জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-৪

এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল)

দশম শ্রেণি

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

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

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস -৪

General Electrical Works -4

দশম শ্রেণি

বিষয় কোড : ৫৯০২৪

২০২৬ শিক্ষাবর্ষের জন্য পরিমার্জিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০, মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা-১০০০

কর্তৃক প্রকাশিত

[প্রকাশক কর্তৃক সর্বস্বত্ব সংরক্ষিত]

(পরীক্ষামূলক সংস্করণ)

প্রথম সংস্করণ রচনা ও সম্পাদনা

প্রকৌশলী ফরিদ উদ্দিন আহম্মেদ

প্রকৌশলী মো: আফজাল হোসেন

ড. প্রকৌশলী মো: মনিরুজ্জামান

মো: আখেরুজ্জামান

প্রকৌশলী মুহাম্মদ শরফুদ্দিন

প্রকৌশলী মো: মোস্তফা

ড. মো. সিরাজুল ইসলাম (প্যাডাগগ)

প্রথম প্রকাশ : অক্টোবর ২০২১

পুনর্মুদ্রণ : অক্টোবর ২০২২

পুনর্মুদ্রণ : ডিসেম্বর ২০২৩

পুনর্মুদ্রণ : অক্টোবর ২০২৪

পুনর্মুদ্রণ : অক্টোবর ২০২৫

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে :

প্রসঙ্গকথা

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

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

সরকারের বিনামূল্যে পাঠ্যপুস্তক সরবরাহের আওতা থেকে কারিগরি শিক্ষার বই বাইরে নয়। ভোকেশনাল ট্রেডের পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন করেছে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড। সরকারের সিদ্ধান্ত মোতাবেক ২০১৭ সাল থেকে এই পাঠ্যপুস্তকগুলো সংশোধন, পরিমার্জন, মুদ্রণ ও বিতরণের দায়িত্ব দেওয়া হয়েছে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড (এনসিটিবি)-কে। এনসিটিবি নিষ্ঠার সাথে তার দায়িত্ব পালন করে যাচ্ছে। এই কার্যক্রমের ধারাবাহিক প্রক্রিয়ায় ২০২৪ সাল পর্যন্ত সকল পাঠ্যপুস্তকের পরিমার্জন ও সংশোধন সম্পন্ন করা হয়েছে। ফলে বইগুলো শিক্ষক ও শিক্ষার্থীদের নিকট অধিকতর গ্রহণযোগ্য হবে বলে আশা করা যায়। প্রতিটি বই উন্নত মানের কাগজ ও চার রঙা প্রচ্ছদ সহকারে ছাপা হয়েছে। এতে বইগুলোর যথেষ্ট শ্রীবৃদ্ধি ঘটেছে।

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

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

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

অক্টোবর ২০২৫

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

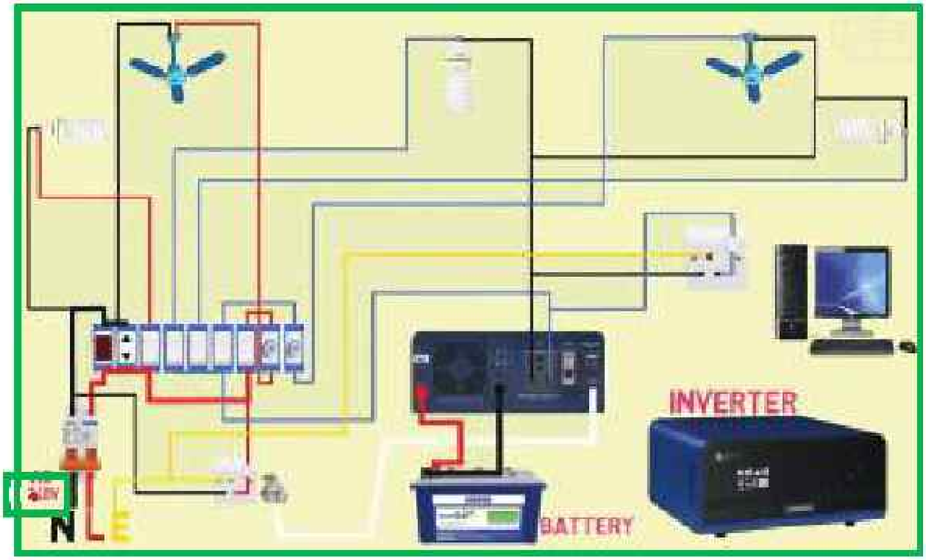
সূচিপত্র

অধ্যায়	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
প্রথম	নর্মাল এবং স্ট্যান্ডবাই পাওয়ার সাপ্লাই	১
	অনুশীলনী	২৭
	জব ১: আইপিএস ইনস্টলেশন।	২৯
	জব ২: আনইন্টারাপ্টেবল পাওয়ার সাপ্লাই ইনস্টলকরণ।	৩২
	জব ৩: চেঞ্জ ওভার সুইচ স্থাপনকরণ।	৩৫
	জব -৪ পোর্টেবল জেনারেটর ইনস্টলকরণ।	৩৯
দ্বিতীয়	আর্থিং সিস্টেম স্থাপন।	৪৩
	অনুশীলনী	৬৫
	জব ১: আর্থিং সিস্টেম ইনস্টলেশন।	৬৭
	জব ২: আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থিং সিস্টেমের আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ।	৬৯
	জব ৩: লাইটনিং বা সার্জ অ্যারেস্টার ইনস্টলেশন।	৭৩
	জব ৪: আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) ইনস্টলেশন।	৭৫
তৃতীয়	সোলার হোম সিস্টেম স্থাপন।	৭৭
	অনুশীলনী	১০৮
	জব ১: সোলার প্যানেলের বিভিন্ন অংশ পর্যবেক্ষণ ও শনাক্তকরণ।	১১০
	জব ২: সোলার প্যানেল স্থাপন।	১১৩
	জব ৩: ব্যাটারি ও চার্জ কন্ট্রোলার ইনস্টল।	১১৭
চতুর্থ	গৃহকর্মে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক সামগ্রী রক্ষণাবেক্ষণ ও মেরামত	১২১
	অনুশীলনী	১৪৭
	জব ১: সিলিং ফ্যানের ত্রুটি নির্ণয় ও মেরামত করণ।	১৪৯
	জব ২: এক-ফেইজ মোটর (সিলিংফ্যান) রি-ওয়্যান্ডিং	১৫১
	জব ৩: এগজস্ট ফ্যান ও ওয়াল মাউন্টেড ফ্যান এর ত্রুটি নির্ণয় ও মেরামতকরণ।	১৫৪
	জব ৪: ইলেকট্রিক আয়রনমেরামত ও রক্ষণাবেক্ষ।	১৫৮
	জব ৫: ইলেকট্রিক রাইস কুকারেরবিভিন্ন অংশ চিহ্নিতকরণ, মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ।	১৬০
	জব ৬: মাইক্রোওয়েভ ওভেনের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত ও মেরামতকরন।	১৬৩
	জব ৭: ওয়াটার পাম্প মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ।	১৬৫

প্রথম অধ্যায়

নর্মাল এবং স্ট্যান্ডবাই পাওয়ার সাপ্লাই

Normal and standby power supply



আজকাল বাংলাদেশের অনেক বাড়ি, হাসপাতাল, অফিস-আদালত, ব্যবসা প্রতিষ্ঠান, উপাসনালয়, কলকারখানা ইত্যাদিতে নর্মাল পাওয়ার সাপ্লাইয়ের পাশাপাশি স্ট্যান্ডবাই পাওয়ার সাপ্লাই যেমন জেনারেটর, আইপিএস, ইউপিএস, সোলার সেল ইত্যাদির ব্যবহার দেখা যায়। শহর, বন্দর, গ্রাম এমনকি দুর্গম পাহাড়ী এলাকায় সোলার প্যানেলসহ অন্যান্য স্ট্যান্ডবাই পাওয়ার সাপ্লাইয়ের ব্যবহার নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ ব্যবহারের প্রত্যাশা পূরণ করছে। পাওয়ার সাপ্লাই লাইনের বিদ্যুৎ সরবরাহ বিঘ্নিত হলেও স্ট্যান্ডবাই পাওয়ার সাপ্লাই থাকলে এখন আর হাসপাতালে অপারেশন থিয়েটার বন্ধ করতে হয়না, আলোর অভাবে শিক্ষার্থীদের লেখাপড়া বাঁধাগ্রস্থ হয়না অথবা ইন্টারনেট নেটওয়ার্ক থেমে থাকে না। স্ট্যান্ডবাই পাওয়ার সিস্টেম এর সাহায্যে প্রাকৃতিক দুর্যোগের সময়ও মানুষ সময়মত তার কাজগুলো করতে পারে। এই অধ্যায়ে আইপিএস, ইউপিএস, জেনারেটর, চেঞ্জ ওভার সুইচ প্রভৃতি স্ট্যান্ডবাই পাওয়ার সাপ্লাইয়ের পরিচিতি, কার্যপ্রণালি, স্থাপন পদ্ধতির কার্যকারিতা নিয়ে আলোচনা করা হবে।

এই অধ্যায় শেষে আমরা-

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করে ইলেক্ট্রিক্যাল কাজের প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারব;

- আইপিএস, ইউপিএস, চেঞ্জ ওভার সুইচ ও পোর্টেবল জেনারেটর কী তা জানতে পারব;
- আইপিএস, ইউপিএস, চেঞ্জ ওভার সুইচ ও পোর্টেবল জেনারেটরে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত এবং স্থাপন করতে পারব;
- আইপিএস, ইউপিএস, চেঞ্জ ওভার সুইচ ও পোর্টেবল জেনারেটর স্থাপন করতে পারব;
- আইপিএস, ইউপিএস, চেঞ্জ ওভার সুইচ ও পোর্টেবল জেনারেটর লোডের সাথে সংযুক্ত করতে পারব;
- আইপিএস, ইউপিএস, চেঞ্জ ওভার সুইচ ও পোর্টেবল জেনারেটরের পারফরমেন্স পরীক্ষা করতে পারব;
- ওয়ার্কপ্লেস, টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট রক্ষণাবেক্ষণ করতে পারব।

এই শিখনফলগুলো ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্ক বিষয়ের শিক্ষার্থীদের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ। শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে প্রথমে আমরা প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক জ্ঞান অর্জন করব। এরপর তাত্ত্বিক বিষয়গুলোকে অনুসরণ করে এই অধ্যায়ে আমরা নিম্নোক্ত ৪টি জব সম্পন্ন করব

জব-১: আইপিএস ইনস্টলেশন

জব-২: ইউপিএস ইনস্টলেশন

জব-৩: চেঞ্জ ওভার সুইচ ইনস্টলেশন

জব-৪: পোর্টেবল জেনারেটর ইনস্টলেশন ও রক্ষনাবেক্ষণ

১.১ আইপিএস এর মৌলিক ধারণা

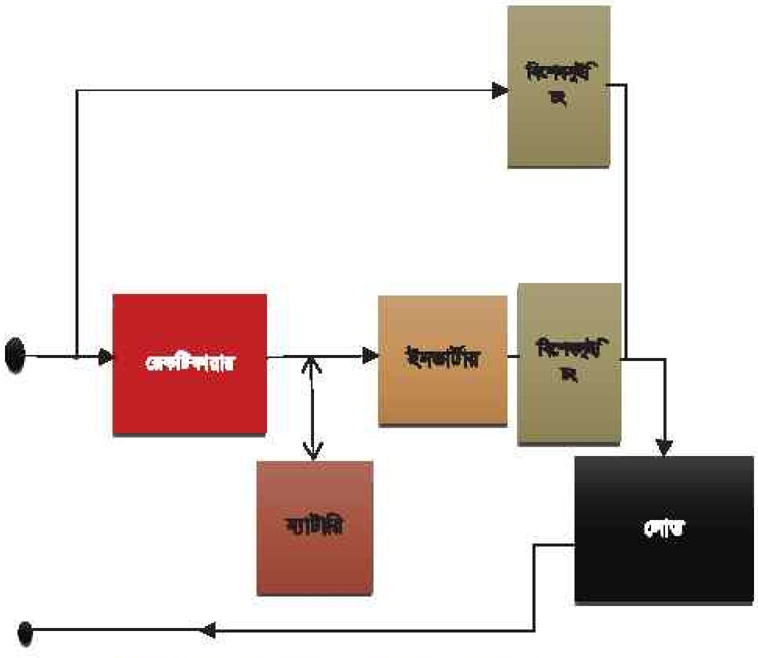
আইপিএস (IPS) এর পূর্ণ রূপ হলো 'Instant Power Supply'। A যে ডিভাইস এসি সরবরাহ বন্ধ হয়ে গেল তাৎক্ষণিকভাবে ব্যাটারির জমাকৃত পাওয়ার ইনভার্টারের মাধ্যমে এসিকে ডিসিতে রুপান্তর করে তাকে আইপিএস বলে। কোন কারণে মূল বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়ে গেলে তাৎক্ষণিকভাবে আইপিএস এর মাধ্যমে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয়া যায়। এতে স্বয়ংক্রিয় সুইচ থাকে, যার কন্টাক্ট-এর পরিবর্তনে লোড বিদ্যুৎ সাপ্লাই পায়।

IPS এর প্রধান দুটি অংশ সঞ্চয়ী ব্যাটারি ও ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার সার্কিট। ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার সার্কিটটি ইনর্ভাটার ও কনর্ভাটার উভয় কাজই করে এবং একই ইউনিটের মধ্যে থাকে। এসি সাপ্লাইকে ডিসিতে রূপান্তর এবং ব্যাটারি চার্জ করে বিদ্যুৎ সঞ্চিত রাখে। গ্রীড এর বিদ্যুৎ বন্ধ হলে ব্যাটারিতে সঞ্চিত ডিসি বিদ্যুৎকে এসিতে রূপান্তর করে স্বয়ংক্রিয় সুইচ এর মাধ্যমে তাৎক্ষণিকভাবে লোডে সরবরাহ করে।

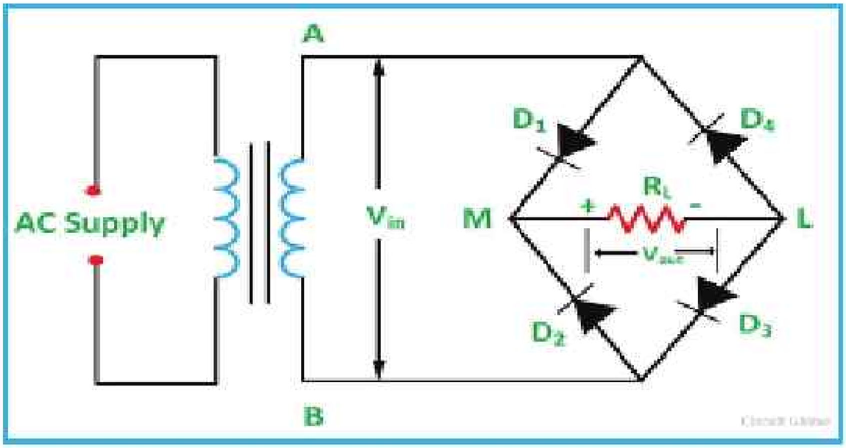
চিত্র -১.১ আইপিএস

গ্রীডে বিদ্যুৎ থাকা অবস্থায় আইপিএস হয়ে সরাসরি লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহ করে থাকে এবং আইপিএস এর ব্যাটারি চার্জ হয়। আইপিএস এর ক্ষমতা অনেক বেশি হয়ে থাকে ইহার রেটিং ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার বা কেভিএ-তে লেখা হয়। বিদ্যুৎ সরবরাহের ক্ষমতা নির্ভর করে, ব্যাটারির চার্জ ধারণ ক্ষমতার উপর। আইপিএস এর জন্য বিশেষভাবে তৈরি, সাধারনত ১২ ভোল্ট, ২৪ ভোল্ট, ৪৮ ভোল্ট এর লিড এসিড ব্যাটারি বা জেল/ড্রাই লিড এসিড ব্যাটারির সিস্টেম থাকে। বর্তমানে আইপিএস ব্যাপকভাবে বাসাবাড়ি, অফিস, ব্যবসা প্রতিষ্ঠানের বৈদ্যুতিক লোডে নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য ব্যবহার করা হচ্ছে। আইপিএস মেইন সরবরাহ থেকে ব্যাটারি বা ব্যাটারি থেকে মেইন সরবরাহে যেতে সুইচিং টাইম প্রায় ১ সেকেন্ড বা তার চেয়ে কম হয়। বর্তমানে সোলার প্যানেলের মাধ্যমে আইপিএস এর ব্যাটারি চার্জ করে পরিচালনা করা যায়। যাকে সোলার আইপিএস বলে। এই ধরনের আইপিএস তিন প্রকার:১) অফ-গ্রীড সোলার আইপিএস ২) অন-গ্রীড সোলার আইপিএস ৩) অন-অফ গ্রীড আইপিএস বা হাইব্রিড আইপিএস।

