্রয়োজনমত

সার্কিট ডায়াগ্রাম



চিত্র-৩.১৬ থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট

কাজের ধারা

১. তালিকা অনুযায়ী কাজের জন্য ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম, টুলস ইকুইপমেন্ট,মালামাল সংগ্রহ করব।

২. সার্কিটের জন্য ব্যবহৃত প্রটেকটিভ ডিভাইস, কন্ট্রোলিং ডিভাইস চেক করব।

৩. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সংযোগ করে সার্কিট তৈরি করব।

৪. অ্যামিটার লাইনের সাথে সিরিজে ও ভোল্টমিটার লোডের সাথে প্যারালালে সংযোগ করব।

৫. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সাথে সংযোগ করব।

৬. সংযোগ এর কোথাও যেন লুজ সংযোগ না হয় সেটা চেক করব।

৭. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কোনো একটি লাইনের সাথে অ্যামিটার সংযোগ করে পাঠ নিতে হবে।

৮. একটি লাইন ও নিউট্রাল এর মধ্যে ভোল্ট মিটার সংযোগ করে মিটারের পাঠ নিতে হবে।

৯. কোনো দুটি লাইন এর মধ্যে ভোল্ট মিটার সংযোগ করে মিটারের পাঠ নিতে হবে।

১০. পাওয়ার ফ্যাক্টর মিটারের কারেন্ট কয়েল লাইনের সাথে সিরিজে এবং প্রেসার কয়েল প্যারালালে সংযোগ করে মিটারের পাঠ গ্রহণ কর।

১১. প্রাপ্ত মানগুলো ছকে বসিয়ে ফেজ ভোল্টেজ ও লাইন ভোল্টেজ এবং ফেজ কারেন্ট ও লাইন কারেন্টের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করব।

ডাটা টেবিল

ক্রমিক নং	লাইন ভোল্টেজ V_L	ফেজ ভোল্টেজ V_P	$V_L = \sqrt{3}V_p$	লাইন কারেন্ট I_L	ফেজ কারেন্ট I_P	$I_L = I_P$	পাওয়ার ফ্যাক্টর $Cos\theta$	পাওয়ার $P = \sqrt{3}V_L I_L Cos\theta$	মন্তব্য
1									
2									
3									

সতর্কতা:

- সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান করা ;
- সংযোগ এ যাতে কোথাও তার বের হয়ে না থাকে ;
- কাজের পূর্বে টুলস ইকুইপমেন্ট সঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করা ;
- কাজের সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করা ;
- এসওপি(SOP) পদ্ধতি অনুসরণ করা ;
- প্রয়োজনে শিক্ষকের নিকট হতে জেনে নেয়া ।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল: অর্জন করতে পেরেছি/অর্জন করতে পারি নাই

ফলাফল বিশ্লেষণ/মন্তব্য:

জব ২: থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট তৈরি করে উহার বৈশিষ্ট্য যাচাইকরণ, ভোল্টেজ, কারেন্ট ও পাওয়ার পরিমাপ করার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিতার মানদণ্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট সিলেক্ট এবং কালেক্ট করা;
- জবের প্রয়োজন অনুযায়ী কাঁচামাল (Raw Materials) সংগ্রহ করা;
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সাথে কাজটি সম্পান্ন করা;
- কাজ শেষে স্থান ও মেশিন পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্র্যাপ নির্ধারিত স্থানে রাখা;
- চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমাদান করা।

প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE);

ক্র: নং	ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	সেফটি সু	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ জোড়া
২.	সেফটি পোশাক বা অ্যাপ্রন	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৩.	সেফটি গগলস্	ক্লিয়ার	১ টি
৪.	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৫.	হ্যান্ড গ্লাভস	কটনের তৈরি	১ জোড়া
৬.	সেফটি মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেশিন)

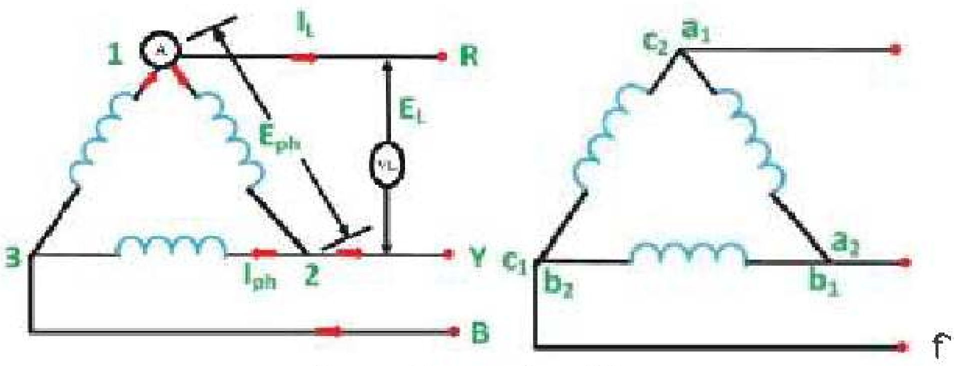
ক্র: নং	যন্ত্রপাতির এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	স্টার স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
২.	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৩.	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৪.	কাটিং প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৫.	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি

৬.	ওয়্যার স্ট্রিপার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৭.	হ্যাক্স	মিনি সাইজ	১ টি
৮.	বল পিন হ্যামর	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৯.	নোজ প্লায়ার্স	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১০.	অ্যামিটার	এসি, ০-৫ অ্যাম্পিয়ার	২ টি
১১.	ভোল্ট মিটার	এসি, ০-৫০০ ভোল্ট	২ টি
১২.	মাল্টিমিটার	এনালগ/ডিজিটাল	১ টি
১৩.	ফেজ সিকুয়েন্স মিটার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Raw materials);

ক্রম	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	অফ অন সুইচ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	২ পিস
২.	সার্কিট ব্রেকার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস
৩.	কানেক্টর	১০ পয়েন্ট	১ পিস
৪.	ফ্ল্যাক্সিবল ক্যাবল	২৩/০.০০৭৬ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
৫.	ইনসুলেশন টেপ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	প্রয়োজনমত
৬.	বৈদ্যুতিক বাতি	১০০ ওয়াট	৩ পিস
৭.	হোল্ডার	৬ অ্যাম্পিয়ার, ২৫০ ভোল্ট	৩ পিস

সার্কিট ডায়াগ্রাম



চিত্র-৩.১৭ থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট

কাজের ধারা

১. তালিকা অনুযায়ী কাজের জন্য ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম, টুলস ইকুইপমেন্ট, মালামাল সংগ্রহ করব।
২. সার্কিটের জন্য ব্যবহৃত প্রটেকটিভ ডিভাইস, কন্ট্রোলিং ডিভাইস চেক করব।
৩. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সংযোগ করে সার্কিট তৈরি করব।
৪. অ্যামিটার লাইনের সাথে সিরিজে ও ভোল্টমিটার লোডের সাথে প্যারালালে সংযোগ করতে হবে
৫. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সহিত সংযোগ করব
৬. সংযোগ এর কোথাও যেন লুজ সংযোগ না হয় সেটা চেক করব।
৭. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কোনো একটি লাইনের সাথে অ্যামিটার সংযোগ করে পাঠ নিতে হবে।
৮. সার্কিট ডায়াগ্রামা অনুযায়ী কোন একটি কয়েলের সাথে অ্যামিটার সংযোগ করে পাঠ নিতে হবে।
৯. কোনো দুইটি লাইনের মধ্যে ভোল্ট মিটার সংযোগ করে পাঠ নিতে হবে।
১০. প্রাপ্ত মানগুলো ছকে বসিয়ে ফেজ ভোল্টেজ ও লাইন ভোল্টেজ এবং ফেজ কারেন্ট ও লাইন কারেন্টের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করব

ডাটা টেবিল

ক্রমিক নং	লাইন ভোল্টেজ V_L	ফেজ ভোল্টেজ V_P	$V_L = V_P$	লাইন কারেন্ট I_L	ফেজ কারেন্ট I_P	$I_L = \sqrt{3}\, I_P$	পাওয়ার ফ্যাক্টর $COS\theta$	$P=\sqrt{3} V_L I_L COS\theta$	মন্তব্য
1									
2									
3									

সতর্কতা:

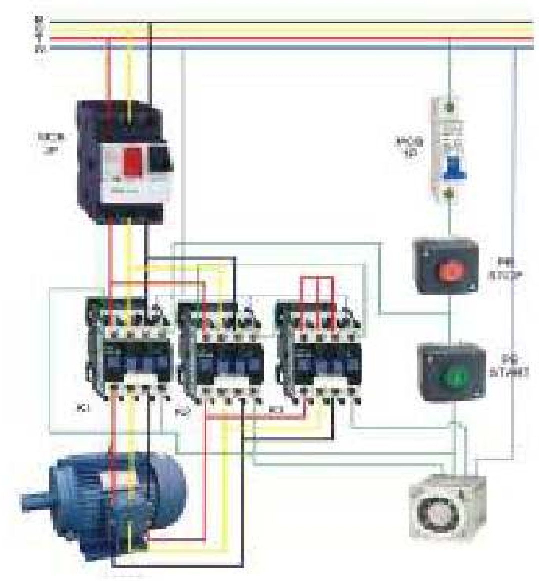
- সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান করা ;
- সংযোগ এ যাতে কোথাও তার বের হয়ে না থাকে ;
- কাজের পূর্বে টুলস ইকুপমেন্ট সঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করা ;
- কাজের সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করা ;
- এসওপি(SOP) পদ্ধতি অনুসরণ করা ;
- প্রয়োজনে শিক্ষকের নিকট হতে জেনে নেয়া।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল: অর্জন করতে পেরেছি/অর্জন করতে পারি নাই

চতুর্থ অধ্যায়

ইন্ডাকশন মোটর কন্ট্রোলিং ও ট্রান্সফরমার

Induction Motor Controlling and Transformer



বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারের অন্যতম সুবিধা হলো এই যে এগুলোকে সহজে এবং সুনিপুণভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। এমনকি মহাকাশযান, স্যাটেলাইট বা ড্রোনকেও ইলেকট্রিক ও ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে পৃথিবীতে বসে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। এসব নিয়ন্ত্রণ সিস্টেমের গুরুত্বপূর্ণ একটি উপাদান হলো মোটর। বৈদ্যুতিক মোটর এমন একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক তথা গতি শক্তিতে রুপান্তরিত করে। তোমরা হয়ত বৈদ্যুতিক পাখা বা খেলনা গাড়িতে ব্যবহৃত মোটর দেখে থাকবে। দেশের যে কোন অফিস আদালত, কল কারখানা, বাসা বাড়ি, পর্যটন কেন্দ্র ইত্যাদি লক্ষ্য করলে দেখবে প্রত্যেকটি স্থানে বিদ্যুৎ চালিত অসংখ্য মোটর এর মাধ্যমে বিভিন্ন রকমের কাজ সম্পাদন করা হয়। সুষ্ঠুভাবে কাজ করার জন্য মোটরকে চালু ও বন্ধ করা বা মোটরে ব্যবহৃত কয়েলের গতি যথাযথ প্রক্রিয়ায় নিয়ন্ত্রণ (Control) করার প্রয়োজন হয়।

এই অধ্যায়ে ইন্ডাকশন মোটর এবং ইন্ডাকশন মোটর নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকারের কন্ট্রোল সার্কিট নিয়ে আলোচনা করা হবে। আরেকটি অতি প্রয়োজনীয় বৈদ্যুতিক যন্ত্র হলো ট্রান্সফরমার। তোমাদের ওয়ার্কশপ বা ল্যাবরেটরীতে সম্ভবত ২২০ ভোল্টের বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়। অথচ ল্যাবরেটরীতে আমরা এমন অনেক যন্ত্রপাতি ব্যবহার করি যেখানে ১২ ভোল্ট বা তার চেয়েও কম ভোল্টের বিদ্যুৎ ব্যবহৃত হয়। কীভাবে ২২০ ভোল্ট বিদ্যুৎ থেকে ১২ ভোল্টের বিদ্যুত পাওয়া যায়? ট্রান্সফরমার বা বৈদ্যুতিক রূপান্তরকের সাহায্যে উচ্চ ভোল্টেজের বিদ্যুৎকে নিম্ন ভোল্টেজে বা নিম্ন ভোল্টেজের বিদ্যুৎকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তর করা যায়। এই অধ্যায়ে বৈদ্যুতিক মোটরের পাশাপাশি ট্রান্সফরমার বা বৈদ্যুতিক রূপান্তরক নিয়ে আলোচনা করা হবে।

এই অধ্যায় শেষে আমরা-

- ইন্ডাকশন মোটর কন্ট্রোলিং ও ট্রান্সফরমার সংশ্লিষ্ট কাজের জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারব;
- ডিওএল (DOL) সার্কিটের সাহায্যে মোটর চালু ও বন্ধ করার প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারব;
- ফরোয়ার্ড রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিটের মাধ্যমে মোটর এর ঘূর্ণন পরিবর্তন ব্যাখ্যা করতে পারব;
- স্টার ডেল্টা স্টার্টার এর সাহায্যে কীভাবে মোটর চালু ও বন্ধ করা হয় বর্ণনা করতে পারব;
- ডিওএল (DOL) ও স্টার ডেল্টা স্টার্টার স্থাপন ও মেরামত করতে পারব;
- ফরোয়ার্ড রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিটসহ মোটর স্থাপন করতে পারব;
- টুলস,মালামাল ও ইকুইপমেন্ট সংরক্ষণ করতে পারব।

শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে এ অধ্যায়ে আমরা বিদ্যুৎ গতিবিদ্যার প্রয়োজনীয় জ্ঞান অর্জন করব। হাতে কলমে কাজ করার মাধ্যমে প্রয়োজনীয় দক্ষতা অর্জনের জন্য মোটর এবং ট্রান্সফরমার বিষয়ক নিম্নলিখিত কয়েকটি জব সম্পন্ন করব।

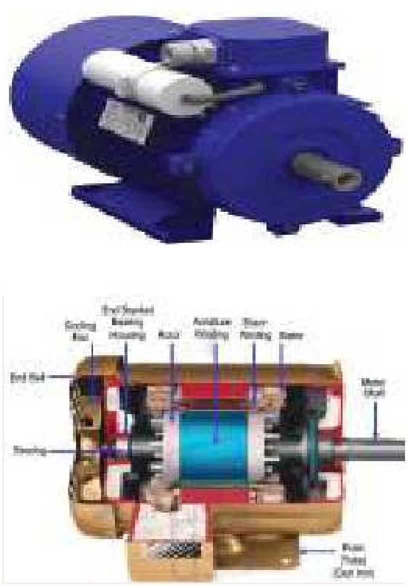
জব-১: ডিওএল (DOL) স্টার্টার এর সাহায্যে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর অন অফ করার দক্ষতা অর্জন।

জব-২: ম্যাগনেটিক কন্ডাকটরের সাহায্যে ফরোয়ার্ড রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর অন অফ করার দক্ষতা অর্জন।

জব-৩: অটোমেটিক স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন।

জব-৪: হস্তচালিত স্টার ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন।

৪.১ বৈদ্যুতিক মোটর



চিত্র-৪.১ বৈদ্যুতিক মোটর

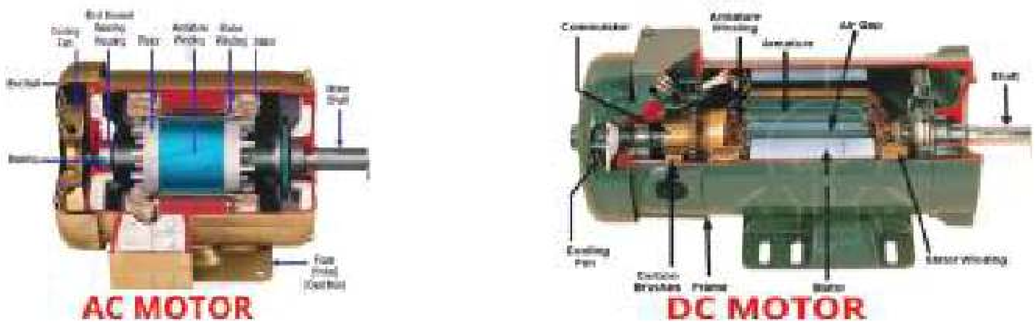
মোটর (Motor) শব্দের অর্থ-যা কোনো কিছুকে গতিশীল করে বা গতি প্রদান করে। একটি মোটরের মাধ্যমে আসলেই বিদ্যুৎশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ১৮২০ সালে হ্যান্স খ্রিস্টিয়ান ওয়েরস্টেড দেখান যে একটি বিদ্যুৎবাহী তার চৌম্বক শলাকাকে ঘুরিয়ে দেয়। অর্থাৎ একটি বিদ্যুৎবাহী তার চুম্বকের সমতুল্য। সুতরাং একটি বিদ্যুৎবাহী তারের কুন্ডলীকে একটি চুম্বকের পাশে অর্থাৎ চৌম্বকক্ষেত্রে রাখলে একে অপরের উপর চৌম্বক বল প্রয়োগ করবে। এই বলের প্রভাবে কুন্ডলিটি গতিশীল হবে। এভাবেই বৈদ্যুতিক মোটরের সাহায্যে বিদ্যুৎ শক্তিকে গতিশক্তিতে রূপান্তর করা হয়। এই গতিকে কাজে লাগিয়ে ফ্যান, গাড়ি, পাম্প এমনকি আধুনিক বিজ্ঞানের অন্যতম দৃষ্টি আকর্ষনীয় বিষয় রোবটেও গতি সঞ্চার করা হয়।

