জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-১

এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল)

নবম-দশম শ্রেণি

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

বাংলাদেশের মানচিত্র খচিত পতাকা হাতে নারী মুক্তিযোদ্ধা

বীরপ্রতীক ক্যাপ্টেন ডা. সিতারা বেগম

বীরপ্রতীক তারামন বিবি

যুদ্ধাহত মুক্তিযোদ্ধাদের চিকিৎসার জন্য মুক্তিযোদ্ধাদের দ্বারা পরিচালিত ৪০০ শয্যার বাংলাদেশ হাসপাতালটি ভারতের আগরতলায় বিশ্রামগঞ্জে অবস্থিত এবং সম্পূর্ণ হাসপাতালটি বাঁশ দিয়ে তৈরি ছিল। ২ নং সেক্টরের অধীনে ক্যাপ্টেন ডা. সিতারা বেগম এ হাসপাতালে কমান্ডিং অফিসার (সিও) ছিলেন। তিনি নিয়মিত ঝুঁকি নিয়ে আগরতলা থেকে ঔষধ আর দরকারি সরঞ্জামাদি আনার কাজ করতেন। গুরুতর আহত মুক্তিযোদ্ধা অথবা অনাহার আর রোগে ভোগা শরণার্থীদের অক্লান্ত শ্রম ও মেধা দিয়ে মুমূর্ষু সময়ে নিঃস্বার্থভাবে সেবা দিয়ে গেছেন তিনি। মুক্তিযুদ্ধকালীন বীরত্বের স্বীকৃতি স্বরূপ বাংলাদেশ সরকার ক্যাপ্টেন ডা. সিতারা বেগমকে 'বীরপ্রতীক' উপাধিতে ভূষিত করেন।

কুড়িগ্রামের শংকর মাধবপুরে ১১ নম্বর সেক্টরে কিশোর বয়সে মুক্তিযুদ্ধে অংশ নিয়েছিলেন তারামন বিবি। মুক্তিযুদ্ধের সময় মুক্তিযোদ্ধাদের জন্য রান্না করা, তাঁদের অস্ত্র লুকিয়ে রাখা, পাকিস্তানি বাহিনীর খবর সংগ্রহ করা এবং সম্মুখযুদ্ধে হানাদার বাহিনীর বিরুদ্ধে অস্ত্র হাতে লড়াই করেছিলেন তারামন বিবি। মুক্তিযুদ্ধে শুধু সম্মুখ যুদ্ধই নয়, নানা কৌশলে শত্রুপক্ষের তৎপরতা এবং অবস্থান জানতে গুপ্তচর সেজে সোজা চলে গেছেন পাক-বাহিনীর শিবিরে। দুর্ধর্ষ সেই কিশোরীর অসীম সাহসিকতার জন্য ১৯৭৩ সালে বাংলাদেশ সরকার তারামন বিবিকে 'বীরপ্রতীক' খেতাব প্রদান করেন।

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

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস -১

General Electrical Works -1

প্রথম ও দ্বিতীয় পত্র

নবম ও দশম শ্রেণি

লেখক

মো: আখেরুজ্জামান
ড. প্রকৌশলী মো: মনিরুজ্জামান
প্রকৌশলী মো: আফজাল হোসেন
প্রকৌশলী মুহাম্মদ শরফুদ্দিন
ড. মো. সিরাজুল ইসলাম
প্রকৌশলী মো: মোস্তফা (সমন্বয়কারী)

সম্পাদক

প্রকৌশলী ফরিদ উদ্দিন আহম্মেদ

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 প্রকাশ : অক্টোবর, ২০২১
পুনর্মুদ্রণ : অক্টোবর, ২০২২

ডিজাইন
জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে: হাওলাদার অফসেট প্রেস, ১ গোপাল সাহা লেন, সিংটোলা, সূত্রাপুর, ঢাকা-১১০০।

প্রসঙ্গ-কথা

শিক্ষা জাতীয় জীবনের সর্বতোমুখী উন্নয়নের পূর্বশর্ত। দ্রুত পরিবর্তনশীল বিশ্বের চ্যালেঞ্জ মোকাবেলা করে বাংলাদেশকে উন্নয়ন ও সমৃদ্ধির দিকে নিয়ে যাওয়ার জন্য প্রয়োজন সুশিক্ষিত-দক্ষ মানব সম্পদ। কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা দক্ষ মানব সম্পদ উন্নয়ন, দারিদ্র্য বিমোচন, কর্মসংস্থান এবং আত্মনির্ভরশীল হয়ে বেকার সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখছে। বাংলাদেশের মতো উন্নয়নশীল দেশে কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার ব্যাপক প্রসারের কোনো বিকল্প নেই। তাই ক্রমপরিবর্তনশীল অর্থনীতির সঙ্গে দেশে ও বিদেশে কারিগরি শিক্ষায় শিক্ষিত দক্ষ জনশক্তির চাহিদা দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। এ কারণে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) স্তরের শিক্ষাক্রম ইতোমধ্যে পরিমার্জন করে যুগোপযোগী করা হয়েছে।

শিক্ষাক্রম উন্নয়ন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে প্রণীত পাঠ্যপুস্তকসমূহ পরিবর্তনশীল চাহিদার পরিপ্রেক্ষিতে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) পর্যায়ে অধ্যয়নরত শিক্ষার্থীদের যথাযথভাবে কারিগরি শিক্ষায় দক্ষ করে গড়ে তুলতে সক্ষম হবে। অভ্যন্তরীণ ও বহির্বিশ্বে কর্মসংস্থানের সুযোগ সৃষ্টি এবং আত্মকর্মসংস্থানে উদ্যোগী হওয়াসহ উচ্চশিক্ষার পথ সুগম হবে। ফলে রূপকল্প-২০২১ অনুযায়ী জাতিকে বিজ্ঞানমনস্ক ও প্রশিক্ষিত করে ডিজিটাল বাংলাদেশ নির্মাণে আমরা উজ্জীবিত।

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার ২০০৯ শিক্ষাবর্ষ হতে সকলস্তরের পাঠ্যপুস্তক বিনামূল্যে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিতরণ করার যুগান্তকারী সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। কোমলমতি শিক্ষার্থীদের আরও আগ্রহী, কৌতূহলী ও মনোযোগী করার জন্য মাননীয় প্রধানমন্ত্রী শেখ হাসিনার নেতৃত্বে আওয়ামী লীগ সরকার প্রাক-প্রাথমিক, প্রাথমিক, মাধ্যমিক স্তর থেকে শুরু করে ইবতেদায়ি, দাখিল, দাখিল ভোকেশনাল ও এসএসসি ভোকেশনাল স্তরের পাঠ্যপুস্তকসমূহ চার রঙে উন্নীত করে আকর্ষণীয়, টেকসই ও বিনামূল্যে বিতরণ করার মহৎ উদ্যোগ গ্রহণ করেছে; যা একটি ব্যতিক্রমী প্রয়াস। বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক রচিত ভোকেশনাল স্তরের ট্রেড পাঠ্যপুস্তকসমূহ সরকারি সিদ্ধান্তের প্রেক্ষিতে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে সংশোধন ও পরিমার্জন করে মুদ্রণের দায়িত্ব গ্রহণ করে। উন্নতমানের কাগজ ও চার রঙের প্রচ্ছদ ব্যবহার করে পাঠ্যপুস্তকটি প্রকাশ করা হলো।

বানানের ক্ষেত্রে সমতা বিধানের জন্য অনুসৃত হয়েছে বাংলা একাডেমি কর্তৃক প্রণীত বানান রীতি। ২০১৮ সালে পাঠ্যপুস্তকটির তত্ত্ব ও তথ্যগত পরিমার্জন এবং চিত্র সংযোজন, বিয়োজন করে সংস্করণ করা হয়েছে। জাতীয় দক্ষতা উন্নয়ন নীতি-২০১১ এ বর্ণিত উদ্দেশ্য বাস্তবায়নের কৌশল হিসেবে প্রাথমিকভাবে এনটিভিকিউএফ -এর আলোকে চলমান শিক্ষাক্রম পরিমার্জন করা হয়েছে। এই পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে ১৩টি ট্রেডের পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন করার উদ্যোগ গ্রহণ করে ২০২২ শিক্ষাবর্ষের কারিগরি শিক্ষায় সকল সরকারি ও বেসরকারি শিক্ষা প্রতিষ্ঠানে এই শিক্ষাক্রম চালু করা হয়েছে। এই শিক্ষাক্রমের আলোকে প্রবর্তিত পাঠ্যপুস্তকের মাধ্যমে শিক্ষার্থীরা শিক্ষা সনদের পাশাপাশি জাতীয় দক্ষতা সনদ অর্জনের সুবিধা প্রাপ্ত হবে। এর ফলে শ্রম বাজারে বাংলাদেশের দক্ষ জনশক্তি প্রবেশের দ্বার উন্মোচিত হবে।

পাঠ্যপুস্তকটির আরও উন্নয়নের জন্য যে কোনো গঠনমূলক ও যুক্তিসংগত পরামর্শ গুরুত্বের সাথে বিবেচিত হবে। শিক্ষার্থীদের হাতে সময়মত বই পৌঁছে দেওয়ার জন্য মুদ্রণের কাজ দ্রুত করতে গিয়ে কিছু ত্রুটি-বিচ্যুতি থেকে যেতে পারে। পরবর্তী সংস্করণে বইটি আরও সুন্দর, প্রাঞ্জল ও ত্রুটিমুক্ত করার চেষ্টা করা হবে। যাঁরা বইটি রচনা, সম্পাদনা, প্রকাশনার কাজে আন্তরিকভাবে মেধা ও শ্রম দিয়ে সহযোগিতা করেছেন তাঁদের জানাই আন্তরিক ধন্যবাদ। পাঠ্যপুস্তকটি শিক্ষার্থীরা আনন্দের সঙ্গে পাঠ করবে এবং তাদের মেধা ও দক্ষতা বৃদ্ধি পাবে বলে আশা করি।

প্রফেসর মোঃ ফরহাদুল ইসলাম
চেয়ারম্যান
জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচিপত্র

প্রথম পত্র		
অধ্যায়	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
প্রথম	অকুপেশনাল চার্টার ডিউটি, সেফটি ও সিকিউরিটি	১
	অনুশীলনী	২৪
	জব ১ ব্যক্তিগত নিরাপত্তা পোষাক (পিপিই) পরিধান অনুশীলন করতে পারবে	২৫
	জব ২ প্রাথমিক চিকিৎসা প্রয়োগ অনুশীলন করতে পারবে	২৮
	জব ৩ অগ্নি নির্বাপণ যন্ত্রব্যবহার করে আগুন নেভানো এবং ধোঁয়া হতে ওয়ার্কশপের শিক্ষার্থীদের নিরাপদ স্থানে আশ্রয় গ্রহণ	৩২
দ্বিতীয়	হ্যান্ড টুলস,পাওয়ার টুলস এবং পরিমাপক যন্ত্রের ব্যবহার	৩৭
	অনুশীলনী	৬৭
	জব ১ ইলেকট্রিশিয়ান টুলস শনাক্তকরণ ও সঠিক ব্যবহার করার দক্ষতা অর্জন	৬৮
	জব ২ ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার টুলস ও বিশেষ ধরনের টুলস এর ব্যবহার করার দক্ষতা অর্জন	৭০
	জব ৩ ইলেকট্রিক্যাল মেজারিং ইন্সট্রুমেন্ট শনাক্তকরণে দক্ষতা অর্জন	৭২
তৃতীয়	বৈদ্যুতিক কাজের প্রাথমিক ধারণা	৭৫
	অনুশীলনী	৮৮
	জব ১ বৈদ্যুতিক সার্কিটের কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়	৮৯
	জব ২ ওহমের সূত্রের সাহায্যে কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স এর সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারবে	৯৩
চতুর্থ	বৈদ্যুতিক তার, ক্যাবল ও তাদের জয়েন্ট	৯৭
	অনুশীলনী	১১২
	জব ১ বৈদ্যুতিক তারের পিগটেইল জয়েন্ট তৈরি করতে পারবে	১১৩
	জব ২ বৈদ্যুতিক তারের টি-জয়েন্ট জয়েন্ট তৈরিকরণ	১১৬
	জব ৩: বৈদ্যুতিক তারের ওয়েস্টার্ণ ইউনিয়ন জয়েন্ট তৈরিকরণ	১১৯
	জব ৪ বৈদ্যুতিক তারে ম্যারিড জয়েন্ট তৈরিকরণ	১২২
পঞ্চম	বৈদ্যুতিক সার্কিট	১২৫
	অনুশীলনী	১৪৫
	জব ১: সিরিজ সার্কিট সংযোগকরণ:	১৪৬
	জব ২: প্যারালাল সার্কিট সংযোগকরণ:	১৪৯
	জব ৩: সিরিজ-প্যারালাল / মিশ্র সার্কিটের সংযোগকরণ	১৫২

দ্বিতীয় পত্র		
অধ্যায়	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
প্রথম	কমিউনিকেশন সিস্টেম	১৫৭
	অনুশীলনী	১৮০
	জব ১: কমিউনিকেশন ক্যাবল শনাক্তকরণ	১৮১
	জব ২: কমিউনিকেশন ওয়্যারিং স্থাপন	১৮৪
	জব ৩: একটি বাড়িতে আকাশ টিভি এন্টেনা স্থাপন করে টিভিতে সংযোগ করণ ও টিউনিং করে টিভি চালুকরণ	১৯০
দ্বিতীয়	লাইটিং এবং ইলুমিনেশন	১৯৫
	অনুশীলনী	২২২
	জব ১: বাড়ির বসার ঘর এর সিলিং এ ইন্টেরিয়র ডিজাইনের সাথে মিল রেখে একটি ঝাড়বাতি দুইটি সিলিং ফ্যান ১০টি এলইডি সিলিং স্পট লাইট এর ওয়্যারিং স্থাপন	২২৩
	জব ২: ইভেন্ট ম্যানেজমেন্টের মাধ্যমে বিয়ে বাড়ির গেইটসহ বাউন্ডারি ওয়াল কে এলইডি ডেকোরেটিভ লাইট দ্বারা সজ্জিতকরণ	২২৮
তৃতীয়	এসি থ্রি-ফেজ সার্কিট	২৩১
	অনুশীলনী	২৪৩
	জব ১: থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট তৈরি করে এদের বৈশিষ্ট্য যাচাইকরণ, ভোল্টেজ, কারেন্ট ও পাওয়ার পরিমাপ করার দক্ষতা অর্জন	২৪৪
	জব ২: থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট তৈরি করে উহার বৈশিষ্ট্য যাচাইকরণ, ভোল্টেজ, কারেন্ট ও পাওয়ার পরিমাপ করার দক্ষতা অর্জন	২৪৮
চতুর্থ	ইন্ডাকশন মোটর কন্ট্রোলিং ও ট্রান্সফরমার	২৫১
	অনুশীলনী	২৭৮
	জব ১: ডিওএল স্টার্টার এর সাহায্যে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন	২৭৯
	জব ২: ম্যাগনেটিক কন্ডাকটরের সাহায্যে ফরোয়ার্ড রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন	২৮৩
	জব ৩: অটোমেটিক স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন	২৮৮
	জব ৪: হস্তচালিত স্টার ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট তৈরি করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন	২৯৩

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস - ১

General Electrical Works -1

প্রথম পত্র

নবম শ্রেণি

বিষয় কোড : ৯০১৩

প্রথম অধ্যায়

অকুপেশনাল চার্টার ডিউটি, সেফটি ও সিকিউরিটি

(Occupational Charter Duty, Safety and Security)

একজন দক্ষ ইলেকট্রিশিয়ানের কর্মস্থলে কাজ করার পরিবেশ সম্বন্ধে সম্যক ধারণা থাকা আবশ্যক। এজন্য তার কাজের পদ্ধতি, কর্মক্ষেত্রের পরিবেশ ও নিরাপত্তা, টুলস ও মেশিনারী ব্যবহারের বিধি এবং কর্মীর প্রাপ্যতা ও অধিকার সম্বন্ধে যথাযথ জ্ঞান থাকা বাঞ্ছনীয়। সংশ্লিষ্ট কাজের সাথে সম্পর্কযুক্ত সেফটি, সিকিউরিটি ও অধিকার বিষয়ক আইন, বিধি ও নিয়মনীতি সম্পর্কে অধ্যয়ন ও অনুশীলনের মাধ্যমে এগুলো অর্জিত হয়। একজন কর্মীকে পেশাগত চার্টার ডিউটি (Occupational Charter Duty), পেশাগত স্বাস্থ্য ও সুরক্ষা (Occupational Health and Safety, OHS) পলিসি, বেসিক সেফটি এবং সিকিউরিটি নীতিমালা, বাংলাদেশের জাতীয় সংবিধান এবং আন্তর্জাতিক শ্রম সংস্থা (International Labor Organisation, ILO) এর নির্দেশনা ইত্যাদিতে বর্ণিত আইন, শর্তাবলী ও অধিকারের বিষয়ে সচেতন ও শ্রদ্ধাশীল হতে হবে।

বৈদ্যুতিক কাজে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হলো নিরাপত্তা। বৈদ্যুতিক শক একটি ভয়াবহ দুর্ঘটনা। এধরনের দুর্ঘটনা থেকে রক্ষা পাওয়ার সময় পাওয়া যায় না। 'Prevention is better than cure'- এ ইংরেজি প্রবাদটি গুরুত্ব সহকারে মান রাখতে হবে। নিরাপত্তা ও সঠিক প্রস্তুতি ইলেকট্রিশিয়ানের কাজের পূর্বশর্ত। দুর্ঘটনা এড়াতে নিরাপদ পোশাক ও সরঞ্জামাদির ব্যবহার নিশ্চিত করা জরুরি। এছাড়া দুর্ঘটনা ঘটলে কোন পরিস্থিতিতে কী ধরনের পদক্ষেপ নিতে হবে, এবিষয়ে জ্ঞান ও দক্ষতা থাকতে হবে। অগ্নিনির্বাপন, অক্সিজেন ও প্রাথমিক চিকিৎসার প্রয়োগ সম্পর্কিত জ্ঞান ও দক্ষতা খুবই জরুরী বিষয়। এগুলো ছাড়াও হাসপাতাল, অ্যাম্বুলেন্স, ফায়ারসার্ভিস ও আইনশৃঙ্খলা রক্ষাকারী বাহিনীর সাথে যোগাযোগ দক্ষতা খুবই জরুরী বিষয়।

এই অধ্যায়ে ওএইচএস (OHS) পলিসি, চার্টার ডিউটি, বেসিক সেফটি ও সিকিউরিটি, ব্যক্তিগত সুরক্ষামূলক সরঞ্জাম (পিপিই), দুর্ঘটনা, সুরক্ষা লক্ষণ এবং প্রতীক নিয়ে আলোচনা করা হবে।

এই অধ্যায় শেষে আমরা-

- ওএইচএস (OHS) নীতিমালা এবং নিরাপদ পদ্ধতিসমূহ চিহ্নিত করতে পারব;

- ব্যক্তিগত নিরাপত্তা পোষাক (পিপিই) অনুশীলন করতে পারব;
- দুর্ঘটনা এবং ঝুঁকি চিহ্নিত করতে পারব;
- জরুরী অবস্থায় সাড়া প্রদান করতে পারব;
- প্রাথমিক চিকিৎসা প্রয়োগ করতে পারব;
- অগ্নি নির্বাপক সরঞ্জাম ব্যবহার করতে পারব।

এই শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে এ অধ্যায়ে আমরা ব্যক্তিগত নিরাপত্তা পোষাক (পিপিই) অনুশীলন, প্রাথমিক চিকিৎসা ও অগ্নিনির্বাপক সরঞ্জাম ব্যবহার ও প্রয়োগ করার দক্ষতা অর্জন করব। জবগুলো সম্পন্ন করার পূর্বে প্রথমেই প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয়সমূহ সম্পর্কে ধারণা অর্জন করব।

১.১ কর্মক্ষেত্রে স্বাস্থ্যসেবা এবং নিরাপত্তা (Occupational Health and Safety, OHS) নীতিমালা:

কর্মক্ষেত্রে স্বাস্থ্যসেবা এবং নিরাপত্তা (OHS) সুবিধা প্রত্যেক মানুষের বৈধ এবং আইনগত অধিকার। এবিষয়ে বাংলাদেশের শ্রম আইন ২০০৬ একটি গুরুত্বপূর্ণ মাইলফলক। এই আইনের গুরুত্বপূর্ণ নির্দেশনা হলো কর্মীদের জন্য একটি নিরাপদ এবং স্বাস্থ্যকর কর্ম-পরিবেশ প্রদান এবং কর্মক্ষেত্রে সর্বোচ্চ পেশাগত স্বাস্থ্য এবং নিরাপদ পরিবেশের অনুশীলন। গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার ৪ঠা নভেম্বর ২০১৩ তারিখে "জাতীয় পেশাগত স্বাস্থ্য ও সেফটি নীতিমালা, ২০১৩" প্রকাশ করে। এই নীতিমালায় উল্লেখ করা হয় "পেশাগত স্বাস্থ্য ও সেফটি উৎপাদনের সাথে সম্পৃক্ত শ্রমিকসহ সংশ্লিষ্ট সকলের জীবন ও সম্পদের নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ, পরিবেশ সুরক্ষাসহ উৎপাদন ও দেশের সামগ্রিক উন্নয়নের জন্য অপরিহার্য"। ওএইএস (OHS) নীতিমালার উদ্দেশ্য হলো একটি প্রতিষ্ঠানে কর্মরত সকল শ্রেণি বা পেশার লোকজনের জন্য সুষ্ঠু, সুন্দর ও নিরাপদ কর্মপরিবেশ নিশ্চিত করা। একারণে ওএইএস (OHS) নীতিমালা সম্পর্কে ধারণা অর্জন খুবই গুরুত্বপূর্ণ। পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তার বিষয়ে সচেতন না হলে যে কোনো কারণে বড় ধরনের দুর্ঘটনা ঘটতে পারে, এমনকি মৃত্যুও হতে পারে। এজন্য ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ার ও ইলেকট্রিশিয়ান সকলকেই ওএইসএস (OHS) পলিসি জানা ও তা অনুশীলনরে উপর গুরুত্ব দিতে হবে।

১.১.১ ওএইচএস (OHS) বিধিসমূহ:

ওএইচএস (OHS) নীতিমালায় স্পষ্ট ও বিস্তারিতভাবে স্বাস্থ্য সুরক্ষা ও নিরাপত্তা সুরক্ষার বিষয়গুলো বর্ণনা করা হয়েছে। নিচে বিদ্যুৎ সংশ্লিষ্ট কর্মক্ষেত্রে স্বাস্থ্যসেবা এবং নিরাপত্তা বিষয়ক বিধিগুলোর বর্ণনা দেয়া হলো।

- **বিধি-১:** সচল বৈদ্যুতিক সরবরাহ লাইন স্পর্শ করা যাবে না;
- **বিধি-২:** সকল বৈদ্যুতিক ডিভাইস সচল লাইনে যুক্ত মনে করতে হবে;
- **বিধি-৩:** বৈদ্যুতিক ডিভাইস সংযোগ বা মেরামত করতে সার্কিটকে পাওয়ার সোর্স থেকে বিচ্ছিন্ন করতে হবে;

- **বিধি-৪:** বৈদ্যুতিক ডিভাইস নিয়ে কাজ করার সময় ব্যবহৃত টুলস ও যন্ত্রপাতির হাতল বিদ্যুৎ-নিরোধক পদার্থের আবরণ যুক্ত হতে হবে;
- **বিধি-৫:** কোনো বৈদ্যুতিক ডিভাইস টেস্ট করতে ধাতব পেন্সিল বা স্কেল ব্যবহার, আংটি বা ধাতব চেইনযুক্ত ঘড়ি ব্যবহার করা যাবে না;
- **বিধি-৬:** লাইনে যুক্ত কোনো ডিভাইসে কাজ করার সময় হাত অবশ্যই শুকনা থাকতে হবে। অপরিবাহী গ্লাভস, সেফটি 'সু' এবং নিরাপত্তা পোষাক পরিধান করতে হবে;
- **বিধি-৭:** একহাতে কাজ করার সময় অন্যহাত পকেটে বা নিরাপদ স্থানে রাখতে হবে, যেন লাইনে স্পর্শ না লাগে; এর ফলে দূর্ঘটনা থেকে রক্ষা পাওয়া যাবে;
- **বিধি-৮:** অধিক ঠান্ডা কক্ষের ক্ষেত্রে ইলেকট্রিক্যাল ডিভাইস দেয়ালে স্থাপন করতে হবে;
- **বিধি-৯:** যন্ত্রপাতির উপর পানি বা কেমিক্যাল থাকলে বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে কাজ করতে হবে; তবে সবসময় বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে কাজ করাই শ্রেয়
- **বিধি-১০:** যদি কেউ কাজের সময় বিদ্যুতায়িত হয়, তখন ঐ ব্যক্তি, ডিভাইস ও পরিবাহী তারকে ধরা যাবে না। উত্তেজিত না হয়ে শান্তভাবে সার্কিটব্রেকার বা প্লাগ লেদার বেল্টের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক সরবরাহ বিচ্ছিন্ন করতে হবে;
- **বিধি-১১:** যন্ত্রপাতির স্পর্শ থেকে যদি কোনো প্রকার ঝিনঝিন (tingle) অনুভূতি হয় বা শিহরণ সৃষ্টি হয়, সাথে সাথে বিদ্যুৎ সরবরাহ বিচ্ছিন্ন করে মেরামতের জন্য রিপোর্ট করতে হবে।
- **বিধি-১২:** ত্রুটিযুক্ত সার্কিটের মুখোশের ভিত্তিতে নির্ভর না করে বা অন্য কোনো ফিউজ বা ব্রেকার সন্নিবেশ করে ত্রুটি সংশোধন করার চেষ্টা করা যাবে না; সার্কিট সম্পূর্ন অফ করে ত্রুটি চিহ্নিত করতে হবে;
- **বিধি-১৩:** ক্যাপাসিটরগুলোর কাছাকাছি কাজ করার আগে বৈদ্যুতিক শক রোধ করার জন্য ক্যাপাসিটরের টার্মিনালগুলো শর্ট সার্কিট করে নিতে হবে;
- **বিধি-১৪:** অন্য ব্যক্তির সরঞ্জাম বা বৈদ্যুতিক নিয়ন্ত্রণ ডিভাইসগুলোতে স্পর্শ করা যাবে না, যদি না তা করার নির্দেশ দেয়া হয়। অতি আত্মবিশ্বাস বা ভাগ্যের উপর নির্ভরশীলতা বিপদের কারণ হতে পারে;
- **বিধি-১৫:** বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি সঠিকভাবে পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করতে হবে যেন দূর্ঘটনাক্রমে হলেও একটি ডিভাইস বা পরিবাহী তার অন্যটির সাথে যুক্ত হয়ে বৈদ্যুতিক শর্ট সার্কিট সৃষ্টি করতে না পারে;
- **বিধি-১৬:** বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি ব্যবহারের পূর্বে অবশ্যই খেয়াল রাখতে হবে যেন হাত, পা, দেহ বা মেঝে ভেজা না থাকে। ভেজা মেঝেতে দাঁড়িয়ে কাজ করার সময় অবশ্যই রাবারের জুতা এবং হ্যান্ড গ্লাভস পরতে হবে;

- **বিধি-১৭:** বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের নিকট অত্যন্ত দাহ্য পদার্থ বা জ্বলনযোগ্য তরল সংরক্ষণ করা যবে না;
- **বিধি-১৮:** সচেতন থাকতে হবে যেন কোনো ক্যাবিনেটের দরজা খোলা থাকলে সরঞ্জামগুলোর ইন্টারলকসমূহ উচ্চ ভোল্টেজ উৎসকে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দেয়। তবে কন্ট্রোল সার্কিটের জন্য পাওয়ার চালু থাকতে পারে;
- **বিধি-১৯:** উন্মুক্ত পরীক্ষামূলক সার্কিট এবং সরঞ্জাম অপরিবর্তিত রেখে সার্কিট নিষ্ক্রিয় করতে হবে;
- **বিধি-২০:** বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের কাছে ঢিলা-পোশাক (loose clothing) বা গলা বন্ধনী (tie) পরিধান করে যাওয়া যাবে না।

১.১.২ ওএইসএস (OHS) নীতিমালার প্রয়োজনীয়তা:

ওএইসএস (OHS) নীতিমালা ও পদ্ধতির মাধ্যমে শিক্ষক-শিক্ষার্থী, শ্রমিক-কর্মচারী, শিল্প-কারখানা, ব্যবসা-বানিজ্য ও পরিবেশসহ সকলেই উপকৃত হয়। সুতরাং সর্বক্ষেত্রে ওএইসএস (OHS) পলিসি ও পদ্ধতি অনুসরণ করলে পরিবেশ ভাল থাকবে, শিক্ষার মান উন্নত হবে, শিল্প-কারখানার পরিবেশ উন্নয়নসহ উৎপাদন বৃদ্ধিপাবে এবং দুর্ঘটনার হাত থেকে কর্মীবৃন্দ রক্ষা পাবে। ফলে দেশের উন্নয়ন অগ্রযাত্রা আরো গতিশীল হবে।

১.১.৩ চার্টার অফ ডিউটি/ল-ফুল ডিউটি সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা:

চার্টার অফ ডিউটি/ল-ফুল ডিউটি এর উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্যসমূহ নিচে উল্লেখ করা হলো:

- কর্মঘন্টা, বেতন, ছুটির দিন ও শ্রমিকের পারিশ্রমিক প্রদান পদ্ধতি সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে;
- ক্ষতিপূরণ প্রদান ব্যবস্থা সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে;
- প্রফেশনাল ট্রেনিং ও পদোন্নতির ব্যবস্থা থাকতে হবে;
- সামাজিক ও পারিবারিক কল্যাণ নিরাপত্তা ব্যবস্থা থাকতে হবে;
- কর্মীর প্রতিনিধিত্ব অধিকার থাকতে হবে:
- আইনগত সুরক্ষা থাকতে হবে।

১.১.৪ বেতন ভাতা এবং আউটসোর্সিং:

সরকারি ও বেসরকারি চাকুরিতে জবাবদিহিতা এবং স্বচ্ছতা নিশ্চিত করা এবং মধ্যস্বত্বভোগীদের দৌরাত্ম হ্রাসের জন্য বেতন ভাতা গ্রহণের ক্ষেত্রে শ্রম আইন এবং আউটসোর্সিং প্রক্রিয়ায় সেবা গ্রহণ নীতিমালা ২০১৮ প্রণয়ন করা হয়। এ সর্ম্পকে প্রাথমিক ধারণা নিচে দেয়া হলো:

সরকারী, আধা সরকারী, স্বায়ত্তশাসিত এমনকি বেসরকারী, ব্যক্তি মালিকানাধীন প্রতিষ্ঠানগুলো চাকরীতে স্থায়ী নিয়োগের পরিবর্তে অস্থায়ী চুক্তিভিত্তিক নিয়োগ দিন দিন সম্প্রসারিত করছে। তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তির উন্নয়ন এক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করছে। আউটসোর্সিং তথা ফ্রিল্যান্সিং শব্দের মূল অর্থ মুক্ত পেশা। অর্থাৎ স্থায়ীভাবে কোনো প্রতিষ্ঠানের সাথে যুক্ত না হয়ে মুক্তভাবে আয় করার পেশা। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় আজকাল বিভিন্ন প্রতিষ্ঠান ইন্টারনেট ব্যবস্থার মাধ্যমে বিভিন্ন সংস্থা বা ব্যক্তিকে দিয়ে প্রয়োজনীয় অনেক কাজ করিয়ে

নেয়। নিজ প্রতিষ্ঠানের বাইরে অন্য কাউকে দিয়ে কাজ করানোকে আউটসোর্সিং বলে। পাশ্চাত্যের দেশগুলো জনবল সংকটের কারণে বহির্বিশ্বের দক্ষ লোকদের দিয়ে প্রতিযোগিতামূলক হারে(রেইটে)নির্দিষ্ট কাজ করিয়ে নেয়। বিদ্যমান চাকরি বিধিতে আউটসোর্সিং পদ্ধতির নিয়োগের ক্ষেত্রে পেনশন, ইনক্রিমেন্ট ও বিভিন্ন ভাতাদি থেকে প্রতিষ্ঠান এবং সরকার দায়মুক্ত থাকে। যথাযথ কর্তৃপক্ষের অনুমোদিত পদের বিপরীতে আউটসোর্সিং নীতিমালা অনুসরণ করে ৩য় ও ৪র্থ শ্রেণির লোক নিয়োগের ক্ষেত্রে নিচের বিষয়গুলো অনুসরণ করতে হবে-

- স্থায়ী নিয়োগ দেওয়া যাবে না;
- সংস্থাপন ও অর্থ মন্ত্রণালয়ের সম্মতি থাকতে হবে;
- দৈনিক/মাসিক/বাৎসরিক ভিত্তিতে নিয়োগ দেওয়া যাবে;
- বয়স ১৮ থেকে ৬০ বৎসরের মধ্যে এবং শিক্ষাগত যোগ্যতা কমপক্ষে অষ্টম শ্রেণি (৪থ-শ্রের্ণির কর্মচারী) পাস হতে হবে;
- গাড়ীচালকের পদ তৃতীয় শ্রেণির এবং শিক্ষাগত যোগ্যতা হতে হবে এসএসসি পাস। গাড়িচালক নিয়োগের জন্য নিয়োগকারী কর্তৃপক্ষ অন্যান্য যোগ্যতা নির্ধারণ করবেন কিন্তু তৃতীয় শ্রেণির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নিয়মের ব্যত্যয় ঘটবে না;
- পদ সৃষ্টির জন্য প্রণিত সরকারি আদেশ (GO)-এ যোগ্যতা, বয়স, শারিরিক/মানসিক স্বাস্থ্যের বর্ণনা ইত্যাদির সুস্পষ্ট উল্লেখ থাকতে হবে।

১.১.৫ রেজিস্টার মাফিক কর্ম:

কর্মক্ষেত্রে রেজিস্টার মাফিক কর্মের বিষয়ে প্রাথমিক ধারণা থাকা প্রয়োজন। ওয়ার্কশপে যেকোনো ব্যবহারিক কাজের প্রতিটি বিষয় লিপিবদ্ধ করার জন্য রেজিস্টার ব্যবহার করতে হবে। রেজিস্টারে আগমন-প্রস্থান, কর্মঘন্টা, ব্যবহৃত টুলস, ইকুইপমেন্ট ও কাঁচামালের বিবরণ স্পষ্টভাবে লেখা থাকবে। নির্দিষ্ট নির্দেশনা মেনে নিজ দ্বায়িত্ব ও কর্তব্য বাস্তবায়ন করতে হবে। নিচে সাধারণভাবে ব্যবহৃত রেজিস্টারসমূহের একটি তালিকা দেওয়া হলো-

১. ঝুঁকি (Hazard) রেজিস্টার
২. পরিচিতি (Introduction) রেজিস্টার
৩. স্লিপস, ট্রিপস ও ফলস রেজিস্টার
৪. ম্যানুয়াল রেজিস্টার
৫. জরুরি অবস্থা রেজিস্টার
৬. স্টাফ টুলস বক্স রেজিস্টার
৭. ঝুঁকি মূল্যায়ন রেজিস্টার
৮. দক্ষতা মূল্যায়ন রেজিস্টার
৯. স্বাস্থ্য নিরাপত্তা রেজিস্টার।

১.২ বেসিক সেফটি এবং সিকিউরিটি:

যে কোনো কাজ সঠিকভাবে দক্ষতার সাথে বাস্তবায়ন করতে হলে ঐ কাজ সম্পর্কে সঠিক ধারণা থাকা বাঞ্ছনীয়। এজন্য কাজ শুরুর পূর্বে সেফটি সম্পর্কে জানা উচিৎ যেন বিপদ থেকে রক্ষা পাওয়া যায়।

১.২.১ বেসিক সেফটি ট্রেনিং:

কোনো কাজে কী ধরনের সেফটি গুরুত্বপূর্ণ তা কাজ শুরুর পূর্বে জানা প্রয়োজন বা এবিষয়ে প্রশিক্ষণ নেয়া প্রয়োজন। সাধারণত নিয়োগকারী কর্তৃপক্ষ প্রশিক্ষণার্থীদের জন্য বেসিক সেফটি ট্রেনিং এর ব্যবস্থা করে থাকে। কর্মক্ষেত্রের জন্য বেসিক সেফটি নিয়মগুলো হলো-

- সতর্ক থাকা এবং বেঁচে থাকা;
- ঠিক পোশাক পরা - কাপড় ঠিক মাপের হওয়া উচিত;
- ঠিক সরঞ্জাম ব্যবহার করা;
- যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামের ঠিক ব্যবহার জানা।

১.২.২ বেসিক ফায়ার বা অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রের ট্রেনিং

অগ্নিকান্ডের ঝুঁকি থেকে বাঁচার জন্য বেসিক ফায়ার বা অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রের ট্রেনিং গ্রহণ করা প্রয়োজন। অগ্নি ঝুঁকি নিম্নলিখিত কারণে হতে পারে:

- কাঠ, কাগজ, কাপড়, আবর্জনা এবং অন্যান্য সাধারণ উপকরণ;
- পেট্রোল, তেল, পেইন্ট ও অন্যান্য দাহ্য তরল;
- বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের শর্ট সার্কিট;
- রন্ধন সরঞ্জাম (গ্যাস সিলিন্ডার, ইলেকট্রিক ওভেন ও ইন্ডার্কশন হিটার ইত্যাদি);
- ধুমপান।

প্রয়োজনীয় পূর্বসতর্কতা গ্রহণের মাধ্যমে কর্মক্ষেত্রে অগ্নিঝুঁকি নিয়ন্ত্রণ করা উত্তম। যেমন: কর্মক্ষেত্রে ধুমপান পরিহার করা। তথাপি, আগুন লাগলে অগ্নিঝুঁকি নিয়ন্ত্রণের জন্য বিভিন্ন ধরনের অগ্নি নির্বাপক যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। এবিষয়ক ঠিক জ্ঞান ও প্রশিক্ষণ থাকা প্রয়োজন। অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রের ব্যবহার পদ্ধতি ব্যবহারিক অংশে দেখানো হয়েছে।

১.২.৩ হ্যাজার্ড (Hazard) ও হ্যাজার্ড কমিউনিকেশন (Hazard Communication):

যে সমস্ত কারণে কারখানার যন্ত্রপাতি, মানব সম্পদ ও অবকাঠামো এর ক্ষতি হতে পারে তাকে **হ্যাজার্ড** (Hazard) বা বিপদ বলে। যেমন- ইলেকট্রিক শক, আর্ক রেডিয়েশন, বায়ুদুষণ, বিষাক্ত গ্যাস, আগুন,

সংকুচিত গ্যাস ইত্যাদি। হ্যাজার্ড কমিউনিকেশন হলো কর্মক্ষেত্রে রাসায়নিক ঝুঁকি চিহ্নিত করা এবং নিরাপদ ও স্বাস্থ্যকর কাজের পরিবেশ নিশ্চিত করার জন্য এই বিপদগুলো দূর করা। হ্যাজার্ড কমিউনিকেশন স্ট্যান্ডার্ডের পাঁচটি উপাদান রয়েছে। এগুলো হলো- কেমিক্যাল ইনভেন্টরি, লিখিত প্রোগ্রাম, লেবেল, উপাদান সুরক্ষা ডেটা শীট এবং প্রশিক্ষণ। হ্যাজার্ড কমিউনিকেশন প্রোগ্রামের উদ্দেশ্য হলো কর্মীদের কর্মস্থলে ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থের বিপদ সম্পর্কে জানানো এবং বিপজ্জনক রাসায়নিকের নিরাপদ ব্যবহার নিশ্চিত করা। হ্যাজার্ড কমিউনিকেশন প্রোগ্রামে রাসায়নিক উপাদান কোনগুলো তা সুস্পষ্টভাবে চিহ্নিত থাকে। যেহেতু এর উদ্দেশ্য পরিবেশ ও জীবের সুরক্ষা নিশ্চিত করা একারণে এগুলোও সুনির্দেশিত থাকা দরকার। নিচে প্রয়োজনীয় কয়েকটি বিষয়ের পরিচিতি দেয়া হলো:

জৈবিক: ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস, পোকামাকড়, গাছপালা, পাখি, মানুষ এবং অন্যান্য প্রাণি।

রাসায়নিক: রাসায়নিক ঝুঁকি, ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থের বিষাক্ত বৈশিষ্ট্যের উপর নির্ভর করে।

এরগনোমিক: পুনরাবৃত্তিমূলক গতিবিধি, ওয়ার্কস্টেশনের অনুপযুক্ত সেট আপ ইত্যাদি।

১.২.৪ ঝুঁকি (Risk):

ঝুঁকি হচ্ছে অনাকাঙ্খিতভাবে উদ্ভুত কোনো ঘটনার ফলে জীবন, সম্পদ এবং পরিবেশের ক্ষতির সম্ভাবনা। ওয়ার্কশপ বা ইন্ডাস্ট্রিতে কাজ করার সময় নিরাপত্তা খুবই জরুরী এবং ওয়ার্কশপে কাজের পূর্বে নিরাপত্তার জন্য কী কী ধরনের হ্যাজার্ড এবং ঝুঁকি, থাকতে পারে এবং কীভাবে তা দুর করা যায় জানতে হবে। ওয়ার্কশপে যে সকল হ্যাজার্ড বা ঝুঁকি হতে পারে তা হলো:

(১) ইলেকট্রিক শক
(২) আর্ক রেডিয়েশন
(৩) বায়ুদূষন (বিষাক্ত গ্যাস)
(৪) আগুন
(৫) সংকুচিত গ্যাস

দুর্ঘটনা থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য আমাদের হ্যাজার্ডসমূহ চিহ্নিত করে রাখতে হবে এবং সংশ্লিষ্ট সুপারভাইজারকে অবগত করতে হবে। বিপদের সর্বশেষ ফল হলো দুর্ঘটনা। সম্ভাব্য বিপদসমূহ পর্যবেক্ষণ, শনাক্তকরণ এবং দূরীকরণ বা কমানোর ফলে দূর্ঘটনা এড়ানো সম্ভব। দুর্ঘটনার কারণে ধারাবাহিক ক্ষতি যেমন- স্বাস্থ্য, জীবন, পরিবেশ এবং ধনসম্পদের ক্ষয়ক্ষতি হয়।

১.২.৫ ঝুঁকির ধরণ :

কর্মক্ষেত্রে যে ধরণের ঝুঁকি দেখা যায় তা নিচে আলোচনা করা হলো-

- অফিসগৃহ/কর্মীদের কাজের জায়গা সংশ্লিষ্ট ঝুঁকি
- বৈদ্যুতিক ঝুঁকি

- যান্ত্রিক ঝুঁকি
- অগ্নি ঝুঁকি
- ভৌতিক (শারীরিক) ঝুঁকি
- রাসায়নিক ঝুঁকি
- জৈবিক ঝুঁকি
- মনোসামাজিক ঝুঁকি
- মানসিক ঝুঁকি

অফিসগৃহ/কর্মীদের কাজের জায়গা সংশ্লিষ্ট ঝুঁকির কারণ: নিম্নোক্ত কারণে এই ধরনের ঝুঁকির আশংকা সৃষ্টি হয়:

- উপকরণগুলো হাতের কাছে না থাকা;
- স্যাঁতস্যাঁতে ও পিচ্ছিল মেঝে ও সিঁড়ি;
- অপরিকল্পিত বিদ্যুৎ ও দাহ্য পদার্থের ব্যবস্থাপনার কারণে আগুনের ঝুঁকি;
- শ্রমিকদের ঝুঁকিপূর্ণ উপকরণ থেকে আঘাত পাওয়া;
- যন্ত্রপাতি ও উপকরণ ভালভাবে নিয়ন্ত্রণ না করা;
- উপকরণ পরিষ্কার ও রক্ষণাবেক্ষণ না করা;
- অনুন্নত ও অস্বাস্থ্যকর পরিবেশ;
- অনুন্নত প্রতিরোধক ও রক্ষণাবেক্ষণ;

অফিসগৃহ/কর্মীদের কাজের জায়গা সংশ্লিষ্ট ঝুঁকি নিয়ন্ত্রণ করতে নিম্নোক্ত কাজগুলো করতে হবে-

- উপকরণ ঠিকভাবে সংরক্ষণ করা;
- ধুলোবালি ও ময়লা-আবর্জনা প্রতিদিন অপসারণ করা;
- চুইয়ে পড়া পানি সাথে-সাথে পরিষ্কার করা;
- বর্জ্য যথাযথভাবে ধ্বংস করা;
- পিছলে পড়া, হোচট খাওয়া এবং পড়ে যাওয়ার ঝুঁকিসমূহ এড়িয়ে চলা;
- চলার পথ চিহ্নিত করা;
- মালামাল ও যন্ত্রপাতি স্ব-স্ব স্থানে রাখা;
- অবকাঠামো ঠিকভাবে ব্যবস্থাপনা করা।

বৈদ্যুতিক ঝুঁকি: একজন ব্যক্তি তখনই বৈদ্যুতিক শক পেতে পারেন যখন তিনি-

- মাটিতে দাঁড়িয়ে আছেন ও তার শরীর বা হাতের একটি অংশ বৈদ্যুতিক সংযোগ থাকা একটি তারের সংস্পর্শে আসে।
- দুর্বল তাপ নিরোধক ও ত্রুটিপূর্ণ আর্থিং-যুক্ত কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্র বা গৃহস্থালি পণ্যের ধাতব ফ্রেম স্পর্শ করেন।
- পর্যাপ্ত সুরক্ষা ছাড়া বৈদ্যুতিক শকে আহত কাউকে স্পর্শ করেন।

বৈদ্যুতিক ঝুঁকি নিয়ন্ত্রণের কিছু পরামর্শ

- বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থল সম্পর্কে সতর্ক থাকা।
- বৈদ্যুতিক কাজ করার আগে বিদ্যুৎ সরবরাহ সম্পূর্ণরূপে বিচ্ছিন্ন করা।
- বৈদ্যুতিক সিস্টেমে কাজ করার সময় রাবারের মোজা, জুতা, গাউন, নিরাপত্তামূলক হেলমেট প্রভৃতি ব্যবহার করা।
- কাজের জন্য যথাযথ স্বাস্থ্য সরঞ্জাম ব্যবহার করা। কোনো ত্রুটিপূর্ণ উপকরণ দিয়ে কাজ করার পূর্বে সেগুলো মেরামত করা বা ফেলে দেয়া।
- বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ও তৈজসপত্রের ধাতব অংশ সঠিকভাবে আর্থিং করা।
- অগ্নিকান্ড ঘটলে বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের উপর পানি না ঢালা।
- কাজে মনোযোগ রাখা।

যান্ত্রিক ঝুঁকি: যান্ত্রিক ঝুঁকি শক্তি-চালিত মেশিনের সাথে সংশ্লিষ্ট। এটি স্বয়ংক্রিয় বা হস্তচালিত সবধরনের যন্ত্রের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। বাষ্প, পানি বা বৈদ্যুতিক শক্তি চালিত মেশিন কর্মক্ষেত্রে নতুন নতুন ঝুঁকি তৈরি করেছে। নিরাপত্তা প্রযুক্তি উন্নত হওয়া সত্ত্বেও যান্ত্রিক ঝুঁকি এখনও একটি বড় ধরনের উদ্বেগের বিষয় হিসেবে রয়ে গেছে। যান্ত্রিক ঝুঁকি শক্তি দ্বারা চালিত সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি থেকে সৃষ্ট। প্রয়োগকৃত শক্তি বৈদ্যুতিক বা মনুষ্যচালিত হতে পারে। সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতি ব্যবহারের তিনটি স্থানে যান্ত্রিক ঝুঁকি বিদ্যমান, যথা-

- পরিচালনা ক্ষেত্র
- যান্ত্রিক শক্তি ট্রান্সমিশন কেন্দ্র
- যন্ত্রপাতির ঘূর্ণন এলাকায়

সাধারণত শিল্প পরিবেশে পাওয়া আঘাতগুলো নিম্নরূপ হয়:

- কাটা-ছেঁড়া
- চাপা পড়া
- খোঁচা খাওয়া

- আটকে পড়া
- সংঘাত (যান্ত্রিক বস্তু যা শরীরের আঘাত করে, কিন্তু ভেদ করে না)
- ছুরিকাঘাত

যান্ত্রিক ঝুঁকি নিয়ন্ত্রণের প্রধান কিছু পদক্ষেপ হলো:

- মেশিনের বিপজ্জনক অংশের কাছে মানুষের সংশ্লিষ্টতা কমিয়ে আনা
- সঠিকভাবে যন্ত্রপাতির লেআউট করা
- দুই মেশিনের মধ্যে যথেষ্ট ফাঁক রাখা
- পর্যাপ্ত আলোর ব্যবস্থা করা
- মেশিনের গার্ড ব্যবহার করা

অগ্নি ঝুঁকি: অগ্নি ঝুঁকি নিম্নলিখিত কারণে হয়ে থাকে:

- কাঠ, কাগজ, কাপড়, আবর্জনা এবং অন্যান্য সাধারণ উপকরণ
- পেট্রোল, তেল, পেইন্ট ও অন্যান্য দাহ্য পদার্থ
- বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের শর্ট সার্কিট থেকে
- রন্ধন সরঞ্জাম (গ্যাস সিলিন্ডার, ইলেকট্রিক ওভেন ও ইন্ডাকশন হিটার ইত্যাদি);
- ধুমপান

প্রয়োজনীয় পূর্ব সতর্কতা গ্রহণের মাধ্যমে কর্মক্ষেত্রে অগ্নি ঝুঁকি নিয়ন্ত্রণ করা উত্তম। যেমন– কর্মক্ষেত্রে ধুমপান পরিহার করা। তথাপি, অগ্নিকান্ড ঘটলে ঝুঁকি নিয়ন্ত্রণের জন্য বিভিন্ন ধরনের অগ্নি নির্বাপক যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।

চিত্র ১.১ - বিভিন্ন ধরনের অগ্নি নির্বাপক যন্ত্র

অক্সিজেন, ফুয়েল এবং হিট এই তিনটি উপাদানের সমন্বয়ে আগুন ধরে। এই তিনটি উপাদানের যে কোনো একটি ছাড়া আগুন লাগতে পারে না।

অগ্নিকান্ডকে ৫ ভাগে ভাগ করা যায়:

১. "এ" ক্লাশ ফায়ার (A-Class fire)

২. "বি" ক্লাশ ফায়ার (B-Class fire)
৩. "সি" ক্লাশ ফায়ার (C-Class fire)
৪. "ডি" ক্লাশ ফায়ার (D -Class fire)
৫. "ই" ক্লাশ ফায়ার (E -Class fire)

ভৌতিক (শারীরিক) ঝুঁকি:

কর্মক্ষেত্রে বিদ্যমান বিভিন্ন ধরনের পদার্থের কারণে যে বিপদের সৃষ্টি হয় তাই ভৌতিক (শারীরিক) বিপদ। বিভিন্ন ধরনের উপাদান যেমন- যন্ত্রপাতি, মেশিন, বিদ্যুৎ, অত্যধিক তাপ বা ঠান্ডা, আর্দ্রতা, বেশী শব্দ, কম্পন, কাজের অবস্থা এবং স্থান ইত্যাদি ভৌতিক বিপদের কারণ হতে পারে।

চিত্র-১.২ শারীরিক ঝুঁকি

রাসায়নিক ঝুঁকি:

কাঁচামালসমূহ, উৎপাদিত পণ্য, বিক্রিয়াকারী পদার্থ ইত্যাদি কখনো কখনো ভয়াবহ অবস্থার সৃষ্টি করে। যেমন- বিস্ফোরণ, বিকিরণ, বিষক্রিয়া, ক্ষয়প্রাপ্ত হওয়া, বিষবাষ্প, মরিচা পড়া, জ্বালাপোড়া, ক্যান্সার ইত্যাদি। রাসায়নিক বিপদের জন্য দায়ী বিভিন্ন ধরনের পদার্থগুলো হলো- এসিড, ক্ষার, ডাইস, পেইন্ট, কুয়াশা, দ্রাবক, কটন-ডাস্ট, গ্যাস বা বাষ্প, ওয়েল্ডিং ধোঁয়া, হাইড্রোজেন, ক্লোরিন, ক্রোমিয়াম, সীসা ইত্যাদি।

চিত্র-১.৩ রাসায়নিক ঝুঁকি

জৈবিক ঝুঁকি:

ক্ষুদ্র-অনুজীব এবং তাদের বিপাকীয় পদার্থের কারণে জৈবিক বিপদ হয়। যেমন-

(ক) নর্দমার পানিতে সাধারণত বিভিন্ন ধরণের অনুজীব থাকে। সালফারযুক্ত দ্রব্য (যেমন-গ্রিজ, তেল ইত্যাদি) খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করলে তাদের শরীর বিপাকীয় উৎপাদক হিসেবে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস নিঃসরণ করে। একটি নির্দিষ্ট মাত্রার অধিক হাইড্রোজেন সালফাইড খুবই বিষাক্ত। এর কারণে মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে। ব্যাকটেরিয়া এবং পরজীবি কীট বা ধূলাবালির সাথে ভেসে বেড়ায়, তাদের কারণে শ্বাসতন্ত্রের সমস্যা হয়। এটি এক ধরনের জৈবিক ঝুঁকি।

(খ) প্রাণি এবং প্রাণির অঙ্গ প্রত্যঙ্গ (চামড়া, পশম, চুল ইত্যাদি) থেকে তৈরি পণ্য জৈবিক বিপদের অন্তর্ভুক্ত। যেমন: ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস, ফাংগাস বা পরজীবি কীট, আক্রান্ত পশু, কোনো ব্যক্তি বা দূষিত জৈবিক তরলের মাধ্যমে ছড়াতে পারে। অ্যান্থ্রাক্স, টিউবারকিউলোসিস, এইচআইভি, হেপাটাইটিস বি, অ্যাসপারজিলাস, বাইসিনোসিস, বার্ড ফ্লু, ম্যাড কাউ, সোয়াইন ফ্লু ইত্যাদির সংক্রমন এভাবে ঘটতে পারে।

চিত্র-১.৪ জৈবিক ঝুঁকি

মনোসামাজিক ঝুঁকি:

মনোসামাজিক ঝুঁকি হলো কর্মক্ষেত্রে কাজ সম্পর্কিত অথবা কাজের অবস্থানগত বিষয় যা কর্মীদের মানসিক চাপ বৃদ্ধি করে। এর ফলে মনোসামাজিক বিপদ সৃষ্টি হয়। যেমন- মানসিক বিষাদ, কাজের প্রতি একঘেয়েমী ভাব, অস্বস্তি এবং জ্বালাপোড়া ইত্যাদি।

চিত্র-১.৫ মনোসামাজিক ঝুঁকি

১.২.৬ পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (Occupational Health and Safety):

যেকোনো প্রকার প্রতিকূল অবস্থাকে প্রতিরোধের মাধ্যমে নিরাপত্তার সাথে কাজ করাকে অকুপেশনাল সেফটি বা পেশাগত নিরাপত্তা বলে।

পেশাগত নিরাপত্তা তিন প্রকার, যথা-

(১) ব্যক্তিগত নিরাপত্তা;

(২) যন্ত্রপাতি ও মেশিনের নিরাপত্তা;

(৩) কারখানার নিরাপত্তা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা: দুর্ঘটনার হাত থেকে নিজেকে রক্ষা করার জন্য যে সকল সাবধানতা মেনে চলা হয়, তাকে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা বলে।

শিল্প-কারখানায় কর্মীগণ ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সুনিশ্চিত করার জন্য ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম ব্যবহার করে থাকেন।

যন্ত্রপাতি ও মেশিনের নিরাপত্তা:

যন্ত্রপাতির কোনো প্রকার ক্ষতি সাধনা না করে কার্য সম্পন্ন করে যন্ত্রপাতিগুলোকে সঠিকভাবে সংরক্ষণ করে রাখাকে যন্ত্রপাতির নিরাপত্তা বলে। যেমন-

(ক) সঠিক নিয়মে মেশিন চালু করা;

(খ) কাজ শেষে মেশিন সঠিকভাবে বন্ধ করা;

(গ) কাজের জায়গা পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন রাখা;

(ঘ) কোনো প্রকার গোলযোগ দেখা দিলে সাথে সাথে মেশিন বন্ধ করা এবং দ্রুত মেরামতের ব্যবস্থা করা;
(ঙ) বৈদ্যুতিক সংযোগসমূহ মাঝে মাঝে পরীক্ষা করা।

কারখানার নিরাপত্তা:

সকল প্রকার দুর্ঘটনা থেকে ওয়ার্কশপকে রক্ষা করাকে ওয়ার্কশপের নিরাপত্তা বলে। যেমন-
(ক) প্রয়োজনীয় প্রোটেকটিভ ডিভাইস সহ সকল বৈদ্যুতিক সংযোগ ইনসুলেটেড রাখা;
(খ) দাহ্য পদার্থের পাশে ওয়েল্ডিং ও গ্রাইন্ডিং না করা;
(গ) আগুন নিভানোর উপকরণ যথা পানি, বালি ও অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রের ব্যবস্থা রাখা;
(ঘ) দৈবক্রমে আগুন লাগলে দ্রুত ফায়ার স্টেশনে খবর দেয়া;
(ঙ) কারখানার ভিতর ও বাহির উভয় স্থান সর্বদা পরিস্কার পরিচ্ছন্ন রাখা।

১.২.৭ জরুরী প্রস্থান পদ্ধতি (Emergency Evacuation Process)

কর্মস্থল খালি করার অ্যালার্ম শুনে বা জরুরি নিয়ন্ত্রণ কর্মীদের নির্দেশে কালক্ষেপন না করে সমস্ত কার্যকলাপ এবং ব্যক্তিগত মূল্যবান সামগ্রীসমূহ সুরক্ষিত করতে হবে। নিজেকে নিরাপত্তা নিশ্চিত করে তাৎক্ষণিক বিপদে অন্যদেরকে সহায়তা করতে হবে। কোনো ভবনে অগ্নিকান্ড ঘটলে ভবনটি খালি করার জন্য লিফট এর পরিবর্তে সিঁড়ি ব্যবহার করতে হবে।

অগ্নি নির্বাপনের ধাপগুলো নিচে দেয়া হলো-

- যদি নিরাপদ মনে হয় তবে আগুনের আশেপাশে অবস্থানকারী যে কোন ব্যক্তির তাৎক্ষণিক নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে হবে;
- ইতোমধ্যে শব্দ শোনা না গেলে প্যানেল ব্যবহার করে অ্যালার্ম বাড়াতে হবে;
- প্যানেল না থাকলে 'ফায়ার, ফায়ার, ফায়ার' বলে চিৎকার করতে হবে;
- জরুরী সেবায় দ্রুত ফোন করতে হবে;
- জরুরী স্থানান্তরের পরিকল্পনা তৈরি করতে হবে, যেন কর্মীরা দ্রুত এবং শান্তভাবে কর্মস্থল ত্যাগ করতে পারে। সম্ভাব্য আঘাতের ঝুঁকি কমিয়ে আনার প্রচেষ্টা গ্রহণ করতে হবে।
- অবিলম্বে দুর্ঘটনা কবলিত এলাকা খালি করতে হবে।

১.২.৮ ব্যক্তিগত ঝুঁকি অ্যাসেসমেন্ট

ব্যক্তিগত ঝুঁকি এমন কিছু যা কোনো ব্যক্তির মূল্যবান কিছু হারানোর ঝুঁকির সম্মুখীন করে। ব্যক্তিগত ঝুঁকি মূল্যায়ন একটি প্রক্রিয়া যা সেবা প্রদানকারীরা সেবাগ্রহনকারী সম্পর্কে ভালভাবে জানবেন এবং পরিবেশের সাথে সমন্বয় সাধন করবেন। সেবা প্রদানকারীর ব্যক্তিগত ঝুঁকির উপর ভিত্তি করে নিয়ন্ত্রণের হস্তক্ষেপ নির্ধারণ করবেন। ঝুঁকি মূল্যায়নের পাঁচটি ধাপ নিচে দেয়া হলো-

ধাপ ১: বিপদ চিহ্নিত করা;

ধাপ ২: কে এবং কীভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হচ্ছেন তা নির্ধারণ করা;

ধাপ ৩: ঝুঁকিসমূহ মূল্যায়ন করা এবং নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা সম্পর্কে সিদ্ধান্ত নেয়া;

ধাপ ৪: ফলাফল রেকর্ড করা;

ধাপ ৫: ঝুঁকি মূল্যায়ন পর্যালোচনা করা।

১.৩ সুরক্ষা লক্ষণ এবং প্রতীক

কল-কারখানা, শিক্ষা প্রতিষ্ঠান ও জনবহুল এলাকায় প্রাকৃতিক দুর্ঘটনা যেমন আগুন, ভূমিকম্প ও ঘূর্ণিঝড়ের সময় দ্রুত বের হওয়া বা বিভিন্ন রকমের সেবা গ্রহণের জন্য নানা ধরনের প্রতীক, পোস্টার ও চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। এসব প্রতীক সম্পর্কে ধারণা থাকলে বিপদ থেকে রক্ষা পাওয়া যাবে এবং সম্পদের ক্ষতি রোধ করা যাবে।

১.৩.১ দিক নির্দেশাকী (প্রস্থান, জরুরী প্রস্থান) লক্ষণ, প্রাথমিক চিকিৎসার লক্ষণ, বিপদ লক্ষণ, সুরক্ষা ট্যাগ, সতর্ক সংকেত ইত্যাদির প্রয়োজনীয়তা

প্রাকৃতিক দুর্যোগ বা যে কোনো দুর্ঘটনা ঘটলে প্রতিষ্ঠান থেকে দ্রুত বের হওয়া প্রয়োজন। বিপদজনক স্থান চিহ্নিত করা, আগমন- প্রস্থান চিহ্ন, বিভিন্ন সংকেত সম্বন্ধে অবগত হওয়া, প্রাথমিক চিকিৎসা কেন্দ্র নির্দেশক চিহ্ন সমূহ চিনতে পারা এক্ষেত্রে খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

১.৩.২ বিভিন্ন নির্দেশনার সাইনসমূহ

চিত্র ১.৬ আগমন-প্রস্থান প্রতীক

চিত্র ১.৭ – ফার্স্ট এইড বক্স

চিত্র ১.৮– বিপদ সংকেত

চিত্র ১.৯– সর্তক সংকেতের জন্য ব্যবহৃত স্লোগানসমূহ

১.৪ ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (Personal Protective Equipment-PPE)