আইপিএস এর আরও একটি গুরুত্বপূর্ণ দিক হচ্ছে এর আউটপুট। বাজারে দুই ধরনের আউপুট প্রদানকারী আইপিএস পাওয়া যায়:- মডিফাই সাইন ওয়েভ এবং পিউর সাইন ওয়েভ। মডিফাই সাইন ওয়েভ ইন্ডাকটিভ লোডের জন্য ক্ষতিকর।



চিত্র-১.২ আই পি এস এর কানেকশন ডায়াগ্রাম



চিত্র- ১.৩ ব্রিজ রেক্টিফায়ার

১১.২ আইপিএস এর বিভিন্ন অংশ

আইপিএস এ ব্যবহৃত বিভিন্ন অংশসমূহ নিম্নরূপ- ১। রেকটিফায়ার (কনভার্টার) ২। ব্যাটারি ৩। ইনভার্টার ৪। বিশেষ সুইচ ও ৫। বৈদ্যুতিক লোড

এগুলোর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা নিচে দেয়া হলোঃ

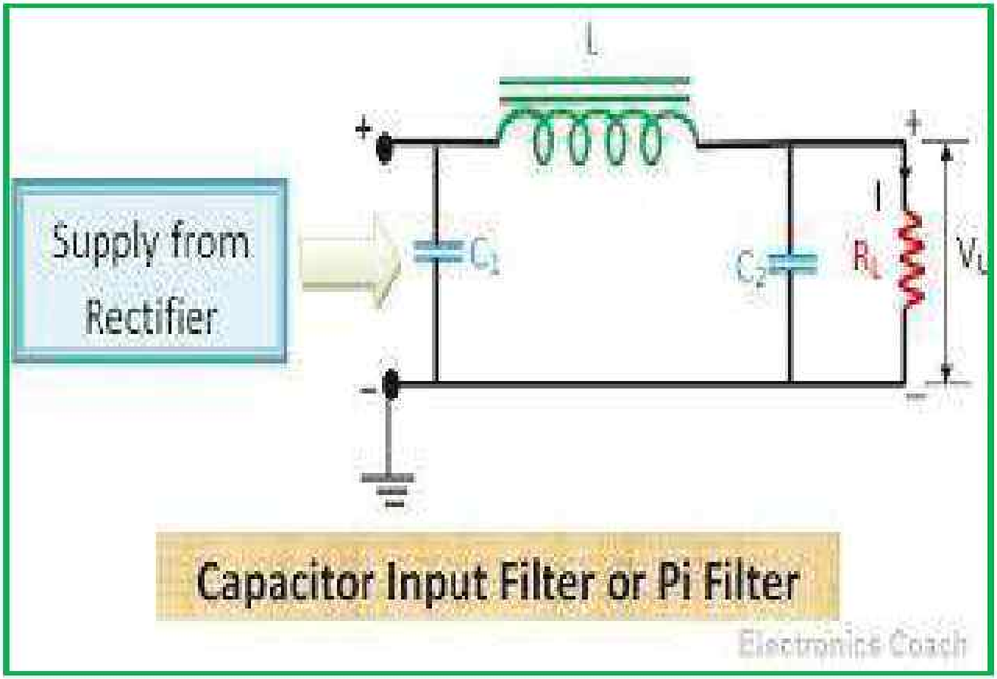
১। রেকটিফায়ারঃ আমাদের দেশে বিদ্যুৎ সরবরাহ ব্যবস্থা মূলত এসি। বিশেষ বিশেষ কিছু ক্ষেত্রে যেমন সকল ইলেকট্রনিক ডিভাইস, কিছু ইলেকট্রিক্যাল ডিভাইস ইত্যাদি পরিচালনার জন্য এবং আইপিএস, ইউপিএস এর সঞ্চয়ী সেলে বিদ্যুৎ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তি রূপে জমা রাখতে ডিসি সরবরাহের প্রয়োজন হয়।

যেহেতু আমাদের দেশে ডিসি সরবরাহ নাই (বিশেষ ক্ষেত্র ব্যতিত) সেহেতু এসি সরবরাহ থেকে ডিসি তে রূপান্তর করা প্রয়োজন, এ কাজ করতে যে ডিভাইস ব্যবহার করা হয় তা হলো রেকটিফায়ার।

অর্থাৎ যে ইলেকট্রনিক ডিভাইস অল্টারনেটিং কারেন্টকে ডাইরেক্ট কারেন্টে রূপান্তরিত করে তাকে রেকটিফায়ার বলা হয়। সাধারণত রেকটিফায়ার তৈরিতে সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড ব্যবহার করা হয়। রেকটিফায়ার দুই প্রকার। যথা- হাফ ওয়েভ ও ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ার। ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ার দুই প্রকার (১) সেন্টার টেপ রেকটিফায়ার (২) ব্রিজ রেকটিফায়ার। (চিত্র ১.৩ এ ব্রিজ রেকটিফায়ার দেখানো হয়েছে)

আইপিএস ও ইউপিএস এ বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যাটারিতে সঞ্চয় করে রাখতে রেকটিফায়ার ব্যবহার করা হয়। রেকটিফায়ার এর আউট পুট থেকে যে ডিসি পাওয়া যায় তা বিশুদ্ধ ডিসি নয়। একে পালসেটিং ডিসি বলা হয়। এ পালসেটিং ডিসিকে ফিল্টারের সাহায্যে পিউর ডিসিতে রূপান্তরিত করা হয়।

ফিল্টার (Filter): পালসেটিং ডিসিকে বিশুদ্ধ ডিসিতে রূপান্তর করার জন্য যে ডিভাইস ব্যবহার করা হয় তাকে ফিল্টার সার্কিট বলে। ফিল্টার সার্কিট পাঁচ প্রকার। যথা-(১) প্যারালাল বা শান্ট ক্যাপাসিটর ফিল্টার (২) সিরিজ ইন্ডাক্টর ফিল্টার (৩) ইন্ডাক্টর ক্যাপাসিটর (৪) রেজিস্টর ক্যাপাসিটর ফিল্টার সার্কিট (৫) ক্যাপাসিটর ইন্ডাক্টর ক্যাপাসিটর ফিল্টার সার্কিট বা পাই ফিল্টার সার্কিট।



চিত্র- ১.৪ ক্যাপাসিটর ইনপুট ফিল্টার বা পাই ফিল্ট ফিল্টার

২। ব্যাটারি (Battery)

স্ট্যান্ডবাই পাওয়ার সিস্টেম (আইপিএস ও ইউপিএস) বিদ্যুৎ শক্তি রাসায়নিক শক্তিরূপে ব্যাটারিতে সঞ্চয় করে রাখে। নর্মাল বিদ্যুৎ সরবরাহ বিঘ্নিত হলে জরুরি প্রয়োজনের সময় ব্যাটারিতে সঞ্চিত বিদ্যুৎ ব্যবহার করা হয়। এ কাজে সচরাচর লিড এসিড ব্যাটারি ব্যবহৃত হয়। স্বাভাবিক মোডে যখন লাইন ভোল্টেজ উপস্থিত থাকে, ব্যাটারিগুলো তখন চার্জ হতে থাকে। স্বাভাবিকভাবে সামান্য ডিসচার্জ হয়। ব্যাটারি অবিরতভাবে সামান্য পরিমাণ কারেন্ট গ্রহণ করে, ফলে ব্যাটারি পূর্ণ চার্জিত অবস্থানে থাকে। পাওয়ার সরবরাহ বন্ধ হলে ব্যাটারি হতে পাওয়ার ইনভার্টারের মাধ্যমে ডিসি থেকে এসি তে রূপান্তরিত হয়ে লোডে সরবরাহ হয়। ব্যাটারিতে কতকগুলো ইলেকট্রোকেমিক্যাল সেল বা কোষ থাকে যার একটির সাথে অন্যটি সিরিজে বা প্যারালালে সংযুক্ত থাকে। ব্যাটারির সেল হল ব্যাটারির মূল উপাদান এবং এই সেল রাসয়নিক শক্তিকে ডিসি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করে। ব্যাটারি ব্যাংক হলো অনেকগুলো ব্যাটারির সমষ্টি। এই ব্যাটারিগুলো সিরিজ বা প্যারালালে সংযোগ করা যায়। ভোল্টেজ বাড়াতে চাইলে ব্যাটারিগুলোকে সিরিজে সংযোগ দিতে হয় এবং কারেন্ট বাড়াতে চাইলে ব্যাটারিগুলোকে প্যারালালে সংযোগ দিতে হয়। চিত্র ১.৫ এ ব্যাটারি ব্যাংক দেখানো হলো। আইপিএসে বিশেষভাবে তৈরি ব্যাটারির রেটিং যথাক্রমে 12V, 60Ah, 12V, 100Ah, 12V, 130Ah, 12V, 165Ah, 120V, 200Ah ইত্যাদি।

চিত্র -১.৫ ব্যাটারি ব্যাংক

৩। ইনভার্টার: যে ডিভাইসের মাধ্যমে এসিকে ডিসিতে রূপান্তর করা হয় তাকে ইনভার্টার বলে। ইনভার্টারের আউটপুটে খুব অল্প পরিমাণ হারমোনিক ডিসটরশন থাকে। আধুনিক ইউপিএস/আইপিএস এ সচরাচর PWM

(Pulse Width Modulated) ইনভার্টার ব্যবহার করা হয়। এ ইনভার্টার সিঙ্গেল ফেজ বা থ্রি-ফেজ হতে পারে। ইউপিএস ও আইপিএস ব্যাটারিতে বিদ্যুৎ শক্তি সঞ্চয় করে রাখে। আমরা বাসাবাড়িতে সাধারণত এসি লোড ব্যবহার করি ফলে ব্যাটারিতে সঞ্চিত এই ডিসি কারেন্টকে এসিতে কনভার্ট করতে হয়। ইনভার্টারের সাহায্যে এই ডিসি কারেন্টকে এসি কারেন্টে রূপান্তরিত (Convert) করা হয়।

৪। স্টেটিক ট্রান্সফার সুইচ

এই ধরনের সুইচ স্বয়ংক্রিয়ভাবে লোডকে ইউপিএস এর সাথে যুক্ত বা বিচ্ছিন্ন করে। সাধারণ মোডে লাইন থেকে লোডে পাওয়ার সরবরাহ দেয়। যখন পাওয়ার বন্ধ হয় তখন স্টেটিক ট্রান্সফার সুইচ লোডকে ইউপিএস এ ট্রান্সফার করে। এ ব্যবস্থাপনাকে Standby Power Supply বলে।

৫। লোড (Load)

ইলেকট্রিক্যাল বা ইলেকট্রনিক কোনো ডিভাইসকে ব্যাটারির বা পাওয়ার সাপ্লাইয়ের সাথে যুক্ত করলে যন্ত্রটির মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। এগুলোকে লোড বলে। অর্থাৎ যা ব্যাটারি থেকে বিদ্যুৎশক্তি কনজিউম করে তাকে লোডবলে। লোড সাধারণত দুইধরণের: এসি লোড ও ডিসি লোড। আবার লোডের ধরনের উপর ভিত্তি করে বৈদ্যুতিক লোডকে তিনটি শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যথা-

১। রেজিস্টিভ লোড (Resistive Load)

বাতির ফিলামেন্ট, স্থির রেজিস্ট্যান্স, পরিবর্তনশীল রেজিস্ট্যান্স, সোল্ডারিং আয়রন, থার্মাল ওভার লোড, রিলে ইত্যাদি রেজিস্টিভ লোড।

২। ইন্ডাকটিভ লোড (Inductive Load)

চোক কয়েল, ফ্যান, মোটর, জেনারেটর, ট্রান্সফরমার ইত্যাদি ইন্ডাকটিভ লোড।

৩। ক্যাপাসিটিভ লোড (Capacity Load)

ক্যাপাসিটর বা কনডেন্সার, ক্যাপাসিটর ব্যাংক, সিনক্রোনাস মোটর ও ফেজ অ্যাডভানসার ইত্যাদি ক্যাপাসিটিভ লোড।

১.১.৩. আইপিএস এর বৈশিষ্ট্য

কোনো সিস্টেমে আইপিএস সংযোগ থাকা অবস্থায় মূল বিদ্যুৎ সাপ্লাই সরাসরি লোডে কাজ করে এবং একই সাথে আইপিএস এর ব্যাটারি চার্জও হয়। এর ক্ষমতা মূলত ব্যাটারির ক্ষমতার উপর নির্ভর করে। এর রেটিং ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার বা কেভিএ তে লেখা হয়।

১.১.৪ আইপিএস এর কাজ

আইপিএস এর ইউনিটের মধ্যে ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার সার্কিট, ইনভার্টার ও কনভার্টার থাকে। এটি এসি কে পূর্ণ ডিসিতে রূপান্তরিত করে ব্যাটারিতে ডিসি বিদ্যুৎ জমা রাখে এবং বিদ্যুৎ উৎস বন্ধ হলে স্বয়ংক্রিয় সুইচের মাধ্যমে ব্যাটারিতে জমাকৃত বা সঞ্চিত বিদ্যুৎ পুনরায় এসিতে রূপান্তর করে লোডে সাপ্লাই দেয়। ফলে বৈদ্যুতিক বাতি গুলো জ্বলে এবং ফ্যানগুলো ঘুরে।

১১.৫ আইপিএস এর ব্যবহার

আজকাল ব্যাপকভাবে আইপিএস ব্যবহৃত হচ্ছে। বাসা বাড়িতে ফ্যান, লাইট, টিভি ইত্যাদি চালাতে এবং অফিস কার্যক্রমে নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুতের জন্য আইপিএস ব্যবহার হয়। আইপিএস এর সুইচিং টাইম ১ সেকেন্ড ফলে ব্যবহারকারীর কম্পিউটার বা ইলেকট্রনিক ডিভাইস রিসেট বা পুনরায় চালু করা প্রয়োজন হয় না। আইপিএস কে হোম ইউপিএস বা ইপিএসও বলা হয়।

অনুসন্ধানমূলক কাজ-১: একটি আইপিএস দেখে এর বিভিন্ন অংশের চিত্র অংকন কর এবং অংশগুলোর নাম লেখ। তোমার বিদ্যালয়ে আইপিএস না থাকলে আশে পাশের দোকান, ওয়ার্কশপ বা অন্য প্রতিষ্ঠান থেকে সংগ্রহ করে লিপিবদ্ধ কর।

১.২ ইউপিএস (UPS) এর মৌলিক ধারণা

চিত্র-১.৬ ইউপিএস

ইউপিএস (UPS) পূর্ণ নাম হলো Uninterruptable Power Supply বা Uninterruptable Power Source. ইউপিএস এমন একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র বা ব্যবস্থা যা বিদ্যুৎ শক্তি সঞ্চয় করে রাখে এবং পাওয়ার সরবরাহ কোন কারণে বন্ধ হলে ইউপিএস নিরবচ্ছিন্নভাবে কম্পিউটার ও অন্যান্য যন্ত্রপাতিতে বিদ্যুৎ শক্তি সরবরাহ করতে পারে। ইউপিএস সাধারণত সহায়ক (Auxiliary) বা ইমার্জেন্সি পাওয়ার সিস্টেম (Emergency Power System) অথবা স্ট্যান্ডবাই জেনারেটর (Standby Generator) হতে ভিন্নতর। কেননা এটি তাৎক্ষণিকভাবে বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে। এর সুইচিং টাইম খুব কম। ইউপিএস ০.১ সেঃ এর মধ্যে ব্যাক-আপ পাওয়ার দিতে পারে। ফলে কম্পিউটার রিসেট করতে হয় না। এটি অল্প সময়ের জন্য বিদ্যুৎ সঞ্চয় করে রাখতে পারে এবং যে কোনো মুহূর্তে কম্পিউটার বা অন্যান্য ইলেকট্রনিক ডিভাইসে সরবরাহ করতে পারে। ইউপিএসের রেটিং সাধারণত ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার বা কেভিএ তে লেখা হয়।

১.২.১ ইউপিএস (UPS) এর প্রকারভেদ

ইউপিএস (UPS) সাধারণত তিনভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১। অনলাইন ইউপিএস (On-line UPS) ।

২। লাইন ইন্টারএ্যাকটিভ ইউপিএস (Line-interactive UPS) ।

৩। অফলাইন বা স্ট্যান্ডবাই ইউপিএস (Offline/Standby UPS)

১। অনলাইন ইউপিএস (On-line UPS)