৪.১.১ বৈদ্যুতিক মোটরের প্রকারভেদ

মোটরের প্রকারভেদঃ বৈদ্যুতিক মোটর বিদ্যুৎ সরবরাহের প্রকৃতি অনুসারে দুই প্রকার

ক. এসি মোটর

খ. ডিসি মোটর



চিত্র-৪.২ এসি ও ডিসি মোটর

৪.১.২ এসি মোটর

যে যন্ত্র বা মেশিন এসি সাপ্লাই-এর সাহায্যে চলে তাকে এসি মোটর বলে। অর্থাৎ যে মোটর এসি বিদ্যুৎ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে তাকে এসি মোটর বলে। এসি মোটরের স্টেটর বা স্থির অংশে এসি সাপ্লাই দেওয়া হয়, রোটরে কোনো প্রকার সাপ্লাই দিতে হয় না। স্টেটরে এসি সাপ্লাই দিলে ইন্ডাকশন প্রক্রিয়ায় রোটরে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়, কারেন্ট প্রবাহিত হয় ফলে ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়। তখন স্টেটর ফ্লাক্স ও রোটর ফ্লাক্সের পারস্পরিক প্রতিক্রিয়ায় মোটর চলে। এসি মোটরের প্রধান অংশ দুইটি। যথা-

(ক) স্টেটর বা স্থির অংশ

(খ) রোটর বা ঘূর্ণায়মান অংশ

স্টেটর বা স্থির অংশ

এসি মোটরের যে অংশ স্থির থাকে তাকে স্টেটর বা স্থির অংশ বলে। স্টেটর সাধারণত নিম্নলিখিত অংশগুলি নিয়ে গঠিত-

১। ইয়ক বা ফ্রেম

২। আর্মেচার

৩। আর্মেচার ওয়াইন্ডিং

৪। বিয়ারিং

রোটর বা ঘূরন্ত অংশ

এসি মোটরের যে অংশ ঘুরে তাকে রোটর বা ঘূর্ণায়মান অংশ বলে। রোটর সাধারণত নিম্নলিখিত অংশগুলি নিয়ে গঠিত-

১। রোবট কোর

২। রোবট বার/কন্ডাটর

৩। শ্যাফট

৪। এন্ড রিং

চিত্র-৪.৩ বৈদ্যুতিক মোটর এর বিভিন্ন অংশ

৪.১.৩ সিঙ্গেল ফেজ এসি মোটরের শ্রেণি বিভাগ

❖ সিঙ্গেল ফেজ এসি মোটর গঠন ও চালু করার পদ্ধতি অনুযায়ী প্রধানত চার প্রকার।

১। ইন্ডাকশন মোটর
২। রিপালশন মোটর
৩। সিরিজ মোটর
৪। সিনক্রোনাস মোটর।

❖ সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর নিম্নলিখিত কয়েক প্রকার হয় :

১। স্প্লিট ফেজ মোটর
২। ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটর
৩। ক্যাপাসিটর মোটর
৪। শেডেড পোল মোটর
৫। রিল্যাকটেন্স মোটর।

❖ রিপালশন মোটর চার প্রকার। যথা-

১। সাধারণ রিপালশন মোটর
২। কমপেনসেটেড রিপালশন মোটর
৩। রিপালশন স্টার্ট ইন্ডাকশন মোটর
৪। রিপালশন ইন্ডাকশন মোটর।

❖ এসি সিঙ্গেল ফেজ সিনক্রোনাস মোটর দুই প্রকার। যথা-

১। রিলাকটেন্স মোটর
২। হিস্টেরসিস মোটর।

৪.১.৪ ক্যাপাসিটর মোটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতি

ক্যাপাসিটর মোটরের গঠন

ক্যাপাসিটর মোটরের গঠন তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের মতোই। তবে এর আর্মেচার দুইটি ওয়াইন্ডিং থাকে। তাদের একটি স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং ও অপরটি রানিং ওয়াইন্ডিং বা মেইন ওয়াইন্ডিং। এর স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং এর সাথে একটি ক্যাপাসিটর সিরিজে সংযুক্ত থাকে।

ক্যাপাসিরটর মোটর নিম্নলিখিত অংশগুলি নিয়ে গঠিত

(ক) ইয়ক বা ফ্রোম; (খ) সাইড কভার বা পার্শ্ব ঢাকনা; (গ) আর্মেচার; (ঘ) আর্মেচার ওয়াইন্ডিং; (ঙ) মাউন্টিং ফিট বা বেস প্লেট; (চ) টার্মিনাল বক্স; (ছ) টার্মিনাল বোর্ড; (জ) টার্মিনাল পোস্ট; (ঝ) টার্মিনাল বক্স কভার;

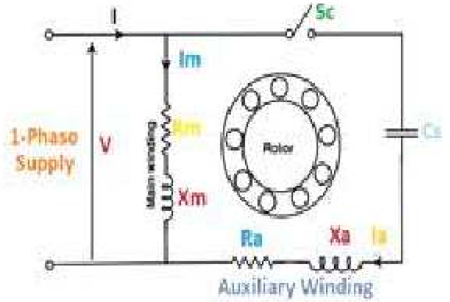
(ঞ) রোটর শ্যাফট; (ট) রোটর; (ঠ) কুলিং ফ্যান; (ড) ফ্যান ও ওয়াইন্ডিং-এর মাঝে শিল্ড; (ঢ) প্রিলোডিং রিং; (ণ) বিয়ারিং; (ত) মাউন্টিং স্ক্রু।

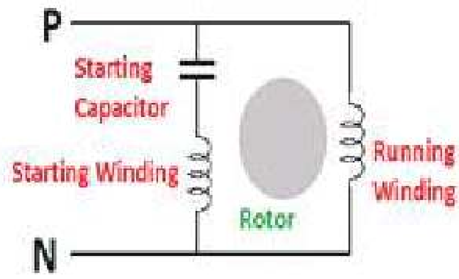
ক্যাপাসিটর মোটরের কার্যপদ্ধতি

এই মোটরের আর্মেচারে দুটি ওয়াইন্ডিং থাকে, একটি স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং ও অপরটি রানিং ওয়াইন্ডিং বা মেইন ওয়াইন্ডিং। স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং এর সাথে একটি ক্যাপাসিরটর সিরিজে সংযুক্ত থাকে।

ক্যাপাসিটর মোটর চালু হওয়ার সময় সুষম ঘুরন্ত চুম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন করার জন্যই এর স্টার্টিং কয়েলের সাথে একটি ক্যাপাস্টির সিরিজে সংযোগ করা হয়।

মোটরের মেইন ওয়াইন্ডিং সার্কিট ইন্ডাকটিভ বলে এর কারেন্ট ভোল্টেজের পশ্চাৎবর্তী বা ল্যাগিং থাকে এবং ক্যাপাসিটর ব্যবহারের ফলে স্টার্টিং কয়েলের কারেন্ট অগ্রবর্তী বা লিডিং হয়। এই অবস্থায় মোটরে সিঙ্গেল ফেজ এসি সাপ্লাই দিলে এর স্টার্টিং ও রানিং কয়েল দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং দুই কয়েলের কারেন্টের মধ্যে ফেজ ব্যবধান সৃষ্টি হয়। এই দুই কয়েলের কারেন্টের মধ্যে ফেজ ব্যবধান থাকায় মোটরে স্টার্টিং টর্ক উৎপন্ন হয়। ফলে মোটর ঘুরতে আরম্ভ করে।





চিত্র-৪..৪ বৈদ্যুতিক ক্যাপাসিটর মোটর এর কার্যনীতি

৪.১.৫ সিঙ্গেল ফেজ এসি মোটরের সুবিধা-অসুবিধা

সিঙ্গেল ফেজ মোটরের সুবিধা ও অসুবিধা দুই-ই আছে। তবে ব্যবহারিক ক্ষেত্রে অসুবিধার চেয়ে সুবিধাই বেশি।

সিঙ্গেল ফেজ মোটর এর সুবিধাসমূহ

১। সাধারণত বাসাবাড়ি, অফিস আদালত, স্কুল-কলেজ ও ব্যবসায় প্রতিষ্ঠানে সিঙ্গেল ফেজ সাপ্লাই নেওয়া হয়। তাই ঐ সব স্থানে ব্যবহার উপযোগী অন্য বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদির সাথে সিঙ্গেল ফেজ মোটর ব্যবহার করাই সুবিধাজনক।

২। তিন ফেজ মোটরের তুলনায় সিঙ্গেল ফেজ মোটর দামে কম ও রক্ষণাবেক্ষণ সহজ।

৩। তিন ফেজ মোটরের তুলানায় সিঙ্গেল ফেজ মোটরের ব্যবহারিক ক্ষেত্র বেশি। তাই সিঙ্গেল ফেজ মোটর বেশি ব্যবহৃত হয়।

সিঙ্গেল ফেজ মোটর এর অসুবিধাসমূহ

১। সমান আকৃতির তিন ফেজ মোটরের তুলনায় সিঙ্গেল ফেজ মোটরের ক্ষমতা কম।

২। তিন ফেজ মোটরের তুলনায় সিঙ্গেল ফেজ মোটরের দক্ষতা কম।

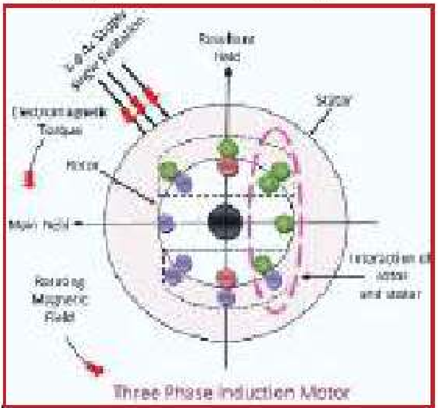
৩। বিভিন্ন প্রকার সিঙ্গেল ফেজ মোটরের বৈশিষ্ট্য বিভিন্ন রকম। তাই নির্দিষ্ট কাজে নির্দিষ্ট মোটর ছাড়া অন্য মোটর সন্তোষজনক কাজ করে না।

১৪.২ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর

থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর সাধারনত বড় বড় ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহার করা হয়। আমাদের দৈনন্দিন জীবনের বিভিন্ন পণ্য উৎপাদনে থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর ব্যবহার করা হয়।

৪.২.১ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর এর ধারণা

আমরা পূর্বেই জেনেছি থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটরে ইনপুটে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করা হয়। তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটরে তিন ফেজ এসি সাপ্লাই দিলে তাতে একটি চুম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় এবং এই চুম্বক ক্ষেত্র একটি নির্দিষ্ট গতিতে ঘুরতে থাকে। এই চুম্বক ক্ষেত্রকে ঘুরন্ত চুম্বক ক্ষেত্র বলে। ঘুরন্ত চুম্বক ক্ষেত্র যে গতিতে ঘুরে তাকে সুষম গতিবেগ বা সিনক্রোনাস স্পিড বলে।



চিত্র-৪.৫ চৌম্বক ক্ষেত্রে সৃষ্ট টর্ক

তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরে টর্ক উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়া :

তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটরে তিন ফেজ এসি সাপ্লাই দিলে তার স্টেটরে একটি ঘুরন্ত চুম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন হয়। স্থির রোটরের কন্ডাক্টর এই ঘুরন্ত চুম্বক ক্ষেত্রের ফ্লাক্সকে কর্তন করে। ফলে রোটর কন্ডাক্টরে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় এবং কারেন্ট তার নিজস্ব রোটর ফ্লাক্স তৈরি করে। স্টেটর ফ্লাক্স এবং রোটর ফ্লাক্সের পারস্পরিক প্রতিক্রিয়ায় রোটরে টর্ক উৎপন্ন হয়। ফলে মোটর ঘুরে।

নিচের চিত্রে স্টেটরের একটি পোল এবং তার নিচে রোটরের অংশ দেখানো হল। যদি স্টেটর ফিল্ড ডানাবর্তে ঘুরে এবং রোটর স্থির থাকে তবে স্টেটর ফিল্ডের তুলনায় রোটরের আপেক্ষিক গতির দিতে বামাবর্তে হবে। সুতরাং ফ্লেমিংয়ের ডানহাতি নিয়ম অনুযায়ী রোটর কন্ডাক্টরে উৎপন্ন ভোল্টেজের দিক বহির্মুখী হবে।

রোটরের কন্ডাক্টরসমূহের সার্কিট নিরবিচ্ছিন্ন থাকে বলে তাতে কারেন্টের দিকও বহির্মুখী এবং কন্ডাক্টরের ফ্লাক্সের দিকে হবে বামাবর্তী (একটি ক্লক ওয়াইজ)। স্টেটর ফিল্ডের ফ্লাক্স এবং রোটরের ফ্লাক্সের পারস্পরিক প্রতিক্রিয়ার ফলে যে লব্ধি ফিল্ডের সৃষ্টি হয়, তাতে ফ্লাক্সের স্বাভাবিক বিতরণ (ঘনত্ব পজিশন) অক্ষুণ্ণ থাকে না। নিচের শেষ চিত্রে রোটর কন্ডাক্টরের বাম দিকে ফ্লাক্সের ঘনত্ব খুব বেশি কিন্তু ডান দিকে ঘনত্ব কমে যায়। ফলে রোটর কন্ডাক্টরের উপর একটি বল কাজ করে এবং ডানাবর্তে একটি টর্ক উৎপন্ন হয়।

সিনক্রোনাস স্পিড ও রোটর স্পিডের মধ্যে পার্থক্য

সিনক্রোনাস স্পিড : তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটরে তিন ফেস এসি সাপ্লাই দিলে তাতে একটি ঘুরন্ত চুম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন হয়। এই চুম্বক ক্ষেত্র যে গতিবেগে ঘুরে তাকে সিনক্রোনাস স্পিড বা সুষম গতিবেগ বলে। এই স্পিড কোনো নির্দিষ্ট সাপ্লাই ফ্রিকুয়েন্সিতে সব সময় সমান থাকে। ইন্ডাকশন মোটরের সিনক্রোনাস স্পিড সাপ্লাই ফ্রিকুয়েন্সির সমানুপাতিক এবং পোল সংখ্যার ব্যস্তানুপাতিক।

সিনক্রোনাস স্পিড, $N_s = \frac{120f}{P}$

এখানে, N_s = সিনক্রোনাস স্পিড, আরপিএম

P = পোল সংখ্যা;

f = সাপ্লাই ফ্রিকুয়েন্সি।

দুটি মোটরের পোল সংখ্যা সমান হলে একই সাপ্লাই ফ্রিকুয়েন্সিতে উভয়ের সিনক্রোনাস স্পিড সমান হবে।

রোটর স্পিড : ইন্ডাকশন মোটরের রোটর যে গতিবেগে ঘুরে তাকে রোটর স্পিড বলে। রোটর স্পিড সব সময়ই সিনক্রোনাস স্পিড অপেক্ষা কম থাকে। রোটর স্পিড মোটারের লোডের সাথে পরিবর্তনশীল।

দুটি মোটরের পোল সংখ্যা সমান হলে কিন্তু লোড সমান না হলে রোটর স্পিড সমান হবে না।

রোটর স্পিড $N_r = N_s (1 - S)$

এখানে, N_r = রোটর স্পিড;