কর্মস্থলে কার্যাবস্থায় দুর্ঘটনার ঝুঁকি হতে কর্মীকে বাঁচানোর জন্য যে সমস্ত সাজ সরঞ্জাম ও পোষাক পরিচ্ছদ ব্যবহার করা হয়, সেগুলোকে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম বা পিপিই বলে। কোনো ব্যক্তিকে সম্ভাব্য ক্ষতি বা দুর্ঘটনার হাত থেকে রক্ষা করার জন্য নিম্নলিখিত ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (পিপিই) ব্যবহার করা হয়।

১. চক্ষু সুরক্ষাকারি
২. কানের প্লাগ
৩. মাস্ক
৪. হাত মোজা
৫. নিরাপত্তামূলক জুতা
৬. অ্যাপ্রন
৭. হেলমেট
৮. সেফটি বেল্ট

১। চক্ষু সুরক্ষাকারি/সেফটি গগলস: তীব্র আলো ও বিকিরণ থেকে চোখের আঘাত ঘটতে পারে। তাছাড়া কনসিল্ড ওয়্যারিং-এ দেয়াল কাটার সময় ইটের গুড়া বা ছোট ছোট টুকরা এসে চোখে আঘাত করতে পারে। নিম্নোক্ত কঠিন কাজগুলোর জন্য চোখের সুরক্ষা প্রয়োজন।

চিত্র ১.১০- সেফটি গগলস

- গ্রাইন্ডিং বা কোনো তল সমান করা
- দেয়ালে ছিদ্র করা ও দেয়াল কাঁটা
- নির্মাণ কাজ

২। কান সুরক্ষাকারি/ এয়ার প্লাগ: পেশাগত বধিরতা থেকে রক্ষা পাওয়ার সেরা পদ্ধতি হচ্ছে শব্দ উৎসের তীব্রতা কমানো। তবে অনেক সময় উৎসের শব্দ তীব্রতা নিয়ন্ত্রণ করার কার্যকর উপায় থাকেনা। এসব ক্ষেত্রে কানে প্রবিষ্ট শব্দের পরিমাণ হ্রাস করার জন্য এয়ার প্লাগ ব্যবহার করা হয়। এয়ার প্লাগের ব্যবহার কানকে বধির হওয়া থেকে রক্ষা করে।

চিত্র ১.১১ এয়ার প্লাগ

৩। মাস্ক: বায়ু দূষণের ক্ষতিকর প্রভাব থেকে সুরক্ষা পেতে মাস্ক পরিধান করা হয়। কর্মক্ষেত্রে নিরাপদ শ্বাস-প্রশ্বাসের জন্য মাস্ক একটি অপরিহার্য সামগ্রী। কর্মক্ষেত্রে মাস্ক ক্ষতিকর গ্যাস, বাষ্প, ধুলা এবং ধাতব পদার্থের কণার বিরুদ্ধে সুরক্ষা প্রদান করে।

চিত্র ১.১২- মাস্ক

৪। হাত মোজা/সেফটি হ্যান্ড গ্লোভস: এটি বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে সুনির্দিষ্ট কিছু ঝুঁকি থেকে হাতকে রক্ষা করে। যেমন:

- চালু বৈদ্যুতিক লাইনে তারের স্পর্শ থেকে
- ব্যাটারিতে এসিড ঢালা এবং মোটর ওয়্যাইন্ডিং এ উত্তপ্ত বার্নিশ দেয়া।

চিত্র ১.১৩ সেফটি হ্যান্ড গ্লোভস

৫। রাবার সোলের জুতা/ সেফটি স্যু: রাবার সোলের জুতার মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারেনা। সুতরাং বৈদ্যুতিক কাজের সময় রাবার সোলের জুতা পরিধান করলে মাটিতে বিদ্যুত প্রবাহিত হতে পারেনা বলে এটি শরীরের ভেতর দিয়েও প্রবাহিত হয়না। এভাবে এটি বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা প্রদান করে। এছাড়া পায়ে খোঁচা লাগা, পা ফসকানো, হোচট লাগা ও পড়ে যাওয়া জনিত আঘাত থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য জুতা পরিধান করা উচিত।

চিত্র ১.১৪- সেফটি স্যু

৬। অ্যাপ্রন: কর্মক্ষেত্রে ঝুঁকি থেকে বাঁচতে বিশেষ সুরক্ষামূলক অ্যাপ্রন ব্যবহার করা উচিত। অ্যাপ্রন ঢিলেঢালা কাপড়কে আটসাট করে রাখে। এছাড়া তাপ, রাসায়নিক পদার্থ, বৈদ্যুতিক শক থেকেও অ্যাপ্রন সুরক্ষা প্রদান করে।

চিত্র ১১৫- অ্যাপ্রন

৭। সেফটি হেলমেট: মাথার সুরক্ষার জন্য শক্ত টুপি বা হেলমেট ব্যবহার করা হয়। কর্মক্ষেত্রে সব সময় হেলমেট পরিধান করতে হয়। বিভিন্ন রকম বিপত্তি থেকে হেলমেট মাথাকে সুরক্ষা প্রদান করে। হেলমেট ব্যবহার করলে নিম্নলিখিত কিছু সাধারণ দুর্ঘটনা থেকে রক্ষা পাওয়া যায়:

- দেয়ালে ওয়্যারিং এর সময় মই থেকে পড়ে যাওয়া
- ওভারহেড লাইনে কাজের সময় পড়ে যাওয়া
- উঁচু থেকে কোন বস্তু মাথার উপর পড়া

চিত্র ১১৬- সেফটি হেলমেট

৮। সেফটি বেল্ট: উঁচুতে কাজ করার সময় যেন একজন কর্মী পড়ে না যায় অথবা একটি নির্দিষ্ট উচ্চতার কোনো স্থানে শরীর আটকে রেখে কাজ করার জন্য সেফটি বেল্ট ব্যবহার করা হয়।

চিত্র ১১৭ সেফটি বেল্ট

চিত্র ১.১৮ প্রয়োজনীয় পিপিই পরিহিত অবস্থা

শ্রেণির কাজ:

ওয়ার্কশপে নিরাপদে কাজ করতে তোমরা কী ধরনের নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা নিবে তা ছকে লিখ:
(একটি কাজের নামসহ নিরাপত্তা ব্যবস্থা উল্লেখ করা হলো)–

টেবিল-১ শ্রেণির কাজ

ক্রম নং	কাজের নাম	নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা
১	বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং	সেফটি স্যুজ, হ্যান্ড গ্লাভস, নিরাপদ চশমা, অ্যাপ্রোন ইত্যাদি পরিধান করা।
২	একটি ভবনের লাইটনিং অ্যারেস্টার স্থাপন	
৩	আর্থিং	

১.৪.১ পিপিই নির্বাচন

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (পিপিই) এমনভাবে নির্বাচন করতে হবে, যেন প্রতিটি স্তরের নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়।

- কাজের ধরন অনুযায়ী উপযুক্ত হতে হবে এবং বিপদের ঝুঁকির উপযুক্ত নিরাপত্তা নিশ্চিত করবে;
- ব্যবহারকারীকে পর্যাপ্ত নিরাপত্তা প্রদান করবে;
- স্বাস্থ্য এবং নিরাপত্তা বিষয়ে অতিরিক্ত ঝুঁকি সৃষ্টি করবেনা;
- ব্যবহৃত অন্যান্য পিপিই এর সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ, সহজে ব্যবহার যোগ্য ও আরামদায়ক

- আরামদায়ক;
- ব্যবহারকারীর যেকোনো ধরনের মেডিকেল শর্তের বাঁধা বা বিপত্তি ঘটাবে না;
- বাংলাদেশের আদর্শমান অনুযায়ী প্রাসঙ্গিক হবে ।

পিপিই নির্বাচনের সময় কর্মীদের সাথে আলোচনা করতে হবে। ব্যক্তিগত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য এবং রুচিকে বিবেচনা করতে হবে।

১.৪.২ পিপিই এর সঠিক ব্যবহার

পিপিই ব্যবহারের পূর্বে নিম্নলিখিত বিষয়গুলো নিশ্চিত করতে হবে-

- উৎপাদনকারীর নির্দেশনা অনুযায়ী যেন ব্যক্তিগত নিরাপত্তা উপাদানগুলো (পিপিই) ব্যবহৃত হয়।
- পিপিই যেন শরীরের মাপ অনুযায়ী হয়।
- ব্যবহার নির্দেশনার জন্য যেন কর্মীদের প্রশিক্ষণ দেয়া হয়।
- যেসব ক্ষেত্রে পিপিই পরিধান অপরিহার্য সেখানে অবশ্যই একটি চিহ্ন দিয়ে রাখতে হবে যেন কর্মীরা খুব সহজেই অনুসরণ করে পিপিই পরিধান করতে পারে।
- প্রশিক্ষণের মাধ্যমে পিপিই এর সঠিক ব্যবহার, সংরক্ষণ এবং রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে জানা উচিত। যাদের বা যখন এটি জানা গুরুত্বপূর্ণ-
    - যখন নতুন শ্রমিক কাজ শুরু করে
    - যখন নতুন ধরনের পিপিই পরার নির্দেশনা দেয়া হয়
    - মনে রাখা ও গুরুত্ব অনুধাবনের জন্য মাঝে মাঝে কর্মীদের স্মরণ করিয়ে দেয়া
- ওয়ার্কশপে কাজ করার সময় যে কোনো দুর্ঘটনা এড়ানোর জন্য অবশ্যই নিরাপদ পোশাক পরিধান ও নিরাপদ সরঞ্জামাদি ব্যবহার জানা দরকার। যেমন-
    - গ্রাইন্ডিং, মেশিনিং এবং চিপিং করতে নিরাপদ চশমা পরিধান করলে চোখকে রক্ষা করা যায়;
    - অ্যাপ্রন পরিধান না করলে ঢিলেঢালা পোশাক কোথাও জড়িয়ে বা পেঁচিয়ে দুর্ঘটনা ঘটতে পারে;
    - লম্বা চুল না বাঁধলে বা হেলমেট ব্যবহার না করলে ঘূর্ণায়মান কোনো যন্ত্রাংশে জড়িয়ে মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

১.৪.৩ পিপিই ব্যবহারের সীমাবদ্ধতা

স্বাস্থ্য এবং নিরাপত্তা ধারা, অনুসারে সম্ভাব্য ক্ষতির বা দুর্ঘটনার হাত থেকে রক্ষা করার জন্য পিপিই ব্যবহার করতে হবে। দূষণ কমানোর জন্য শুধুমাত্র ব্যক্তিগত নিরাপত্তা উপাদান ব্যবহার যথেষ্ট নয়। কারণ কোনো সতর্কতা বার্তা ছাড়াই এগুলো মাঝে মধ্যে শ্রমিকদের পর্যাপ্ত নিরাপত্তা দিতে ব্যর্থ হয়। ঝুঁকির উপযুক্ত নিরাপত্তা প্রদানে পিপিই এর কিছু সীমাবদ্ধতা রয়েছে-

- ব্যবহার আরামদায়ক নাও হতে পারে
- কাজের বাঁধা বা বিপত্তি ঘটায়
- স্বাস্থ্য এবং নিরাপত্তার অন্যান্য ঝুঁকি সৃষ্টি করে
- দীর্ঘ সময় ব্যবহারের জন্য কর্মীদের মধ্যে অনীহা সৃষ্টি হয়।

অনুসন্ধানমূলক কাজ:

তোমার প্রতিষ্ঠানের কাছাকাছি যেকোনো একটি ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কশপ বা নির্মাণাধীন বাড়ির ওয়্যারিং পরিদর্শন কর। এর কর্মপরিবেশ ও স্বাস্থ্য নিরাপত্তা বিষয়ে নিম্নোক্ত ছকে তোমার মতামত দাও ।

ছক: অনুসন্ধানমূলক কাজ

পরিদর্শনকৃত ওয়ার্কশপ/ নির্মাণাধীন বাড়ির বর্ণনা: **ঠিকানা:**	
এখানে কী কী কাজ করা হয়?	১.
	২.
	৩.
কর্মী সংখ্যা কত?	
হ্যান্ড টুলস ও মেশিনসমূহের নাম	১.
	২.
	৩.
ওয়ার্কশপে পর্যাপ্ত আলোর ব্যবস্থা আছে?	
বাতাস চলাচলে পর্যাপ্ত দরজা, জানালা ও ভেন্টিলেশনের ব্যবস্থা আছে?	
কর্মীগণ কাজের সময় কী কী ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম পরিধান করে কাজ করেছিল, তার একটি তালিকা প্রস্তুত কর	১. ২. ৩.

তোমার পরিদর্শনকৃত ওয়ার্কশপটির সার্বিক কর্মপরিবেশ ও কর্মীগণের সুরক্ষা ব্যবস্থা সম্পর্কে তোমার ব্যক্তিগত মতামত কমপক্ষে ১০ (দশ) টি বাক্যে লিখ (প্রয়োজনে আলাদা কাগজ ব্যবহার কর)	
তোমার নাম	
শ্রেণি	
রোল নম্বর	
প্রতিষ্ঠানের নাম	
শ্রেণি শিক্ষকের নাম	
[বি.দ্রঃ এই ছকটি পুরণ করে তোমার শ্রেণি শিক্ষকের নিকট জমা দাও]	

১.৫ দুর্ঘটনা (Incident or Accident)

বৈদ্যুতিক কাজে নিরাপত্তার বিষয়টি সবচেয়ে বেশি গ্রহণযোগ্য এবং গুরুত্বপূর্ণ। কারণ এ কাজের ভুলে জীবনের ঝুঁকি সবচেয়ে বেশি। যে কোনো কাজের প্রথমে নিরাপত্তা (Safety First)। নিরাপত্তার শর্তসমূহ যথাযথভাবে পালন না করলে নিজেকে বিপদমূক্ত রেখে বৈদ্যুতিক কাজ সুষ্ঠুভাবে করা সম্ভব নয়।

১.৫.১ দুর্ঘটনার প্রকারভেদ

বৈদ্যুতিক কারেন্ট অদৃশ্য, গন্ধহীন ও শব্দহীন। তাই বিদ্যুৎ বব্যহারকারী ও ইলেকট্রিশিয়ানকে এই ঝুঁকিপূর্ণ কাজ সঠিক পদ্ধতিতে প্রয়োগ ও নিয়ন্ত্রণ করতে হবে। বৈদ্যুতিক কারেন্ট এর প্রধান ঝুঁকি (Risk/hazard) হলো-

- বৈদ্যুতিক শক (Electric Sock)
- আর্ক ফ্লাশ (Arc Flash)

বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা খুবই গুরত্বপূর্ণ কারণ সামান্য অসাবধানতার কারণে বৈদ্যুতিক শক (Electric Sock) ও আর্ক ফ্লাশ (Arc Flash) এর মাধ্যমে মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে। কারিগরি-কর্ম দক্ষতা, ঐকান্তিক মনোযোগ এবং সতর্কতামূলক ব্যবস্থাপনা এ সকল দুর্ঘটনা থেকে রক্ষা করবে। বৈদ্যুতিক শক (Electric Sock) ও আর্ক ফ্লাশ (Arc Flash) এর ফলে নিম্নের ক্ষতিসমূহ হতে পারে;

- হৃদযন্ত্রে ক্রিয়া বন্ধ হতে পারে;
- শরীরে কারেন্ট প্রবাহের ফলে মাংসপেশী, নার্ভ ও টিস্যু ধ্বংস হতে পারে;
- বৈদ্যুতিক সোর্সের সংস্পর্শে শরীরের ঐ অংশ তাপের কারণে ক্ষতিগ্রস্থ হতে পারে;
- বৈদ্যুতিক শকের কারণে পড়ে গিয়ে আঘাত প্রাপ্ত হতে পারে;

- আর্কের কারণে উচ্চ-তাপমাত্রায় শরীরের কোনো অংশ পুড়ে যেতে পারে;
- আর্কের কারণে আল্ট্রা-ভায়োলেট (ultra-violet) রশ্মিতে চোখের দৃষ্টি হারাতে পারে;
- আর্কের কারণে শ্রবন শক্তি হারাতে পারে।

১.৫.২ দুর্ঘটনা সংঘটনের কারন ও প্রতিকার

বিভিন্ন কারণে বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা সংগঠিত হতে পারে। তবে সচরাচর যে সমস্ত কারণে বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা ঘটে সেগুলো নিম্নরূপঃ

১. বৈদ্যুতিক আইন অমান্য করলে।

২. কাজে অমোনযোগী হলে।

৩. ভয়ভীতি ও নার্ভাস অনুভব এর কারণে।

৪. অজ্ঞতা ও বুদ্ধিহীনতার কারণে।

৫. অতিরিক্ত সাহসিকতা দেখাতে গিয়ে।

৬. রক্ষণ ও নিয়ন্ত্রণকারী যন্ত্রপাতি ব্যবহার সঠিক না হলে।

৭. ত্রুটিটপূর্ণ যন্ত্রপাতি ব্যবহার করার ফলে।

৮. বৈদ্যুতিক মেশিন, যন্ত্রপাতি কিংবা চলমান যন্ত্রপাতিকে যথাযথভাবে আর্থিং না করলে।

৯. নিউট্রালে সুইচ লাগিয়ে সঠিক আছে ভেবে কাজ করলে।

১০. সাপ্লাই কিংবা ইলেকট্রোস্ট্যাটিক চার্জ আছে কিনা সে ব্যাপারে নিজে নিশ্চিত না হয়ে বৈদ্যুতিক লাইন স্পর্শ করলে।

১১. বৈদ্যুতিক মেশিন বা লাইনে কেউ কাজ করছে কিনা, সে ব্যাপারে নিশ্চিত না হয়ে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিলে।

১২. সরবরাহ লাইন, নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র, রক্ষণ যন্ত্র প্রভৃতি যন্ত্রপাতি আকারে, শক্তিতে ও যান্ত্রিক বলে পর্যাপ্ত না হলে।

১৩. পরিবাহী তারের ইনসুলেশন খারাপ হলে।

১৪. ঘূর্ণয়মান মেশিনে কভার না থাকলে।

১৫. বৈদ্যুতিক লাইনে কাজ করার সময় হেলমেট, আপ্রন, সেফটি বেল্ট, হ্যান্ড গেস্লাবস, গগল্স পরিধান করে কাজ না করলে।

দুর্ঘটনার প্রতিকারঃ

বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় কোনো ব্যক্তি আহত হতে পারে, পঙ্গু হতে পারে, এমনকি মারাও যেতে পারে। আবার সম্পদ, মেশিন পত্রাদিও ব্যাপক ক্ষতি সাধন কিংবা ধ্বংসও হয়ে যেতে পারে। কোনো কোনো ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় আগুন লেগে ব্যাপক ক্ষয়-ক্ষতি হয়ে থাকে। এরূপ বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা দেখা দিলে তা অতিসত্বর দূর করতে যে ব্যবস্থা নেওয়া হয়, তাকে দুর্ঘটনা প্রতিকার ব্যবস্থা বলে। দুর্ঘটনার মারাত্মক ফলাফল এড়াতে এবং ক্ষয়-ক্ষতি কমাতে দুর্ঘটনা প্রতিকারমূলক ব্যবস্থার গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

১.৬ জরুরী প্রক্রিয়াগুলি

জরুরী পদ্ধতি হল একটি নির্দিষ্ট ক্রম বা প্রক্রিয়ায় পরিচালিত একটি পরিকল্পনা। যুক্তিসঙ্গতভাবে প্রত্যাশিত জরুরী অবস্থার এমন পরিস্থিতি যা স্বাস্থ্য, জীবন, সম্পত্তি বা পরিবেশের জন্য তাৎক্ষণিক ঝুঁকি তৈরি করে । যেখানে জরুরী অবস্থার পরিসীমা অনুমান করে প্রতিটি হুমকি মোকাবেলায় একটি জরুরি পরিকল্পনা তৈরি করা যেতে পারে। পরিস্থিতির আরও অবনতি রোধ করতে বেশিরভাগ জরুরী অবস্থার জন্য জরুরী হস্তক্ষেপের প্রয়োজন হয়। যদিও কিছু পরিস্থিতিতে, প্রশমন সম্ভব নাও হতে পারে এবং এজেন্সিগুলো শুধুমাত্র পরবর্তীকালের জন্য উপশমকারী যত্ন প্রদান করতে পারে।

জরুরী সামগ্রী সমূহঃ

১. প্রয়োজন (Needs)
২. ঝুকি মূল্যায়ন (Risk Evaluation)
৩. পরীক্ষা এবং প্রশিক্ষণ (Test & Training)
৪. নিয়ন্ত্রিত ইস্যু (Control issue)
৫. স্টাইল এবং জটিলতা (Style and complexity)
৬. বাণিজ্যিক ধারাবাহিকতা পরিকল্পনা (Business Continuty Planning)
৭. ক্রমবর্ধমান পরিস্থিতি (Escalating situation)
৮. পুনঃমূল্যায়ন (Review)
৯. উদাহরণ (Examples)
১০. তথ্যসূত্র (Reference)
১১. বাহ্যিক লিঙ্ক (External Link)

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন:

১. OHS এর পূর্ণ নাম লিখ।
২. PPE এর পূর্ণ নাম লিখ।
৩. হ্যাজার্ড কী?
৪. সরকারি চাকুরিতে নূন্যতম বয়স কত হওয়া প্রয়োজন?
৫. আগুনের কোন্ অংশের দিকে লক্ষ্য করে গ্যাস নির্গত করতে হয়?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন:

১. কোনো কারখানায় দুর্ঘটনা ঘটার ৫টি কারণ লিখ।
২. পেশাগত ঝুঁকি বলতে কী বোঝায়?
৩. নিরাপত্তার ৫টি সতর্কতামূলক ব্যবস্থার উল্লেখ কর।
৪. ওএইচএস (OHS) পলিসির গুরুত্ব লিখ।
৫. চার্টার অফ ডিউটি বলতে কী বোঝায়?
৬. ঝুঁকির ধরনগুলো উল্লেখ কর।
৭. পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা বলতে কী বোঝায়?
৮. ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জামগুলোর নাম লিখ।

রচনামূলক উত্তর প্রশ্ন:

১. দুর্ঘটনার ক্ষতিগুলো বর্ণনা কর।
২. দুর্ঘটনা সংঘটনের কারন ও প্রতিকারগুলো ব্যাখ্যা কর।
৩. বিভিন্ন ধরণের ঝুঁকি বর্ণনা কর।
৪. ইলেকট্রিক্যাল শপে কি ধরনের নিরাপদ সরঞ্জামাদি পরিধান করা উচিৎ বলে তুমি মনে কর, উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও।
৫. জরুরী প্রস্থান পদ্ধতি ধারাবাহিকভাবে উপস্থাপন কর।

ব্যাবহারিক (Practical)

জব নং-১: ব্যক্তিগত নিরাপত্তা পোষাক (পিপিই) পরিধান অনুশীলন করতে পারবে।

পারদর্শিতার মানদন্ড

- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী মালামাল নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
- ব্যক্তিগত প্রতিরক্ষামূলক সরঞ্জাম (পিপিই) এবং উপযুক্ত পোশাক পরিধান করা এবং ব্যবহারের পরে সংরক্ষণ করা;
- একটি পরিষ্কার এবং পরিচ্ছন্ন কর্মক্ষেত্র বজায় রাখা;
- ওএইচএস (OHS) এর বিধিবিধান সম্মত সরঞ্জামগুলো ব্যবহার ও সংরক্ষণ করা;
- বেসিক ক্লাসেস অফ পিপিই সম্পর্কে জানা;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস ও মালামাল জমাদান করা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্রম	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মানের	১টি
০২	সেফটি গগলস	কালো ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	১টি
০৩	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	সাইজ অনুযায়ী	১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড স্যানিটাইজার	WHO নির্দেশনা অনুযায়ী প্রস্তুতকৃত	প্রয়োজন অনুযায়ী

চিত্র ১১৯ প্রয়োজনীয় পিপিই পরিহিত অবস্থা

কাজের ধাপ (Working Procedure):

- প্রথমে ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জামসমূহ ও মালামাল স্টোর হতে সংগ্রহ করব।
- তালিকা অনুসারে সুরক্ষা সরঞ্জামাদি যথানিয়মে পরিধান করব।
- চোখের জন্য পিপিই- নিরাপদ চশমা, গগলস, ফেস শিল্ড (মুখের ঢাকনা), ওয়েল্ডিং ঢাকনা ইত্যাদি পরিধান করব।
- কানের সুরক্ষায় ইয়ার প্লাগ, ইয়ার মাফ, কান টুপি ইত্যাদি পরিধান করব।
- মাথার জন্য পিপিই- হেলমেট, মোটা বা স্কীত টুপি পরিধান করব।

- শ্বাসযন্ত্র-এর সুরক্ষায় পিপিই- ফেস মাস্ক পরিধান করব।
- শরীর এর জন্য পিপিই- বয়লার স্যুট, রাসায়নিক স্যুট, ভেস্ট, অ্যাপ্রন, পুরো শরীর ঢাকা স্যুট, জ্যাকেট ইত্যাদি পরিধান করব।
- হাত এবং বাহু (আর্ম) এর জন্য সুরক্ষা সরঞ্জাম - হাত মোজা, আর্মলেট এবং মিটস্ (বাহুর আবরণ বিশেষ) ইত্যাদি পরিধান করব।
- পায়ের পাতার সুরক্ষা সরঞ্জাম সুরক্ষা জুতা, সুরক্ষা বুট, লেগিনস্ (মোটা কাপড়ের তৈরি পায়ের আচ্ছাদন), স্প্যাট (পাতলা আচ্ছাদন) ইত্যাদি পরিধান করব।
- ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জামসমূহ, প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল স্টোর এ জমা দিব।

➢ সতর্কতা (Precaution)

- সঠিক নিয়মে সকল প্রয়োজনীয় সুরক্ষা সরঞ্জাম পরিধান করব।
- সুরক্ষা সরঞ্জামাদি সতর্কতার সাথে ব্যবহার করব।

➢ অর্জিত দক্ষতা

ব্যক্তিগত প্রতিরক্ষামূলক সরঞ্জাম (পিপিই) এবং উপযুক্ত পোশাক পরিধানের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। বাস্তব জীবনে যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব-২: প্রাথমিক চিকিৎসা প্রয়োগ অনুশীলন করতে পারবে।

পারদর্শিতার মানদন্ড

- প্রাথমিক চিকিৎসার প্রয়োজনীয় উপাদান চিহ্নিত করা;
- ঝুঁকি (Hazard) এবং এর উৎস (Source) সম্পর্কে জানা;
- বৈদ্যুতিক আঘাত প্রাপ্ত ব্যক্তির শারীরিক অবস্থা পরীক্ষা করা;
- শক, কাটা, পোড়া ইত্যাদির উপর প্রাথমিক চিকিৎসা প্রয়োগ করা;
- দুর্ঘটনার সময় তাৎক্ষণিক যোগাযোগের সুবিধাজনক প্রতিষ্ঠানগুলো চিহ্নিত করা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্রম	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মানের	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কালো ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজের	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজের	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড স্যানিটাইজার	WHO নির্দেশনা অনুযায়ী প্রস্তুতকৃত	প্রয়োজন অনুযায়ী

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials):

ক্রম	নাম	পরিমাণ
০১	ধারালো চাকু	০১ টি
০২	ব্লেড	০১ টি
০৩	হোল্ডারসহ নিডল	০১ টি
০৪	কাঁচি	০১ টি
০৫	স্যাভলন/ ডেটল	প্রয়োজন মত
০৬	ফরসেপ	প্রয়োজন মত
০৭	মেডিকেটেড গজ	প্রয়োজন মত

০৮	টিংচার আয়োডিন	প্রয়োজন মত
০৯	সুতা, তুলা	প্রয়োজন মত
১০	লিউকোপ্লাস্টার	প্রয়োজন মত
১১	ব্যান্ডেজ	প্রয়োজন মত
১২	টিংচার বেনজিন	প্রয়োজন মত
১৩	বার্ণল বা মলম	প্রয়োজন মত
১৪	মেডিকেটেড কটন	প্রয়োজন মত
১৫	ব্যাথা নিরাময়ের কিছু ঔষধ	প্রয়োজন মত

কাজের ধাপ (Working Procedure):

বৈদ্যুতিক শক প্রাপ্ত ব্যক্তির প্রাথমিক চিকিৎসা পদ্ধতি: বৈদ্যুতিক শকপ্রাপ্ত ব্যক্তিকে নিরাপদে শক মুক্ত করে চিকিৎসা করতে হবে। এ সময় আহত ব্যক্তির হৃৎপিন্ড- দুর্বল হয়ে পড়ে। কখনও কখনও শ্বাস-প্রশ্বাস বন্ধ হয়ে যায়। এ ধরনের রোগীকে সাধারণত তিন রকম পদ্ধতিতে প্রাথমিক চিকিৎসা দেওয়া হয়, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।

১। আহত ব্যক্তিকে সোজাভাবে চিৎ করে শুইয়ে দিতে হবে। যথাশীঘ্র তৃতীয় কোনো ব্যক্তির মাধ্যমে ডাক্তারকে সংবাদ দেওয়া কিংবা আহত ব্যক্তিকে হাসাপাতালে নেয়ার ব্যবস্থা করতে হবে।

২। এখন লক্ষ্য করতে হবে আহত ব্যক্তির শ্বাস-প্রশ্বাস ঠিক আছে কীনা এবং কোথাও কোনো কাটা, পোড়া কিংবা ক্ষত আছে কীনা।

৩। যদি আহত ব্যক্তির শ্বাস-প্রশ্বাস বন্ধ হয়ে গিয়ে থাকে, তবে কৃত্রিমভাবে তার শ্বাস-প্রশ্বাস চালু করতে হবে।

৪। আহত ব্যক্তির শরীরের বন্ধন খুলে দিতে হবে, যেমন বেল্ট, টাইট জামা, প্যান্টের বোতাম ইত্যাদি।

৫। আহত ব্যক্তিকে যথাসম্ভব মুক্ত বাতাসে শুইয়ে দিতে হবে।

৬। এ পদ্ধতিতে বিদ্যুতাঘাত প্রাপ্ত ব্যক্তিকে নিচের চিত্রের ন্যায় উপুড় করে শুইয়ে তার মাথা একদিকে কাত করে দিতে হবে। মাথায় কোনো বালিশ দেওয়া যাবে না। অত:পর আহত ব্যক্তির পাশে হাটু গেড়ে বসে তার দুই দিকের পাজরের নিচের অংশ দুই হাতের তালু দ্বারা চেপে ধরে নিজের ভার ক্রমশ তার দেহের উপর প্রয়োগ করতে হবে। অর্থাৎ ঝুকে পড়ে ক্রমশ চাপ দিতে হবে। তারপর আবার চাপ ছেড়ে দিয়ে সোজা হয়ে বসতে হবে। এভাবে মিনিটে ১২ হতে ১৫ বার চাপ প্রয়োগ ও চাপ অপসারণ করতে হবে। যতক্ষণ না তার

শ্বাস-প্রশ্বাস স্বাভাবিক হয়। এছাড়া আক্রান্ত ব্যক্তির হাত পা ম্যাসেজ করতে হবে, যাতে শরীর গরম থাকে এবং রক্ত চলাচল স্বাভাবিক হয়।

চিত্র ১.২০ বিদ্যুৎস্পৃষ্ট ব্যক্তিকে মুখ একদিকে ঘুরিয়ে উপুড় করে শোয়ানো অবস্থা

অতঃপর আহত ব্যক্তির বাহু চিত্রের মত করে নিচের দিক থেকে আস্তে আস্তে উপরের দিকে উঠাতে হবে, আবার নিচের দিকে ছাড়তে হবে এভাবে সেকেন্ডে সর্বোচ্চ ছয় বার করতে হবে। উল্লিখিত পদ্ধতি কয়েকবার করে স্বাভাবিক শ্বাস-প্রশ্বাসের ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে। স্বাভাবিক শ্বাস-প্রশ্বাসের জন্য প্রক্রিয়াটি পর্যায়ক্রমে প্রতি মিনিটে ৮ থেকে ১০ বার চালাতে হবে।

অন্যভাবেও আহত ব্যক্তির শ্বাস-প্রশ্বাস স্বাভাবিক করা যেতে পারে। চিত্রের মত করে আহত ব্যক্তির বুকের উপর চাপ দিয়ে ধরতে হবে। এতে ফুসফুস হতে বাতাস বের হয়ে আসবে। যতক্ষণ পর্যন্ত শ্বাস-প্রশ্বাস শুরু না হবে প্রতি মিনিটে ১০ থেকে ১২ বার এ প্রক্রিয়া চালাতে হবে।

চিত্র ১.২১ বিদ্যুৎস্পৃষ্ট ব্যক্তির স্বাভাবিক শ্বাস-প্রশ্বাসের অবস্থা

উপরোল্লিখিত দুইটি পদ্ধতি ছাড়াও মুখে কৃত্রিম শ্বাস দেয়া যেতে পারে। এ পদ্ধতিতে প্রথমে আহত ব্যক্তির মুখ এবং গলা ভালোভাবে পরিষ্কার করে নিতে হবে। অতঃপর সেবা প্রদানকারীর মুখ ভালভাবে পরিষ্কার করে নিতে হবে। সেবা প্রদানকারীর ডান হাতের বৃদ্ধ আংগুল আহত ব্যক্তির দাঁতের ভিতরে ঢুকিয়ে রাখতে হবে।

২০২০

আহত ব্যক্তির মাথা পিছন দিকে বাঁকা অবস্থায় রেখে চোয়ালকে উঁচু অবস্থানে নিয়ে আহত ব্যক্তির নাক বাম হাত দিয়ে চিত্র-১.২২ এর মত করে চেপে ধরতে হবে।

চিত্র ১.২২ বিদ্যুৎস্পৃষ্ট ব্যক্তিকে শায়িত অবস্থায় মুখে বাতাস প্রবেশ করানো

এবার সেবা প্রদানকারীকে দীর্ঘ শ্বাস নিতে হবে ও আহত ব্যক্তির মুখ বরাবর নিজের মুখ স্থাপন করে জোরে বাতাস পাম্প করতে হবে। এতে আহত ব্যক্তির বুক প্রসারিত হবে। কয়েক সেকেন্ড পর সেবা প্রদানকারীকে আবার আহত ব্যক্তির মুখ বরাবর নিজের মুখ স্থাপন করে মুখ তুলে বাতাস বাহির করে আনতে হবে। এভাবে কয়েক সেকেন্ড পরপর পদ্ধতিটি বার বার করলে ভালো ফল পাওয়া যাবে। এই প্রক্রিয়ায় প্রাথমিক চিকিৎসা প্রদানের ক্ষেত্রে সেবা প্রদানকারী বা রোগীর কোনো প্রকার দুরারোগ্য সংক্রামক ব্যাধি থাকা চলবেনা।

➢ সতর্কতা (Precaution)

- সঠিক নিয়মে সকল প্রয়োজনীয় সুরক্ষা সরঞ্জাম পরিধান করা আবশ্যক।
- সকল প্রয়োজনীয় সুরক্ষা সরঞ্জাম সতর্কতার সাথে ব্যবহার করতে হবে।

➢ অর্জিত দক্ষতা

ব্যক্তিগত প্রতিরক্ষামূলক সরঞ্জাম (পিপিই) এবং উপযুক্ত পোশাক পরিধান ব্যবহারের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। বাস্তব জীবনে যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব ৩: অগ্নি নির্বাপন যন্ত্র ব্যবহার করে আগুন নেভানো এবং ধোঁয়া হতে ওয়ার্কশপের শিক্ষার্থীদের নিরাপদ স্থানে আশ্রয় গ্রহণ।

পারদর্শিতার মানদন্ড

- কর্মক্ষেত্রের প্রকৃতি অনুসারে জরুরি পরিস্থিতি চিহ্নিত করা;
- কর্মক্ষেত্রের জরুরি প্রক্রিয়াগুলোর যথাযথ পদ্ধতি অনুসরণ করা;
- দুর্ঘটনা, আগুন এবং জরুরি পরিস্থিতি মোকাবেলায় কর্মক্ষেত্রের পদ্ধতি অনুসরণ করা;
- জরুরি প্রতিক্রিয়া পরিকল্পনা করা;
- পদ্ধতিগুলো কার্যকরভাবে অনুশীলনের মাধ্যমে নিজের এবং অন্যদের নিরাপত্তা নিশ্চিত করা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্রম	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মানের	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কালো ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ অনুযায়ী	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ অনুযায়ী	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড স্যানিটাইজার	WHO নির্দেশনা অনুযায়ী প্রস্তুতকৃত	প্রয়োজন অনুযায়ী

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Required Instruments):

ক্রম	যন্ত্রপাতির নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	অগ্নি-নির্বাপন যন্ত্র	ড্রাই কেমিক্যাল পাউডার (ABC 40%), ৫ কেজি	০১ টি
২.	শিট মেটালের তৈরি ধাতব ট্রে/অর্ধ ড্রাম	২ ফুট ২ ফুট ১ ফুট	০১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials):

ক্রম	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
১.	শুকনা জ্বালানী কাঠ	আম গাছের কাঠ	১০ কেজি
২.	বালি	মোটা বালি	১০ কেজি
৩.	জ্বালানী তেল	কেরোসিন	০.৫ লিটার
৪.	দিয়াশলাই		০১ বক্স

কাজের ধাপ (Working Procedure):

- প্রথমে ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জামসমূহ, প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল স্টোর হতে সংগ্রহ করব।
- তালিকা অনুসারে সুরক্ষা সরঞ্জামাদি যথানিয়মে পরিধান করব।
- পিট মেটালের তৈরি ধাতব ট্রে-এর মধ্যে মোটা বালি ছড়িয়ে দিব।
- জ্বালানী কাঠগুলোকে ঐ বালি ভর্তি ট্রে-এর মধ্যে সাজিয়ে রাখব।
- জ্বালানী কাঠের মধ্যে কেরোসিন মিশিয়ে কিছুক্ষণ পর দেয়াশলাই দিয়ে আগুন ধরিয়ে দিব।
- আগুন পূর্ণমাত্রায় জ্বলে উঠার সাথে সাথে অগ্নিনির্বাপক এর পিনটি চিত্রের নির্দেশনা অনুযায়ী খুলে দিব।

চিত্র ১.২৩ অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রের পিন খোলার প্রক্রিয়া

৭. তাৎক্ষণিকভাবে ডান হাতে লিভার ও বাম হাতে আউটলেট পাইপটি ধরে আগুনের দিকে একাগ্রতার সাথে নিশানা ঠিক করব।

চিত্র ১.২৪ আগুনের দিকে তাক করা

৮. ডান হাতে সিলিন্ডার চেপে ধরব এবং বাম হাতে অগ্নিশিখার মধ্যে নির্গত গ্যাস ডানে বামে ঘুরিয়ে ছড়িয়ে দিব, যাতে আগুন সম্পূর্ণ নিভে যায়।

চিত্র ১.২৫ লিভার চাপ দেয়া হচ্ছে

সেফটি পিন খুলতে | আগুনের দিকে তাক | ট্রিগারে চাপ দিয়ে ধরে রাখতে হবে | আগুন না নেভা পর্যন্ত আগুনের উপর ফায়ার এক্সটিনগুইসার

চিত্র ১.২৬ অগ্নিনির্বাপক যন্ত্র দিয়ে অগ্নি নেভানো

৯. শিক্ষক শিক্ষার্থীদের নিয়ে হামাগুড়ি দিয়ে দ্রুত ওয়ার্কশপের পিছনের দরজা (Fire Exit) পর্যন্ত পৌছাবে এবং যত দ্রুত সম্ভব দরজা খুলে দৌড়িয়ে সবাইকে নিয়ে বের হয়ে আসবে।

চিত্র ১.২৭ অগ্নিনির্বাপক যন্ত্র দিয়ে আগুন নেভানোর সময় বহির্গমন

➢ সতর্কতা (Precaution)

- সঠিক নিয়মে সকল প্রয়োজনীয় সুরক্ষা সরঞ্জাম পরিধান করা আবশ্যক
- অগ্নিনির্বাপক যথাযথ সতর্কতার সাথে ব্যবহার করতে হবে।

➢ অর্জিত দক্ষতা

অগ্নিনির্বাপক সরঞ্জাম দিয়ে আগুন নেভানো ও আগুনসৃষ্ট ধোঁয়া হতে ওয়ার্কশপের শিক্ষার্থীদের নিরাপদ স্থানে আশ্রয় গ্রহণ করার দক্ষতা অর্জিত হয়েছে । বাস্তব জীবনে এর যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

দ্বিতীয় অধ্যায়

হ্যান্ড টুলস, পাওয়ার টুলস এবং পরিমাপক যন্ত্রের ব্যবহার

Uses of Hand Tools, power Tools and Measuring Tools

টুলস এর মধ্যে ইলেকট্রিশিয়ান টুলস সবচেয়ে সাধারণ এবং সহজ গঠন। অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কাজ বৈদ্যুতিক লাইটিং ও ওয়্যারিং এর জন্য স্ক্রু ড্রাইভার, নিয়ন টেস্টার ও প্লায়ার্স বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। দৈনন্দিন জীবনে আমাদের বিভিন্ন কাজে কিছু সাধারন টুলস দরকার হয়। বাসা-বাড়ী, অফিস, কল-কারখানা ও দোকানে ব্যবহৃত লাইট, ফ্যান এবং হোম এ্যাপ্লায়েন্স এর ত্রুটি দেখা দিলে বিভিন্ন ধরনের হ্যান্ড টুলস, পাওয়ার টুলস এবং পরিমাপক যন্ত্রের প্রয়োজন হয়। ত্রুটিগুলো মেরামতের জন্য প্রাথমিক ভাবে হ্যান্ড টুলস ও পাওয়ার টুলস এর প্রয়োজন হয়। এছাড়া কোন কিছু পরিমাপের ক্ষেত্রে মেজারিং টুলসের প্রয়োজন হয়।

দৈনন্দিন জীবনে আমাদের এ সকল সমস্যা দেখা দিলে তখন প্রশ্ন আসবে কোথায় এগুলো পাওয়া যাবে? ইলেকট্রিক্যাল ও হার্ডওয়্যারের দোকানে সকল ধরনের ইলেকট্রিক্যাল টুলস পাওয়া যায়। আলোচ্য অধ্যায়ে বিভিন্ন ধরনের হ্যান্ডটুলস, পাওয়ার টুলস এবং মেজারিং টুলস এর নাম, প্রয়োজনীয়তা, ব্যবহার ও রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে আলোচনা করব।

এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- বিভিন্ন প্রকার টুলস্ এর নাম জানতে ও সনাক্ত করতে পারব;
- বিভিন্ন প্রকার টুলস্ এর ব্যবহার বিধি জানতে পারব;
- ব্যক্তিগত নিরাপত্তা পোষাক(পিপিই) অনুশীলন করতে পারব;
- টুলস্ ব্যবহারে স্বাস্থ্য, নিরাপত্তা ও সতর্কতা নিশ্চিত করতে পারব;

২.১ বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত ইলেকট্রিক্যাল হ্যান্ড টুলস:

যে টুলস দিয়ে দৈহিক শক্তি প্রয়োগের মাধ্যমে কারিগরি কর্মক্ষেত্রের কাজ সহজভাবে সমাধা করা যায়, সেগুলোকে হ্যান্ড টুলস বলে। আর ইলেকট্রিক্যাল কাজকর্মে একজন ইলেকট্রিশিয়ান যে সমস্ত টুলস ব্যবহার করে কাজ সমাধা করে সেগুলোকে ইলেকট্রিশিয়ান হ্যান্ড টুলস বলে। কম্বিনেশন প্লায়ার্স, নিয়ন টেস্টার, স্ক্রু-ড্রাইভার, হ্যামার, হ্যাক'স' ইত্যাদি বহুল ব্যবহৃত ইলেকট্রিশিয়ান হ্যান্ড টুলস।

২.১.১ সাধারন হ্যান্ড টুলস এর ধারণা:

কারিগরি কর্মকান্ড সুষ্ঠুভাবে সমাধা করতে সাধারন হ্যান্ড টুলস এর গুরুত্ব অপরিসীম। হ্যান্ড টুলস ছাড়া শুধু হাত দিয়ে কোনো কাজ সুন্দর ও সঠিকভাবে করা যায় না বা সহজে ও দ্রুত করা যায় না। কাজের গুণগত মান বজায় রেখে সুষ্ঠভাবে কাজ করতে হ্যান্ড টুলস এর গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা অনেক বেশী। বাসা-বাড়ী, অফিস, কল-কারখানা ও মেরামতকারী প্রতিষ্ঠনে বিভিন্ন কাজ হাতের সাহায্যে করতে যে সমস্ত টুলস ব্যবহৃত হয় উহাই সাধারন হ্যান্ড টুলস। যেমন: ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার, ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার, কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার, কম্বিনেশন প্লায়ার্স, কাটিং প্লায়ার্স, লং নোজ প্লায়ার্স, বলপিন হ্যামার, ক্লো হ্যামার, কোল্ড চিজেল, পাইপ রেঞ্জ ইত্যাদি।

২.১.২ **ইলেকট্রিশিয়ান হ্যান্ড টুলসের ধারণা :** বৈদ্যুতিক কাজে একজন দক্ষ ইলেকট্রিশিয়ান, ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যারিং স্থাপন বা রক্ষণাবেক্ষণের কাজ সহজ ও ঠিকভাবে করতে যে সমস্ত হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করে উহাই ইলেকট্রিশিয়ান হ্যান্ড টুলস। যেমন: নিয়ন টেস্টার, কম্বিনেশন প্লায়ার্স, ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ, ওয়্যার স্ট্রিপার, হ্যামার ইত্যাদি। ইলেকট্রিশিয়ানের কাজে সাধারণত যে সকল হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করতে হয়, সেগুলোর নাম, ব্যবহার এবং রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের জ্ঞান থাকা আবশ্যক।

একজন ইলেকট্রিশিয়ানকে যে সকল হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করতে হয় তার তালিকা নিম্নে দেওয়া হলো :-

ক্র:	টুলস এর নাম	ক্র:	টুলস এর নাম	ক্র:	টুলস এর নাম
১	মেজারিং টুলস	২৬	ফ্লেক্সিবল ব্লেড স্ক্রু ড্রাইভার	৫১	সকেট বা বক্স রেঞ্জ
২	মাইক্রোমিটার	২৭	কানেক্টিং স্ক্রু ড্রাইভার	৫২	পাইপ রেঞ্জ
৩	ইনসাইড- আউটসাইড ক্যালিপার্স	২৮	অফসেট স্ক্রু ড্রাইভার	৫৩	মাঙ্কি রেঞ্জ
৪	স্ক্রাইবার	২৯	ক্রসপিন হ্যামার	৫৪	এ্যালেন কি
৫	স্প্রিং ডিভাইডার	৩০	বলপিন হ্যামার	৫৫	ইলেকট্রিক সোল্ডারিং আয়রন
৬	ট্রাই-স্কয়ার	৩১	প্লাস্টিক বা সফট হ্যামার	৫৬	হ্যাক্‌স’
৭	সেন্টার পাঞ্চ	৩২	কাঠের হ্যামার বা মেলেট	৫৭	জুনিয়র হ্যাক’স’
৮	ফিলার গেজ	৩৩	কপার হ্যামার	৫৮	কাউন্টার সিঙ্ক
৯	স্পিরিট লেভেল	৩৪	ক্লো হ্যামার	৫৯	ক্যাবল কাটার
১০	প্লাম্ব-বব	৩৫	কোল্ড চিজেল	৬০	বোল্ট কাটার
১১	এন্ড কাটিং প্লায়ার্স	৩৬	উডেন চিজেল	৬১	রিমার্স
১২	ডাই এন্ড স্টোক	৩৭	টেনন ‘স’	৬২	হাইড্রোলিক কম্প্রেসার
১৩	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স	৩৮	কি ওয়ে ‘স’	৬৩	হ্যান্ড কম্প্রেসার
১৪	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৩৯	হ্যান্ড ‘স’ / ব্যাক ‘স’	৬৪	নিয়ন টেস্টার
১৫	ক্রিমপিং প্লায়ার্স	৪০	হ্যান্ড টং বা চিমটা	৬৫	বেঞ্চ ভাইস
১৬	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স	৪১	কার্পেন্ট্রি ব্রেস বা রেচেট ব্রেস	৬৬	সেলফ লকিং হিঞ্জড পাইপ ভাইস
১৭	ফ্লাট নোজ প্লায়ার্স	৪২	হ্যান্ড ড্রিল	৬৭	সি-ক্ল্যাম্প
১৮	রাউন্ড নোজ প্লায়ার্স	৪৩	ইলেকট্রিক হ্যান্ডড্রিল	৬৮	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ
১৯	লং নোজ প্লায়াস	৪৪	হ্যামার ড্রিল	৬৯	পাইপ কাটার
২০	স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স	৪৫	ব্লো ল্যাম্প	৭০	টিন কাটার বা স্লিপ
২১	এ্যাডজাস্টেবল জয়েন্ট প্লায়ার্স	৪৬	রাওয়াল প্লাগ টুলস	৭১	গ্রিজ গান
২২	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৪৭	এডজাস্টেবল রেঞ্জ	৭২	জিমলেট
২৩	ট্যাপ হোল্ডার এবং ট্যাপ	৪৮	ফাইল	৭৩	পুলি পুলার
২৪	পাইপ বেন্ডার	৪৯	রিং রেঞ্জ বা স্প্যানার		
২৫	ফিলিপস্ স্ক্রু ড্রাইভার	৫০	ওপেন এইন্ড স্প্যানার বা ডাল রেঞ্জ		

সাধারণ হ্যান্ড টুলস এর ব্যবহার: বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত সাধারণ হ্যান্ড টুলসসমূহের ব্যবহার নিচে বর্ণনা করা হলো-

১। মেজারিং টেপ (স্টিল বা কটন), ফোল্ডিং রুল (স্টিল বা উডেন) এবং স্টিল রুল: কারিগরি কাজে কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা সঠিকভাবে পরিমাপের জন্য উল্লেখিত পরিমাপ যন্ত্রসমূহ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.১ ফোল্ডিং রুল (Folding Rule)

চিত্র -২.২ স্টিল রুল (Steel Rule)

২। মাইক্রোমিটার বা মাইক্রোমিটার স্ক্রু গেজ: সাধারণত তারের সাইজ, প্লেট ও শিটের পুরুত্ব পরিমাপের জন্য মাইক্রোমিটার ব্যবহার করা হয়। মাইক্রোমিটার ব্যবহারের ক্ষেত্রে যত্নবান হতে হয়।

চিত্র -২.৩ মাইক্রোমিটার বা মাইক্রোমিটার স্ক্রু গেজ

Micrometer or Screw gauge

৩(১)। ইনসাইড ক্যালিপার্স: গোলাকার ছিদ্রযুক্ত কোনো বস্তুর ছিদ্রটির ব্যাস ও আভ্যন্তরীণ কোনো প্লেটের প্রস্থ পরিমাপের জন্য ইনসাইড ক্যালিপার্স ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৪ ইনসাইড ক্যালিপার্স In-side Calipers

৩(২)। আউট সাইড ক্যালিপার্স: গোলাকার বা কোনাকার বস্তুর বাহিরের ব্যাস পরিমাপের জন্য আউট সাইড ক্যালিপার্স ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৫ আউট সাইড ক্যালিপার্স

৪। স্ক্রাইবার : স্ক্রাইবার এর সাহায্যে কোনো ধাতব প্লেট বা শিটে দাগ দিয়ে মার্কিং করা হয়।

চিত্র -২.৬ স্ক্রাইবার Scriber

৫। স্প্রিং ডিভাইডার: স্প্রিং ডিভাইডারের সাহায্যে কোনো দুইটি বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব পরিমাপ করা যায়, এর দ্বারা স্টিল রুল হতে মাপ নিয়ে অন্যত্র স্থানান্তর করা যায়। স্প্রিং ডিভাইডারের সাহায্যে কোনো ধাতব তলে বৃত্ত বা বৃত্তাংশ অঙ্কন করা যায়।

চিত্র -২.৭ স্প্রিং ডিভাইডার Spring Divider

৬। ট্রাই-স্কয়ার : মূল রেখা বা লাইনের সাথে ৯০° কোণে কোনো জব সেটিং করার কাজে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৮ ট্রাই-স্কয়ার Try-Square

৭। সেন্টার পাঞ্চ : কোনো ধাতব পদার্থের উপর ছিদ্র করার পূর্বে উহার নির্দিষ্ট স্থানে বিট বসানোর জন্য দাগ দেওয়ার কাজে সেন্টার পাঞ্চ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৯ সেন্টার পাঞ্চ :

৮। ফিলার গজ : কোনো সূক্ষ্ম ফাঁক বা ক্লিয়ারেন্স পরিমাপ করার জন্য ফিলার গজ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.১০ ফিলার গজ Feeler gauge

৯। স্পিরিট লেভেল : আনুভূমিক বা উলম্বভাবে কোনো তলের লেভেল সঠিকভাবে পরীক্ষা নিরীক্ষা করে মেশিনপত্র ও বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং স্থাপন করার ক্ষেত্রে স্পিরিট লেভেল ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.১১ স্পিরিট লেভেল Sprit Level

১০। প্লাম্ব-বব : প্লাম্ব-বব এর সাহায্যে সাধারণত কোনো লাইনের বা উলম্ব রেখার সঠিকতা কিংবা কোনো মেশিনপত্র স্থাপনের সময় এর বেস এবং শ্যাফট এর উলম্বতা পরীক্ষা করা হয়। তাছাড়া কোনো দেয়ালের উলম্বতা কিংবা মেশিন এর লাইন শ্যাফট পরীক্ষা করা হয়। এটি সাধারণত পিতলের তৈরি হয়ে থাকে। খাড়া লাইনে সোজাভাবে বৈদ্যুতিক ফিটিংস ও ফিক্সিং বসাতে ইহা ব্যবহার হয়ে থাকে।

চিত্র -২.১২ প্লাম্ব-বব Plumb-bob

১১। এজ কাটিং প্লায়ার্স : এটি সাধারণত কোনো তার এর প্রান্ত কর্তনের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.১৩ এজ কাটিং প্লায়ার্স

১২। স্টোক এ্যান্ড ডাই: কোনো ধাতুর বাহিরে প্যাঁচ কাটার জন্য স্টোক এ্যান্ড ডাই ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.১৪ স্টোক এ্যান্ড ডাই Stock and Die

১৩। ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স : সাধারণত তারের উপরের ইনসুলেশন অপসারণের কাজে ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স ব্যবহার করা হয়। অনেক ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্সের উপরে তারের আকার লেখা থাকে এক্ষেত্রে নির্দিষ্ট মাপের জন্য নির্দিষ্ট স্থান ব্যবহার করতে হয়।

চিত্র -২.১৫ ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স
Wire Striping Pliers

১৪। কম্বিনেশন প্লায়ার্স : সাধারণত কারিগরি কাজের জন্য এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ হ্যান্ড টুলস। এর সাহায্যে কর্তন, মোড়ানো এবং গ্রিপিং করা যায়।

চিত্র -২.১৬ কম্বিনেশন প্লায়ার্স

১৫। ক্রিমপিং প্লায়ার্স: বৈদ্যুতিক তার সংযোগ দেওয়ার পর কানেক্টরের মাধ্যমে মজবুত রাখা অথবা ধাতব বস্তু থেকে আলাদা করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

চিত্র -২.১৭ ক্রিমপিং প্লায়ার্স

১৬। ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স : এটি এক ধরনের প্লায়ার্স যা সরু তার কর্তন করার কাজে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.১৮ ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স
Diagonal Cutting Pliers

১৭। ফ্লাট নোজ প্লায়ার্স : ফ্লাট নোজ প্লায়ার্স এর সাহায্যে সাধারণত তার কিংবা পাতলা ধাতব পিটকে প্রয়োজন মত বাঁকানো বা বিভিন্ন সাইজ কিংবা আকৃতি দেওয়া হয়।

চিত্র -২.১৯ ফ্লাট নোজ প্লায়ার্স Flat Nose Pliers

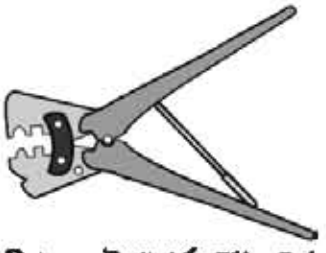
১৮। রাউন্ড নোজ প্লায়ার্স : রাউন্ড নোজ প্লায়ার্স সাধারণত কোনো তারকে রিং করা কিংবা গোলাকার করে বাঁকানোর কাজে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

চিত্র -২.২০ রাউন্ড নোজ প্লায়ার্স Round Nose Pliers

১৯। রাউন্ড লং নোজ প্লায়ার্স : রাউন্ড লং নোজ প্লায়ার্সকেও কোনো তারকে রিং করা কিংবা গোলাকার করে বাঁকানোর কাজে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। তবে কোনো কোনো সময় তার জোড়া দেওয়া কিংবা কম প্রশস্ত স্থানে প্লায়ার্সের বিকল্প হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.২১ লং নোজ প্লায়ার্স Long Nose Pliers

২০। স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স : স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স এর সাহায্যে কোনো রড, পাইপ ও ক্যাবল ইত্যাদি বাঁকানো বা ধরা হয়।



চিত্র -২.২২ স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স Slip Joint Pliers

২১। এ্যাডজাস্টেবল জয়েন্ট প্লায়ার্স : এটি মূলত স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স এর অনুরূপ তবে এর সাহায্যে তুলনামূলক ভারী কাজ করা হয়।

চিত্র-২.২৩ এ্যাডজাস্টেবল জয়েন্ট প্লায়ার্স

২২। ফ্লাট স্ক্রুড্রাইভার : সাধারণত কারিগরি কাজের জন্য ফ্লাট স্ক্রুড্রাইভার একটি গুরুত্বপূর্ণ হ্যান্ড টুলস। এর সাহায্যে উডেন স্ক্রু বা মেশিন স্ক্রু খোলা বা লাগানো হয়। এর আগা চেপ্টা বা ফ্লাট বলে একে ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার বলা হয়।

চিত্র-২.২৪ ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার Flat Screw Driver

২৩। ট্যাপ হোল্ডার এবং ট্যাপ : কোন ধাতুর ছিদ্রের ভিতরে প্যাঁচ কাটার জন্য Tab holder and die or Tap ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.২৫ ট্যাপ হোল্ডার এবং ট্যাপ Tap Holder and Tap

২৪। পাইপ বেন্ডার : কন্ডুইট ওয়্যারিং এর কাজে কন্ডুইটকে বাঁকানোর কাজে পাইপ বেন্ডার ব্যবহার করা হয়। এটি বিভিন্ন আকারের পাইপের জন্য প্রয়োজন অনুযায়ী এ্যাডজাস্ট করে নেওয়া যায়।

চিত্র -২.২৬ পাইপ বেন্ডার Pipe Bender

২৫। ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার : কারিগরি কাজের জন্য ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভারও একটি গুরুত্বপূর্ণ হ্যান্ড টুলস। এর সাহায্যে যে সকল মেশিন স্ক্রু এর আগাগোড়া স্লট (+) ক্রস আকারের এগুলি খোলা বা লাগানো হয়। এর আগাগ (+) ক্রস আকারের বলে একে ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার বা কখনো কখনো হেড ক্রস (+) স্ক্রুড্রাইভার বলা হয়।

চিত্র -২.২৭ ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার

২৬। ফ্লেক্সিবল ব্লেড স্ক্রু ড্রাইভার : যে সকল স্থানে সোজাভাবে স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা যায় না সেখানে ফ্লেক্সিবল ব্লেড স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.২৮ ফ্লেক্সিবল ব্লেড স্ক্রু ড্রাইভার
Flexible Screw Driver

২৭। কানেক্টিং স্ক্রু ড্রাইভার : অপেক্ষাকৃত ছোট স্ক্রু খোলা কিংবা লাগানোর জন্য কানেক্টিং স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.২৯ কানেক্টিং স্ক্রু ড্রাইভার
Connecting Screw Driver

২৮। অফসেট স্ক্রু ড্রাইভার : অফসেট স্ক্রু ড্রাইভার এর দুইটি প্রান্ত ৯০° কোণে বাঁকানো। যে সকল স্থানে সোজা স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা যায় না সেখানে এ ধরনের স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৩০ অফসেট স্ক্রু ড্রাইভার
Offset Screw Driver

২৯। ক্রসপিন হ্যামার : এটি বিশেষ ধরনের হাতুড়ি এর এক প্রান্ত ফ্লাট এবং আপর প্রান্ত টেপার করা থাকে। বৈদ্যুতিক কনসিল্ড ওয়্যারিং এর সময় দেওয়াল কাটার কাজে এটি বেশ উপযোগী। এছাড়াও ধাতব পদার্থকে নির্দিষ্ট আকারে ভাঁজ দেওয়া বা বাঁকানোর কাজে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৩১ ক্রসপিন হ্যামার Cross Pin Hammer

২০২৩

৩০। **বলপিন হ্যামার :** এটি একটি সাধারণ হাতুড়ি এর এক প্রান্ত গোলাকার বলের ন্যায় এবং অপর প্রান্ত ফ্লাট করা থাকে। ধাতব পদার্থকে নির্দিষ্ট আকারে ভাঁজ দেওয়া বা বাঁকানো কিংবা পিটিয়ে বিভিন্ন আকারের করার কাজে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া রিবেট বসানোর কাজেও এটি ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৩২ বলপিন হ্যামার Ball Pin Hammer

৩১। **প্লাস্টিক বা সফট হ্যামার :** যে সকল ক্ষেত্রে ধাতব হ্যামার ব্যবহার করা যায় না, সেখানে প্লাস্টিক বা সফট হ্যামার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৩৩ প্লাস্টিক বা সফট হ্যামার Soft Hammer

৩২। **কাঠের হ্যামার :** প্লাস্টিক বা সফট হ্যামারের মত যে সকল ক্ষেত্রে ধাতব হ্যামার ব্যবহার করা যায় না, সেখানে কাঠের হ্যামার বা মেলেট ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৩৪কাঠের হ্যামার বা মেলেট Mallet

৩৩। **স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যার গেজ :** ওয়্যার গেজ দিয়ে তারের সাইজ এবং সিটের পুরুত্ব খুব সহজে এবং দ্রুত মাপা যায়।

চিত্র -২.৩৫ ওয়্যার গেজ Wire Gauge

৩৪। **ক্লো হ্যামার :** ক্লো-হ্যামারের এক প্রান্ত সমান এবং অপর প্রান্ত পাখির পায়ের আঙুলের ন্যায় বাঁকানো থাকে। বাঁকানো দিকটার মাঝখানটা চেরা থাকায় ক্লো-হ্যামার কাঠে পিন (তারকাটা) বসানো এবং উত্তোলন করার কাজে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৩৬ক্লো হ্যামার Clow Hammer