অনলাইন ইউপিএস (On-line UPS) এ ডাবল কনভার্সন (Double Conversion) পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এটি প্রথমে এসি ভোল্টেজ (AC Voltage) কে ডিসি ভোল্টেজ (DC Voltage)-এ রূপান্তর করে। পুনরায় ইনভার্টার ব্যবহার করে ডিসি ভোল্টেজ (DC Voltage)-কে এসি ভোল্টেজে (AC Voltage) রূপান্তর করে। সাধারণত অনলাইন ইউপিএস (On-line UPS) ৫ মিনিট থেকে ২ ঘন্টা পর্যন্ত বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে।

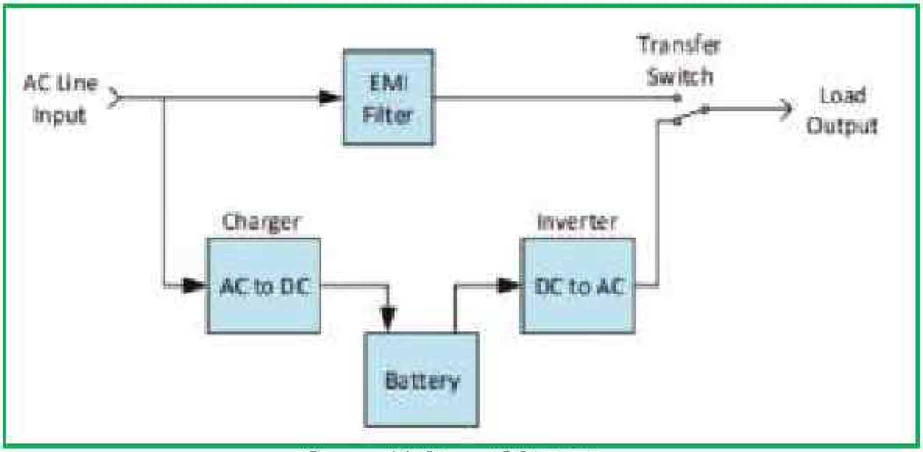
২। লাইন ইন্টারএ্যাকটিভ ইউপিএস (Line-interactive UPS)

লাইন ইন্টারএ্যাকটিভ ইউপিএস (Line-interactive UPS) লাইনের ইনভার্টার (Inverter) কে মেইনটেইন (Maintanin) বা রক্ষণাবেক্ষণ করে এবং নরমাল চার্জিং মোড (Normal Charging Mode) থেকে কারেন্ট পাথ (Current Path) রিডিরেক্ট (Redirect) করে।

৩। অফলাইন বা স্ট্যান্ডবাই ইউপিএস (Offline/Standby UPS)

অফলাইন বা স্ট্যান্ডবাই ইউপিএস (Offline/Standby UPS) পদ্ধতিতে মূল সিস্টেম (Main system) এ লোড (Load)সরাসরি ইনপুট পাওয়ার (Input Power) এর সাথে সংযুক্ত থাকে। যখন মেইন পাওয়ার সাপ্লাই (Main Power Supply) সংযোগ দিতে ব্যর্থ হয়, তখন এটি পাওয়ার ব্যাকআপ (Power Back up) দেয়।

১.২.২ ইউপিএস এর কানেকশন ডায়াগ্রাম



চিত্র- ১.৭ ইউপিএস সার্কিট ডায়াগ্রাম

১.৩ ইউপিএস এ ব্যবহৃত বিভিন্ন অংশ:

১। ব্যাটারি চার্জার অথবা কনভার্টার

২। ব্যাটারি

৩। ইনভার্টার

৪। স্টেটিক ট্রান্সফার সুইচ

৫। লোড

নোটঃ ব্যাটারি চার্জার, ব্যাটারি, ইনভার্টার, স্টেটিক ট্রান্সফার সুইচ এবং লোড ইউপিএস, আইপিএস উভয়ের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য। আইপিএস অংশে উপরোক্ত অংশগুলো বর্ণনা করা হয়েছে।

১.২.৪ ইউপিএস এর কাজ

ইউপিএস বা Uninterruptable Power Supply এমন একটি ডিভাইস, যা বিদ্যুৎ সরবরাহ চলাকালীন সময়ে নিজে ব্যাটারি চার্জ করে এবং এসি লাইন হতে লোড সরবরাহ দেয়। আবার বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়ে গেলে সঞ্চিত ডিসি বিদ্যুৎ থেকে লোডকে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে থাকে।

১.২.৫ ইউপিএস এর ব্যবহার

কম্পিউটার ও অন্যান্য ইলেকট্রনিক ডিভাইসে নিরবচ্ছিন্ন পাওয়ার সরবরাহের জন্য এবং ভোল্টেজ রেগুলেশন, ওভার ভোল্টেজ, আন্ডার ভোল্টেজ থেকে যন্ত্রপাতিকে রক্ষা করার জন্য ইউপিএস ব্যবহৃত হয়।

অনুসন্ধানমূলক কাজ -২: ওয়ার্কশপে গিয়ে একটি আইপিএস ও ইউপিএস খুলে এদের মধ্যে গঠনগত পার্থক্য কী বের করো।

১.৩. চেঞ্জ ওভার সুইচ চেঞ্জ ওভার সুইচ যার মাধ্যমে দুই উৎস (জেনারেটর ও পিডিবি) থেকে আগত বিদ্যুৎ থেকে কোন একটি বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা না থাকলে অন্যটি চালনা করার জন্য যে সুইচিং ব্যবহার করা হয় তাকে চেঞ্জ ওভার সুইচ বলে।

চিত্র -১.৮ চেঞ্জ ওভার সুইচ

১.৩.১. চেঞ্জ ওভার সুইচের ধরণ

এটি মূলত দুই ধরনের হয়ে থাকে-

১. ম্যানুয়ালি চেঞ্জ ওভার সুইচ

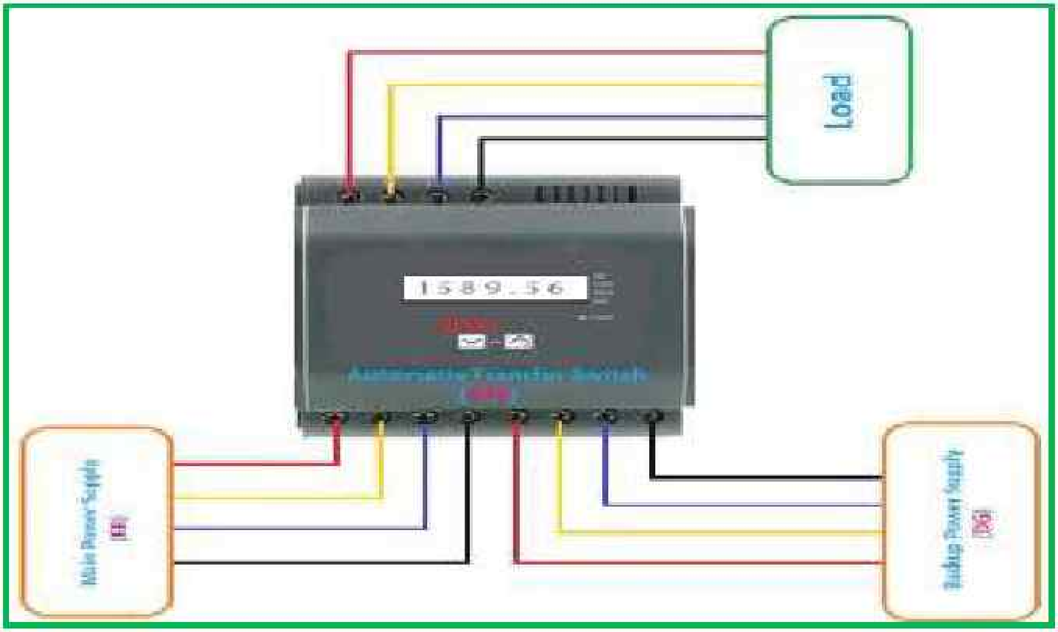
২. অটোমেটিক চেঞ্জ ওভার সুইচ

১। ম্যানুয়ালি চেঞ্জ ওভার সুইচ

এ ধরনের সুইচিং ব্যবস্থায় মেইন কারেন্ট চলে গেলে তখন জেনারেটরের লাইন চালনা করে, ব্যক্তি বিশেষের উপস্থিতে চেঞ্জ ওভার সুইচের অপারেশন চেঞ্জ করতে হয়। এটা বহুল ব্যবহৃত একটি ব্যবস্থা। এটার মাধ্যমে খুব সহজেই যে কোন একটি লাইন চলে গেলে অন্য লাইনের মাধ্যমে লোডের সরবরাহ চালনা করা যায়।

২। অটোমেটিক চেঞ্জ ওভার সুইচ

এই সুইচিং ব্যবস্থায় মেইন কারেন্ট চলে গেলে তখন জেনারেটরের লাইন চালু হয়ে স্বয়ংক্রিয় ভাবে রিলে ও টাইমার চেঞ্জ ওভার সুইচের অপারেশন চেঞ্জ করে। বর্তমানে এটা বহুল ব্যবহৃত একটি ব্যবস্থা। এটার মাধ্যমে খুব সহজেই যে কোন একটি লাইন চলে গেলে অন্য লাইনের মাধ্যমে সরাসরি লোডে সরবরাহ দেয়া হয়।



চিত্র- ১.৯ চেঞ্জ ওভার সুইচ এর কানেকশন ডায়াগ্রাম

১.৩.২ চেঞ্জ ওভার সুইচ এর প্রয়োজনীয়তা

চেঞ্জ ওভার সুইচ যার মাধ্যমে দুটি উৎস থাকে। একটি জেনারেটর এবং অপরটি PDB/REB জেনারেটর, পিডিবি/আরইবি থেকে আগত বিদ্যুৎ থেকে, কোন একটি বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা না থাকলে অন্যটি চালনা করে জরুরি ভিত্তিতে বিদ্যুৎ লোডে সরবরাহ দেওয়া হয়, এজন্য চেঞ্জ ওভার সুইচ এর গুরুত্ব অপরিসীম।

অনুসন্ধানমূলক কাজ -২ : চেঞ্জ ওভার সুইচ কোথায় কোথায় ব্যবহার করা যায় তার একটি তালিকা তৈরি কর।

১.৪ জেনারেটর

যে যন্ত্রের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তিকে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয় তাকে জেনেরেটর বলে। এ যান্ত্রিক শক্তিকে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরের জন্য প্রয়োজন একটি চুম্বক ক্ষেত্র (Magnetic field) ও আর্মেচার। আর্মেচারের উপরিভাগে ল্যামিনেটেড সিলিকন স্টিলের স্লটে সুপার এনামেল কপার তারের কুন্ডলি থাকে। আর্মেচারকে চুম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে ঘুরানো হয়। ফলে ফ্যারাডের ইলেকট্রো ম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন সূত্র অনুযায়ী আর্মেচার পরিবাহিতে পরিবর্তি (এসি) ইএমএফ (EMF-Electro Motive Force) উৎপন্ন হয়। যে যন্ত্রের সাহায্যে আর্মেচারকে শ্যাফটের মাধ্যমে ঘুরানো হয় তাকে প্রাইম মুভার বলে। জেনারেটরের কিছু কৌশলগত পরিবর্তনের মাধ্যমে অর্থাৎ জেনারেটরের শ্যাফটে কমুটেটর বসিয়ে এসিকে ডিসিতে রূপান্তরিত করা হয়।

চিত্র- ১.১০.পাওয়ার রূপান্তর

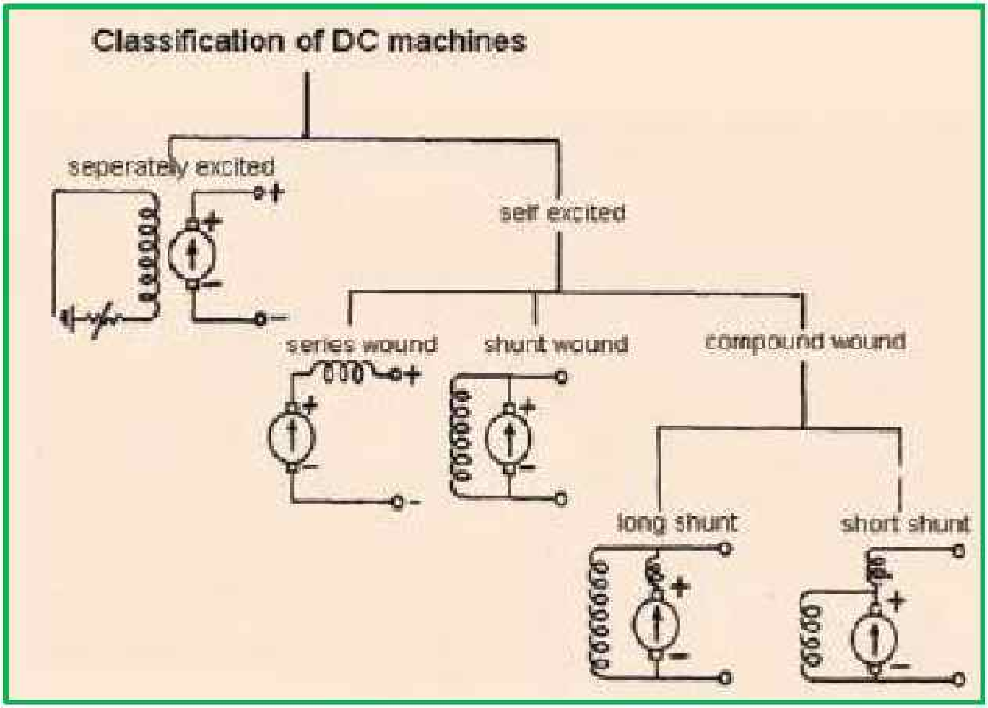
১.৪.১ জেনারেটরের শ্রেণি বিন্যাস

জেনারেটর সাধারনত দুই প্রকার

১। এসি জেনারেটর

২। ডিসি জেনারেটর

এসি জেনারেটর দু' প্রকার। সিঙ্গেল ফেজ ও থ্রি ফেজ জেনারেটর। ডিসি জেনারেটর বৈশিষ্ট্য দিক বিবেচনা করে দুই প্রকার। যথা ১) সেলফ এক্সাইটেড জেনারেটর ২) সেপারেটলি এক্সাইটেড জেনারেটর ।



চিত্র -১.১১ বিভিন্ন শ্রেণির জেনারেটর

১. সেলফ এক্সাইটেড (Self excited) যে সকল জেনারেটরের ফীল্ডকে জেনারেটর কর্তৃক উৎপাদিত কারেন্ট দ্বারা উত্তেজিত করা হয় তাকে সেলফ এক্সাইটেড জেনারেটর বলে। ফিল্ড কয়েল সংযোগের উপর ভিত্তি করে এই জেনারেটর তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১) সিরিজ জেনারেটর

২) শান্ট জেনারেটর

৩) কম্পাউন্ড জেনারেটর।

কম্পাউন্ড জেনারেটর আবার সংযোগের উপর ভিত্তি করে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১) লং শান্ট জেনারেটর

২) শর্ট শান্ট জেনারেটর

২. সেপারেটলি এক্সাইটেড (Separately excited) যে সকল জেনারেটরের ফীল্ডকে পৃথক একটি ডিসি সরবরাহ বা সঞ্চয়ী ব্যাটারির সাহায্যে কারেন্ট সরবরাহ করে উত্তেজিত করা হয় তাকে সেপারেটলি এক্সাইটেড জেনারেটর বলে।

সিরিজ জেনারেটর: যে জেনারেটরের ফিল্ড কয়েল আর্মেচারের সাথে সিরিজে সংযোগ থাকে, তাকে সিরিজ জেনারেটর বলে।

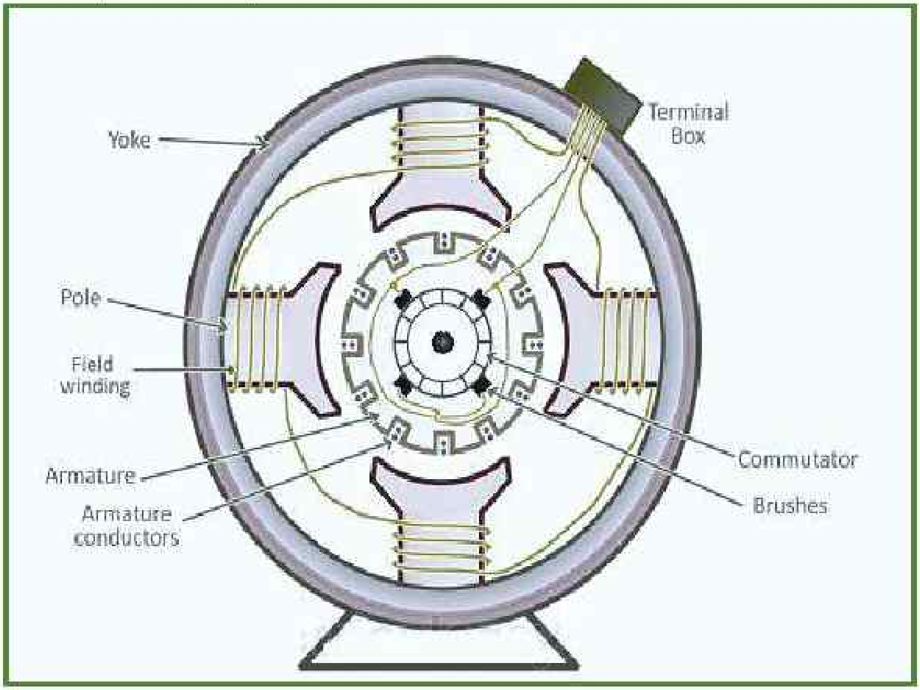
শান্ট জেনারেটর: যে জেনারেটরের ফিল্ড কয়েল আর্মেচারের সাথে প্যারালালে সংযোগ থাকে, তাকে শান্ট জেনারেটর বলে।