P = পোল সংখ্যা, S = স্লিপ, N_s = সিনক্রোনাস স্পিড।

স্লিপ : সিনক্রোনাস স্পিড অপেক্ষা রোটর স্পিড সব সময়ই কম থাকে। যদি কখনো এই স্পিড দুটি সমান হয়, তখন মোটর স্থির হয়ে যাবে অর্থাৎ মোটর চলবে না। সিনক্রোনাস স্পিড ও রোটর স্পিডের পার্থক্যের সাথে সিনক্রোনাস স্পিডের অনুপাতকে স্লিপ বলে। এটাকে শতকরায় প্রকাশ করা হয়।

যদি সিনক্রোনাস স্পিড ও রোটর স্পিড যথাক্রমে N_s ও N_r হয়, তবে

স্লিপ = $\frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\ \%$

৪.২.২ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের শ্রেণি বিভাগ

এসি থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর গঠনের উপর ভিত্তি করে চার ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১। স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটর

২। স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটর

৩। ডবল স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটর

৪। কমিউটেটর টাইপ ইন্ডাকশন মোটর।

৪.২.৩ স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের গঠন

স্কুইরেল ইন্ডাকশন মোটরের গঠন অত্যন্ত সহজ বলে অধিকাংশ ক্ষেত্রেই এই মোটর ব্যবহার করা হয়। তিন ফেজ স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটর নিম্নবর্ণিত অংশগুলো নিয়ে গঠিত :

(ক) ইয়ক বা ফ্রেম

এটি মোটরের বাইরের অংশ। এটি ঢালাই লোহা বা ইস্পাতের তৈরি। এর ভিতরে আর্মেচার স্থাপন করা হয়।

(খ) সাইড কভার

এটি ঢালাই লোহা বা ইস্পাতের তৈরি। বোল্টের সাহায্যে এটাকে ইয়কের দুইপাশে আটকানো থাকে। সাইড কভারের খাঁজে বিয়ারিং বসানো থাকে এবং বিয়ারিং-এর সাথে রোটর শ্যাফট আটকানো থাকে।

(গ) আর্মেচার

সিলিকন স্টিলের পাতলা শিট কেটে খুব ভালোভাবে লেমিনেশন দিয়ে আর্মেচার তৈরি করা হয়। আর্মেচার খাঁজ কেটে ওয়াইন্ডিং বসানো হয়।

(ঘ) ওয়াইন্ডিং

আর্মেচারে খাঁজ কেটে তাতে সুপার এনামেল তামার তারের কয়েল বসিয়ে এই ওয়াইন্ডিং করা হয়।

(ঙ) বেড প্লেট বা মাউন্টিং কিট

এটি ঢালাই লোহা বা ইস্পাতের তৈরি। এর সাথে ইয়ককে বোল্টের মাধ্যমে আটকানো হয়।

(চ) টার্মিনাল বক্স

এটি ঢালাই লোহা বা ইস্পাতের তৈরি একটি বাক্স যার ভিতরে টার্মিনাল বোর্ড থাকে।

(ছ) টার্মিনাল বোর্ড

এটি প্লাস্টিক বা বেকালাইটের তৈরি একটি বোর্ড যাহা টার্মিনাল বক্সে থাকে।

(জ) টার্মিনাল পোস্ট

এটি তামার তৈরি বোল্ট বিশেষ। টার্মিনাল পোস্টের সাথে ওয়াইন্ডিং এর প্রান্তগুলি সংযোগ করা হয়। এসব টার্মিনাল পোস্টের সাথে মোটরের বাইরের সাপ্লাই সংযোগ দেওয়া হয়।

(ঝ) টার্মিনাল বক্স কভার

এটি ঢালাই লোহা ও ইস্পাতের তৈরি। এটি এক প্রকার কভার বিশেষ।

(ঞ) রোটর শ্যাফট

এটি ইস্পাতের তৈরি একটি দণ্ড যার সাথে রোটর কোরকে আটকানো হয়।

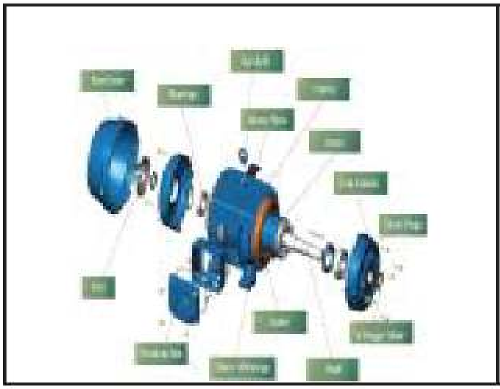
(ট) রোটর : পাতলা সিলিকন স্টিলের শিট কেটে এবং শিটগুলিকে একত্র করে রোটর কোর তৈরি করা হয়। কোরের গায়ে খাঁজ কাটা হয় এবং খাঁজগুলি অ্যালুমিনিয়াম বা কপারের বার দ্বারা ভরাট করা হয়। বারগুলির উভয় প্রান্ত কপারের রিং দ্বারা শর্ট করা থাকে।

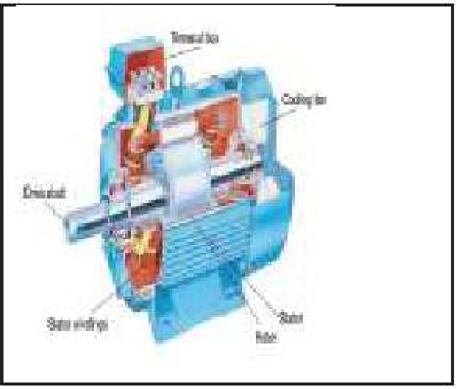
(ঠ) কুলিং ফ্যান : প্লাস্টিক বা ঢালাই লোহার তৈরি। রোটরের পাশে একই শ্যাফটে এটি বাসানো থাকে।

(ড) ফ্যান ও ওয়াইন্ডিং এর মধ্যস্থিত শিল্ড : এটি ঢালাই লোহার তৈরি। এটি সকল মোটরে ব্যবহার করা হয় না।

(চ) বিয়ারিং : মোটরের রোটর যাতে সহজে ঘুরতে পারে সেজন্য রোটর শ্যাফটকে বিয়ারিং -এর উপর বসানো থাকে। সাধারণত ছোট মোটরে বল বিয়ারিং এবং বড় মোটরে রোলার বিয়ারিং ব্যবহৃত হয়।

চিত্রে একটি স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের বিভিন্ন অংশ দেখানো হল-





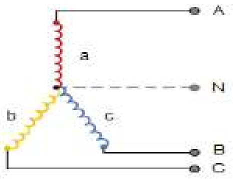
চিত্র -৪.৬ স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের বিভিন্ন অংশ

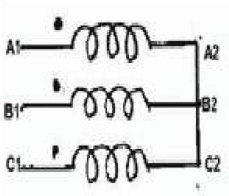
৪.২.৪ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের স্টার সংযোগ

মোটরের কয়েলের অনুরূপ তিনটি প্রান্তকে একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে সংযোগ করে অপর তিনটি প্রান্তে সাপ্লাই দেওয়া হলে তাকে স্টার সংযোগ বলে।

ইন্ডাকশন মোটরের টার্মিনাল বক্সে তিনটি কয়েলের ছয়টি প্রান্তকে ছয়টি টার্মিনাল পোস্টের সাথে সংযোগ করা হয়। এদেরকে দুই সারিতে সাজানো হয়। কয়েলগুলির শুরুর প্রান্তগুলি এক সারিতে এবং শেষ প্রান্তগুলি অন্য সারিতে।

স্টার সংযোগ করতে হলে এক পাশের তিনটি টার্মিনালকে পরস্পরের সাথে সংযোগ করে অপর তিনটি টার্মিনালে সাপ্লাই দিতে হয়। ছোট ছোট মোটরের ক্ষেত্রে স্টার্টারের মাধ্যমে শুধু চালু করার সময় স্টার সংযোগ করা হয়।





চিত্র-৪.৭ তিন ফেজ মোটরের কয়েলের স্টার সংযোগ

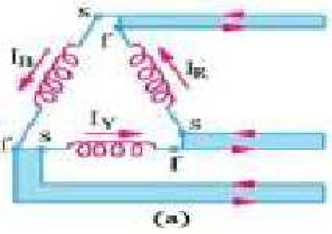
৪.২.৫ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের ডেল্টা সংযোগ

ইন্ডাকশন মোটরের তিনটি কয়েলের ছয়টি প্রান্ত পর্যায়ক্রমে ১ম টির শেষ প্রান্তের সাথে ২য় টির ১ম প্রান্ত; ২য় টির শেষ প্রান্তের সাথে ৩য় টির ১ম প্রান্ত এবং ৩য় টির শেষ প্রান্তের সাথে ১ম টির ১ম প্রান্ত সংযোগ করা হলে এই সংযোগকে ডেল্টা সংযোগ বলে। তিনটি সংযোগ বিন্দুকে সাপ্লাইয়ের সাথে সংযুক্ত করা হয়।

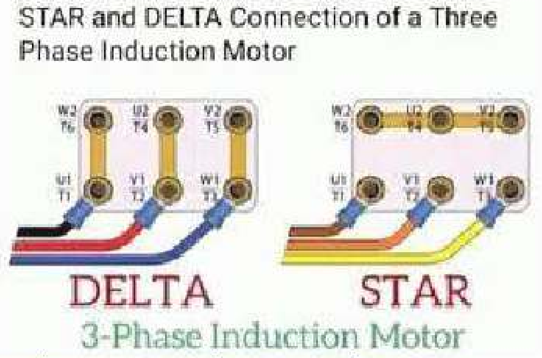
ইন্ডাকশন মোটরের টার্মিনাল বক্সে তিনটি কয়েলের ছয়টি প্রান্তকে আনা হয় এবং টার্মিনাল পোস্টে সংযোগ করা হয়। টার্মিনাল পোস্টগুলি দুই সারিতে সাজানো থাকে। কয়েলগুলির শুরুর প্রান্তগুলি এক সারিতে এবং শেষ প্রান্তগুলি অন্য সারিতে সংযোগ করা হয়।

যদি তিনটি কয়েলের শুরুর প্রান্তগুলি যথাক্রমে A_1, B_1, C_1 এবং শেষ প্রান্তগুলি যথাক্রমে A_2, B_2, C_2 হয়, তবে ডেল্টা সংযোগ করার জন্য A_1 এর সাথে C_2; A_2 এর সাথে B_1; B_2 এর সাথে C_1 পোস্ট সংযোগ করে A_1, B_1, C_1 কে তিন ফেজ সাপ্লাইয়ের সাথে সংযোগ করতে হবে।

কোনো কোনো মোটরে টার্মিনাল পোস্ট ব্যবহার করা হয় না। এতে ছয়টি টার্মিনাল বের করে আনা হয় এবং ডেল্টা সংযোগ করা হয়। কিছু কিছু মোটরে টার্মিনালগুলিকে ১, ২, ৩ এবং ৪, ৫, ৬ দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। সাধারণত ছোট ছোট মোটরে স্থায়ী ডেল্টা সংযোগ করা হয়। কিন্তু বড় বড় মোটরের ক্ষেত্রে স্টার ডেল্টা স্টার্টার ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৪.৮ তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের কয়েলের ডেল্টা সংযোগ



চিত্র-৪.৯ তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের কয়েলের ডেল্টা সংযোগ ও স্টার সংযোগ

৪.২.৬ সমস্যাবলির সমাধান

সমস্যা-১: একটি তিন ফেজ 50 সাইকেল 4 পোল বিশিষ্ট ইন্ডাকশন মোটরের সিনক্রোনাস স্পিড কত?

সমাধান : দেওয়া আছে, ফ্রিকোয়েন্সি f = 50 সাইকেল/সেকেন্ড, পোলসংখ্যা = 4

সিনক্রোনাস স্পিড $N_s = ?$

সূত্রঃ সিনক্রোনাস স্পিড $N_s = \frac{120f}{P}$

$= \frac{120 \times 50}{4}$ rpm

$= 1500$ rpm

উত্তরঃ সিনক্রোনাস স্পিড = 1500 rpm

সমস্যা-২: 3000 আরপিএম এর একটি তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের ফ্রিকোয়েন্সি ৫০ হার্টজ। এর পোল সংখ্যা নির্ণয় করতে হবে।

সমাধান : দেওয়া আছে, সিনক্রোনাস স্পিড $N_s = 3000$ rpm, ফ্রিকোয়েন্সি f = 50 Hz

পোল = ?

সূত্রঃ $N_s = \frac{120f}{P}$

বা $P = \frac{120f}{N_s}$

$$P = \frac{120 \times 50}{3000} = 2$$

উত্তরঃ পোল সংখ্যা = 2

সমস্যা-৩: একটি তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের সিনক্রোনাস স্পিড 750 আরপিএম। মোটরের পোল সংখ্যা 8 হলে ফ্রিকোয়েন্সি কত?

সমাধান : দেওয়া আছে, সিনক্রোনাস স্পিড $N_s = 750$ rpm

পোল সংখ্যা = 8

ফ্রিকোয়েন্সি f = ?

সূত্রঃ $N_s = \frac{120f}{P}$

বা $120\,f = N_s \times P$

$f = \frac{N_s \times P}{120} = \frac{750 \times 8}{120}$

বা, $f = 50$

উত্তরঃ ফ্রিকোয়েন্সি = 50 হার্টজ

৪.৩ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর কন্ট্রোলিং

থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর আন্ডার ভোল্টেজ বা ওভার ভোল্টেজ এ যাতে কোন রকমের সমস্যা না হয় সে জন্য বিভিন্ন ধরনের কন্ট্রোলিং সার্কিট ব্যবহার করা হয়। মোটর কন্ট্রোলিং এর ক্ষেত্রে প্রাথমিকভাবে যে সব বিষয় বিবেচনা করা হয় তা আলোচনা করা হল। এ সব কন্ট্রোলিং সার্কিট দিয়ে ইন্ডাস্ট্রিতে মোটরকে নিরবিচ্ছিন্ন ভাবে বিভিন্ন পণ্য উৎপাদন কাজে ব্যবহার করা হয়।

মোটরের জন্য ওভারলোড কারেন্ট যেমন ক্ষতিকর, তেমনি আন্ডার ভোল্টেজও ক্ষতিকর। কোনো কারণে মোটর চালু হওয়ার জন্য যে ভোল্টেজ দরকার, সাপ্লাই ভোল্টেজ তার চেয়ে কম হলে অর্থাৎ সাপ্লাই ভোল্টেজ মোটরের রেটিং অপেক্ষা কম হলে মোটর চালু হবে না বরং অন্য রকম শব্দ করবে। এমনকি মোটর পুরেও যেতে পারে। তখন আন্ডার ভোল্টেজ রিলে সাপ্লাই থেকে মোটরের টার্মিনাল বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফলে মোটর নিরাপদে থাকে। লো-ভোল্টেজ জনিত ক্ষতির হাত থেকে মোটরকে রক্ষার জন্য স্টার্টারের সাথে আন্ডার ভোল্টেজ রিলে ব্যবহার করা প্রয়োজন।

মোটর সংযোজনের জন্য ব্যবহৃত তারের সাইজ

তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর সংযোগের জন্য তারের সাইজ নির্ণয় করতে হলে মোটরের নেমপ্লেট হতে ফুললোড কারেন্ট নির্ণয় করতে হবে।

আবার সরাসরি নেমপ্লেট তথ্য না পাওয়া গেলে মোটরের আউটপুট পাওয়ার ও ভোল্টেজের ভিত্তিতে কারেন্ট নির্ণয় করতে হবে। এক্ষেত্রে মোটরের দক্ষতা ৮০% এবং পাওয়ার ফ্যাক্টর ৮৫% ধরে হিসাব করতে হবে।

মোটরের ফুললোড কারেন্ট $I_L = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V_L \times \eta \times Cos\theta}$

এখানে, I_L = মোটরের লাইন কারেন্ট।

V_L = মোটরের লাইন ভোল্টেজ

HP = হর্স পাওয়ার অথবা আউটপুট পাওয়ার

η = মোটরের কর্মদক্ষতা

$Cos\theta$ = পাওয়ার ফ্যাক্টর।

থ্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালু হওয়ার সময় তা স্বাভাবিক পূর্ণলোড কারেন্টের কয়েক গুণ কারেন্ট গ্রহণ করে কিন্তু এই অতিরিক্ত কারেন্ট খুব অল্প সময়ের জন্য নেয়। তাই তারের সাইজ নির্ণয় করার জন্য মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট বিবেচনা করার প্রয়োজন হয় না। সাধারণত তারের সাইজ হবে মোটরের ফুললোড কারেন্টের দেড় গুণ। সুইচ বোর্ড ও স্টার্টার হতে মোটরের দূরত্ব বেশি হলে তারের সাইজ হবে মোটর সার্কিটে ব্যবহৃত ফিউজের কারেন্ট বহন ক্ষমতার সমান। মোটরের পূর্ণ লোড কারেন্ট নির্ণয় করে অথবা নেমপ্লেট তথ্য হতে সংগ্রহ করে তারের বহনক্ষমতার তালিকা হতে তারের সাইজ নির্ণয় করা হয়।