৩৫। **কোল্ড চিজেল :** কোল্ড চিজেলের সাহায্যে দেওয়ালের খাঁজ কাটা কোনো ধাতব পদার্থের উপরে নির্দিষ্ট মাপ অনুযায়ী চিপিং করা হয়। তাছাড়া মেটাল শিট এবং প্লেট কাটার কাজে কোল্ড চিজেল ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৩৭ কোল্ড চিজেল Cold Chisel

৩৬। **উডেন চিজেল :** উডেন চিজেল সাধারণত কাঠের কাজে ব্যবহার করা হয়। বিশেষ করে কাঠে খাঁজ কাটা কিংবা গ্রুপ তৈরির কাজে কারমার বা কার্পেন্ট্রি চিজেল ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৩৮ উডেন চিজেল Wooden Chisel

৩৭। **টেনন 'স' :** টেনন 'স' কাঠ কাটার কাজে ব্যবহার করা হয়। টেনন 'স' কাঠকে লম্বালম্বি কিংবা আড়াআড়ি ভাবে কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৩৯ টেনন 'স' Tenon Saw

৩৮। **কী ওয়ে 'স':** কী ওয়ে 'স' দ্বারা কাঠে সূক্ষ্ম কাজ করা হয় কিংবা কোনো সংকীর্ণ স্থানে কাঠ কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৪০ কী ওয়ে 'স' Key Way Saw

৩৯। **ড্রিল বিট:** ড্রিল বিট দিয়ে দেয়াল, লোহা ও কাঠ ইত্যাদি ড্রিল করা হয়। ইহা ড্রিল মেশিনের প্রধান অংশ। ইহা কার্বন স্টিলের তৈরি যন্ত্রাংশ।

চিত্র -২.৪১ ড্রিল বিট Drill Bit

৪০। **চিমটা :** কোনো উত্তপ্ত ধাতব পদার্থ ধরতে বা নড়াচড়া করতে চিমটা ব্যবহার করা হয়। বিশেষ করে উত্তপ্ত টার্মিনাল লাগ করতে এর প্রয়োজন হয়।

চিত্র -২.৪২ চিমটা Hand Tong

৪১। **কার্পেন্ট্রি ব্রেস :** এই হ্যান্ড টুলসটিতে প্রয়োজন অনুযায়ী বিট লাগিয়ে কাঠের মধ্যে ছিদ্র করা হয়। তাছাড়া এর সাহায্যে স্ক্রুড্রাইভার আটকানো কিংবা খোলা যায়।

চিত্র -২.৪৩ কার্পেন্ট্রি ব্রেস
Carpentry Brace

৪২। **হ্যান্ড ড্রিল মেশিন :** হ্যান্ড ড্রিলের সাহায্যে সাধারণত কোনো ধাতব সিট বা পাতলা প্লেটে ছিদ্র করা হয়। তাছাড়া কাঠের উপরে ছিদ্র করা কিংবা ম্যাসনরী বিট ব্যবহার করে দেয়ালে ছিদ্র করা যায়।

চিত্র -২.৪৪ হ্যান্ড ড্রিল Hand drill

৪৩। **ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল মেশিন :** এর কাজ সাধারন হ্যান্ড ড্রিলের মত, তবে এটি বিদ্যুৎ চালিত।

চিত্র -২.৪৫ ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল
Electric Hand Drill

৪৪। হ্যামার ড্রিল মেশিন : এর কাজ ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিলের মত, তবে ছিদ্র করার সময় এর বিট অগ্রপশ্চাতে আঘাত করতে থাকে তাই দেয়াল কিংবা সিমেন্ট কনক্রিটে ছিদ্র করতে এটি ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৪৬ হ্যামার ড্রিল Hammer Drill

৪৫। ব্লো ল্যাম্প : বৈদ্যুতিক ক্যাবল জয়েন্ট বা টার্মিনেশনের কাজে ব্লো ল্যাম্প ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৪৭ ব্লো ল্যাম্প Blow Lamp

৪৬। রাওয়াল প্লাগ টুলস : এই টুলসের সাহায্যে কনক্রিট দেয়াল ছিদ্র করে ঐ ছিদ্রের ভিতর রাওয়াল প্লাগ বসানো হয়।

চিত্র -২.৪৮রাওয়াল প্লাগ টুলস Rowel Plug Tool

৪৭। এডজাস্টেবল রেঞ্জ : এডজাস্টেবল রেঞ্জ এর সাহায্যে বিভিন্ন সাইজের নাট বোল্ট খোলা এবং লাগানো যায়। এর নাট বা বোল্ট আটকানোর খোলা প্রান্তটি কমানো বা বাড়ানো যায় অর্থাৎ এডজাস্ট করা যায় তাই একে এডজাস্টেবল রেঞ্জ বা এডজাস্টেবল স্প্যানার বলে।

চিত্র -২.৪৯ এডজাস্টেবল রেঞ্জ Adjustable Wrench

৪৮। ফাইল : কাজের ধরন অনুযায়ী বিভিন্ন ধরনের ফাইল ব্যবহার হয়, যেমন ফ্লাট ফাইল, স্কয়ার ফাইল, ট্রাই-এ্যাংগোলার ফাইল, রাউন্ড ফাইল, হাফ-রাউন্ড ফাইল এবং নিডল ফাইল। ফাইল একটি হ্যান্ড টুলস যা শক্ত কার্বন স্টিল এর তৈরি। এর সাহায্যে ধাতব পদার্থের উপরিভাগ বা তল প্রয়োজন অনুযায়ী ঘর্ষণ করে ক্ষয় করা কিংবা মসৃণ করা হয়। কাজের ক্ষেত্র এবং মানের ভিত্তিতে বিভিন্ন প্রকারের ফাইল ব্যবহার করা হয়। যেমন: রাফ কাজের জন্য রাফ কাট ফাইল, নিখুঁত কাজের জন্য স্মুথ কাট ফাইল, সূক্ষ্ম কাজের জন্য নিডল ফাইল, কার্ভ আকারের কাজের জন্য রাউন্ড বা হাফ-রাউন্ড ফাইল, কোণাকার কাজের জন্য ট্রাই-এ্যাংগোলার ফাইল ইত্যাদি।

ফ্লাট ফাইল Flat File

স্কয়ার ফাইল Square File

ট্রাই এংগোলার ফাইল Triangular File

রাউন্ড ফাইল Round File

হাফ-রাউন্ড ফাইল Half Round File

নিডল ফাইল Needle File

চিত্র-২.৫০ বিভিন্ন ধরনের ফাইল।

৪৯। রিং রেঞ্জ বা স্প্যানার : রিং রেঞ্জ বা স্প্যানারের সাহায্যে বিভিন্ন সাইজের নাট ও বোল্ট লাগানো এবং খোলা যায়। কারণ এটি বিভিন্ন আকারের পাওয়া যায়।

চিত্র-২.৫১ রিং রেঞ্জ বা স্প্যানার
Ring Wrench

৫০। ওপেন ইন্ড স্প্যানার বা ডাল রেঞ্জ সেট: ওপেন ইন্ড স্প্যানার বা ডাল রেঞ্জ এর সাহায্যে বিভিন্ন সাইজের নাট ও বোল্ট লাগানো এবং খোলা যায়। বাজারের বিভিন্ন আকারের ওপেন ইন্ড স্প্যানার পাওয়া যায়।

চিত্র -২.৫২ ওপেন ইন্ড স্প্যানার বা ডাল রেঞ্জ সেট Open end Wrench set

৫১। সকেট বা বক্স রেঞ্জ : সকেট বা বক্স রেঞ্জের সাহায্যে বিভিন্ন সাইজের নাট ও বোল্ট লাগানো এবং খোলা যায়। এর সেটের মাঝে বিভিন্ন আকারের নাট বা বোল্ট হেডের উপযোগী সকেট থাকে, তাছাড়া রেচেটসহ বিভিন্ন আকারের হাতল পাওয়া যায়। ফলে এর ব্যবহার অত্যন্ত সুবিধাজনক।

চিত্র -২.৫৩ সকেট বা বক্স রেঞ্জ Socket Wrench

৫২। পাইপ রেঞ্জ: এর সাহায্যে কোনো পাইপকে ধরা এবং এতে সকেট, এলবো, টি ইত্যাদি খোলা ও লাগানো হয়।

চিত্র -২.৫৪ পাইপ রেঞ্জ Pipe Wrench

৫৩। মাঙ্কি রেঞ্জ: মাঙ্কি রেঞ্জের সাহায্যে বিভিন্ন আকারের নাট-বোল্ট খোলা কিংবা লাগানো এবং ধরা যায়। যেমন-বর্গাকার, গোলাকার, আয়তাকার ইত্যাদি।

চিত্র -২.৫৫ মাঙ্কি রেঞ্জ Monkey Wrench

৫৪। অ্যালেন কী: এ্যালেন কী এর মাধ্যমে হেক্সাগনাল ছিদ্র যুক্ত স্ক্রু খোলা এবং লাগানো যায়। এটি স্ক্রুর হেড এর আকার অনুযায়ী বিভিন্ন সাইজের অর্থাৎ ছোট মাঝারি বা বড় হতে পারে। বাজারে সেট হিসেবে বিভিন্ন আকারের একত্রে পাওয়া যায়।

চিত্র -২.৫৬ এ্যালেন কী Allen Keys

৫৫। ইলেকট্রিক সোল্ডারিং আয়রনঃ বৈদ্যুতিক জয়েন্ট শক্ত মসৃণ করার কাজে ইলেকট্রিক সোল্ডারিং আয়রন ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৫৭ ইলেকট্রিক সোল্ডারিং
Electric soldering Iron

৫৬। হ্যাক 'স'ঃ এটি একটি সাধারণ হ্যান্ড টুলস। ধাতব পদার্থ কর্তন করার কাজে এটি ব্যবহার করা হয়। এর ফ্রেমকে ছোট বড় করা যায় এবং ফ্লাই নাটকে ঘুরিয়ে হ্যাস'স' ব্লেড মজবুত ভাবে আটকাতে হয়।

চিত্র-২.৫৮ হ্যাক 'স' Hack Saw

৫৭। জুনিয়র হ্যাক 'স'ঃ এটিও হ্যাক 'স' এর মতই ধাতু কর্তনে ব্যবহার হয়। তবে এর সাহায্যে সাধাণত হালকা কাজ করা হয়। যেমন-তার, পিন, চিকন পাইপ ইত্যাদি কর্তন।

চিত্র-২.৫৯ জুনিয়র হ্যাক 'স' Junior Hack Saw

৫৮। কাউন্টার সিঙ্কঃ কোনো ছিদ্র যুক্ত জবের ছিদ্রের ভিতরের দিকের অপরিষ্কার বা অতিরিক্ত অংশ পরিষ্কার করার জন্য কিংবা স্ক্রু বা রিভিটের হেড বসানোর জন্য ছিদ্রের প্রান্তে কাউন্টার সিঙ্ক ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬০ কাউন্টার সিঙ্ক Counter sink

৫৯। ক্যাবল কাটার: ক্যাবল কাটার এর সাহায্যে আন্ডার গ্রাউন্ড লাইনের ক্যাবল কাটা যায়। তাছাড়া নরম লোহার রড, বোল্ট, চেইন ইত্যাদি কাটা যায়।

চিত্র-২.৬১ ক্যাবল কাটার Cable Cutter

৬০। বোল্ট কাটার: বোল্ট কাটার এর সাহায্যে লোহার রড, বোল্ট, চেইন ইত্যাদি কাটা যায়।

চিত্র-২.৬২ বোল্ট কাটার Bolt Cutter

৬১। রিমার্স : রিমার্স একটি কাটিং টুলস, তবে এর মাধ্যমে শুধু কেবল ড্রিল বা ছিদ্রের অভ্যন্তর মসৃণ করা যায়।

চিত্র-২.৬৩ রিমার্স Reamers

৬২। হাইড্রোলিক কম্প্রেসার: হাইড্রোলিক কম্প্রেসার এর কাজ হ্যান্ড কম্প্রেসারের অনুরূপ। তবে পার্থক্য এটুকু যে একে কম্প্রেস করার জন্য হাইড্রোলিক কম্প্রেসার থাকে।

চিত্র-২.৬৪ হাইড্রোলিক কম্প্রেসার

৬৩। হ্যান্ড কম্প্রেসার টুলস : হ্যান্ড কম্প্রেসার টুলসের সাহায্যে বিভিন্ন আকারের ক্যাবল টার্মিনাল লাগসকে ক্যাবলের সাথে চাপ দিয়ে আটকানো হয়। তাছাড়া এর সাহায্যে তার জোড়া দেওয়ার সময় জয়েন্ট স্লিভের উভয় দিকে তার প্রবেশ করিয়ে কম্প্রেস করে স্লিভকে তারের সাথে আটকিয়ে দেওয়া হয়। এই টুলসটিকে হাতে চেপে কাজ করা হয়।

চিত্র-২.৬৫ হ্যান্ড কম্প্রেসার টুলস
Hand Compressor Tools

৬৪। নিয়ন টেস্টার : বৈদ্যুতিক কাজ করার সময় কোনো লাইনের ফেজ তার শনাক্ত করার জন্য নিয়ন টেস্টার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৬ নিয়ন টেস্টার Neon Tester

৬৫। বেঞ্চ ভাইস: প্রায় অধিকাংশ কারিগরি কাজে ভাইস একটি গুরুত্বপূর্ণ সহায়ক টুলস হিসেবে কাজ করে। কোনো জবকে শক্ত ভাবে আটকানোর জন্য বেঞ্চ ভাইস বা টেবিল ভাইস ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৭ বেঞ্চ ভাইস Bench Vice

৬৬। সি-ক্ল্যাম্প: কোনো দুইটি বস্তু কিংবা একটি বস্তুকে টেবিলের সাথে অথবা অন্য কিছুর সাথে সাময়িক আটকিয়ে কাজ করার জন্য সি-ক্ল্যাম্প ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৮ সি-ক্ল্যাম্প C-Clamp

৬৭। ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু: বৈদ্যুতিক তারের ইনসুলেশন অপসারণের কাজে ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৬৯ ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু Electrician knife

৬৮। পাইপ কাটার: পাইপ কাটার এর সাহায্যে বিভিন্ন ব্যাসের পাই বা টিউব কর্তন করা যায়।

চিত্র-২.৭০ পাইপ কাটার Pipe Cutter

৬৯। টিন কাটার বা স্লিপ: স্লিপের সাহায্যে কোনো ধাতব পাত বা টিন কর্তন করা হয়। সোজা, বৃত্তাকার এবং আকাঁবাকাঁ ভাবে কর্তনের জন্য বিভিন্ন ধরনের স্লিপ ব্যবহার করা হয়। যেমন সোজা স্লিপ, বাঁকা স্লিপ এবং রাইট এ্যাঙ্গল স্লিপ।

চিত্র-২.৭১ টিন কাটার বা স্লিপ
Tin Cutter or Snip

৭০। গ্রিজ গান: কোনো ঘূর্ণয়মান যন্ত্রাংশ কিংবা মেশিনের বিভিন্ন ধরনের বিয়ারিং সহজে ঘুরার জন্য চাপের সাহায্যে গ্রিজ দেওয়ার কাজে গ্রিজ গান ব্যবহার করা হয়।

চিত্র -২.৭২ গ্রিজ গান Grease Gun

৭১। জিমলেট: কাঠের উপর স্ক্রু বসানোর পূর্বে কাজের সুবিধার্থে অল্প ছিদ্র করে নেয়ার জন্য জিমলেট ব্যবহার হয়।

চিত্র-২.৭৩ জিমলেট Gimlet

৭২। পুলি পুলার :
মোটর, জেনারেটর, ইঞ্জিন, ইলেকট্রিক ফ্যান কিংবা অন্য কোনো মেশিনের বিয়ারিং বা পুলি খোলার জন্য পুলি পুলার ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৭৪ পুলি পুলার Pulley Puller

৭৩। মই : বৈদ্যুতিক কাজে উপরে ওঠার জন্য মই ব্যবহৃত হয়, যা অ্যালুমিনিয়াম, ইস্পাত, কাঠ বা বাঁশের তৈরি। এটা সাধারণত ৩ মি. ৫ মি বা ১০ মি. লম্বা হয়ে থাকে।

চিত্র-২.৭৫ মই Ladder

৭৪। কোল্ড চিজেল : চিজেলের সাহায্যে দেয়ালের খাঁজ কাটা বা ইট কাটা বা কোনোধাতব পদার্থের ওপরে প্রয়োজন মত চিপিং করা হয়।

চিত্র-২.৭৬ কোল্ড জেল Chiesel

৭৫। গ্রিপ ভাইস (Grip Vice) : এটি একটি হ্যান্ড টুলস যার সাহায্যে তার বা মেটাল সিটকে শক্তভাবে ধরে রাখা হয়।

চিত্র-২.৭৭ গ্রিপ ভাইস Grip Vice

৭৬। **প্যাডেস্টাল ড্রিল মেশিন :** এটাও পাতলা ধাতব পাত, কাঠের বাক্স ইত্যাদি ছিদ্র করতে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৭৮ প্যাডেস্টাল ড্রিল মেশিন

২.১.৩ ইলেকট্রিক্যাল হ্যান্ড টুলস এর গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা

হ্যান্ড টুলস এর রক্ষণাবেক্ষণের গুরুত্ব বলতে বুঝায় এগুলোকে কর্মক্ষম বা সচল রাখা এবং সর্বদা ব্যবহার উপযোগী রাখা। কারিগরি ক্ষেত্রে সহজে ও যথাযথভাবে কাজ করতে হ্যান্ড টুলস এর গুরুত্ব যেমন বেশি, তেমনই এর রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম। হ্যান্ড টুলস সঠিকভাবে রক্ষণাবেক্ষণ না করলে এর কার্যকারিতা নষ্ট হয়ে যায়, ফলে সেই টুলস দিয়ে সঠিকভাবে কাজ করা যায় না এবং কাজের গুণগত মানও বজায় রেখে করা যায় না। ভালো হ্যান্ড টুলস ছাড়া দক্ষতার সাথে কাজ করা যায় না। তেমনি বৈদ্যুতিক লাইন চালু অবস্থায় সংযোগ বিচ্ছিন্ন করতে বৈদ্যুতিক হ্যান্ড টুলস্ ছাড়া দুর্ঘটনার সম্মুখীন হতে হয়। এমনকি বৈদ্যুতিক প্রকৌশলী ও কারিগরগণের বৈদ্যুতিক শক বা বৈদ্যুতিক আঘাতপ্রাপ্ত হয়ে মৃত্যুর কোলে ঝরে পড়তে পারে। তাই ইঞ্জিনিয়ারিং কোনো কাজ সুষ্ঠ, সুন্দর ও নিখুঁতভাবে করতে হলে হ্যান্ড টুলসের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

২.১.৪ ইলেকট্রিক্যাল হ্যান্ড টুলস সংরক্ষণ

ইলেকট্রিক্যাল হ্যান্ড টুলস ভালো রাখতে হলে, এর যথাযথ রক্ষণাবেক্ষণ অপরিহার্য। নিচে হ্যান্ড টুলস এর রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করা হলো।

১। বিভিন্ন ধরনের হ্যান্ড টুলসগুলো আলাদাভাবে সুন্দর করে সংরক্ষণ করতে হবে।

২। যে কোনো যন্ত্রের কোনো অংশ মেরামতের প্রয়োজন হলে তা দ্রুত মেরামত করে সংরক্ষণ করতে হবে।

৩। হ্যান্ড টুলস এ যেন মরিচা না পড়ে সে দিকে লক্ষ রাখতে হবে।

৪। হ্যান্ড টুলসসমূহের রুটিন মোতাবেক রক্ষণাবেক্ষণ করতে হবে।

৫। নষ্ট হ্যান্ড টুলসগুলোকে আলাদা করে ফেলতে হবে।

২.২ পাওয়ার টুলস

যে সমস্ত টুলস বিদ্যুতের সাহায্যে পরিচালিত হয় সে সমস্ত টুলসকে পাওয়ার টুলস বলে।

যেমন: ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন, ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার মেশিন, সোল্ডারিং আয়রন, ইলেকট্রিক 'স' ইত্যাদি।

২.২.১ পাওয়ার টুলস এর ধারণা

যে সমস্ত কাজ হ্যান্ড টুলস দ্বারা করা সম্ভব না, সে সমস্ত কাজ পাওয়ার টুলস দ্বারা করা সম্ভব। কোনো দেওয়াল ছিদ্র করা বা কাটা, কোনো অমসৃণ জব সমান/মসৃণ করা, জয়েন্ট শক্ত ভাবে জোড়া দেওয়া এবং সীট বা কাঠ কাটার কাজে পাওয়ার টুলস ব্যবহার করা হয়।

২.২.২ পাওয়ার টুলস এর ব্যবহার এর প্রয়োজনীয়তা

বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এবং যন্ত্রপাতি সুন্দর ও সহজে স্থাপনের জন্য পাওয়ার টুলস এর প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম। যে কোনো কাজ সহজে দ্রুত ও কম খরচে করতে হলে পাওয়ার টুলস বিশেষ ভাবে দরকার।

২.৩ বৈদ্যুতিক পরিমাপক যন্ত্র

যে কোনো জিনিস বা রাশির মান পরিমাপ করার জন্য যে টুলস বা যন্ত্র ব্যবহার করা হয় উহাই পরিমাপক টুলস বা পরিমাপক যন্ত্র। দৈর্ঘ-প্রস্থ পরিমাপের জন্য বিভিন্ন ধরনের স্কেল ব্যবহৃত হয়, বৈদ্যুতিক রাশি পরিমাপের জন্য বিভিন্ন ধরনের মিটার ব্যবহৃত হয়।

২.৩.১ পরিমাপক যন্ত্রের ধারণা

বিভিন্ন মিটারের সাথে পরিচিতি ও ব্যবহার:

(ক) অ্যামিটার: যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে কারেন্ট পরিমাপ করা হয়, তাকে অ্যামিটার বলে। বৈদ্যুতিক বর্তনীর কারেন্ট পরিমাপ করার জন্য অ্যামিটার ব্যবহার করা হয়। অ্যামিটারে প্রাপ্ত রিডিং মিলি অ্যাম্পিয়ার, অ্যাম্পিয়ার ও কিলো অ্যাম্পিয়ারে পাওয়া যায়।

চিত্র-২.৭৯ অ্যামিটার

(খ) ভোল্ট মিটার : যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে ভোল্টেজ পরিমাপ করা হয়, তাকে ভোল্টমিটার বলে। এর সাহায্যে প্রাপ্ত রিডিং ভোল্ট এককে পরিমাপ করা হয়।

চিত্র-২.৮০ ভোল্ট মিটার

(গ) ওহম মিটার: যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা হয়, তাকে ওহম মিটার বলে। এর সাহায্যে রেজিস্ট্যান্স ওহম এককে পরিমাপ করা হয়।

চিত্র-২.৮১ ওহম মিটার

(ঘ) মাল্টিমিটার: যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে কারেন্ট, ভোল্টেজ, রেজিস্ট্যান্স ইত্যাদি পরিমিাপ করা যায়, তাকে মাল্টিমিটার বলে। এর সাহায্যে কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্স ইত্যাদি পরিমাপ করা হয়।

চিত্র-২.৮২ মাল্টিমিটার

(ঙ) ওয়াট মিটার : যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে বৈদ্যুতিক পাওয়ার পরিমাপ করা যায়, তাকে ওয়াট মিটার বলে। এর সাহায্যে পাওয়ার ওয়াট এককে পরিমাপ করা হয়।

চিত্র-২.৮৩ ওয়াটমিটার

(চ) ক্লিপ অন মিটার : যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে পরিবাহী দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট পরিমাপ করা হয়, তাকে ক্লিপ অন মিটার বলে। এর সাহায্যে লোডের কারেন্ট পরিমাপ করা যায়।

চিত্র-২.৮৪ ক্লিপ অন মিটার

(ছ) এনার্জি মিটার : যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে এনার্জি পরিমাপ করা হয়, তাকে এনার্জি মিটার বলে। এর সাহায্যে এনার্জি পরিমাপ করা হয়।

চিত্র-২.৮৫ এনার্জি মিটার

(জ) পাওয়ার ফ্যাক্টর মিটার : যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে এসি সার্কিটের পাওয়ার ফ্যাক্টর পরিমাপ করা হয়, তাকে পাওয়ার ফ্যাক্টর মিটার বলে। এর সাহায্যে পাওয়ার ফ্যাক্টর পরিমাপ করা হয়।

চিত্র-২.৮৬ পাওয়ার ফ্যাক্টর মিটার

(ঝ) লাক্স মিটার : যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে আলোর তীব্রতা পরিমাপ করা যায়, তাকে লাক্স মিটার বলে। এর সাহায্যে আলোর প্রখরতা টেস্ট করা হয়।

চিত্র-২.৮৭ লাক্স মিটার

২০২০

(ঞ) ফ্রিকুয়েন্সি মিটার: যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে এসি সার্কিটের ফ্রিকুয়েন্সি পরিমাপ করা হয়, তাকে ফ্রিকুয়েন্সি বা হার্জ মিটার বলে। ফ্রিকুয়েন্সি মিটারের সাহায্যে এসি সরবরাহের ফ্রিকুয়েন্সি পরিমাপ করা হয়।

চিত্র-২.৮৮ ফ্রিকুয়েন্সি মিটার

(ট) ট্যাকোমিটার : যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে মোটরের ঘূর্ণন গতিবেগ পরিমাপ করা যায়, তাকে ট্যাকোমিটার বলে। এর সাহায্যে মোটরের আরপিএম মাপা হয়।

চিত্র-২.৮৯ ট্যাকোমিটার

(ঠ) মেগার : যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে তারের ইন্সুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা হয়, তাকে মেগার বলে। এর সাহায্যে ইন্সুলেশন রেজিস্ট্যান্স মেগা ওহমে পরিমাপ করা হয়।

চিত্র-২.৯০ মেগার

(ড) আর্থ টেস্টার: যে ইন্সট্রুমেন্টের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা হয়, তাকে আর্থ টেস্টার বলে। এর সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স ওহমে পরিমাপ করা হয়।

চিত্র-২.৯১ মেগার আর্থ টেস্টার

(চ) ফিলার গেজ : কোনো সূক্ষ্ম ফাঁক বা ক্লিয়ারেন্স পরিমাপ করার জন্য ফিলার গেজ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৯২ ফিলার গেজ (Feeler gauge)

(ঞ) ট্রাই-স্কয়ার : মূল রেখা বা লাইনের সাথে ৯০° কোণে ঘুরিয়ে কোণা ৯০° কোণে কোনো জব সেটিং করার কাজে ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৯৩ ট্রাই-স্কয়ার :

(ট) মেজারিং টেপ (স্টিল বা কটন), ফোল্ডিং রুল (স্টিল বা উডেন) এবং স্টিল রুল: কারিগরি কাজে কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা সঠিকভাবে পরিমাপের জন্য উল্লেখিত পরিমাপ যন্ত্রসমূহ ব্যবহার করা হয়।

চিত্র-২.৯৪ ফোল্ডিং রুল (Folding Rule)

চিত্র-২.৯৫ মেজারিং টেপ (Measuring Tape)

২.৩.২ পরিমাপক যন্ত্রের প্রয়োজনীয়তা

বৈদ্যুতিক কাজে পরিমাপক যন্ত্র অত্যন্ত সর্তকতার সাথে ব্যবহার করতে হয়,একটু অন্য মনস্ক হলেই দুর্ঘটনা ঘটে পঙ্গুত্ব বরন করতে হতে পারে বা মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে। তাই সঠিক জায়গায় সঠিক মানের প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা আবশ্যক। বৈদ্যুতিক কাজ সুন্দর ভাবে করার জন্য পরিমাপ যন্ত্রের সঠিক ব্যবহার ও এর প্রয়োগের বিষয়ে সর্বদা সজাগ থাকা বাঞ্চনীয়।

২.৩.৩ পরিমাপক যন্ত্রের ব্যবহারের সাবধানতা

- এনালগ মিটারের পাঠ সঠিকভাবে গ্রহন করতে হবে যাতে প্যারালেক্স ত্রুটি না হয়
- টার্মিনাল সংযোগ সঠিক ভাবে দিতে হবে
- নির্ধারিত মানের জন্য সিলেক্ট নব সঠিক জায়গায় সেট করতে হবে
- ফিটিংস ও ফিক্সার নির্ধারিত মাপে স্থাপন করতে হবে।

২.৩.৪ পরিমাপক যন্ত্রের সংরক্ষণ

- কাজ শেষে পরিমাপ যন্ত্র ওয়ার্ক প্লেসের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করতে পারবে;
- সাবধানতার সহিত পরিমাপ যন্ত্র ব্যবহার করতে পারবে;
- কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী পরিমাপ যন্ত্র স্টোরে জমা দিতে পারবে।

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১। দৈহিক শক্তি প্রয়োগের মাধ্যমে কারিগরি ক্ষেত্রে যে সমস্ত টুলস ব্যবহার করা হয়, সেগুলোকে কী বলে?

২। ইঞ্জিনিয়ার বা দক্ষ টেকনিশিয়ান এর কাজ সঠিক ও সুষ্ঠুভাবে করতে হলে কিসের প্রয়োজন?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১। হ্যান্ড টুলস কী?

২। হ্যান্ড টুলস এর গুরুত্ব কী?

৩। সর্বাধিক ব্যবহৃত ৫টি হ্যান্ড টুলস এর নাম লেখ।

৪। সাধারণ হ্যান্ড টুলস এর ৫টি ব্যবহার লেখ।

৫। কম্বিনেশন প্লায়ার্স দিয়ে কী কী করা যায়?

৬। পুলি পুলার দিয়ে কী করা হয়?

৭। বেঞ্চ ভাইস এর কাজ কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। সাধারণ হ্যান্ড টুলস-এর প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।

২। বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত ১০ টি হ্যান্ড টুলস এর বর্ণনা দাও।

ব্যাবহারিক (Practical)

জব-১: ইলেকট্রিশিয়ান টুলস শনাক্তকরণ ও সঠিক ব্যবহার করার দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
২. প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
৩. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস সংগ্রহ করা;
৪. কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
৫. কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস জমাদান করা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্রম	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট/স্কাল হ্যাট	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 গ্লোবস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু মুক্ত উপাদান	প্রয়োজন অনুযায়ী

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (ইলেকট্রিক্যাল হ্যান্ড টুলস) :

ক্রম	হ্যান্ড টুলস ও মেশিন টুলস নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমানর
০১			
০২			

মালামাল (Raw Materials):

ক্রম	নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা

কাজের ধারা: এ জবের উদ্দেশ্য পূরণে নিচের কাজগুলো করতে হবে,

১. একজন ইলেকট্রিশিয়ান যে সমস্ত হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করে সেগুলোর তালিকা তৈরি করতে পারবে;
২. তালিকা মোতাবেক হ্যান্ড টুলস সংগ্রহ করতে পারবে;
৩. প্রত্যেকটি হ্যান্ড টুলস ব্যবহারের দক্ষতা অর্জন করতে পারবে;
৪. হ্যান্ড টুলস ব্যবহারের সতর্কতা শিখতে হবে;
৫. কাজ শেষে টুলস স্টোরে জমা দিবে;
৬. হ্যান্ড টুলস সমূহের রক্ষণাবেক্ষণ করতে পারবে।

কাজের সতর্কতা: যে বিষয়সমূহে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।

১. হ্যান্ড টুলস্ ব্যবহারে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে, যেন দুর্ঘটনা না ঘটে।

২. যে কাজের জন্য যে ধরণের ও সাইজের হ্যান্ড টুলস্ প্রয়োজন সে কাজে সেই টুলস ব্যবহার করতে হবে।

৩. টুলস এর রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে জানবে এবং তা করবে।

অর্জিত দক্ষতা : হ্যান্ড টুলস সম্পর্কে বিস্তারিত জ্ঞান অর্জন ।

জব-২: ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার টুলস ও বিশেষ ধরনের টুলস এর ব্যবহার করার দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিতার মানদন্ডঃ

১. বৈদ্যুতিক হ্যান্ড টুলস, বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস, পাওয়ার টুলস এবং পরিমাপক যন্ত্র চিহ্নিত করণ।
২. বৈদ্যুতিক হ্যান্ড টুলস, বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস, পাওয়ার টুলস এবং পরিমাপক যন্ত্রের ব্যবহার জানা।
৩. যে কাজের জন্য যন্ত্রটি ব্যবহার করবে তার জন্য প্রয়োজনীয় নিরাপত্তার ব্যবস্থা গ্রহন করতে হবে।
৪. কাজ করার পূর্বে কাজের জায়গা/স্থান প্রস্তুত করে নিতে হবে।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্রম নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট/স্কাল হ্যাট	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 গ্লোবস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু মুক্ত উপাদান	প্রয়োজন অনুযায়ী

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ার টুলস ও বিশেষ ধরনের টুলস) :

১. ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন
২. ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার
৩. পাওয়ার ড্রিল মেশিন
৪. সোল্ডারিং আয়রন
৫. রিভার্স-ফরোয়াড স্ক্রু ড্রাইভার মেশিন
৬. লাগ পাঞ্চিং মেশিন
৭. মাইক্রোমিটার ও মাইক্রোমিটার স্ক্রু গেজ
৮. ফিলার গেজ

৯. ফ্লেক্সিবল ব্লেড স্ক্রুড্রাইভার
১০. কার্পেনিট্রি ব্রেস
১১. কাউন্টার সিঙ্ক

তথ্য শীট (Information Sheet):

দৈহিক শক্তি প্রয়োগের মাধ্যমে যে কোনো কর্মক্ষেত্রে সাধারন কাজ করতে যে টুলস ব্যবহৃত হয় তাকে সাধারন হ্যান্ড টুলস বলে। যেমন কম্বিনেশন প্লায়ার নিয়ন টেস্টার, ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ ইত্যাদি। একজন ইলেকট্রিশিয়ান দৈনন্দিন কাজে সাধারন হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করে থাকে । বৈদ্যুতিক মেশিনের সাহায্যে এমন কিছু কাজ করতে হয় যা সাধারন হ্যান্ড টুলস দিয়ে কাজ করা সম্ভব নয়। এ ধরনের কিছু বৈদ্যুতিক কাজ করার জন্য বিশেষ ধরনের টুলস ব্যবহৃত হয় তাকে বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস বলে। যে সমস্ত টুলসে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে কাজ করা হয় তাকে পাওয়ার টুলস বলে। যেমন পাওয়ার ড্রিল মেশিন, সোল্ডারিং আয়রন।

কাজের ধারা: এ জবের উদ্দেশ্য পূরণে নিচের কাজগুলো করতে হবে।
১. একজন ইলেকট্রিশিয়ান যে সমস্ত বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস এরং পাওয়ার টুলস ব্যবহার করে সেগুলোর তালিকা তৈরি করতে পারবে;
২. তালিকা মোতাবেক বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস এরং পাওয়ার টুলস সংগ্রহ করতে পারবে;
৩. প্রত্যেকটি টুলস এর ব্যবহারের দক্ষতা অর্জন করতে পারবে;
৪. বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস এরং পাওয়ার টুলস ব্যবহারের সতর্কতা শিখতে পারবে;
৫. কাজ শেষে টুলস স্টোরে জমা দিতে পারবে;
৬. বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস এরং পাওয়ার টুলস সমূহের রক্ষণাবেক্ষণ করতে পারবে।

কাজের সতর্কতা: যে বিষয়সমূহে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে তা নিম্নরূপ:-
১. বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস এরং পাওয়ার টুলস ব্যবহারে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে, যেন দুর্ঘটনা না ঘটে।
২. যে কাজের জন্য যে ধরণের বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস এরং পাওয়ার টুলস প্রয়োজন সে কাজে সেই টুলস ব্যবহার করতে হবে।
৩. বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস এরং পাওয়ার টুলস এর রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে জানবে এবং তা করবে।

অর্জিত দক্ষতা : বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস এরং পাওয়ার টুলস সম্পর্কে বিস্তারিত জ্ঞান অর্জন ।

জব-৩: ইলেকট্রিক্যাল মেজারিং ইন্সট্রুমেন্ট শনাক্তকরণে দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১. বৈদ্যুতিক বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস এবং পরিমাপক যন্ত্র চিহ্নিত করন।
২. বৈদ্যুতিক বিশেষ ধরনের হ্যান্ড টুলস এবং পরিমাপক যন্ত্রের ব্যবহার জানা।
৩. যে কাজের জন্য যন্ত্রটি ব্যবহার করবে তার জন্য প্রয়োজনীয় নিরাপত্তার ব্যবস্থা গ্রহন করতে হবে।
৪. কাজ করার পূর্বে কাজের জায়গা/স্থান প্রস্তুত করে নিতে হবে।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্রম	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট/স্কাল হ্যাট	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 গ্লোবস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু মুক্ত উপাদান	প্রয়োজন অনুযায়ী

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (পিপিই) ও শোভন পোশাক পরিধান করা;
২. প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
৩. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস সংগ্রহ করা;
৪. কাজ শেষে ওয়ার্কশপের নিয়ম অনুযায়ী কাজের স্থান পরিষ্কার করা;
৫. কাজের শেষে চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস জমাদান করা।

পার্সোনাল প্রটেকটিভ ইকুইপমেন্টের(PPE) ব্যবহার:

১. শিক্ষার্থীকে প্রথমে অ্যাপ্রন পারিধান করতে হবে।
২. হাতে হ্যান্ড গ্লোবস পরিধান করতে হবে।
৩. পায়ে সেপটি স্যু পরিধান করতে হবে।
৪. স্কাল হ্যাট বা হেলমেট পরিধান করতে হবে

উদ্দেশ্য:

১. ইলেকট্রিক্যাল মেজারিং ইন্সট্রুমেন্টর সাথে পরিচিত হওয়া।

২. ইলেকট্রিক্যাল মেজারিং ইন্সট্রুমেন্ট ব্যবহার ও প্রয়োগ করার দক্ষতা অর্জন করা।

৩. অ্যামিটার, ভোল্টমিটার, মাল্টিমিটার, এ্যাভোমিটার, ওয়াটমিটার, এনার্জিমিটার, পাওয়ার ফ্যাক্টরমিটার, লাক্সমিটার, টেকোমিটার, মেগার, আর্থটেস্টার, ক্লিপ অন মিটারের সহিত পরিচিত হওয়া।

স্পেসিফিকেশন শীট:

বিভিন্ন ইন্সট্রুমেন্টের স্পেসিফিকেশন জানা-

অ্যামিটার: DC, 0-100 mA	মেগার: 0-10000MΩ, 1000V(DC)
ভোল্ট মিটার: DC, 0-30V	আর্থ টেষ্টার: 0-30 Ω, 1000V(DC)
ওহম মিটার: 0-1K Ω, 0-10M Ω, 0-100M Ω.	ট্যাকোমিটার: 0-10000 rpm.
ওয়াটমিটার : 0-500W, 250VAC.	এনার্জি মিটার : 1-Phase, 0-250V, 100Amp
ফ্রিকুয়েন্সি মিটার: 1-Phase, 0-250V, 45-65 Hz	লাক্স মিটার: DC, 9V, 0-10000 Lumen/m^2
ক্লিপ-অন মিটার : 0-10A, 0-250V, 0-500V, 0-10M Ω	
পাওয়ার ফ্যাক্টর মিটার : 1-Phase, 0-250V , (0.7-1) Lag and (0.7- Lead)	
মাল্টিমিটার : 0-10M Ω, 0-500V(DC/AC), 0-1000 mAmp	

পর্যায়ক্রমিক কার্যধারা:

১. ইলেক্ট্রিক্যাল কাজ করতে হলে একজন শিক্ষার্থীকে যে সকল মিটার ব্যবহার করতে হবে তার একটি তালিকা তৈরি করতে হবে।

২. তালিকা মোতাবেক মিটারগুলো সংগ্রহ করে ওয়ার্কিং টেবিলের উপর রাখতে হবে।

৩. প্রশিক্ষকের নির্দেশ অনুযায়ী মিটারগুলোর সিলেক্টর সুইচ ঘুরিয়ে রেঞ্জ সম্পর্কে ধারণা নেওয়া যাবে।

৪. মিটারগুলোর ব্যবহার ও প্রয়োগ সম্পর্কে ধারণা শ্রেণির প্রশিক্ষকের নিকট হতে গ্রহণ করতে হবে।

৫. PPE ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।

সাবধানতা (Precaution) :

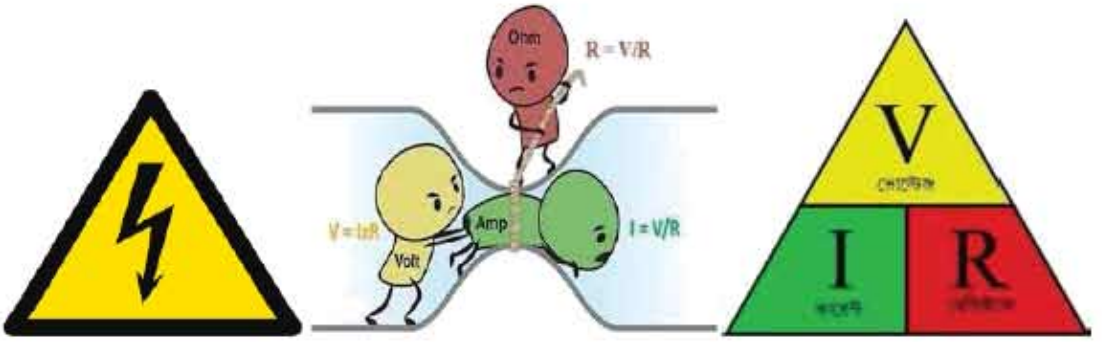
- মিটারসমূহ অত্যন্ত সতর্কতার সহিত সংগ্রহ ও ব্যবহার করব।
- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লোবস ব্যবহার করব।
- সঠিকভাবে মিটার চিহ্নিত করা।
- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তার দিকে খেয়াল রাখব।
- মিটার সমূহ স্টোরে জমা দেওয়া।

অর্জিত দক্ষতা: বিভিন্ন মেজারিং ইন্সট্রুমেন্টের সাথে পরিচিতি এবং এদের ব্যবহার সম্পর্কে জ্ঞান অর্জন করতে পারবে।

তৃতীয় অধ্যায়

বৈদ্যুতিক কাজের প্রাথমিক ধারণা

Basic Concepts of Electrical Works



আজকের দিনে বিদ্যুৎ বিহীন একটি দিনও কল্পনা করা যায় না। আমাদের দৈনন্দিন জীবনে প্রতিনিয়ত বাড়ছে বিদ্যুতের ব্যবহার। আমরা জানি বিদ্যুৎ ব্যবহার ও মেরামতের কাজে খুব সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়। অজ্ঞতা, সচেতনতার অভাব কিংবা অবহেলা ঘটাতে পারে মারাত্মক কোনো দুর্ঘটনা - কেড়ে নিতে পারে মূল্যবান জীবন। এই অধ্যায়ে আমরা বৈদ্যুতিক সার্কিটের বিভিন্ন উপাদানসমূকে প্রতীক দিয়ে চিহ্নিতকরণ এবং কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করব।

এই অধ্যায় শেষে আমরা-

১. বৈদ্যুতিক সার্কিটে কাজের জন্য প্রস্তুতি গ্রহন করতে পারব;

২. বৈদ্যুতিক সার্কিটে প্রতীকসমূহ ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা করতে পারব;

৩. বৈদ্যুতিক কারেন্ট পরিমাপ করতে পারব;

৪. বৈদ্যুতিক ভোল্টেজ পরিমাপ করতে পারব;

৫. পরিবাহির রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করতে পারব;

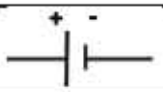
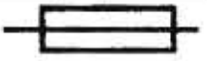
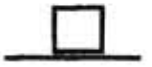
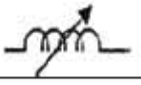
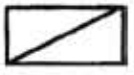
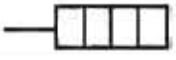
৬. ওহমের সূত্র যাচাই করতে পারব;

৭. বৈদ্যুতিক সার্কিটে কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স এর মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারব।

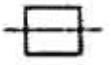
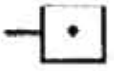
৩.১ বৈদ্যুতিক সার্কিটে ব্যবহৃত প্রতীকসমূহ

বৈদ্যুতিক সার্কিটের উপকরণসমূহকে সংক্ষেপে ও সহজে বুঝানোর জন্য নানা ধরনের প্রতীক ব্যবহার করা হয়। নকসা বা ড্রয়িং-এ ইলেকট্রিক্যাল ফিটিংস-ফিক্সার ও সরঞ্জামাদির অবস্থান দেখানোর জন্য যে সমস্ত বিশেষ ধরনের সংকেত ব্যবহার করা হয় তাদেরকে ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের প্রতীক হিসাবে গণ্য করা হয়। বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম স্থাপন বা মেরামতের কাজে যারা নিয়োজিত থাকেন তাদের অবশ্যই এসব প্রতীক সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে। তবে কিছু প্রতীকের বিষয়ে প্রত্যেক মানুষের ধারণা থাকা দরকার।

৩.১.১ বৈদ্যুতিক সার্কিটে ব্যবহৃত প্রতীকসমূহের তালিকা

নাম	প্রতীক	নাম	প্রতীক
সেল		সিঙ্গেল সকেট আউটলেট	
ব্যাটারি		ওভার কারেন্ট রিলে	
সার্কিট ব্রেকার		ডবল সকেট আউটলেট	
ফিউজ		জয়েন্ট	
ওপেন পুশ সুইচ		জয়েন্ট বক্স	
রেজিস্ট্যান্স		ট্রাংকিং ওয়্যারিং	
ইন্ডাকটর		সিলিং ফ্যান	
সিলিং রোজ		এগজস্ট ফ্যান	
পরিবর্তনশীল ইন্ডাকটর		ব্রাকেট ফ্যান	
ওভার লোড		বৈদ্যুতিক মোটর	
মেইন কন্ট্রোল		সুইচসহ পাইলট ল্যাম্প	
হিটার		ওয়ান-ওয়ে টু-পোল সুইচ	

ট্রান্সফরমার		টু-ওয়ে সিঙ্গেল পোল সুইচ	
ফ্লোরেসেন্ট বাতি		কিলোওয়াট আওয়ার মিটার	KWH
বাতি		ডিমার সুইচ	
ক্লোজ পুশ সুইচ		থ্রি-পোল সুইচ	
আর্থলিকেজ রিলে		ইন্টারমেডিয়েট সুইচ	
আর্থ		ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর	MC
ইন্ডিকেটর বাতি		প্লাগ এন্ড সকেট	
ফ্যান রেগুলেটর		ওয়ান-ওয়ে সিঙ্গেল পোল সুইচ	
মেইন সুইচ (লাইটিং)	L	কন্ডুইট ওয়্যারিং	
মেইন সুইচ (পাওয়ার)	P	ফায়ার এলার্ম ইন্ডিকেটর	
ইলেকট্রিক কলিং বেল		পাওয়ার সুইচ	
রিলে		কুকার কন্ট্রোল ইউনিট	
থ্রি-ফেজ ইলেকট্রিক মোটর	M	ইলেকট্রিক মিটার	
ডিস্ট্রিবিউশন ফিউজ বোর্ড (সুইচসহ) পাওয়ার			
ডিস্ট্রিবিউশন ফিউজ বোর্ড (সুইচ ছাড়া) পাওয়ার			
৩-পিন ৫ অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট			

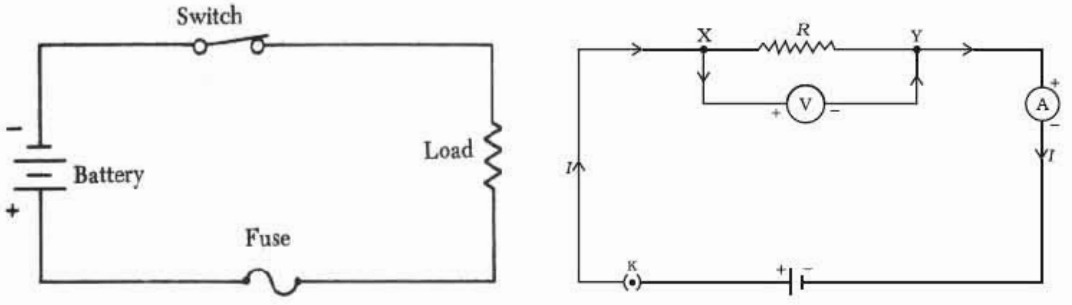
৩-পিন ৫ অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট (সুইচসহ)	
২-পিন ১৫ অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট	
৩-পিন ১৫ অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট	
২-পিন ১৫ অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট (সুইচসহ)	
৩-পিন ১৫ অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট (সুইচসহ)	
হাউজ কানেকশন বক্স	
রেফ্রিজারেট আউটলেট	
বেল পুশ	

৩.১.২ বৈদ্যুতিক সার্কিটের প্রতীকসমূহ ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা

ড্রয়িং হলো প্রকৌশলীর ভাষা। তাই নকসা বা ড্রয়িং দেখে বৈদ্যুতিক স্থাপনার যাবতীয় কার্যক্রম সম্পাদন করতে হয়। নকসা বা ড্রয়িং-এ ইলেকট্রিক্যাল ফিটিংস-ফিক্সার ও সরঞ্জাম বুঝানোর জন্য ব্যবহৃত প্রতীক সমূহের সুস্পষ্ট চিত্র থাকা বাঞ্ছনীয়। এগুলো দেখে প্রকৌশলী ও টেকনিশিয়ানগণ যাবতীয় স্থাপনার কাজ সম্পাদন করেন। এগুলোর সাহায্যে সহজে সার্কিট আঁকা বুঝা যায়। এগুলোর ব্যবহার সার্বজনীন বিধায় শিক্ষার্থী, শিক্ষক, গবেষক, প্রকৌশলী ও টেকনিশিয়ানগণ সার্কিট বিষয়ে উপস্থাপন তথা যোগাযোগের মাধ্যম হিসেবে প্রতীকসমূহ ব্যবহার করতে পারেন। ভাষাগত ভিন্নতা থাকলেও এধরনের প্রতীকের সাহায্যে সার্কিটের বিষয়গুলো বোঝানো যায়।

৩.১.৩ বৈদ্যুতিক সার্কিটের প্রতীকসমূহ ব্যবহারের নমুনা

বৈদ্যুতিক সার্কিটে অসংখ্য প্রতীক ব্যবহৃত হয়। সার্কিট ড্রয়িং-এ প্রতীক সমূহের ব্যবহার বিষয়ে যত্নবান থাকা উচিৎ। কোনো কোনো বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের পোলারিটি আছে। ফলে নেগেটিভের জায়গায় পজিটিভ বসালে যন্ত্রটির ক্ষতি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। নিচে সার্কিট-ড্রয়িং-এ কয়েকটি বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের প্রতীক দেখানো হয়েছে। এগুলো ছাড়াও আরো অনেক সরঞ্জাম এবং সেগুলো বোঝানোর জন্য প্রতীক আছে।



চিত্রঃ ৩.১ বৈদ্যুতিক সার্কিটের প্রতীকসমূহ ব্যবহারের নমুনা

অনুসন্ধানমূলক কাজ-১ঃ

(ক) একটি পুরানো গ্যালভানোমিটার খুলে এর মধ্যে কী কী আছে লিখ, **(খ)** গ্যালভানোমিটারটিকে একটি রেজিস্ট্যান্সের সাথে প্যারালাল সংযোগ দেয়ার পর সংযোগ বিন্দুদ্বয়ের মাঝে একটি ব্যাটারী ও রেজিস্ট্যান্স সিরিজে সংযোগ দেয়া হলো। যথাযথ প্রতীক ব্যবহার করে সার্কিটটি অংকন কর, **(গ)** মনে কর, ব্যাটারী চালু করে বর্তনীতে কারেন্ট প্রবাহিত করা হলো। এরপর গ্যালভানোমিটারের সাথে প্যারালালে সংযুক্ত রেজিস্ট্যান্সের মান কমিয়ে বা বাড়িয়ে দিলে কী ঘটবে বলে মনে কর। **(ঘ)** পরীক্ষাটি করে দেখ এবং তোমার পূর্বানুমান যাচাই কর। কাজটি তোমার সহপাঠীদের সাথে দলে কর এবং শ্রেণি শিক্ষক মহোদয়কে দেখাও।

৩.২.১ বৈদ্যুতিক কারেন্ট ও ভোল্টেজঃ

বৈদ্যুতিক কারেন্ট ও ভোল্টেজ বিজ্ঞানের দুইটি গুরুত্বপূর্ণ রাশি। বৈদ্যুতিক কারেন্টের অর্থ হলো বিদ্যুৎ আধান বা ইলেট্রিকক চার্জের প্রবাহের হার। পরিবাহী পদার্থের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ সহজে প্রবাহিত হয়। তবে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে এমনিতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়না। বিদ্যুৎ প্রবাহ পেতে হলে পরিবাহীর দুই প্রান্তে ভোল্টেজের পার্থক্য সৃষ্টি করতে হয়। ভোল্টেজ পার্থক্যের কারণে পরিবাহীর বাহিরের তলের ইলেকট্রন নামক কণা কম বিভব থেকে বেশি বিভবের দিকে অগ্রসর হয়। ইলেকট্রন আধান বা চার্জযুক্ত কণা। ইলেকট্রন প্রবাহিত হলে এর সাথে সাথে চার্জও প্রবাহিত হয়। এভাবে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে ইলেকট্রিক কারেন্ট সৃষ্টি হয়। চার্জের এককের নাম কুলম্ব। কোনো পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে একক সময়ে যে পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত হয় তাকে তড়িৎ প্রবাহ বা কারেন্ট বা বৈদ্যুতিক কারেন্ট বলে। অর্থাৎ,

$$\text{কারেন্ট} = \frac{\text{চার্জ}}{\text{সময়}}$$

$$\text{অর্থাৎ, } I = \frac{Q}{t} \text{ Amp}$$

কারেন্টের এককের নাম অ্যাম্পিয়ার। কোনো পরিবাহীর একক ক্ষেত্রফলের ভিতর দিয়ে প্রতি সেকেন্ড সময়ে এক কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হলে সৃষ্ট ইলেকট্রিক কারেন্টের মান হবে এক অ্যাম্পিয়ার।

পরিবাহী তারের মধ্যে ইলেকট্রন প্রবাহিত করানোর জন্য চাপ প্রয়োগ করা হয় তাকে ভোল্টেজ বা বৈদ্যুতিক চাপ বলে। ব্যাটারী, জেনারেটর, ট্রান্সফর্মার প্রভৃতির সাহায্যে বিভব পার্থক্য বা ভোল্টেজ সৃষ্টি করা যায়। কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্য ঘটলে পরিবাহীর চার্জের উপর একটি ইলেক্ট্রিক বল প্রযুক্ত হয়। পরিবাহীর মধ্যে ইলেকট্রনসমূহ অনেকটা মুক্ত অবস্থায় থাকে। ফলে প্রযুক্ত ইলেকট্রিক বলের কারণে ইলেকট্রনগুলো পরিবাহীর নিম্ন ভোল্টেজ প্রান্ত থেকে উচ্চ ভোল্টেজ প্রান্তের দিকে অগ্রসর হয়। এভাবে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ সৃষ্টি হয়।

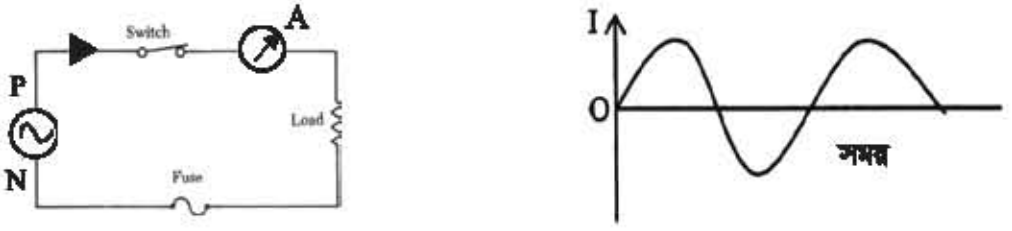
৩.২.২ ইলেকট্রিক কারেন্ট ও ভোল্টেজের প্রকারভেদ

ইলেকট্রিক কারেন্ট দুই প্রকার। যথা-

(ক) অল্টারনেটিং কারেন্ট

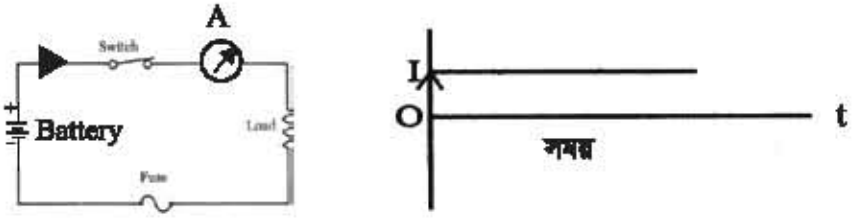
(খ) ডাইরেক্ট কারেন্ট

অল্টারনেটিং কারেন্ট: যে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় দিক পরিবর্তন করে তাকে অল্টারনেটিং কারেন্ট বলে। নিচের ৩.২ নং চিত্রের মতো সার্কিট বানালে, অ্যামিটার এবং রেজিস্টরের মধ্য দিয়ে কারেন্ট কখনো বামদিক থেকে ডানদিকে প্রবাহিত হবে, কখনো আবার ডানদিক থেকে বামদিকে প্রবাহিত হবে। পাওয়ার সোর্সের আউটপুটের পোলারিটি সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয়।



চিত্র-৩.২ অল্টারনেটিং কারেন্ট (এসি)

ডাইরেক্ট কারেন্ট: যে কারেন্ট সব সময় এক দিকে প্রবাহিত হয় তাকে ডাইরেক্ট কারেন্ট বলে। নিচের ৩.৩ নং চিত্রের মতো করে সার্কিট বানালে, অ্যামিটার এবং রেজিস্টরের মধ্য দিয়ে কারেন্ট সবসময় ডানদিক থেকে বামদিকে প্রবাহিত হবে। ভোল্টেজ উৎসের পজেটিভ ও নেগেটিভ পোলারিটি অপরিবর্তিত থাকায় কারেন্টের দিক পরিবর্তিত হয় না।



চিত্র-৩.৩ ডাইরেক্ট কারেন্ট (ডিসি)

৩.২.৩ ইলেকট্রিক কারেন্ট ও ভোল্টেজের একক ও প্রতীক

ইলেকট্রিক কারেন্ট এর একক ও প্রতীক:

ইলেকট্রিক কারেন্টকে সাধারণত ইংরেজি অক্ষর I দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

কারেন্ট পরিমাপের অনেক একক প্রচলিত আছে। যথা-

(ক) সিজিএস বিদ্যুৎ একক

(খ) সিজিএস বিদ্যুৎ চুম্বকীয় একক

(গ) ব্যবহারিক একক

(ঘ) আন্তর্জাতিক একক।

আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে যে একক ব্যবহৃত হয়, তাকে আন্তর্জাতিক একক বা S.I একক বলে। কারেন্ট পরিমাপের আন্তর্জাতিক বা S.I একক হচ্ছে অ্যাম্পিয়ার। ব্যাবহারিক ক্ষেত্রে সচরাচর যে একক ব্যবহৃত হয়, তাকে ব্যাবহারিক একক বলে। কারেন্টের ব্যাবহারিক একক হচ্ছে অ্যাম্পিয়ার। কোনো একটি পরিবাহীর যে কোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে ১ সেকেন্ডে ১ কুলম্ব চার্জ অতিক্রম করলে যে পরিমাণ কারেন্ট সৃষ্টি হয় তাকে এক অ্যাম্পিয়ার (Ampere) বলে।

১ অ্যাম্পিয়ার = কুলম্ব / সেকেন্ড = 6.242×10^{18} টি ইলেকট্রন/সেকেন্ড।

কারেন্ট এর এককসমূহ: কারেন্ট পরিমাপের চারটি একক আছে। যথা-

(ক) সিজিএস বিদ্যুৎ একক (CGS esu): ১ স্থির বিদ্যুৎ একক $(1\ esu) = 3.33\times10^{-10}$ অ্যাম্পিয়ার।

(খ) সিজিএস বিদ্যুৎ চুম্বকীয় একক (cgs emu): ১ বিদ্যুৎ চুম্বকীয় একক $(1\ emu) = 10$ অ্যাম্পিয়ার।

(গ) ব্যবহারিক একক: ব্যবহারিক এককের নাম অ্যাম্পিয়ার। পরিমাপের সুবিধার জন্য বড় একক হিসাবে কিলো অ্যাম্পিয়ার ব্যবহার করা হয়। 1 কিলো অ্যাম্পিয়ার = 10^3 অ্যাম্পিয়ার। এটি ছাড়াও মিলি-অ্যাম্পিয়ার অর্থাৎ 10^{-3} অ্যাম্পিয়ার এবং মাইক্রো অ্যাম্পিয়ার অর্থাৎ 10^{-6} অ্যাম্পিয়ারকে কারেন্ট পরিমাপের একক হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

(ঘ) আন্তর্জাতিক একক: কারেন্ট পরিমাপের আন্তর্জাতিক এককের নাম অ্যাম্পিয়ার। আন্তর্জাতিক একক হিসাবে অ্যাম্পিয়ার ব্যবহৃত হয়। সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে স্থাপিত রূপার ক্যাথডের উপর প্রতি সেকেন্ড ১.১২ মিলিগ্রাম প্রলেপ সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ কারেন্টের প্রয়োজন হয়, তাকে এক অ্যাম্পিয়ার বলে।

৩.২.৪ ভোল্টেজের একক ও প্রতীক

ভোল্টেজের প্রতীক 'V'

বৈদ্যুতিক ভোল্টেজ একটি পরিমাণমূলক রাশি। সুতরাং এর একক আছে। বৈদ্যুতিক ভোল্টেজের তিনটি একক আছে; যথা-

(ক) স্থির বিদ্যুৎ একক

(খ) বিদ্যুৎ-চুম্বকীয় একক

(গ) ব্যবহারিক একক

৩.২.৫ ভোল্টেজ পরিমাপের বিভিন্ন এককের মধ্যে সম্পর্ক

(ক) স্থির বিদ্যুৎ একক: একে সংক্ষেপ ইএসইউ(esu) বলা হয়। 1 esu = 300 ভোল্ট

(খ) বিদ্যুৎ-চুম্বকীয় একক: 1 ইএমইউ = 10^{-8} ভোল্ট।

(গ) ব্যবহারিক একক: ভোল্টেজের ব্যবহারিক একক ভোল্ট। অসীম দূরত্ব হতে 1 কুলম্ব ধনাত্মক চার্জকে ইলেকট্রিক ফিল্ড এর নির্দিষ্ট বিন্দুতে প্রবাহিত করতে যদি 1 জুল কাজ সম্পন্ন হয় তবে ঐ বিন্দুর বিভবকে 1 ভোল্ট বলে। একে ভোল্টেজের আন্তর্জাতিক একক বা এসআই একক বলে। তাছাড়া, বেশি ভোল্টেজ পরিমাপের ক্ষেত্রে কিলোভোল্ট ও মেগাভোল্ট ব্যবহারিক একক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