কম্পাউন্ড জেনারেটর: যে জেনারেটরে দুইটি ফিল্ড কয়েল থাকে, একটি আর্মেচারের সাথে প্যারালালে এবং অন্যটি সিরিজে সংযোগ থাকে, তাকে কম্পাউন্ড জেনারেটর বলে।

শর্ট শান্ট কম্পাউন্ড জেনারেটর: যে জেনারেটরের আর্মেচারের প্যারালালে শান্ট-ফিল্ড এবং সিরিজ ফিল্ড কয়েল সংযোগ করা হয়, তাকে শর্ট-শান্ট কম্পাউন্ড জেনারেটর বলে।

লং শান্ট কম্পাউন্ড জেনারেটর: যে জেনারেটরের আর্মেচারের সাথে ফিল্ড কয়েল সিরিজে এবং শান্ট ফিল্ড কয়েল প্যারালালে সংযোগ করা হয়, তাকে লং-শান্ট কম্পাউন্ড জেনারেটর বলে।

১.৪.২ ডিসি জেনারেটরের গঠন



চিত্র -১.১২ জেনারেটরের গঠন

১. **ইয়োক:** মেশিনের বাইরের আবরণীকে ইয়োক বলা হয়। এটি কাষ্ট আয়রন বা স্টিল দ্বারা তৈরি করা হয়। সম্পূর্ন এসেম্বলিকে ধরে রাখে এটি।

২. **পোল:** লেমিনেটেড সিলিকন ষ্টিলের শিট দ্বারা পোল তৈরি করা হয়। পোল গুলো ইয়োকের সাথে বোল্ট দ্বারা যুক্ত করা হয়। পোল এর সাথে ফিল্ড থাকে।

৩. **ফিল্ড ওয়্যান্ডিং:** ফিল্ড ওয়্যান্ডিং সুপার এনামেল কপার ওয়্যার দ্বারা তৈরি করা হয়। এগুলো প্রত্যেক পোল এর সাথে পেঁচানো অবস্থায় সিরিজে যুক্ত থাকে।

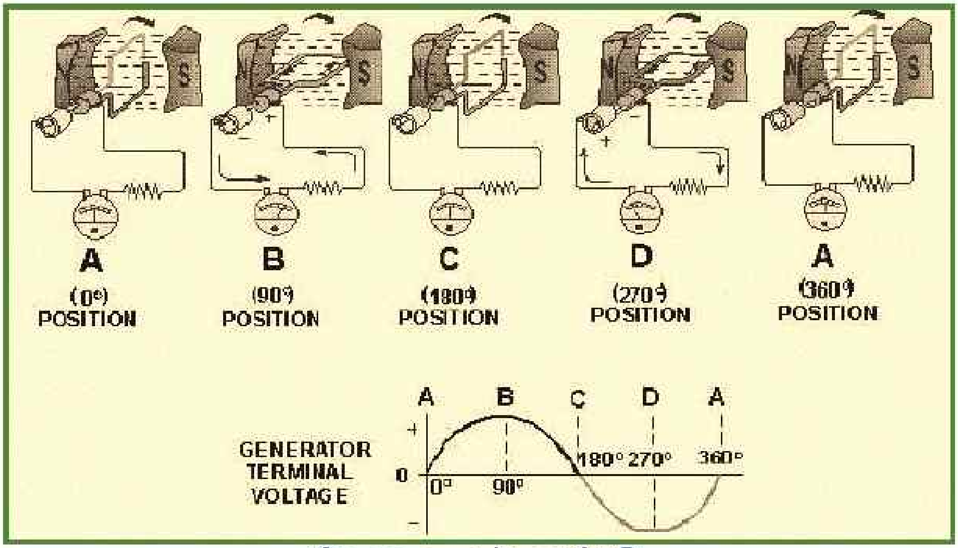
৪. **আর্মেচার কোর:** এটি হচ্ছে ডিসি মেশিনের রোটর। এটি দেখতে সিলিন্ডার আকৃতির, অনেকগুলো স্লট দ্বারা তৈরি যা আর্মেচার ওয়্যান্ডিংস বহন করে। আর্মেচার পাতলা ল্যামিনেটেড গোলাকার স্টিলের শিট দিয়ে তৈরি যেন এডি কারেন্ট লস বেশি না হয়।

৫. **আর্মেচার ওয়্যান্ডিং:** এটা হচ্ছে পেঁচানো কপার তারের কয়েল যা আর্মেচার স্লটের মধ্যে থাকে। আর্মেচার কন্ডাক্টরগুলো একটা থেকে অন্যটা এবং আর্মেচার কোর থেকে ইনসুলেটেড থাকে।

৬. **কম্যুটেটর:** এটি দেখতে গোলাকৃতি। এর কাজ হলো জেনারেটরে উৎপন্ন অল্টারনেটিং কারেন্ট (এসি) কে ডাইরেক্টর কারেন্ট (ডিসি) এ রুপান্তর করে।

৭. **ব্রাশ:** ব্রাশ কার্বনের তৈরি। এটি মুলত কন্ট্যাক্ট যা লোডে (বহি সার্কিটে) পাওয়ার সাপ্লাই দেওয়ার জন্য ব্যবহার করা হয়।

১.৪.৩ ডিসি জেনারেটরের কার্যপ্রণালী বর্ণনা



চিত্র - ১.১৩ জেনারেটরের কার্যপ্রণালী

অবস্থান A লুপ (কয়েল) যখন A তে অবস্থান করে তখন কোন ইএমএফ তৈরি হয় না অর্থাৎ ইএমএফ = ০ এর কারণ A অবস্থানে লুপ কোন ফ্লাক্স কর্তন করে না। লুপের দুপ্রান্ত ফ্লাক্সের সাথে সমান্তরাল থাকে।

অবস্থান B লুপ (কয়েল) যখন B তে আবস্থান করে তখন কয়েলের ঘূর্ণয় দিক ফ্লাক্সের দিকের সাথে ৯০° হয়। যখন উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু বরাবর আসে কখন সর্বোচ্চ ফ্লাক্স কর্তন করে থাকে এবং জেনারেটরে সর্বোচ্চ পজটিভ ই.এম.এফ উৎপন্ন করে।

অবস্থান C এই অবস্থানে লুপের দুপ্রান্ত ফ্লাক্সের অর্ধেক থেকে বিপরীতে আরো ৯০° ডিগ্রী অর্থাৎ ১৮০° থাকে এবং ইএমএফ আবার শূন্য (০) হয়।

অবস্থান D বিন্দুতে অবস্থান করে। তখন নেগেটিভ সর্বোচ্চ ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। আবার কয়েল যখন A বিন্দুতে অবস্থান, সেই অবস্থায় আবার প্রথম অবস্থায় ফিরে আসে, এভাবে ডিসি জেনারেটর কাজ করে।

১.৪.৪ ডিসি জেনারেটরের পাওয়ার স্টেজ (Power stage of DC Generator)

জেনারেটরের উৎপন্ন ভোল্টেজের দিক নির্ণয় করার জন্য ফ্লেমিংয়ের ডানহাতি নিয়ম অনুসরণ করা হয়।

ফ্লেমিংয়ের ডানহাতি নিয়ম : ডান হাতের বৃদ্ধাঙ্গুলি, তর্জনী ও মধ্যমাগুলো পরস্পরের সাথে সমকোণে প্রসারিত করলে যদি তর্জনী চুম্বক বলরেখার দিক, বৃদ্ধাঙ্গুলি পরিবাহী তারের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশ করে, তবে মধ্যমাগুলো উৎপাদিত ভোল্টেজের দিক নির্দেশ করবে।

এ সূত্র জেনারেটরের উৎপন্ন তড়িৎচালক বল ও কারেন্টের দিক নির্ণয়ের জন্য ব্যবহার করা হয়।

ডিসি জেনারেটরের ফিল্ডের কাজ:

ডিসি জেনারেটরের ফিল্ড ম্যাগনেটিক কয়েল দ্বারা তৈরি করা হয়ে থাকে। জেনারেটরে ভোল্টেজ উৎপন্ন করার জন্য যে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স প্রয়োজন হয় তা ফিল্ড কয়েলে উৎপন্ন হয়। এ ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স আর্মেচারকে কাট করলে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় যার ফলে আর্মেচার ঘোরে। ফিল্ড কয়েলের কারেন্ট কম-বেশি করে উৎপন্ন ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণ করা যায়। এজন্য ডিসি জেনারেটরে ফীল্ডের প্রয়োজন হয়।

ডিসি জেনারেটরের আর্মেচারের কাজঃ

ডিসি জেনারেটরের ঘুরন্ত অংশকে আর্মেচার বলে। এ আর্মেচার ম্যাগনেটিক ফিল্ডের মধ্যে ঘোরার ফলে চুম্বক বলরেখাকে কাট করে। ফলে পরিবাহী তারের মধ্যে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়।

ডিসি জেনারেটরের উৎপাদিত ইএমএফ (EMF-Electro Motive Force) :

$$Eg = \frac{\theta ZNP}{60A} \text{ ভোল্ট}$$

এখানে,

Eg = জেনারেটরের উৎপাদিত ভোল্টেজ, ভোল্টে
θ = প্রতি পোলের ফ্লাক্স সংখ্যা, ওয়েভারে
Z = আর্মেচার পরিবাহীর সংখ্যা
P = পোল সংখ্যা
A = আর্মেচার প্যারালাল পথের সংখ্যা এবং
N = আর্মেচারের ঘূর্ণন গতিবেগের সংখ্যা।

ল্যাপ ওয়াইন্ডিংয়ের ক্ষেত্রে A = P অর্থাৎ আর্মেচারে প্যারালাল পথের সংখ্যা ও পোল সংখ্যা সমান। কিন্তু ওয়েভ ওয়াইন্ডিংয়ের ক্ষেত্রে A = 2 ধরা হয়।

কোনো নির্দিষ্ট জেনারেটরের ক্ষেত্রে এর আর্মেচার কন্ডাক্টর সংখ্যা, পোল ও প্যারালাল পথের সংখ্যা প্রস্তুত কালেই নির্দিষ্ট করা থাকে। পরিচালনার সময় এদের কোনোরূপ পরিবর্তন করা সম্ভব নয়। জেনারেটরের প্রাইমমুভারের ঘূর্ণন গতিবেগ বা চুম্বক ক্ষেত্রের শক্তি পরিবর্তন করে অথবা উভয়ের পরিবর্তন করে উৎপাদিত ভোল্টেজের পরিমাণ কম-বেশি করা যায়।

জেনারেটরের উৎপাদিত ভোল্টেজ এবং টার্মিনাল ভোল্টেজ সমান নয়। উৎপাদিত ভোল্টেজ হতে এর অভ্যন্তরীণ কিছু ভোল্টেজ ড্রপ বাদ দিয়ে বাকি ভোল্টেজ টার্মিনালে পাওয়া যায়। একে আউটপুট ভোল্টেজ বলে।

জেনারেটরের অভ্যন্তরীন ভোল্টেজ ড্রপ, লোড কারেন্টের উপর নির্ভর করে। ফলে জেনারেটরের লোড কারেন্ট পরিবর্তনের সাথে সাথে টার্মিনাল ভোল্টেজ কম-বেশি হয়।

জেনারেটরের টার্মিনাল ভোল্টেজ প্রয়োজন অনুযায়ী সঠিক মানে রাখার জন্য এবং ফিল্ড সার্কিটের কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ফিল্ড রেগুলেটর ব্যবহার করা হয়। প্রকৃতপক্ষে ফিল্ড রেগুলেটর একটি পরিবর্তনশীল রেজিস্ট্যান্স।

ডিসি জেনারেটরের লসসমূহ:

মেশিন যত শক্তি গ্রহণ করে, তত শক্তি লোডে কখনও সরবরাহ করতে পারে না। কারণ, মেশিনে নানাভাবে কিছু না কিছু শক্তির অপচয় হয়। এ অপচয়কে লস বলে। তাই, মেশিনের কর্মদক্ষতা সর্বদা একের চেয়ে কম হয়। মেশিনে যে সমস্ত অপচয় হয় তা নিম্নে দেয়া হলো –

(১) তামার অংশের অপচয়;

(২) লোহার অংশের অপচয়;

(৩) ঘর্ষণ ও হাওয়া কাটার জন্য অপচয়।

ডিসি জেনারেটরের ইফিসিয়েন্সি

জেনারেটরকে পরিচালনার জন্য যে শক্তি বাইরে থেকে দেয়া হয় তাকে ইনপুট এবং জেনারেটর থেকে যে শক্তি উৎপন্ন হয় তাকে আউটপুট শক্তি বলে। সুতরাং ডিসি জেনারেটরের উৎপাদিত শক্তি এবং গৃহীত শক্তির অনুপাতকে ডিসি জেনারেটরের ইফিসিয়েন্সি বা কর্মদক্ষতা বলে। একে η চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এটিকে ১০০ দ্বারা গুণ করে শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা যায়।

$$\therefore \quad \%\eta = \frac{\text{আউটপুট}}{\text{ইনপুট}} \times ১০০$$

$$= \frac{\text{আউটপুট}}{\text{আউটপুট} + \text{লস সমূহ}} \times ১০০$$

মেশিনের বাহির হতে যতো শক্তি গ্রহণ করে ততো শক্তি লোডে কখনও সরবরাহ করতে পারে না। ফলে মেশিনে কিছু না কিছু শক্তির অপচয় হয় তাকে লসসমূহ বলে।

ডিসি জেনারেটরের ভোল্টেজ রেগুলেশন:

জেনারেটরের গতিবেগ অপরিবর্তিত থাকলেও লোড বৃদ্ধির সাথে সাথে ফুল লোড ভোল্টেজের পরিবর্তন হয়। অর্থাৎ টার্মিনাল ভোল্টেজ কমে। এ পরিবর্তন সাধারণত আর্মেচার প্রতিক্রিয়া, আর্মেচার রেজিস্ট্যান্স, আর্মেচার রিয়্যাকট্যান্স ইত্যাদির কারণে হয়ে থাকে। নো-লোড ভোল্টেজ হতে ফুল লোড ভোল্টেজ পার্থক্য করলে যে ভোল্টেজ পাওয়া যায় সে ভোল্টেজের সাথে ফুল-লোড ভোল্টেজের অনুপাতকে জেনারেটরের ভোল্টেজ রেগুলেশন বলে। এটিকে V.R. দ্বারা সূচিত করা হয়। একে ১০০ দ্বারা গুণ করে শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়।

$\therefore$ শতকরা (%) V.R. $= \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times ১০০$

এখানে,

%V.R. = শতকরা ভোল্টেজ রেগুলেশন

V_{NL} = নো-লোড ভোল্টেজ

V_{FL} = ফুল লোড ভোল্টেজ

এসি জেনারেটর

যে যন্ত্রের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তিকে পরিবর্তিত মানের ভোল্টেজে রূপান্তরিত করা হয়, তাকে এসি জেনারেটর বলে। ডিসি জেনারেটর ও এসি জেনারেটরের উভয়ের মধ্যে পরিবর্তিত ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। ডিসি জেনারেটরে উৎপন্ন এসি ভোল্টেজ কম্যুটেটর ও ব্রাশের মাধ্যমে একমুখী কারেন্ট প্রবাহে রূপান্তরিত করে। আর এসি জেনারেটরে উৎপন্ন এসি ভোল্টেজ স্লিপ রিং এর মাধ্যমে পরিবর্তিত ভোল্টেজ হিসেবে বহিঃবর্তনীতে প্রেরণ করা হয়।

৬.২ এসি জেনারেটরের বিভিন্ন অংশ

এসি জেনারেটরের বিভিন্ন অংশের নাম নিম্নে দেয়া হলো –

(১) আর্মেচার;
(২) রোটর;
(৩) প্রাইমমুভার;
(৪) এক্সাইটার;
(৫) স্লিপ রিং
(৬) কার্বন ব্রাশ।