মোটর চালুকরণে স্টার্টারের প্রয়োজনীয়তা

কোনো মোটর চালু করার মুহূর্তে এর রোটর স্থির থাকে বলে তাতে কোনো ব্যাক ইএমএফ (back emf) থাকে না। তখন রোটর ওয়াইন্ডিংকে একটি ট্রান্সফরমারের শর্ট সার্কিট সম্পন্ন সেকেন্ডারি কয়েলের সাথে তুলনা করা যায়। এই অবস্থায় মোটরের স্টেটর সার্কিটে পুরা ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে যে পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হবে তা অধিক সংখ্যক ফ্লাক্স উৎপন্ন করবে। স্থির রোটর কন্ডাক্টর এই সব ফ্লাক্স কর্তন করবে। ফলে রোটর কন্ডাক্টরেও অধিক পরিমাণে কারেন্ট উৎপন্ন হবে , যা রোটর সার্কিটের জন্য ক্ষতিকর। এই স্টার্টিং কারেন্ট ফুললোড কারেন্টের ৫ থেকে ৭ গুণ। এই স্টার্টিং কারেন্টকে নিরাপদ সীমার মধ্যে রেখে মোটর চালু করতে হলে স্টার্টিং-এর সময় এর স্টেটরে কম ভোল্টেজ প্রয়োগ করতে হবে যাতে স্টেটর কম কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং কম ফ্লাক্স উৎপন্ন হবে।

মোটরের গতি বৃদ্ধি পেলে এর রোটরে ব্যাক ইএমএফ উৎপন্ন হবে যা স্টার্টিং কারেন্টকে বাধা দেয়। অর্থাৎ স্টার্টিং কারেন্টকে কমিয়ে নিরাপদ সীমার মধ্যে রাখে। তখন স্টেটরে পূর্ণ ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলেও আর কোনো অসুবিধা হয় না।

তাই মোটর চালু করার মুহূর্তে এর স্টেটরে কম ভোল্টেজ সাপ্লাই দিয়ে স্টার্টিং কারেন্টকে নিরাপদ সীমায় রাখার জন্য বিশেষ পদ্ধতি অবলম্বন করতে হয়।

ওভারলোড রিলে ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা

থ্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালু হওয়ার সময় পূর্ণ লোড কারেন্টের কয়েক গুণ কারেন্ট গ্রহণ করে যা মোটরের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর। এই কারেন্ট মোটর খুব অল্প সময়ের জন্য নেয় এবং মোটর পূর্ণ গতিতে চলতে শুরু করলে এই কারেন্ট স্বাভাবিক মানে নেমে আসে। তাছাড়া অতিরিক্ত লোডের জন্য মোটর অতিরিক্ত কারেন্ট নেয় এবং মোটর পুড়ে যেতে পারে।

চিত্র-৪.৯ ওভার লোড রিলে

৪.৩.১ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর স্থাপন

একটি ইন্ডাকশন মোটর স্থাপন করার আগে কয়েকটি বিষয় ভালোভাবে বিবেচনা করতে হয়। যেমন-

১। বিভিন্ন প্রকার মোটর বিভিন্ন ধরনের কাজের উপযোগী। তাই যে মোটর স্থাপন করা হবে, তা নির্দিষ্ট কাজের উপযোগী কিনা, সেই বিষয়ে প্রথমেই বিবেচনা করা দরকার।

২। লোড পরিচালনার জন্য যতটা শক্তি প্রয়োজন মোটরের ক্ষমতা তার চেয়ে কিছুটা বেশি হওয়া দরকার।

৩। মোটরের বিভিন্ন অংশের কন্টিনিউটি, শর্ট সার্কিট, গ্রাউন্ড, ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স, উত্তাপ বৃদ্ধি প্রভৃতি পরীক্ষা করে সন্তোষজনক ফল পাওয়া গিয়াছে কিনা, সে বিষয়ে অনুসন্ধান করতে হবে।

এসব বিষয়ে পর্যালোচনা করে দেখার পর মোটরটি যদি উপযুক্ত মনে হয় তবেই মোটর স্থাপন করার কাজে এগিয়ে যেতে হবে। মোটর স্থাপনের সময় আবার কয়েকটি বিষয়ের উপর লক্ষ্য রাখতে হবে। যেমন-

(ক) মোটরের যেন কোনো ক্ষতি না হয়, সেজন্য অভিজ্ঞ আর উপযুক্ত লোকের তত্ত্বাবধানে সমস্ত কাজটি সম্পন্ন করতে হবে।

(খ) মোটরের নির্মাতা প্রতিষ্ঠান কর্তৃক প্রদত্ত ম্যানুয়েল অনুযায়ী মোটর সংযোগ দিতে হবে।

(গ) লোড দিয়ে চালু করার আগে মোটর এবং মোটর স্থাপনের কাজ (ওয়্যারিং, আর্থিং ইত্যাদি) পুনরায় পরীক্ষা করে দেখতে হবে।

(ঘ) মোটর স্থাপন করার পূর্বে অবশ্যই উপযুক্ত মানের ওয়্যারিং করে নিতে হবে।

মোটরের নেমপ্লেট তথ্যসমূহ

একটি ইন্ডাকশন মোটরকে যথাযথভাবে স্থাপন করে সঠিকভাবে সংযোগ দিয়ে ব্যবহার করার জন্য বেশ কিছু প্রয়োজনীয় তথ্য জানতে হয়। এই সমস্ত প্রয়োজনীয় তথ্য মোটরের নেমপ্লেট থেকে পাওয়া যায়। মোটরের নেমপ্লেট তথ্যসমূহ নিম্নরূপ

ক. মোটরের প্রকার, খ. ফেজ, গ. ক্ষমতা, ঘ. মোটরের পূর্ণ লোড গতি, ঙ. নো লোড কারেন্ট; চ. ভোল্টেজ, ছ. পাওয়ার ফ্যাক্টর, জ. ফ্রিকোয়েন্সি; ঝ. সংযোগ, ঞ. ইনসুলেশনের শ্রেণি, ট. প্রস্তুতকারক কোম্পানির নাম, ঠ. ক্রমিক নম্বর ইত্যাদি।

বিভিন্ন প্রস্তুতকারক কোম্পানির নেমপ্লেট তথ্য বিভিন্ন রকমের হয়ে থাকে। তবে উপরে উল্লিখিত তথ্যসমূহ সকল মোটরেই থাকে এবং কোনো কোনো মোটরে আরও বেশি তথ্যাদি দেওয়া থাকে, যা সংযোগের জন্য প্রয়োজন হয় না

৪.৩.২ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালু করার বিভিন্ন পদ্ধতি

তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালু করার জন্য নিম্নলিখিত পদ্ধতিসমূহ ব্যবহৃত হয়

(ক) পূর্ণ ভোল্টেজ পদ্ধতি

(খ) হ্রাসকৃত ভোল্টেজ পদ্ধতি

(গ) আংশিক ওয়াইন্ডিং পদ্ধতি

(ঘ) রোটর রেজিস্ট্যান্স পদ্ধতি

এই পদ্ধতিগুলোর মধ্যে রোটর রেজিস্ট্যান্স শুধু স্লিপ রিং মোটরের ক্ষেত্রে এবং অন্য পদ্ধতিগুলো স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

হ্রাসকৃত ভোল্টেজ পদ্ধতিতে চালু করার সময় মোটরের স্টেটর লাইন ভোল্টেজের চেয়ে কম ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় এবং মোটর পূর্ণ গতিতে ঘুরতে শুরু করলে স্টেটরে ফুল ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়। এই পদ্ধতিতে নিম্নলিখিত ব্যবস্থাসমূহ গ্রহণ করা হয় :

(ক) প্রাইমারি রিহোস্টেট পদ্ধতি

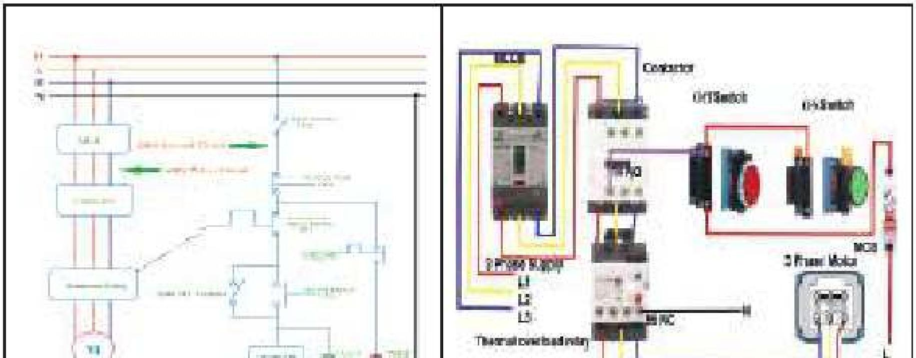
(খ) অটো-ট্রান্সফরমার পদ্ধতি

(গ) স্টার-ডেল্টা স্টার্টার পদ্ধতি

(ঘ) ডাইরেক্ট অন লাইন (DOL) স্টার্টার পদ্ধতি

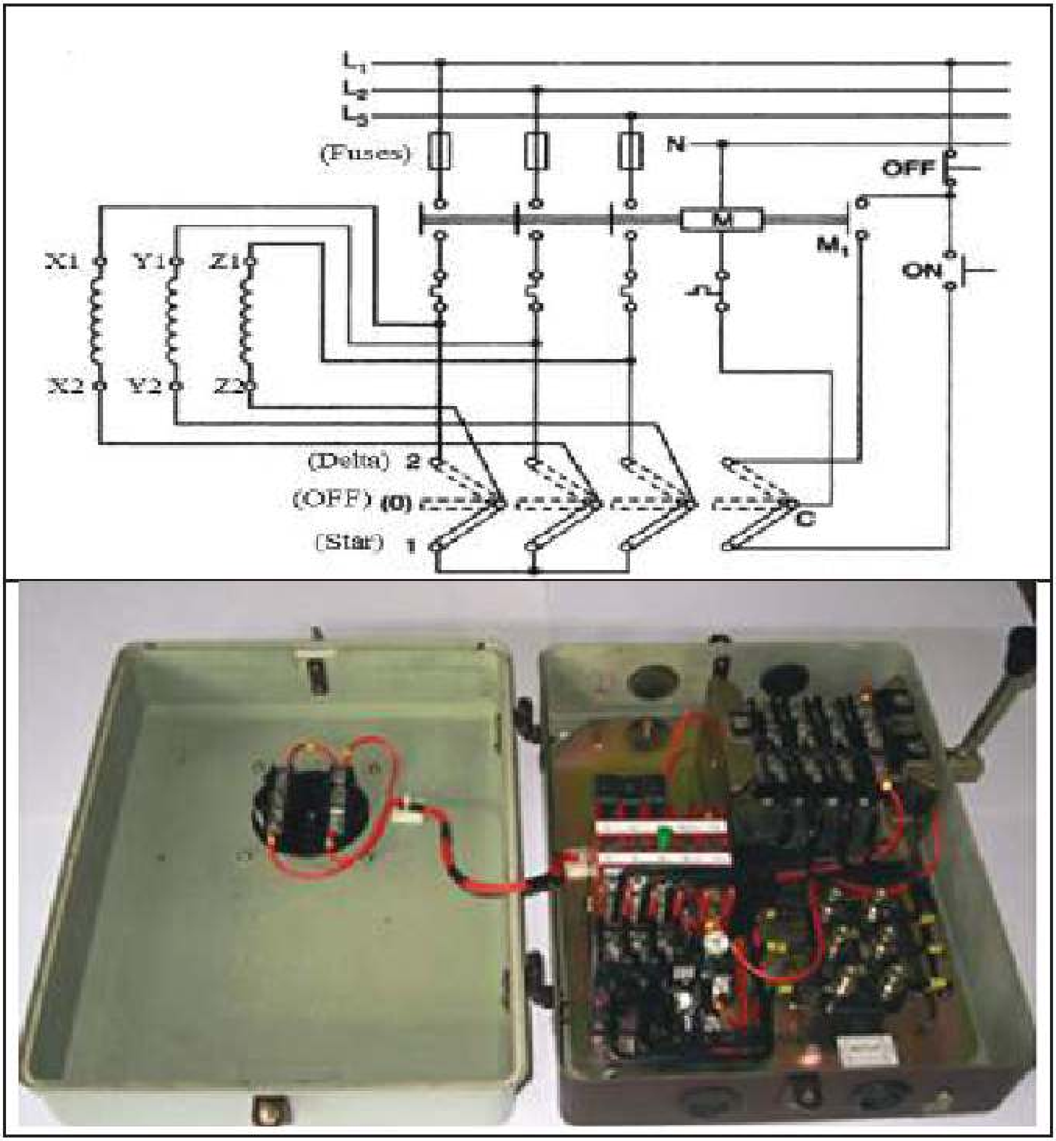
৪.৩.৩ ডিওএল (DOL) স্টার্টারের সাহায্যে থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালুকরণ

ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টার সাধারনত এক থেকে পাঁচ হর্স পাওয়ার মোটর চালু করতে ব্যবহার করা হয়। ডিওএল(DOL) স্টার্টারের সাহায্যে মোটর চালু করার সার্কিট চিত্র নিচে দেখানো হলো-



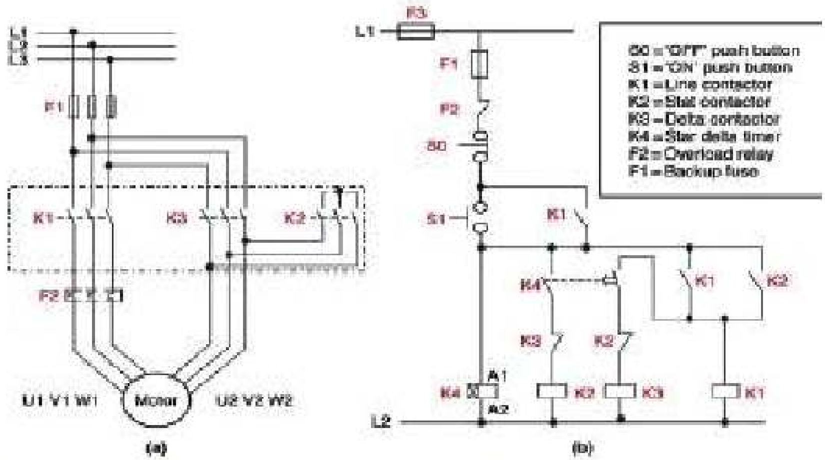
চিত্র-৪.১০ DOL স্টার্টার এর সাহায্যে মোটর চালুর প্রক্রিয়া

৪.৩.৪ স্টার-ডেল্টা ম্যানুয়েল স্টার্টারের সাহায্যে থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালুকরণ



চিত্র-৪.১১ স্টার-ডেল্টা ম্যানুয়েল স্টার্টারের সাহায্যে থ্রি-ফেজমোটর চালু করা

৪.৩.৫ অটোমেটিক স্টার-ডেল্টা স্টার্টারের সাহায্যে থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালু করন



চিত্র-৪.১২ অটোমেটিক স্টার-ডেল্টা স্টার্টারের সাহায্যে থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালু করা

৪.৩.৬ থ্রি-ফেজ মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন

মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন করার পদক্ষেপসমূহ

মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন করতে হলে নিম্নলিখিত পদক্ষেপসমূহ গ্রহণ করতে হয় :

(ক) তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন করতে হলে এর সাপ্লাই লাইনের যে কোনো দুই ফেজের মধ্যে পারস্পরিক সংযোগ পরিবর্তন করে দিতে হবে।

(খ) মোটরের ঘূর্ণনের দিক স্থায়ীভাবে পরিবর্তন করতে হলে এর সাপ্লাই লাইনের সংযোগ স্থায়ীভাবে বদলাতে হবে। আবার মোটরের ঘূর্ণনের দিক বারবার এবং যে কোনো সময় পরিবর্তন করার প্রয়োজন হলে ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তনকারী সুইচ বা স্টার্টার ব্যবহার করতে হয়।

(গ) মোটরের কন্ট্রোল সার্কিটে টাইমার ব্যবহার করে নির্দিষ্ট সময় পরপর এর ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন করা যায়। হালকা লোড বিশিষ্ট মোটরের ঘূর্ণনের দিক সরাসরি পরিবর্তন করা যায় কিন্তু ভারী লোড বিশিষ্ট মোটরকে ব্রেক করে থামিয়ে নিতে হয়।