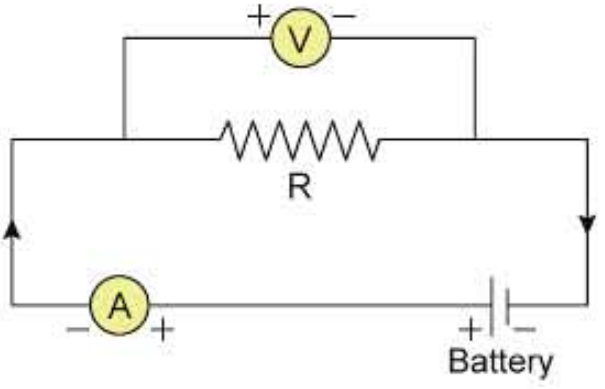
1 কিলোভোল্ট = 10^3 ভোল্ট এবং 1 মেগাভোল্ট = 10^6 ভোল্ট।

(ঘ) আন্তর্জাতিক ভোল্ট: 20 ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় ওয়েস্টন ক্যাডমিয়াম স্ট্যান্ডার্ড সেলের বিদ্যুৎ চালক বলের $(\text{emf})\frac{1}{1.0183}$ অংশকে আন্তর্জাতিক হিসাবে এক ভোল্ট ধরা হয়।

সুতরাং 1 আন্তর্জাতিক ভোল্ট = 1.00033 ভোল্ট।

৩.২.৬ বৈদ্যুতিক সার্কিটে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের সংযোগ চিত্র

সার্কিটের যে অংশের বিভব পার্থক্য মাপা হবে তার সাথে ভোল্টমিটার প্যারালালে সংযোগ দেয়া হয়। সার্কিটের যে তার বা যন্ত্রের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট মাপা হবে তার সাথে সিরিজে অ্যামিটার বসানো হয়।



চিত্র-৩.৪: অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার এর সংযোগ

৩.৩ পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স

রেজিস্ট্যান্স হচ্ছে পরিবাহীর একটি বিশেষ ধর্ম। পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ বিঘ্নিত হয় বা বাঁধাপ্রাপ্ত হয়, তাকে রেজিস্ট্যান্স বা রোধ বলে। প্রত্যেক পদার্থেই কম বেশী রেজিস্ট্যান্স বা রোধ আছে।

৩.৩.১ রেজিস্ট্যান্স-এর সংজ্ঞা, প্রতীক ও একক

রেজিস্ট্যান্স: পরিবাহীর যে ধর্মের কারনে বিদ্যুৎ প্রবাহে বাধা প্রাপ্ত হয় তাকে রেজিস্ট্যান্স বা রোধ বলে। রেজিস্ট্যান্সকে 'R' বা 'r' প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

রেজিস্ট্যান্সের একক:

রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের বিভিন্ন প্রকার একক প্রচলিত আছে। যেমন-

(ক) স্থির বিদ্যুৎ একক (esu) (খ) সিজিএস বিদ্যুৎ চুম্বকীয় একক (emu)

(গ) ব্যবহারিক একক (ঘ) আন্তর্জাতিক একক

রেজিস্ট্যান্সের ব্যবহারিক একক ওহম (Ω)। কোনো একটি স্থির পরিবাহীর দুই প্রান্তে 1 ভোল্ট বিভব পার্থক্য থাকলে যদি এর মধ্য দিয়ে 1 অ্যাম্পিয়ার মাত্রার কারেন্ট চলে, তবে উক্ত পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্সকে এক ওহম বলে। অথবা, এক ভোল্ট বৈদ্যুতিক চাপে যে পরিমাণ রেজিস্ট্যান্সের ভিতর দিয়ে এক অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে, ঐ পরিমাণ রেজিস্ট্যান্সকে এক ওহম রেজিস্ট্যান্স বলে। একে Ω (ওহম) চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ব্যাবহারিক ক্ষেত্রে ওহম ছোট হওয়ায় কিলোওহম ও মেগাওহম ইত্যাদি বড় একক ব্যবহার করা হয়। আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে রেজিস্ট্যান্সের যে একক ব্যবহার করা হয়, তাকে আন্তর্জাতিক ওহম বা আন্তর্জাতিক একক বলে। 1 আন্তর্জাতিক ওহম = 1.000495 ওহম।

৩.৩.২ রেঞ্জসহ রেজিস্ট্যান্সের শ্রেণিবিভাগ

রেজিস্ট্যান্সকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

(ক) নির্দিষ্ট মানের রেজিস্ট্যান্স

(খ) পরিবর্তনীয় মানের রেজিস্ট্যান্স

নির্দিষ্ট মানের রেজিস্ট্যান্স: যে রেজিস্ট্যান্স-এর মান পরিবর্তন করা যায় না, তাকে নির্দিষ্ট মানের রেজিস্ট্যান্স বলে। এই রেজিস্ট্যান্স আবার চার প্রকার। যথা-

(১) কার্বন রেজিস্টর: কার্বন রেজিস্টর আকারে খুব ছোট। এই রেজিস্টর সাধারণত ১ ওহম হতে ২ মেগা ওহম পর্যন্ত হয়ে থাকে এবং ১/৮ হতে ২ ওয়াট পর্যন্ত হতে পারে।

(২) মেটাল রেজিস্টর: এই রেজিস্টর কার্বন রেজিস্টরের চেয়ে একটু বড় এবং এদের ওয়াট সাধারণত ০.১ হতে ১০ হয়ে থাকে।

(৩) ওয়্যার উন্ড রেজিস্টর: যে সমস্ত রেজিস্টর রেজিস্ট্যান্স জাতীয় তার কয়েল করে তৈরি করা হয়, সেগুলিকে ওয়্যার উন্ড রেজিস্টর বলে। সাধারণত চীনামাটি, নাইক্রোম, জার্মান সিলভার ইত্যাদি তারের কয়েল করে এই রেজিস্টর তৈরি করা হয়। এটি সাধারণত কম ওহমের হয় এবং ওয়াট ৫ হতে ২০০ পর্যন্ত হয়।

(৪) **ব্যালাস্ট রেজিস্টর:** যে সমস্ত রেজিস্টরের তার বিশেষ আবরণের মধ্যে থাকে, যাতে ঐ তারের উপর বাইরের কোনো বস্তু স্পর্শ করতে না পারে, তাদেরকে ব্যালাস্ট রেজিস্টর বলে। এই রেজিস্টর বিভিন্ন মানের হয়ে থাকে।

পরিবর্তনীয় মানের রেজিস্ট্যান্স: যে রেজিস্ট্যান্সের মান প্রয়োজনমতো পরিবর্তন করা যায়, তাকে পরিবর্তনীয় মানের রেজিস্টর বলে। এই রেজিস্টর সাধারণত ভলিউম কন্ট্রোলের ভিতরে ব্যবহার করা হয়।

৩.৩.৩ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের বিভিন্ন এককের মধ্যে সম্পর্ক

রেজিস্ট্যান্সের এককসমূহ:

রেজিস্ট্যান্সের চারটি একক আছে। যথা-

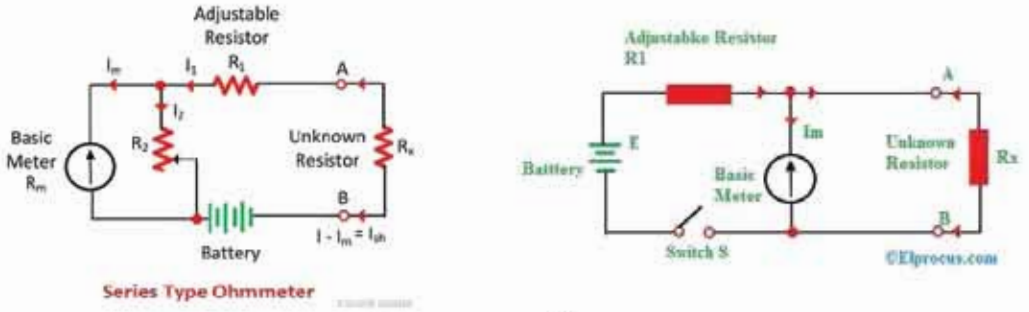
(ক) স্থির বিদ্যুৎ একক (esu): এক স্থির বিদ্যুৎ একক $(1\ \text{esu}) = 9\times10^{-20}$ বিদ্যুৎ চুম্বকীয় একক (esu)

(খ) সিজিএস বিদ্যুৎ চুম্বকীয় একক: এক বিদ্যুৎ চুম্বকীয় একক $(1\ \text{emu}) = \dfrac{1}{9\times10^{-20}}$ স্থির বিদ্যুৎ একক (esu)

(গ) ব্যাবহারিক একক: রেজিস্ট্যান্সের ব্যবহারিক একক ওহম। ব্যাবহারিক ক্ষেত্রে ওহম ছোট বিধায় কিলোওহম এবং মেগাওহম ব্যবহার করা হয়। 1 কিলোওহম $=10^3$ ওহম এবং 1 মেগাওহম $=10^6$ ওহম

(ঘ) আন্তর্জাতিক একক: 0^0C তাপমাত্রায় ১ বর্গমিটার ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট 106.3 সে.মি. দৈর্ঘ্য এবং 14.4521 গ্রাম ভরের একটি পারদ স্তম্ভের রেজিস্ট্যান্সকে আন্তর্জাতিক একক বা আন্তর্জাতিক ওহম বলে। 1 আন্তর্জাতিক ওহম = 1.000495 ওহম।

৩.৩.৪ বৈদ্যুতিক সার্কিটে ওহম মিটারের সংযোগ চিত্র:



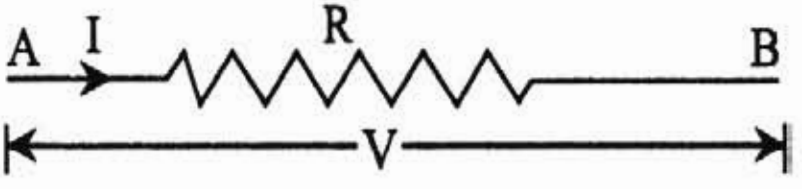
চিত্র: ৩.৫ ওহম মিটারের সংযোগ

৩.৪ ওহমের সূত্র

কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের মধ্যে ভোল্টেজ পার্থক্য থাকলে তার মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে। এই কারেন্ট প্রবাহের পরিমাণ নির্ভর করে পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, পরিবাহীর আকৃতি ও উপাদান এবং পরিবাহীর তাপমাত্রার উপর। একটি নির্দিষ্ট পরিবাহীর তাপমাত্রা স্থির থাকলে, তার মধ্য দিয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তা এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য এবং রেজিস্ট্যান্সের উপর নির্ভর করে। এই সম্পর্কে জর্জ সাইমন ওহম ১৮২৭ খ্রিস্টাব্দে একটি সূত্র প্রতিষ্ঠা করেন, যা তার নামানুসারে ওহমের সূত্র নামে পরিচিত। সার্কিটের কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স-এর মান নির্ণয় করার জন্য ওহমের সূত্র ব্যবহার করা হয়। এ সূত্রটি ব্যাপক হারে ব্যবহৃত হয়।

ওহমের সূত্র: নির্দিষ্ট তাপমাত্রার কোনো পরিবাহীর ভিতর দিয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তা ঐ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক এবং রেজিস্ট্যান্স-এর ব্যস্তানুপাতিক বা উল্টানুপাতিক।

অর্থাৎ, $I \propto \frac{V}{R}$ [যখন তাপমাত্রা ধ্রুব]



চিত্র: ৩.৬ দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্যসহ একটি লোড বা রেজিস্ট্যান্স

৩.৪.১ ওহমের সূত্রের গাণিতিক ব্যাখ্যা

মনে করি,

AB পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব যথাক্রমে V_A ও V_B ।

পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স R এবং

এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট I ।

পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য $= V_A \sim V_B = V$ (ধরি)

ওহমের সূত্রানুসারে,

$I \propto V$.....(i) [যখন R ধ্রুব থাকে]

এবং $I \propto \frac{1}{R}$.....(i) [যখন V ধ্রুব থাকে]

(i) ও (ii)নং হতে পাই, $I \propto \frac{V}{R}$ [যখন V ও R উভয়ই পরিবর্তনশীল]

বা, $I = k.\frac{V}{R}$.....(ii) [এখানে k একটি ধ্রুবক]

(যদি কোনো পরিবাহীর 1 ওহম রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে 1 volt বৈদ্যুতিক চাপে 1 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তবে k এর মান 1 হইবে।)

(iii)নং সমীকরণে $k=1$ বসিয়ে পাই,

$$I = \frac{V}{R}.....(iv)$$

৩.৪.২ কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্স-এর মধ্যকার সম্পর্ক

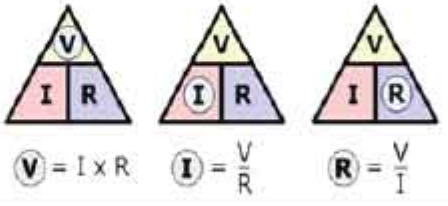
যদি কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V, পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স R এবং এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট I হয়, তবে ওহমের সূত্রানুসারে V, I ও R এর মধ্যকার সম্পর্ক হচ্ছে-

$I = \frac{V}{R}$ .... (i)

বা, $R = \frac{V}{I}$ ..... (ii)

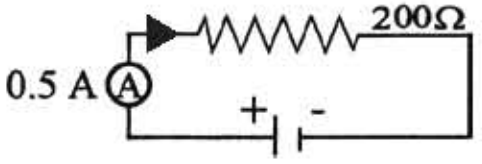
বা, $V = IR$ ..... (iii)

Ohm's Law Triangle



৩.৪.৩ ওহমের সূত্রের সাহায্যে সমস্যার সমাধান

সমস্যা-১: 200 ওহম রেজিস্ট্যান্সের একটি বৈদ্যুতিক বাতি 0.5 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট নেয়। এর দুই প্রান্তের ভোল্টেজ বের কর।



সমাধান:

মনে করি,

এর দুই প্রান্তের ভোল্টেজ $= V$

$\therefore$ আমরা জানি, $V = I \times R$

$= 0.5 \times 200$

$= 100$ Volt (উত্তর)

দেওয়া আছে,
রেজিস্ট্যান্স, $R = 200\Omega$
কারেন্ট, $I = 0.5$ Amps
ভোল্টেজ, $V = ?$

সমস্যা-২: 220 ভোল্ট সরবরাহের সাথে একটি বাতি সংযোগ করলে বাতির মধ্য দিয়ে 0.2 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট যায়। বাতিটির রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় কর।

সমাধান:

মনে করি, রেজিস্ট্যান্স $= R$

আমরা জানি, বাতিটির রেজিস্ট্যান্স, $R = \frac{V}{I}$

$= \frac{220}{0.2}$

$= 1100$ ohm (উত্তর)

দেওয়া আছে,
ভোল্টেজ, $V = 220$ Volt
কারেন্ট, $I = 0.2$ Amps
রেজিস্ট্যান্স, I=2Am

সমস্যা-৩: একটি মোটর গাড়ীর হেড লাইটের ফিলামেন্ট 5 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট বহন করে। এর প্রান্তদ্বয়ের ভোল্টেজ 6 ভোল্ট, ফিলামেন্টের রেজিস্ট্যান্স কত?

সমাধান:

আমরা জানি, ফিলামেন্টের রেজিস্ট্যান্স, $R = \frac{V}{I}$

$= \frac{6}{5}$

$= 1.2$ ওহম (উত্তর)

দেওয়া আছে,
ভোল্টেজ, $V = 6$ Volt
কারেন্ট, $I = 5$ Amps
রেজিস্ট্যান্স, I=2Am

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

১. কারেন্ট কী?
২. কারেন্ট পরিমাপের আন্তর্জাতিক একক কী?
৩. রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের একক কী?
৪. কারেন্ট পরিমাপের ব্যাবহারিক একক কী?
৫. রেজিস্ট্যান্সের ব্যাবহারিক একক কী?
৬. আন্তর্জাতিক একক সমান কত ওহম?

সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

১. ওহমের সূত্রটি লিখ।
২. ভোল্টেজ V এর মান স্থির থাকলে কারেন্ট I এর মানের কী পরিবর্তন হবে যদি
(ক) রেজিস্ট্যান্স R এর মান অর্ধেক হয়,
(খ) রেজিস্ট্যান্স R এর মান দ্বিগুণ করা হয়?
৩. রেজিস্ট্যান্স R এর মান স্থির থাকলে কারেন্ট I এর মানের কী পরিবর্তন হবে, যদি
(ক) যদি ভোল্টেজ V এর মান অর্ধেক করা হয়,
(খ) যদি ভোল্টেজ V এর মান দ্বিগুণ করা হয়?

রচনামূলক উত্তর প্রশ্ন

১. কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্সের একক ও প্রতীক সহ সংজ্ঞা লিখ।
রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের বিভিন্ন প্রকার এককের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিপাদন কর।
২. ওহমের সূত্রটি বর্ণনা এবং ব্যাখ্যা কর।
৩. একটি ৬০ w বাতির রেজিস্ট্যান্স ৮০৭ ওহম। বাতিটিকে ২২০ V সরবরাহের সাথে সংযুক্ত করলে উহার মধ্য দিয়ে কী পরিমান কারেন্ট প্রবাহিত হবে।

ব্যাবহারিক (Practical)

জব- ১: (ক) বৈদ্যুতিক সার্কিটের কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
২. প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
৩. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
৪. ইলেকট্রিশিয়ান ছুরি দিয়ে প্রয়োজনমতো তারের ইনসুলেশন বিচ্ছিন্ন করার দক্ষতা অর্জন।
৫. বৈদ্যুতিক সার্কিটের ব্যবহৃত প্রতীকসমূহ চিহ্নিতকরণ ও ব্যবহারের দক্ষতা অর্জন।
৬. বৈদ্যুতিক সার্কিটে ব্যবহৃত প্রতীক অনুযায়ী সার্কিট তৈরি করার দক্ষতা অর্জন।
৭. অ্যামিটার, ওহমমিটার ও ভোল্টমিটার সংযোগ করার দক্ষতা অর্জন;
৮. সার্কিটের কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রোধ নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন।
৯. জবের চাহিদা অনুযায়ী বিভিন্ন মিটারের রেঞ্জ ঠিক করার দক্ষতা অর্জন।
১০. সংযোগ সম্পন্ন করে সার্কিটে সরবরাহ দিয়ে রিডিংগুলো ডাটা টেবিলে লিপিবদ্ধ করা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE)

ক্র. 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 গ্লোবস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু মুক্ত উপাদান	প্রয়োজন অনুযায়ী

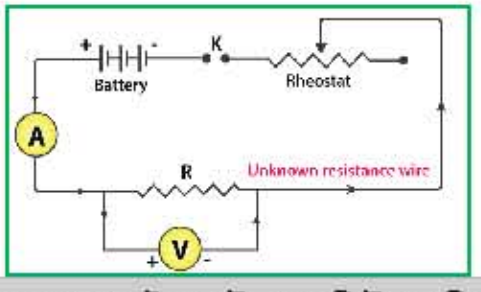
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Required Instruments)

ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৪" বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০২	কাটিং প্লায়ার্স	৪" বা ২০০ মি.মি.	০১টি

০৩	লং নোজ প্লায়ার্স	৪" বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৪	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৫	কানেকটিং স্ক্রু-ড্রাইভার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৬	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৭	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০V, ৫ A	০১টি
০৯	অ্যামিটার	অ্যানালগ	০১টি
১০	ওহম মিটার	এ্যানালগ	০২টি
১১	ডিসি ভোল্টমিটার	0-30V	০৪টি
১২	এ্যাভোমিটোর	ডিজিটাল/ এ্যানালগ	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials):

ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	পিভিসি ক্যাবল, লাল	১Â7/1.8	০৩মি
০২	পিভিসি ক্যাবল, কালো	১Â7/1.8	০৩মি
০৩	পিভিসি ক্যাবল, সবুজ	১Â7/1.8	০৩মি
০৪	সুইচ	50V , 1Amp.	০৪টি
০৫	রেজিস্টর	51Ω, 100Ω, 200 Ω	০৪টি
০৬	কানেকটিং লীড		পরিমান মতো
০৭	ইন্সুলেটিং ট্যাপ		পরিমান মতো



চিত্র-৩.৭: কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ

কাজের ধাপ (Working Procedure):

১. স্টোর হতে পিপিই (PPE), হ্যান্ড টুলস, শিক্ষা উপকরণ ও পরিমাপকযন্ত্র সমূহ সংগ্রহ করে কাজের টেবিলের উপর রাখতে হবে ও পিপিই পরিধান করতে হবে;

২. বৈদ্যুতিক সার্কিটের প্রতীকসমূহ ব্যবহার করে সার্কিট খাতায় অংকন করতে হবে;

৩. কাজের ট্রেইনার বোর্ডে সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সার্কিট তৈরি করতে হবে;

৪. নাইফ দিয়ে প্রয়োজন অনুযায়ী তারের ইনসুলেশন বিচ্ছিন্ন করবে;

৫. অ্যামিটারকে লাইনের সাথে সিরিজে, ওহমমিটার এবং ভোল্টমিটারকে রেজিস্টারের সাথে প্যারালালে সংযোগ করতে হবে;

৬. জব চাহিদা অনুযায়ী অ্যামিটার, ভোল্টমিটার এবং ওহমমিটারের রেঞ্জ সেট করবে।

৭. সংযোগ সম্পন্ন করে সুইচ অন করে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার এর প্রাপ্ত রিডিং ডাটা সীটে লিখবে;

৮. ওহমমিটার এর সাহায্যে রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করে রিডিং ডাটা সীটে লিখবে;

৯. ভেরিয়েবল রেজিস্টারের সাহায্যে সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহের মান পরিবর্তন করে ভোল্টেজ ও কারেন্টের মান ডাটাসীটে লিপিবদ্ধ করবে;

১০. ট্রেইনার বোর্ডের সুইচ বন্ধ করে PPE, যন্ত্রপাতি ও পরিমাপক যন্ত্রসমূহ স্টোরে জমা হবে।

১১. কাজের টেবিল ও ওয়ার্কস্পেস পরিষ্কার করতে হবে।

ডাটা টেবিল

Sl. No	I_t	I_1	I_2	V_t	V_1	V_2	R_1	R_2	R_1	Remarks
01										
02										

(ক+খ) কারেন্ট ও ভোল্টেজ পরিমাপ

➢ সতর্কতা (Precaution)

- হিসাব নিকাশ করে রেজিস্টরগুলোর মান নির্ধারন করতে হবে।
- রেজিস্টরের ভিতর দিয়ে কি পরিমান কারেন্ট প্রবাহিত হয় ডাটা টেবিলে লিপিবদ্ধ করতে হবে।
- সার্কিটের সংযোগ তারের জয়েন্ট খোলা রাখা যাবে না।
- মিটারগুলো সঠিক নিয়মে সংযোগ করতে হবে ও ত্রুটি মুক্ত রিডিং সংগ্রহ করতে হবে।
- কানেকটিং লীডগুলো শক্ত করে লাগাতে হবে।

➢ **অর্জিত দক্ষতা:** বৈদ্যুতিক সার্কিটের প্রতীকসমূহ ব্যবহার করে সার্কিট তৈরি করতে এবং বৈদ্যুতিক সার্কিটে কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স, ভোল্টেজ পরিমাপ করার দক্ষতা অর্জন হয়েছে। বাস্তব জীবনে প্রয়োগ করা সম্ভব হবে।

জব-২: ওহমের সূত্রের সাহায্যে কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স এর সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারবে।

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যাক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
২. প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
৩. বৈদ্যুতিক প্রতীক ব্যবহার করে খাতায় সার্কিট ডায়াগ্রাম অঙ্কন করার দক্ষতা অর্জন করব;
৪. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী মিটার ও লোড সংযোগ দিতে পারব;
৫. অ্যামিটার, ওহমমিটার ও ভোল্টমিটার সংযোগ করার দক্ষতা অর্জন;
৬. ওহমমিটার ব্যবহার করে সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন;
৭. ওহমের সূত্রের সাহায্যে কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স এর সম্পর্ক নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্র. 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 গ্লোবস	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):

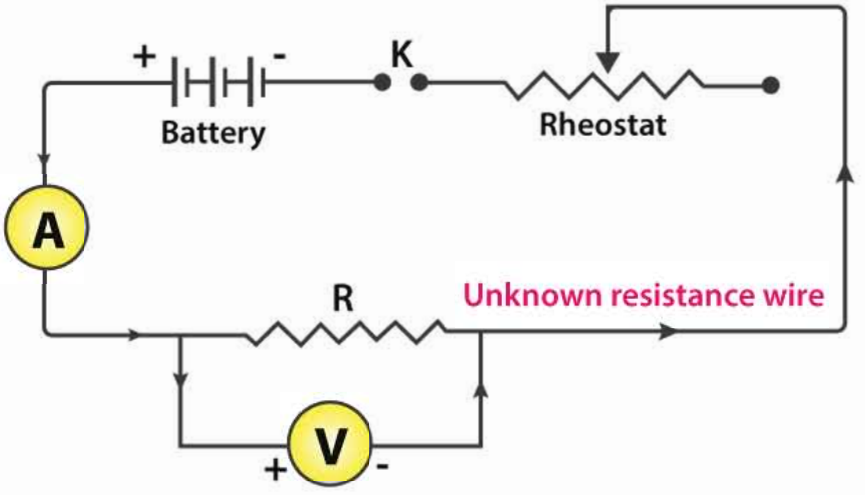
ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০২	কাটিং প্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৩	লং নোজ প্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৪	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৫	কানেকটিং স্ক্রু-ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৬	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি

০৭	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০V, ৫ A	০১টি
০৯	অ্যামিটার	এ্যানালগ	০২টি
১০	ওহম মিটার	এ্যানালগ	০২টি
১১	ডিসি ভোল্টমিটার	0-30V	০৪টি
১২	ডিসি অ্যামিটার	0-500mA	০৩টি
১৩	এ্যাভোমিটোর	ডিজিটাল/ এ্যানালগ	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials):

ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	পিভিসি ক্যাবল, লাল	১Â7/1.5 rm	০৩মি
০২	পিভিসি ক্যাবল, কাল	১Â7/1.5 rm	০৩মি
০৩	সুইচ	20V , 1Amp.	০৪টি
০৪	রেজিস্টর	51Ω, 100Ω, 200 Ω	০৪টি
০৫	কানেকটিং লীড		পরিমান মতো
০৬	ইন্সুলেটিং ট্যাপ	Osaka	পরিমান মতো

ডায়াগ্রাম (Diagram):



চিত্র-৩.৯: ওহমের সূত্র

কাজের ধাপ (Working Procedure):

১. প্রথমে স্টোর হতে পিপিই (PPE), হ্যান্ড টুলস ও পরিমাপকযন্ত্র সমূহ সংগ্রহ করে কাজের টেবিলের উপর রাখব এবং পিপিই পরিধান করব;

২. বৈদ্যুতিক সার্কিটের প্রতীকসমূহ ব্যবহার করে সার্কিট ডায়াগ্রাম খাতায় অংকন করতে পারব।

৩. টেইনার বোর্ডে সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সার্কিট সংযোগ তৈরি করতে পারব।

৪. অ্যামিটারকে রেজিস্টরের সাথে সিরিজে, ওহমমিটারকে এবং ভোল্টমিটারকে রেজিস্টারের সাথে প্যারালালে সংযোগ করতে হবে।

৫. জব চাহিদা অনুযায়ী অ্যামিটার সমুহের সিলেক্টিং নব ঘুরিয়ে রেঞ্জ সেট করব;

৬. সংযোগ সম্পন্ন হলে সুইচ অন করে মিটার থেকে কারেন্ট ও ভোল্টেজের রিডিং ডাটা সীটে লিখতে পারব।

৭. ভেরিয়েবল রেজিস্টারের সাহায্যে সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহের মান পরিবর্তন করবে এবং কারেন্ট এর প্রাপ্ত মান খাতায় লিপিবদ্ধ করবে।

৮. ওহমমিটারের সাহায্যে রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করে প্রাপ্ত মান খাতায় লিপিবদ্ধ করবে।

৯. ডিসি সার্কিট ট্রেইনার বোর্ডের সুইচ বন্ধ করে PPE, যন্ত্রপাতি ও পরিমাপক যন্ত্রসমূহ স্টোরে জমা দিবে;

৮. কাজের টেবিল ও ওয়ার্কস্পেস পরিষ্কার করতে পারব।

হিসাব নিকাশঃ

যদি কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V, পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স R এবং এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট I হয়, তবে ওহমের সূত্রানুসারে V, I ও R এর মধ্যকার সম্পর্ক হচ্ছে-

$$I = \frac{V}{R} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$

$$R = \frac{V}{I} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ii)$$

$$V = IR \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (iii)$$

ডাটা টেবিল

Sl. No	R_t	R_1	R_2	I_t	I_1	I_2	V_t	V_1	V_2	Remarks
01										
02										

➢ সতর্কতা (Precaution):

- হিসাব নিকাশ করে রেজিস্টরগুলোর মান নির্ধারন করতে হবে।
- মিটার থেকে প্রাপ্ত মান সমূহ ডাটাসীটে নির্ভুল ভাবে লিপিবদ্ধ করতে হবে।
- মিটারগুলো সঠিক নিয়মে সংযোগ করতে হবে।
- কানেকটিং লীডগুলো শক্ত করে লাগাতে হবে।

অর্জিত দক্ষতাঃ বৈদ্যুতিক সার্কিটের প্রতীকসমূহ ব্যবহার করে সার্কিট তৈরি করতে এবং বৈদ্যুতিক সার্কিটে কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স এর সম্পর্ক নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন হয়েছে। বাস্তব জীবনে প্রয়োগ করা সম্ভব।

চতুর্থ অধ্যায়

বৈদ্যুতিক তার, ক্যাবল ও তাদের জয়েন্ট

Electrical wires, cables and their joints

বর্তমানে বাংলাদেশ স্বল্পোন্নত দেশ থেকে মধ্যম আয়ের দেশ বা উন্নয়নশীল দেশে রুপান্তরিত হচ্ছে। যে দেশ যত বেশি বিদ্যুৎ ব্যবহার করতে সক্ষম, সেই দেশ ততো উন্নত। বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ব্যবহার আমাদের দৈনন্দিন কাজকর্মকে গতিশীল করেছে। বাসগৃহ, বিদ্যালয়, অফিস ও কলকারখানায় বিদ্যুতায়ন করতে তার ও ক্যাবলের মাধ্যমে সকল ফিটিংস ও ফিক্সার, যন্ত্রপাতি ও সহায়ক উপকরণের সংযোগ দেওয়া হয়। একটি স্থাপনায় বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর উপযোগিতা, স্থায়িত্ব, ব্যয় ও নিরাপত্তা নির্ভর করে তার ও ক্যাবলের নির্বাচনের ও নান্দনিক সংযোগের উপর। প্রস্তুতকৃত তার ও ক্যাবল একটি নির্দিষ্ট পরিমাপের থাকায় ব্যবহারিক কাজে সেগুলো কেটে বিভিন্ন আকারের করে জয়েন্ট বা সংযোগ দিতে হয়। তবে এর জন্য প্রয়োজন যথাযথ জ্ঞান, দক্ষতা এবং কাজের প্রতি শ্রদ্ধাবোধ। এ অধ্যায়ে বৈদ্যুতিক তার ও ক্যাবলের বিভিন্ন প্রকারের জয়েন্ট নিয়ে আলোচনা করা হবে।

এই অধ্যায় শেষে আমরা-

- কাজের জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারব;

- বিভিন্ন সাইজ ও কারেন্ট বহন ক্ষমতার তার সনাক্ত করতে পারব;
- বিভিন্ন সাইজ ও কারেন্ট বহন ক্ষমতার ক্যাবল সনাক্ত করতে পারব;
- বিভিন্ন প্রকারের জয়েন্ট করতে পারব;
- জয়েন্ট টেপিং করতে পারব;
- তারের জয়েন্টে সোল্ডারিং করতে পারব;
- ওয়ার্কপ্লেস পরিষ্কার, টুলস, ম্যাটেরিয়ালস ও ইকুইপমেন্ট রক্ষণাবেক্ষন করতে পারব।

৪.১ বৈদ্যুতিক তার ও ক্যাবল

বৈদ্যুতিক স্থাপনায় বিভিন্ন ফিটিংস ও ফিক্সার এবং সকল যন্ত্রপাতি সংযোগ বৈদ্যুতিক তার ও ক্যাবল এর মাধ্যমে করা হয়। কপার ও এ্যালুমিনিয়াম দ্বারা সকল ধরনের তার ও ক্যাবল তৈরী হয়। প্রস্তুতকারী প্রতিষ্ঠান বাজারের চাহিদা মোতাবেক বিভিন্ন মানের এবং গ্রেডের তার ও ক্যাবল প্রস্তুত করে।

৪.১.১ বৈদ্যুতিক তার ও ক্যাবল এর ধারণা

বৈদ্যুতিক তার: ইনসুলেশনের আবরণহীন কন্ডাকটরকে বৈদ্যুতিক তার বলে। বাস্তবিক পক্ষে, ইনসুলেশন দ্বারা আবৃত বা অনাবৃত এলুমিনিয়াম বা কপারের তৈরি করা এক বা একাধিক খেই (স্ট্র্যান্ড) বিশিষ্ট পরিবাহী বা কন্ডাকটরকেই ওয়্যার বা বৈদ্যুতিক তার বলে। যেমন, সলিড তার, রজ্জু তার বা ফ্লেক্সিবল তার এবং মাল্টি স্ট্রেন্ডেড ফ্লেক্সিবল তার।

বৈদ্যুতিক ক্যাবল: এলুমিনিয়াম বা কপারের একাধিক খেই (স্ট্র্যান্ড) একত্রে পাকানো পর্যাপ্ত ইনসুলেশন দ্বারা আবৃত পরিবাহীকে ক্যাবল বলা হয়। ঘনবসতি এলাকায় লো ভোল্টেজ ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেমে ক্যাবল ব্যবহার করা খুব সুবিধাজনক। অ্যালুমিনিয়াম বা তামার তারের কোর, পিভিসি ইনসুলেশন, জল নিরোধক ধাতব আবরণ, ধাতব আর্মার প্রভৃতি উপাদান দিয়ে ক্যাবল তৈরি করা হয়। যেমন: ভিআইআর ক্যাবল, টিআরএস/ সিটিএস ক্যাবল ও ফ্লেক্সিবল ক্যাবল।

৪.১.২ তার ও ক্যাবল এর প্রকারভেদ

তারের গঠন, আকার, সংখ্যা, ব্যবহার ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত তার তিন ধরনের। যথা-

১.সলিড তার;
২.রজ্জু তার বা ফ্লেক্সিবল তার;
৩.মাল্টি স্ট্রেন্ডেড ফ্লেক্সিবল তার।

বিভিন্ন প্রকার তার ও ক্যাবলের তালিকা:

০১। পিভিসি (পলিভিনাইল ক্লোরাইড) তার

০২। ভিআইআর (ভলকানাইজড ইন্ডিয়ান রাবার) তার

০৩। সিটিএস (ক্যাব টায়ার শিথড) তার

০৪। টিআরএস (টাফ রবার শিথড) তার

০৫। শিথড তার

০৬। ওয়েদার প্রুফ তার

০৭। ফ্লেক্সিবল তার

০৮। প্লাস্টিক ইনসুলেটেড তার

০৯। ইউরেকা তার

১০। নাইক্রোম তার

হাউজ ওয়্যারিং এ ব্যবহার করার জন্য সাধারণত যে কয় প্রকার ইনসুলেটেড বৈদ্যুতিক ক্যাবল ব্যবহৃত হয় তা নিম্নরূপ:

(ক) পিভিসি ক্যাবল

(খ) ভিআইআর ক্যাবল

(গ) টিআরএস/ সিটিএস ক্যাবল

(ঘ) ফ্লেক্সিবল ক্যাবল

(ঙ) ওয়েদার প্রুফ ক্যাবল

(চ) মিনারেল ইনসুলেটেড ক্যাবল

(ছ) লিড কভার ক্যাবল

৪.১.৩ তার ও ক্যাবল এর ব্যবহার

বৈদ্যুতিক তার-

সাধারণত নিম্ন এবং মাঝারি ভোল্টেজ, বিদ্যুৎ উৎপাদন, পরিবহন ও বিতরণে ওভারহেড লাইনে ব্যবহৃত হয়।

বৈদ্যুতিক ক্যাবল-

মাঝারি এবং উচ্চ ভোল্টেজ লাইনে, বিদ্যুৎ পরিবহন ও বিতরণে ওভারহেড ও আন্ডার গ্রাউন্ড লাইনে ব্যবহৃত হয়।

৪.১.৪ ক্যাবল এর কারেন্ট বহন ক্ষমতা ও ভোল্টেজ গ্রেড (২৩০ ভোল্ট - ২৩০ কিলোভোল্ট)

তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল	তারের সংখ্যা ও ব্যাস	গুচ্ছাকারে আবৃত			
		দুই কোর ক্যাবল / সিঙ্গেল ফেজ এ.সি		চার কোর ক্যাবল / থ্রিফেজ এ.সি	
		তামা	এ্যালুমিনিয়াম	তামা	এ্যালুমিনিয়াম
বর্গ মি:মি:	মি:মি:	এ্যাম্প	এ্যাম্প	এ্যাম্প	এ্যাম্প
১	১/১.১২	১১	৮	৯	৭
১.৫	১/১.৪০	১	১১	১২	৯
২.৫	১/১.৮০	১৮	১৪	১৫	১২
৪	১/২.২৪	২৪	১৯	২১	১৬
৬	১/২.৮০	৩১	২৪	২৫	২০
১০	১/৩.৫৫	৪২	৩২	৩৬	২৮
১৬	৭/১.৭০	৫৭	৪৫	৪৯	৩৮
২৫	৭/২.২৪	৭৩	৫৬	৬২	৪৮
৩৫	৭/২.৫০	৮৮	৬৯	৭৫	৫৮
৫০	৭/৩.০০	১০৮	৮৪	৯৩	৭২
৬৫	১৯/২.২৪	১৩৩	১০৩	১১৪	৮৮
৭০	১৯/২.৫০	১৬৪	১২৭	১৩৯	১০৮
১২০	৩৭/২.০৬	১৯০	১২৭	১৬১	১২৫
১৫০	৩৭/২.২৪	২৭৫	২৫০	১৯০	১৬৫

আমাদের দেশে সাধারণভাবে লাইটিং সার্কিটের জন্য ১.৫ বর্গ মি.মি (re/rm) হতে ২.৫ বর্গ মি.মি (rm) পিভিসি বা ভিআইআর বা সিটিসি তামার বা এ্যালুমিনিয়াম তার ব্যবহার করা হয়। আর পাওয়ার সার্কিটের জন্য ২.৫ বর্গ মি.মি (rm) হতে ৬ বর্গ মি.মি(rm) পিভিসি বা সিটিএস তামার বা এ্যালুমিনিয়াম তার ব্যবহার করা হয়।

বিশেষ দ্রষ্টব্য: তার বা ক্যাবলের সাইজে (re- Standard round Conductor Each) এর অর্থ গোলাকার পাশকাটের একক সলিড তার এবং (rm- Standard round Conductor multi) এর অর্থ গোলাকার পাশকাটের বহুহারা তার। বিদ্যুৎ পরিবাহী তার/ক্যাবল এর উপরিভাগে ভোল্টেজ প্রতিরোধের জন্য ইনসুলেশন দেওয়া থাকে। ইনসুলেশন হিসেবে পলিভিনাইল ক্লোরাইড (পিভিসি) ব্যবহার করা হয়। তারের এই ইনসুলেশন ভোল্টেজ গ্রেড দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

৪.২ বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট

ইনসুলেশন উঠানো দুটি আলাদা তারকে একটি নির্দিষ্ট নিয়মে প্যাঁচানোকে তারের সংযোগ বা জয়েন্ট বলে। অথবা এক বা একাধিক খেই বিশিষ্ট দুটি তারের সংযোগকে জয়েন্ট বলে। তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি এবং যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামে সংযোগ দিতে তারের জয়েন্ট দিতে হয়।

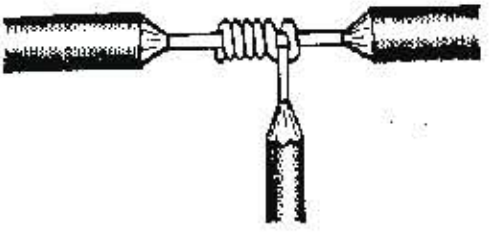
৪.২.১ বৈদ্যুতিক তারে জয়েন্টের ধারণা

আমরা পূর্বেই আলোচনা করেছি যে, এক বা একাধিক খেই বিশিষ্ট দুটি তারের সংযোগকে জয়েন্ট বলে। তার প্রস্তুতকারী প্রতিষ্ঠান নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের তার তৈরি করে থাকে। কাজের প্রয়োজনে তার কেটে ছোট কিংবা বড় করে জয়েন্ট দিতে হয়। পরিবাহী তার ছিড়ে গেলে উক্ত পরিবাহী জয়েন্ট এর প্রয়োজন হয়। বিভিন্ন রকম বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম সুইচ, সকেট সংযোগ করতে তার কেটে জয়েন্ট দিতে হয়। নিচে সেগুলো দেয়া হলো।

১. টি জয়েন্ট বা টেপ জয়েন্ট
২. গাট পড়ানো টি জয়েন্ট
৩. ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট
৪. ডুপ্লেক্স জয়েন্ট
৫. র‍্যাটটেইল বা পিগটেইল জয়েন্ট
৬. ডুপ্লেক্স টি জয়েন্ট
৭. ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট
৮. স্প্লাইস জয়েন্ট
৯. ম্যারেড্ জয়েন্ট।

৪.২.২ বিভিন্ন প্রকার জয়েন্টের নাম ও চিত্রঃ

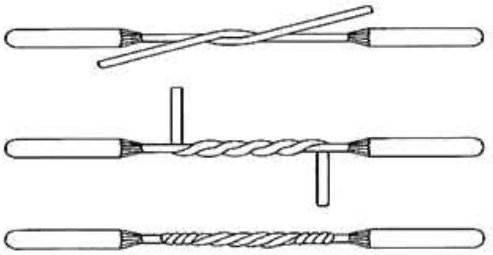
টি জয়েন্ট (Tee Joint) : এই জয়েন্ট বহুলভাবে ব্যবহৃত হয় এবং অতি সহজে তৈরি করা যায়। এই জয়েন্ট দেখতে ইংরেজি অক্ষর (T) এর মতো দেখায় বলে এই ধরনের জয়েন্টকে টি জয়েন্ট বলে। একে আবার টেপ জয়েন্টও বলা হয়। তারের টি (T) জয়েন্ট চিত্র ৪.১ এ দেখানো হয়েছে।



চিত্রঃ ৪.১ টি জয়েন্ট

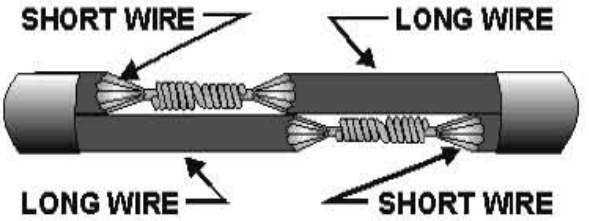
ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট (Western Union Joint): তারের ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট [৪.২] নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। দুইটি তারের মধ্য প্রত্যেকটির প্রান্ত থেকে ৬০ সে.মি. হইতে ৭৫ সে.মি. পরিমাণ

ইনসুলেশন কেটে নিতে হবে। তারপর চাকুর ভোতা পাশ দিয়ে বা এমারি পেপার দিয়ে ঘষে পরিবাহীর উপরের ময়লা পরিষ্কার করে নিতে হবে। অতঃপর চিত্র [৪.২] অনুযায়ী প্যাঁচিয়ে সংযোগ দিতে হবে।



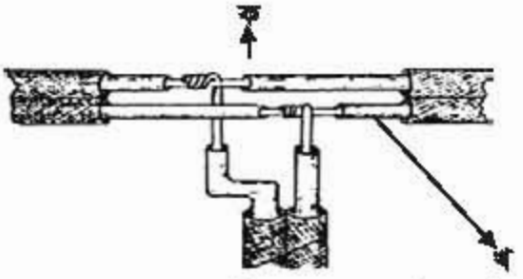
চিত্র: ৪.২ ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট

ডুপ্লেক্স জয়েন্ট (Duplex Joint): দুই কোর বিশিষ্ট ক্যাবলে এ ধরনের জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়। জয়েন্টগুলোকে এমনভাবে করতে হয়, যেন একটি খোলা জয়েন্টের সাথে অন্য খোলা জয়েন্টের সংযোগ না হয়। টেপিং না করলেও যেন শর্ট সার্কিট হতে না পারে। এজন্য দু তারের ইনসুলেশনকে চিত্রানুযায়ী এমনভাবে কাটতে হয়, যেন একটি ছিন শর্ট ও অন্যটি চিত্রানুযায়ী যথাক্রমে ৭৫ মি.মি.এবং ৩৮ মি.মি. করে বাইরের ইনসুলেশন পরিষ্কার করতে হবে। পরবর্তীতে নির্দিষ্ট নিয়মানুযায়ী জয়েন্টের কাজ সম্পন্ন করতে হয়। চিত্রে [৪.৩] এই জয়েন্ট দেখানো হয়েছে।



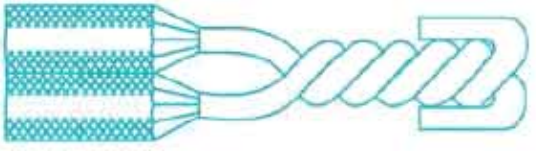
চিত্র: ৪.৩ ডুপ্লেক্স জয়েন্ট

ডুপ্লেক্স 'টি' জয়েন্ট (Duplex Tee Joint): তারের ডুপ্লেক্স টি (T) জয়েন্ট চিত্র [৪.৪] তে দেখানো হয়েছে। দুই কোর বিশিষ্ট ক্যাবলে এ ধরনের জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়। প্রয়োজনীয় পরিমাণ উভয় ক্যাবলের ইনসুলেশন ফেলে দিতে হয়। তারপর তারকে চাকুর ভোঁতা পার্শ্বের সাহায্যে পরিষ্কার করে নিয়ে সুন্দরভাবে 'খ' ক্যাবলের তারকে 'ক' ক্যাবলের তারে সাথে সংযোগ করে এ জয়েন্ট করা হয়। জয়েন্ট করার সময় লক্ষ্য রাখতে হবে যে, টেপিং না করলেও যেন সরবরাহ চালু রাখতে শর্ট সার্কিট না হয়।



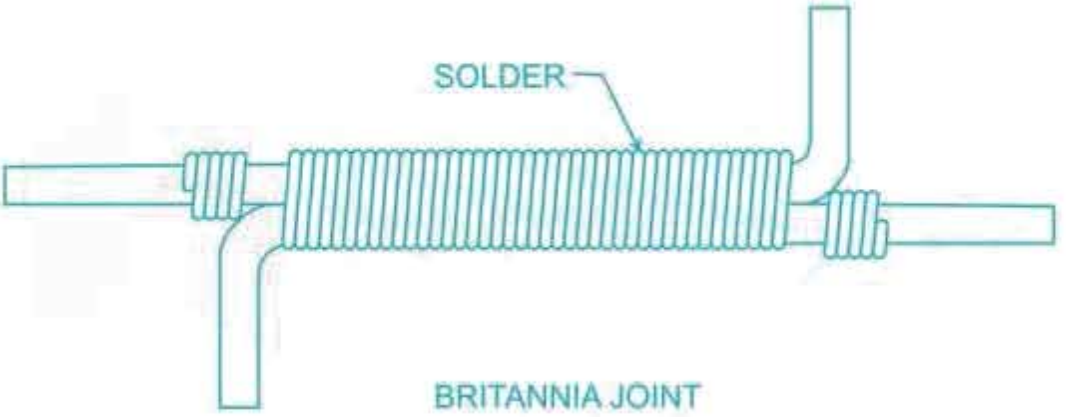
চিত্র: ৪.৪ ডুপ্লেক্স টি জয়েন্ট

র‍্যাট বা পিগটেইল জয়েন্ট (Rat or Pig tail Joint): দুইটি তারের মধ্য প্রত্যেকটির প্রান্ত থেকে ৬০ সে.মি. হইতে ৭৫ সে.মি. পরিমাণ ইনসুলেশন কেটে নিতে হবে। তারপর চাকুর ভোতা পাশ দিয়ে বা এমারি পেপার দিয়ে ঘষে পরিবাহীর উপরের ময়লা পরিষ্কার করে নিতে হবে। দুইটি তার ৪৫ ডিগ্রী কোণে রেখে এক হাত দিয়ে শক্ত করে ধরে, অন্য হাত দিয়ে এমন ভাবে পেঁচাতে হবে যাতে তারের কৌণিক দূরত্ব সমান থাকে। অতপর চিত্র: [৪.৫] এর ন্যায় শেষ অংশ উল্টা দিকে ঘুরিয়ে দিতে হবে যাহা ইঁদুরের লেজের ন্যায় দেখা যায়।



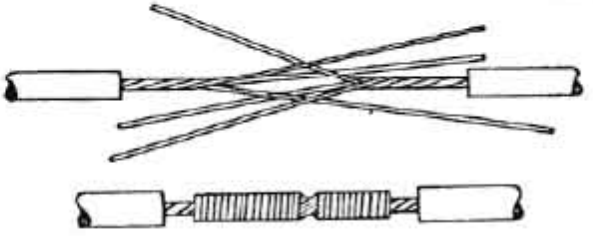
চিত্র: ৪.৫ র‍্যাট বা পিগ টেইল জয়েন্ট

ব্রিটানিয়া জয়েন্ট (Britannia Joint) : ওভার হেড লাইনে ব্যবহৃত অ্যালুমিনিয়াম স্ট্রান্ডেড পরিবাহী বা হার্ডড্রন তামার তার জোড়া দেয়ার সময় ব্রিটনিয়া জয়েন্টের পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। তবে স্ট্রান্ডেড পরিবাহীর চেয়ে সলিড পরিবাহী জোড়া দিতে এর ব্যবহার অধিক। বাইন্ডিং তার ও পরিবাহী তার একই ধাতুর হতে হবে। যে দুটি তারের সংযোগ দিতে হবে, সে দুটিকে ৭৫মি.মি. হতে ১০০মি.মি. ভালোভাবে পরিষ্কার করে উভয়ের প্রান্ত ২৫ মি.মি. করে সমকোণে বাঁকাতে হবে। ফলে তার সহজে খুলে আসতে পারে না। অতপর দুইটি পরিষ্কার তারকে একত্র করে, বাইন্ডিং তার দিয়ে উত্তমরূপে পেচাতে হবে । [৪.৬] চিত্রে ব্রিটানিয়া জয়েন্ট দেখানো হয়েছে।



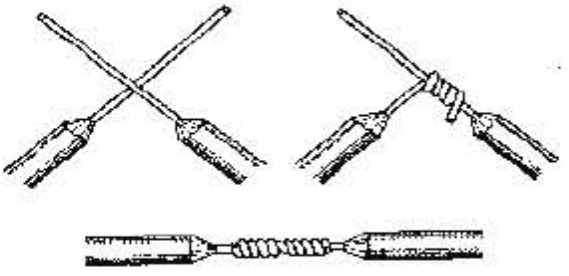
চিত্র: ৪.৬ ব্রিটানিয়া জয়েন্ট

ম্যারেড জয়েন্ট (Married Joint) : রজ্জু তারকে শক্তভাবে জয়েন্ট দিতে নিচের [৪.৭] চিত্রানুযায়ী এ জয়েন্ট দিতে হয়। প্রত্যেকটি খেঁই ভালোভাবে পরিষ্কার করে এ জয়েন্ট দিতে হবে, তা না হলে জয়েন্টে রেজিস্ট্যান্স বেড়ে যাবে। পরিবাহী লাইনের অ্যালুমিনিয়াম তারে এ ধরনের জয়েন্ট দেয়া হয়।



চিত্র: ৪.৭ ম্যারেড জয়েন্ট

স্প্লাইস জয়েন্ট (Splice Joint): [৪.৮] নং চিত্রে স্প্লাইস সংযোগ দেখানো হয়েছে। ওভার হেড লাইনে যদি দুটি সলিড পরিবাহী থাকে, তবে সংযোগ করার সময় জয়েন্ট করা হয়। মোটা রজ্জু তার হলেও এই জয়েন্ট করা যায়।



চিত্র: ৪.৮ স্প্লাইস জয়েন্ট

৪.২.৩ ভালো জয়েন্টের গুনাবলী বা বৈশিষ্ট্য

একটি ভালো জয়েন্টের নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি থাকে-

ক) জয়েন্ট যান্ত্রিকভাবে শক্ত হতে হবে, যেন টানলে সংযোগস্থল খুলে না যায়।

খ) সংযোগস্থল যেন কারেন্ট প্রবাহে অতিরিক্ত বাধার সৃষ্টি না করে।

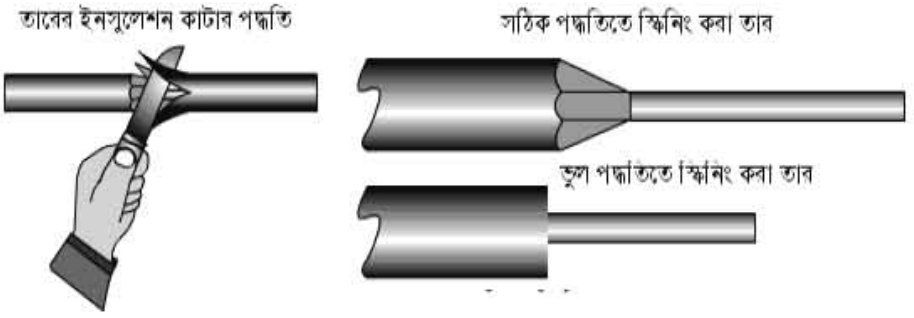
গ) জয়েন্টের স্থান বাহ্যিকভাবে দেখতে সুন্দর হয়।

ঘ) সংযোগস্থলে কারেন্ট প্রবাহ বাধাপ্রাপ্ত হলে গরম হয়ে জয়েন্ট নষ্ট হতে পারে।

৪.২.৪ বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট করার ধাপ বা পদক্ষেপসমূহ:

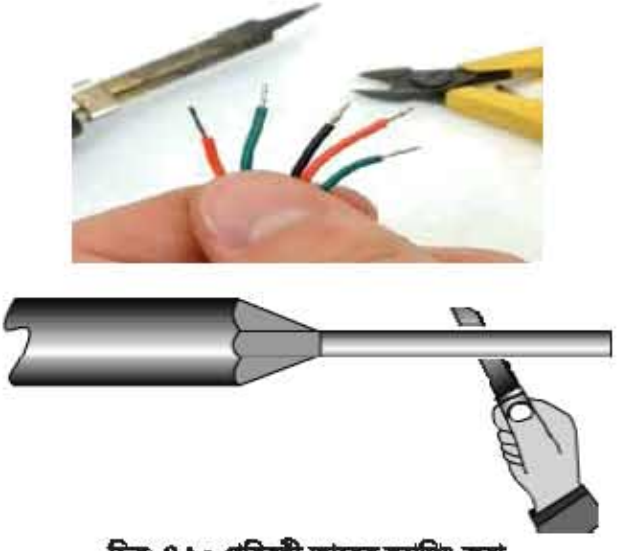
বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে করতে যে সকল পদক্ষেপসমূহ নিতে হয় তা ধারাবাহিকভাবে নিচে দেওয়া হলো।

- **তারের ইনসুলেশন কাটা বা স্কিনিং করা:** তারের ইনসুলেশন ছুরি দিয়ে কেটে ফেলে দেয়াকে ইনসুলেশন কাটা বা স্কিনিং বলে। একটি তারকে অন্য তারের সাথে সংযোগ করার উদ্দেশ্যে উভয় তারের ইনসুলেশন ১ ইঞ্চি থেকে ১.৫ ইঞ্চি বা ২৫ মি.মি. ৩০ মি.মি. বা প্রয়োজনীয় পরিমাণ কেটে ফেলতে হবে। ইনসুলেশন কাটার সময় ৩৫° হতে ৪৫° ডিগ্রী কোণে চাকু ব্যবহার করতে হয়। এছাড়া ওয়ার স্ট্রিপার বা স্ক্র্যাপারের সাহায্যে তারের ইনসুলেশন বিচ্ছিন্ন করা যায়। পদ্ধতিটি [৪.৯] নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



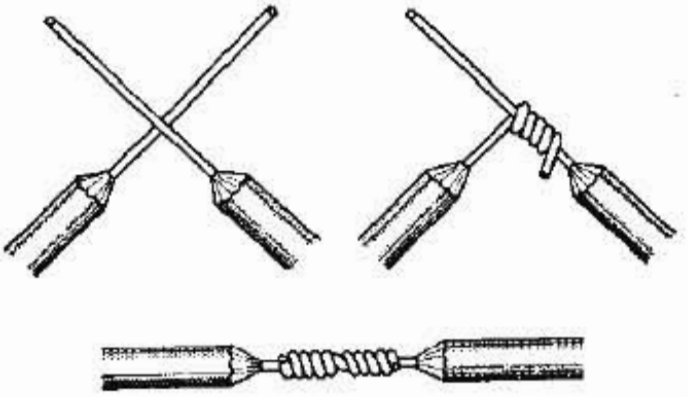
চিত্রঃ ৪.৯ পরিবহী তারের ইনসুলেশন কাটা বা স্ক্রিপিং করা

- **তারকে পরিষ্কার করা বা স্ক্রাপিং করাঃ** প্রয়োজনীয় পরিমাণ তারের ইনসুলেশন কেটে ফেলে দেয়ার পর যতটুকু খোলা তার থাকবে, তার উপরে ইলেকট্রিশিয়ান চাকুর ভোতা পার্শ্বের সাহায্যে পরিষ্কার করে নিতে হয়ে। এটাই স্ক্রাপিং নামে পরিচিত। পদ্ধতিটি [৪.১০] নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্রঃ ৪.১০ পরিবহী তারের স্ক্রাপিং করা

- **সংযোগ করা বা টাইয়িং করাঃ** দুটি তারকে একত্রে সংযোগ বা জয়েন্ট দেয়াকে টাইয়িং বলে। [৪.১১] নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

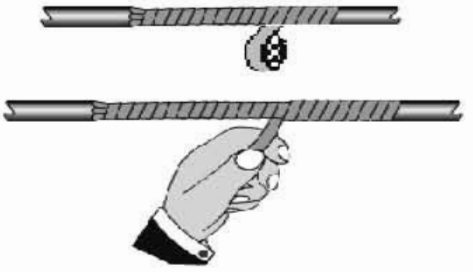


চিত্রঃ ৪.১১ তার সংযোগ করা বা টাইরিং করা

- **ঝালাই বা সোল্ডারিং করাঃ** নিয়ম মোতাবেক তারের সংযোগ শেষ করে বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থলে সোল্ডারিং বা ঝালাই করতে হয়। সোল্ডারিং এর ফলে তারের জয়েন্ট মজবুত হয় এবং কারেন্ট প্রবাহে বাধা কমে যায়। ঝালাই করার সময় গরম ঝালাই বিটে রজন লাগাতে হবে। এটি সংযোগকে গরম ও পরিষ্কার ঝালাই লাগাতে সহায়তা করে। ঝালাই যথাযথভাবে সম্পন্ন করতে নিম্নলিখিত কাজগুলো করতে হয়। চিত্রঃ [৪.১২] সোল্ডারিং বা ঝালাই দেখানো হয়েছে।

চিত্রঃ ৪.১২ সোল্ডারিং বা ঝালাই

- **ইনসুলেটিং বা টেপিংঃ** তারের সংযোগস্থলে শর্ট সার্কিট জনিত দুর্ঘটনা, মরিচা প্রতিরোধ এবং সৌন্দর্য্য বাড়াতে টেপিং করা হয়। জয়েন্টের কাজ সম্পন্ন করে সংযোগস্থলের খোলা অংশে ইনসুলেশন করতে হয়। প্রথমে ইনসুলেটিং টেপ দিয়ে উন্মুক্ত জায়গাটি প্যাঁচাতে হবে যাতে ইনসুলশন, তারের ইনসুলেশন এর সমান হয়। পদ্ধতিটি ৪.১৩ নং চিত্রে সঠিকভাবে দেখানো হয়েছে।



চিত্রঃ ৪.১৩ তারের জয়েন্টে টেপিং করা

৪.২.৫ বৈদ্যুতিক তারে জয়েন্টের প্রয়োজনীয়তাঃ

যে সমস্ত কারণে বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবলে জয়েন্টের প্রয়োজন হয়, তা নিচে উল্লেখ করা হলো-

১. জয়েন্ট বক্সে তার জোড়া লাগানোর জন্য।

২. তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে, তার প্রস্তুতকারী প্রতিষ্ঠান নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের তার তৈরি করে থাকে। ব্যবহারকারীর প্রয়োজন অনুসারে তার কেটে ছোট এবং জয়েন্ট দিয়ে বড় করতে হয়।

৩. বিভিন্ন রকম বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম সুইচ, সকেট সংযোগ করতে তার কেটে জয়েন্ট দিতে হয়।

৪. বৈদ্যুতিক সরঞ্জামে টার্মিনালের কাজে তার জয়েন্ট দিতে হয়।

৪.২.৬ জয়েন্টের ব্যবহারিক ক্ষেত্রসমূহঃ

- **র‍্যাটটেইল বা পিগটেইল জয়েন্টঃ** যে সমস্ত যায়গায় টান কম থাকে, সে সমস্ত জায়গায় র‍্যাটটেইল বা পিগটেইল জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়। যেমনঃ সুইচ, হোল্ডার ও জাংশন বক্স।
- **ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্টঃ** যে সমস্ত যায়গায় তারের উপর কিছুটা টান পড়ে, সে সমস্ত যায়গায় ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।
- **ব্রিটেনিয়া জয়েন্টঃ** ওভার হেড লাইনে ব্যবহার করা হয়।
- **ডুপ্লেক্স জয়েন্টঃ** দুই কোর বিশিষ্ট ক্যাবল জোড়া দেওয়ার জন্য ডুপ্লেক্স জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।
- **ডুপ্লেক্স টিঃ** যেখানে বেশী টান পড়ে সেখানে ডুপ্লেক্স টি জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।
- **স্প্লাইস জয়েন্টঃ** ওভার হেড লাইনে সলিড তার জোড়া দেওয়ার জন্য স্প্লাইস জয়েন্ট ব্যবহৃত হয়।
- **ম্যারিড জয়েন্টঃ** একাধিক খেই বিশিষ্ট ক্যাবল জোড়া দেওয়ার জন্য ম্যারিড জয়েন্ট ব্যবহৃত হয়।