এসি জেনারেটরের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা :

আর্মেচার: অল্টারনেটরের স্থির অংশকে আর্মেচার বলে। আর্মচার দেখতে অনেকটা ড্রামের মতো। অল্টারনেটরের উপরের বডি সাধারণত কাস্ট আয়রনের ফ্রেম দ্বারা তৈরি করা হয়। ফ্রেমের কাজ আর্মেচারকে আটকে রাখা।

রোটর: অল্টারনেটরের ঘূর্ণীয়মান অংশকে রোটর বা ফিল্ড বলে। রোটর দেখতে অনেকটা ফ্লাই হুইলের মতো। যার ভিতর N pole ও S pole সৃষ্টি করা হয়। উক্ত পোলগুলোতে 125V হতে 250V ডিসি সাপ্লাইয়ের সাহায্যে উত্তেজিত করা হয়।

প্রাইমমুভার: প্রাইমমুভার এমন একটি ইঞ্জিন, যার সাহায্যে অল্টারনেটরের রোটরকে শ্যাফটের সাহায্যে ঘুরানো হয়। প্রাইমমুভার হিসেবে পেট্রোল ইঞ্জিন, ডিজেল ইঞ্জিন, টারবাইন অথবা বৈদ্যুতিক মোটরও ব্যবহার করা হয়।

এক্সাইটার: ডিসি সাপ্লাইয়ের উদ্দেশ্যে অল্টারনেটরের রোটর শ্যাফটের সাথে একটি ডিসি শান্ট জেনারেটর বসানো থাকে, তাকে এক্সাইটার বলে। অল্টারনেটরের ফিল্ড কয়েলকে উত্তেজিত করার জন্য এক্সাইটার ব্যবহার করা হয়।

স্লিপ রিং: স্লিপ রিং পিতলের তৈরি যা কতগুলো সেগমেন্টে বিভক্ত করা থাকে। অল্টারনেটরের রোটরের সাথে দুই বা ততোধিক স্লিপ রিং লাগানো থাকে। এসি জেনারেটরে উৎপন্ন অল্টারনেটিং ভোল্টেজকে স্লিপ রিংয়ের মাধ্যমে বহিঃবর্তনীতে প্রেরণ করা স্লিপ রিংয়ের কাজ।

কার্বনব্রাশঃ এটি কার্বনের তৈরি। কার্বন ব্রাশ স্লিপ রিং এর উপর বসানো থাকে, যার সাহায্যে রোটর ওয়াইন্ডিংকে এক্সাইটেশন করার জন্য ডিসি সাপ্লাই দেয়া হয়।

এসি জেনারেটরের কার্যপদ্ধতি

ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক ইন্ডাকশনের মূলতত্ত্বের উপর ভিত্তি করে এসি জেনারেটর কাজ করে। এসি জেনারেটরে আর্মেচার বা স্টেটর স্থির থাকে। আর ফিল্ড আর্মেচারের মধ্যে ঘুরে। প্রাইমমুভারের সাহায্যে ফিল্ড বা রোটরকে শ্যাফটের সাহায্যে ঘুরালে চৌম্বকক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। তখন ফিল্ড কয়েলে ডিসি সাপ্লাই দিলে রোটর ফ্লাক্স আর্মেচার কন্ডাক্টরসমূহকে কাট করে। ফলে ফ্যারাডের ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতি অনুসারে এসি জেনারেটরে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। এ অল্টারনেটিং ভোল্টেজকে স্লিপ রিং ও ব্রাশের সাহায্যে বহিঃবর্তনীতে এনে লোডে সরবরাহ দেয়া হয়। এভাবে এসি জেনারেটর কাজ করে থাকে।

এসি জেনারেটরের ফিল্ড এক্সসাইটেশন পদ্ধতি

এসি জেনারেটরে ভোল্টেজ উৎপন্ন করার জন্য ফিল্ড কয়েলে ডিসি সাপ্লাই দেয়াকে ফিল্ড এক্সাইটেশন বলে। রোটরের দুটি স্লিপ রিং ও কার্বন ব্রাশের মাধ্যমে এসি জেনারেটরের ফীল্ডে সাপ্লাই দেয়া হয়।

ফিল্ড এক্সাইটেশনের বিভিন্ন পদ্ধতি নিম্নে দেয়া হলো –

(ক) কোনো এসি জেনারেটরের রোটর শ্যাফটের সাথে একটি সেলফ এক্সাইটেড শান্ট বা কম্পাউন্ড ডিসি জেনারেটর চালানো হয়। উক্ত জেনারেটরের উৎপাদিত ডিসি ভোল্টেজ এসি জেনারেটরের ফিল্ড এক্সাইটেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

(খ) এসি জেনারেটরের উৎপাদিত ভোল্টেজকে রেকটিফায়ারের মাধ্যমে ডিসি করে এসি জেনারেটরের ফিল্ড এক্সাইটেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

(গ) ছোট এসি জেনারেটরে ফিল্ডকে স্থির রেখে আর্মেচারকে ঘোরানো হয় এবং সেক্ষেত্রে ঘুরন্ত আর্মেচার হতে স্লিপ রিং ও ব্রাশের সাহায্যে এসি বৈদ্যুতিক শক্তি পাওয়া যায়। এসব ক্ষেত্রে এসি ওয়াইন্ডিংয়ের উপর অন্য একটি ছোট ডিসি ওয়াইন্ডিং হয়। স্লিপ রিং এর অপর প্রান্তে কম্যুটেটর বসিয়ে তার সাথে ডিসি ওয়াইন্ডিং সংযোগ করা হয়। আর্মেচারের ডিসি ওয়াইন্ডিংয়ে উৎপাদিত ভোল্টেজ কম্যুটেটর ও ব্রাশের সাহায্যে সংগ্রহ করে ফিল্ড এক্সাইটেশন দেয়া হয়।

এসি জেনারেটরের স্লিপ রিং এর কাজঃ

স্লিপ রিং পিতলের তৈরি যা কতগুলো সেগমেন্টে বিভক্ত করা থাকে। অল্টারনেটরের রোটরের সাথে দুই বা ততোধিক স্লিপ রিং লাগানো থাকে।

এসি জেনারেটরে উৎপন্ন অল্টারনেটিং ভোল্টেজকে স্লিপ রিং এর মাধ্যমে বহির্বর্তনীতে প্রেরণ করাই স্লিপ রিং এর কাজ।

এসি জেনারেটরের লসসমূহ

এসি জেনারেটরের বাইরে থেকে যত শক্তি গ্রহণ করে তত শক্তি লোডে কখনও সরবরাহ করতে পারে না। ফলে এসি জেনারেটরের নানাভাবে কিছু না কিছু শক্তির অপচয় হয়। এ অপচয়কে এসি জেনারেটরের লস বলে। এসি জেনারেটরে যে সমস্ত অপচয় হয় তা নিম্নে দেয়া হলো -

(১) কপার লস;

(২) কোর লস;

(৩)ব্রাশ ফ্রিকশন লস।

(৪) রোটেশন লস;

এসি জেনারেটরের ইফিসিয়েন্সি

এসি জেনারেটরকে পরিচালনার জন্য যে শক্তি বাইরে থেকে দেয়া হয় তাকে গৃহীত শক্তি এবং জেনারেটর থেকে যে শক্তি উৎপন্ন হয় তাকে উৎপাদিত শক্তি বলে। এসি জেনারেটরের উৎপাদিত শক্তি ও গৃহীত শক্তির অনুপাতকে এসি জেনারেটরের ইফিসিয়েন্সি বা কর্মদক্ষতা বলে। এটিকে η দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একে ১০০ দ্বারা গুণ করে শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা যায়।

$$\therefore \%\ \text{কর্মদক্ষতা} = \frac{\text{উৎপাদিত শক্তি}}{\text{গৃহীত শক্তি}} \times ১০০$$

$$= \frac{\text{উৎপাদিত শক্তি}}{\text{উৎপাদিত শক্তি} + \text{লসসমূহ}} \times ১০০$$

ডিসি ও এসি জেনারেটরের মধ্যে পার্থক্য:

ক্রমিক নং	ডিসি জেনারেটর	এসি জেনারেটর
১।	যে জেনারেটরে কম্যুটেটর থাকে, তাকে ডিসি জেনারেটর বলে।	যে জেনারেটরে স্লিপ রিং থাকে, তাকে এসি জেনারেটর বলে।
২।	এতে আর্মেচার ওয়াইন্ডিং বন্ধ থাকে।	এতে আর্মেচার ওয়াইন্ডিং খোলা থাকে।
৩।	ফীল্ডে আলাদা ডিসি সাপ্লাইয়ের প্রয়োজন হয় না।	ফীল্ডে ডিসি সাপ্লাই এর প্রয়োজন হয়।
৪।	ডিসি জেনারেটরে আর্মেচার ঘুরে।	ফিল্ড অথবা আর্মেচার এর যে কোনোটি ঘুরে।
৫।	ঢালাই লোহা দ্বারা তৈরি।	ফিল্ড কোর লেমিনেটেড শিট দ্বারা তৈরি।
৬।	সেলফ এক্সাইটেড আলাদা ডিসি জেনারেটরে আলাদা এক্সাইটারের প্রয়োজন হয় না।	এসি জেনারেটরে এক্সাইটারের প্রয়োজন হয়।

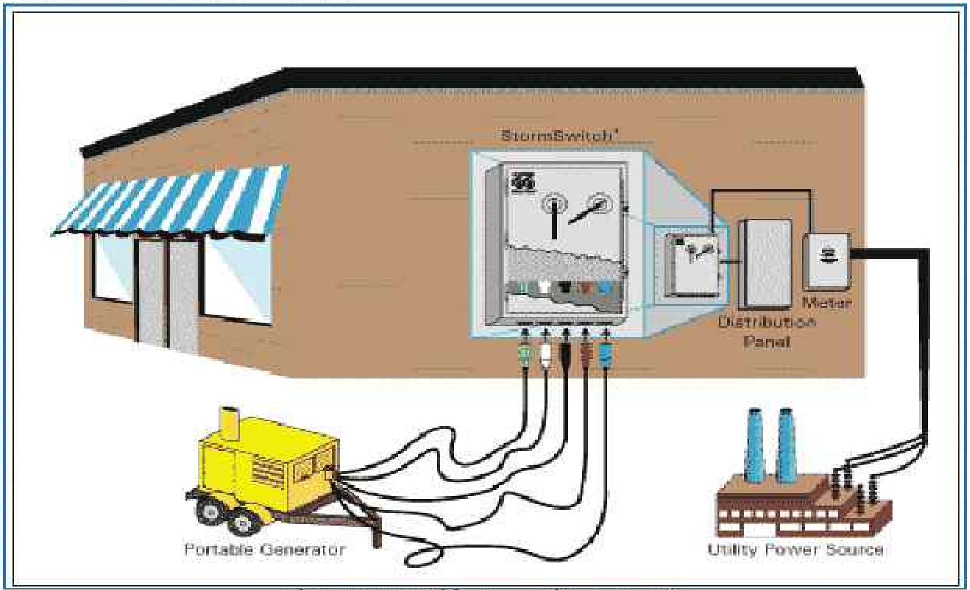
১.৪.৫ পোর্টেবল জেনারেটর

পোর্টেবল জেনারেটর একটি বৈদ্যুতিক শক্তির উৎস। এটি সাধারণত গ্রিড বিদ্যুৎ সরবরাহ ব্যর্থ হলে ব্যাকআপ পাওয়ার সরবরাহ করতে পারে। এটি বাড়ির বা কোন ব্যবসা প্রতিষ্ঠান, অফিস আদালত ইত্যাদি জায়গায় সমস্ত বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ করার জন্য ব্যবহার হয় না। কেবলমাত্র জরুরি প্রয়োজনীয় ইলেকট্রিক্যাল যন্ত্রপাতিসমূহ যেমন লাইট, টিভি, ফ্রিজ, কম্পিউটার, ফটোকপি মেশিন, এয়ার কন্ডিশনার, হাসপাতালে অস্ত্রপচার ইত্যাদি জরুরি কাজে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য যে জেনারেটর ব্যবহার করা হয় তাকে পোর্টেবল জেনারেটর বলে। এটি মূলত এসি জেনারেটর। অনেক সময় বড় আকারের পোর্টেবল জেনারেটর জরুরি বিদ্যুৎ সরবরাহের কাজে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

চিত্র - ১.১৫ পোর্টেবল জেনারেটর

চিত্র - ১.১৪ জেনারেটরের পাওয়ার স্টেজ

১.৪.৬ পোর্টটেবল জেনারেটরের সংযোগ



চিত্র - ১.১৬ পোর্টেবল জেনারেটরের সংযোগ

১.৪.৭ পোর্টেবল জেনারেটর এর প্রয়োজনীয়তা

বিদ্যুৎ সরবরাহ প্রতিষ্ঠান/কর্তৃপক্ষ বিদ্যুৎ সরবরাহ ব্যর্থ হলে বাড়ির বা কোন ব্যবসা প্রতিষ্ঠান, অফিস আদালতে সমস্ত সরঞ্জামাদিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ করার প্রয়োজন হয়। কেবলমাত্র জরুরি প্রয়োজনীয় ইলেকট্রিক্যাল যন্ত্রপাতিসমূহ যেমন লাইট, টিভি, ফ্রিজ, কম্পিউটার, ফটোকপি মেশিন, এয়ার কন্ডিশনার ইত্যাদি যন্ত্রপাতি চালানোর জন্য পোর্টটেবল জেনারেটরের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

অনুসন্ধান মূলক কাজ: ৩
তোমার কলেজ ও কলেজের আশপাশের আবাসিক ও বাণিজ্যিক ভবনে ব্যবহৃত স্ট্যান্ডবাই পাওয়ার সাপ্লাইয়ের তালিকা তৈরি কর।

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

১। আইপিএস এর পূর্ণ নাম লেখ।
২। আইপিএস এর কাজ কী?
৩। ইনভার্টারের কাজ কী?
৪। রেকটিফায়ার কী ?
৫। সঞ্চয়ী সেল কী ?
৬। ইউপিএস বলতে কী বোঝায়?
৭। ইউপিএস এর পূর্ণরূপ লেখ।
৮। ইউপিএস এর সুইচিং টাইম কত?
৯। চেঞ্জ ওভার সুইচ কী?
১০। চেঞ্জ ওভার সুইচ কীভাবে কাজ করে?
১১। চেঞ্জ ওভার সুইচ শ্রেণি বিভাগ দেখাও ।
১২। জেনারেটর কী?
১৩। ডিসি জেনারেটর কত প্রকার ও কী কী?
১৪। এসি জেনারেটর কত প্রকার ও কী কী?
১৫। ব্রাশ তৈরি করা হয় কী দিয়ে?
১৬। জেনারেটরের দক্ষতা নির্ণয়ের সূত্রটি কী?
১৭। ফিল্ড এক্সাইটেশন কী?
১৮। এসি জেনারেটরের ফীল্ডে যে এক্সাইটার হতে কারেন্ট সরবরাহ করা হয় তা সাধারণত কী ধরনের জেনারেটর?
১৯। এসি জেনারেটরের ফীল্ডে কী ভোল্টেজ সাপ্লাই দেয়া হয়?
২০। স্লিপ রিং এর কাজ কী?

সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

১। আইপিএস-এর ব্যবহার লেখ।
২। আইপিএস এ ব্যবহৃত বিভিন্ন উপাংশগুলো কী কী?
৩। ফিল্টার সার্কিটের প্রয়োজনীয়তা লেখ ।
৪। রেক্টিফায়ারের শ্রেণি বিভাগ দেখাও ।
৫। ইউপিএস এর কাজ বর্ণনা করো।
৬। ইউপিএস এর ব্যবহার লেখ ।

ফর্মা-৩

৭। স্টেটিক ট্রান্সফার সুইচ কী?
৮। সিরিজ জেনারেটর বলতে কি বুঝ?
৯। ডিসি জেনারেটর বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।
১০। জেনারেটরে কমুটেটর এর কাজ কী?
১১। চেঞ্জ ওভার সুইচ কোথায় ব্যবহার করা হয়?
১২। চেঞ্জ ওভার সুইচ এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।
১৩। ম্যানুয়ালি চেঞ্জ ওভার সুইচ এর অসুবিধা কী?
১৪। কম্যুটেটর কী? কম্যুটেটরের কাজ কী?
১৫। ব্রাশ কিসের তৈরি? ব্রাশের কাজ কী?
১৬। ডিসি জেনারেটরে ফীল্ডের কাজ বর্ণনা কর।
১৭। ডিসি জেনারেটরে আর্মেচারের কাজ বর্ণনা কর।
১৮। ফ্লেমিংয়ের ডানহাতি নিয়ম লেখ।
১৯। এসি জেনারেটরের বিভিন্ন অংশগুলোর নাম লেখ।
২০। প্রাইমমুভার কাকে বলে?
২১। ব্রাশের কাজ কী?
২২। এসি জেনারেটরের ইফিসিয়েন্সি বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক-উত্তর প্রশ্ন

১। আইপিএস-এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও।
২। সঞ্চয়ী সেল এর বর্ণনা দাও ।
৩। ইউপিএস এর সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন করে বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও।
৪। চেঞ্জ ওভার সুইচ এর কানেকশন ডায়াগ্রাম অংকণ করো।
৫। ম্যানুয়ালি ও অটোমেটিক চেঞ্জ ওভার সুইচ এর সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।
৬। ডিসি জেনারেটরের কার্যপ্রণালি সংযোগ চিত্র সহ বর্ণনা করো ।
৭। ডিসি জেনারেটরের ভোল্টেজ রেগুলেশন বলতে কী বোঝায়?
৮। ডিসি জেনারেটরের ফিল্ড রেগুলেটরের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
৯। এসি জেনারেটরের ইফিসিয়েন্সি বলতে কী বোঝায়?
১০। এসি জেনারেটরের ফিল্ড এক্সসাইটেশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।
১১। এসি ও ডিসি জেনারেটরের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

ব্যাবহারিক (Practical)

জবশীট (Job Sheet)

জব-১ আইপিএস ইনস্টলেশন

পারদর্শিতার মানদণ্ড

১. আইপিএসের সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন করতে পারবো।

২. বৈদ্যুতিক ওয়্যারিংয়ে সার্কিটের লোড হিসাব বা নির্ণয় করতে পারবো।

৩. বৈদ্যুতিক লোড অনুযায়ী ২০% বেশি ধরে আইপিএসের ক্যাপাসিটি ভোল্ট অ্যাম্পিয়ারে নির্ণয় করতে পারবো।

৪. সার্কিটের ফুল লোড কারেন্ট নির্ণয় করতে পারবো।

৫. সার্কিটের ফুল লোড কারেন্ট ২০০% দ্বারা গুন করে সার্কিট ব্রেকারের সাইজ নির্ণয় করতে পারবো।

৬. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী বৈদ্যুতিক ওয়্যারিংয়ের সাথে আইপিএস সংযোগ করতে পারবো।

৭. লোডের সাথে ব্যাটারী সংযোগ দিয়ে দিতে পারবো।

৮. পাওয়ার সকেটের সাথে আইপিএসের প্লাগ সংযোগ দিয়ে সকেটের সুইচ চালু করতে পারবো।

৯. আইপিসের পাওয়ার সুইচ চালু করে লোড চালু করে চেক করতে পারবো।

১০. সকেটের সুইচ অফ করে আইপিসের লোড নেয় কিনা তা চেক করতে পারবো।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

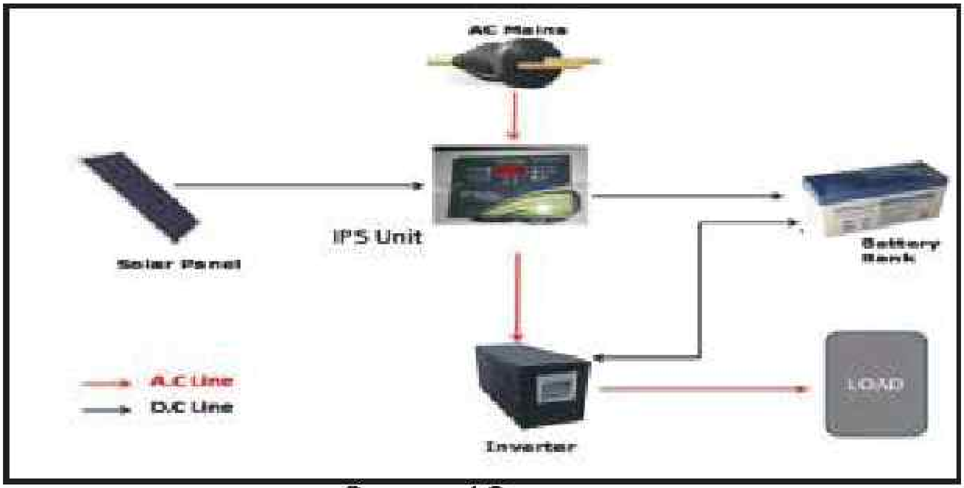
ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
০১	অ্যাপ্রন	মোটা কাপড়ের (উন্নত মানের)	১ টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	অপরিবাহী পদার্থের	১ জোড়া
০৩	সেফটি মাস্ক	উন্নত মানের	১ টি
০৪	সেফটি সুজ	লাইট ওয়েট, ইলেকট্রিক ওয়ার্কস গ্রেড	১ জোড়া
০৫	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instruments)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০২	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৪	কাটিং প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৫	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৬	নোজ প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৭	বল পিন হ্যামার	০.৫০ পাউন্ড	০১ টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২৫০ ভোল্ট	০১ টি
০৯	ওয়্যার স্ট্রিপার	৬ ইঞ্চি	০১ টি
১০	হ্যাকস	৮ ইঞ্চি	০১ টি
১১	মেলেট	রাবার/কাঠের	১ টি
১২	ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন	২২০ ভোল্ট এসি	০১ টি
১৩	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার	২২০ ভোল্ট এসি	০১ টি
১৪	AVO মিটার	অ্যানালগ/ডিজিটাল	০১ টি
১৫	ক্লিপ অন মিটার	অ্যানালগ/ডিজিটাল	০১ টি
১৬	টেস্ট ল্যাম্প	৬০ ওয়াট	০১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials)

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	সিঙ্গেল কোর ডিভিসি তার/ক্যাবল	৬ এমএম	পরিমান মত
০২	আইপিএস	২ কিলোওয়াট	১ টি
০৩	ইনভার্টার	-	১ টি
০৪	তারসহ কানেকটর	প্রমাণ সাইজ	১ সেট
০৫	লোড	২০ ওয়াট	১ সেট
০৬	মেইন সুইচ	২২০ ভোল্ট,৩০অ্যাম্পিয়ার	১ টি
০৭	ব্যাটারি	৮০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার	১ টি



চিত্র-১.১৮ আইপিএস সংযোগ

কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপ (Working procedure and steps)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও পরিধান করব;
- প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করে ওয়ার্কিং টেবিলের উপর রাখব;
- আইপিএস সিস্টেমে যুক্ত করতে যে সমস্ত মালামাল প্রয়োজন তা নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;
- আইপিএস সিস্টেমের যুক্ত সকল অংশ সমুহের ডায়াগ্রাম অঙ্কন করব;
- আইপিএস সিস্টেমের বিভিন্ন অংশ সমুহ পর্যবেক্ষণ করব এবং সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুসারে আইপিএস সিস্টেম ইনটল করব;
- সুইচ অফ/অন করে ইনস্ট্যান্ট পাওয়ার সাপ্লাই (IPS) সিস্টেমের পারফরম্যান্স পরীক্ষা করব;
- পরীক্ষা শেষে সংগৃহিত টুলস্ ও অন্যান্য সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে জমাদান করব;
- কাজ শেষে কাজের স্থান পরিষ্কার করব।

➢ সতর্কতা (Precautions)

- আইপিএস সিস্টেমের যুক্ত সমস্ত মালামাল যত্ন সহকারে টেবিলে রাখব।
- সাবধানতার সাথে আইপিএস সিস্টেম ইনটল ও পর্যবেক্ষণ করব যাতে করে কোন অংশ আঘাতপ্রাপ্ত না হয়।

➢ অর্জিত দক্ষতা

ইনস্ট্যান্ট পাওয়ার সাপ্লাই (IPS) ইনস্টলেশেন করার দক্ষতা অর্জন হয়েছে। বাস্তব জীবনে জবটির প্রয়োগ সঠিকভাবে করা সম্ভব হবে।

আনইন্টারাপ্টেবল পাওয়ার সাপ্লাই (UPS) বিষয়ক জবশীট (Job Sheet)

জব ২: আনইন্টারাপ্টেবল পাওয়ার সাপ্লাই (UPS) ইনস্টলকরণ

পারদর্শিতার মানদণ্ড

১. ইউপিসের সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন করতে পারবো।
২. কম্পিউটারের সাথে ইউপিসের সংযোগ করার দক্ষতা অর্জন করতে পারবো।
৩. ইউপিএসের সাথে কম্পিউটার সংযোগ করে বৈদ্যুতিক লোড দিতে পারবো।
৪. এসি সরবরাহ চালু করে ইউপিএসের মাধ্যমে কম্পিউটার চালু করে পর্যবেক্ষণ করতে পারবো।
৫. এসি সরবরাহ বন্ধ করে কম্পিউটার চালু অবস্থায় পর্যবেক্ষণ করতে পারবো।
৬. সুইচ অফ/অন করে আনইন্টারাপ্টেবল পাওয়ার সাপ্লাই (UPS) সিস্টেমের পারফরম্যান্স পরীক্ষা করা;

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
০১	অ্যাপ্রন	মোটা কাপড়ের (উন্নত মানের)	১ টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	অপরিবাহী পদার্থের	১ জোড়া
০৩	সেফটি মাস্ক	উন্নত মানের	১ টি
০৪	সেফটি সুজ	লাইট ওয়েট, ইলেকট্রিক ওয়ার্কস গ্রেড	১ জোড়া
০৫	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১ টি

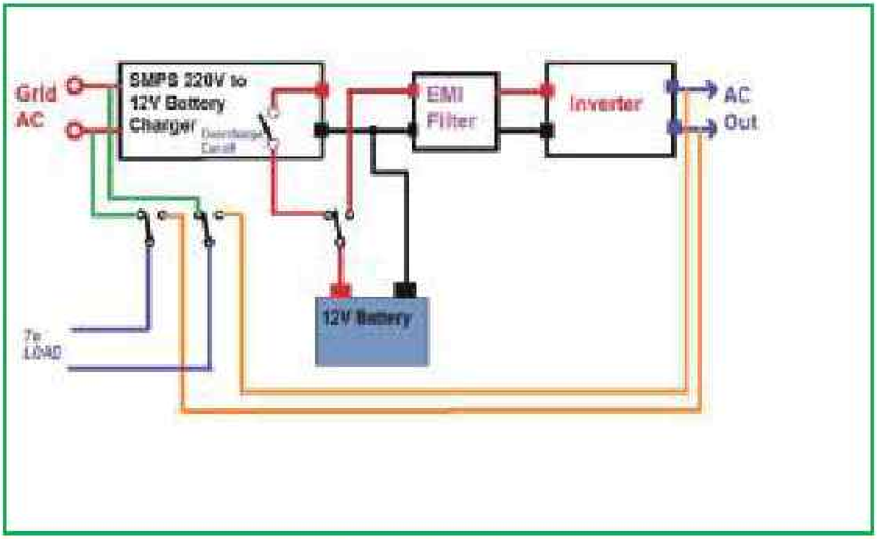
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি(Instruments)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০২	ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৪	কাটিং প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৫	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৬	নোজ প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৭	বল পিন হ্যামার	০.৫০ পাউন্ড	০১ টি

০৮	নিয়ন টেস্টার	২৫০ ভোল্ট	০১ টি
০৯	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬ ইঞ্চি	০১ টি
১০	হ্যাকস	১২ ইঞ্চি	০১ টি
১১	ম্যালেট	রাবার/কাঠের	০১ টি
১২	ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন	২২০ ভোল্ট এসি	০১ টি
১৩	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার	২২০ ভোল্ট এসি	০১ টি
১৪	AVO মিটার	অ্যানালগ/ডিজিটাল	০১ টি
১৫	ক্লিপ অন মিটার	অ্যানালগ/ডিজিটাল	০১ টি
১৬	টেস্ট ল্যাম্প	৬০ ওয়াট	০১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল(Materials)

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার/ক্যাবল	৬ এমএম	পরিমান মত
০২	ইউপিএস	১০০০ ওয়াট	১ টি
০৩	ব্যাটারি	৮০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার	১ টি
০৪	তারসহ কানেকটর	প্রমাণ সাইজ	১ সেট
০৫	লোড	৫০০ ওয়াট	১ টি
০৬	মেইন সুইচ	৩০ অ্যাম্পিয়ার ২২০ ভোল্ট	১ টি
০৭	ইনভার্টার	১২০০VA	১ টি



চিত্র ১.১৯ ইউপিএস এর সার্কিট ডায়াগ্রাম

কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপ (Working procedure and steps)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও পরিধান করব;
- প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করে ওয়ার্কিং টেবিলের উপর রাখব;
- ইউপিএস সিস্টেমে যুক্ত করতে যে সমস্ত মালামাল প্রয়োজন তা নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;
- ইউপিএস সিস্টেমের যুক্ত সকল অংশ সমূহের ডায়াগ্রাম অঙ্কন করব;
- ইউপিএস সিস্টেমের বিভিন্ন অংশ সমুহ পর্যবেক্ষণ করব এবং সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুসারে ইউপিএস সিস্টেম ইনস্টল করব;
- সুইচ অফ/অন করে আনইন্টারাপ্টেবল পাওয়ার সাপ্লাই (UPS) সিস্টেমের পারফরম্যান্স পরীক্ষা করব;
- পরীক্ষা শেষে সংগৃহিত টুলস্ ও অন্যান্য সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে জমা দেব;
- কাজ শেষে কাজের স্থান পরিষ্কার করব।

➢ সতর্কতা (Precautions)

ইউপিএস সিস্টেমে যুক্ত সমস্ত মালামাল যত্ন সহকারে টেবিলে রাখব।

সাবধানতার সাথে ইউপিএস সিস্টেম ইনস্টল ও পর্যবেক্ষণ করব যাতে কোন অংশ আঘাতপ্রাপ্ত না হয়।

➢ অর্জিত দক্ষতা

আনইন্টারাপ্টেবল পাওয়ার সাপ্লাই (UPS) ইনস্টলেশন করার দক্ষতা অর্জন হয়েছে যাহা বাস্তব জীবনে জবটির প্রয়োগ সঠিকভাবে করা সম্ভব হবে।

জবশীট (Job Sheet)

জব ৩: চেঞ্জ ওভার সুইচ স্থাপন করণ

পারদর্শিতার মানদন্ড

১. চেঞ্জ ওভার সুইচের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত ও চিনতে পারবো।
২. বৈদ্যুতিক লোডের সাথে চেঞ্জ ওভার সুইচ সংযোগ দিতে পারবো।
৩. সার্কিটের বৈদ্যুতিক লোড হিসাব করতে পারবো।
৪. সার্কিটের ফুল লোড কারেন্ট নির্ণয় করতে পারবো।
৫. সার্কিট ব্রেকার অথবা মেইন সুইচের সাইজ নির্ণয় করতে পারবো।
৬. ক্যাবলের সাইজ ও পরিমান নির্ণয় করতে পারবো।
৭. চেঞ্জ ওভার সুইচের সাহায্যে লোড চালু এবং বন্ধ করতে পারবো।
৮. চেঞ্জ ওভার সুইচের ব্যবহার শিখতে পারবো।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমান
০১	অ্যাপ্রন	মোটা কাপড়ের (উন্নত মানের)	১ টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	অপরিবাহী পদার্থের	১ জোড়া
০৩	সেফটি মাস্ক	উন্নত মানের	১ টি
০৪	সেফটি সুজ	লাইট ওয়েট, ইলেকট্রিক ওয়ার্কস গ্রেড	১ জোড়া
০৫	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১ টি

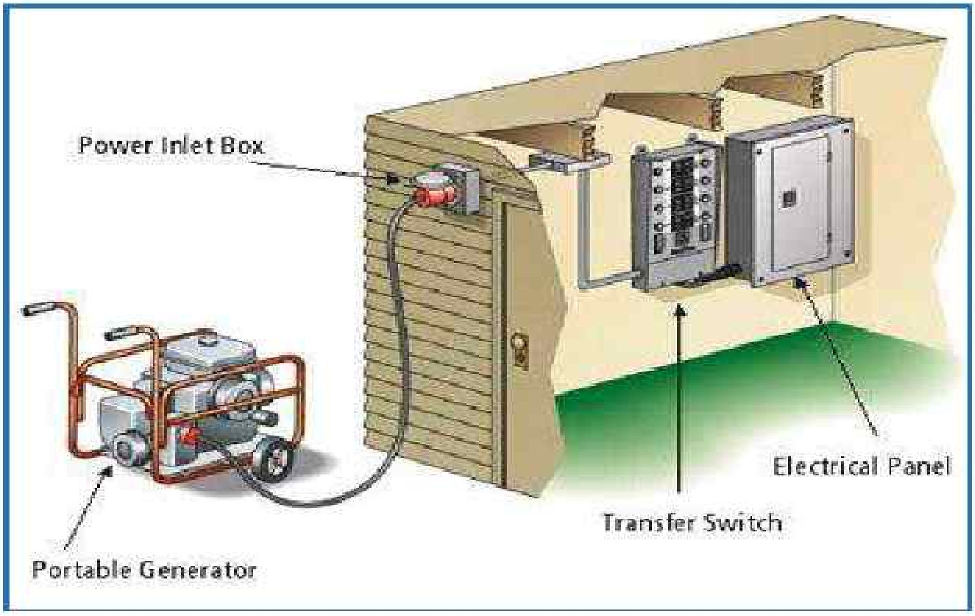
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি(Instruments)