মোটর ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তনকারী সুইচের সাহায্যে চালু করার সার্কিট

মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন করার জন্য তিন অবস্থান বিশিষ্ট তিন পোল সুইচ ব্যবহার করা হয়।

সুইচের 'O' অবস্থানে মোটর বন্ধ থাকে।

'R, 1' অবস্থানে মোটর ডানাবর্তে ঘুরে।

'L,2' অবস্থানে মোটর বামাবর্তে ঘুরে।

ফর্মা-১৫

ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তনকারী সুইচের সাহায্যে মোটর চালু করার একটি সার্কিট চিত্র নিচে দেখানো হলো-

চিত্র-৪.১৩ মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তনের সুইচ

৪.৪ ট্রান্সফরমার

ট্রান্সফরমার একটি স্থির বৈদ্যুতিক মেশিন যা ফ্রিকুয়েন্সি অপরিবর্তিত রেখে সমপরিমাণ বিদ্যুৎ শক্তি ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশনের মাধ্যমে এক বর্তনী হতে অন্য বর্তনীতে স্থানান্তর করে। উভয় বর্তনীর একটি সাধারণ ম্যাগনেটিক বর্তনী থাকে। ট্রান্সফরমারের যে বর্তনী সাপ্লাইয়ের সাথে সংযুক্ত থাকে, তাকে প্রাইমারি এবং যে বর্তনী হতে লোডে বিদ্যুৎ শক্তি সাপ্লাই দেওয়া হয়, তাকে সেকেন্ডারি বলে। প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি কয়েল মূলত সুপার এনামেল ইনসুলেশন যুক্ত তামার তারের কয়েল বিশেষ। দুটি বর্তনীর কয়েলের মধ্যে একটি সাধারণ ম্যাগনেটিক বর্তনী সৃষ্টির জন্য এদের একটি ইস্পাতের ফ্রেমে জড়ানো হয়। ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি কয়েল একটি নির্দিষ্ট ভোল্টেজে বিদ্যুৎ শক্তি গ্রহণ করে এবং সেকেন্ডারি কয়েল হতে অন্য ভোল্টেজ বিদ্যুৎ শক্তি লোডে সরবারহ করা হয়।

চিত্র-৪.১৪ ট্রান্সফরমার

৪.৪.১ ট্রান্সফরমারের শ্রেণিবিভাগ

❖ গঠন অনুযায়ী ট্রান্সফরমার চার প্রকার। যথা-

(ক) কোর টাইপ ট্রান্সফরমার (খ) শেল টাইপ ট্রান্সফরমার

(গ) অটো ট্রান্সফরমার (ঘ) স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফরমার

❖ প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ভোল্টেজের অনুপাত অনুযায়ী ট্রান্সফরমার দুই প্রকার। যথা-

(ক) স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার, (খ) স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার ।

❖ সাপ্লাই সিসটেমের ফেজ অনুযায়ী ট্রান্সফরমার দুই প্রকার। যথা-

(ক) সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমার;

(খ) থ্রি-ফেজ ট্রান্সফরমার।

❖ সার্ভিস কর্মসম্পাদন অনুযায়ী ট্রান্সফরমার তিন প্রকার। যথা-

(ক) পাওয়ার ট্রান্সফরমার

(খ) ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার

(গ) ইন্সট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার

- ❖ স্থাপনা অনুযায়ী ট্রান্সফরমার আবার তিন প্রকার। যথা-
  - (ক) ইনডোর টাইপ ট্রান্সফরমার
  - (খ) আউট ডোর টাইপ ট্রান্সফরমার
  - (গ) পোল মাউন্টেড ট্রান্সফরমার
- ❖ ইন্সট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার আবার দুই প্রকার। যথা-
  - (ক) কারেন্ট ট্রান্সফরমার
  - (খ) পটেনশিয়াল ট্রান্সফরমার

৪.৪.২ ট্রান্সফরমারের গঠন

ট্রান্সফরমারের প্রধান অংশ দুটি। যথা- (ক) ট্রান্সফরমার কোর; (খ) ট্রান্সফরমার কয়েল।

ট্রান্সফরমার কোর

সিলিকন স্টিলের পাতলা শিট বা পাত কেটে কোর তৈরি করা হয়। প্রতিটি কোরকে ভালোভাবে বার্নিশ দেওয়া হয়। ফলে তারা পরস্পর থেকে ইলেকট্রিক্যালি আইসোলেট থাকে। অনেক কোর একত্রে স্থাপন করে একটি ফ্রেম তৈরি করা হয়। এই ফ্রেমটি প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি কয়েলের মধ্যে ম্যাগনেটিক বর্তনী হিসাবে কাজ করে।

ট্রান্সফরমার কয়েল

সুপার এনামেল তার দ্বারা কয়েল তৈরি করে কোরের উপর বসিয়ে প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং করা হয়। প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর মধ্যে ইলেকট্রিক্যালি কোনো সংযোগ নাই। তবে কোরের মাধ্যমে ম্যাগনেটিক্যালি সংযোগ করা হয়।

বড় বড় ট্রান্সফরমারে কোর, কয়েল ছাড়াও আরও কিছু আনুষঙ্গিক অংশ থাকে। যেমন-

১. ট্রান্সফরমার ট্যাংক; ২. বুশিং; ৩. কনজারভেটর; ৪. ব্রিদার; ৫.টেপ চেঞ্জিং গিয়ার; ৬. বিস্ফোরণ বেন্ড বা এক্সপ্লোশন বেন্ড, ৭. কর্ক, ৮. এইচটি বুশিং; ৯. এলটি বুশিং; ১০. তেলের গেজ; ১১. রেডিয়েটর পাইপ; ১২. ট্যাংক; ১৩. কোর; ১৪. এইচটি ওয়াইন্ডিং; ১৫. এলটি ওয়াইন্ডিং; ১৬. ট্যাংকের অবলম্বন বা সাপোর্ট।

ট্রান্সফরমার ট্যাংক

এটা ইস্পাতের তৈরি একটি বাক্স বিশেষ। এই ট্যাংকের মধ্যে মূল ট্রান্সফরমারটি স্থাপন করে সম্পূর্ণ ট্যাংকটি বিশেষ ধরনের তেল দ্বারা ভর্তি করা হয়। এই তেলকে সাধারণভাবে ট্রান্সফরমার তেল বলা হয়। ইহা ট্রান্সফরমারকে ঠান্ডা রাখে এবং কয়েলের ইনসুলেশন হিসাবে কাজ করে।

বুশিং

বুশিং চীনামাটির তৈরি এবং ইহার আকার ইনসুলেটর গুচ্ছের মতো। এর কেন্দ্রস্থল দিয়ে একটি তামার দন্ড থাকে এবং দন্ডের উভয় প্রান্ত খোলা থাকে। ট্যাংকের উপরিভাগে বুশিং আটকানো হয়। তামার দন্ডের নিচের প্রান্তে ট্রান্সফরমারের টার্মিনাল এবং উপরের প্রান্তে লাইন সংযোগ করা হয়। উচ্চ ভোল্টেজ দিকের বুশিং লম্বা ও নিম্ন ভোল্টেজ দিকের বুশিং খাটো থাকে।

কনজারভেটর : এটা ইস্পাতের তৈরি একটি ড্রাম বিশেষ। একটি পাইপ দ্বারা ইহার নিচের দিক হতে ট্রান্সফরমার ট্যাংকের সাথে সংযুক্ত থাকে। এই ড্রামের এক পাশে ব্রিদার সংযুক্ত থাকে। তেল ভর্তির জন্য কনজারভেটরের উপরিভাগে একটি মুখ এবং এক পাশে তেলের উপরিতল দেখার জন্য একটি কাঁচের নির্দেশ থাকে।

ব্রিদার

ব্রিদার হচ্ছে সিলিকাজেলের দানা ভর্তি একটি কাচের পাইপ বিশেষ। ইহার এক প্রান্ত কনজারভেটরে সংযুক্ত থাকে এবং অপর প্রান্ত খোলা থাকে। এর মাধ্যমে ট্রান্সফরমার ব্রিদিং-এর কাজ চালায়।

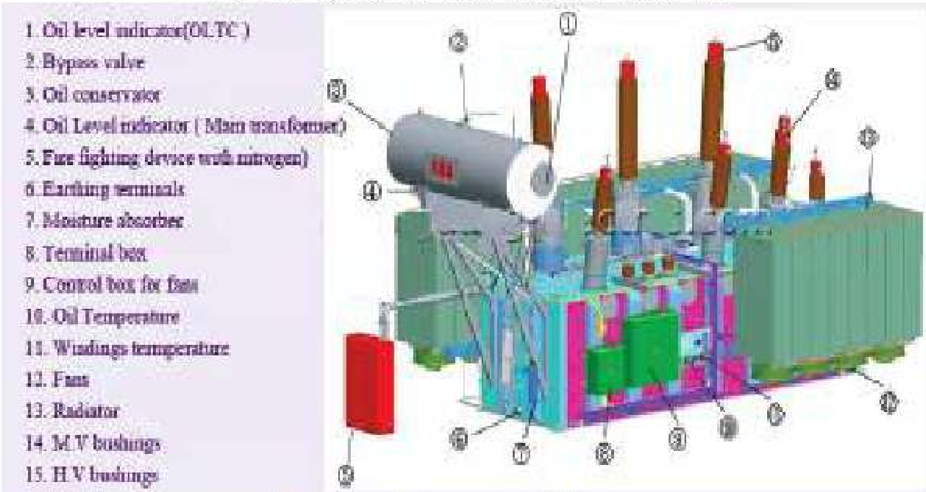
টেপ চেঞ্জিং গিয়ার

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি কয়েলে সাপ্লাই ভোল্টেজ অনেক সময় কম-বেশি হয়। ফলে সেকেন্ডারি কয়েলেও তার প্রভাব পড়ে। ট্রান্সমিশন ও ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি সাইডে ভোল্টেজ ঠিক রাখার জন্য উভয় কয়েলের প্রান্তে কিছু প্যাঁচ সংবলিত টেপ ব্যবহার করা হয়। এই টেপের সংযোগ পরিবর্তনের জন্য ট্যাংকের ভিতর একটি গিয়ার ব্যবস্থা থাকে। কোনো কোনো ট্রান্সফরমারে এই ব্যবস্থা স্বয়ংক্রিয়ও হয়ে থাকে।

বিস্ফোরণ বেন্ড

এটা ট্রান্সফরমার ট্যাংকের উপরে সংযুক্ত একটি লম্বা পাইপ যার উপরিভাগ কনজারভেটরের চেয়ে উপরে এবং মাথা বাঁকানো থাকে। ইহার মাথায় একটি পাতলা রাবারের পর্দা থাকে। কোনো কারণে ট্রান্সফরমারের অভ্যন্তরে কোনো শর্ট সার্কিটের কারনে হঠাৎ অধিক পরিমাণে গ্যাস উৎপন্ন হলে গ্যাসের চাপে পাইপের মুখের পর্দা ফেটে গ্যাস বের হয়ে যায়। ফলে ট্রান্সফরমার বিস্ফোরণের হাত থেকে রক্ষা পায়।

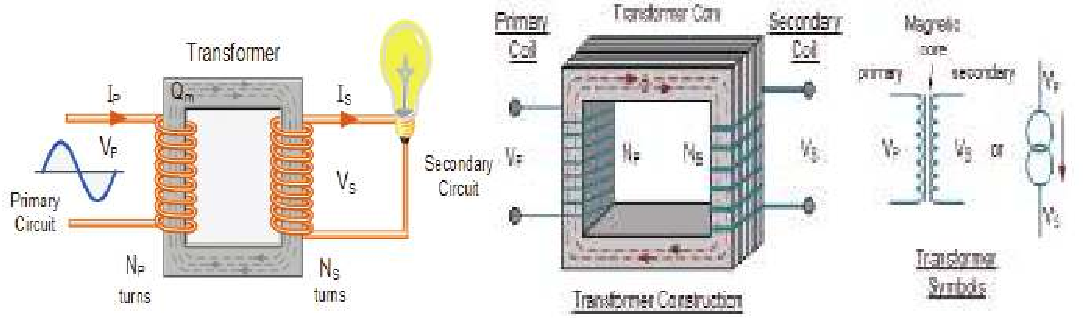
চিত্র-৪.১৫ ট্রান্সফরমার কয়েল এবং বিভিন্ন অংশের নাম



চিত্র-৪.১৬ ট্রান্সফরমার এর বিভিন্ন অংশ

৪.৪.৩ ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি কয়েলে ভোল্টেজ উৎপাদন

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি কয়েল একই সাধারণ বর্তনী দ্বারা যুক্ত থাকে। তাই প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি উভয় কয়েলে একই ফ্লাক্স ক্রিয়াশীল থাকে। যখন প্রাইমারি কয়েলে এসি সাপ্লাই প্রয়োগ করা হয় তখন এর ভিতর দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং ম্যাগনেটিক সার্কিটে পরিবর্তনশীল ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়। এই ফ্লাক্স পরির্তনের ফলে প্রাইমারি কয়েলে বিপরীতমুখী ভোল্টেজ (ব্যাক ইএমএফ) উৎপন্ন হয় (ফ্যারাডের সূত্রানুসারে) এবং এই কয়েল সাপ্লাইয়ের সাথে উচ্চমানের ইন্ডাকট্যান্স হিসাবে কাজ করে। প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি উভয় কয়েলেও সংযুক্ত হয়। প্রাইমারি কয়েল দ্বারা উৎপন্ন ফ্লাক্স পরিবর্তনশীল হওয়ায় এর মান প্রতি মুহূর্তেই পরিবর্তন হয়। সেকেন্ডারি কয়েল কর্তৃক এই ফ্লাক্স কর্তনের ফলে তাতেও ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। এই মিউচুয়েল ফ্লাক্সের ফ্রিকুয়েন্সি সাপ্লাই ফ্রিকুয়েন্সির সমান এবং সেকেন্ডারি কয়েলে উৎপন্ন ভোল্টেজের ফ্রিকুয়েন্সি মিউচুয়েল ফ্লাক্সের ফ্রিকুয়েন্সির সমান। সুতরাং সেকেন্ডারি কয়েলে উৎপন্ন ভোল্টেজের ফ্রিকোয়েন্সি সাপ্লাই ফ্রিকোয়েন্সির সমান।



চিত্র-৪.১৭ ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি কয়েলে ভোল্টেজ উৎপাদন

প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি কয়েলের কারেন্ট এবং ভোল্টেজের মধ্যে সম্পর্ক

ট্রান্সফরমারে কোন মুভিং বা ঘুরন্ত অংশ নাই বলে ইহার দক্ষতা অত্যন্ত বেশি। শুধু কোরে হিসটেরিসিস লস এবং কয়েলে কপার লস ছাড়া আর কোন লস নাই। তাই এই লসকে নগণ্য ধরা হলে এটার ইনপুট পাওয়ার আউটপুট পাওয়ার সমান হয়।

অর্থাৎ $E_pI_p = E_sI_s$

বা, $\frac{E_p}{E_s} = \frac{I_s}{I_p}$ ইহাই প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি কয়েলের ভোল্টেজ ও কারেন্টের মধ্যে সম্পর্ক।

৪.৪.৪ স্টেপ আপ ও স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার

স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার

যে ট্রান্সফরমার এর প্রাইমারিতে কম ভোল্টেজ সাপ্লাই দিয়ে সেকেন্ডারিতে বেশি ভোল্টেজ পাওয়া যায়, তাকে স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার বলে। ট্রান্সমিশন লাইনের শুরুতে এই জাতীয় ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়। এই ট্রান্সফরমারের প্রাইমারির চেয়ে সেকেন্ডারিতে প্যাঁচ সংখ্যা বেশি।

স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার

যে ট্রান্সফরমারের প্রাইমারিতে বেশি ভোল্টেজ সাপ্লাই দেওয়া হয় এবং সেকেন্ডারিতে কম ভোল্টেজ পাওয়া যায়। এই জাতীয় ট্রান্সফরমার সাধারণত ট্রান্সমিশন লাইনের শেষ প্রান্তে এবং বিভিন্ন যন্ত্রপাতিতে ব্যবহার করা হয়। ইহার সেকেন্ডারির চেয়ে প্রাইমারি প্যাঁচ সংখ্যা বেশি।