৪.৩ বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট সোল্ডারিংঃ

তার বা ক্যাবল কন্ডাকটরের মধ্যে যান্ত্রিকভাবে সংযোগ দেওয়ার পর সংযোগস্থলে সোল্ডার ও রজনের মাধ্যমে ঐ জয়েন্টকে মজবুত, জয়েন্টের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি ও কারেন্ট বাধামুক্ত করতে শংকর ধাতুর যে প্রলেপ দেয়া হয়, তাকে সোল্ডারিং বা ঝালাই বলে। ৪.১৪ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

চিত্র: ৪.১৪ তারের সোল্ডারিং বা ঝালাই

৪.৩.১ বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট সোল্ডারিং এর ধারণা:

বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টকে মজবুত ও মসৃণ করতে সোল্ডারিং করা একান্ত দরকার। এখন জানতে হবে সোল্ডার, সোল্ডারিং আয়রন ও ফ্ল্যাক্স বা রজন কি? সোল্ডার হলো টিন ও লিড এর শংকর ধাতু এবং ফ্ল্যাক্স বা রজন সোল্ডারিং এর সাহায্যকারী রাসায়নিক পদার্থ। বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত সোল্ডারের টিন ও লীডের অনুপাত যথাক্রমে ৬০% এবং ৪০%। সোল্ডারিং করতে ফ্ল্যাক্স বা রজন দরকার হয়। সোল্ডারিং আয়রন উত্তপ্ত করে সংযোগস্থলে সোল্ডার ও ফ্ল্যাক্স বা রজন এর মাধ্যমে প্রলেপ দেওয়াকেই সোল্ডারিং বলে।

সোল্ডারিং দুই প্রকার, যথা

(ক) সফ্‌ট সোল্ডারিং: টিন ও লিডের মিশ্রণে যে সোল্ডারিং করা হয় তাকে, সফ্‌ট সোল্ডারিং বলে।

(খ) হার্ড সোল্ডার বা ব্রেজিং সোল্ডারিং: ৯০০° সে.গ্রে. তাপমাত্রায় যে সোল্ডারিং করা হয়, ইহা হার্ড বা ব্রেজিং সোল্ডারিং ।

৪.৩.২ সোল্ডারিং এর প্রয়োজনীয়তা

বৈদ্যুতিক তার অথবা ধাতুর সংযোগস্থল / জয়েন্টকে শক্ত, মজবুত, স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করার জন্য এবং তারের নিরবিচ্ছিন্নতা অর্জন, সংযোগস্থলে রোধ বৃদ্ধি হতে না দেওয়া এবং প্রাকৃতিক দুর্ঘটনা বা অপ্রত্যাশিত কারণে নিরাপদ রাখার জন্য সোল্ডারিং করা প্রয়োজন হয়।

৪.৩.৩ সোল্ডারিং করার পদক্ষেপ সমূহ

তারের সংযোগস্থল মজবুত করতে সোল্ডারিং করার পদক্ষেপগুলো নিম্নরূপ:

১. সংযোগস্থল ভালো করে পরিষ্কার করতে হবে;
২. সোল্ডারিং আয়রনের বিট ফাইল ও ওয়্যার ব্রাশ দ্বারা এবং স্পঞ্জ করে পরিষ্কার করতে হবে;
৩. সোল্ডারিং আয়রনের বিট সঠিক মাত্রায় গরম করতে হবে;
৪. সোল্ডারিং আয়রনের বিটে সোল্ডারের প্রলেপ দিতে হবে;
৫. সংযোগস্থলে উত্তপ্ত বিট প্রয়োগ করতে হবে;
৬. গরম সংযোগস্থলে ফ্লাক্স প্রয়োগ করতে হবে।

সোল্ডারিং এর গুনাবলী সমূহ

- সংযোগস্থল এর স্থায়ীত্ব বৃদ্ধি করবে;

- মরিচা রোধক;
- সংযোগস্থল এর টানসহন ক্ষমতা বৃদ্ধি পাবে;
- সংযোগস্থল মসৃণ হবে।

৪.৩.৪ ভাল সোল্ডার এর গুনাবলী সমূহ

সোল্ডারের টিন-লিড এর অনুপাত সঠিক মানের থাকতে হবে;

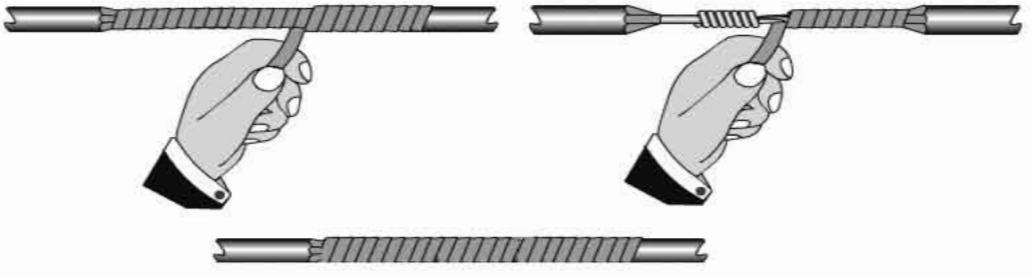
- ❖ মেল্টিং-পয়েন্ট কম অর্থাৎ অল্প তাপমাত্রায় গলে যাবে;
- ❖ দ্রুত সময়ে শক্ত হবে;
- ❖ মরিচারোধক হবে;
- ❖ ঠান্ডা হওয়ার পর টানসহন ক্ষমতা যথেষ্ট থাকতে হবে।

৪.৪ বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট ট্যাপিং (Taping)

বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টের স্থান অপরিবাহী পদার্থ বা ইনসুলেটিং টেপ দিয়ে নিয়মতান্ত্রিকভাবে মোড়ানোকে টেপিং বলে। জয়েন্ট এর স্থানে কারেন্ট যেন লিক করতে না পারে, বৈদ্যুতিক শর্ট সার্কিট না হয়, বৈদ্যুতিক শক না লাগে এবং সংযোগস্থল দেখতে ভালো লাগে সেজন্য টেপিং করা হয়।

৪.৪.১ ট্যাপিং (Taping) এর ধারণা

বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট করার পর উহার উপর কোনো প্রকার আবরন বা ইনসুলেশন থাকে না, যা বিপদজনক। এমতাবস্থায় ব্যবহারকারী যে কোনো সময় দুর্ঘটনায় পরতে পারে। উপরোক্ত সংযোগস্থল যান্ত্রিক ভাবে দূর্বল থাকায় বাহ্যিক আঘাতে সংযোগ বিচ্ছিন্ন হতে পারে এবং মরিচা ধরতে পারে। সংযোগ বা জয়েন্ট নিরাপদ ও দীর্ঘস্থায়ী করার জন্য নির্দিষ্ট নিয়মে ইনসুলেটিং টেপ দিয়ে তারের জয়েন্টকে উত্তমরূপে টেপিং করা একান্ত প্রয়োজন। নিচে টেপিং করার পদ্ধতি চিত্রের [৪.১৫] মাধ্যমে দেখানো হলো।



চিত্র: ৪.১৫ তারের জয়েন্টে টেপিং করা

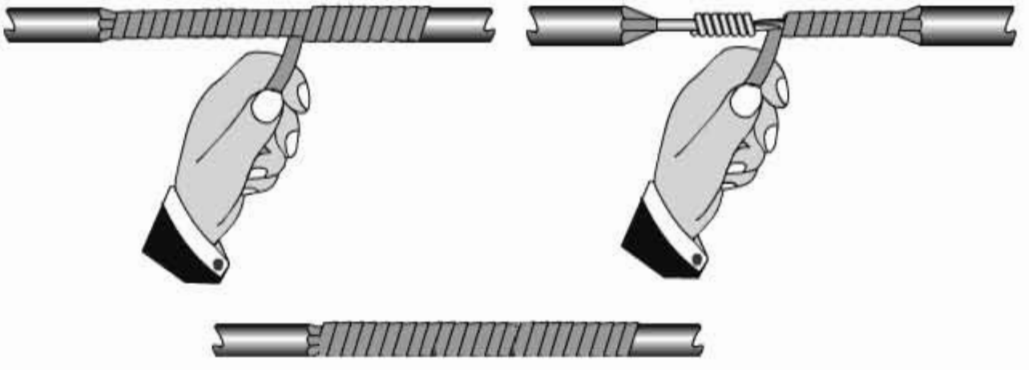
৪.৪.২ ট্যাপিং (Taping) এর প্রয়োজনীয়তা:

বৈদ্যুতিক কারেন্ট বহনের লক্ষ্যে যে পরিবাহী ব্যবহার করা হয়, সে পরিবাহীতে বিভিন্ন কারণে জয়েন্ট দেয়ার প্রয়োজন হয়। সংযোগস্থল টেপিং না করলে, কাজ করার সময় ইলেকট্রিশিয়ান বা কর্মী বৈদ্যুতিক শক থেকে মারা পর্যন্ত যেতে পারে। তাই বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টে টেপিং করা একান্ত প্রয়োজন। নিচের বিষয়গুলোর জন্য তারের জয়েন্টে টেপিং গুরুত্বপূর্ণ।

১. শর্ট সার্কিট থেকে রক্ষার জন্য;
২. সংযোগস্থলকে অক্সাইড থেকে রক্ষা করতে;
৩. সংযোগস্থলের ক্ষয়রোধ করতে;
৪. ব্যবহারকারীর নিরাপত্তা জন্য;
৫. ওয়্যারিং সার্কিটকে নিরাপদ করতে;
৬. সংযোগস্থল দেখতে ভালো লাগার জন্য টেপিং করা প্রয়োজন।

৪.৪.৩ ট্যাপিং (Taping) এর ধাপ বা পদক্ষেপ সমূহ

- তারের জয়েন্ট পরিষ্কার করতে হবে;
- উপযুক্ত মানের ইনসুলেশন টেপ সংগ্রহ করতে হবে;
- জয়েন্টের এক পার্শ্ব থেকে টেপ পেঁচাতে হবে;
- পরিবাহী তারের ইনসুলেশনের সাথে সামঞ্জস্য রেখে টেপ পেঁচাতে হবে।



চিত্র: ৪.১৬ তারের জয়েন্টে টেপিং করা

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. জয়েন্টের তারের ইনসুলেশন কেটে ফেলে দেয়াকে কী বলে?
২. ঝালাইয়ে ফ্ল্যাক্স-এর কাজ কী?
৩. ডুপ্লেক্স জয়েন্ট কোথায় ব্যবহার করা হয়?
৪. বহু খেই বিশিষ্ট তারে কোন ধরনের জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়?
৫. দুকোর বিশিষ্ট তারে কোন ধরনের সংযোগ করা হয়?
৬. চাকুর ভোঁতা অংশ দিয়ে যে কাজ করা হয় তাকে কী বলে?
৭. টেপিং কী?
৮. কী দিয়ে টেপিং করা হয়?
৯. তারের জয়েন্টে সোল্ডারিং শেষে কী কাজ করা হয়?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. তারের জয়েন্ট কী?
২. বৈদ্যুতিক তারে জয়েন্টের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
৩. ভালো জয়েন্টের গুণাবলি উল্লেখ কর।
৪. জয়েন্টের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।
৫. পিগটেইল জয়েন্ট-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।
৬. সোল্ডারিং বলতে কী বোঝায়?
৭. সোল্ডারের টিন-লিডের অনুপাত কত?
৮. তারের জয়েন্ট সোল্ডারিং করার উদ্দেশ্য কী?
৯. সোল্ডার কত প্রকার ও কী কী?
১০. খুব বেশি তাপমাত্রায় কোন ধরনের সোল্ডারিং করা হয়?

রচনামূলক উত্তর প্রশ্ন

১. তারের জয়েন্ট করার পদক্ষেপ ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা কর।
২. সোল্ডারিং করার পদক্ষেপসমূহ বর্ণনা কর।

ব্যাবহারিক (Practical)

জব নং ১: বৈদ্যুতিক তারে পিগটেইল জয়েন্ট তৈরী করতে পারবে।

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
২. প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
৩. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
৪. ছুরি বা ওয়্যার স্ট্রিপার ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক তারের ইনসুলেশন অপসারণের দক্ষতা অর্জন।
৫. অঙ্কন অনুসারে বৈদ্যুতিক তারের পিগটেইল জয়েন্ট তৈরী করার দক্ষতা অর্জন।
৬. বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টের স্থান সোল্ডারিং করার দক্ষতা অর্জন।
৭. বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টের স্থান টেপিং করার দক্ষতা অর্জন।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্র. 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 মাক্স	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লোবস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু মুক্ত উপাদান	প্রয়োজন অনুযায়ী

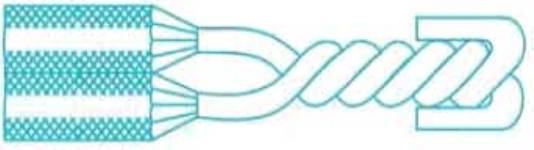
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Required Instruments):

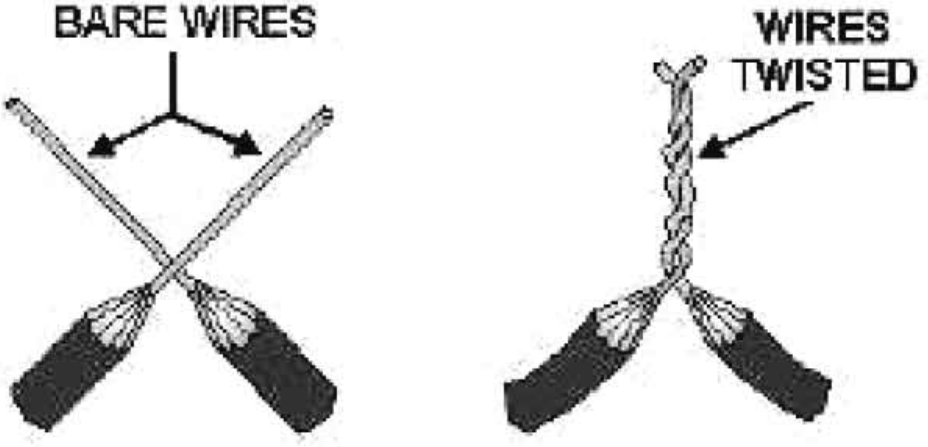
ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০২	কাটিং প্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৩	লং নোজ প্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৪	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৫	কানেকটিং স্ক্রু-ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৬	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৭	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০V, ৫ A	০১টি
০৯	অ্যাভোমিটোর	ডিজিটাল/ এ্যানালগ	০১টি
১০	সোল্ডারিং আয়রণ	২২০V, ১০০ w	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials):

ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	পিভিসি ক্যাবল, লাল	1/1.8 মি.মি	০৩মি
০২	পিভিসি ক্যাবল, কালো	1/1.8 মি.মি	০৩মি
০৩	কানেকটিং শীড		পরিমান মতো
০৪	রজন / ফ্লাক্স		পরিমান মতো
০৫	ইন্সুলেটিং ট্যাপ		পরিমান মতো

চিত্র /ডায়াগ্রাম (Figure/Diagram):





চিত্র -৪.১৭ র‍্যাট বা পিগ টেইল জয়েন্ট

কাজের ধাপ (Working Procedure):

১. প্রথমে স্টোর হতে পিপিই (PPE), OSH হ্যান্ড-টুলস, শিক্ষা-উপকরণ ও পরিমাপকযন্ত্র সমূহ সংগ্রহ করে কাজের টেবিলের উপর রাখতে হবে।

২. নাইফ অথবা ওয়্যার স্ট্রিপার দিয়ে প্রয়োজনমতো তারের ইনসুলেশন রিমুভ করবে।

৩. কন্ডাক্টর পৃষ্ঠটি এমরি পেপার/ছুরির উল্টা পিঠ ব্যবহার করে স্ক্র্যাপ করবে বা পরিষ্কার করবে।

৪. ইনসুলেশন সরানো দুটি মাথা প্রয়োজন অনুযায়ী মোড়িয়ে র‍্যাট বা পিগ টেইল জয়েন্ট তৈরী করবে ।

৫. জয়েন্টের স্থান সোল্ডারিং করবে।

৬. PPE, OSH যন্ত্রপাতি, শিক্ষাউপকরণ ও পরিমাপক যন্ত্রসমূহ স্টোরে জমা দিতে হবে।

৭. কাজের টেবিল পরিষ্কার করতে হবে।

সতর্কতা (Precaution):

- সঠিক পদ্ধতিতে তারের ইনসুলেশন কাটা বা স্কিনিং করতে হবে।
- সঠিক পদ্ধতিতে তারকে পরিষ্কার করা বা স্ক্র্যাপিং করতে হবে।
- নির্দিষ্ট নিয়মে প্রয়োজনীয় সংযোগ বা জয়েন্ট করতে হবে।
- প্রয়োজন অনুসারে সোল্ডারিং বা টেপিং করতে হবে।
- সঠিক সোল্ডারিং এর জন্য পদক্ষেপগুলি ধারাবাহিকভাবে অনুসরণ করতে হবে।
- সঠিক টেপিং এর জন্য পদক্ষেপগুলি ধারাবাহিকভাবে অনুসরণ করতে হবে।

অর্জিত দক্ষতা: বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবলে র‍্যাট বা পিগ টেইল জয়েন্ট করার দক্ষতা অর্জন হয়েছে। বাস্তবজীবনে এর যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব নং ২: বৈদ্যুতিক তারে টি-জয়েন্ট জয়েন্ট তৈরী করণ।

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যাক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
২. প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
৩. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
৪. ছুরি দিয়ে করে বৈদ্যুতিক তারের ইনসুলেশন অপসারণের দক্ষতা অর্জন;
৫. অঙ্কন অনুসারে বৈদ্যুতিক তারের টি-জয়েন্ট তৈরী করার দক্ষতা অর্জন;
৬. বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টের স্থান সোল্ডারিং টেপিং করার দক্ষতা অর্জন।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্র. 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 গ্লোবস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু মুক্ত উপাদান	প্রয়োজন অনুযায়ী

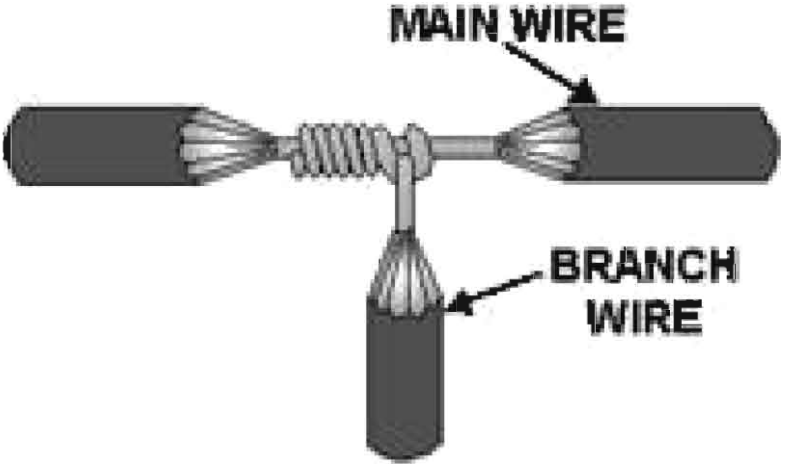
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Required Instruments):

ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	কম্বিনেশন প্লার্য়াস	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০২	কাটিংপ্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৩	লং নোজপ্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৪	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৫	কানেকটিং স্ক্রু-ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৬	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৭	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০V, ৫ A	০১টি
০৯	অ্যাভোমিটোর	ডিজিটাল/ এ্যানালগ	০১টি
১০	সোল্ডারিং আয়রণ	২২০V, ১০০ w	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials):

ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	পিভিসি ক্যাবল, লাল	1/1.8 মিঃ মিঃ	০৩মি
০২	পিভিসি ক্যাবল, কালো	1/1.8 মি.মি	০৩মি
০৩	কানেকটিং লীড		পরিমান মতো
০৪	রজন / ফ্লাক্স		পরিমান মতো
০৫	ইন্সুলেটিং ট্যাপ		পরিমান মতো

ডায়াগ্রাম (Diagram):



চিত্র -৪.১৮ টি-জয়েন্ট জয়েন্ট

কাজের ধাপ (Working Procedure):

১. প্রথমে স্টোর হতে পিপিই (PPE), OSH হ্যান্ড টুলস, শিক্ষা উপকরণ ও পরিমাপকযন্ত্র সমূহ সংগ্রহ করে কাজের টেবিলের উপর রাখতে হবে।
২. নাইফ অথবা ওয়্যার স্ট্রিপার দিয়ে প্রয়োজনমতো তারের ইনসুলেশন কেটে ফেলতে হবে।
৩. কন্ডাক্টর পৃষ্ঠটি এমরি পেপার/ছুরির উল্টা পিঠ ব্যবহার করে স্ক্র্যাপ করবে বা পরিষ্কার করবে।
৪. ইনসুলেশন সরানো দুটি মাথা প্রয়োজন অনুযায়ী পেঁচিয়ে টি-জয়েন্ট তৈরী করবে ।
৫. জয়েন্টের স্থান সোল্ডারিং করবে।
৬. PPE, OSH যন্ত্রপাতি, শিক্ষাউপকরণ ও পরিমাপকযন্ত্র সমূহ স্টোরে জমা দিতে হবে।
৭. কাজের টেবিল পরিষ্কার করতে হবে।

সতর্কতা (Precaution):

- সঠিক পদ্ধতিতে তারের ইনসুলেশন কাটা বা স্কিনিং করা ।
- চাকু সাবধানে ব্যবহার করা, যেন এর ধারালো অংশে হাতে না লাগে।
- সঠিক পদ্ধতিতে তারকে পরিষ্কার করা বা স্ক্র্যাপিং করতে হবে।
- নির্দিষ্ট নিয়মে প্রয়োজনীয় সংযোগ বা জয়েন্ট করতে হবে।
- সোল্ডারিং এর সময় লক্ষ্য রাখতে হবে, যেন ভালো অংশে সোল্ডারিং না হয়।
- সঠিক টেপিং এর জন্য পদক্ষেপগুলি ধারাবাহিকভাবে অনুসরণ করতে হবে।

অর্জিত দক্ষতা: বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবলে টি-জয়েন্ট করার দক্ষতা অর্জন হয়েছে। বাস্তব জীবনে এর যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব নং ৩: বৈদ্যুতিক তারে ওয়েস্টার্ণ ইউনিয়ন জয়েন্ট তৈরী করণ

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
২. প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
৩. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
৪. ছুরি বা ওয়্যার স্ট্রিপার ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক তারের ইনসুলেশন অপসারণের দক্ষতা অর্জন।
৫. অঙ্কন অনুসারে বৈদ্যুতিক তারের ওয়েস্টার্ণ ইউনিয়ন জয়েন্ট তৈরী করার দক্ষতা অর্জন।
৬. বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টের স্থান সোল্ডারিং করার দক্ষতা অর্জন।
৭. বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টের স্থান টেপিং করার দক্ষতা অর্জন।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্র. 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 গ্লোবস	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):

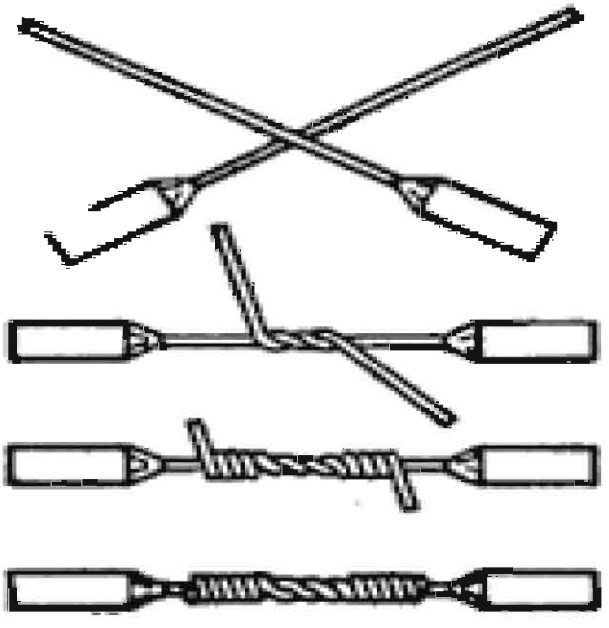
ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	কম্বিনেশন প্লার্য়াস	৪" বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০২	কাটিং প্লায়ার্স	৪" বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৩	লং নোজ প্লায়ার্স	৪" বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৪	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৫	কানেকটিং স্ক্রু-ড্রাইভার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৬	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৭	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি

০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০V, ৫ A	০১টি
০৯	অ্যাভোমিটোর	ডিজিটাল/ এ্যানালগ	০১টি
১০	সোল্ডারিং আয়রণ	২২০V, ১০০ w	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials):

ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	পিভিসি ক্যাবল, লাল	1/1.8 মি.মি	০৩মি
০২	পিভিসি ক্যাবল, কালো	1/1.8 মি.মি	০৩মি
০৩	কানেকটিং লীড		পরিমান মতো
০৪	রজন / ফ্লাক্স		পরিমান মতো
০৫	ইন্সুলেটিং ট্যাপ		পরিমান মতো

ডায়াগ্রাম (Diagram):



চিত্র -৪.১৯ ওয়েস্টার্ণ ইউনিয়ন জয়েন্ট

কাজের ধাপ (Working Procedure):

১. প্রথমে স্টোর হতে পিপিই (PPE), OSH হ্যান্ডটুলস, শিক্ষা উপকরণ ও পরিমাপকযন্ত্র সমূহ সংগ্রহ করে কাজের টেবিলের উপর রাখতে হবে।
২. নাইফ অথবা ওয়্যার স্ট্রিপার দিয়ে প্রয়োজনমত তারের ইনসুলেশন রিমুভ করবে।
৩. কন্ডাক্টর পৃষ্ঠটি এমরি পেপার/ছুরির উল্টা পিঠ ব্যবহার করে স্ক্র্যাপ করবে বা পরিষ্কার করবে।
৪. ইনসুলেশন সরানো দুটি মাথা প্রয়োজন অনুযায়ী মোড়িয়ে ওয়েস্টার্ণ ইউনিয়ন জয়েন্ট তৈরী করবে ।
৫. জয়েন্টের স্থান টেপিং / সোল্ডারিং করবে।
৬. PPE, OSH যন্ত্রপাতি, শিক্ষাউপকরণ ও পরিমাপক যন্ত্রসমূহ স্টোরে জমা দিতে হবে।
৭. কাজের টেবিল পরিষ্কার করতে হবে।

সতর্কতা (Precaution):

- সঠিক পদ্ধতিতে তারের ইনসুলেশন কাটা বা স্কিনিং করা।
- চাকু সাবধানতার সহিত ব্যবহার করতে হবে যেন এর ধারালো অংশ শরীরের কোনো যায়গায় লেগে কেটে যায়।
- সঠিক পদ্ধতিতে তারকে পরিষ্কার করা বা স্ক্র্যাপিং করতে হবে।
- নির্দিষ্ট নিয়মে প্রয়োজনীয় সংযোগ বা জয়েন্ট করতে হবে।
- প্রয়োজন অনুসারে সোল্ডারিং বা টেপিং করতে হবে।
- সঠিক সোল্ডারিং এর জন্য পদক্ষেপগুলি ধারাবাহিকভাবে অনুসরণ করতে হবে।
- সঠিক টেপিং এর জন্য পদক্ষেপগুলি ধারাবাহিকভাবে অনুসরণ করতে হবে।

অর্জিত দক্ষতা: বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবলে ওয়েস্টার্ণ ইউনিয়ন জয়েন্ট করার দক্ষতা অর্জন হয়েছে। বাস্তব জীবনে এর যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব নং ৪: বৈদ্যুতিক তারে ম্যারিড জয়েন্ট তৈরী করণ

পারদর্শিতার মানদন্ডঃ

৮. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
৯. প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
১০. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
১১. ছুরি বা ওয়্যার স্ট্রিপার ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক তারের ইনসুলেশন অপসারণের দক্ষতা অর্জন।
১২. অঙ্কন অনুসারে বৈদ্যুতিক তারের ম্যারিড জয়েন্ট তৈরী করার দক্ষতা অর্জন।
১৩. বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টের স্থান সোল্ডারিং করার দক্ষতা অর্জন।
১৪. বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টের স্থান টেপিং করার দক্ষতা অর্জন।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE):

ক্র. 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 গ্লোবস	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):

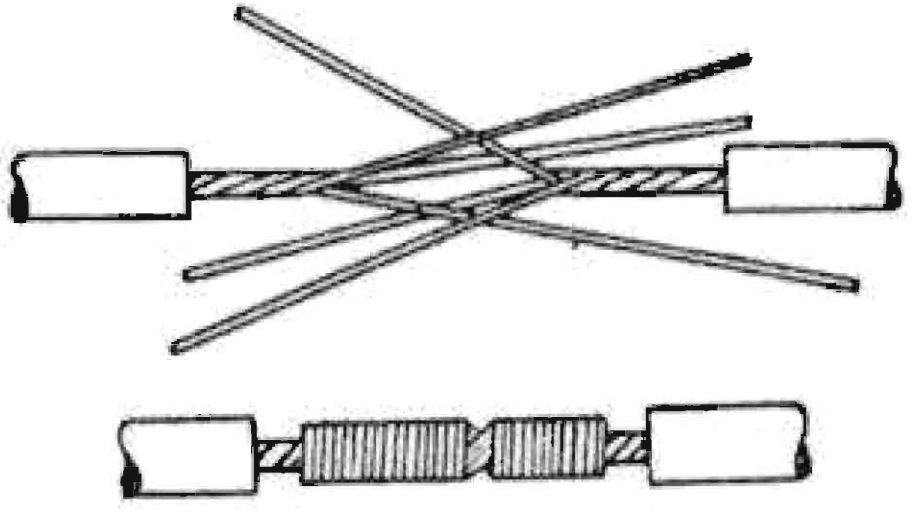
ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০২	কাটিং প্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৩	লং নোজ প্লায়ার্স	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি

০৪	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৫	কানেকটিং স্ক্রু-ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৬	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৭	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০V, ৫ A	০১টি
০৯	অ্যাভোমিটোর	ডিজিটাল/ এ্যানালগ	০১টি
১০	সোল্ডারিং আয়রণ	২২০V, ১০০ w	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials):

ক্র. নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	পিভিসি ক্যাবল, লাল	1/1.8 মি.মি.	০৩মি
০২	পিভিসি ক্যাবল, কালো	1/1.8 মি.মি.	০৩মি
০৩	পিভিসি ক্যাবল, সবুজ	1/1.8 মি.মি.	০৩মি
০৪	কানেকটিং লীড		পরিমান মতো
০৫	রজন / ফ্লাক্স		পরিমান মতো
০৬	ইন্সুলেটিং ট্যাপ		পরিমান মতো

ডায়াগ্রাম (Diagram):



চিত্র -৪.২০ ম্যারিড জয়েন্ট

কাজের ধাপ (Working Procedure):

১. প্রথমে স্টোর হতে পিপিই (PPE), হ্যান্ডটুলস ও ক্যাবল সংগ্রহ করে কাজের টেবিলের উপর রাখতে হবে।
২. নাইফ অথবা ওয়্যার স্ট্রিপার দিয়ে প্রয়োজনমত তারের ইনসুলেশন কেটে ফেলতে হবে।
৩. কন্ডাক্টর পৃষ্ঠটি এমরি পেপার/ছুরির উল্টা পিঠ ব্যবহার করে স্ক্র্যাপ করবে বা পরিষ্কার করবে।
৪. ইনসুলেশন সরানো দুটি মাথা প্রয়োজন অনুযায়ী পেঁচিয়ে ম্যারিড জয়েন্ট তৈরী করবে ।
৫. জয়েন্টের স্থান সোল্ডারিং করবে।
৬. PPE, OSH যন্ত্রপাতি, যন্ত্রসমূহ স্টোরে জমা দিতে হবে।
৭. কাজের টেবিল ও পরিষ্কার করতে হবে।

সতর্কতা (Precaution):

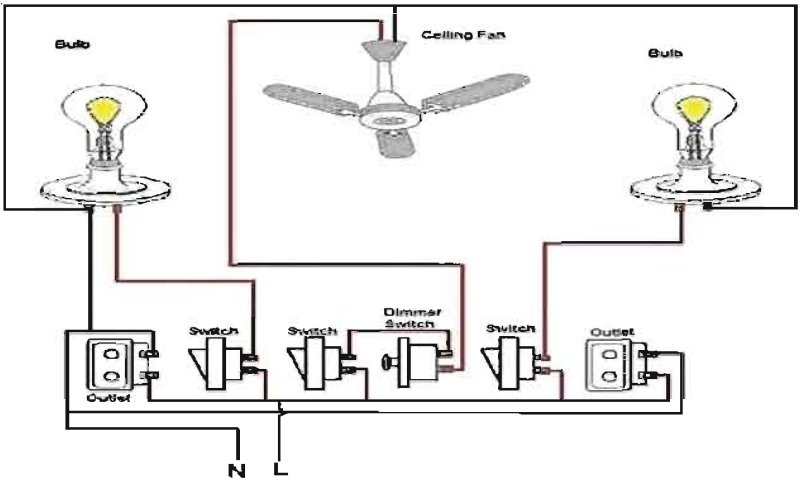
- সঠিক পদ্ধতিতে তারের ইনসুলেশন কাটা বা স্কিনিং করা ।
- চাকু সাবধানতার সহিত ব্যবহার করতে হবে যেন এর ধারালো অংশ শরীরের লেগে কেটে না যায়।
- সঠিক পদ্ধতিতে তারকে পরিষ্কার করা বা স্ক্র্যাপিং করতে হবে।
- নির্দিষ্ট নিয়মে প্রয়োজনীয় সংযোগ বা জয়েন্ট করতে হবে।
- প্রয়োজন অনুসারে সোল্ডারিং বা টেপিং করতে হবে।
- সঠিক সোল্ডারিং এর জন্য পদক্ষেপগুলি ধারাবাহিকভাবে অনুসরণ করতে হবে।
- সঠিক টেপিং এর জন্য পদক্ষেপগুলি ধারাবাহিকভাবে অনুসরণ করতে হবে।

অর্জিত দক্ষতা: বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবলে ম্যারিড জয়েন্ট করার দক্ষতা অর্জন হয়েছে। বাস্তব জীবনে এর যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

পঞ্চম অধ্যায়

ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট

Electrical Circuit



ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কে সার্কিট বা বর্তনীর ধারণা একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। আমরা যেসব বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি ব্যবহার করি তার সবকটির অপারেশন নির্ভর করে যন্ত্রগুলোর ইলেকট্রিক সার্কিটের উপর। বাতি, ফ্যান, রেগুলেটর, টর্চ, বৈদ্যুতিক হিটার, আয়রন ইত্যাদি সবধরনের বৈদ্যুতিক যন্ত্রের কার্যকারিতার মূলে আছে কতগুলো বৈদ্যুতিক সার্কিট। সার্কিটের মাধ্যমে শক্তির রূপান্তর ঘটে। যেমন টর্চ জ্বালালে ব্যাটারির রাসায়নিক শক্তি আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ব্যাটারি, ডায়নামো প্রভৃতি একটি সার্কিটের শক্তির উৎস। সাধারণত একটি সার্কিটের উপাদানগুলো হলো এসি বা ডিসি ভোল্টেজ সোর্স, পরিবাহী তার, রেজিসট্যান্স, ক্যাপাসিটর, ইন্ডাক্টর, ডায়োড, ট্রানজিস্টর ইত্যাদি । অনেক সময় সার্কিটের সমস্যার কারণে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি কার্যকারিতা হারায়। বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে পরিচালনা এবং প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে মেরামতের জন্য সার্কিট সম্পর্কে যথাযথ তাত্ত্বিক ও ব্যাবহারিক জ্ঞান থাকা আবশ্যক। এছাড়া সার্কিট সম্পর্কিত জ্ঞান বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি মেরামতকালে যন্ত্র ও মানুষ উভয়ের নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে সহায়তা করে। এঅধ্যায়ে আমরা কিছু সরল সার্কিটের গঠন আলোচনা করব।

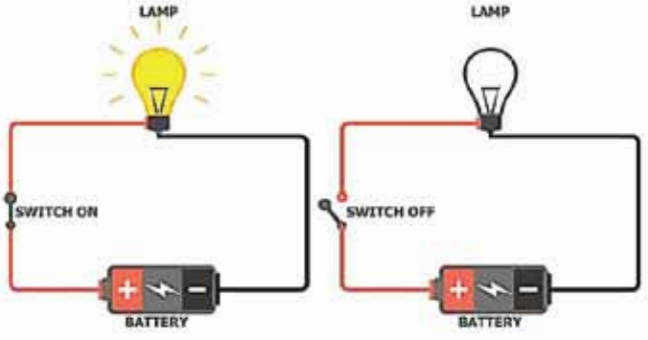
বিভিন্ন জটিল ও বিস্তৃত সার্কিট নেটওয়ার্কের একেকটি অংশ আবার একেকটি সরল সার্কিট। সুতরাং সরল সার্কিট বিষয়ক জ্ঞান পরবর্তীতে জটিল সার্কিট বিশ্লেষণে শিক্ষার্থীদের জন্য সহায়ক হবে।

এই অধ্যায় শেষে আমরা-

১. বৈদ্যুতিক সার্কিট ব্যাখ্যা করতে পারব;
২. আদর্শ বৈদ্যুতিক সার্কিটের উপাদান সমূহ বর্ণনা করতে পারব;
৩. সিরিজ, প্যারালাল ও মিশ্র সার্কিট এর বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করতে পারব;
৪. সিরিজ, প্যারালাল ও মিশ্র সার্কিট এর চিত্র অংকন করতে পারব;
৫. সিরিজ, প্যারালাল ও মিশ্র সার্কিট এর সংযোগ প্রদর্শন করতে পারব;
৬. সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিট এর সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স হিসেব করতে পারব;
৭. সিরিজ, প্যারালাল ও মিশ্র সার্কিটের মোট কারেন্ট নির্ণয় করতে পারব;
৮. সার্কিটের শাখা কারেন্ট ও ভোল্টেজ নির্ণয় করতে পারব।

৫.১ বৈদ্যুতিক সার্কিট

আমরা জানি বিদ্যুৎ প্রবাহ হলো বৈদ্যুতিক চার্জের প্রবাহ বা স্থানান্তর। চার্জ প্রবাহের জন্য একটি বদ্ধ পথের প্রয়োজন হয়। বৈদ্যুতিক সার্কিট হলো চার্জ প্রবাহের পথ। বৈদ্যুতিক চার্জকে স্থানচ্যুত করতে হলে এর উপর বল প্রয়োগ করতে হয়। ব্যাটারী বা অন্য ভোল্টেজ উৎস চার্জের উপর বল প্রয়োগ করে। ৫.১ নং চিত্রে দুইটি বৈদ্যুতিক সার্কিট দেখানো হয়েছে। বামদিকের সার্কিটে ব্যাটারীর একপ্রান্ত থেকে বৈদ্যুতিক চার্জ বের হয়ে সংযোগ তার ও বাল্বের ফিলামেন্টের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হয়ে অন্য প্রান্ত দিয়ে ব্যাটারীতে প্রবেশ করছে। অর্থাৎ উৎস হতে বের হয়ে বিদ্যুৎ লোডের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে পুনরায় উৎসে ফিরে আসছে। বিদ্যুৎ চলাচলের এধরনের পথকে বৈদ্যুতিক বর্তনী বা সার্কিট বলে। আমরা দেখতে পাচ্ছি বামদিকের বর্তনীর বাল্বটিতে আলো জ্বলছে অথচ ডানদিকেরটিতে আলো জ্বলছেনা। তোমরা বলতে পারবে কেন এমনটি ঘটছে?



চিত্র: ৫.১ বৈদ্যুতিক সার্কিট

ডান দিকের বর্তনীর সুইচ অফ করা অবস্থায় আছে। ফলে বিদ্যুৎ উৎসের এক প্রান্ত থেকে বের হয়ে অন্য প্রান্তে পৌঁছানোর জন্য নিরবচ্ছিন্ন পথ পাবে না বিধায় উৎস থেকে বিদ্যুৎ বের হবে না। এধরনের সার্কিটকে ওপেন সার্কিট বলে। বামপাশের বর্তনীটিতে নিরবচ্ছিন্ন পথে বিদ্যুৎ উৎসের এক প্রান্ত থেকে বের হয়ে অন্য প্রান্তে পৌঁছাতে পারে বলে একে ক্লোজড সার্কিট বলে। বিদ্যুৎ প্রবাহ না থাকার কারণে ডান পাশের সার্কিটের বাল্বটিতে আলো জ্বলছেনা।

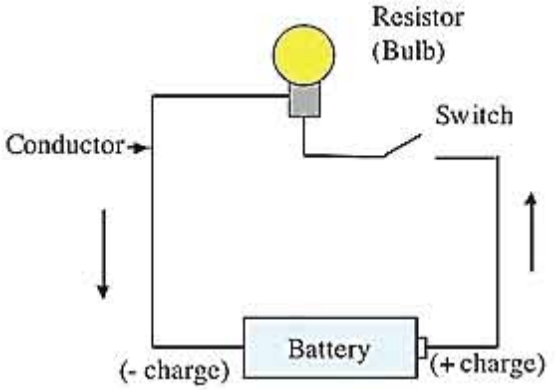
৫.১.১ বৈদ্যুতিক সার্কিট এর উপাদান

একটি বৈদ্যুতিক সার্কিট তৈরি করতে কমপক্ষে তিনটি উপাদান প্রয়োজন। যথা:-

(ক) ভোল্টেজ উৎস

(খ) বৈদ্যুতিক লোড এবং

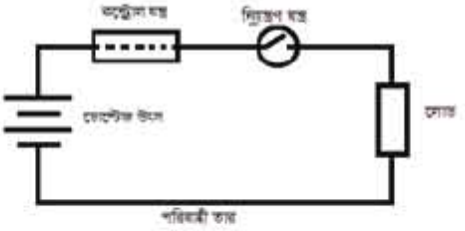
(গ) বৈদ্যুতিক লোড সংযোগ করার জন্য প্রয়োজনীয় তার।



চিত্র: ৫.২ বৈদ্যুতিক সার্কিটের উপাদান

৫.১.২ আদর্শ বৈদ্যুতিক সার্কিট

যে সার্কিট বা বর্তনীতে ভোল্টেজ উৎস, রক্ষণযন্ত্র, নিয়ন্ত্রণযন্ত্র, বৈদ্যুতিক লোড ও পরিবাহী তার থাকে তাকে আদর্শ বৈদ্যুতিক সার্কিট বলে। আদর্শ বৈদ্যুতিক সার্কিটের একটি চিত্র নিচে দেয়া হলো (চিত্র: ৫.৩)।



চিত্র: ৫.৩ আদর্শ বৈদ্যুতিক সার্কিট

একটি আদর্শ বৈদ্যুতিক সার্কিটের মূল উপাদানসমূহের বিবরণ নিচে প্রদান করা হলো:

১. ভোল্টেজ উৎস: ভোল্টেজ উৎস হিসেবে সাধারণত ব্যাটারি, জেনারেটর ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।
২. রক্ষণযন্ত্র: রক্ষণযন্ত্র হিসেবে ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার, ওভার লোড রিলে ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।
৩. নিয়ন্ত্রণযন্ত্র: নিয়ন্ত্রণযন্ত্র হিসেবে সাধারণত সুইচ ব্যবহার করা হয়।
৪. বৈদ্যুতিক লোড: বাতি, পাখা, হিটার, ফ্রিজ, রেডিও, টেলিভিশন ইত্যাদি হলো লোড।
৫. পরিবাহীর তার: পরিবাহীর তার হিসেবে ফ্লেক্সিবল ওয়্যার, পিভিসি তার, ভিআইআর তার ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

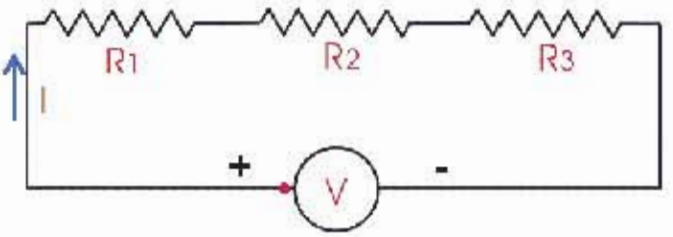
৫.২ বৈদ্যুতিক সার্কিটের শ্রেণিবিভাগ

বৈদ্যুতিক লোড বা রোধের সংযোগ বিন্যাস অনুযায়ী বৈদ্যুতিক সার্কিট তিন প্রকার। যথা-

১। সিরিজ বা শ্রেণি সার্কিট;
২। প্যারালাল বা সমান্তরাল সার্কিট;
৩। সিরিজ-প্যারালাল সার্কিট বা মিশ্র সার্কিট।

সিরিজ সার্কিট

যে সংযোগে দুই বা ততোধিক রেজিস্টর একটার পর একটা সংযুক্ত থাকে, তাকে সিরিজ সংযোগ বলে। এরূপ সংযোগ যদি কোনো বর্তনীতে ব্যবহার করা হয় তখন তাকে সিরিজ সার্কিট বা সিরিজ বর্তনী বা সমবেত বর্তনী বা শ্রেণি সমবায় বর্তনী বলে। চিত্রে (চিত্র: ৫.৪) বৈদ্যুতিক সিরিজ সার্কিট R_1এর ২য় প্রান্ত R_2 এর ১ম প্রান্তের সাথে সংযুক্ত, আবার R_2 এর ২য় প্রান্ত R_3 এর ১ম প্রান্তের সাথে সংযুক্ত আছে। R_1 এর ১ম প্রান্ত ও R_3 এর ২য় প্রান্তের সাথে ব্যাটারী সংযুক্ত করায় ক্লোজড্ সার্কিট হয়েছে। যদি R_1 এর ১ম প্রান্ত ও R_3 এর ২য় প্রান্ত খোলা অবস্থায় থাকে, তাহলে উহা হবে ওপেন সার্কিট।



চিত্র: ৫.৪ বৈদ্যুতিক সিরিজ সার্কিট

৫.২.২ সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য নিচে উল্লেখ করা হলো।

(ক) সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স আলাদা আলাদা শাখা রেজিস্ট্যান্সগুলোর যোগফলের সমান। অর্থাৎ,

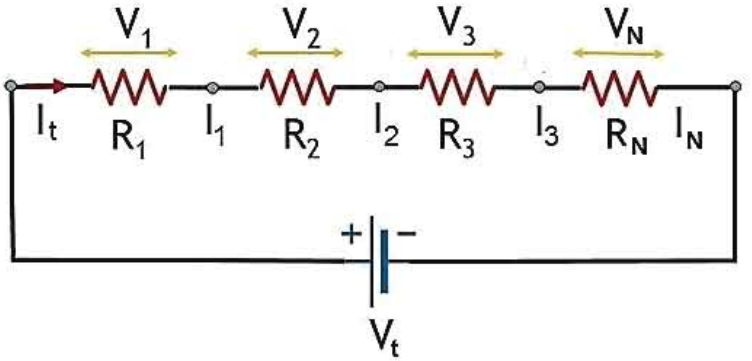
$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + R_n ;$$

(খ) সার্কিটের প্রতিটি শাখা রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে একই কারেন্ট প্রবাহিত হয়। অর্থাৎ,

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = I_n;$$

(গ) সিরিজ সার্কিটে মোট সরবরাহ ভোল্টেজ, শাখা ভোল্টেজগুলোর যোগফলের সমান। অর্থাৎ,

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + V_n ;$$



চিত্র: ৫.৫ বৈদ্যুতিক সিরিজ সার্কিট

৫.২.৩ সিরিজ সার্কিটের ব্যবহার

সিরিজ সার্কিটের কয়েকটি ব্যবহার নিচে উল্লেখ করা হলো।

(ক) কম ভোল্টেজের বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদিকে বেশি ভোল্টেজে ব্যবহার করার জন্য সিরিজে সংযোগ করা হয়।

(খ) আলোকসজ্জা ও মোটরের কয়েল সংযোগ করতে সিরিজ সংযোগ ব্যবহৃত হয়।

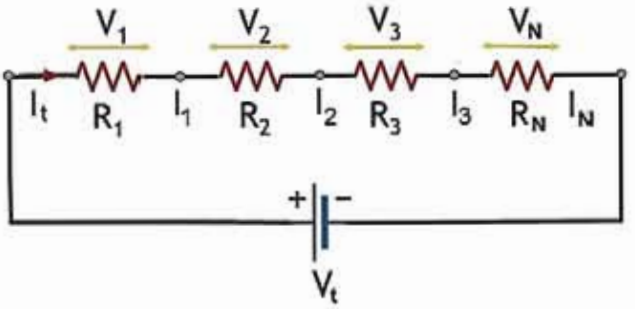
(গ) সার্কিটের কন্টিনিউটি টেস্ট করার জন্য সিরিজ সার্কিট ব্যবহার করা হয়।

(ঘ) প্রচলিত ফ্যান রেগুলেটরে সিরিজ সার্কিট ব্যবহার করা হয়।

৫.২.৪ সিরিজ সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স, মোট কারেন্ট ও শাখা ভোল্টেজ নির্ণয়।

সিরিজ সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়:

মনে করি, একটি সিরিজ সার্কিট তিনটি শাখা রেজিস্ট্যান্স, R_1, R_2 ও R_3 নিয়ে গঠিত । শাখা রেজিস্ট্যান্সগুলোর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট যথাক্রমে I_1, I_2 ও I_3. উল্লেখ্য যে $I_1 = I_2 = I_3$. ধরা যাক সার্কিটের মোট সরবরাহ ভোল্টেজ V_t, মোট কারেন্ট I_t, সিরিজে সংযুক্ত রেজিস্ট্যান্সগুলোর সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স R_t এবং শাখা রেজিস্ট্যান্স তিনটির আড়াআড়ি ভোল্টেজ ড্রপ যথাক্রমে V_1, V_2 ও V_3 ।



চিত্র: ৫.৬ বৈদ্যুতিক সিরিজ সার্কিট

ওহমের সূত্রানুযায়ী,

$$V_1 = I_1R_1 = I_t R_1$$
$$V_2 = I_2 R_2 = I_t R_2$$
$$V_3 = I_3 R_3 = I_t R_3$$

উপরের চিত্র থেকে এটি স্পষ্ট যে, রেজিস্ট্যান্সগুলো বরাবর ভোল্টেজ ড্রপের যোগফল ব্যাটারির ভোল্টেজ তথা মোট ভোল্টেজের সমান।

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 \text{ .....(i)}$$

V_t, V_1, V_2, V_3 এর মান (i) নং সমীকরণে বসিয়ে পাই

$$I_tR_t = I_t R_1 + I_t R_2 + I_t R_3$$
$$= I_t (R_1 + R_2 + R_3)$$

বা, $R_t = \frac{I_t(R_1+R_2+R_3)}{I_t}$

অর্থাৎ, $R_t = R_1 + R_2 + R_3$

যে কোনো সংখ্যক রেজিস্ট্যান্স সিরিজে সংযুক্ত থাকলে, সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স হবে

$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \text{----------} + R_N$

রেজিস্ট্যান্সগুলো সমান মানের হলে, অর্থাৎ

$R_1 = R_2 = R_3 = \text{----------} = R_N = R$, হলে আমরা লিখতে পারি,

$R_t = nR$ (n হলো রেজিস্টারের সংখ্যা)

ওহমের সূত্র প্রয়োগ করে সার্কিটের মোট কারেন্ট নির্ণয় করা যায়।

অর্থাৎ মোট কারেন্ট,

$$I_t = \frac{V_t}{R_t}$$

সিরিজ সার্কিটের শাখা কারেন্ট নির্ণয়:

সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য হতে আমরা জানি, সার্কিটের মোট কারেন্ট হবে প্রতিটি শাখা কারেন্টের সমান (চিত্র: ৫.৬)।

প্রতিটি শাখার কারেন্ট যথাক্রমে,

R_1 এর শাখা কারেন্ট, $I_1 = I_t$ অ্যাম্পিয়ার;

R_2 এর শাখা কারেন্ট, $I_2 = I_t$ অ্যাম্পিয়ার;

R_3 এর শাখা কারেন্ট $I_3 = I_t$ অ্যাম্পিয়ার।

অর্থাৎ, $I_t = I_1 = I_2 = I_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = I_n$

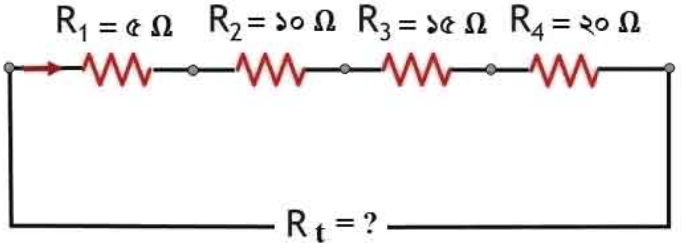
সিরিজ সার্কিটের শাখা ভোল্টেজ নির্ণয়:

R_1, R_2 এবং R_3 এর শাখা ভোল্টেজ যদি যথাক্রমে V_1, V_2 এবং V_2 হয়, তাহলে লেখা যায় (চিত্র: ৫.৬):

$V_1 = I_1 R_1$, $V_2 = I_2 R_2$ এবং $V_3 = I_3 R_3$

৫.২.৫ সিরিজ সার্কিট বিষয়ক কয়েকটি গাণিতিক সমস্যার সমাধান:

সমস্যা - ১ : যদি $R_1 = ৫\ \Omega$, $R_2 = ১০\ \Omega$, $R_3 = ১৫\ \Omega$ এবং $R_4 = ২০\ \Omega$ হয়, তবে $R_t = ?$



চিত্র: ৫.৭ রোধের সমান্তরাল সংযোগ

সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য হতে আমরা জানি, সিরিজ সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স

$$R_t = (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)\ \Omega$$
$$= (৫\ \Omega + ১০\ \Omega + ১৫\ \Omega + ২০\ \Omega)$$
$$= ৫০\ \Omega$$

সমস্যা-২: ১০ ওহমের ৫ টি রেজিস্টর সিরিজে যুক্ত করলে বর্তনীর মোট রোধ কত হবে?

সমাধান:

আমরা জানি, একই মানের একাধিক রেজিস্ট্যান্স এর সমন্বয়ে সিরিজ বর্তনী তৈরি করা হলে, যেকোনো একটি রেজিস্ট্যান্সের মানকে রেজিস্ট্যান্সের সংখ্যা দিয়ে গুন করলে বর্তনীর মোট রোধ পাওয়া যাবে।

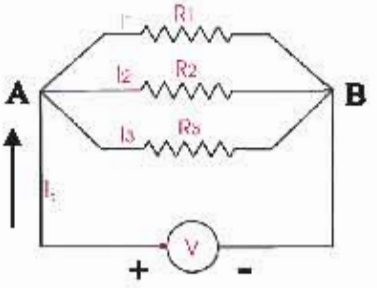
আলোচ্য ক্ষেত্রে, $n = 5$, $R = 10$ ওহম

সুতরাং $R_t = nR$ হতে পাই,

$$R_t = 5 \times 10 \text{ ওহম}$$
$$= 50 \text{ ওহম}$$

৫.৩ প্যারালাল সার্কিট

যদি একাধিক রেজিস্ট্যান্সের প্রতিটির একপ্রান্ত একটি সাধারণ বিন্দুতে এবং অন্য প্রান্তগুলো আরেকটি সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত করা হয় তাহলে রেজিস্ট্যান্সের এধরনের বিন্যাসকে প্যারালাল সংযোগ বলে। এরূপ সংযোগ যদি কোনো বর্তনীতে ব্যবহার করা হয় তখন তাকে প্যারালাল সার্কিট বা সমান্তরাল বর্তনী বলে (চিত্র-৫.৮)।



চিত্র: ৫.৮ প্যারালাল সার্কিট

এখানে R_1, R_2 এবং R_3 নামের তিনটি রেজিস্টর প্যারালাল সংযোগ অবস্থায় দেখানো হয়েছে। এখানে R_1, R_2 এবং R_3 রেজিস্টরসমূহের এক প্রান্ত ইলেকট্রিক্যালি একটি সাধারণ (Common) বিন্দু, A তে এবং অপর প্রান্তসমূহ অপর একটি সাধারণ (Common) বিন্দু B তে সংযুক্ত হয়েছে।

৫.৩.১ প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্যসমূহ

(ক) প্যারালাল সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্সের বিপরীত মান, প্রতিটি শাখা রেজিস্ট্যান্সের বিপরীত মানের যোগফলের সমান।

অর্থাৎ $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{1}{R_n}$

(খ) প্যারালাল সার্কিটে প্রতিটি শাখা রেজিস্ট্যান্সের আড়াআড়ি ভোল্টেজ, বর্তনীর সরবরাহ ভোল্টেজের সমান।

অর্থাৎ $V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = V_n$

(গ) প্যারালাল সার্কিটে মোট কারেন্ট, প্রতিটি শাখা কারেন্টের যোগফলের সমান।

অর্থাৎ, $I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + I_n$

৫.৩.২ প্যারালাল সার্কিটের কয়েকটি ব্যবহার এবং সুবিধা-অসুবিধা নিচে দেওয়া হল:

ব্যবহার: প্যারালাল সার্কিটে কারেন্ট চলাচলের একাধিক পথ থাকায় বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। যেমন,

(ক) একাধিক বাতিকে আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য প্যারালাল সার্কিট ব্যবহৃত হয়;

(খ) সাধারণত আবাসিক এলাকা, অফিস-আদালত, কল-কারখানা, রাস্তার লাইট ও খেলার মাঠ আলোকিত করার জন্য প্যারালাল সার্কিট ব্যবহৃত হয়;

(গ) বিদ্যুৎ সরবরাহ ও বিতরণ ব্যবস্থায় প্যারালাল সার্কিট ব্যবহৃত হয়;

সুবিধা

(ঘ) প্যারালাল সার্কিটে প্রতিটি লোড আমরা ইচ্ছামতো আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে পারি;

(চ) প্যারালাল সার্কিটে একটি লোড নষ্ট হলে অন্য লোডগুলো পূর্বের মতোই কাজ করবে;

অসুবিধা

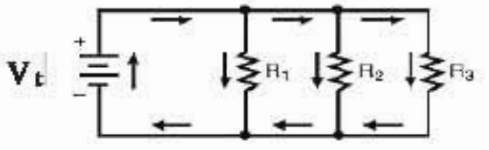
(ছ) যেখানে কম আলোর প্রয়োজন সেখানে প্যারালাল সার্কিট ব্যবহার করা যায় না;

(জ) আলোক সজ্জাকরণে প্যারালাল সার্কিট ব্যবহার করা যায় না।

৫.৩.৩ প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স, মোট কারেন্ট ও শাখা ভোল্টেজ নির্ণয়।

প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়:

৫.৯ নং চিত্রে একটি প্যারালাল সার্কিট দেখানো হয়েছে। মনে করি, শাখা রেজিস্ট্যান্স R_1, R_2 এবং R_3 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট যথাক্রমে I_1, I_2 এবং I_3 অ্যাম্পিয়ার এবং শাখা রেজিস্টরগুলো বরাবর আড়াআড়ি ভোল্টেজ পার্থক্য যথাক্রমে V_1, V_2 এবং V_3 ভোল্ট। ধরা যাক প্যারালাল সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, R_t ওহম; সার্কিটের মোট কারেন্ট, I_t অ্যাম্পিয়ার এবং মোট সরবরাহ ভোল্টেজ V_t ভোল্ট।



চিত্র-৫.৯: প্যারালাল সার্কিটে কারেন্ট ও ভোল্টেজ

ওহমের সূত্র অনুযায়ী,

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_t}{R_1} \; [V_t = V_1 = V_2 = V_3]$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_t}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{V_t}{R_3}$$

সুতরাং, $I_1 + I_2 + I_3 = \frac{V_t}{R_1} + \frac{V_t}{R_2} + \frac{V_t}{R_3}$

বা, $I_t = V_t\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$ $[I_1 + I_2 + I_3 = I_t]$

বা, $\frac{V_t}{R_t} = V_t\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$ $\left[I_t = \frac{V_t}{R_t}\right]$

বা, $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ [উভয়পক্ষকে V_t দ্বারা ভাগ করে পাই]

বা, $R_t = \left(\frac{R_1R_2R_3}{R_2R_3 + R_3R_1 + R_2R_1}\right)$

অর্থাৎ, $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

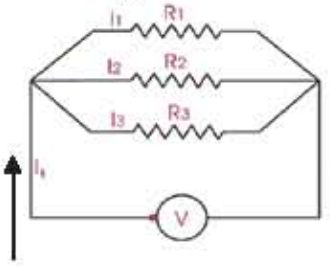
যদি n-সংখ্যক রেজিস্ট্যান্স প্যারালালে সংযোগ করা হয় তাহলে মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স R_t এর জন্য,

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{1}{R_n}$$

প্যারালাল সার্কিটে একই মানের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় করার সহজ উপায় হলো $V_t = \frac{R}{n}$ । এখানে, n দ্বারা রেজিস্টরের সংখ্যা এবং R দ্বারা রেজিস্টরের মান বুঝানো হয়েছে।

প্যারালাল সার্কিটের মোট কারেন্ট নির্ণয়:

প্যারালাল সার্কিটের মোট কারেন্ট নির্ণয় করার জন্য প্রথমে সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় করতে হয়। সার্কিটে যদি সরবরাহ ভোল্টেজ V_t দেওয়া হয়, তবে সার্কিটের মোট কারেন্ট ওহমের সূত্রানুযায়ী নির্ণয় করা যায়। সুতরাং, সার্কিটের মোট কারেন্ট, $I_t = \frac{V_t}{R_t}$ অ্যাম্পিয়ার হবে।

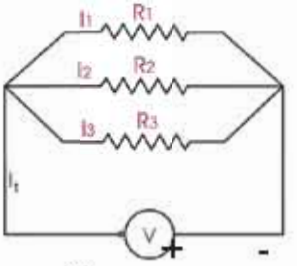


চিত্র: ৫.১০ প্যারালাল সার্কিট

প্যারালাল সার্কিটের শাখা কারেন্ট নির্ণয়:

প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্য হতে আমরা জানি, প্যারালাল সার্কিটের প্রতিটি শাখা ভোল্টেজ সরবরাহ ভোল্টেজের সমান এবং প্যারালাল সার্কিটের মোট কারেন্ট শাখা কারেন্টেগুলোর যোগফলের সমান।

অর্থাৎ $V_t = V_1 = V_2 = V_3$ এবং $I_t = I_1 + I_2 + I_3$



চিত্র: ৫.১১ প্যারালাল সার্কিট

R_1 এর শাখা কারেন্ট যদি I_1 হয়, তবে ওহমের সূত্রানুযায়ী $I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_t}{R_1}$

R_2 এর শাখা কারেন্ট যদি I_2 হয়, তবে ওহমের সূত্রানুযায়ী $I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_t}{R_2}$

R_3 এর শাখা কারেন্ট যদি I_3 হয়, তবে ওহমের সূত্রানুযায়ী $I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{V_t}{R_3}$

প্যারালাল সার্কিটের শাখা ভোল্টেজ নির্ণয়:

প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্য হতে আমরা জানি, সার্কিটের প্রতিটি শাখা রেজিস্ট্যান্সের আড়াআড়ি ভোল্টেজ, মোট সরবরাহ ভোল্টেজ এর সমান। অর্থাৎ $V_t = V_1 = V_2 = V_3$

R_1 এর শাখা ভোল্টেজ যদি V_1 হয়, তবে $V_1 = V_t$

R_2 এর শাখা ভোল্টেজ যদি V_2 হয়, তবে $V_2 = V_t$

R_3 এর শাখা ভোল্টেজ যদি V_3 হয়, তবে $V_3 = V_t$

৫.৩.৪ প্যারালাল সার্কিট সম্পর্কিত কয়েকটি সমস্যা ও তার সমাধান

সমস্যা-১: 5 ওহম এবং 10 ওহম এর দুটি রেজিস্টর প্যারালালে সংযোগ করা হলো। যদি 10 ওহম-এর মধ্য দিয়ে 2.5 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তবে 5 ওহম এর ভিতর দিয়ে কত অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হবে?