ক্রমিক নং	টুলস ও যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০২	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৪	কাটিং প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৫	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৬	নোজ প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি

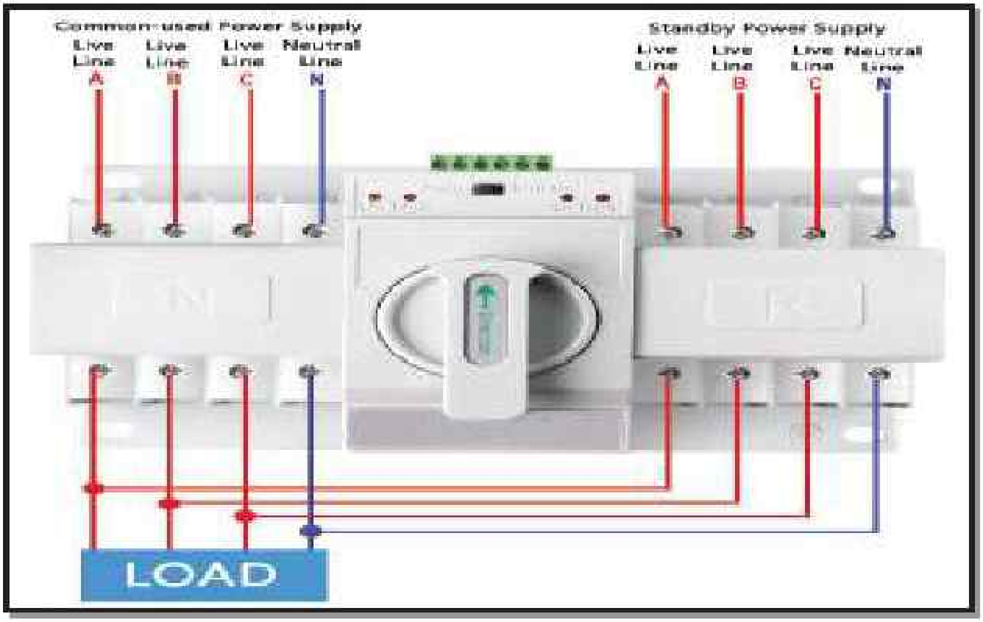
০৭	বল পিন হ্যামার	০.৫০ পাউন্ড	০১ টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০ ভোল্ট	০১ টি
০৯	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬ ইঞ্চি	০১ টি
১০	হ্যাকস	৮ ইঞ্চি	০১ টি
১১	মেলেট	রাবার/কাঠের	০১ টি
১২	ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন	২২০ ভোল্ট এসি	০১ টি
১৩	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার	২২০ ভোল্ট এসি	০১ টি
১৪	AVO মিটার	অ্যানালগ/ডিজিটাল	০১ টি
১৫	ক্লিপ অন মিটার	অ্যানালগ/ডিজিটাল	০১ টি
১৬	টেস্ট ল্যাম্প	৬০ ওয়াট	০১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials)

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার/ক্যাবল	৬ এমএম	পরিমান মত
০২	চেঞ্জ ওভার সুইচ	৩০ এ্যাম্পিয়ার	১ টি
০৩	পোর্টটেবল জেনারেটর	২ কি. ওয়াট	১ টি
০৪	তারসহ কানেকটর	প্রমাণ সাইজ	১ সেট
০৫	লোড	১০০০ ওয়াট	১ টি
০৬	মেইন সুইচ	২২০ ভোল্ট,৩০ এ্যাম্পি	১ টি



চিত্র ১.২০ চেঞ্জ ওভার সুইচ এর কানেকশন



চিত্র ১.২১ চেঞ্জ ওভার সুইচ এর সার্কিট ডায়াগ্রাম

কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপ(Working procedure and steps)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও পরিধান করব;
- প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করে ওয়ার্কিং টেবিলের উপর রাখব;
- চেঞ্জ ওভার সুইচ যুক্ত করতে প্রয়োজনীয় মালামাল নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;
- চেঞ্জ ওভার সুইচের সকল অংশের ডায়াগ্রাম অঙ্কন করব;
- চেঞ্জ ওভার সুইচের বিভিন্ন অংশ পর্যবেক্ষণ করব;
- লে-আউট অনুযায়ী মেইন পাওয়ার এবং জেনারেটর এর মাঝে চেঞ্জ ওভার সুইচ স্থাপন করব;
- লে-আউট অনুযায়ী এলটি প্যানেলটি জেনারেটর এবং সাব-স্টেশনের সাথে সংযুক্ত করব;
- এরপর চেঞ্জ ওভার সুইচের কর্মক্ষমতা অপারেটিং এর মাধ্যমে পরীক্ষা করব;
- কাজ শেষে সকল মালামাল ও যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করে যথাস্থানে রাখব।

➢ সতর্কতা (Precautions)

- চেঞ্জ ওভার সুইচ যুক্ত করতে সমস্ত মালামাল যত্ন সহকারে টেবিলে রাখব।
- সাবধানতার সাথে পর্যবেক্ষণ করব এবং চেঞ্জ ওভার সুইচ যুক্ত করতে যাতে কোন অংশে আঘাতপ্রাপ্ত না হয় সেদিকে খেয়াল রাখব।

➢ অর্জিত দক্ষতা

চেঞ্জ ওভার সুইচ স্থাপন করার দক্ষতা অর্জন হয়েছে যাহা বাস্তব জীবনে জবটির প্রয়োগ সঠিকভাবে করা সম্ভব হবে।

পোর্টেবল জেনারেটর ইনস্টল বিষয়ক জবশীট (Job Sheet)

জব-৪ পোর্টেবল জেনারেটর ইনস্টল করণ

পারদর্শিতার মানদন্ড

১. পোর্টেবল জেনারেটরের সাথে পরিচিতি ও বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করতে পারবো।
২. চেঞ্জ ওভার সুইচের সাথে পরিচিতি ও বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করতে পারবো।
৩. পোর্টেবল জেনারেটরের সাথে চেঞ্জ ওভার সুইচ স্থাপন করতে পারবো।
৪. সার্কিটের বৈদ্যুতিক লোড হিসাব করতে পারবো।
৫. বৈদ্যুতিক লোড হিসাব করে সার্কিটের ফুল লোড কারেন্ট নির্ণয় করতে পারবো।
৬. ফুল লোড কারেন্টের ২০% বেশি পোর্টেবল জেনারেটরের ক্যাপাসিটি নির্ণয় করতে পারবো।
৭. ফুল লোড কারেন্টের ২০০% বেশি ধরে মেইন সুইচ অথবা সার্কিট ব্রেকারের সাইজ নির্ণয় করতে পারবো।
৮. ফুল লোড কারেন্টের ১২৫% বেশি ধরে ক্যাবলের সাইজ নির্ধারণ করতে পারবো।
৯. ক্যাবলের পরিমান হতে কন্ডুইট পাইপ অথবা চ্যানেলের সাইজ ও পরিমান নির্ণয় করতে পারবো।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

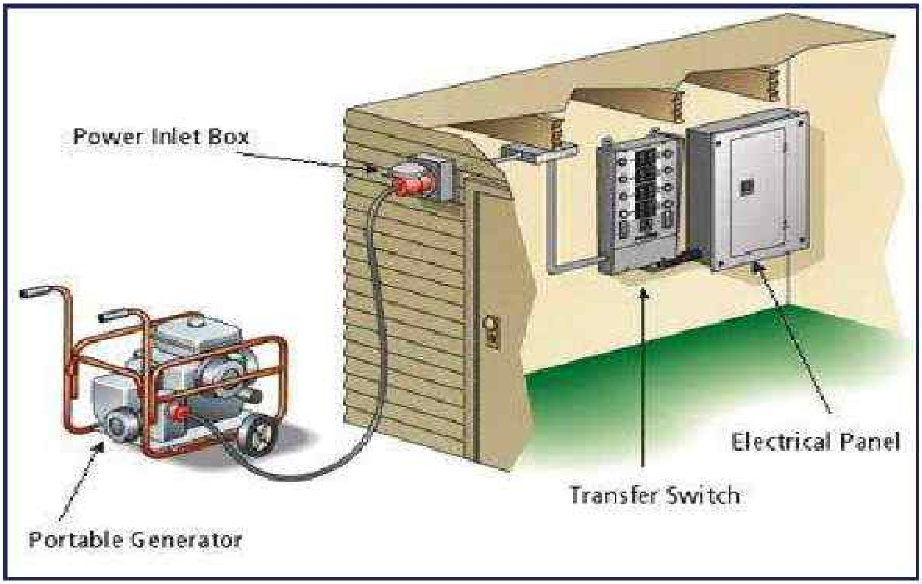
ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমান
০১	অ্যাপ্রন	মোটা কাপড়ের (উন্নত মানের)	১ টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	অপরিবাহী পদার্থের	১ জোড়া
০৩	সেফটি মাস্ক	উন্নত মানের	১ টি
০৪	সেফটি সুজ	লাইট ওয়েট, ইলেকট্রিক ওয়ার্কস গ্রেড	১ জোড়া
০৫	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instruments)

ক্রমিক নং	টুলস ও যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০২	ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৪	কাটিং প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৫	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৬	নোজ প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি	০১ টি
০৭	বল পিন হ্যামার	০.৫০ পাউন্ড	০১ টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০ ভোল্ট	০১ টি
০৯	ওয়্যার স্ট্রীপার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
১০	হ্যাকস	৮ ইঞ্চি	০১ টি
১১	মেলেট	রাবার/কাঠের	১ টি
১২	ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন	২২০ ভোল্ট এসি	০১ টি
১৩	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার	২২০ ভোল্ট এসি	০১ টি
১৪	AVO মিটার	অ্যানালগ/ডিজিটাল	০১ টি
১৫	ক্লিপ অন মিটার	অ্যানালগ/ডিজিটাল	০১ টি
১৬	টেস্ট ল্যাম্প	৬০ ওয়াট	০১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials)

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার/ক্যাবল	১০ এমএম	পরিমান মত
০২	চেঞ্জ ওভার সুইচ	৩০ এ্যাম্পি	১ টি
০৩	পোর্টেবল জেনারেটর	২ কি. ওয়াট	১ টি
০৪	তারসহ কানেকটর	প্রমাণ সাইজ	১ সেট
০৫	লোড	১০০০ ওয়াট	১ টি
০৬	মেইন সুইচ	২২০ ভোল্ট, ৩০ এ্যাম্পি	১ টি



চিত্র ১.২২ পোর্টেবল জেনারেটরের সার্কিট ডায়াগ্রামের বিভিন্ন অংশ

কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপ (Working procedure and steps)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও পরিধান করব;
- প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করে ওয়ার্কিং টেবিলের উপর রাখব;
- পোর্টেবল জেনারেটর ইনস্টল করতে যে সমস্ত কাঁচামাল প্রয়োজন তাহা স্টোর রুম হতে সংগ্রহ করব;
- পোর্টেবল জেনারেটর ইনস্টল করতে সকল অংশ সমূহের ডায়াগ্রাম অঙ্কন করব;
- ডায়াগ্রাম আনুসারে পোর্টেবল জেনারেটর ইনস্টল করে সিস্টেমের বিভিন্ন অংশ সমূহ পর্যবেক্ষণ করব;
- লে-আউট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ক্যাবল/তার বিন্যাস করব;
- চেঞ্জ ওভার সুইচ ও জেনারেটরের সাথে ক্যাবল/তার সংযুক্ত করব।
- সুইচ অফ/অন করে পোর্টেবল জেনারেটর সিস্টেমের পারফরম্যান্স পরীক্ষা করব;
- কাজ শেষে সকল মালামাল যথাস্থানে জমা প্রদান করব।

সতর্কতা (Precautions)

- পোর্টেবল জেনারেটর ইনস্টল করতে যুক্ত সমস্ত মালামাল যত্ন সহকারে টেবিলে রাখব।
- সাবধানতার সাথে পর্যবেক্ষণ করব এবং পোর্টেবল জেনারেটর ইনস্টল করব যাতে করে কোন অংশ আঘাত প্রাপ্ত না হয়।

➢ অর্জিত দক্ষতা

পোর্টেবল জেনারেটর ইনস্টল করার দক্ষতা অর্জন হয়েছে যাহা বাস্তব জীবনে এবটির প্রয়োগ সঠিকভাবে করা সম্ভব হবে।

দ্বিতীয় অধ্যায়

আর্থিং সিস্টেম স্থাপন

Installation of Earthing System

বজ্রপাতের ঠিক আগের মুহূর্তের আলোর ঝলকানি (Lightning) এর সাথে আমরা সবাই পরিচিত। তোমরা অনেকেই হয়ত বজ্রপাতের ফলে পুড়ে যাওয়া গাছ দেখেছ। বজ্রবিদ্যুতের কারণে সারাবিশ্বে মানুষ, প্রাণী, গাছপালা, ঘরবাড়ি ও যন্ত্রপাতি ক্ষতিগ্রস্থ হয়। মার্কিন মহাকাশ সংস্থা নাসার (The National Aeronautics and Space Administration) ২০১৪ সালের কৃত্রিম উপগ্রহ থেকে তোলা ছবিতে দেখা গেছে এপ্রিল-মে মাসে ব্রহ্মপুত্র নদ এলাকায় বিশ্বের সবচেয়ে বেশি বজ্রপাত হয়। সুতরাং আমাদের দেশে বজ্রবিদ্যুতের ঝলকানি বা লাইটনিং এর কারণে ক্ষতিগ্রস্থ হওয়ার সম্ভাবনা বেশি। তোমরা কি জানো লাইটনিং এর থেকে মানুষজন ও বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিকে রক্ষা করতে হলে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয়?