৪.৪.৫ প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যা ও ভোল্টেজের সম্পর্ক নির্ণয়

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশনের ফলে যে কোনো কয়েলে উৎপন্ন ভোল্টেজ

$E_{av} = N \times \frac{\Phi m}{t} \times 10^{-8}$ ভোল্ট।

যেখানে,

E_{av} = উৎপন্ন গড় ভোল্টেজ

N = কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যা

Φ_m = সর্বোচ্চ পরিবর্তিত ফ্লাক্স (ওয়েবার)

$t = \Phi_m$ ফ্লাক্স পরিবর্তনের সময়।

উৎপন্ন ভোল্টেজের ফ্রিকোয়েন্সি f হলে,

$t = \frac{1}{4f}$ Sec

$\therefore E_{ave} = N\frac{\Phi m}{t} \times 10^{-8} = 4Nf\,\Phi_{m} X\, 10^{-8}$ ভোল্ট।

$\therefore$ কার্যকরী ভোল্টেজ $E = 1.11 X 4Nf\Phi_m X10^{-8}$ ভোল্ট

$E = 4.44Nf\Phi_m X10^{-8}$ ভোল্ট

ফরম ফ্যাক্টর = $\frac{\text{কার্যকরী মান}}{\text{গড়মান}}$ = ১.১১

প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি কয়েলে উৎপাদিত ভোল্টেজ যথাক্রমে E_p, E_s এবং প্যাঁচ সংখ্যা যথাক্রমে N_p, N_s হলে

$E_p = 4.44N_pf\,\Phi_m X10^{-8}$ ----------(i)

$E_s = 4.44N_sf\,\Phi_m X10^{-8}$ ----------(ii)

(i) নং সমীকরণকে (ii) নং সমীকরণ দ্বারা ভাগ করে

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{4.44N_pf\,\Phi_m X10^{-8}}{4.44N_sf\,\Phi_m X10^{-8}}$$

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

সুতরাং প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি কয়েলে উৎপাদিত ভোল্টেজের সাথে প্যাঁচ সংখ্যার সম্পর্ক $\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$

৪.৪.৬ ট্রান্সফরমেশন রেশিও

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডার কয়েলে ভোল্টেজ, প্যাঁচ সংখ্যা ও কারেন্টের মধ্যে সম্পর্ক থেকে দেখা যায় যে, প্রাইমারি কয়েলের সাথে সেকেন্ডারি কয়েলের ভোল্টেজের অনুপাত, প্রাইমারি কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যার সাথে সেকেন্ডারি কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যার অনুপাত সমান। আবার প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি কয়েলের ভোল্টেজের অনুপাত এর সেকেন্ডারি ও প্রাইমারি কয়েলের কারেন্টের অনুপাতের সমান।

গাণিতিকভাবে প্রকাশ করলে দেখা যায়,

ফর্মা-১৫

$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$ এই অনুপাতকে ট্রান্সফরমেশন রেশিও বলে। ইহাকে সাধারণত a বা k অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$a = \frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

৪.৪.৭ ট্রান্সফরমারের নেমপ্লেট রেটিং বিবৃতিকরণ

মোটরের ইনপুট ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার এবং আউটপুট মেকানিক্যাল পাওয়ার। অর্থাৎ মোটর বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে। মোটরের ইনপুটে যে পরিমাণ বৈদ্যুতিক পাওয়ার প্রয়োগ করা হয়, আউটপুটে তা সম্পূর্ণরূপে পাওয়া যায় না। কারণ মোটরের অভ্যন্তরে কিছু পাওয়ার লস হয়। মোটরের নেমপ্লেট রেটিং বলতে এর আউটপুট পাওয়ার বা ক্ষমতাকে বোঝায়। আর আউটপুট পাওয়ার হর্স পাওয়ার (HP) এককে প্রকাশ করা হয়। তাই মোটরের নেমপ্লেট রেটিং হচ্ছে- হর্স পাওয়ার।

1 হর্স পাওয়ার = 746 ওয়াট বা 0.746 কিলোওয়াট। এটাই ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার ও মেকানিক্যাল পাওয়ারের মধ্যে সম্পর্ক। ট্রান্সফরমারের রেটিং বলতে এর পাওয়ার পরিবহনের ক্ষমতাকে বোঝায়। একটি ট্রান্সফরমার প্রাইমারি সার্কিট থেকে যে পরিমাণ পাওয়ার এর সেকেন্ডারি সার্কিটে স্থানান্তর করতে পারে, তাকে ঐ ট্রান্সফরমারের নেমপ্লেট রেটিং বলে। ট্রান্সফরমারের নেমপ্লেট রেটিং সাধারণত ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার (VA), কিলোভোল্ট অ্যাম্পিয়ার (KVA), অথবা মেগাভোল্ট অ্যাম্পিয়ার (MVA) হিসাবে প্রকাশ করা হয়।

৪.৪.৮ ট্রান্সফরমারের কুলিং পদ্ধতি

ট্রান্সফরমার কুলিং এর জন্য ব্যবহৃত পদ্ধতিগুলোর নাম-

১। প্রাকৃতিক কুলিং বা প্রাকৃতিক এয়ার কুলিং;
২। স্বাভাবিক অয়েল কুলিং;
৩। তেলে নিমজ্জিত চাপযুক্ত এয়ার কুলিং;
৪। তেলে নিমজ্জিত চাপযুক্ত ওয়াটার কুলিং;
৫। তেলে চাপযুক্ত অয়েল কুলিং;
৬। চাপযুক্ত এয়ার কুলিং।

৪.৪.৯ ট্রান্সফরমারের লসসমূহ

একটি ট্রান্সফরমার যে পরিমাণ বৈদ্যুতিক শক্তি গ্রহণ করে তার সবটুকু লোডে সাপ্লাই দিতে পারে না। কিছু শক্তি তার কোর ও কয়েলে ব্যয় হয় যা উত্তাপ সৃষ্টি করে। এই ব্যয়িত শক্তিকে ট্রান্সফরমারের লস বলা হয়।

ট্রান্সফরমারের লসগুলি নিম্নরূপ :

১। কোর লস
২। কপার লস

কোর লস আবার দুই প্রকার।

(ক) হিসটেরিসিস লস
(খ) এডি কারেন্ট লস।

৪.৪.১০ ট্রান্সফরমারের ইফিসিয়েন্সি ও ভোল্টেজ রেগুলেশন

একটি ট্রান্সফরমারের ইনপুটে যে শক্তি দেওয়া হয়, আউটপুরে তার সবটুকু পাওয়া যায় না। ট্রান্সফরমারের কোর ও কয়েলে বেশ কিছু লস হয়। ট্রান্সফরমারের ইনপুটের চেয়ে আউটপুটের শক্তি কখনো বেশি হতে পারে না। ট্রান্সফরমারের আউটপুট পাওয়ার ও ইনপুট পাওয়ারের অনুপাতকে ইফিসিয়েন্সি বা দক্ষতা বলে।
ইহাকে শতকরায় প্রকাশ করা হয়।

ইফিসিয়েন্সি $\eta = \frac{\text{আউটপুট}}{\text{ইনপুট}} \times 100\%$

$= \frac{\text{ইনপুট - লস}}{\text{ইনপুট}} \times 100\%$

ট্রান্সফরমারের ভোল্টেজ রেগুলেশন

ট্রান্সফরমারের নো-লোড ভোল্টেজ ও ফুল-লোড ভোল্টেজ কখনো সমান হতে পারে না। সুতরাং ট্রান্সফরমারের নো-লোড ভোল্টেজ ও ফুল-লোড ভোল্টেজের পার্থক্যের সাথে ফুল-লোড ভোল্টেজের অনুপাতকে ট্রান্সফরমারের ভোল্টেজ রেগুলেশন বলা হয়। গাণিতিকভাবে প্রকাশ করলে পাওয়া যায়

$V_{reg} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100\%$

এখানে, V_{NL} = নো- লোড ভোল্টেজ

V_{FL} = ফুল- লোড ভোল্টেজ

V_{reg} = ভোল্টেজ রেগুলেশন।

৪.৪.১১ সমস্যাবলির সমাধান

সমস্যা একটি ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ভোল্টেজ ২৩০০ ভোল্ট এবং প্যাঁচ সংখ্যা ৫০০০। সেকেন্ডারি কয়েলের ভোল্টেজ ২৩০ ভোল্ট হলে সেকেন্ডারি কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যা কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

প্রাইমারি ভোল্টেজ $E_p = 2300$ volt

প্রাইমারি প্যাঁচ সংখ্যা $N_p = 5000$

সেকেন্ডারি ভোল্টেজ $E_s = 230$ volt

সেকেন্ডারি প্যাঁচ সংখ্যা $N_s = ?$

সূত্র : $\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$

বা, $\frac{2300}{230} = \frac{5000}{N_s}$ (মান বসিয়ে)

বা, $N_s \times 2300 = 500 \times 230$

বা, $N_s = \frac{2300 \times 230}{2300} = 500$

উত্তর : সেকেন্ডারি প্যাঁচ সংখ্যা 500।

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১ সিঙ্গেল ফেজ মোটর কাকে বলে?
২ ফেজ অনুসারে মোটর কয় প্রকার?
৩ রোটর স্পিড কাকে বলে?
৪ সিনক্রোনাস স্পিডের সূত্রটি লিখ।
৫ এসি মোটরের যে অংশ স্থির থাকে তাকে কী বলে?
৬ এসি মোটরের যে অংশ ঘুরে তাকে কী বলে?
৭ ট্রান্সফরমেশন রেশিওকে সাধারণত কী অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা যায়?
৮ ট্রান্সফরমারের কর্মদক্ষতা বা ইফিসিয়েন্সির সূত্রটি লিখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১ এসি সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর কত প্রকার ও কী কী?
২ তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর কত প্রকার ও কী কী?
৩ স্লিপ কাকে বলে? স্লিপ নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।
৪ এসি মোটরের প্রধান অংশ কয়টি ও কী কী?
৫ ট্রান্সফরমার তেলের কাজ কী?
৬ স্টেপ আপ ও স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার কাকে বলে?
৭ ট্রান্সফরমারে কী কী লস হয়ে থাকে?
৮ ট্রান্সফরমারের কুলিং পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১ স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের প্রধান প্রধান অংশগুলোর নাম লিখ।
২ এসি থ্রি-ফেজ মোটর কত প্রকার ও কী কী?
৩ ট্রান্সফরমারের কুলিং পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ।
৪ ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশগুলোর নাম লিখ।
৫ ব্রিদার ও কনজারভেটরের কাজ কী?
৬ মোটর চালু করার বিভিন্ন পদ্ধতির নাম লিখ।

;

ব্যাবহারিক (Practical)

জব-১ঃ ডিওএল(DOL) স্টার্টার এর সাহায্যে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিতার মানদণ্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট সিলেক্ট এবং কালেক্ট করা;
- জবের প্রয়োজন অনুযায়ী কাঁচামাল (Raw Materials) সংগ্রহ করা;
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সহিত কাজটি সম্পান্ন করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান ও মেশিন পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্র্যাপ গুলো নির্ধারিত স্থানে রাখা;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমাদান করা।

প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE);

ক্রঃ নং	ব্যাক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	সেফটি সু	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ জোড়া
২.	সেফটি পোশাক বা অ্যাপ্রন	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৩.	সেফটি গগলস্	ক্লিয়ার	১ টি
৪.	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৫.	হ্যান্ড গ্লাভস	কটনের তৈরী	১ জোড়া
৬.	সেফটি মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেশিন)

ক্রঃ নং	যন্ত্রপাতি এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর	১-৫ হর্স পাওয়ার , ১৫ অ্যাম্পিয়ার, ৫০০ ভোল্ট	১ টি
২.	স্টার স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৩.	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৪.	অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্জ	১২ ইঞ্চি	১ টি

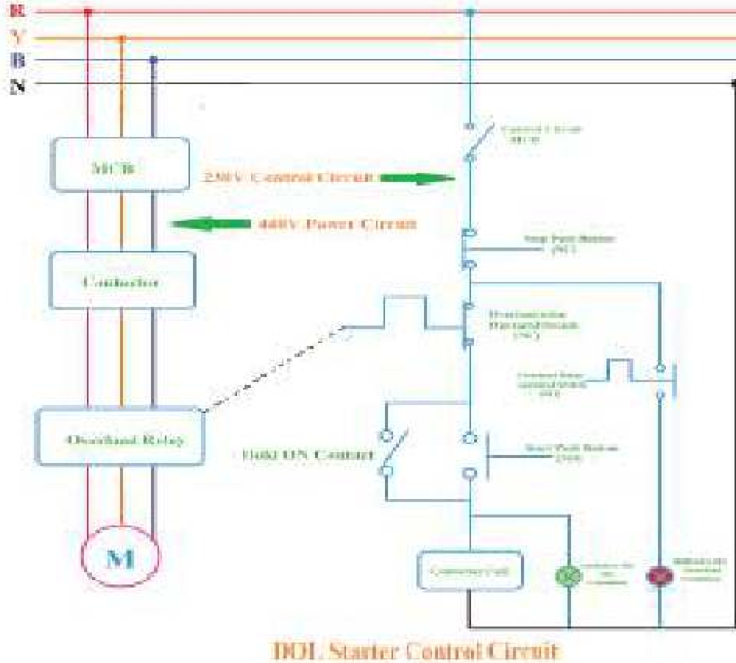
২০২৬

৫.	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৬.	কাটিং প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৭.	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৮.	ওয়্যার স্ট্রিপার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৯.	হ্যাকস	মিনি সাইজ	১ টি
১০.	বল পিন হ্যামার	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১১.	নোজ প্লায়ার	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১২.	এসি অ্যামিটার	০-১৫ অ্যাম্পিয়ার	১ টি
১৩.	এসি ভোল্ট মিটার	০-৫০০ ভোল্ট	১ টি
১৪.	মাল্টিমিটার	এনালগ/ডিজিটাল	১ টি
১৫.	ফেজ সিকুয়েন্স মিটার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ টি
১৬.	টেস্ট ল্যাম্প		১ সেট
১৭.	টেকো মিটার		১ টি

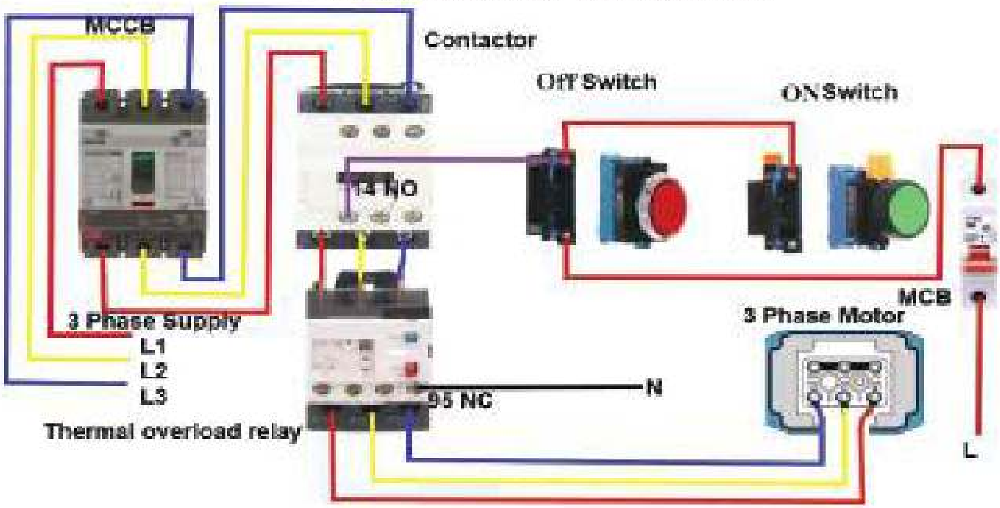
প্রয়োজনীয় মালামাল (Raw materials);

ক্র: নং	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	ম্যাগনেটিক কন্ডাকন্টর	৭ পয়েন্ট, থ্রি ফেজ	১ পিস
২.	থার্মাল ওভার লোড রিলে	৫ পয়েন্ট, ০-১৫ অ্যাম্পিয়ার	১ পিস
৩.	অফ অন সুইচ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস
৪.	সার্কিট ব্রেকার	১৫ অ্যাম্পিয়ার	১ পিস
৫.	কানেক্টর	১০ পয়েন্ট	১ পিস
৬.	ফ্ল্যাক্সিবল ক্যাবল	২৩/০৭৬ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
৭.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৬৪ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
৮.	ইনসুলেশন টেপ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	প্রয়োজনমত
৯.	ইন্ডিকেটর ল্যাম্প	৫ ওয়াট	৩ পিস
১০.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৩৬ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত

সার্কিট ডায়াগ্রাম



চিত্র-৪.১৮ ডিওএল (DOL) স্টার্টার কন্ট্রোল সার্কিট



DOL Starter Wiring Diagram

চিত্র-৩.১৯ ডিওএল (DOL) স্টার্টার ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম।

কাজের ধারা (Working procedure)

১. তালিকা অনুযায়ী কাজের জন্য ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম, টুলস ইকুইপমেন্ট ,মালামাল সংগ্রহ করব।
২. সার্কিটের জন্য ব্যবহৃত প্রটেকটিভ ডিভাইস, কন্ট্রোলিং ডিভাইস চেক করব।
৩. ম্যাগনেটিক কন্ডাক্টর এর অক্জিলারি এবং পাওয়ার পয়েন্ট চেক করব ।
৪. থার্মাল ওভার লোড রিলের কন্টাক্ট পয়েন্ট চেক করব ।
৫. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সহিত সংযোগ করব
৬. সংযোগ এর কোথাও যেন লুজ সংযোগ না হয় সেটা চেক করব ।
৭. মোটরের নেম প্লেট দেখে নিম্নের ডাটা সিট পূরন করব।
৮. মোটরে পাওয়ার সংযোগ দেওয়ার পূর্বে মিটার বা টেষ্ট বোর্ড দিয়ে চেক করব ।
৯. মোটর এর বডি কয়েল এর সাথে শর্ট আছে কিনা চেক করব।
১০. মোটর চালু করব।
১১. মোটরের তিন ফেজ এর কারেন্ট পরিমাপ করব ।
১২. মোটরের ওভার লোড রিলে কাজ করে কিনা চেক করব ।
১৩. মোটর চালু অবস্থায় অতিরিক্ত গরম হয় কিনা চেক করব ।
১৪. মোটর বন্ধ করব ।
১৫. টুলস ইকুপমেন্ট এবং মালামাল হাউজ কিপিং এর নিয়ম অনুযায়ী সংরক্ষণ করব।

থ্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের নেমপ্লেট হতে প্রাপ্ত তথ্য নিম্নের টেবিলে লিখে রাখ

ক্রমিক নং	বিষয়	প্রাপ্ত তথ্য	মন্তব্য
১	মোটরের ক্ষমতা	...............এইচপি/কিলোওয়াট	
২	রেটেড কারেন্ট	.... অ্যাম্পিয়ার	
৩	সংযোগ ধরন		
৪	ঘূর্ণন গতি	.... আরপিএম	
৫	তাপমাত্রা		
৬	টার্মিনাল ভোল্টেজ		

সতর্কতা:

- সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান করা;
- সংযোগ এ যাতে কোথাও তার বের হয়ে না থাকে;
- কাজের পূর্বে ম্যাগনেটিক কন্ডাক্টর, ওভার লোড রিলে পয়েন্ট পরীক্ষা করা;
- কাজের সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করা;
- এসওপি(SOP) পদ্ধতি অনুসরণ করা;
- প্রয়োজনে শিক্ষকের নিকট জেনে নেয়া;

জব-২: ম্যাগনেটিক কন্টাকটরের সাহায্যে ফরোয়ার্ড রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিতার মানদণ্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট সিলেক্ট এবং কালেক্ট করা;
- জবের প্রয়োজন অনুযায়ী কাচাঁমাল (Raw Materials) সংগ্রহ করা;
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সহিত কাজটি সম্পন্ন করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান ও মেশিন পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্র্যাপ গুলো নির্ধারিত স্থানে রাখা;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস্ ও মালামাল জমাদান করা।

প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE);

ক্র: নং	ব্যাক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	সেফটি সু	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ জোড়া
২.	সেফটি পোশাক বা অ্যাপ্রন	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৩.	সেফটি গগলস্	ক্লিয়ার	১ টি
৪.	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৫.	হ্যান্ড গ্লাভস	কটনের তৈরি	১ জোড়া
৬.	সেফটি মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেশিন)

ক্র: নং	যন্ত্রপাতি এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর	১-৫ হর্স পাওয়ার , ৭.৫ অ্যাম্পিয়ার, ৫০০ ভোল্ট	১ টি
২.	স্টার স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৩.	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৪.	অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্জ	১২ ইঞ্চি	১ টি

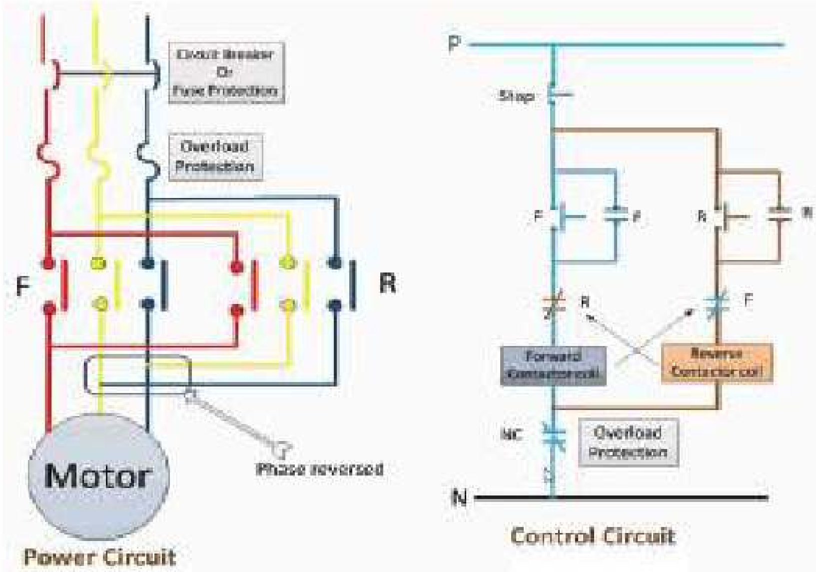
১৩২

৫.	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৬.	কাটিং প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৭.	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৮.	ওয়্যার স্ট্রিপার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৯.	হ্যাকস	মিনি সাইজ	১ টি
১০.	বল পিন হ্যামার	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১১.	নোজ প্লায়ার	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১২.	এসি অ্যামিটার	০-১৫ অ্যাম্পিয়ার	১ টি
১৩.	এসি ভোল্ট মিটার	০-৫০০ ভোল্ট	১ টি
১৪.	মাল্টিমিটার	এনালগ/ডিজিটাল	১ টি
১৫.	ফেজ সিকুয়েন্স মিটার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ টি
১৬.	টেষ্ট ল্যাম্প		১ সেট
১৭.	টেকো মিটার		১ টি

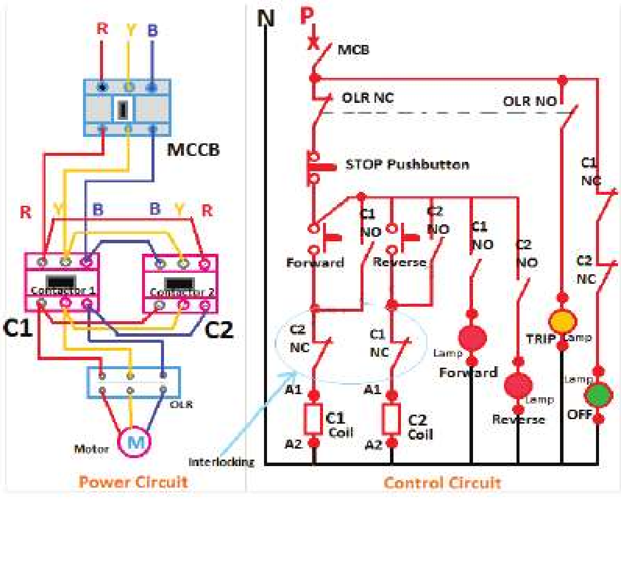
প্রয়োজনীয় মালামাল (materials);

ক্রঃ নং	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	ম্যাগনেটিক কন্ডাক্টর	৭ পয়েন্ট, থ্রি ফেজ	১ পিস
২.	থার্মাল ওভার লোড রিলে	৫ পয়েন্ট, ০-১৫ অ্যাম্পিয়ার	১ পিস
৩.	অফ অন সুইচ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	২ পিস
৪.	সার্কিট ব্রেকার	১৫ অ্যাম্পিয়ার	১ পিস
৫.	কানেক্টর	১০ পয়েন্ট	১ পিস
৬.	ফ্ল্যাক্সিবল ক্যাবল	২৩/০৭৬ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
৭.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৬৪ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
৮.	ইনসুলেশন টেপ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	প্রয়োজনমত
৯.	ইন্ডিকেটর লাম্প	৫ ওয়াট	৩ পিস
১০.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৩৬ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত

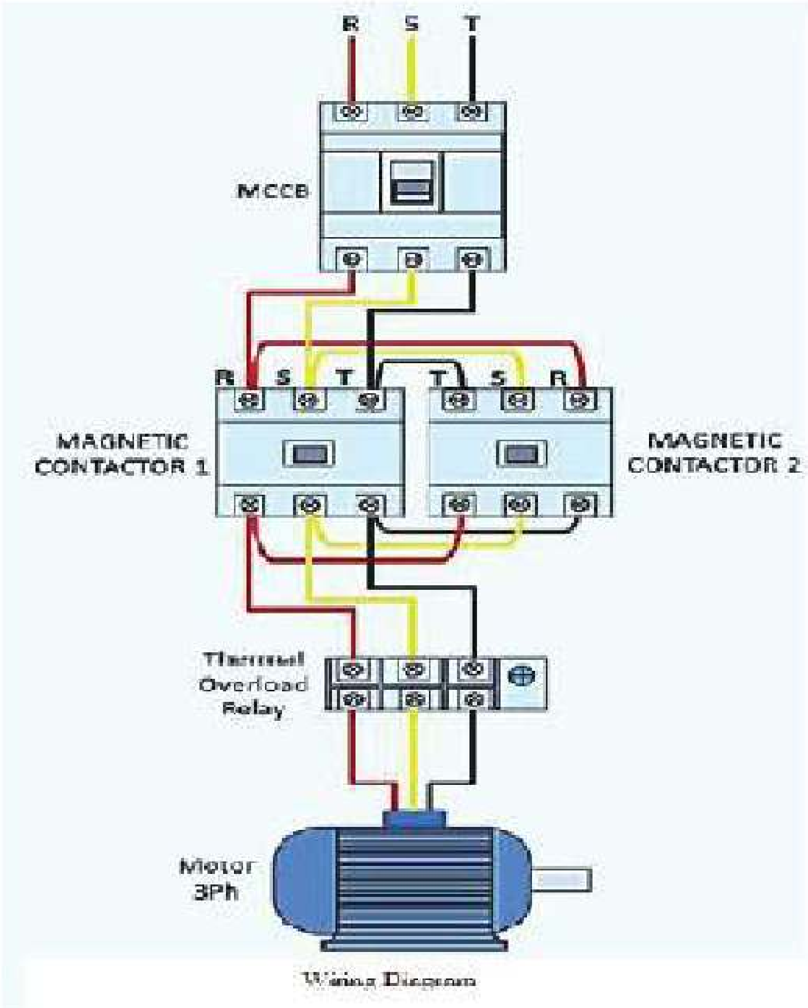
সার্কিট ডায়াগ্রাম



চিত্র-৪.২০ ফরোয়ার্ড রিভার্স পাওয়ার কন্ট্রোল সার্কিট



চিত্র-৪.২১ ফরোয়ার্ড রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিট



চিত্র-৪.২২ ফরোয়ার্ড রিভার্স মোটর কন্ট্রোল ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম

কাজের ধারা (Working procedure)

১. তালিকা অনুযায়ী কাজের জন্য ব্যাক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম, টুলস ইকুইপমেন্ট ,মালামাল সংগ্রহ করব।

২. সার্কিটের জন্য ব্যবহৃত প্রটেকটিভ ডিভাইস, কন্ট্রোলিং ডিভাইস চেক করব।

৩. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর এর অক্সিলারি এবং পাওয়ার পয়েন্ট চেক করব ।

৪. থার্মাল ওভার লোড রিলের কন্টাক্ট পয়েন্ট চেক করব ।

৫. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সহিত সংযোগ করব।
৬. সংযোগ এর কোথাও যেন লুজ সংযোগ না হয় সেটা চেক করব ।
৭. মোটরের নেম প্লেট দেখে নিম্নের ডাটা শীট পূরণ করব।
৮. মোটরে পাওয়ার সংযোগ দেওয়ার পূর্বে মিটার বা টেষ্ট বোর্ড দিয়ে চেক করব ।
৯. মোটর এর বডি কয়েল এর সাথে শর্ট আছে কিনা চেক করব।
১০. মোটর চালু করব।
১১. মোটরের তিন ফেজ এর কারেন্ট পরিমাপ করব ।
১২. মোটরের ওভার লোড রিলে কাজ করে কিনা চেক করব ।
১৩. মোটর চালু অবস্থায় অতিরিক্ত গরম হয় কিনা চেক করব ।
১৪. মোটর বন্ধ করব ।
১৫. টুলস ইকুপমেন্ট এবং মালামাল হাউজ কিপিং এর নিয়ম অনুযায়ী সংরক্ষণ করব।

থ্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের নেম প্লেট হতে প্রাপ্ত তথ্য নিম্নের টেবিলে লিখে রাখি

ডাটা শিট

ক্রমিক নং	বিষয়	প্রাপ্ত তথ্য	মন্তব্য
১	মোটরের ক্ষমতা	...............এইচপি/কিলোওয়াট	
২	রেটেড কারেন্ট	.... অ্যাম্পিয়ার	
৩	সংযোগ ধরন		
৪	ঘূর্ণন গতি	.... আরপিএম	
৫	তাপমাত্রা		
৬	টার্মিনাল ভোল্টেজ		

সতর্কতা:

- সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান করা ;
- সংযোগ এ যাতে কোথাও তার বের হয়ে না থাকে;
- কাজের পূর্বে ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর, ওভার লোড রিলে পয়েন্ট পরীক্ষা করা
- কাজের সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করা ;
- এসওপি(SOP) পদ্ধতি অনুসরণ করা;
- প্রয়োজনে শিক্ষকের নিকট জেনে নেয়া।

জব-৩ঃ অটোমেটিক স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট সিলেক্ট এবং কালেক্ট করা;
- জবের প্রয়োজন অনুযায়ী কাঁচামাল (Raw Materials) সংগ্রহ করা;
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সহিত কাজটি সম্পন্ন করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান ও মেশিন পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্র্যাপ গুলো নির্ধারিত স্থানে রাখা;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস্ ও মালামাল জমাদান করা।

ক্রঃ নং	ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	সেফটি সু	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ জোড়া
২.	সেফটি পোশাক বা অ্যাপ্রন	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৩.	সেফটি গগলস্	ক্লিয়ার	১ টি
৪.	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৫.	হ্যান্ড গ্লাভস	কটনের তৈরি	১ জোড়া
৬.	সেফটি মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেশিন)

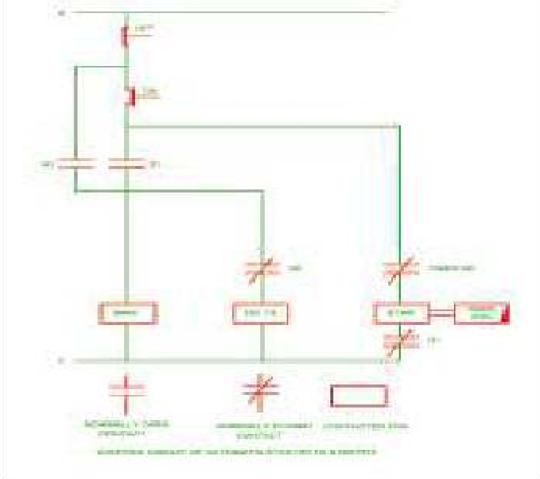
ক্রঃ নং	যন্ত্রপাতি এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর	১-৫ হর্স পাওয়ার , ৭.৫ অ্যাম্পিয়ার, ৫০০ ভোল্ট	১ টি
২.	স্টার স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৩.	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৪.	অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্চ	১২ ইঞ্চি	১ টি
৫.	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি

৬.	কাটিং প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৭.	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৮.	ওয়্যার স্ট্রিপার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৯.	হ্যাকস	মিনি সাইজ	১ টি
১০.	বল পিন হ্যামার	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১১.	নোজ প্লায়ার	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১২.	এসি অ্যামিটার	০-১৫ অ্যাম্পিয়ার	
১৩.	এসি ভোল্ট মিটার	০-৫০০ ভোল্ট	
১৪.	মাল্টিমিটার	এনালগ/ডিজিটাল	১ টি
১৫.	ফেজ সিকুয়েন্স মিটার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ টি
১৬.	টেষ্ট ল্যাম্প		১ সেট
১৭.	টেকো মিটার		১ টি