সমাধান: মনে করি, 5 ওহম রেজিস্টরের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট I_1

দেওয়া আছে, $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $I_2 = 2.5$ Amp. $\therefore I_1 = ?$

আমরা জানি, প্যারালাল সার্কিটের প্রতিটি লোডের ভোল্টেজ সমান।

$\therefore \quad V_1 = V_2$

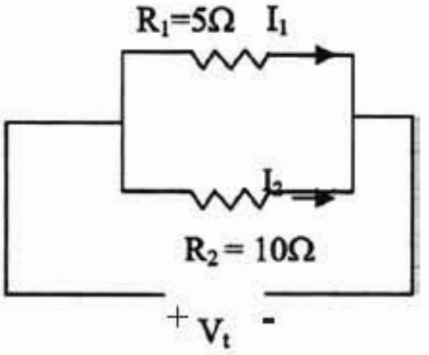
বা, $I_1R_1 = I_2R_2 (V = IR)$

বা, $I_1 = \frac{I_2R_2}{R_1}$

বা, $I_1 = \frac{2.5 \times 10}{5}$

বা, $I_1 = 5$

উত্তর: $I_1 = 5$ অ্যাম্পিয়ার



চিত্র: ৫.১২ প্যারালাল সার্কিট

সমস্যা-২: প্যারালালে সংযোগকৃত একটি সার্কিটে 10 ওহম, 15 ওহম এবং 20 ওহম-এর তিনটি রেজিস্ট্যান্স দেওয়া আছে। এদের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় কর।

সমাধান: দেওয়া আছে, রেজিস্ট্যান্সগুলো যথাক্রমে, $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 15\Omega$, $R_3 = 20\Omega$

$\therefore$ প্যারালালে সংযোগে সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স = R_p

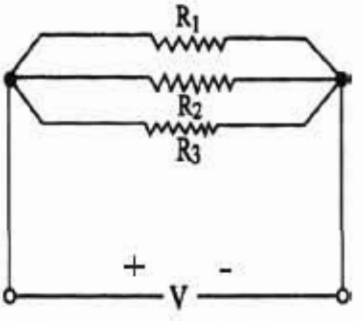
প্যারালাল সংযোগে আমরা জানি,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{20} = \frac{6+4+3}{60} = \frac{13}{60}$

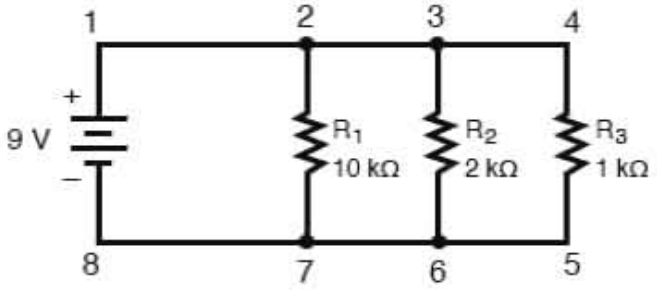
বা, $R_p = \frac{60}{13}$

$\therefore R_p = 4.62\Omega$



চিত্র: ৫.১৩ প্যারালাল সার্কিট

সমস্যা-৩: প্রদত্ত চিত্রের বর্তনী হতে পাই, $R_1 = 10\ k\Omega$, $R_2 = 2\ k\Omega$, $R_3 = 1\ k\Omega$ হয়, সরবরাহ ভোল্টেজ ৯ ভোল্ট তখন $R_t = ?$ $I_t = ?$, $I_1 = ?$, $I_2 = ?$, $I_3 = ?$



চিত্রঃ ৫.১৪ প্যারালাল সার্কিট

সমাধানঃ

প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্য হতে আমরা জানি,

$$\frac{1}{R_t}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}=\frac{1}{R_t}=\frac{1}{10}+\frac{1}{2}+\frac{1}{1}=\frac{1+5+10}{10}=\frac{16}{10}\,k\Omega$$

$$R_t=\frac{10}{16}\,k\Omega = 0.625\ k\Omega = 625\ \Omega\ (\text{ohms.})$$

$$I_t=\frac{Vt}{Rt}=\frac{9}{625}=0.0144\ \text{Amps} = 14.4\ \text{mA.}$$

$$I_1=\frac{V1}{R1}=\frac{Vt}{R1}=\frac{9}{10k\Omega}=0.9\ \text{mA.}$$

$$I_2=\frac{V2}{R2}=\frac{Vt}{R2}=\frac{9}{2k\Omega}=4.5\ \text{mA}$$

$$I_3=\frac{V3}{R3}=\frac{Vt}{R3}=\frac{9}{1k\Omega}=9\ \text{mA}\quad [V_t = V_1 = V_2 = V_3]$$

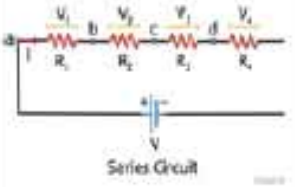
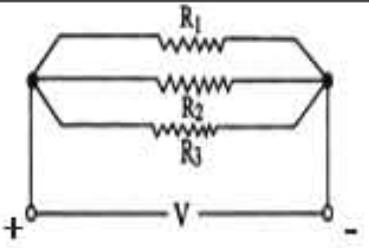
আবার মোট ভোল্টেজ কে মোট কারেন্ট দিয়ে ভাগ করে সমতুল্য রোধ নির্ণয় করা যায়।

সুতরাং $R_t = \frac{9}{14.4\ \text{mA}}$

$= 0.625\ k\Omega$

$= 625$ ohm

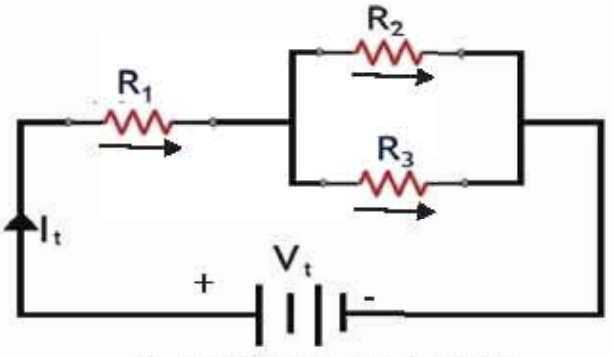
৫.৩.৫ সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের মধ্যে তুলনা

ক্রমিক নং	পার্থক্যের বিষয়	সিরিজ সার্কিট	প্যারালাল সার্কিট
১	সংজ্ঞা	যে সার্কিটে দুই বা ততোধিক রেজিস্ট্যান্স একটার পর একটা সংযোগ করা হয় এবং কারেন্ট চলাচলের একটিমাত্র পথ থাকে, তাকে সিরিজ সার্কিট বলে।	যদি একাধিক রেজিস্টরের প্রতিটির এক প্রান্তগুলো একটি সাধারণ বিন্দুতে এবং অন্য প্রান্তগুলো অন্য একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযোগ করা হয়, তাকে প্যারালাল সংযোগ বলে। এরূপ সংযোগ যদি কোনো বর্তনীতে ব্যবহার করা হয় তবে সেই সার্কিটকে প্যারালাল সার্কিট বা প্যারালাল বর্তনী বা সমান্তরাল বর্তনী বলে।
২।	চিত্র		
৩।	মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র	$R_t = R_1 + R_2 + R_3 .... + R_n$	$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$
৪।	সার্কিটের কারেন্ট	$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = ... = I_n$	$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + ... + I_n$
৫।	সার্কিটের ভোল্টেজ	$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + ... + V_n$	$V_t = V_1 = V_2 = V_3 ... = V_n$
৬।	কারেন্ট চলাচলের পথ	সিরিজ সার্কিটে কারেন্ট চলাচলের একটিমাত্র পথ থাকে।	প্যারালাল সার্কিটে কারেন্ট চলাচলের একাধিক পথ থাকে।

৫.৩ সিরিজ-প্যারালাল সার্কিট

সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়:

সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের হিসেব সহজ করার জন্য বিভিন্ন লুপের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্সগুলো আগে বের করতে হবে। এরপর সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স R_t নির্ণয় করতে হবে। সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় করতে নিচের (চিত্র: ৫.১৫ ও ৫.১৬) সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটটি বিশ্লেষণ করা হলো।



চিত্র: ৫.১৫ সিরিজ-প্যারালাল সার্কিট

R_2 ও R_3 প্যারালালে সংযুক্ত আছে। সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স $R_{2,3}$ হলে

$$R_{2,3} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3}$$

R_1 ও $R_{2,3}$ সিরিজে যুক্ত আছে। এদের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্সই হবে সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স R_t। অর্থাৎ, $R_t = R_1 + R_{2,3}$

সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের মোট কারেন্ট নির্ণয় :

সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের মোট কারেন্ট নির্ণয় করতে হলে দুটি বিষয় জানা দরকার।

(১) সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স

(২) সার্কিটের সরবরাহ ভোল্টেজ

যদি সার্কিটের মোট সরবরাহ ভোল্টেজ V_t এবং মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স R_t হয়, তবে সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের মোট কারেন্ট $I_t = \frac{V_t}{R_t}$ অ্যাম্পিয়ার হবে।

সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের শাখা কারেন্ট নির্ণয়

সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের শাখা কারেন্ট নির্ণয় করতে হলে তিনটি বিষয় জানা দরকার। যথা-

(১) সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স

(২) সার্কিটের সরবরাহ ভোল্টেজ

(৩) সার্কিটের মোট কারেন্ট

শাখা কারেন্ট:

যেহেতু $I_t = I_1$

$I_t = I_1$ [সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য হতে আমরা জানি, $I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots\ldots\ldots\ldots = I_n$]

R_1 এর শাখা কারেন্ট, $I_1 = I_t$

R_2 এর শাখা কারেন্ট, $I_2 = I_1 \times \frac{R_3}{R_2+R_3}$

R_3 এর শাখা কারেন্ট, $I_3 = I_1 \times \frac{R_2}{R_3+R_2}$

সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের শাখা ভোল্টেজ নির্ণয়:

সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের শাখা ভোল্টেজ নির্ণয় করতে হলে চারটি বিষয় জানা দরকার। যথা-

১) সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স

২) সার্কিটের সরবরাহ ভোল্টেজ

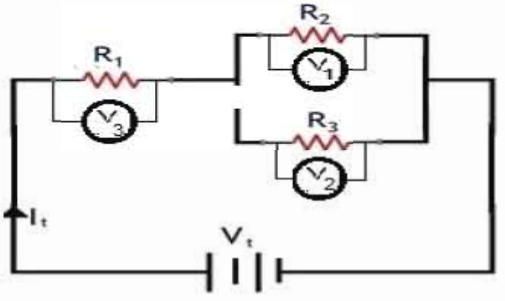
৩) সার্কিটের মোট কারেন্ট

শাখা ভোল্টেজ:

R_1 এর শাখা ভোল্টেজ যদি V_1 হয়, তবে $V_1 = I_1 R_1$

R_2 এর শাখা ভোল্টেজ যদি V_2 হয়, তবে $V_2 = I_2 R_2$

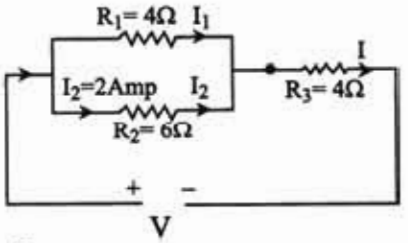
R_3 এর শাখা ভোল্টেজ যদি V_3 হয়, তবে $V_3 = I_3 R_3$



চিত্র: ৫.১৬ সিরিজ-প্যারালাল সার্কিট

৫.৪.১ সিরিজ-প্যারালাল সার্কিট বিষয়ক কয়েকটি সমস্যার সমাধান

সমস্যা-১: 4 ওহম এবং 6 ওহম এর দুটি রেজিস্টরকে প্যারালালে সংযোগ করা হলো (চিত্র-৫.১৭)। এই লুপটিকে যদি 4 ওহম এর অন্য একটি রেজিস্টরের সাথে সিরিজ সংযোগ করা হয় এবং যদি 6 ওহম রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে 2 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তবে সরবরাহ ভোল্টেজ কত হবে?



চিত্রঃ ৫.১৭ সিরিজ-প্যারালাল সার্কিট

সমাধানঃ

যেহেতু প্যারালাল সার্কিটের ভোল্টেজ সমান,

$\therefore \quad V_1 = V_2$

বা, $R_1 I_1 = R_2 I_2$

$$I_1 = \frac{R_2 I_2}{R_1}$$

বা, $I_1 = \frac{6 \times 2}{4}$

বা, $I_1 = 3$ Amp

সার্কিটের মোট কারেন্ট

$= I_1 + I_2$ Amp

$= 3 + 2$ Amp

$= 5$

এখানে,
$R_1 = 4\Omega$
$R_2 = 6\Omega$
$I_2 = 2$ Amp
$R_3 = 4\Omega$
সরবরাহ ভোল্টেজ, $V = ?$

R_1 ও R_2 এর সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স $R_p = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}\Omega$

$$= \frac{4 \times 6}{4 + 6}\Omega = \frac{24}{10}\Omega = 2.4\Omega$$

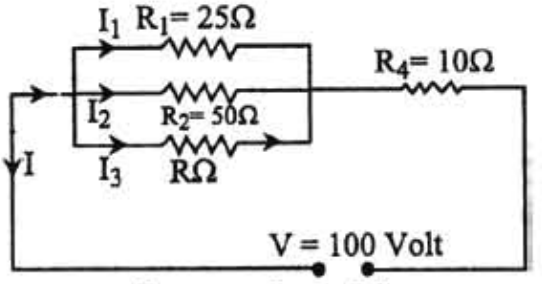
সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স, $R = R_p + R_3$

$= 2.4 + 4 = 6.4\Omega$

সুতরাং, সরবরাহ ভোল্টেজ $V = IR = 5 \times 6.4$ ভোল্ট

$= 32$ ভোল্ট

সমস্যা-২: 25 ওহম, 50 ওহম এবং R ওহম এর তিনটি রেজিস্টরকে প্যারালালে সংযোগ করে 10 ওহম এর অন্য একটি রেজিস্টরের সাথে সিরিজে সংযোগ করা হলো (চিত্র-৫.১৯)। সার্কিটটিতে 100 ভোল্ট প্রয়োগ করা হল। সার্কিটের মোট কারেন্ট 5 অ্যাম্পিয়ার। 25 ওহম রেজিস্ট্যান্সের ভিতর দিয়ে 2 অ্যাম্পিয়ার এবং 50 রেজিস্ট্যান্সের ভিতর দিয়ে 1 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয়। রেজিস্ট্যান্স R এর মান কত?



চিত্র: ৫.১৮ মিশ্র সার্কিট

সমাধান:

এখানে, $R_1 = 25$ ওহম

$I_1 = 2$ অ্যাম্পিয়ার

$R_2 = 50$ ওহম

$I_2 = 1$ অ্যাম্পিয়ার; $R = ?$

প্যারালাল সার্কিটের শাখা ভোল্টেজ,

$V_{parallel} = R_1I_1 = R_2I_2 = 25 \times 2 = 50 \times 1 = 50$ ভোল্ট।

ফলে প্যারালাল লুপের আড়আড়ি ভোল্টেজ = 50 volts.

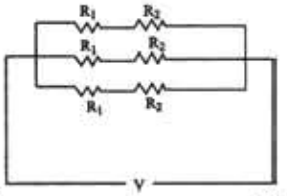
অতএব, R এর আড়াআড়ি ভোল্টেজ = 50 ভোল্ট হবে (প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট অনুযায়ী)

R ওহমের প্রবাহিত কারেন্ট $I_3 = 5 - (I_1 + I_2) = 5 - (2+1)$

$= 5 - 3 = 2$ অ্যাম্পিয়ার

$$\therefore R = \frac{50}{I_3} = \frac{50}{2} = 25\,\Omega$$

সমস্যা-৩: 10 ওহম ও 15 ওহম রেজিস্ট্যান্স বিশিষ্ট দুটি পরিবাহীকে সিরিজ সংযোগে সংযোগ দেওয়া হলো। এরূপ তিনটি দল বা সেটকে প্যারালাল সংযোগে সাজানো হলো। এদের মোট রেজিস্ট্যান্স কত?



চিত্র: ৫.১৯ প্যারালাল সার্কিট

সমাধান:

এখানে,

$R_1 = 10\Omega$

$R_2 = 15\Omega$

মনে করি, মোট রেজিস্ট্যান্স = R

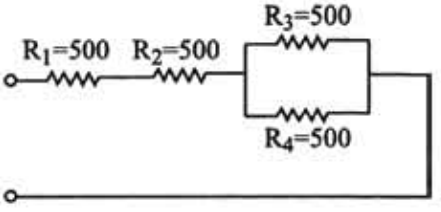
আমরা জানি,

রেজিস্ট্যান্স দুটিকে সিরিজ সংযোগে সাজালে সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স $R_s = (R_1 + R_2) = 10 + 15 = 25\Omega$,

এরূপ তিনটি দলকে প্যারালাল সংযোগ দিলে সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স R_p হলে,

$$R_p = \frac{25}{3} = 8.33\Omega$$

সমস্যা-৪: চারটি রেজিস্ট্যান্সের সমন্বয়ে তৈরি একটি মিশ্র সার্কিটে দুটি রেজিস্ট্যান্স সিরিজে ও দুটি রেজিস্ট্যান্স প্যারালালে যুক্ত আছে। প্রতিটির মান 500 ওহম হলে, সার্কিটের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স মান কত?



চিত্র: ৫.২০ মিশ্র সার্কিট

সমাধান:

প্যারালাল অংশের মোট রেজিস্ট্যান্স,

$$R_p = \frac{500 \times 500}{500 + 500} = \frac{500 \times 500}{1000} = \frac{500}{2} = 250\Omega$$

সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স,

$$R_T = 500 + 500 + R_p = 500 + 500 + 250 = 1250\Omega$$

উত্তর: মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স = 1250 ওহম।

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১। যে সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহের একটি মাত্র পথ থাকে তাকে কী সার্কিট বলে?

৩। একটি আদর্শ সার্কিটে কয়টি উপাদান থাকে?

৪। একই মানের বিভিন্ন রেজিস্টর সিরিজে সংযোগ করলে সমতুল্য রেজিস্ট্যান্সের মান নির্ণয় করার সহজ সূত্র কী?

৫। সিরিজ সংযোগে সমবেত রেজিস্ট্যান্স বের করার সূত্রটি লিখ।

৬। সিরিজ সার্কিটে সমতুল্য রেজিস্ট্যান্সের মান বৃদ্ধি পায় না হ্রাস পায়?

৭। R_1, R_2 এবং R_3 মানের তিনটি রেজিস্টর প্যারালালে সংযোগ করলে সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স কত?

৮। প্যারালালে সার্কিটের লোড বাড়লে সার্কিটের কারেন্ট বৃদ্ধি পায় না হ্রাস পায়?

৯। সার্কিটের সমতুল্য রোধ কমাতে হলে সার্কিটের লোড কীভাবে সংযোগ করতে হবে?

১০। প্যারালাল সার্কিটে কোন রাশির মান স্থির বা অপরিবর্তনীয় থাকে?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন-

১। বৈদ্যুতিক সার্কিট বলতে কী বোঝায়?

২। আদর্শ সার্কিট কাকে বলে?

৩। সিরিজ সার্কিট বলতে কী বোঝায়?

৪। সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।

৫। সিরিজ সার্কিটের ব্যবহার উল্লেখ কর।

৬। প্যারালাল সার্কিট বলতে কী বোঝায়?

৭। প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্যসমূহ লিখ।

৮। সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের ব্যবহার উল্লেখ কর।

রচনামূলক উত্তর প্রশ্ন

১। একটি আদর্শ সার্কিটের উপাদানসমূহের বর্ণনা দাও?

২। সিরিজ সার্কিট হতে প্রমাণ কর যে, $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots + R_n$

৩। সিরিজ সার্কিটের মোট কারেন্ট ও ভোল্টেজ এর জন্য রাশিমালা প্রতিপাদন কর।

৪। প্যারালাল সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স এর জন্য রাশিমালা প্রতিপাদন কর।

৫। প্যারালাল সার্কিটের শাখা কারেন্ট ও মোট কারেন্ট এর সমীকরণ নির্ণয় কর।

৭। সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স এর সমীকরণ নির্ণয় কর ।

৮। গৃহে কী ধরনের সার্কিট ব্যবহার করা হয় এবং কেন?

ব্যাবহারিক (Practical)

জব নং ১: সিরিজ সার্কিট সংযোগকরণ:

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা; ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;

১২. অঙ্কন অনুযায়ী সার্কিট উপাদান নমনীয় তার দিয়ে সংযোগ করা;

১৩. অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার সংযোগ করার দক্ষতা অর্জন করা;

১৪. সংযোগ শেষে সবরাহ দিয়ে সিরিজ বাতির সাহায্যে সার্কিট পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জন করা;

১৫. সার্কিটের প্রবাহিত কারেন্ট পরিমাপ করার দক্ষতা অর্জন করা;

১৬. সার্কিটের ভোল্টেজ নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন করা;

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE)

ক্র:নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মানের	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 অনুযায়ী	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড স্যানিটাইজার	WHO অনুসৃত	প্রয়োজন অনুযায়ী

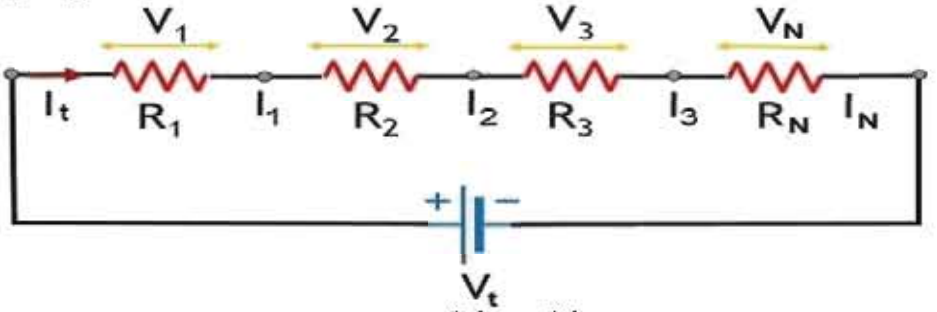
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instruments Required)

ক্র: নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	কম্বিনেশন প্লায়ার	৪" বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০২	কাটিং প্লায়ার	৪" বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৩	লং নোজ প্লায়ার	৪" বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৪	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৫	কানেকটিং স্ক্রু-ড্রাইভার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৬	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৭	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬" বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০V, ৫ A	০১টি
০৯	অ্যাভোমিটার	ডিজিটাল/ অ্যানালগ	০১টি
১০	ডিসি ভোল্টমিটার	0-30V	০৪টি
১১	ডিসি অ্যামিটার	0-500mA	০৩টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials Required)

ক্রম	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	পিভিসি ক্যাবল, লাল	১×7/1.8	০৩মি
০২	পিভিসি ক্যাবল, কাল	১×7/1.8	০৩মি
০৩	পিভিসি ক্যাবল, সবুজ	১×7/1.8	০৩মি
০৪	সুইচ	50V, 1Amp.	০৪টি
০৫	রেজিস্টর	51Ω, 100Ω, 200 Ω	০৪টি
০৬	কানেকটিং লীড		পরিমাণ মতো
০৭	ইন্সুলেটিং ট্যাপ		পরিমাণ মতো

ডায়াগ্রাম (Diagram):



চিত্র -৫.২২ সিরিজ সার্কিট

কাজের ধাপ (Working Procedure):

১. প্রথমে স্টোর হতে পিপিই (PPE), হ্যান্ড টুলস ও পরিমাপক যন্ত্রসমূহ সংগ্রহ করে কাজের টেবিলের উপর রাখতে হবে।

২. নোটবুকে সিরিজ সার্কিট অংকন করতে হবে।

৩. ট্রেইনার বোর্ডে সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সার্কিট তৈরি করতে হবে।

৪. অঙ্কন অনুযায়ী সার্কিট উপাদান নমনীয় তার দিয়ে সংযোগ করতে হবে।

৫. অ্যামিটারকে লাইনের সাথে সিরিজে এবং ভোল্টমিটারকে লাইনের সাথে প্যারালালে সংযোগ করতে হবে।

৬. ট্রেইনার বোর্ডে ডিসি ভোল্টেজ সেট করে সার্কিটে সরবরাহ দিতে হবে।

৭. সুইচ অন করে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের পাঠ ডাটা টেবিলে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

৯. পাঠ নেয়া শেষ হলে সুইচ বন্ধ করে PPE, টুলস ও পরিমাপক যন্ত্রসমূহ স্টোরে জমা দিতে হবে।

১০. কাজের টেবিল ও ওয়ার্কশপ পরিষ্কার করতে হবে।

হিসাব নিকাশঃ

সিরিজ সার্কিটের জন্য প্রয়োজনীয় ফরমূলাঃ

(ক) সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স আলাদা আলাদা শাখা রেজিস্ট্যান্সের যোগফলের সমান। অর্থাৎ,

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + R_n ;$$

(খ) সার্কিটের প্রতিটি শাখা রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে একই কারেন্ট প্রবাহিত হয়। অর্থাৎ,

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = I_n ;$$

(গ) সিরিজ সার্কিটে মোট সরবরাহ ভোল্টেজ, শাখা ভোল্টেজের যোগফলের সমান। অর্থাৎ,

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + V_n ;$$

ডাটা টেবিল

ক্রমিক নং	R_t ওহম	I_t অ্যাম্প.	I_1 অ্যাম্প.	I_2 অ্যাম্প.	I_3 অ্যাম্প.	V_t ভোল্ট	V_1 ভোল্ট	V_2 ভোল্ট	V_3 ভোল্ট
০১									
০২									
০৩									

আমরা জানি, মোট কারেন্ট, $I_t = \frac{V_t}{R_t}$

$$\% \text{ Error} = \frac{R_t - Rcal}{R_t} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{I_t - Ical}{I_t} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{V_t - Vcal}{V_t} \times 100\%$$

সতর্কতা (Precaution)

- সঠিকভাবে হিসেব করে রেজিস্টরগুলোর মান নির্নয় করতে হবে।
- কানেকটিং লীডগুলো সঠিকভাবে সংযুক্ত করতে হবে।
- মিটারগুলো সঠিক নিয়মে সংযোগ করতে হবে।

অর্জিত দক্ষতাঃ সিরিজ সার্কিট বিষয়ক দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব নং ২: প্যারালাল সার্কিট সংযোগ করণ:

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
২. প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
৩. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
৪. অংকন অনুযায়ী সার্কিট উপাদান নমনীয় তারের সাহায্যে সংযোগ করতে পারা;
৫. অংকন অনুযায়ী সার্কিট সংযোগ পরীক্ষা করা;
৬. সার্কিটের শাখা কারেন্ট নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন করা;
৭. সার্কিটের মোট কারেন্ট নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন করা।
৮. সার্কিটের প্রতিটি শাখা ভোল্টেজ ও সরবরাহ ভোল্টেজ যাচাই করার দক্ষতা অর্জন করা।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মানের	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কালো ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাক্স	তিনস্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লাভস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড স্যানিটাইজার	WHO অনুসৃত	প্রয়োজন অনুযায়ী

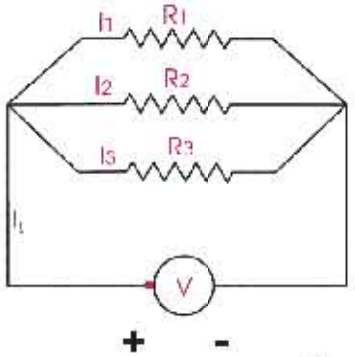
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instruments Required)

ক্রমিক নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	কম্বিনেশন প্লায়ার	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০২	কাটিং প্লায়ার	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৩	লং নোজ প্লায়ার	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৪	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৫	কানেকটিং স্ক্রু-ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৬	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৭	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০V, ৫ A	০১টি
০৯	অ্যাভোমিটার	ডিজিটাল/ এ্যানালগ	০১টি
১০	ডিসি ভোল্টমিটার	0-30V	০৪টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials):

ক্রমিক নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	পিভিসি ক্যাবল, লাল	২৩/০.০০৭৬" বা ২৩/০.১৯এমএম	০৩মি
০২	পিভিসি ক্যাবল, কাল	২৩/০.০০৭৬" বা ২৩/০.১৯এমএম	০৩মি
০৩	পিভিসি ক্যাবল, সবুজ	২৩/০.০০৭৬" বা ২৩/০.১৯এমএম	০৩মি
০৪	সুইচ	50V, 1Amp.	০৪টি
০৫	রেজিস্টর	51Ω, 100Ω, 200 Ω	০৪টি
০৬	কানেকটিং লীড		পরিমাণ মতো
০৭	ইন্সুলেটিং ট্যাপ		পরিমাণ মতো

ডায়াগ্রাম (Diagram):



চিত্র -৫.২৩ প্যারালাল সার্কিট

কাজের ধাপ (Working Procedure):

১. প্রথমে স্টোর হতে পিপিই (PPE), OSH হ্যান্ড টুলস, শিক্ষা উপকরণ ও পরিমাপক যন্ত্র সমূহ সংগ্রহ করে কাজের টেবিলের উপর রাখতে হবে।
২. নোটবুকে প্যারালাল সার্কিট অংকন করতে হবে।
৩. ট্রেইনার বোর্ডে সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সার্কিট তৈরি করতে হবে।
৪. অ্যামিটারকে লাইনের সাথে সিরিজে এবং ভোল্টমিটারকে প্যারালালে সংযোগ করতে হবে।
৫. ট্রেইনারবোর্ডের সার্কিটে ডিসি ভোল্টেজ সরবরাহ দিতে হবে।
৬. অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারগুলোর পাঠ গ্রহণ করে ডাটা টেবিলে লিপিবদ্ধ করতে হবে।
৭. সার্কিটের সুইচ চালু করতে হবে।

৮. অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারগুলোর পাঠ গ্রহণ করে ডাটা টেবিলে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

৯. সুইচ বন্ধ করে PPE, OSH যন্ত্রপাতি ও পরিমাপক যন্ত্রসমূহ স্টোরে জমা দিতে হবে।

১০. কাজ শেষে টেবিল ও ওয়ার্কশপ পরিষ্কার করতে হবে।

ডাটা টেবিল

ক্রমিক নং	R_t ওহম	I_t অ্যাম্প.	I_1 অ্যাম্প.	I_2 অ্যাম্প.	I_3 অ্যাম্প.	V_t ভোল্ট	V_1 ভোল্ট	V_2 ভোল্ট	V_3 ভোল্ট
০১									
০২									

হিসাব নিকাশ:

প্রয়োজনীয় সূত্র:

(ক) প্যারালাল সার্কিটে প্রতিটি শাখা রেজিস্ট্যান্সের আড়াআড়ি ভোল্টেজ, বর্তনীর সরবরাহ ভোল্টেজের সমান।

অর্থাৎ $V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = V_n$

(খ) প্যারালাল সার্কিটে মোট কারেন্ট, প্রতিটি শাখা কারেন্টের যোগফলের সমান।

অর্থাৎ, $I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + I_n$

(গ) প্যারালাল সার্কিটের মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্সের বিপরীত মান, প্রতিটি শাখা রেজিস্ট্যান্সের বিপরীত মানের যোগফলের সমান।

অর্থাৎ $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{1}{R_n}$

% Error = $\frac{R_t - Rcal}{R_t} \times 100\%$

% Error = $\frac{I_t - Ical}{I_t} \times 100\%$

% Error = $\frac{V_t - Vcal}{V_t} \times 100\%$

সতর্কতা (Precaution):

- সঠিকভাবে হিসাব করে রেজিস্টারগুলোর মান বের করতে হবে।
- কানেকটিং লীডগুলো সঠিকভাবে লাগাতে হবে।
- মিটারগুলো সঠিক নিয়মে সংযোগ করতে হবে।

অর্জিত দক্ষতা: প্যারালাল সার্কিট বিষয়ক দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব নং ৩: সিরিজ-প্যারালাল বা মিশ্র সার্কিটের সংযোগ:

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
২. প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
৩. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
৪. অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার সংযোগ করার দক্ষতা অর্জন করা;
৫. সিরিজ-প্যারালাল সার্কিট অথবা মিশ্র সার্কিট তৈরি করার দক্ষতা অর্জন করা;
৬. সমতুল্য রোধ বা রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন করা;
৭. সার্কিটের মোট সমতুল্য কারেন্ট নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন করা;
৮. সার্কিটের শাখা কারেন্ট নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন করা;
৯. সার্কিটের শাখা ভোল্টেজ নির্ণয় করার দক্ষতা অর্জন;

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মানের	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কালো ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাক্স	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লোবস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড স্যানিটাইজার	WHO অনুসৃত	প্রয়োজন অনুযায়ী

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Required Instruments):

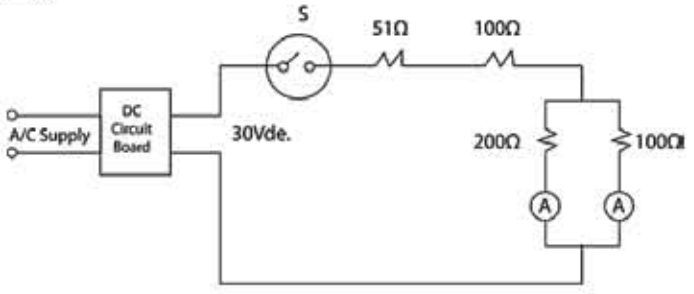
ক্রমিক নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	কম্বিনেশন প্লায়ার	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০২	কাটিং প্লায়ার	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৩	লং নোজ প্লায়ার	৪” বা ২০০ মি.মি.	০১টি
০৪	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৫	কানেকটিং স্ক্রু-ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৬	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি
০৭	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬” বা ১৫০ মি.মি.	০১টি

০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০V, ৫ A	০১টি
০৯	অ্যাভোমিটার	ডিজিটাল/ এ্যানালগ	০১টি
১০	ডিসি ভোল্টমিটার	0-30V	০৪টি
১১	ডিসি আমিটার	0-500mA	০৩টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials):

ক্রম	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	পিভিসি ক্যাবল, লাল	২৩/০.০০৭৬" বা ২৩/০.১৯এমএম	০৩মি
০২	পিভিসি ক্যাবল, কালো	২৩/০.০০৭৬" বা ২৩/০.১৯এমএম	০৩মি
০৩	পিভিসি ক্যাবল, সবুজ	২৩/০.০০৭৬" বা ২৩/০.১৯এমএম	০৩মি
০৪	সুইচ	50V, 1Amp.	০৪টি
০৫	রেজিস্টর	51Ω, 100Ω, 200 Ω	০৪ টি
০৬	কানেকটিং লীড		পরিমাণ মতো
০৭	ইন্সুলেটিং ট্যাপ		পরিমাণ মতো

ডায়াগ্রাম (Diagram):



চিত্র-৫.২৪ সিরিজ-প্যারালাল বা মিশ্র সার্কিট

কাজের ধাপ (Working Procedure):

- প্রথমে স্টোর হতে পিপিই (PPE), হ্যান্ড টুলস, শিক্ষা উপকরণ ও পরিমাপক যন্ত্রসমূহ সংগ্রহ করে কাজের টেবিলের উপর রাখতে হবে।
- সিরিজ-প্যারালাল সার্কিট অথবা মিশ্র সার্কিট খাতায় অংকন করতে হবে।
- টেইনার বোর্ডে সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সার্কিট তৈরি করতে হবে।

- সুইচকে লাইনের সাথে সিরিজে, অ্যামিটারকে রেজিস্টরের সাথে সিরিজে এবং ভোল্টমিটারকে রেজিস্টরের প্যারালালে সংযোগ করতে হবে।
- প্রথমে ট্রেইনারবোর্ডের সার্কিটের এসি সরবরাহ দিতে হবে।
- টেইনার বোর্ডের ডিসি ভোল্টেজ সেট করে নিতে হবে বা সার্কিটে সরবরাহ দিতে হবে।
- সার্কিটের সুইচ অন করে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারগুলোর পাঠ গ্রহন করে ডাটা টেবিলে লিপিবদ্ধ করতে হবে।
- ডিসি সার্কিট ট্রেইনারবোর্ডের সুইচ বন্ধ করে PPE, টুলস-যন্ত্রপাতি ও পরিমাপক যন্ত্রসমূহ স্টোরে জমা দিতে হবে।
- কাজের টেবিল ও ওয়ার্কশপ পরিষ্কার করতে হবে।

হিসাব নিকাশঃ

মনে করি, R_1= 51 Ω, R_2= 100 Ω, R_3= 200 Ω, R_4= 1K Ω = 1000Ω

সার্কিটের মোট সমতুল্য রোধ, $R_t = R_1 + R_2 \frac{R_s \times R_4}{R_s + R_4}$

$= 51 + 100 + {}_2\frac{200 \times 1000}{200 + 1000}$

$= 151 + 166.67$

$= 317.67\ \Omega$

সার্কিটের মোট সমতুল্য কারেন্ট, $I_t = \frac{V_t}{R_t}$

$= \frac{30}{315.67} = 0.095$ অ্যাম্পিয়ার

= 95 মিলি-অ্যাম্পিয়ার

R_1 এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট, $I_1 = I_t = 95$ mA.

R_2 এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট, $I_2 = I_t = 95$ mA.

R_3 এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট, $I_3 = I_t \times \frac{R_4}{R_4 + R_3}$

$= 95 \times \frac{1000}{200 + 1000} = 79.17$ mA.

R_4 এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট, $I_t - I_3$ = 95-79.17 = 15.83 mA.

শাখা ভোল্টেজ সমূহ:

R_1 এর শাখা ভোল্টেজ $V_1 = I_1R_1$ = 95 × 51 = 4.845mV

R_2 এর শাখা ভোল্টেজ $V_2 = I_2R_2$ = 95 × 100 = 9.5mV

R_3 এর শাখা ভোল্টেজ $V_3 = I_3R_3$ = 79.17 × 200 = 15.834mV

R_4 এর শাখা ভোল্টেজ = 15.83 × 1000 = 15.83mV

ডাটা টেবিল

ক্রমিক নং	মোট রেজিস্ট্যান্স R_t ওহম	মোট কারেন্ট I_t অ্যাম্পিয়ার	কারেন্ট I_1 অ্যাম্পিয়ার	কারেন্ট I_2 অ্যাম্পিয়ার	কারেন্ট I_3 অ্যাম্পিয়ার	কারেন্ট I_4 অ্যাম্পিয়ার	মোট ভোল্টেজ V_t ভোল্ট	V_1 ভোল্ট	V_2 ভোল্ট	V_3 ভোল্ট	V_4 ভোল্ট
01											
02											
03											

রেজিস্ট্যান্স পরিমাপে ত্রুটি (%) = $\frac{R_t - Rcal}{R_t} \times 100\%$

কারেন্ট পরিমাপে ত্রুটি (%) = $\frac{I_t - Ical}{I_t} \times 100\%$

ভোল্টেজ পরিমাপে ত্রুটি (%) = $\frac{V_t - Vcal}{V_t} \times 100\%$

সতর্কতা (Precaution):

১. মিটারগুলো সঠিক নিয়মে সংযোগ করতে হবে;

২. কানেকটিং লীডগুলো ভালোভাবে লাগাতে হবে;

৩. পরিমাপকৃত কারেন্ট ও হিসেবকৃত কারেন্ট কাছাকাছি মানের হবে;

৫. মিটারের পাঠ সঠিকভাবে নিতে হবে যেন প্যারালাক্স ত্রুটি না হয়;

অর্জিত দক্ষতা:

- সিরিজ, প্যারালাল এবং মিশ্র সার্কিট বিষয়ে ব্যবহারিক জ্ঞান অর্জিত হয়েছে যা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ করা সম্ভব হবে।

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস - ১

দ্বিতীয় পত্র (দশম শ্রেণি)

বিষয় কোড : ৯০২৩

২০২৩

প্রথম অধ্যায়

কমিউনিকেশন সিস্টেম

Communication System

সারা বিশ্ব আজ হাতের মোঠায় 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-

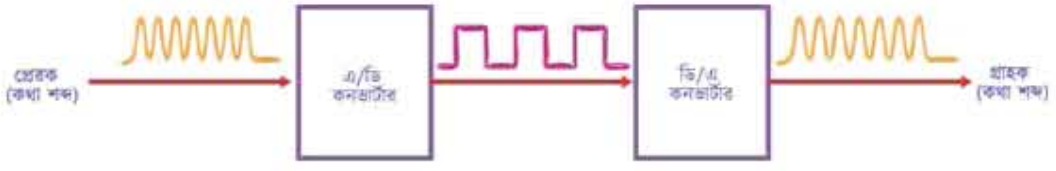
অ্যাকুরেসি (Accuracy): সিস্টেমকে অবশ্যই সঠিকভাবে ডাটা এক স্থান থেকে অন্য স্থানে ডেলিভারি বা পাঠাতে হবে।

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

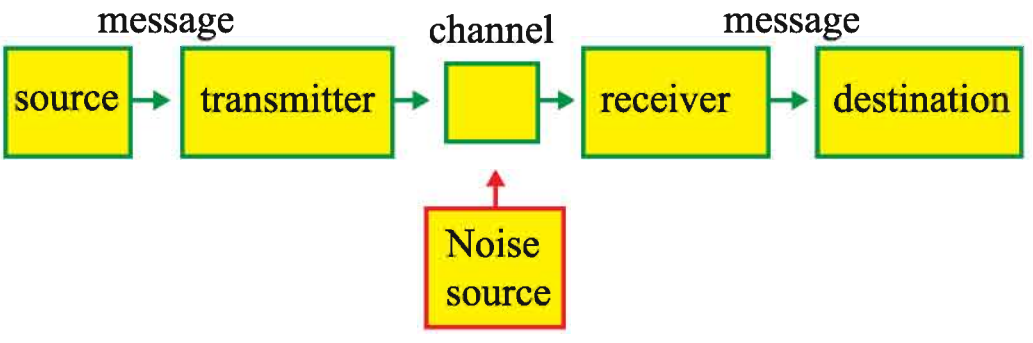
মানুষের কথা বা শব্দ সব সময় অ্যানালগ সিগন্যালের হয়ে থাকে। ডিজিটাল যোগাযোগের ক্ষেত্রে প্রেরিত অ্যানালগ সিগন্যাল এ/ডি কনভার্টারের সাহায্যে ডিজিটাল সিগন্যাল রূপান্তর করে গ্রাহক প্রান্তে প্রেরণ করে। গ্রাহক প্রান্ত উক্ত ডিজিটাল সিগন্যল কথা বা শব্দে রূপান্তর করার জন্যে ডি/এ কনভার্টারের সাহায্যে অ্যানালগ সিগন্যাল 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 ভিডিওকেও) রেডিও তরঙ্গে রুপান্তর করে। ট্রান্সমিটার যখন এন্টিনায় বার্তা পাঠায় তখন সেই বার্তা বিদ্যুৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গে রুপান্তরিত হয়ে রিসিভারের এ্যান্টেনায় পৌছায়। 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 সিগনালটিট বিভিন্নভাবে ক্ষতিগ্রস্থ হতে পারে যাকে নয়েস (Noise) বলে।

যোগাযোগ চ্যানেলগুলো দু'টি বিভাগে বিভক্ত: 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 গ্রহন করে থাকে। যেমন- কম্পিউটার।

একক কাজ:
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-১.৩ঃ 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 সিগনালে রূপান্তর করার প্রক্রিয়া ।

ডিমডুলেশনঃ ডিমডুলেশন হলো মডুলেট কৃত অ্যানালগ সিগনালকে 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 বা 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। তদ্রুপ 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

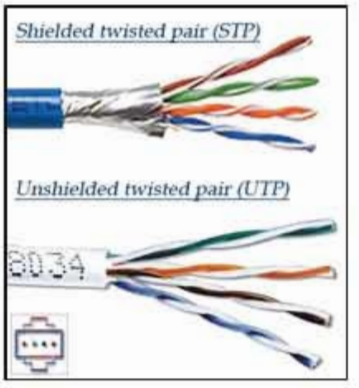
কম্পিউটার নেটওয়ার্কে বিভিন্ন ধরনের ক্যাবল ব্যবহার করা হয়। নিচে এগুলো নিয়ে আলোচনা করা হলো।

১। **টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল:** 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 ক্যাবল:** 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 সুতা এবং (২) তার উপর ধাতবপাত দ্বারা মোড়ানো আবরণ।

খ. **আনশিলডেড টুইস্টেড পেয়ার ক্যাবল:** 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

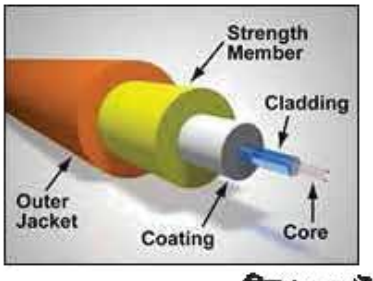
২। **কো-এক্সিয়াল ক্যাবল:** কো-এক্সিয়াল ক্যাবল টুইস্টেড পিয়ার ক্যাবলের চেয়ে তুলনামূলকভাবে হাই ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল বহন করে। কো-এক্সিয়াল ক্যাবল হলো এমন এক ধরনের ক্যাবল, যাতে গোলাকার আকৃতির দু'টি কন্ডাক্টর, ১টি ইনসুলেটর এবং একটি জ্যাকেট থাকে। দু'টি কন্ডাক্টর এর মধ্যে একটি কন্ডাক্টরকে বলা হয় ইনার 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 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 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 থিনলেট 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। LC	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

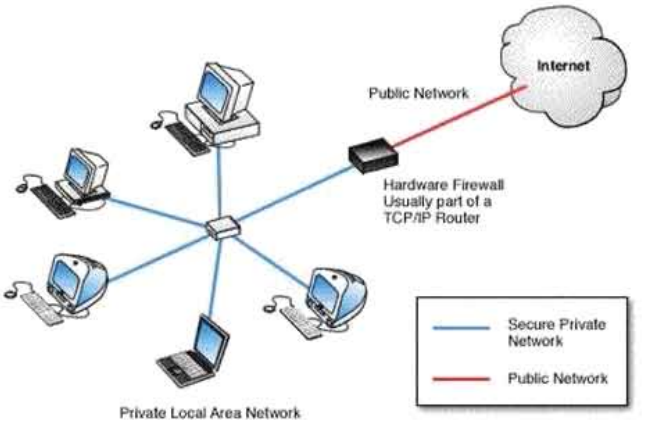
১.২.৩ কম্পিউটার নেটওয়ার্ক এর প্রকারভেদ

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।



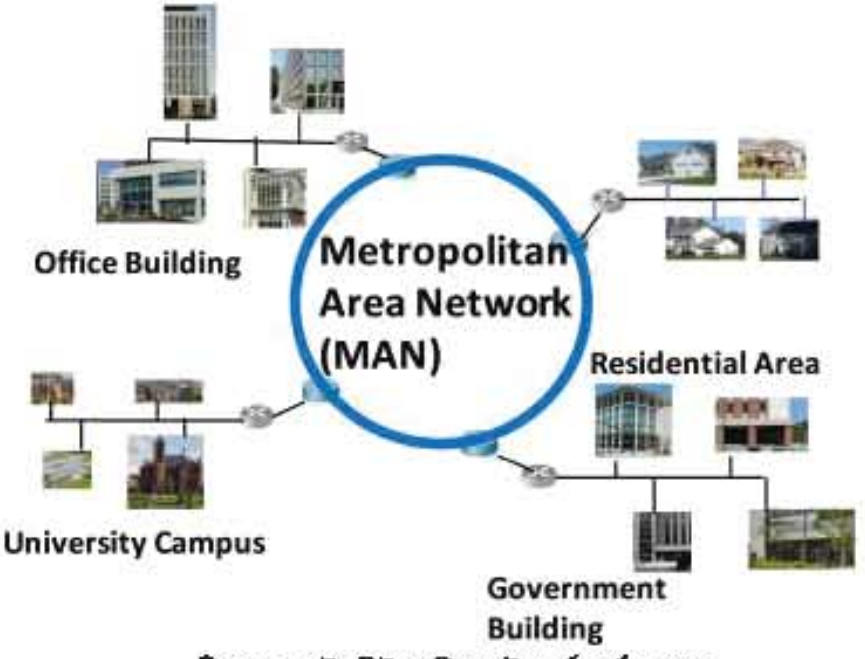
চিত্র-১.৮ লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক (LAN)

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।

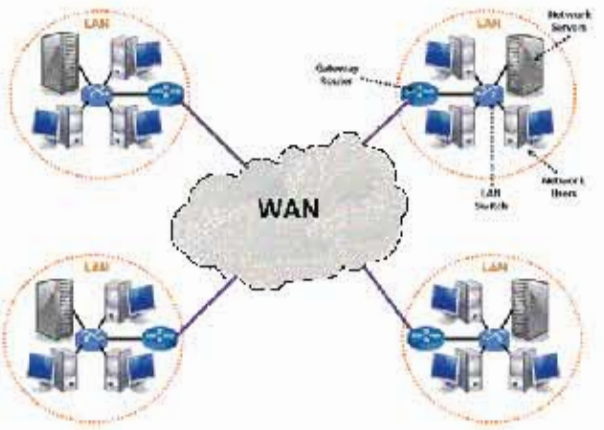
মেট্রোপলিটন এরিয়া নেটওয়ার্ক (MAN–Metropolitan Area Network):

ম্যান বা মেট্রোপলিটন এরিয়া নেটওয়ার্ক হচ্ছে কতকগুলো ল্যান নেটওয়ার্কের সমন্বয় বা একটি পুরো শহর 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 এডাপ্টার কার্ড ফিট 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 বা 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 স্ট্যান এর বিভিন্ন যন্ত্রাংশের মধ্যে সংযোগ স্থাপন

অতি সাধারণ লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক বা স্ট্যান 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 স্ট্যানভুক্ত সকল ব্যবহারকারী একটি প্রিন্টারকেও ব্যবহার করতে পারে। উল্লেখ্য, স্ট্যানের সাথে সুইচ, রাউটার ইত্যাদি ব্যবহার করে এবং ইন্টারনেট সার্ভিস প্রোভাইডার হতে ইন্টারনেট এর কানেকশন গ্রহণ করে স্ট্যানভুক্ত সকল ব্যবহারকারীই বৃহত্তর স্ট্যান 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. যন্ত্রচালিত অফিস ও কারখানা ব্যবস্থাপনা
২. ডিসট্রিবিউটেড কমপিউটিং
৩. অগ্নিনির্বাপন ও নিরাপত্তা
৪. ই-মেইল প্রেরণ ও গ্রহণ
৫. ইলেকট্রনিক বুলেটিন বোর্ড
৬. 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

কমপিউটার 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।

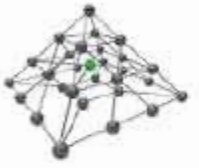
৩. সফটওয়্যার রিসোর্স শেয়ার করা যায়। যেমন– কোনো প্রতিষ্ঠানের নেটওয়ার্কে কেন্দ্রীয়ভাবে সফটওয়্যার ইনস্টল ও কনফিগার করা হয়, তখন ঐ সফটওয়্যার বা প্রোগ্রাম পুরো প্রতিষ্ঠানের অন্যান্য ক্লায়েন্টদের জন্য ব্যবহারযোগ্য রিসোর্স হয়ে যায়।

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 মেসেজ 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



চিত্র-১.১৭ 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

সরকারি কর্মকাণ্ডের 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–প্রদান:

- 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 আহরণ:

- ইন্টারনেট হলো তথ্যের বিশাল ভাণ্ডার। 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।

শিক্ষার ক্ষেত্রে:

- 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 ক্ষেত্রে:

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

বিনোদন ও অনলাইন মিডিয়া:

- 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।

বাণিজ্যিক:

- 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 সেবা:

- 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 রয়েছে:

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 হয়ে 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 কাজ:
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। একটি ট্রান্সমিটার, যা ইনফরমেশন গ্রহণ করে এবং একে সিগন্যালে পরিণত করে।

২। একটি ট্রান্সমিশন মিডিয়া, যা সিগন্যাল বহন করে এবং

৩। একটি 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:

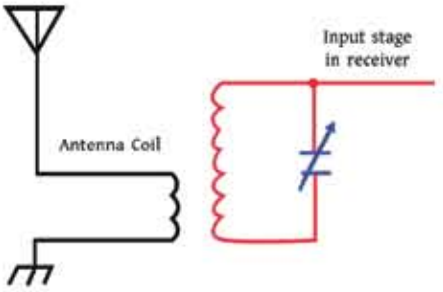
Private Branch Exchange (PBX) : প্রাইভেট ব্রাঞ্চ এক্সচেঞ্জ (PBX) হল ব্যক্তিগত লোকাল টেলিফোন সিস্টেম যা কোন বিল্ডিং ভবনে বা অফিসের মধ্যে টেলিফোন যোগাযোগের জন্য সীমিত থাকে। এই ব্যবস্থায় স্পীড ডায়ালিং, কল ট্রান্সফার এবং ভয়েস মেইলের ব্যবস্থা থাকে। PBX সিস্টেম লোকাল টেলিফোন সমূহকে যেমন সংযোগ দিতে পারে 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 Subcriber Dialling (ISD) : আইএসডি এর পুরো নাম হল ইন্টারন্যাশনাল সাবস্ক্রাইবার ডায়ালিং। বহির্বিশ্বের সাথে টলিযোগাযোগের 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 গ্রহকের নিজস্ব টেলিফোন নম্বর।

১.৪ টিভি এন্টেনা

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



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 দুটি 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) সিগনাল 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 তুলনা 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 মনিটর বা মনিটরের সেটকে সিগনাল 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 রেকর্ডারগুলোযা 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 সিগনাল 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 সিগনাল 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।

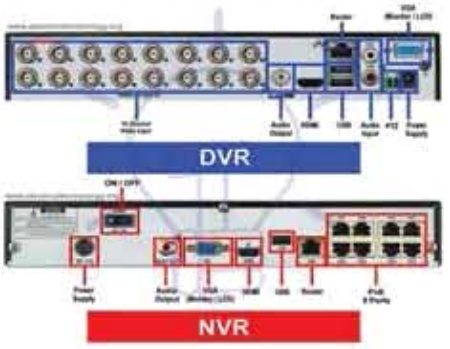
১.৫.৩ সিসিটিভি সিস্টেমে ব্যবহৃত ইকুইপমেন্টসমূহ

সিসিটিভি সিস্টেমে ব্যবহৃত ইকুইপমেন্টসমূহ

নিচে দেয়া হলো-

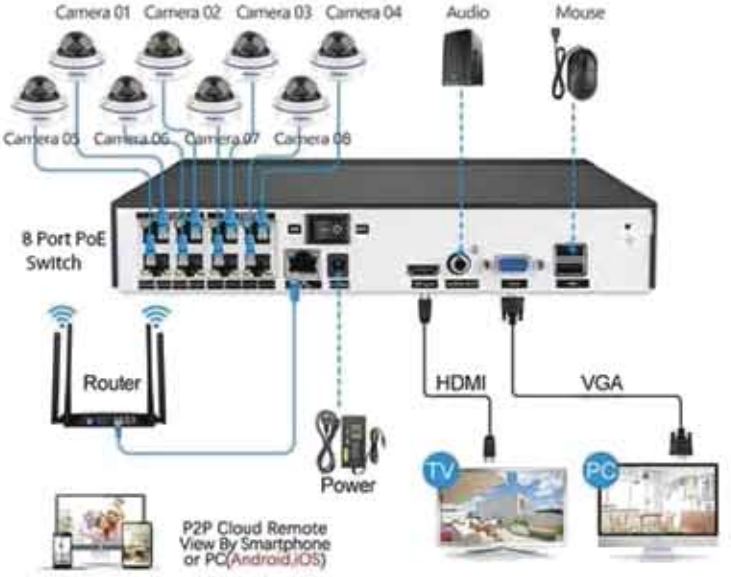
- ক্যামেরা (বুলেট, গম্বুজ বা পিটিজেড ক্যামেরা)
- লেন্স
- ক্যামেরা ইমেজ সেন্সর
- মাউন্টিং এবং কভার
- যোগাযোগ মাধ্যম যেমন তারগুলো
- বিদ্যুৎ সরবরাহ এবং পাওয়ার
- সুইচিং এবং সিনক্রোনাইজারস
- মনিটর
- ভিডিও ক্যাসেট রেকর্ডার
- রাউটার
- ক্যাবল
- ডিভিআর বা এনভিআর

১.৫.৪ ডিভিআর এবং এনভিআর এর বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করণ

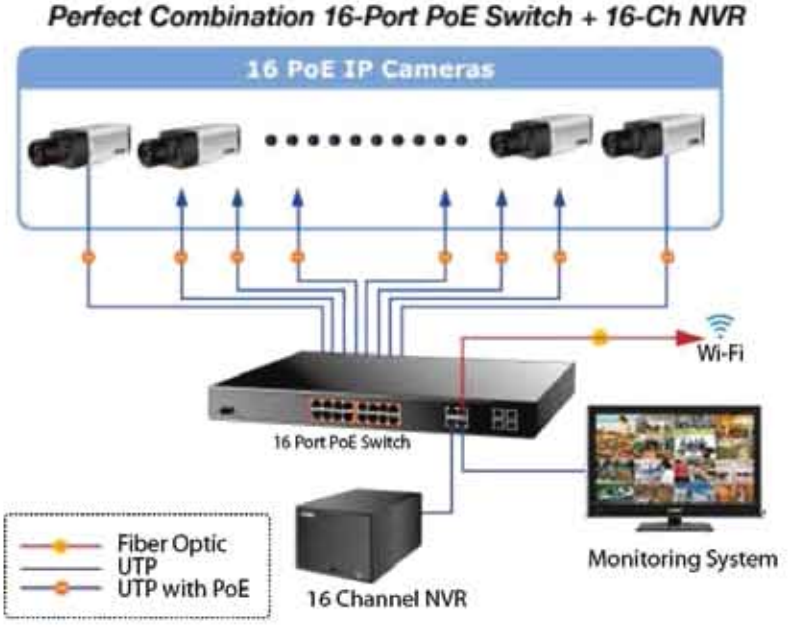


চিত্র-১.২০ ডিভিআর এবং এনভিআর সম্মুখ প্যানেল

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;
- দেহ জীর্ণতে;
- ট্রাফিক গতি পর্যবেক্ষণে;
- যানবাহন ট্রাফিকে;
- পথচারী ট্রাফিকে;
- ব্যবস্থাপনা পরিচালনায়;
- গণপরিবহনে নিরাপত্তা ও সুরক্ষা বাড়ানোর কাজে;
- ক্রীড়া ইভেন্টে;
- শিক্ষা প্রতিষ্ঠানে;
- ব্যক্তিগত বাড়িতে;
- ফৌজদারীতে;
- দুর্যোগ ব্যবস্থাপনা
- চিকিৎসা পর্যবেক্ষণ এবং নির্ণয়
- আচরণ গবেষণা
- শপিং মল এবং খুচরা দোকানে।
- কর্মচারী পর্যবেক্ষণ;

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর 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 উত্তর 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।

রচনামূলক উত্তর 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।

ব্যাবহারিক (Practical)

জব নং ১: কমিউনিকেশন ক্যাবল শনাক্তকরণ।

পারদর্শিতার মানদন্ড

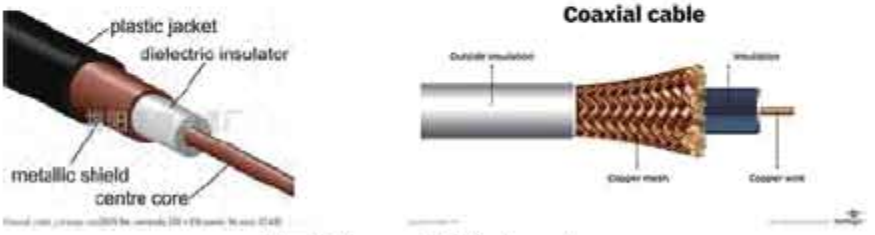
- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যাক্তিগত নিরাপত্তা(পিপিই) পোশাক পরিধান করা;
- প্রয়োজন অনুযায়ী কাজের স্থান প্রস্তুত করা;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী ম্যাটেরিয়াল নির্বাচন ও সংগ্রহ করা;
- কো-এক্সিয়াল ক্যাবল, অপটিক্যাল ফাইবার, CAT6 ক্যাবল এর গঠন পর্যবেক্ষন করা;
- ক্যাবল টেলিভিশন এর কো-এক্সিয়াল ক্যাবল সনাক্ত করা;
- ডাটা কমিউনিকেশন এর অপটিক্যাল ফাইবার সনাক্ত করা;
- ডাটা কমিউনিকেশন এর CAT6 ক্যাবল সনাক্ত করা;
- কমিউনিকেশন ক্যাবলগুলো কানেক্টরের সাথে ক্ষেত্র বিশেষে সংযুক্ত করা;
- কাজ শেষে ওয়ার্কপের 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)

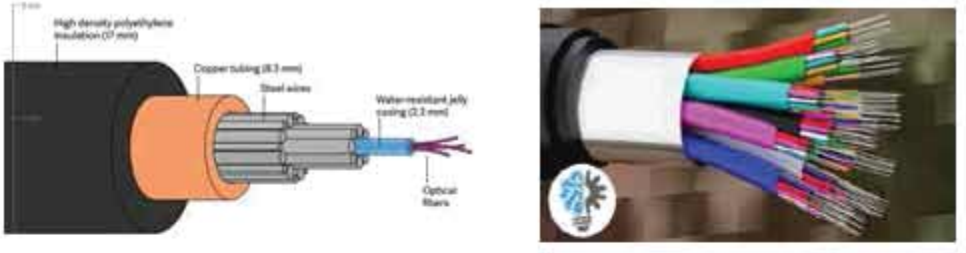
ক্র: নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলোমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কালো ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাক্স	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লোবস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু 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 গ্লোবস, গগলস ব্যবহার করব।
- কমিউনিকেশন ক্যাবলগুলো সঠিকভাবে সনাক্ত করব।
- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তার দিকে খেয়াল রাখব।

➢ অর্জিত দক্ষতা

➢ এই জবের মাধ্যমে কমিউনিকেশন ক্যাবল সনাক্ত 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 ব্যাক্তিগত 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)

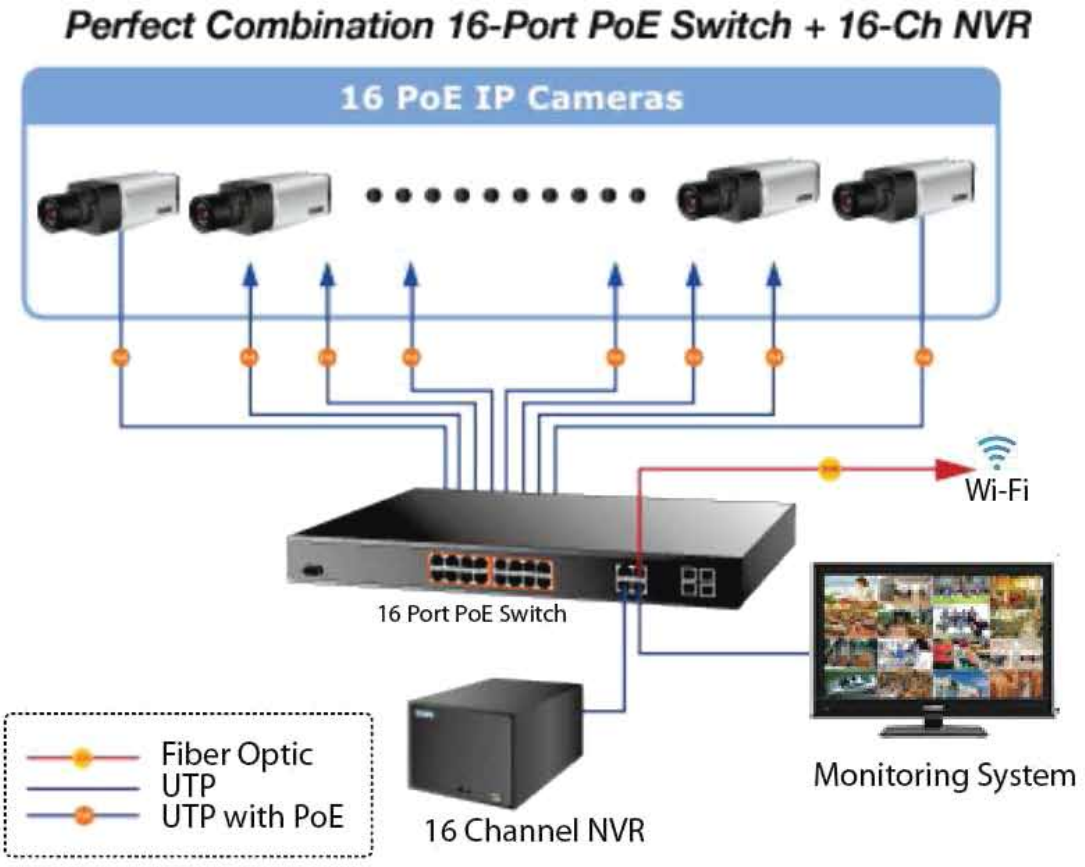
ক্রমিক নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলোমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কালো ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাস্ক	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লোবস	কাপড়ের তৈরি	০১ জোড়া
০৬	সেফটি সুজ	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১ জোড়া
০৭	হ্যান্ড সেনিটাইজার	৯৯.৯৯% জীবাণু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

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Required Instruments)

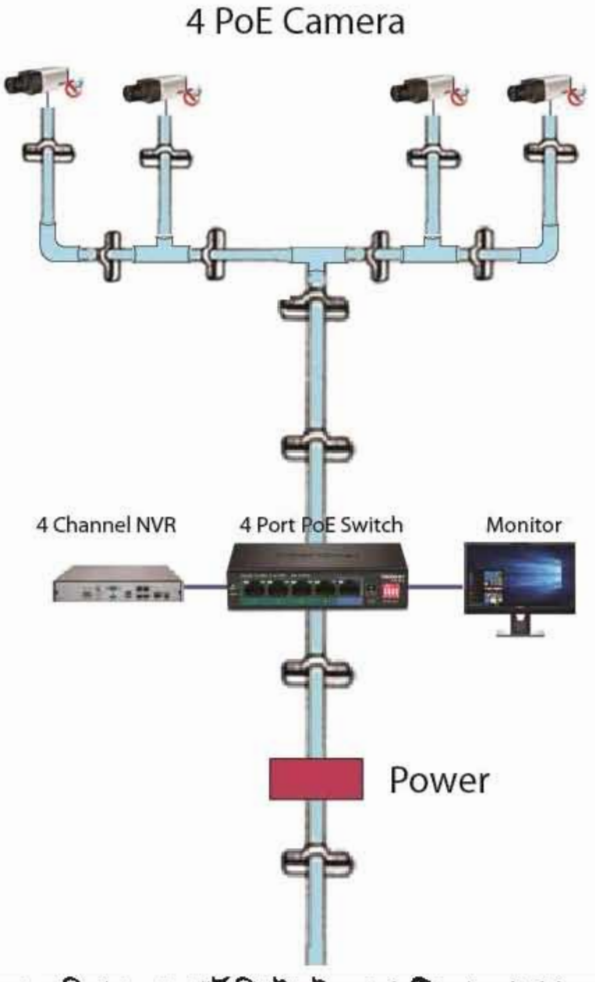
ক্র: নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	স্টান্ডার্ড, ১০ ইঞ্চি	০১টি
০২	নিয়ন টেস্টার	২৫০ ভোল্ট	০১টি
০৩	ওয়্যার স্ট্রিপার	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০৪	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	০১টি
০৫	বলপিন হ্যামার	১৪ ইঞ্চি	০১টি
০৬	কোল্ড চিজেল	১০ ইঞ্চি	০১টি
০৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	হ্যামার টাইপ	০১টি
০৮	মেজারিং টেপ	৫ মিটার	০১টি
০৯	রুলার স্কেল	৫ ফিট	০১টি
১০	ফল্ডেবল 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, ২২০০W	০১টি
১৬	এক্সটেনশন কর্ড, থ্রি-পিন সকেট, ১০ মিটার দৈর্ঘ্য	২৫০V, ২০A	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials)

ক্র: 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	কর্নার	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	পিওই	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 ফিক্সার 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 গ্লোবস, 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 ৩: একটি বাড়িতে আকাশ টিভি এন্টেনা স্থাপন করে টিভিতে সংযোগ করণ ও টিউনিং করে টিভি চালু করণ।

পারদর্শিতার মানদন্ড

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ব্যাক্তিগত 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;
- 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)

ক্র: নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলোমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাক্স	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লোবস	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)

ক্র: 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	৬ ইঞ্চি	০১টি
০৫	বলপিন হ্যামার	১৪ ইঞ্চি	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	এল কি	১০ ইঞ্চি	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Required Materials)

ক্র: 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।
- সিগনাল অপশনে যেয়ে সিগনাল টিউনিং করব।
- সিগনাল না থাকলে ছাতা ঘুরায়ে সিগনাল (প্রায় ১০০%) ঠিক করে নিব।
- সিগনাল 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।

➢ সতর্কতা (Precaution)

- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লোবস, 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।
- সিগনাল 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।

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 অন্যন্য 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 অনুসন্ধিসু 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 যা 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 পৌঁছায়না 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 আলোর পরিণত হয় অথবা আলোকশক্তি অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত হয়?