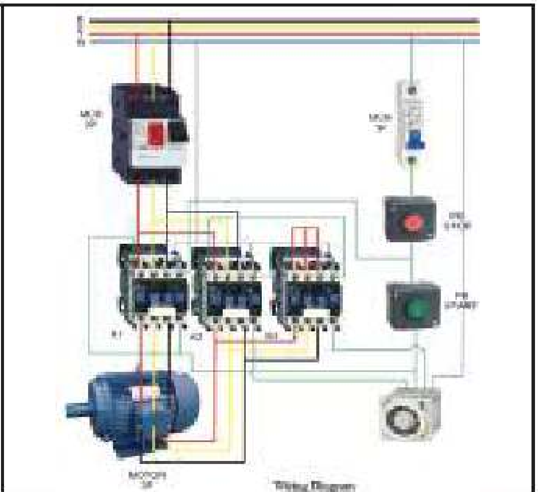
প্রয়োজনীয় মালামাল (materials);

ক্র: নং	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	ম্যাগনেটিক কন্ডাক্টর	৭ পয়েন্ট, থ্রি ফেজ	১ পিস
২.	থার্মাল ওভার লোড রিলে	৫ পয়েন্ট, ০-১৫ অ্যাম্পিয়ার	১ পিস
৩.	অফ অন সুইচ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	২ পিস
৪.	সার্কিট ব্রেকার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস
৫.	কানেক্টর	১০ পয়েন্ট	১ পিস
৬.	ফ্ল্যাক্সিবল ক্যাবল	২৩/০৭৬ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
৭.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৬৪ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
৮.	ইনসুলেশন টেপ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	প্রয়োজনমত
৯.	ইন্ডিকেটর ল্যাম্প	৫ ওয়াট	৩ পিস
১০.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৩৬ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
১১.	টাইমার	৮/১১ পয়েন্ট, ২২০ ভোল্ট	১ পিস

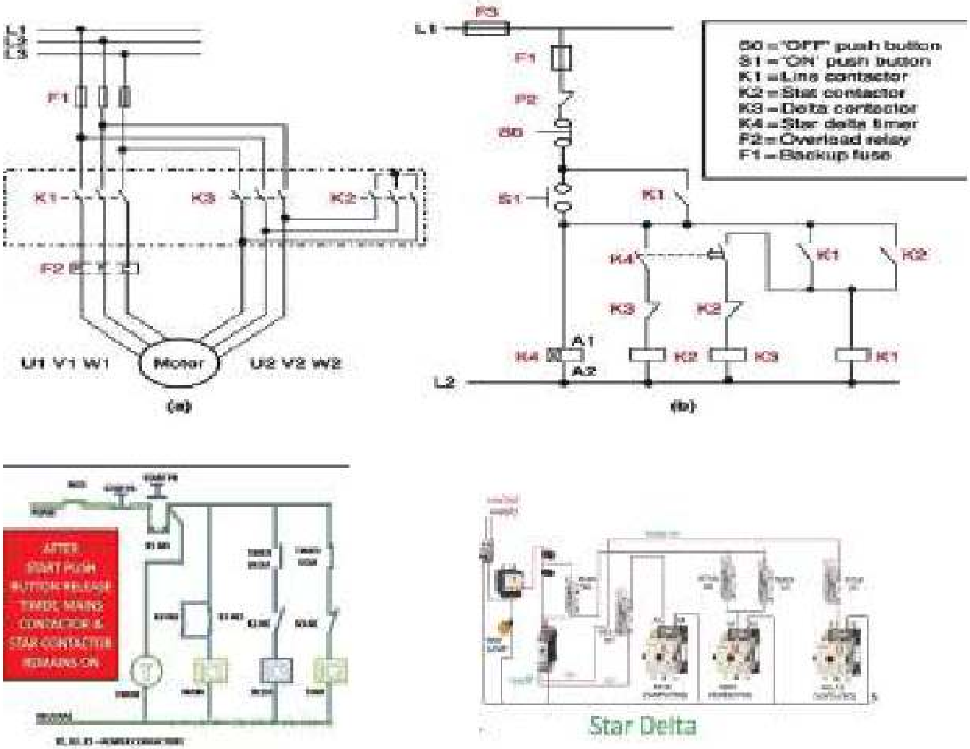
সার্কিট ডায়াগ্রাম



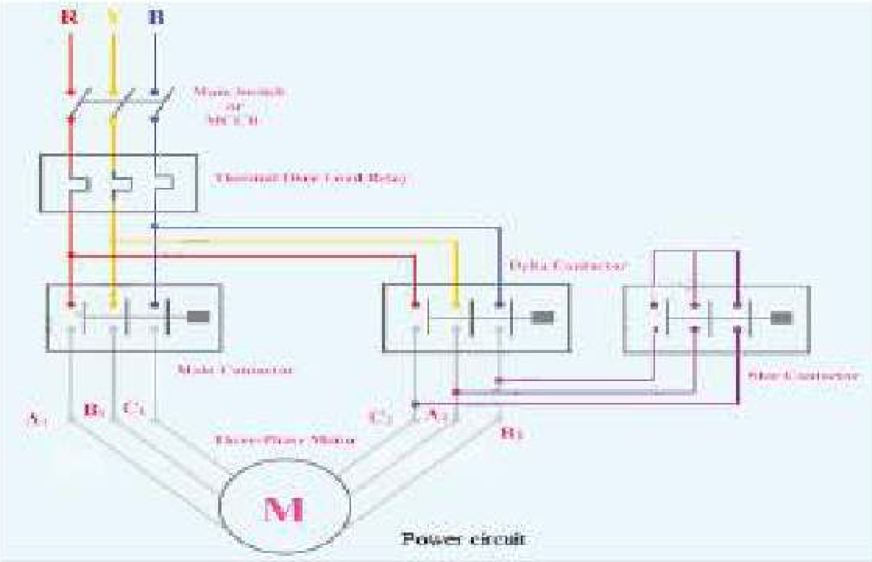
চিত্র-৪.২৪ স্টার ডেল্টা অটোমেটিক স্টার্টার ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম



চিত্র-৪.২৩ স্টার ডেল্টা অটোমেটিক স্টার্টার কন্ট্রোল সার্কিট



চিত্র-৪.২৫ স্টার ডেল্টা অটোমেটিক স্টার্টার কন্ট্রোল ও পাওয়ার সার্কিট



চিত্র-৪.২৬ স্টার ডেল্টা অটোমেটিক স্টার্টার পাওয়ার সার্কিট

কাজের ধারা (Working procedure)

১. তালিকা অনুযায়ী কাজের জন্য ব্যাক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম, টুলস ইকুইপমেন্ট, মালামাল সংগ্রহ করব।
২. সার্কিটের জন্য ব্যবহৃত প্রটেকটিভ ডিভাইস, কন্ট্রোলিং ডিভাইস চেক করব।
৩. ম্যাগনেটিক কন্ডাক্টর এর অক্সিলারি এবং পাওয়ার পয়েন্ট চেক করব ।
৪. থার্মাল ওভার লোড রিলের কন্টাক্ট পয়েন্ট চেক করব ।
৫. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সহিত সংযোগ করব
৬. সংযোগ এর কোথাও যেন লুজ সংযোগ না হয় সেটা চেক করব ।
৭. মোটরের নেম প্লেট দেখে নিম্নের ডাটা সিট পূরন করব।
৮. মোটরে পাওয়ার সংযোগ দেওয়ার পূর্বে মিটার বা টেষ্ট বোর্ড দিয়ে চেক করব ।
৯. মোটর এর বডি কল্লেল এর সাথে শর্ট আছে কিনা চেক করব।
১০. মোটর চালু করব।
১১. মোটরের তিন ফেজ এর কারেন্ট পরিমাপ করব ।
১২. মোটরের ওভার লোড রিলে কাজ করে কিনা চেক করব ।
১৩. মোটর চালু অবস্থায় অতিরিক্ত গরম হয় কিনা চেক করব ।
১৪. মোটর বন্ধ করব ।
১৫. টুলস ইকুপমেন্ট এবং মালামাল হাউজ কিপিং এর নিয়ম অনুযায়ী সংরক্ষণ করব।

থ্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের নেম প্লেট হতে প্রাপ্ত তথ্য নিম্নের টেবিলে লিখে রাখি

ক্রমিক নং	বিষয়	প্রাপ্ত তথ্য	মন্তব্য
১	মোটরের ক্ষমতা	..............এইচপি/কিলোওয়াট	
২	রেটেড কারেন্ট	.... অ্যাম্পিয়ার	
৩	সংযোগ ধরন		
৪	ঘূর্ণন গতি	.... আরপিএম	
৫	তাপমাত্রা		
৬	টার্মিনাল ভোল্টেজ		

সতর্কতা :

- সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান করা ;
- সংযোগ এ যাতে কোথাও তার বের হয়ে না থাকে ;
- কাজের পূর্বে ম্যাগনেটিক কন্ডাক্টর, ওভার লোড রিলে পয়েন্ট পরীক্ষা করা ;
- টাইমার এর সাপ্লাই পয়েন্ট চেক করে নিতে হবে ;
- কাজের সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করা ;
- এসওপি(SOP) পদ্ধতি অনুসরণ করা ;
- প্রয়োজনে শিক্ষকের নিকট জেনে নেয়া।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল: অর্জন করতে পেরেছি/অর্জন করতে পারি নাই

জব-৪: হস্তচালিত স্টার ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট তৈরী করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট সিলেক্ট এবং কালেক্ট করা;
- জবের প্রয়োজন অনুযায়ী কাঁচামাল (Raw Materials) সংগ্রহ করা;
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সহিত কাজটি সম্পন্ন করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান ও মেশিন পরিষ্কার করা;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করা;
- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্র্যাপ গুলো নির্ধারিত স্থানে রাখা;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস্ ও মালামাল জমাদান করা।

ক্রঃ নং	ব্যাক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	সেফটি সু	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ জোড়া
২.	সেফটি পোশাক বা অ্যাপ্রন	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৩.	সেফটি গগলস্	ক্লিয়ার	১ টি
৪.	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
৫.	হ্যান্ড গ্লাভস	কটনের তৈরি	১ জোড়া
৬.	সেফটি মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেশিন)

ক্রঃ নং	যন্ত্রপাতি এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর	১-৫ হর্স পাওয়ার	১ টি
২.	স্টার স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৩.	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৪.	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৫.	কাটিং প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৬.	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি

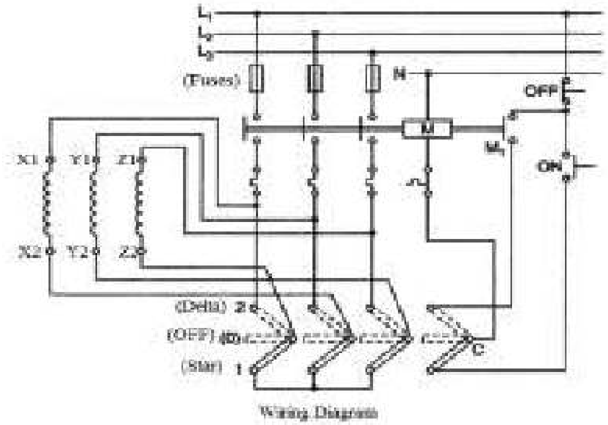
৭.	ওয়্যার স্ট্রিপার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৮.	হ্যাকস	মিনি সাইজ	১ টি
৯.	বল পিন হ্যামার	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১০.	নোজ প্লায়ার্স	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১১.	মাল্টিমিটার	এনালগ/ডিজিটাল	১ টি
১২.	ফেজ সিকুয়েন্স মিটার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Raw materials)ঃ

ক্রঃ নং	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	ম্যাগনেটিক কন্ডাকক্টর	৭ পয়েন্ট	৩ পিস
২.	হস্ত চালিত স্টার ডেল্টা স্টার্টার		১ পিস
৩.	অফ অন সুইচ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	২ পিস
৪.	সার্কিট ব্রেকার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস
৫.	কানেক্টর	১০ পয়েন্ট	১ পিস
৬.	ফ্লেক্সিবল ক্যাবল	২৩/০৭৬ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
৭.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৬৪ ইঞ্চি	প্রয়োজনমত
৮.	ইনসুলেশন টেপ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	প্রয়োজনমত
৯.	ইন্ডিকেটর ল্যাম্প	৫ ওয়াট	৩ পিস
১০.	স্টার্টার বক্স	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস

সার্কিট ডায়াগ্রাম

চিত্র-৪.২৭ হস্ত চালিত স্টার ডেল্টা স্টার্টার



চিত্র-৪.২৮ হস্ত চালিত স্টার ডেল্টা স্টার্টার কন্ট্রোল সার্কিট

কাজের ধারা (Working procedure)

১. তালিকা অনুযায়ী কাজের জন্য ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম, টুলস ইকুইপমেন্ট মালামাল সংগ্রহ করব।
২. সার্কিটের জন্য ব্যবহৃত প্রটেকটিভ ডিভাইস, কন্ট্রোলিং ডিভাইস চেক করব।
৩. ম্যাগনেটিক কন্ডাক্টর এর অক্সিলারি এবং পাওয়ার পয়েন্ট চেক করব ।
৪. থার্মাল ওভার লোড রিলের কন্টাক্ট পয়েন্ট চেক করব ।
৫. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাবধানতার সহিত সংযোগ করব
৬. সংযোগ এর কোথাও যেন লুজ সংযোগ না হয় সেটা চেক করব ।
৭. মোটরে পাওয়ার সংযোগ দেওয়ার পূর্বে মিটার বা টেষ্ট বোর্ড দিয়ে চেক করব ।
৮. মোটর এর বডি কয়েল এর সাথে শর্ট আছে কিনা চেক করব।
৯. মোটর চালু করব।
১০. মোটরের তিন ফেজ এর কারেন্ট পরিমাপ করব ।
১১. মোটরের ওভার লোড রিলে কাজ করে কিনা চেক করব ।
১২. মোটর চালু অবস্থায় অতিরিক্ত গরম হয় কিনা চেক করব ।
১৩.মোটর অফ করব ।
১৪. টুলস ইকুপমেন্ট এবং মালামাল হাউজ কিপিং এর নিয়ম অনুযায়ী সংরক্ষণ করব।

২০২৫

থ্রি ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের নেম প্লেট হতে প্রাপ্ত তথ্য নিম্নের টেবিলে লিখে রাখ

ক্রমিক নং	বিষয়	প্রাপ্ত তথ্য	মন্তব্য
১	মোটরের ক্ষমতা	...............এইচপি/কিলোওয়াট	
২	রেটেড কারেন্ট	.... অ্যাম্পিয়ার	
৩	সংযোগ ধরন		
৪	ঘূর্ণন গতি	.... আরপিএম	
৫	তাপমাত্রা		
৬	টার্মিনাল ভোল্টেজ		

সতর্কতাঃ

- সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান করা ;
- সংযোগ এ যাতে কোথাও তার বের হয়ে না থাকে ;
- ওয়াইন্ডিং এ সরাসরি সাপ্লাই দেয়া যাবে না ;
- সংযোগ সার্কিট অনুযায়ী হতে হবে ;
- স্টার্টারে কারেন্ট সেটিং মোটরের ক্ষমতা অনুযায়ী হতে হবে ;
- কাজের সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করা ;
- এসওপি (SOP) পদ্ধতি অনুসরণ করা ;
- প্রয়োজনে শিক্ষকের নিকট জেনে নেয়া।

অর্জিত দক্ষতা/ফলাফল :- অর্জন করতে পেরেছি/অর্জন করতে পারি নাই।

--- সমাপ্ত ---

২০২৬ শিক্ষাবর্ষ

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-৩

কারিগরি শিক্ষা আত্মনির্ভরশীলতার চাবিকাঠি

তথ্য, সেবা ও সামাজিক সমস্যা প্রতিকারের জন্য '৩৩৩' কলসেন্টারে ফোন করুন।

নারী ও শিশু নির্যাতনের ঘটনা ঘটলে প্রতিকার ও প্রতিরোধের জন্য ন্যাশনাল হেল্পলাইন সেন্টারের ১০৯ নম্বর-এ (টোল ফ্রি, ২৪ ঘণ্টা সার্ভিস) ফোন করুন।

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য।