চিত্র-২.১ জেলিফিসের আলো নিঃসরণ

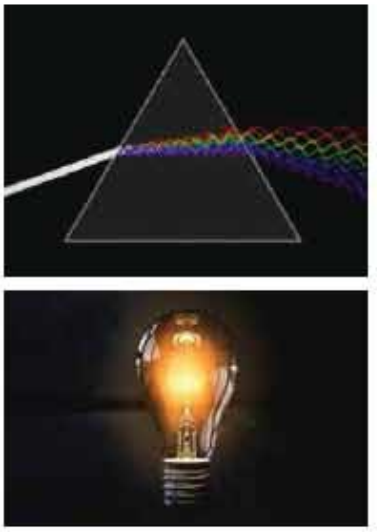
আলোর প্রকৃতি বা বৈশিষ্ট্য নিয়ে বিভিন্ন যুগে বিজ্ঞানীরা ব্যাখ্যা প্রদান করেছেন। সময়ের পরিবর্তনের সাথে সাথে পরবর্তী প্রজন্মের বিজ্ঞানীরা অধিকতর গ্রহণযোগ্য ব্যাখ্যা দিয়ে আগের ব্যাখ্যাকে প্রতিস্থাপিত করেছেন। বিজ্ঞানী নিউটন মনে করতেন আলো করপাসল (Corpuscle) নামে এক ধরনের কণা যা সরল রেখা বরাবর গমন করে। পরবর্তীতে 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। উনবিংশ 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 তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ মানুষের চোখে দর্শন অনুভুতির সৃষ্টি করে। তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের এ ব্যবধি (Range) কে আলো বলা হয়। ৪০০ ন্যানোমিটারের কাছাকাছি তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোকে আমরা বেগুনি এবং ৭০০ ন্যানোমটার 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 কার্যক্রম:

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 তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের আকারে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে গমন করে। শূন্যস্থানে 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 তড়িচ্চৌম্বক তত্ত্ব (Electromagnetic Theory) বিজ্ঞানী ম্যাক্স প্লাঙ্ক এর কোয়ান্টাম তত্ত্ব (Quantum Theory) উল্লেখযোগ্য।

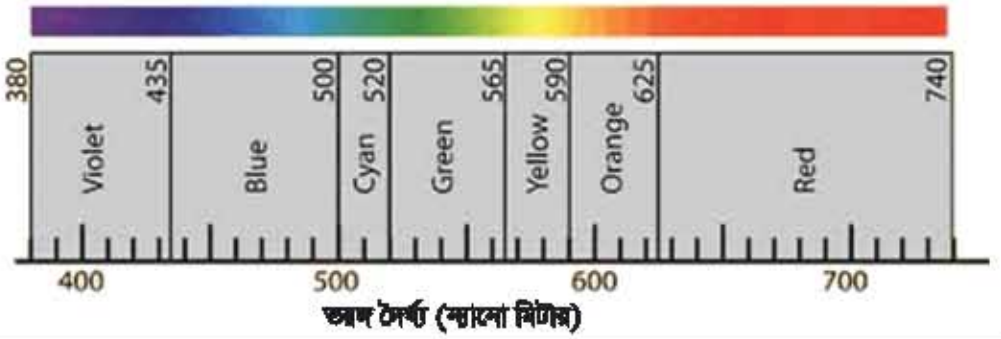


চিত্র-২.২ আলোর কার্যক্রম

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 তড়িচ্চৌম্বকীয় তরঙ্গ নির্গত হয়। এগুলোর সবকটি আমাদের চোখে দেখার অনুভূতি সৃষ্টি করে না। সূর্য থেকে আসা দৃশ্যমান বর্ণের বিভিন্ন কম্পাংকের আলো মিশ্রিত 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 খণ্ড থেকে নির্গত বিভিন্ন তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের তড়িচ্চৌম্বকীয় বিকিরণকে বর্ণালি (Spectrum) বলে। যেমন একখণ্ড 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 খণ্ড থেকে নির্গত দৃশ্যমান এবং এর বাইরের সবকটি তরঙ্গের সমাহার হলো লোহার খণ্ডের 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 সূর্যপৃষ্ঠ থেকে নির্গত বিভিন্ন কম্পাংকের তড়িৎচৌম্বকীয় তরঙ্গের সমাহারকে সৌর বর্ণালী (Solar spectrum) বলে।



চিত্র-২.৩ সৌর বর্ণালীর দৃশ্যমান অংশ

২.২.১ বর্ণালির প্রকারভেদ

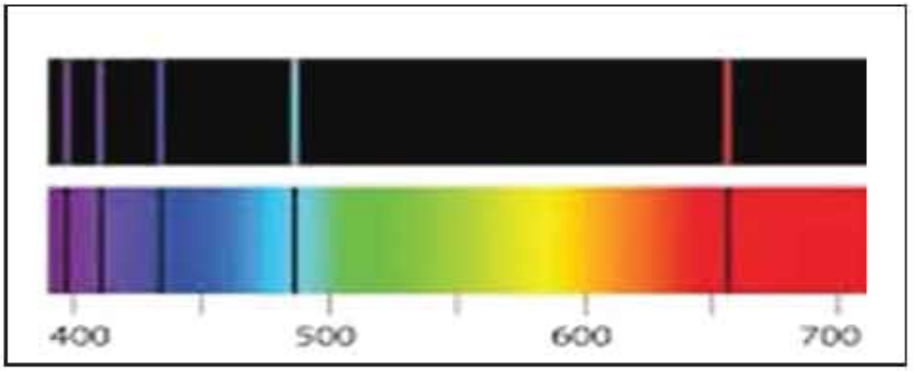
ক) শোষণ বা অনুজ্জ্বল বর্ণালি (Absorption Spectrum)

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 কম্পাংকসমূহের 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 রূপটি 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 উদ্ভিজ্জ 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 ভূতাত্ত্বিক আব্রাহাম গেসনার, ১৮৪০ এর দশকে কেরোসিন পরিশোধন করেন এবং এর ফলে আরো কম দামে উজ্জ্বল 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

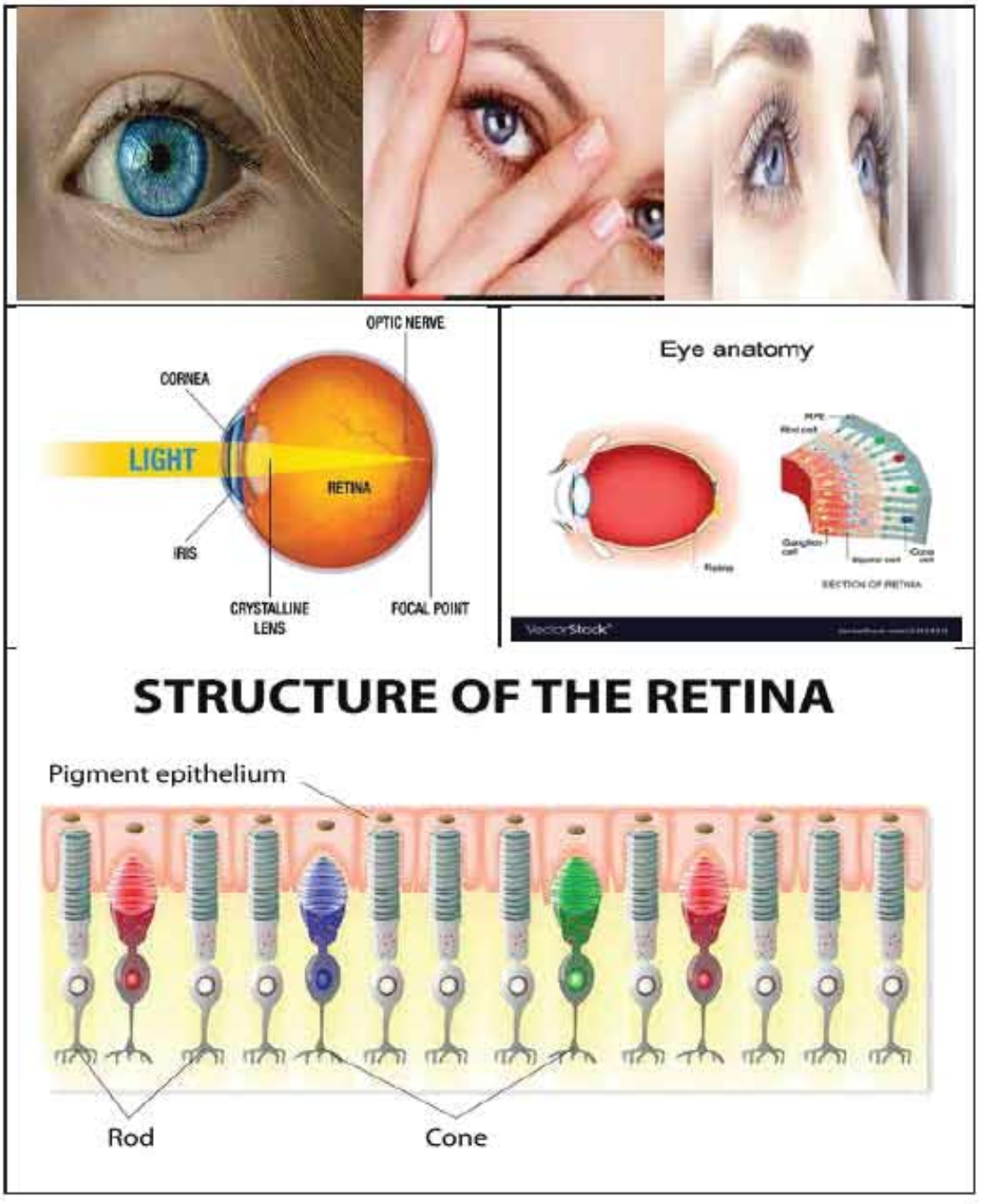
ইনক্যানডিসেন্ট বাতি আবিষ্কার করেন এবং কিছুদিনের মধ্যে বিপুলাকারে এর উৎপাদন শুরু হয় তখন থেকেই বাতির শিল্পায়ন শুরু হয়।

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 স্টেকানি 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 সৃষ্টি 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-বাইরে 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 স্টেকানি বলেন, "মানুষ এই ডায়নামিক লাইট পছন্দ করছে, সেটাই বড়ো কথা । তাদের ভালো লাগ 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 খিদে 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 বুদ্ধি 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 পরে তিমির তেলের ব্যবহার হ্রাস পেয়েছিল। যার ফলে আরও কম দামে উজ্জল আলো তৈরী হয়। তিমির তেলের চুড়ান্ত 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 অর্থনৈতিক 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 অর্থ্যাৎ 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 সঠিকরুপে 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 যেমন: কম শক্তি ব্যয়ে অধিক আলো এবং দীর্ঘস্থায়ী সেবার বিষয়টি বিবেচনা করা হয়ে থাকে।

২.৬.৪ লাইটিং পদ্ধতি (Lighting System):

আলো বন্টন করিবার জন্য আলোর ইউনিটগুলি সাধারণত ব্যবহার হইয়া থাকে।

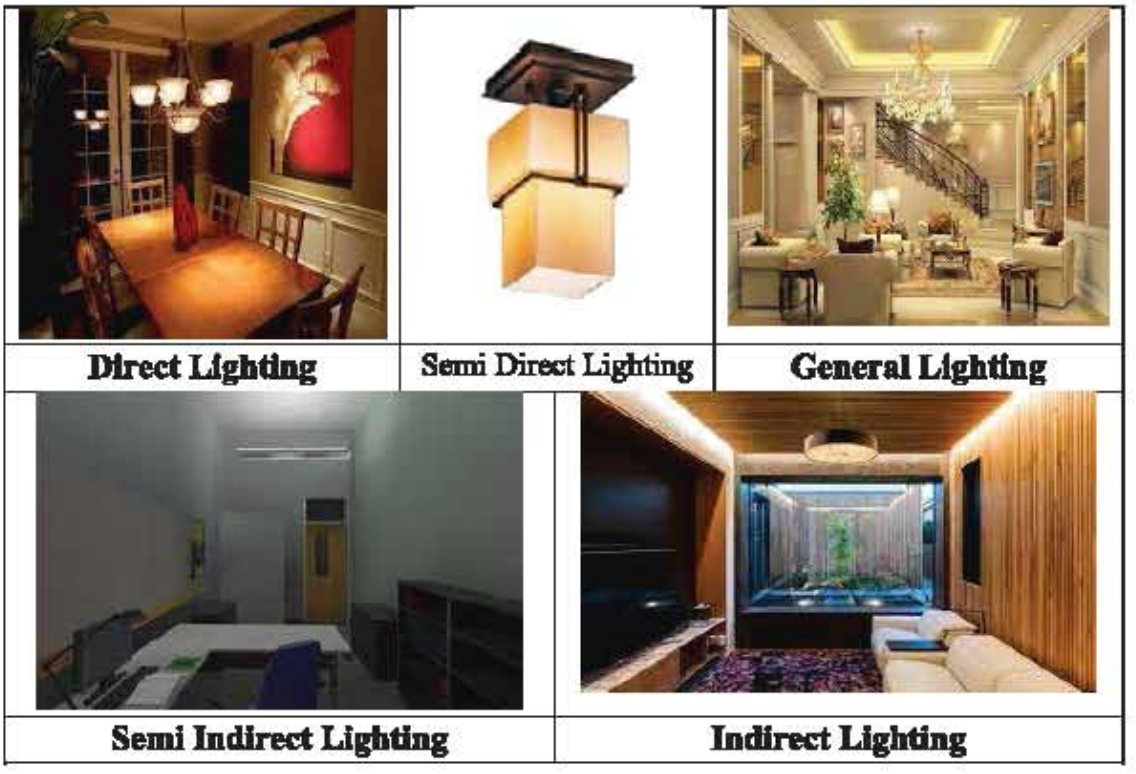
ডাইরেক্ট লাইটিং (Direct Lighting): প্রতিটি বাতির ক্ষেত্রে ৯০%-১০০% আলো নিচের দিকে প্রবাহিত করিয়া থাকে।

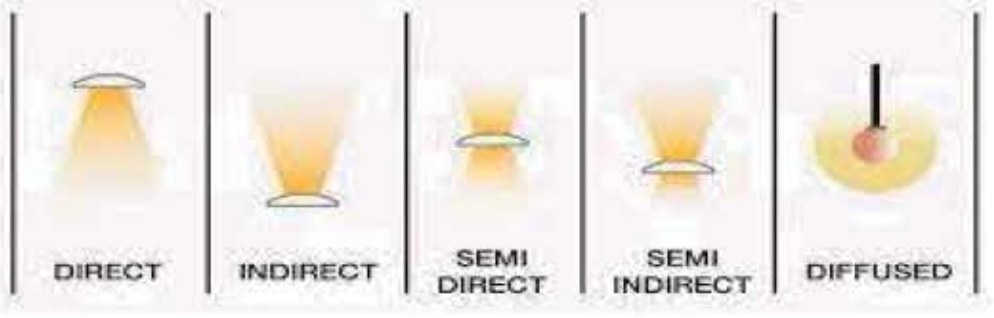
সেমি ডাইরেক্ট লাইটিং (Semi Direct Lighting): প্রতিটি বাতির ক্ষেত্রে ৬০%-৯০% আলো নিচের দিকে প্রবাহিত করিয়া বাকি উপরের দিকে প্রবাহিত করিয়া থাকে।

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

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

ইনডাইরেক্ট লাইটিং (Indirect Lighting): প্রতিটি বাতির ক্ষেত্রে ৯০%-১০০% আলো উপরের দিকে প্রবাহিত করিয়া থাকে। ইহা প্রধানত ডেকোরেশন কাজের উদ্দেশ্যে ব্যবহার হইয়া থাকে।

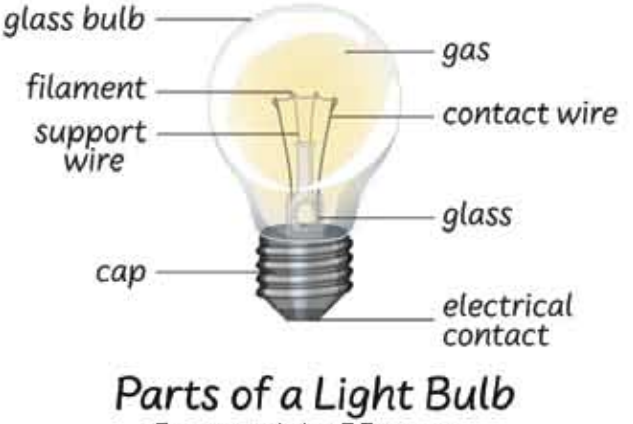




চিত্র- ২.৮ বিভিন্ন ধরনের Lighting System

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 ।



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

(৩) গ্যাস ভরা কুণ্ডলিত ফিলামেন্ট ল্যাম্প : এ ধরনের ল্যাম্পে কাঁচের 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।

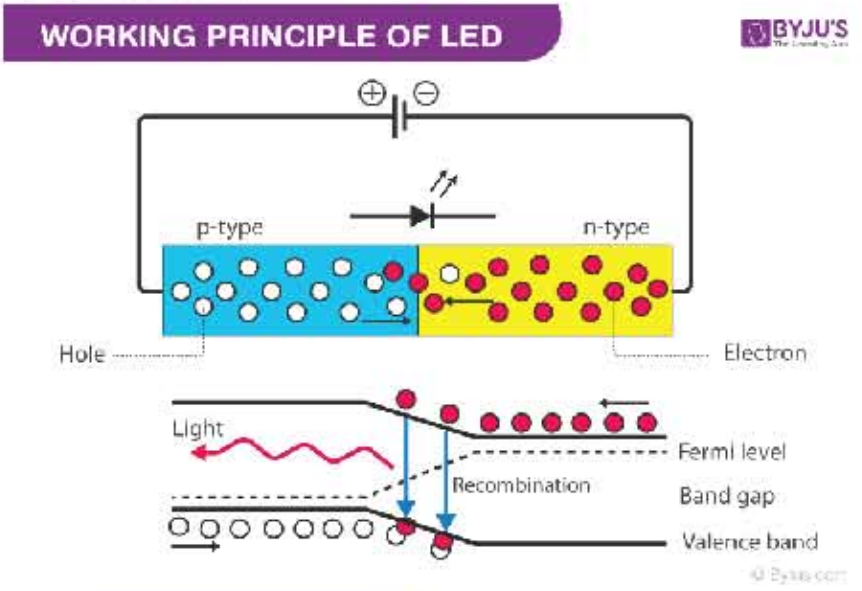
(গ) গ্যাস ডিসচার্জ ল্যাম্প : এই ল্যাম্পে গ্যাস হিসাবে সাধারণত সোডিয়াম বা হিলিয়াম, ক্রিপটন, জেনন প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়। এর চাপ বায়ুর চাপের তুলনায় খুব কম থাকে। সোডিয়াম ভেপার ল্যাম্প, মার্কারি ভেপার ল্যাম্প এই ল্যাম্পের অন্তর্ভুক্ত। মর্কারি ভেপার ল্যাম্প আবার তিন প্রকার। যথা: (i) এমএ টাইপ (ii) এমএটি 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 ।

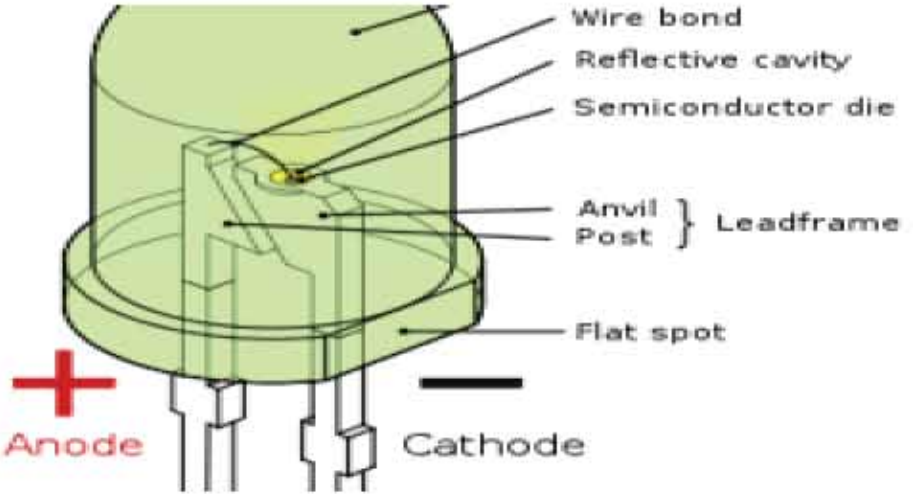
(ঘ) এনার্জি সেভিং বাল্ব ও এলইডি বাল্ব:

এনার্জি সেভিং বাল্ব : বিদ্যুৎ সাশ্রয়ী বাতি বা এনার্জি সেভিং বাল্ব মূলত,ঘনীভূত গ্যাস ভর্তি একটি কাঁচের নল। এই কাঁচের নল আলোর বিকিরণ গ্রহনকরত, তাকে আবার আলোরূপে ফিরিয়ে দেয়। এই কারণে কাঁচের নলটি যে পরিমান আলো উৎপন্ন করে তার চেয়ে কয়েকগুন বেশি আলো পাওয়া যায়। কাঁচের 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 বিশা আলোও বিকরণ করে।

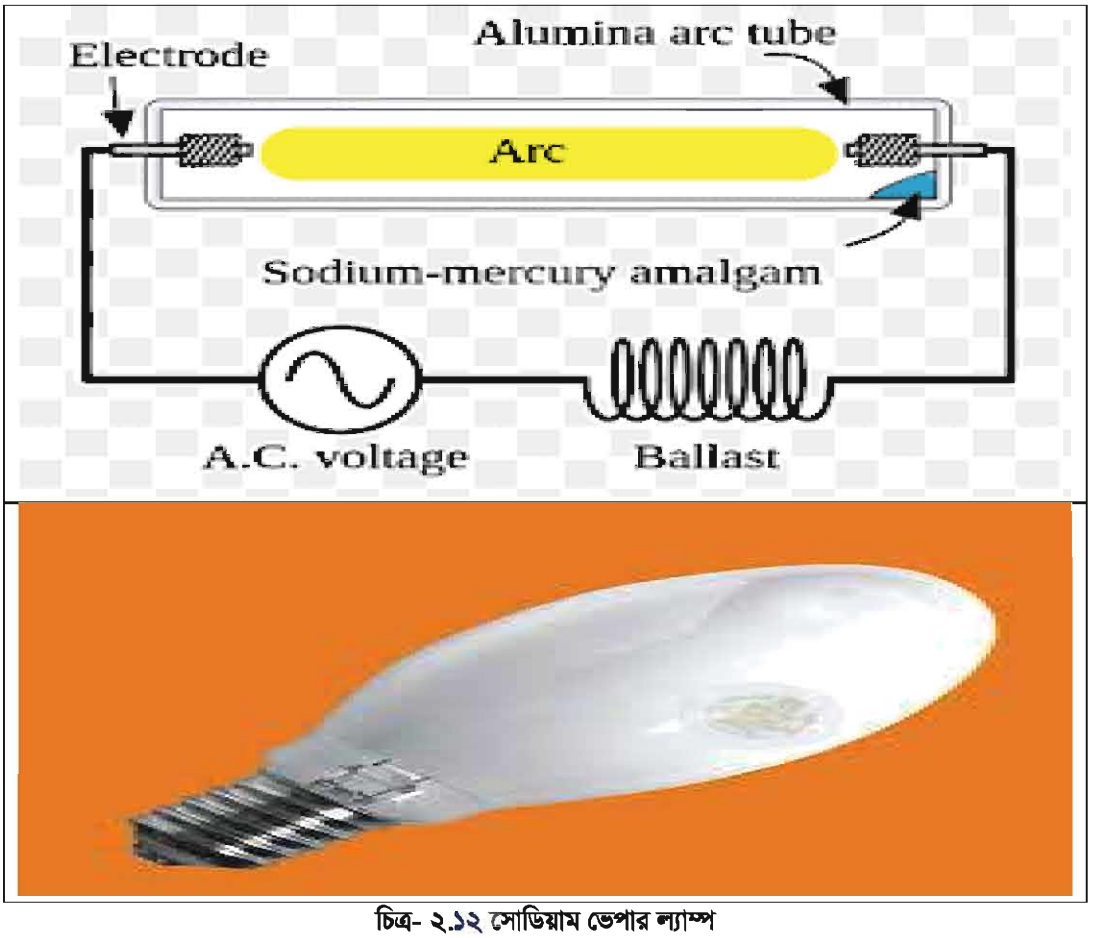




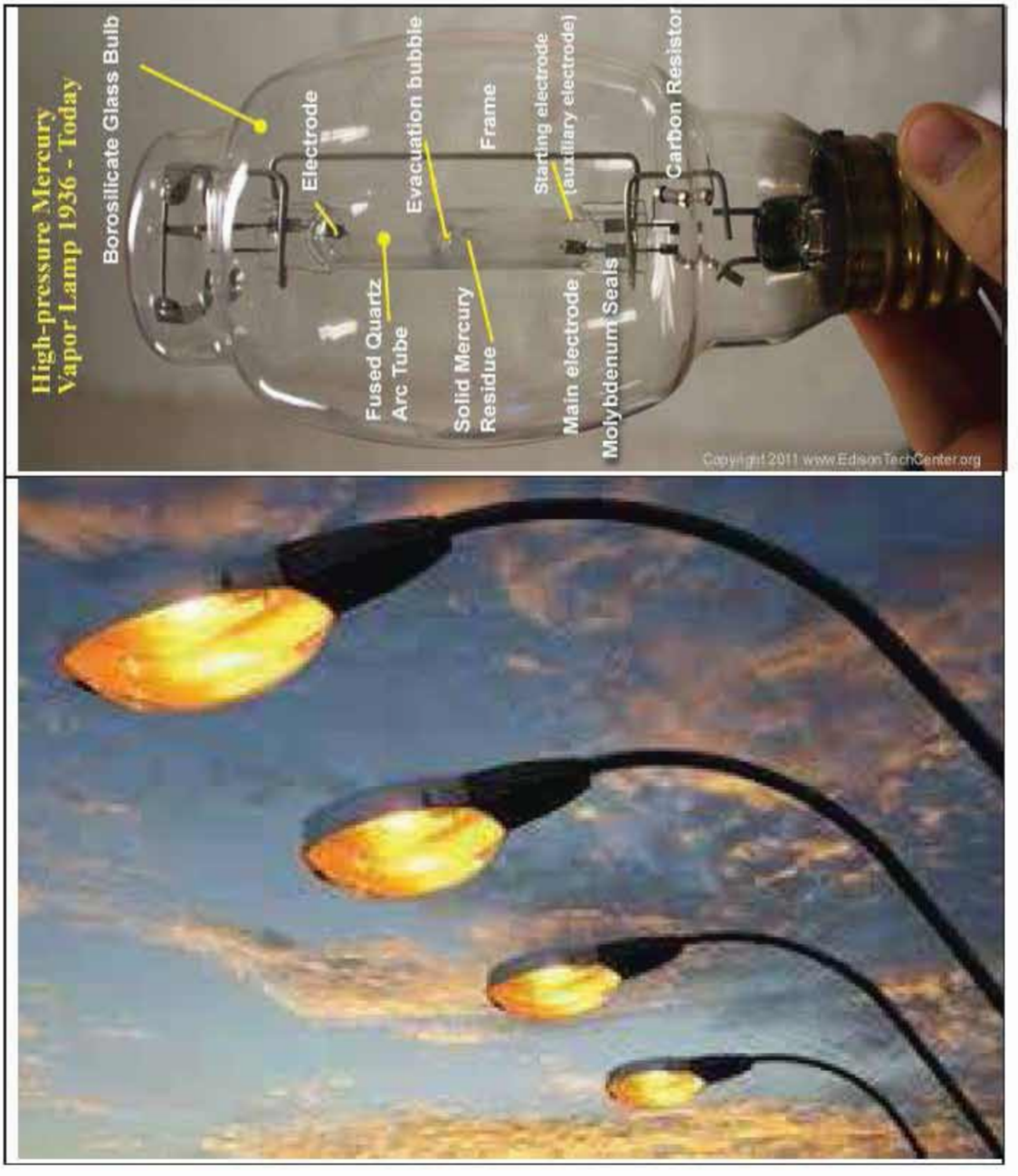
চিত্র- ২.১১ বিভিন্ন প্রকার এলইডি বাল্ব

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 ভোল্টজ 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 এর মাধ্যমে আর্গন গ্যাসের মাধ্যমে ইলেকট্রিক ডিসচার্জ শুরু হয়। পরে ঐ ইলেকট্রিক ডিসচার্জ দিক পরিবর্তন করে প্রধান ইলেকট্রোডের মধ্যে হয়। ইলেকট্রোড দুইটি উত্তপ্ত হলে পারদ বাষ্পে পরিণত হয় এবং ভিতরের মধ্যে 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।

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 উন্মুক্ত স্থান প্রভৃতি আলোকিত করতে গ্যাস ডিসচার্জ ল্যাম্প ব্যবহৃত হয়।

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	৯০০০
	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	৯০০০
	৬০	৩৯০০	"
	৮৫	৬০০০	"
	১০০	৭৫০০	"
মার্কারি ভেপার ল্যাম্প	৮০	৩৫০০	৯০০০
	১২৫	৬২৫০	"
	২৫০	১৩৫০০	"
	৪০০	২৩০০০	"
	১০০০	৬০০০০	"
হ্যালোজেন ল্যাম্প	১০০০	২৫০০০	৯০০০

২.৮ ইলুমিনেশন:

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 4 π (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 দ্বারা ইহার উজ্জ্বলতা বোঝায়।

২.৮.২ ইলুমিনেশনের একক:

কোনো স্থানের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে যে পরিমাণ আলোক রশ্মিরেখা পাওয়া যায়, তাকেই ঐ স্থানের ইলুমিনেশন বা উদ্ভাশন 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
কয়ন 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 নিমে দেখানো হলো :

স্থান	লিউমেন (বর্গমিটারে)	স্থান	লিউমেন (বর্গমিটারে)	স্থান	লিউমেন (বর্গমিটারে)
১. বাসাবাড়ি		৫. বিদ্যালয়:		৭.ঢালাইয়ের কারখানা ঃ	
বেডরুম (শয়নকক্ষ)	৫০	শ্রেণিকক্ষ	১৫০	সাধারণ কাজ	১০০
বাথরুম(স্নানঘর)	৮০	চিত্রাঙ্কন	২০০	সূক্ষ্ম 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 নিদির্ষ্ট কক্ষ) অ্যাসেম্বলি শপঃ		১১. রাস্তার বাতি	২-১০
টাইপ করা এবং হিসাবের কাজ	২২৫	বিশেষ ধরনের কাজ	৭০	১২.ছাপাখানার কম্পোজ ঘর।	৩০০
সাধারন 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	কাচঁ গলিয়ে জিনিসপত্র তৈরী	১০০

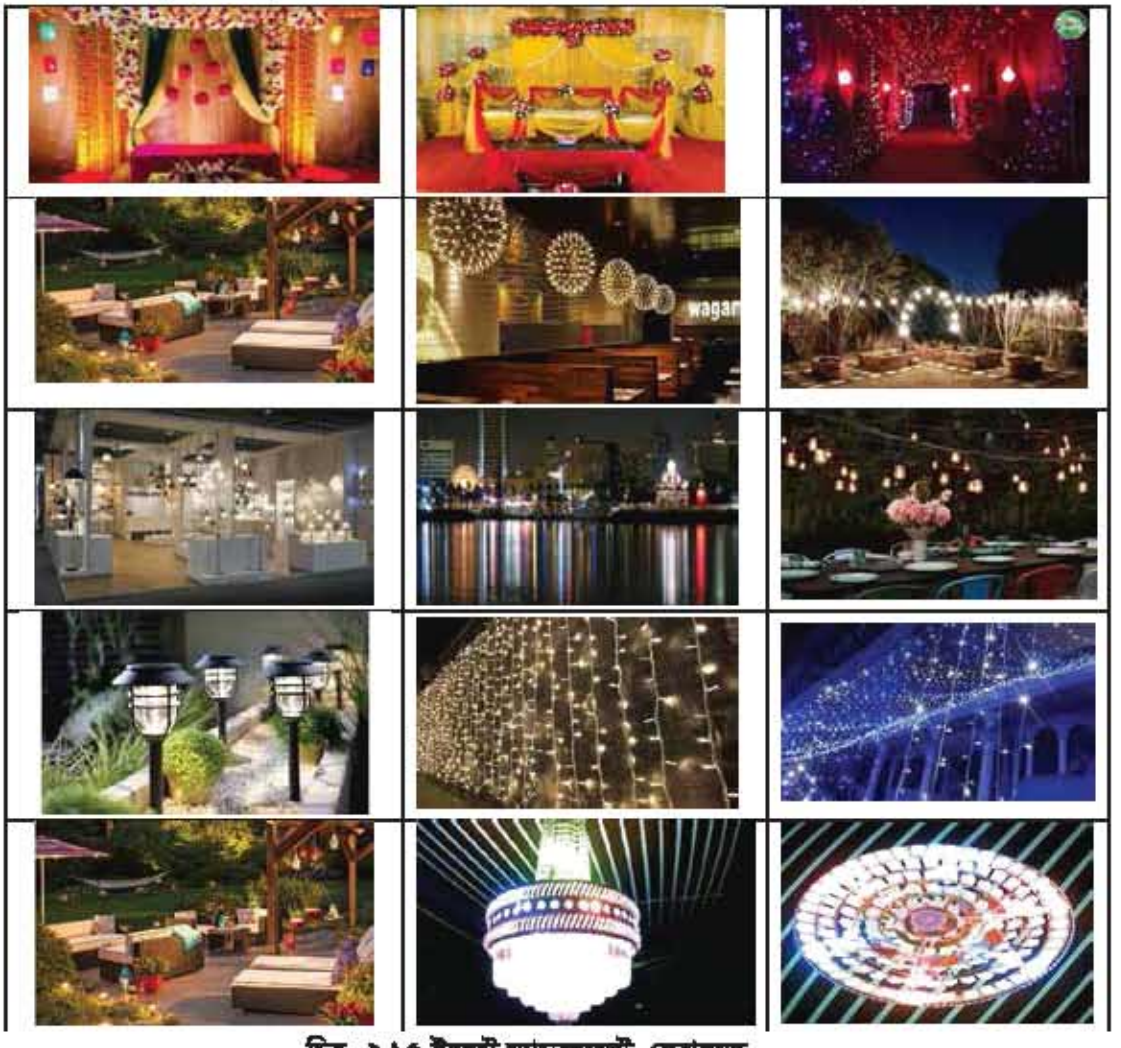
নকশাঙ্কনের বোর্ডের উপর	৩০০	অতি সূক্ষ্ম কাজ	১০০০	কাচেঁর সূক্ষ্ম ঘষা কাজ কাচঁ কাটার কাজ	২০০
৩. হোটেল:		মেশিন ও ফিটিং শপঃ		কাচঁ কাটার কাজ	৫০০
বেডরুম	৬০	বিশেষ ধরনের কাজ	১০০	১৪. ঘড়ি মেরামতের কারখানা	৩০০
খাওয়ার ঘর	৮০	সাধারণ কাজ	২০০		
৪. হাসপাতাল		মাঝারি ধরনের কাজ	২০০		
ল্যাবরেটরি	২০০	সূক্ষ্ম কাজ	৪০০		
অস্ত্রোপচারর জন্য নির্দিষ্ট কক্ষ	৩৫০	অতি সূক্ষ্ম কাজ	৮০০		
অস্ত্রোপচারর 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 জেন্যু 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 সেবাসমূহ

২.৯.২ ইভেন্ট ম্যানেজারের কাজঃ

- পরিকল্পনা করার দক্ষতা;
- বাজেট তৈরির দক্ষতাঃ
- 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 উত্তর 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 উত্তর 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।

রচনামুলক উত্তর 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।

ব্যাবহারিক (Practical)

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

পারদর্শিতার মানদন্ড

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

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE)

ক্র: নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	সেফটি হেলোমেট	স্ট্যান্ডার্ড	০১টি
০২	সেফটি গগলস	কাল ফ্রেম যুক্ত ৩.০ আইআর	০১টি
০৩	অ্যাপ্রন	প্রয়োজনীয় সাইজ	০১টি
০৪	সার্জিক্যাল মাক্স	তিন স্তর বিশিষ্ট	০১টি
০৫	হ্যান্ড গ্লোবস	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)

ক্র: নং	নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
০১	ওয়াল চেঞ্জার	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	১৪ ইঞ্চি	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)

ক্র: 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

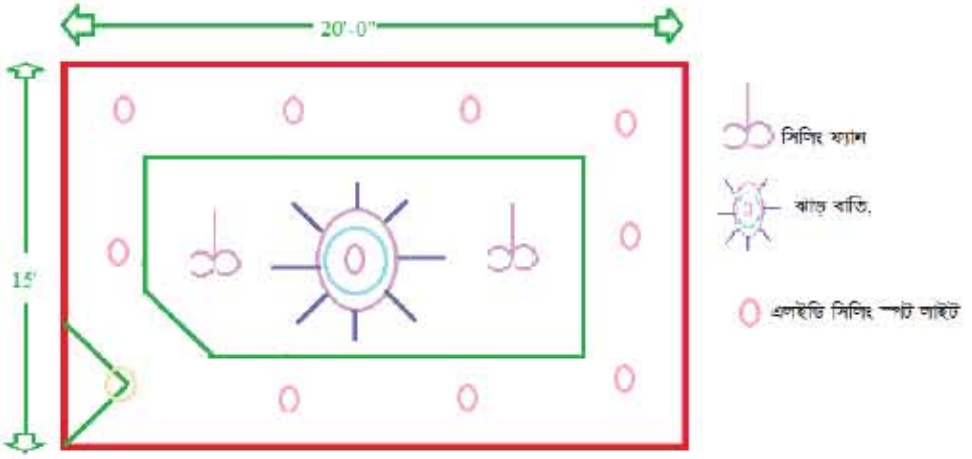
০৯	পিভিসি বেন্ড	ওয়াটার গ্রেড, ১ ইঞ্চি, সাদা রং	০২টি
১০	পিভিসি বেন্ড	ওয়াটার গ্রেড, ৩/৪ ইঞ্চি, সাদা রং	৩০টি
১১	পিভিসি কন্ডুইট সকেট	ওয়াটার গ্রেড, ১ ইঞ্চি, সাদা রং	০৪টি
১২	পিভিসি কন্ডুইট	ওয়াটার গ্রেড, ৩/৪ ইঞ্চি, সাদা রং	৫টি
১৩	২-ওয়ে কন্ডুইট সার্কুলার বক্স	১ ইঞ্চি	০৪টি
১৪	৪-ওয়ে কন্ডুইট সার্কুলার বক্স	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	হ্যাকস ব্লেড	১২ ইঞ্চি	০১টি
২১	ক্যাবল টাই	২৫০ মিমি	০১টি

ঝার 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 আটা 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 গ্লোবস, 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 ডিজানের 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।

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

পারদর্শিতার মানদন্ড:

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

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials Required):

ক্রমিক নং	মালামারের 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 এলাইডি 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):

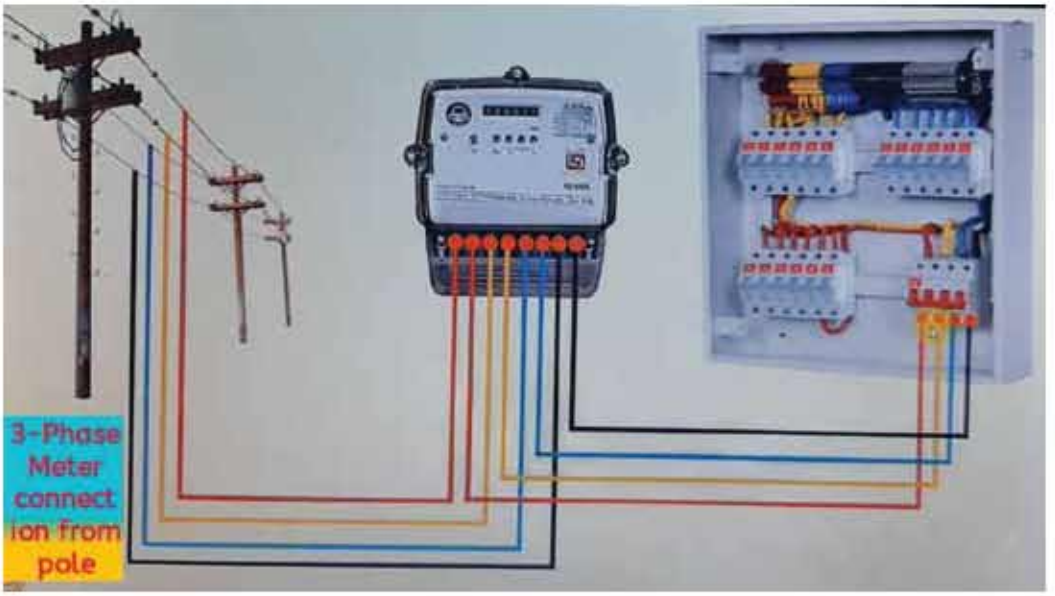
- কাজের সময় হ্যান্ড গ্লোবস, গগলস ব্যবহার করব;
- নকশা বা লে-আউট অনুযায়ী স্থাপন করব;
- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তার দিকে খেয়াল রাখব;
- আউটডোর লাইটিং হলে বৃষ্টির সময় সংযোগ বন্ধ রাখব।

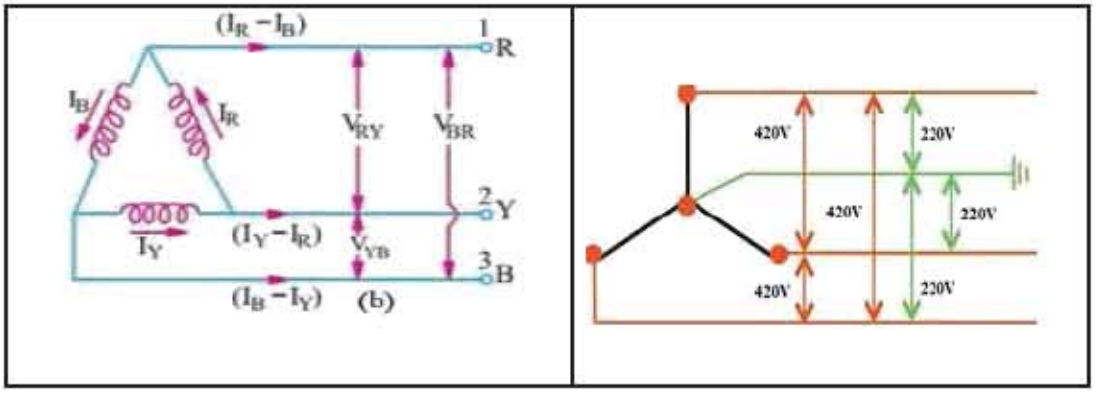
➢ **অর্জিত দক্ষতা:** এ জবের মাধ্যমে বিয়ে বাড়ীর গেইটসহ বাউন্ডারি ওয়াল কে এলইডি ডেকোরেটিভ লাইট দ্বারা সজ্জিত করে দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। বিভিন্ন ইভেন্ট ম্যানেজমেন্ট প্রোগ্রামে লাইটিং যথাযথ প্রয়োগ সম্ভব হবে।

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 পূরণ করছে। আমাদের জীবন যাপন উন্নত করতে এসি থ্রিফেজ সার্কিট

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

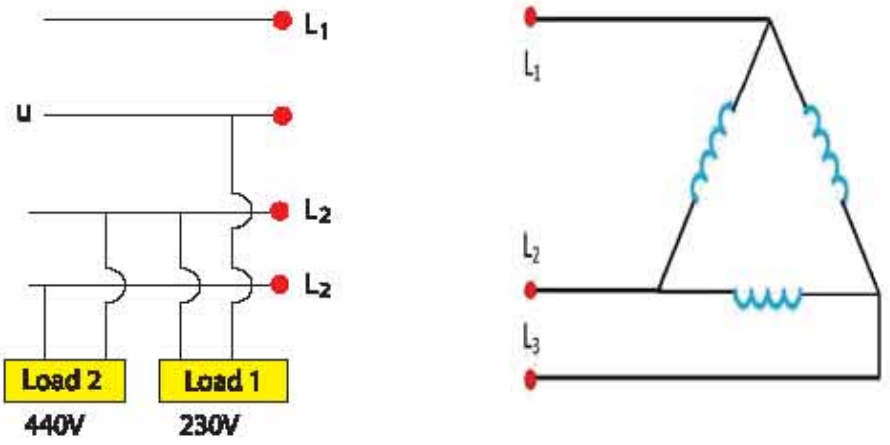
এই অধ্যায় শেষে আমরা-

- কাজের জন্য প্রস্তুতি গ্রহন 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 স্টার ডেল্টা সার্কিট সম্পন্ন করার দক্ষতা অর্জন করব। জবগুলো সম্পন্ন করার পূর্বে 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

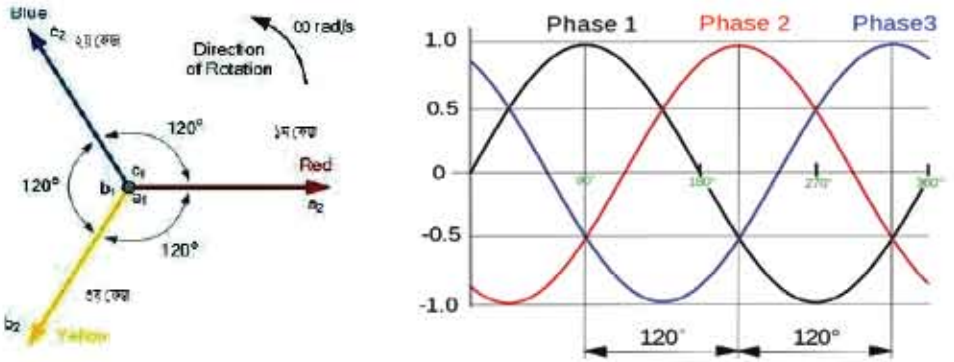
ফেজ অর্থ দশা বা অবস্থান। এসি সাপ্লাইয়ে ফেজ বলতে কারেন্ট ও ভোল্টেজের মান, দিক এবং অবস্থানকে বোঝায়। ফেজ সম্পর্কে জানতে হলে প্রথমে ফেজ অ্যাঙ্গেল সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে । সার্কিটের এসি প্রবাহের ক্ষেত্রে ফেজ ভোল্টেজ ও ফেজ কারেন্টের মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্বকে ফেজ অ্যাঙ্গেল বলে। বৈদ্যুতিক লোডের ধরনের উপর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

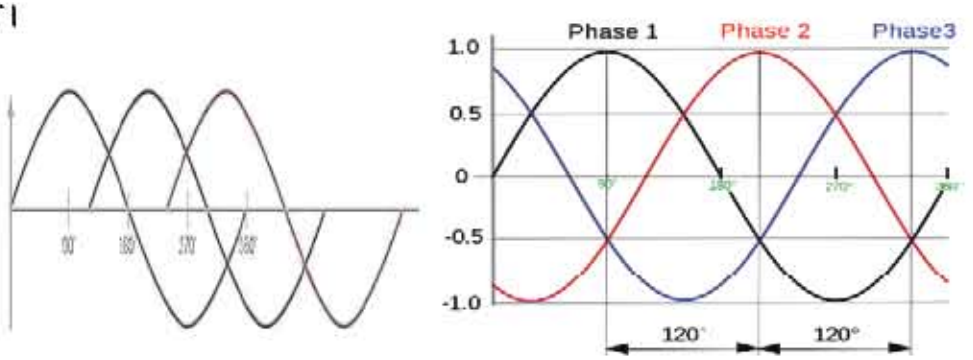
এসি থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় থ্রি -ফেজ ভোল্টেজ বা কারেন্ট তিনটি সিঙ্গেল ফেজ ভোল্টেজ বা কারেন্টের সমষ্টি মাত্র । ২য় ফেজটি ১ম ফেজ আরম্ভ হওয়ার ১/৩ পর্যায় (stage) পিছনে এবং ৩য় ফেজটি আবার ২য় ফেজের ১/৩ পর্যায় (stage) পিছনে থাকে সম্পূর্ণ পর্যায় (stage) কে ৩৬০ ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রি ধরা হয়, তবে থ্রি-ফেজ সার্কিটের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

অর্থাৎ পাশাপাশি দুইটি ফেজের মধ্যে পার্থক্য ১২০° ইলেট্রিক্যাল ডিগ্রি। সুতরাং ফেজ পার্থক্য ১২০° ।



চিত্র-৩.২ এসি থ্রি -ফেজ ব্যবস্থার ফেজ পার্থক্য

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



চিত্র-৩.৩ প্রতিটি ফেজের কৌনিক 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 যথা:

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।

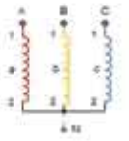
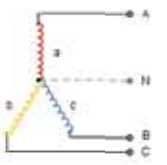
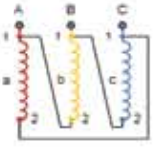
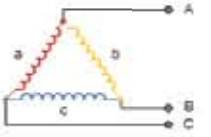
আন ব্যালেন্সড পলি ফেজ সিস্টেম (Un-Balanced Poly Phase System): যে পলি ফেজ সিস্টেমে প্রতিটি ফেজের ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং ফেজ এঙ্গেল সমান থাকে না তাকে আনব্যালেন্সড পলি ফেজ সিস্টেম বলে। এই সিস্টেমে বৈদ্যুতিক যন্ত্র পাতি চালালে দুর্ঘটনা ঘটে এতে সম্পদ এবং মানুষের ক্ষতির সম্ভাবনা থাকে।

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

২০২৩

৩.১.২ এসি থ্রি-ফেজ সার্কিটের ব্যবহার

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

এসি থ্রি-ফেজ সিস্টেম বড় বড় ইন্ডাষ্ট্রিতে 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।

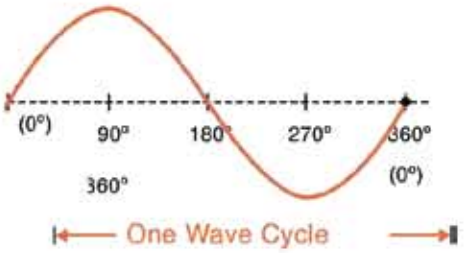
ছ. ছোটখাটো থ্রি-ফেজ মোটর স্টার্ট করার জন্য আলাদা কোনো স্টার্টার বা বিশেষ ব্যবস্থার প্রয়োজন হয় না , কিন্তু সিঙ্গেল-ফেজ মোটর স্টার্ট করার জন্য বিশেষ ব্যবস্থার প্রয়োজন হয়। তাই থ্রি-ফেজ সরবরাহের সাহায্যে থ্রি-ফেজ মোটর ব্যবহার করাই শ্রেয়।

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 ধারনা

সাইকেল: 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 ধনাত্বক ও ঋনাত্বক মানকেই এক সাইকেল বলে।



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। ইহাকে হার্টজও বলা হয়। এর প্রতীক f এবং একক হচ্ছে সাইকেল/সেকেন্ড বা হার্টজ (H_z)

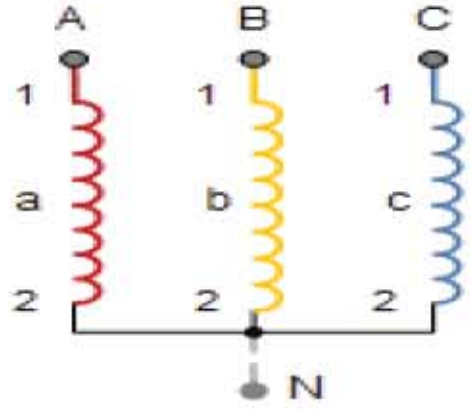
টাইম পিরিয়ড: ভোল্টেজ বা কারেন্ট এক সাইকেল সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে টাইম পিরিয়ড বলে। একে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একক হচ্ছে সেকেন্ড।

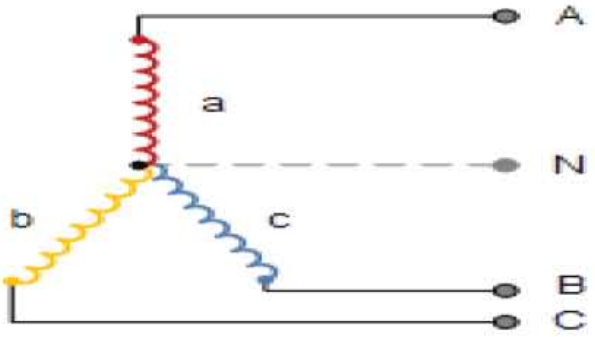
গানিতিকভাবে টাইম পিরিয়ড $T = \frac{1}{f}$ ।

৩.২ এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট

এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট বিদ্যুৎ উৎপাদন, সঞ্চালন এবং বিতরণ পর্যন্ত ব্যবহার করা হয়। ইহা 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)	

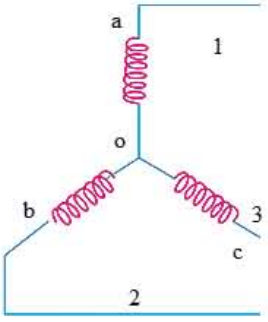
খ.থ্রি-ফেজ চার তার সার্কিট (Three phase four wire circuit)	

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। সাধারন বা কমন পয়েন্টটি নিউট্রাল পয়েন্ট হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

৩.২.১ এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিটের ধারণা

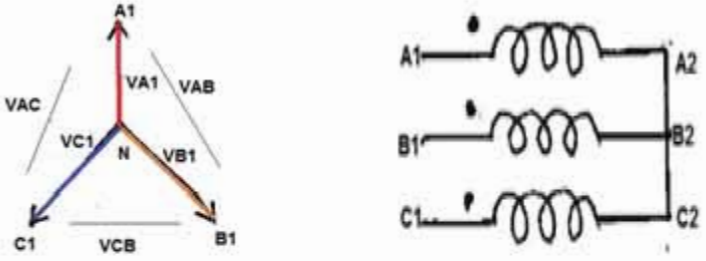
সাধারণত তিনটি কয়েল বা তিনটি বৈদ্যুতিক লোডের মাধ্যমে স্টার সংযোগ তৈরি করা হয়। যখন তিনটি কয়েল বা ওয়্যাইন্ডিং-এর তিনটি প্রান্ত একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে সংযোগ হয়, তখন তাকে স্টার সংযোগ বলে। স্টার সংযোগকে ওয়াই সংযোগও বলা হয়। তিনটি কয়েলের সংযোগ নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে। এখানে oa, ob, oc দ্বারা চিহ্নিত 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 দুইটি 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। ইহাদের 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

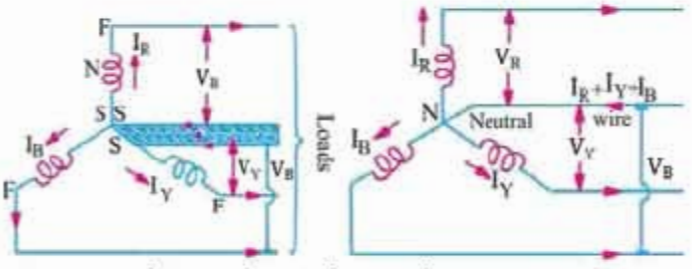


চিত্র-৩.৮ থ্রি-ফেজ তিন তার স্টার সংযোগ

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 $V_L = \sqrt{3}V_p$

এখানে, লাইন ভোল্টেজ = V_L

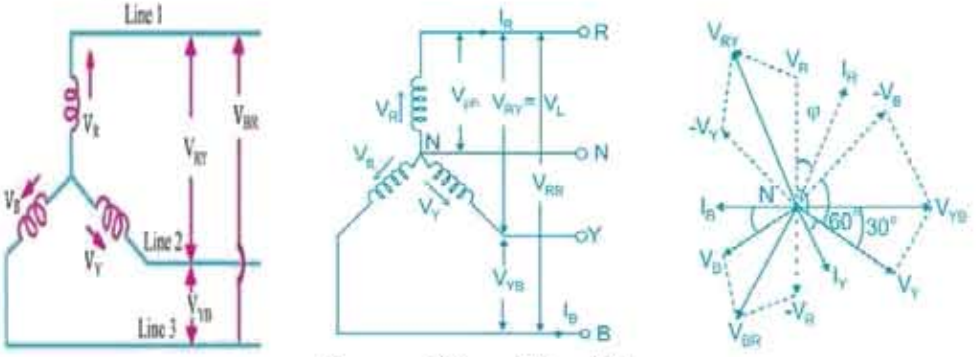
ফেজ ভোল্টেজ = V_p

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

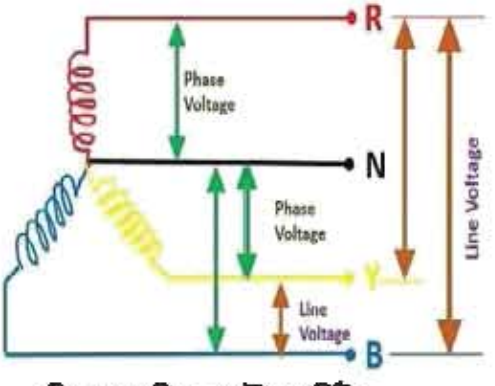
৩.২.৩ এসি থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিটে লাইন ভোল্টেজ ও ফেজ ভোল্টেজের সম্পর্ক

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

গাণিতিক ভাবে $V_L = \sqrt{3}V_p$

এখানে, লাইন ভোল্টেজ = V_L

ফেজ ভোল্টেজ = V_p



চিত্র-৩.১১ থ্রি-ফেজ স্টার সার্কিট

৩.২.৪ নিউট্রাল লাইনের প্রয়োজনীয়তা

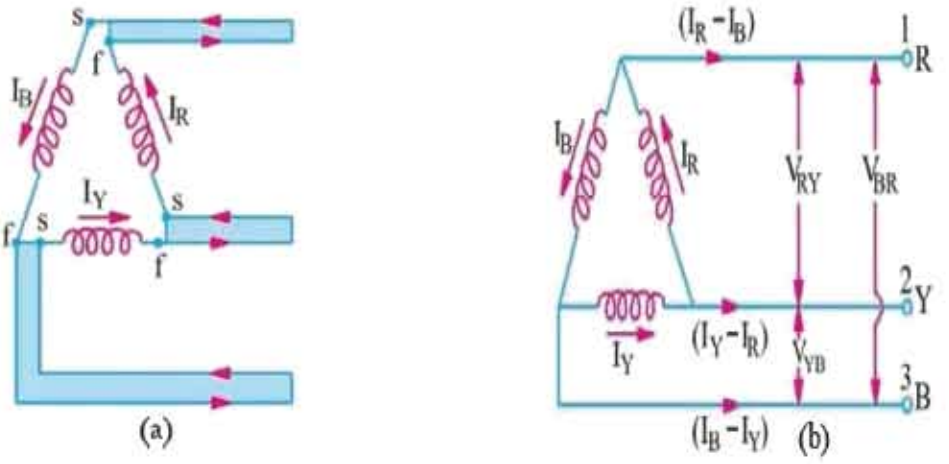
বাসাবাড়ি, অফিস-আদালত এবং শিল্পকারখানায় ব্যবহৃত থ্রি-ফেজ চার তার পদ্ধতিতে ৩টি ফেজ তার' এবং ১টি নিউট্রাল তার থাকে। এই পদ্ধতিতে থ্রি-ফেজ সাপ্লাইয়ের সাহায্যে যেমন থ্রি-ফেজ লোড চালানো যায়। তেমনি একটি ফেজ এবং নিউট্রাল তারের সাহায্যে সিঙ্গেল ফেজ লোড যেমন বাতি, পাখা, ফ্রিজ, সিঙ্গেল- ফেজ মোটর ও অন্য আবাসিক 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

সাধারনত 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 ধারনা

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 এরুপ ভাবে সংযোগ হয়ে একটি ক্লোজ মেস সার্কিট তৈরী করে। ডেল্টা গ্রীক বর্ণ (△) এর আকৃতি ত্রিভুজের (△) 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

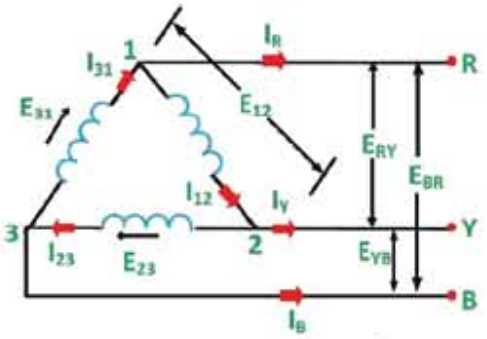
ক. এসি থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিটে লাইন কারেন্ট ফেজ কারেন্টের $\sqrt{3}$গুণ

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



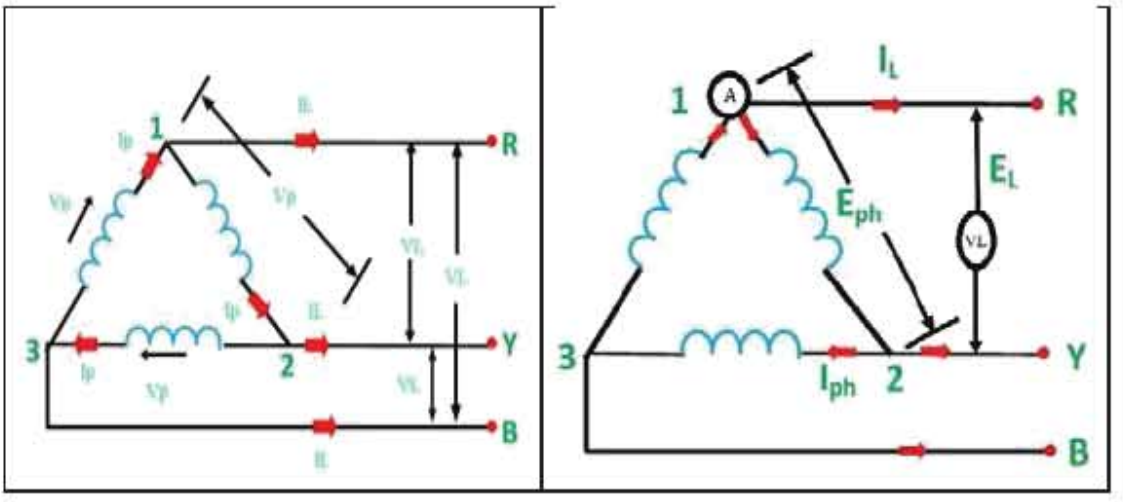
চিত্র-৩.১৪ থ্রি-ফেজ ডেল্টা সার্কিট

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 অর্থাৎ $I_L=\sqrt{3}I_P$

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 পরিমান 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 পরিমান 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 কি?

৪। থ্রি-ফেজ ব্যবস্থায় পাওয়ার নির্ণয়ের সূত্রটি লিখ।

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

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

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

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১ এসি সরবরাহে ইন ফেজ বলতে কী বোঝ?

২ এসি সরবরাহে আউট অব ফেইজ বলতে কী বোঝ?

৩ এসি সরবরাহে থ্রী- ফেইজ বলতে কী বোঝ?

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 সুবিধাসমুহ বর্ণনা কর।

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

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

ব্যাবহারিক (Practical)

জব ১: 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 কাচাঁমাল (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);

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 তৈরী	১ জোড়া
৬.	সেফটি মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি

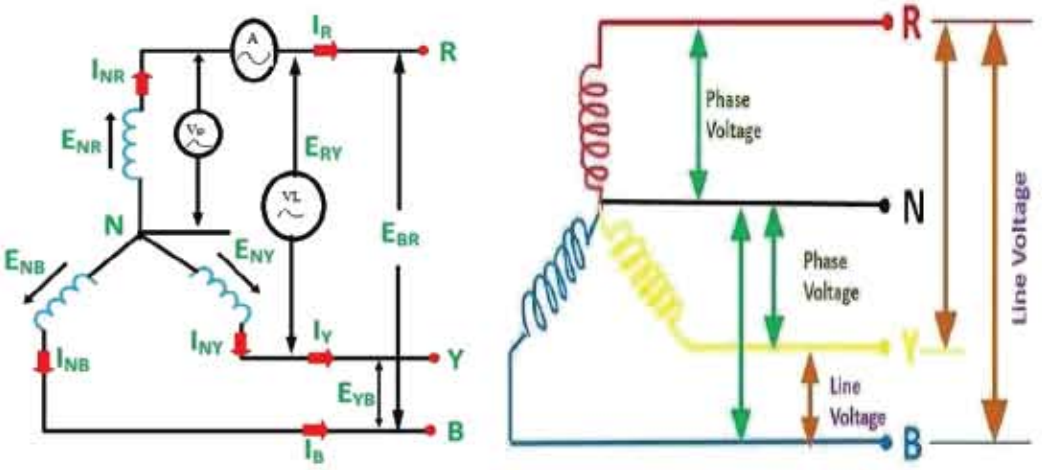
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেশিন)

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 হ্যামর	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	প্রযোজনমত

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 শুজ 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. 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 তৈরী করে উহার 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 কাচাঁমাল (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 স্ক্যার্প নির্ধারিত স্থানে রাখা
- চেক লিস্ট অনুযায়ী টুলস 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 তৈরী	১ জোড়া
৬.	সেফটি মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেশিন)

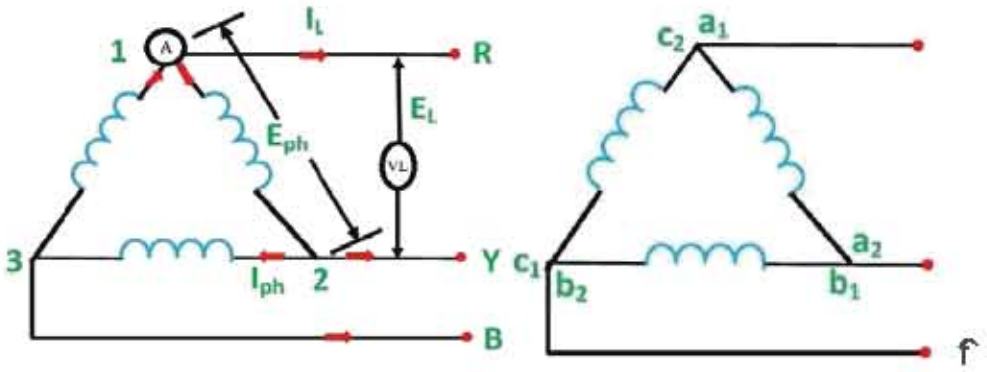
ক্র: নং	যন্ত্রপাতির এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	স্টার স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
২.	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	
৩.	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	১০ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৪.	কাটিং প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৫.	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি, রাবার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

৬.	ওয়্যার স্ট্রিপার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৭.	হ্যাকস	মিনি সাইজ	১ টি
৮.	বল পিন হ্যামর	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);

ক্রম	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
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. কোনো দুইটি লাইনের মধ্যে ভোল্ট মিটার সংযোগ করে পাঠ নিতে হবে।
৯. 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:

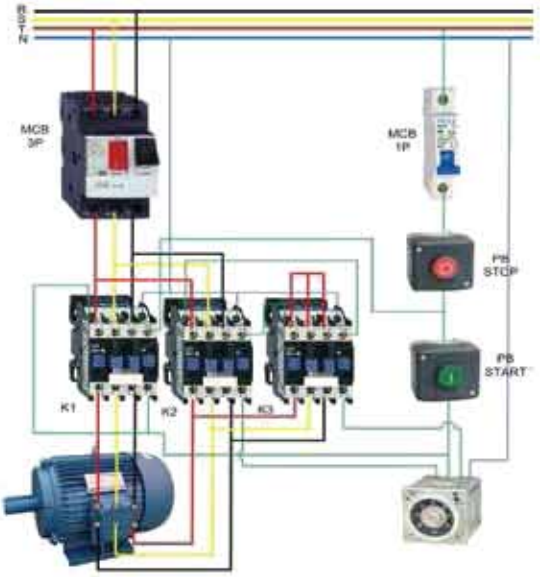
- সেফটি ড্রেস ও সেফটি গগলস পরিধান করা
- সংযোগ এ যাতে কোথাও তার বের হয়ে না থাকে
- কাজের পূর্বে টুলস ইকুপমেন্ট সঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করা
- কাজের সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করা
- এসওপি(SOP) পদ্ধতি অনুসরণ করা
- প্রয়োজনে শিক্ষকের নিকট হতে জেনে নেয়া

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 রূপান্তরিত 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 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 সংশিষ্ট 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 মোটার অন অফ করার দক্ষতা অর্জন।

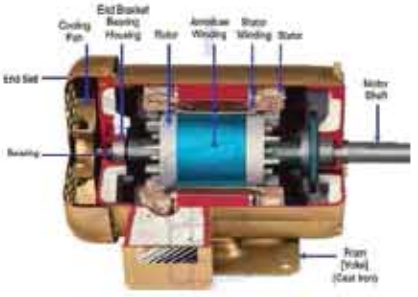
জব-২: ম্যাগনেটিক কন্ডাকটরের সাহায্যে ফরোয়ার্ড রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিট তৈরী করে থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর অন অফ করার দক্ষতা অর্জন।

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

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

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।



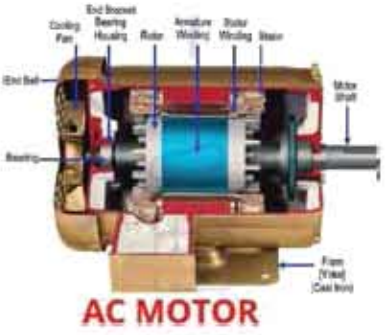
চিত্র-৪.১ বৈদ্যুতিক মোটর

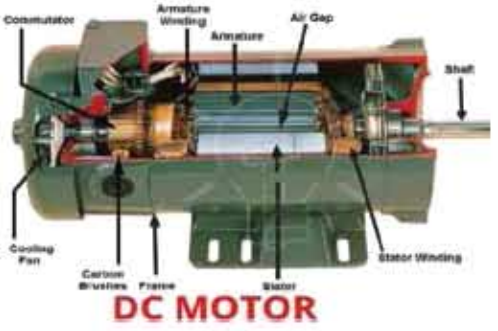
৪.১.১ বৈদ্যুতিক মোটরের প্রকারভেদ

মোটরের প্রকারভেদ: 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 ঘুরন্ত অংশ

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

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 দুইট 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;

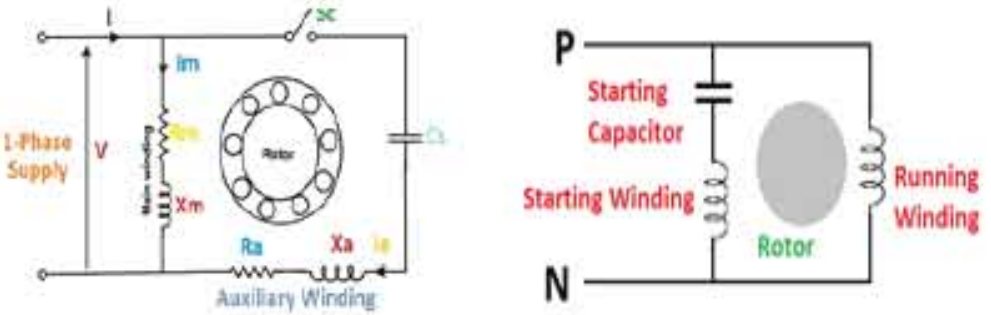
(ঞ) রোটর শ্যাফট; (ট) রোটর; (ঠ) কুলিং ফ্যান; (ড) ফ্যান ও ওয়াইন্ডিং-এর মাঝে শিল্ড; (ঢ) বিয়ারিং রিং; (ণ) বিয়ারিং; (ত) মাউন্টিং স্ক্রু।

ক্যাপাসিটর মোটরের কার্যপদ্ধতি

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

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

মোটরের মেইন ওয়াইন্ডিং সার্কিট ইন্ডাকটিভ বলে এর কারেন্ট ভোল্টেজের পশ্চাদ্বর্তী বা লাগিং 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-৪.১৪ বৈদ্যুতিক ক্যাপাসিটর মোটর এর কার্যপদ্ধতি

৪.১৫ 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 দেওয়া হয়। তাই ঐ সব স্থানে ব্যবহার উপযোগী অন্য বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদির সাথে সিঙ্গেল ফেজ মোটর ব্যবহার করাই সুবিধাজনক।

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

৩। থ্রি ফেজ মোটরের তুলনায় সিঙ্গেল ফেজ মোটরের ব্যাবহারিক ক্ষেত্র বেশি। তাই সিঙ্গেল ফেজ মোটর বেশি ব্যবহৃত হয়।

সিঙ্গেল ফেজ মোটর এর অসুবিধাসমূহ

১। সমান আকৃতির থ্রি 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

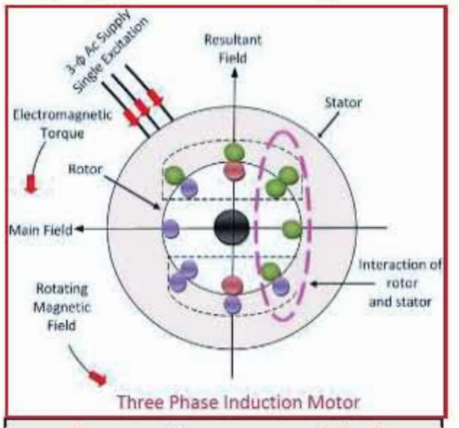
থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর সাধারনত বড় বড় ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহার করা হয়। আমাদের দৈনন্দিন জীবনের বিভিন্ন পণ্য উৎপাদনে থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর ব্যবহার করা হয়।

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 সিনেক্রোনাস স্পিড বলে।

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।



চিত্র-৪.৫ চৌম্বক ক্ষেত্রে সৃষ্ট টর্ক

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 (ক্লক ওয়াইজ)। স্টেটর ফিল্ডের ফ্লাক্স এবং রোটরের ফ্লাক্সের পারস্পরিক প্রতিক্রিয়ার ফলে যে লব্ধি ফিল্ডের সৃষ্টি হয়, তাতে ফ্লাক্সের স্বাভাবিক বিতরণ (ঘনত্ব পজিশন) অক্ষুণ্ন 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 ক্ষেত্রে যে গতিবেগে ঘুরে তাকে সিনক্রোনাম স্পিড বা সুষম গতিবেগ বলে। এই স্পিড কোনো নির্দিষ্ট সাপ্লাই ফিকুয়েন্সিতে সব সময় সমান থাকে। ইন্ডাকশন মোটরের সিনক্রোনাস স্পিড সাপ্লাই ফিকুয়েন্সির সমানুপাতিক এবং পোল সংখ্যার ব্যস্তানুপাতিক।

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

এখানে, N_s = সিনক্রোনাস স্পিড, আরপিএম

P = পোল সংখ্যা;

f = সাপ্লাই ফিকুয়েন্সি।

দুটি মোটরের পোল সংখ্যা সমান হলে একই সাপ্লাই ফিকুয়েন্সিতে উভয়ের সিনেক্রোনাস 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_r ও N_s 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 ওয়াভিং বসানো হয়।

(ঘ) ওয়াইন্ডিং

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

(ঙ) বেড প্লেট বা মাউটিং ফিট

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

(চ) টার্মিনাল বক্স

এটা 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

এটা তামার তৈরি বোল্ট বিশেষ। টার্মিনাল পোস্টের সাথে ওয়াভিং 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।

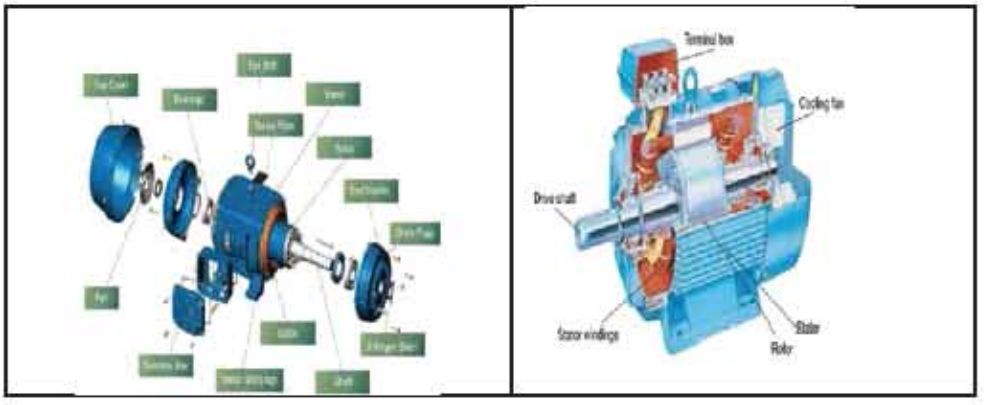
(ট) রোটর : পাতলা সিলিকন স্টিলের শিট কেটে এবং শিটগুলিকে একত্র করে রোটর কোর তৈরি করা হয়। কোরের গায়ে খাঁজ কাটা হয় এবং খাঁজগুলি অ্যালুমিনিয়াম বা কপারের বার দ্বারা ভরাট করা হয়। বারগুলির উভয় প্রান্ত কপারের রিং দ্বারা শর্ট করা থাকে।

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

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

(ঢ) **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-



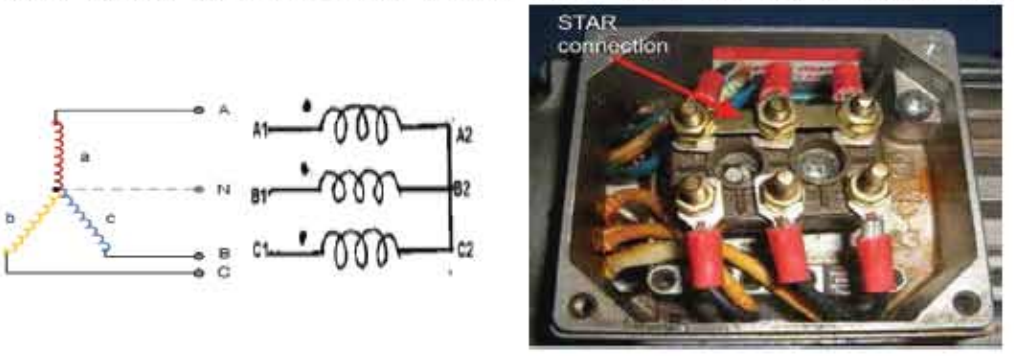
চিত্র -৪.৬ স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের বিভিন্ন অংশ

৪.২.৪ থ্রি-কেজ 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 কেজ মোটরের কয়েলের স্টার সংযোগ

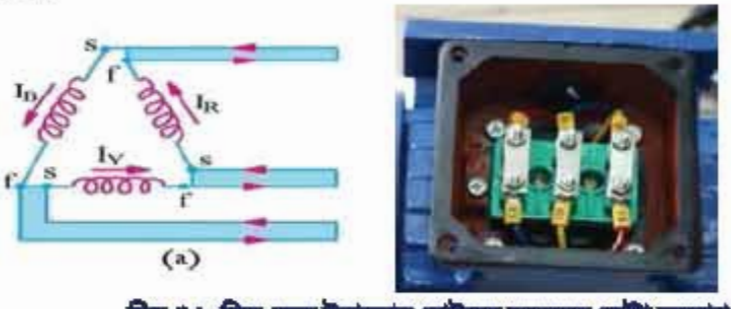
৪.২.৫ থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের ডেল্টা সংযোগ

ইন্ডাকশন মোটরের তিনটি কয়েলের ছয়টি প্রান্তকে 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 সংযুক্তি করা হয়।

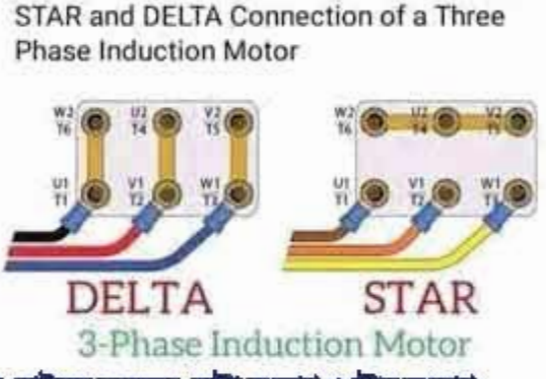
ইন্ডাকশন মোটরের টার্মিনাল বক্সে তিনটি কয়েলের ছয়টি প্রান্তকে আনা হয় এবং টার্মিনাল পোস্টে সংযোগ করা হয়। টার্মিনাল পোস্টগুলি দুই সারিতে সাজানো থাকে। কয়েলগুলির শুরুর প্রান্তগুলি এক সারিতে এবং শেষ প্রান্তগুলি অন্য সারিতে সংযোগ করা হয়।

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 সাইজেল 4 পোল বিশিষ্ট ইন্ডাকশন মোটরের সিনক্রোনাস স্পিড কত?

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

সিনক্রোনাস স্পিড $N_s = ?$

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

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

$= 1500$ rpm

উত্তর: সিনক্রোনাস স্পিড = 1500 rpm

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

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

পোল = ?

সূত্র: $N_s = \frac{120f}{P}$

বা $P = \frac{120f}{N_s}$

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

উত্তর: 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 = ?

সূত্র: $N_s = \frac{120f}{P}$

বা $120 f = N_s \times P$

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

বা, $f = 50$

উত্তর: 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 কন্টোলিং সার্কিট ব্যবহার করা হয়। মোটর কন্ট্রোলিং এর ক্ষেত্রে প্রাথমিকভাবে যে সব বিষয় বিবেচনা করা হয় তা আলোচনা করা হল। এ সব কন্ট্রোলিং সার্কিট দিয়ে ইন্ডাষ্ট্রিতে 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.** নোঙর 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 ফেজ 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 পূর্ণ ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়। এই পদ্ধতিতে নিম্নলিখিত ব্যবস্থাসমূহ গ্রহণ করা হয় :

(ক) প্রাইমারি রিহোস্টেট পদ্ধতি

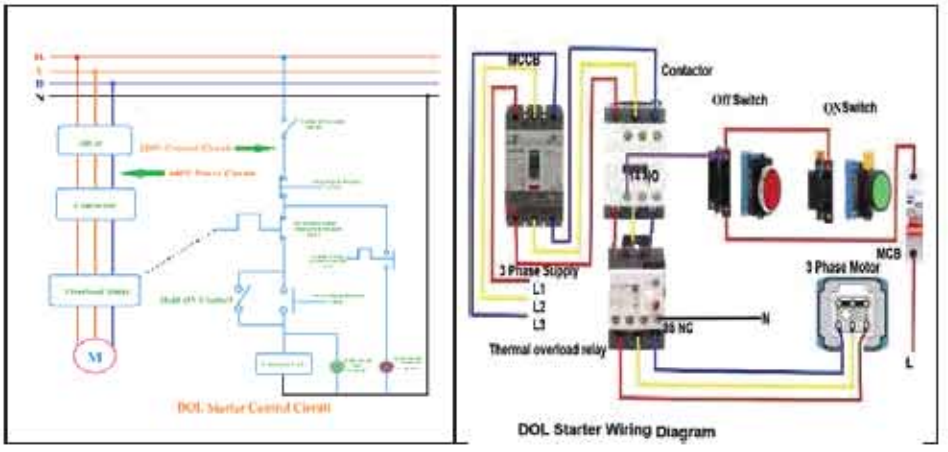
(খ) অটো-ট্রান্সফরমার পদ্ধতি

(গ) স্টার-ডেল্টা স্টার্টার পদ্ধতি

(ঘ) ডাইরেক্ট অন লাইন (DOL) স্টার্টার পদ্ধতি

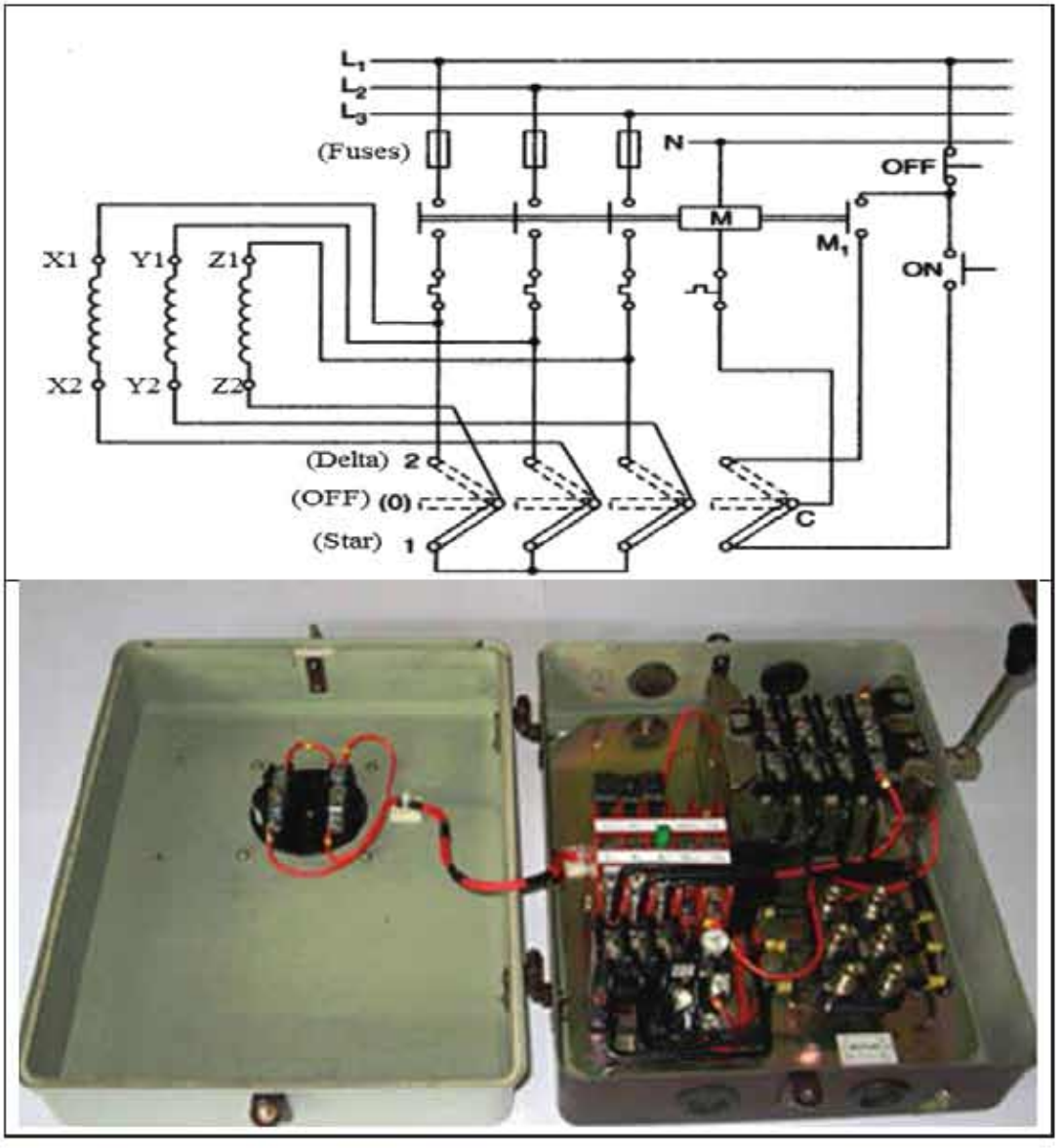
৪.৩.৩ ডিওএল (DOL) স্টার্টারের সাহায্যে থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালুকরণ

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-



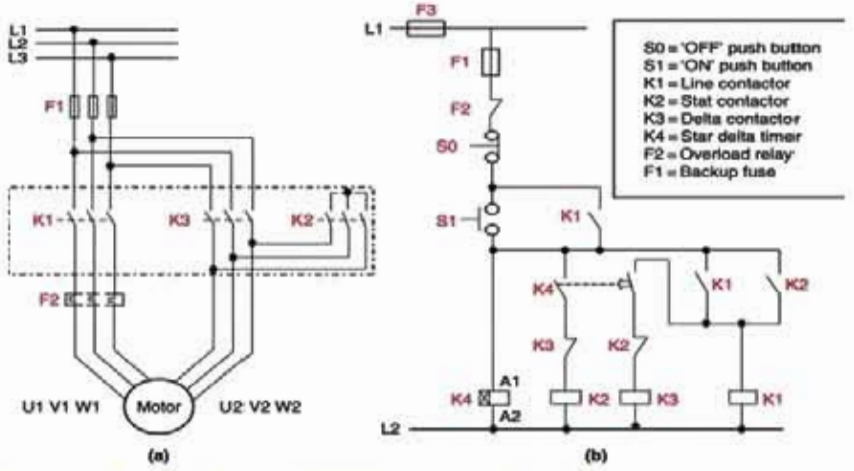
চিত্র-৪.১০ স্টার্টার এর সাহায্যে মোটর চালুর প্রক্রিয়া

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।

২০২০

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

চিত্র-৪.১০ 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 সরবরাহ 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 সিস্টেমের 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 টপ 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 ঠাণ্ডা রাখে এবং কয়েলের ইনসুলেশন হিসাবে কাজ করে।

বুশিং

বুশিং চীনামাটির তৈরি এবং ইহার আকার ইনসুলেটর গুচ্ছের মতো। এর কেন্দ্রস্থল দিয়ে একটি তামার দণ্ড থাকে এবং দণ্ডের উভয় প্রান্ত খোলা থাকে। ট্যাংকের উপরিভাগে বুশিং আটকানো হয়। তামার দণ্ডের 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।

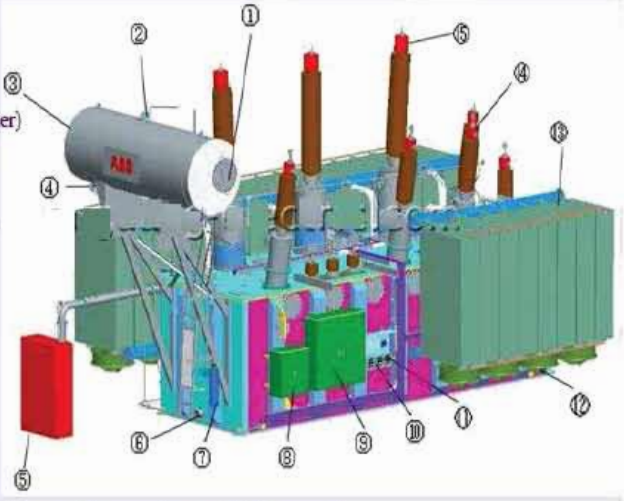
বিস্ফোরণ বেন্ড

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 দরুণ হটাৎ অধিক পরিমাণে গ্যাস উৎপন্ন হলে গ্যাসের চাপে পাইপের মুখের পর্দা ফেটে গ্যাস বের হয়ে যায়। ফলে ট্রান্সফরমার বিস্ফোরণের হাত থেকে রক্ষা পায়।

1. Three-limb core
2. LV Winding
3. HV Winding
4. Tapped Winding
5. Tap Leads
6. LV Bushings
7. HV Bushings
8. Clamping Frame
9. On-Load Tap Changer
10. Motor Drive
11. Tank
12. Conservator
13. Radiators

চিত্র-৪.১৫ ট্রান্সফরমার কয়েল এবং বিভিন্ন অংশের নাম

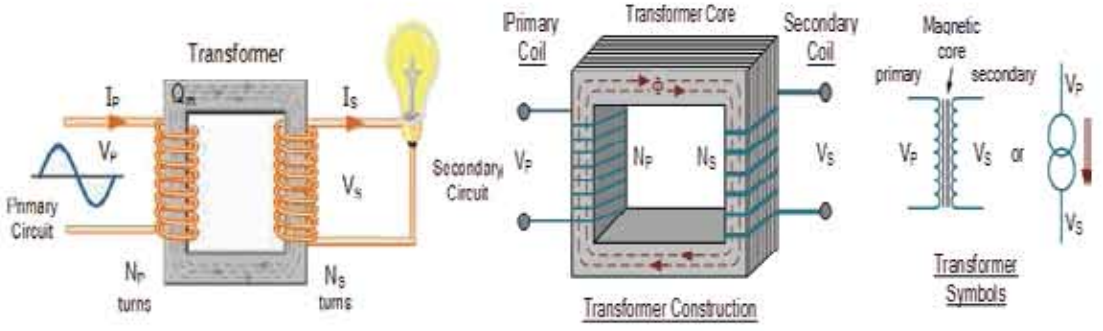
1. Oil level indicator(OLTC)
2. Bypass valve
3. Oil conservator
4. Oil Level indicator (Main transformer)
5. Fire fighting device with nitrogen)
6. Earthing terminals
7. Moisture absorber
8. Terminal box
9. Control box for fans
10. Oil Temperature
11. Windings temperature
12. Fans
13. Radiator
14. M.V bushings
15. H.V bushings



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 পরিবর্তনের 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 হওয়ার 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 $E = 1.11 \times 4Nf\Phi_m X10^{-8}$ 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_sএবং প্যাঁচ সংখ্যা যথাক্রমে N_p, N_s হলে

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

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

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

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{4.44N_p f\,\Phi_m X10^{-8}}{4.44N_s f\,\Phi_m X10^{-8}}$$

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

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,

$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$ 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 রোটিং 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 শিক্ত 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 উত্তর 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 উত্তর 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 স্টে আপ ও স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার কাকে বলে?
৭ ট্রান্সফরমারে কী কী লস হয়ে থাকে?
৮ ট্রান্সফরমারের কুলিং পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ।

রচনামূলক উত্তর 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-১: ডিওএল(DOL) স্টার্টার এর সাহায্যে 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 কাচাঁমাল (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 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 তৈরী	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 , 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

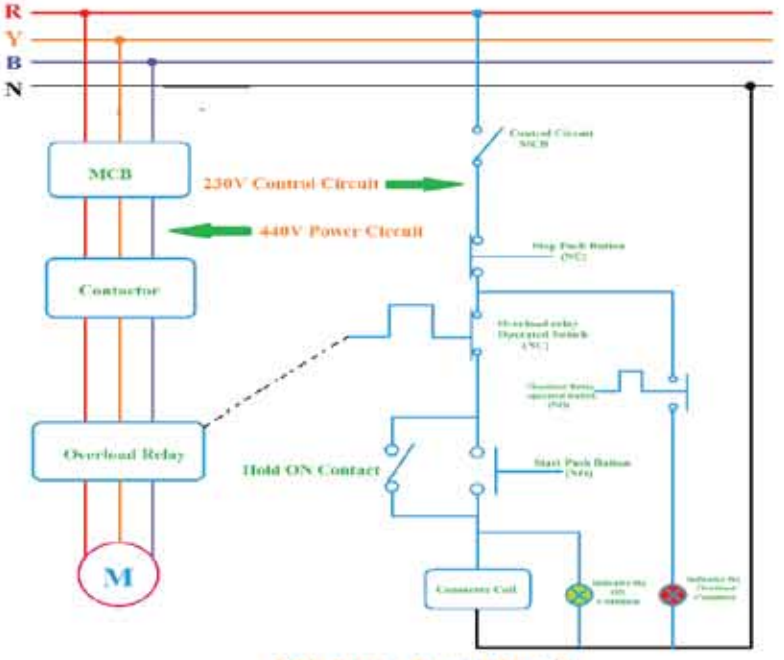
২০২৩

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 (Raw materials);

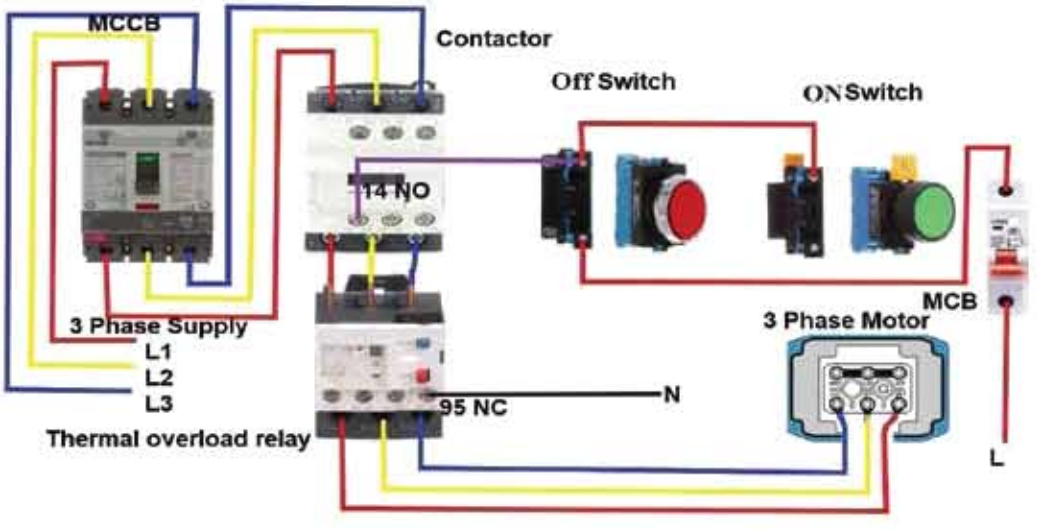
ক্র: নং	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	ম্যাগনেটিক কন্ডাকন্টর	৭ পয়েন্ট, থ্রি ফেজ	১ পিস
২.	থার্মাল ওভার লোড রিলে	৫ পয়েন্ট, ০-১৫ অ্যাম্পিয়ার	১ পিস
৩.	অফ অন সুইচ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস
৪.	সার্কিট ব্রেকার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস
৫.	কানেক্টর	১০ পয়েন্ট	১ পিস
৬.	ফ্ল্যাক্সিবল ক্যাবল	২৩/০৭৬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

সার্কিট ডায়াগ্রাম



DOL Starter Control Circuit

চিত্র-৪.১৮ ডিওএল (DOL) স্টার্টার কন্ট্রোল সার্কিট



DOL Starter Wiring Diagram

চিত্র-৪.১৯ 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 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 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 সংরক্ষন 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 কন্ডাকটরের সাহায্যে ফরোয়ার্ড রিভার্স কন্ট্রোল 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 কাচাঁমাল (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 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 তৈরী	১ জোড়া
৬.	সেফটি মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেশিন)

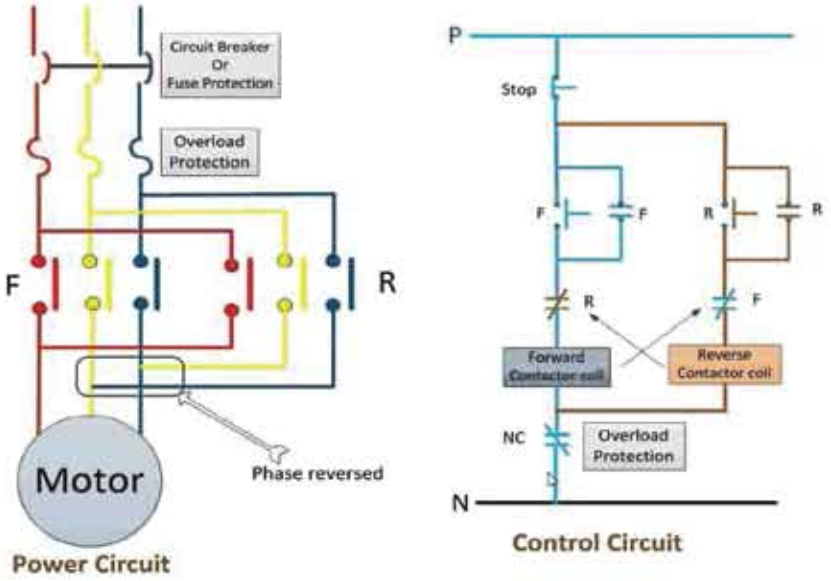
ক্র: নং	যন্ত্রপাতি এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর	১-৫ হর্স পাওয়ার , ৭.৫ অ্যাম্পিয়ার, ৫০০ ভোল্ট	১ টি
২.	স্টার স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৩.	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৪.	অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্জ	১২ ইঞ্চি	১ টি

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

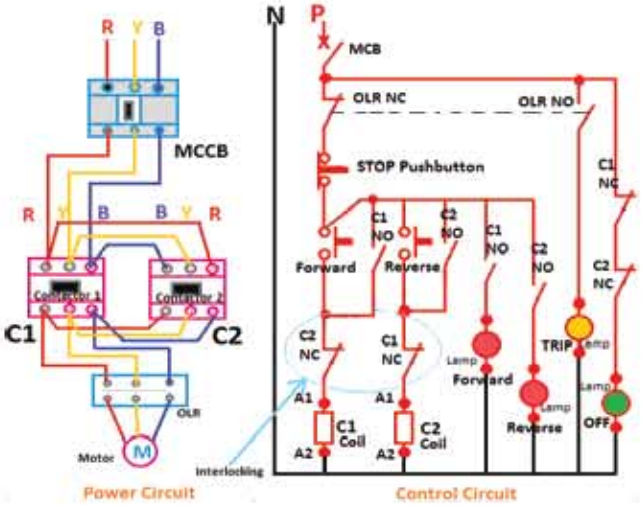
প্রয়োজনীয় মালামাল (materials);

ক্র: নং	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	ম্যাগনেটিক 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	২ পিস
৪.	সার্কিট ব্রেকার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস
৫.	কানেক্টর	১০ পয়েন্ট	১ পিস
৬.	ফ্ল্যাক্সিবল ক্যাবল	২৩/০৭৬	প্রয়োজনমত
৭.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৬৪	প্রয়োজনমত
৮.	ইনসুলেশন টেপ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	প্রযোজনমত
৯.	ইন্ডিকেটর লাম্প	৫ ওয়াট	৩ পিস
১০.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৩৬	প্রযোজনমত

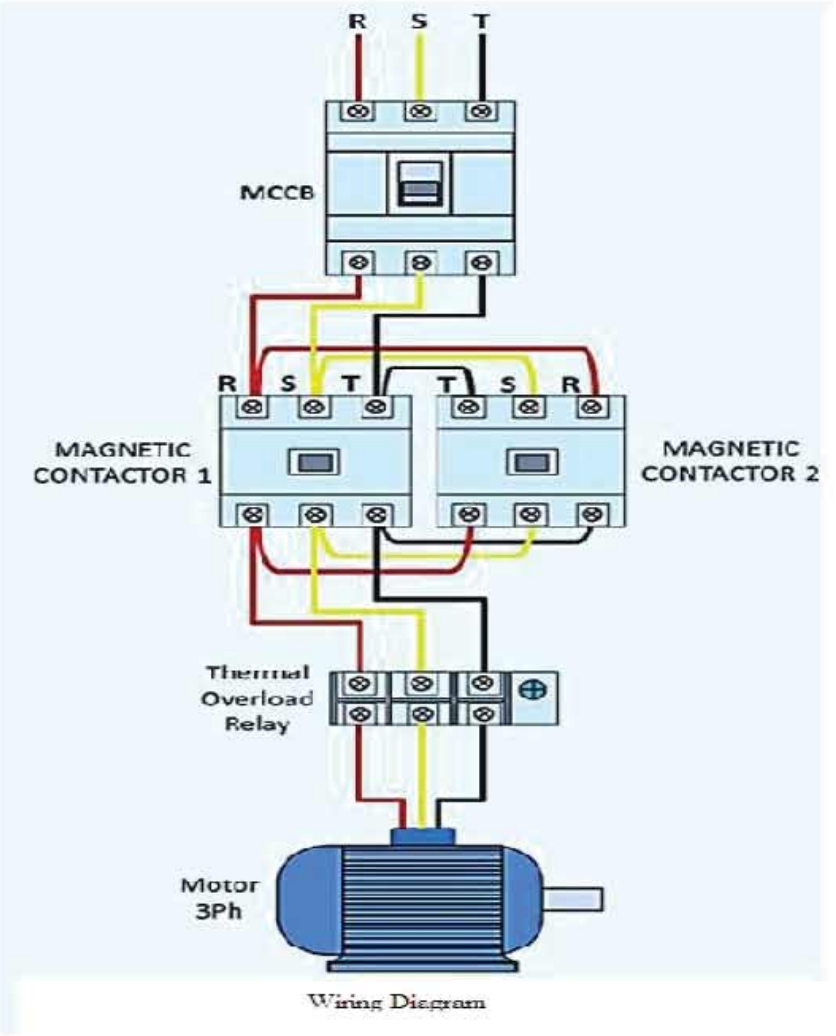
সার্কিট ডায়াগ্রাম



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 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 সংরক্ষন 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 কন্ডাক্টর, ওভার লোড রিলে পয়েন্ট পরীক্ষা করা
- কাজের সময় মনোযোগ সহকারে কাজ করা
- এসওপি(SOP) পদ্ধতি অনুসরণ করা
- প্রয়োজনে শিক্ষকের নিকট জেনে নেয়া

জব-৩: অটোমেটিক 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 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

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 তৈরী	১ জোড়া
৬.	সেফটি মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস, ইকুইপমেন্ট, মেশিন)

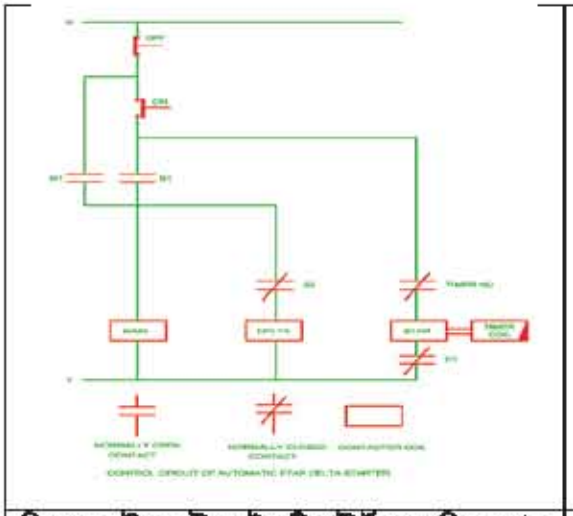
ক্র: নং	যন্ত্রপাতি এর নাম	স্পেসিফিকেশন	সংখ্যা
১.	থ্রিফেজ ইন্ডাকশন মোটর	১-৫ হর্স পাওয়ার , ৭.৫ অ্যাম্পিয়ার, ৫০০ ভোল্ট	১ টি
২.	স্টার স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৩.	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৪.	অ্যাডজাস্ট্যাবল রেঞ্জ	১২ ইঞ্চি	১ টি
৫.	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	১০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

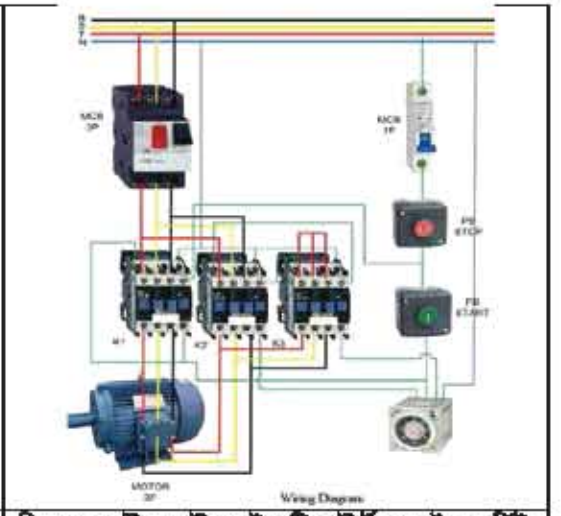
প্রয়োজনীয় মালামাল (materials);

ক্র: নং	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমান
১.	ম্যাগনেটিক 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	২ পিস
৪.	সার্কিট ব্রেকার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস
৫.	কানেক্টর	১০ পয়েন্ট	১ পিস
৬.	ফ্ল্যাক্সিবল ক্যাবল	২৩/০৭৬	প্রয়োজনমত
৭.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৬৪	প্রয়োজনমত
৮.	ইনসুলেশন টেপ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	প্রযোজনমত
৯.	ইন্ডিকেটর লাম্প	৫ ওয়াট	৩ পিস
১০.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৩৬	প্রযোজনমত
১১.	টাইমার	৮/১১ পয়েন্ট, ২২০ ভোল্ট	১ পিস

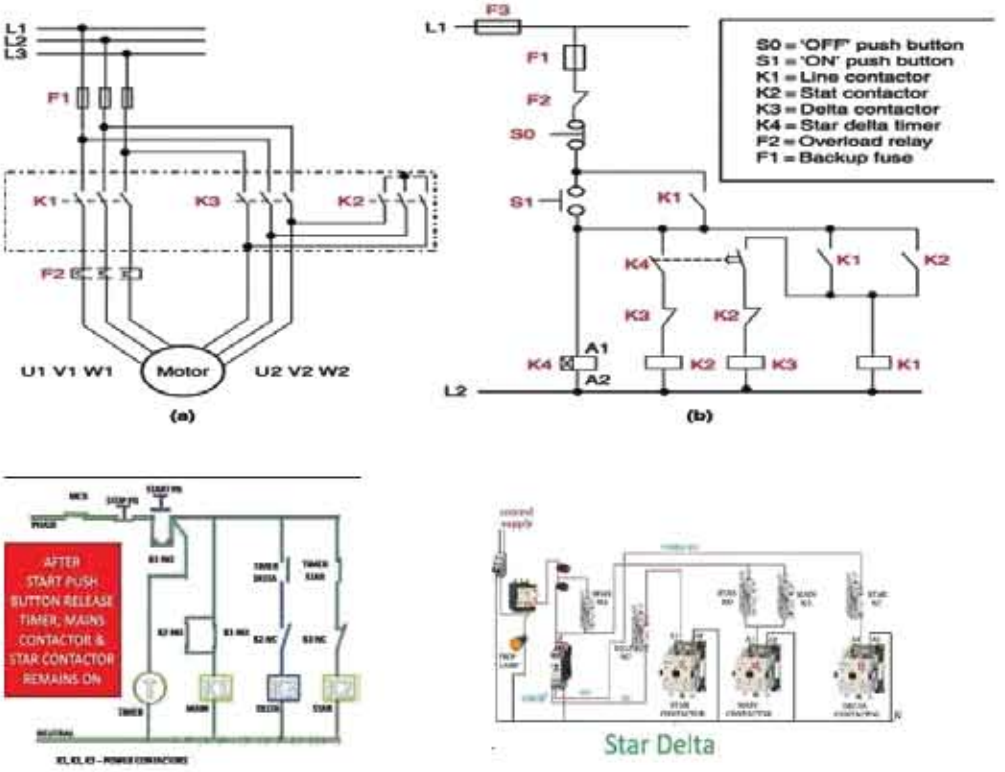
সার্কিট ডায়াগ্রাম



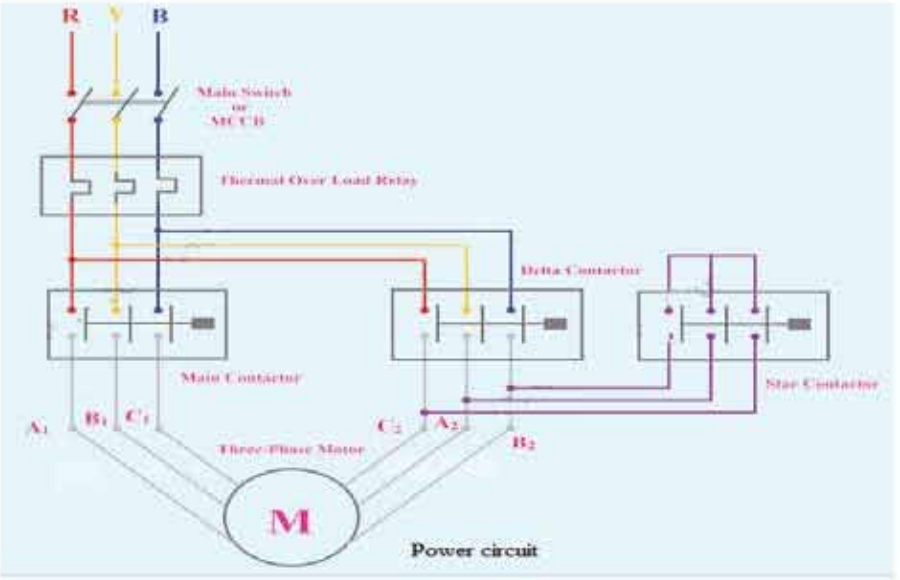
চিত্র-৪.২৪ স্টার ডেল্টা অটোমেটিক স্টার্টার ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম



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 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 যাউজ ফিশিং এর নিয়ম অনুযায়ী সংরক্ষন 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 কাচাঁমাল (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 টুলস্ ও মালামাল জমাদান করা

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 তৈরী	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	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

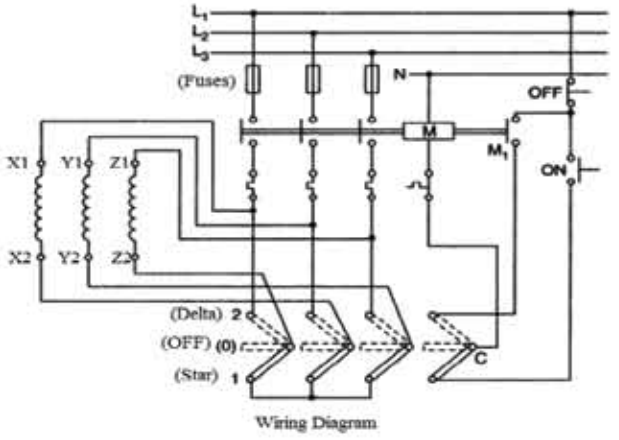
৭.	ওয়্যার স্ট্রিপার	৬ ইঞ্চি, রাবার ইনসুলেটেড	১ টি
৮.	হ্যাকস	মিনি সাইজ	১ টি
৯.	বল পিন হ্যামার	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১০.	লোজ প্লায়ার্স	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	১ টি
১১.	মাল্টিমিটার	এনালগ/ডিজিটাল	১ টি
১২.	ফেজ সিকুয়েন্স মিটার	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Raw materials):

ক্রঃ নং	মালামাল এর নাম	স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
১.	ম্যাগনেটিক কন্টাকটর	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	প্রয়োজনমত
৭.	পাওয়ার ক্যাবল	৭/০৬৪	প্রয়োজনমত
৮.	ইনসুলেশন টেপ	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	প্রয়োজনমত
৯.	ইন্ডিকেটর লাম্প	৫ ওয়াট	৩ পিস
১০.	স্টার্টার বক্স	স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী	১ পিস

সার্কিট ডায়াগ্রাম

চিত্র-৪.২৭ হস্ত চালিত স্টার ডেল্টা স্টার্টার



চিত্র-৪.২৮ স্ক্রু 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 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. মোটরে পাওয়ার সংযোগ দেওয়ার পূর্বে মিটার বা টেষ্ট বোর্ড দিয়ে চেক করব ।
৮. মোটর এর বডি ফ্রেম 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 সংরক্ষন করব।

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		

সতর্কতা:

- 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

জবটি বিষয়ে অর্জন করতে পেরেছি/অর্জন করতে পারি নাই।

--- সমাপ্ত ---

স্বাধীনতার
৫০
বছর
উন্নয়ন আমারও

রূপপুর পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র: 'শেখ হাসিনার উদ্যোগ, ঘরে ঘরে বিদ্যুৎ'

বিদ্যুৎ উৎপাদনে পারমাণবিক প্রযুক্তি সর্বাধিক নিরাপদ ও পরিবেশ বান্ধব প্রযুক্তি। বিশ্বে মোট বিদ্যুৎ চাহিদার ১০ ভাগ আসে পারমাণবিক প্রযুক্তি খাত থেকে। বাংলাদেশও বিশ্বের অন্যান্য উন্নত দেশের মতো ক্রমবর্ধমান বিদ্যুৎ চাহিদা মেটানোর জন্য স্বল্প মূল্যে উৎপাদিত পরিবেশ বান্ধব এই প্রযুক্তির ব্যবহার করার প্রয়াসে পাবনা জেলার রূপপুরে দুই ইউনিট বিশিষ্ট পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র তৈরি করছে। প্রতিটি ইউনিট প্রায় ১২০০ মেগাওয়াট বিদ্যুৎ উৎপন্ন করবে। ১৯৬১ সালে পাবনা জেলায় ৬৩২ একরের উপর এই পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র গড়ে তোলার পরিকল্পনা নেওয়া হলেও তা স্থগিত হয়ে যায়। ১৯৭৪ সালে বঙ্গবন্ধু শেখ মুজিবুর রহমান পুনরায় প্রকল্পটি বাস্তবায়নের উদ্যোগ নেন। তারই ধারাবাহিকতায় বিভিন্ন পর্যায় অতিক্রম করে শেখ হাসিনা সরকারের উদ্যোগে ২০১৭ সালের নভেম্বরে প্রথম ইউনিট ও ২০১৮ সালে দ্বিতীয় ইউনিটের নির্মাণ কাজ শুরু হয় যা ২০২৩ বা ২০২৪ সাল থেকে বিদ্যুৎ উৎপাদনে সক্ষম হবে।

২০২৩ শিক্ষাবর্ষ

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-১

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 সেন্টারে ১০৯ নম্বর-এ (টোল ফ্রি, ২৪ ঘণ্টা সার্ভিস) ফোন করুন

শিক্ষা মন্ত্রণালয়

২০১০ শিক্ষাবর্ষ থেকে গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক
বিনামূল্যে বিতরণের জন্য