মেঘে সৃষ্ট উচ্চ বিভবের কারণে সংগটিত ইলেকট্রিক ডিসচার্জের' ফলে লাইটনিং সৃষ্টি হয়। পাওয়ার লাইনের উচ্চ বিভব পার্থক্যের দুটি তার বা উচ্চ ভোল্টেজ ব্যবহার করা হয় এমন যন্ত্রের সাথে নিম্ন ভোল্টেজের কোন কিছুর শর্ট সার্কিট ঘটলেও কিন্তু বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি নষ্ট হয়ে যাওয়া বা এসব জায়গায় স্পর্শ ঘটলে মানুষের শরীর বিদ্যুতায়িত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এসব বিপদ ও সমস্যা থেকে রক্ষা পাওয়ার উপায় হলো অনাকাঙ্ক্ষিত উচ্চবিভব বা কারেন্টকে তার বা অন্য কোনো পরিবাহীর মাধ্যমে মাটির অভ্যন্তরে পাঠিয়ে দেয়া। এ ব্যবস্থাকে

আর্থিং' (Earthing) বা গ্রাউন্ডিং' (Grounding) বলে। আর্থিং এর মাধ্যমে বৈদ্যুতিক স্থাপনা বা সরঞ্জামের ধাতব অংশগুলোকে মাটির সাথে ইলেকট্রিক্যালি সংযুক্ত করা হয়। আর্থ লিকেজ কারেন্টের জন্য বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের বডি বা ফ্রেম ইলেকট্রিক চার্জপ্রাপ্ত হয়ে পড়ে। এই অবস্থায় কোন মানুষ বা প্রাণী এগুলোর সংস্পর্শে এলে ভীষণভাবে তড়িতাহত হয়। বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি আর্থ করার ফলে দুর্বল ইনসুলেশনের জন্য বা অন্য কোনো কারণে কারেন্ট লিকেজ হলে তা সরাসরি মাটিতে চলে গিয়ে সরঞ্জাম ও ব্যবহারকারীকে নিরাপদ রাখে। এই অধ্যায়ে আর্থিং সিস্টেম, লাইটনিং অ্যারেস্টার ও আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার এর গঠন, কার্যপ্রণালি, প্রয়োজনীয়তা এবং স্থাপন (Installation) ইত্যাদি বিষয়ে আলোচনা করা হবে।

এই অধ্যায় শেষে আমরা-

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে নিরাপত্তা নিশ্চিত করে আর্থিং সিস্টেম স্থাপন কাজের প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারব ;
২. প্রয়োজনীয় টুলস, ইকুইপমেন্ট ও অন্যান্য সরঞ্জাম নির্বাচন ও সংগ্রহ করতে পারব;
৩. আর্থিং সিস্টেম ইনস্টল করতে পারব;
৪. আর্থ টেস্টার দিয়ে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করতে পারব;
৫. আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার ইনস্টল করতে পারব;
৬. লাইটনিং অ্যারেস্টার ইনস্টল করতে পারব;
৭. টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও অন্যান্য ইকুইপমেন্ট রক্ষণাবেক্ষণ করতে পারব;

এই শিখনফলগুলো অর্জনের জন্য তাত্ত্বিক জ্ঞানের পাশাপাশি ব্যবহারিক প্রয়োগের দক্ষতা অর্জন খুবই গুরুত্বপূর্ণ। আর্থিং বিষয়ে দক্ষতা অর্জনের জন্য এই অধ্যায়ে আমরা নিম্নলিখিত ৪টি জব সম্পন্ন করবঃ

জব-১ঃ আর্থিং সিস্টেম ইনস্টল;

জব-২ঃ আর্থিং সিস্টেমের আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ;

জব-৩ঃ আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার ইনস্টল;

জব-৪ঃ লাইটনিং অ্যারেস্টার ইনস্টল।

২.১ আর্থিং (Earthing)

কোনো বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতির ধাতব অংশকে অত্যন্ত কম রোধবিশিষ্ট (Very low resistance) তার দিয়ে মাটির সাথে বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থাপন করাকে আর্থিং বলে। অনাকাঙ্খিত বিদ্যুতের প্রভাব থেকে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ও মানুষকে রক্ষা করার উদ্দেশ্যে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ধাতু নির্মিত বহিরাবরণ বা অন্য কোন ধাতব অংশ হতে বিদ্যুত প্রবাহকে পরিবাহী তারের সাহায্যে নিরাপদে মাটিতে প্রেরণের ব্যবস্থাই আর্থিং।

২.১.১ আর্থিং এর প্রয়োজনীয়তা

আর্থিং বৈদ্যুতিক সিস্টেমের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। মানুষের জীবন ও মূল্যবান যন্ত্রপাতি রক্ষার জন্য আর্থিং একটি অপরিহার্য বিষয়। আর্থিং এর প্রয়োজনীয়তা নিচে উল্লেখ করা হলো।

১। বজ্রপাত, শর্ট সার্কিট, ইনসুলেশন নষ্ট হয়ে বা অন্য যে কোন কারণে ইলেকট্রিক্যাল ইকুইপমেন্ট বা সিস্টেমের ভোল্টেজ বেড়ে গেলে তা মাটিতে পৌঁছে দেওয়ার জন্য।

২। অতিরিক্ত লিকেজ কারেন্ট আর্থিং তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) এর সাহায্যে অল্টারনেটর, ট্রান্সফরমার ও অন্যান্য বৈদ্যুতিক মেশিনারিজ ধ্বংসের হাত থেকে রক্ষা পায়।

৩| ট্রান্সফরমারের লাইন ত্রুটি যুক্ত হলে হাই ভোল্টেজ উৎপত্তি হয়। এই হাই ভোল্টেজকে মাটিতে প্রেরণ করার জন্য আর্থিং প্রয়োজন।

৪। কখনো কখনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি বা সরঞ্জামাদির কাঠামো ও বহিরাবরণ বিদ্যুতায়িত হয়ে পড়ে। এসব বিদ্যুতায়িত যন্ত্রপাতি বা সরঞ্জামের সংস্পর্শে মানুষ বা কোনো প্রাণী এলে শরীর বিদ্যুতায়িত হয়ে মৃত্যু বা পঙ্গুত্বের সম্ভাবনা থাকে। আর্থিং বৈদ্যুতিক শকের প্রাবল্য কমিয়ে দেয়।

৫। বড় বড় ইমারতকে বজ্রপাত হতে রক্ষা করার জন্য আর্থিং করা প্রয়োজন।

৬। বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে যাতে ভোল্টেজ বৃদ্ধি না পায় তার জন্য আর্থিং করা হয়।

৭। লাইন ভোল্টেজ ঠিক রাখার জন্য আর্থিং করা হয়।

৮। ব্যক্তি বা প্রাণীর বৈদ্যুতিক শক হতে রক্ষা করার জন্য আর্থিং করা হয়।

২.১.২ বৈদ্যুতিক সিস্টেমে ব্যবহৃত সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে আর্থিং করার গুরুত্ব

১। ত্রুটিযুক্ত সার্কিটের কারেন্টকে আর্থিং সহজে মাটির অভ্যন্তরে প্রেরণ করে। এর ফলে ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার প্রভৃতি রক্ষণযন্ত্র খুলে যায় এবং ত্রুটিযুক্ত অংশ সহজে উৎস হতে আলাদা হয়ে পড়ে।

২। ওয়্যারিংয়ের যে কোন অংশের ভোল্টেজকে আর্থের সাপেক্ষে কোনো নির্দিষ্ট মানে বজায় রাখার জন্য সঠিকভাবে আর্থিং করা প্রয়োজন।

৩। অনেক সময় আমাদের অজান্তে বিদ্যুৎ সিস্টেমে ত্রুটি থেকে যেতে পারে। এই ধরনের পরিস্থিতিতে যেন বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি উচ্চ ভোল্টেজ এর প্রভাবে নষ্ট না হয়ে যায় সেজন্য সঠিকভাবে আর্থিং করা জরুরি।

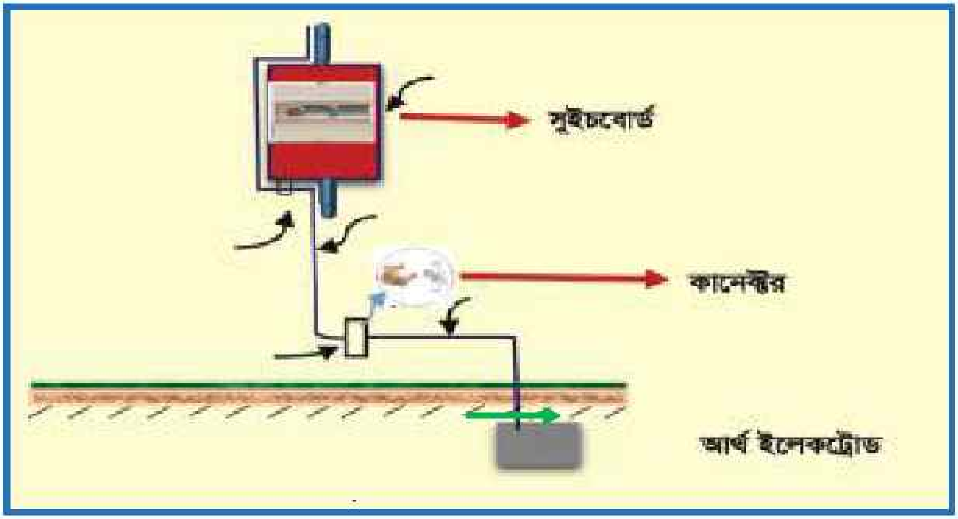
২.১.৩ আর্থিং সিস্টেমে ব্যবহৃত উপাদানসমূহ

আর্থিং এর প্রধান উপাদান তিনটি, যথা-

১। আর্থ প্লেট বা আর্থ ইলেকট্রোড,

২। মেইন আর্থিং লিড বা প্রধান আর্থের তার

৩। আর্থের নিরবিচ্ছিন্ন (Continuity) তার।



চিত্র-২.১ আর্থিং এর উপাদান সমূহ

১। আর্থ-ইলেকট্রোড (Earth-Electrode): মাটির তলায় পোতা ধাতব পদার্থকে আর্থ-ইলেকট্রোড বলে। আমরা জানি পৃথিবীর সব অংশের মাটি অবিচ্ছিন্ন বা সংযুক্ত। ফলে যেখানেই স্থাপন করা হোকনা কেন আর্থ-ইলেকট্রোড পৃথিবীর সব মাটির সাথে ইলেকট্রিক্যালি সংযুক্ত হয়ে যায়। আর্থিং এর কাজে বেশির ভাগ সময় নিম্নলিখিত পাঁচ ধরনের আর্থ ইলেট্রোডের ব্যবহার লক্ষ্য করা যায়-

(ক) পাইপ ইলেকট্রোড;

(খ) রড ইলেকট্রোড;

(গ) প্লেট ইলেকট্রোড;

(ঘ) স্ট্রিপ বা কন্ডাকটর ইলেকট্রোড;

(ঙ) শিট ইলেকট্রোড।

নিচে বিভিন্ন ধরনের আর্থ ইলেট্রোডের বর্ণনা দেওয়া হলো।

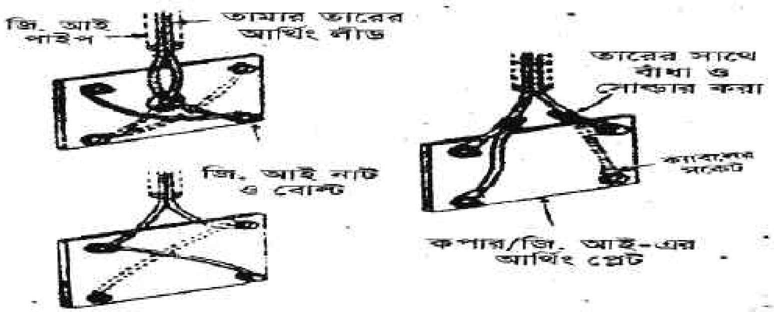
(ক) পাইপ ইলেকট্রোড: এটি এক ধরনের গ্যালভানাইজ করা লোহা বা ইস্পাতের তৈরি পাইপ যার ভিতর দিকের সর্বনিম্ন ব্যাস ৩৮.১ মিমি. এবং ঢালাই লোহার তৈরি পাইপ হলে সর্ব নিম্নব্যাস ১০০ মিমি.। পাইপের দৈর্ঘ্য কখনোই ২.৫ মিটার (৯ ফুট) এর কম হলে চলবে না। পাইপ ইলেকট্রোড মাটিতে খাড়া করে এমনভাবে পুঁততে হবে যেন পাইপের উপরি ভাগ কমপক্ষে ১.২৫ মিটার মাটির তলায় থাকে। শুকনো মাটির তুলনায় ভেজামাটির রোধ কম হয়। একারণে কার্যকর আর্থিং এর জন্য অবশ্যই মাটির আর্দ্র স্তর পর্যন্ত আর্থ ইলেকট্রোড পৌঁছাতে হবে। ইলেট্রোডের চারপাশে এক স্তরের পর আরেক স্তর কাঠ-কয়লা এবং লবণ দিয়ে ঠেসে মাটি ভরাট

করলে ভাল ফল পাওয়া যায়। পাইপকে ৭.৫ সেমি. অন্তর ব্যাস বরাবর ১২ মিমি. ব্যাস বিশিষ্ট ছিদ্র করা হয়। ওপরের ফানেল দিয়ে পাইপের ভিতরে মাঝে মাঝে পানি ঢাললে ঐ ছিদ্রের মাধ্যমে ইলেকট্রোডের চারপাশের পানি ছড়িয়ে পড়ে। ফলে মাটি ভেজা থাকে। ইমারত থেকে পাইপ ইলেকট্রোডের দূরত্ব ১.৫ মিটার (৫ ফুট) এর কম রাখা যাবে না।

(খ) রড ইলেকট্রোডঃ গ্যালভানাইজ করা লোহার বা ইস্পাত রড ২৩.৫ মিটার দীর্ঘ (যার সর্বনিম্ন ব্যাস ১৬ মি. মি. বা ৫/৮ ইঞ্চি) অথবা তামার রড ২.৫ মিটার দৈর্ঘ্য (যার সর্বনিম্ন ব্যাস ১২.৫ মি.মি.) কে ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। তবে রডের সর্বনিম্ন দৈর্ঘ্য ২মিটার হতে হবে। কাঙ্খিত আর্থ রেজিট্যান্স পাওয়ার জন্য রডের দৈর্ঘ্য বাড়তে পারে।

চিত্র-২.২ রড ইলেকট্রোড

(গ) প্লেট ইলেকট্রোডঃ গ্যালভানাইজ করা লোহার বা ইস্পাতের প্লেট, যার সাইজ ৬০ সে. মি. × ৬০সে. মি.×৬.৩৫ মি. মি. এবং তামার আর্থ প্লেটের সাইজ ৬০ সে. মি. × ৬০ সে. মি. × ৩.১৮ মি. মি. -কে প্লেট ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ঢালাই লোহার প্লেটের ক্ষেত্রে পুরুত্ব ৯.৪৫ মি.মি। উভয়ক্ষেত্রে প্লেটকে দাঁড় করিয়ে মাটিতে এমনভাবে পুঁততে হবে, যাতে প্লেটের উপরের অংশ ভূমির অন্তত তিন মিটার নিচে থাকে (চিত্র-২.৩)। আর্থ রেজিস্ট্যান্স সন্তোষজনক পাওয়া না গেলে একাদিক প্লেট প্যারালাল-এ সংযুক্ত করে ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-২.৩ প্লেট ইলেকট্রোড

২০২৩

(ঘ) স্ট্রিপ বা কন্ডাকটর ইলেকট্রোডঃ গ্যালভানাইজ করা লোহা বা ইস্পাতের পাত (যার সর্বনিম্ন প্রস্থচ্ছেদ ২৫ মি. মি. × ৪ মি. মি.) কিংবা তামার পাত (যার সর্বনিম্ন প্রস্থচ্ছেদ ২৫ মি. মি. × ১.৬ মি. মি.) কে ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। গোলাকার তামার কন্ডাকটর হলে সর্বনিম্ন প্রস্থচ্ছেদ ৩ বর্গ মি. মি. এবং গ্যালভানাইজ করা লোহা বা ইস্পাতের হলে ৬ বর্গ মি. মি. হওয়া উচিত। স্ট্রিপ বা কন্ডাকটরের দৈর্ঘ্য ১৫ মিটারের কম হওয়া উচিত নয়। কাঙ্খিত আর্থ রেজিস্ট্যান্স পাওয়ার জন্য প্রয়োজনে কন্ডাক্টরের দৈর্ঘ্য বাড়াতে হয়।

(ঙ) শীট ইলেকট্রোড : গ্যালভানাইজ করা লোহার শিট, যার পুরুত্ব কমপক্ষে ১.৬৩ মি. মি.(১৬ গেজ) এবং সাইজ ২ হতে ৪ বর্গমিটার হওয়া উচিত।

২। মেইন আর্থিং লিড (Main Earthing Lead)

আর্থ ইলেকট্রোডের সঙ্গে মেইন সুইচের বডি, আর্থবাস বার প্রভৃতির সংযোগ করার জন্য যে তার ব্যবহার করা হয় তাকে মেইন আর্থিং লিড বা আর্থ তার বলে। ইলেকট্রোড যে ধাতুর তৈরি হবে আর্থ তারও সেই ধাতুর তৈরি হতে হবে। আর্থের তারে যেন কোন আঘাত না লাগে সেজন্য আর্থিং তার মেঝেতে এবং দেয়ালে ঢুকিয়ে দিলে ভাল হয়। মাটির তলা দিয়ে নেয়ার সময় তার যেন কমপক্ষে ৬০ সেমি. (২ ফুট) মাটির নিচে থাকে। ক্ষতি এড়ানোর জন্য আর্থের তারটিকে একটি ১২ মিমি. জিআই পাইপের ভেতর দিয়ে নেয়া যেতে পারে। আর্থ তারকে নাট-বল্টু দিয়ে আটকিয়ে, প্রয়োজনে ঝালাই করে আর্থ ইলেকট্রোডের সঙ্গে সংযোগ দিতে হয়।

৩। আর্থ কন্টিনিউরিটি (Continuity) কন্ডাকটর

যে কন্ডাকটরের সাহায্যে বৈদ্যুতিক আসবাবপত্র, যন্ত্রপাতি কিংবা ওয়্যারিংয়ের ধাতুর আবরণ বা খোলের সঙ্গে আর্থ তার এর কানেকশন করা হয় তাকে আর্থ কন্টিনিউটি কন্ডাকটর বলে। এ তারের সাহায্যে সমস্ত ওয়্যারিং ও আসবাবপত্রে আর্থের কন্টিনিউটি বজায় থাকে।

২.১.৪ আর্থিং করার পদ্ধতি

সঠিক আর্থিং করতে সঠিক উপাদান সমূহ ব্যবহার করে নিয়ম মোতাবেক আর্থিং করতে হয়। ব্যবহৃত আর্থ ইলেকট্রোডের উপর ভিত্তি করে আর্থিং পাঁচ প্রকার হয়ে থাকে। যথা-

১। পাইপ আর্থিং;

২। প্লেট আর্থিং;

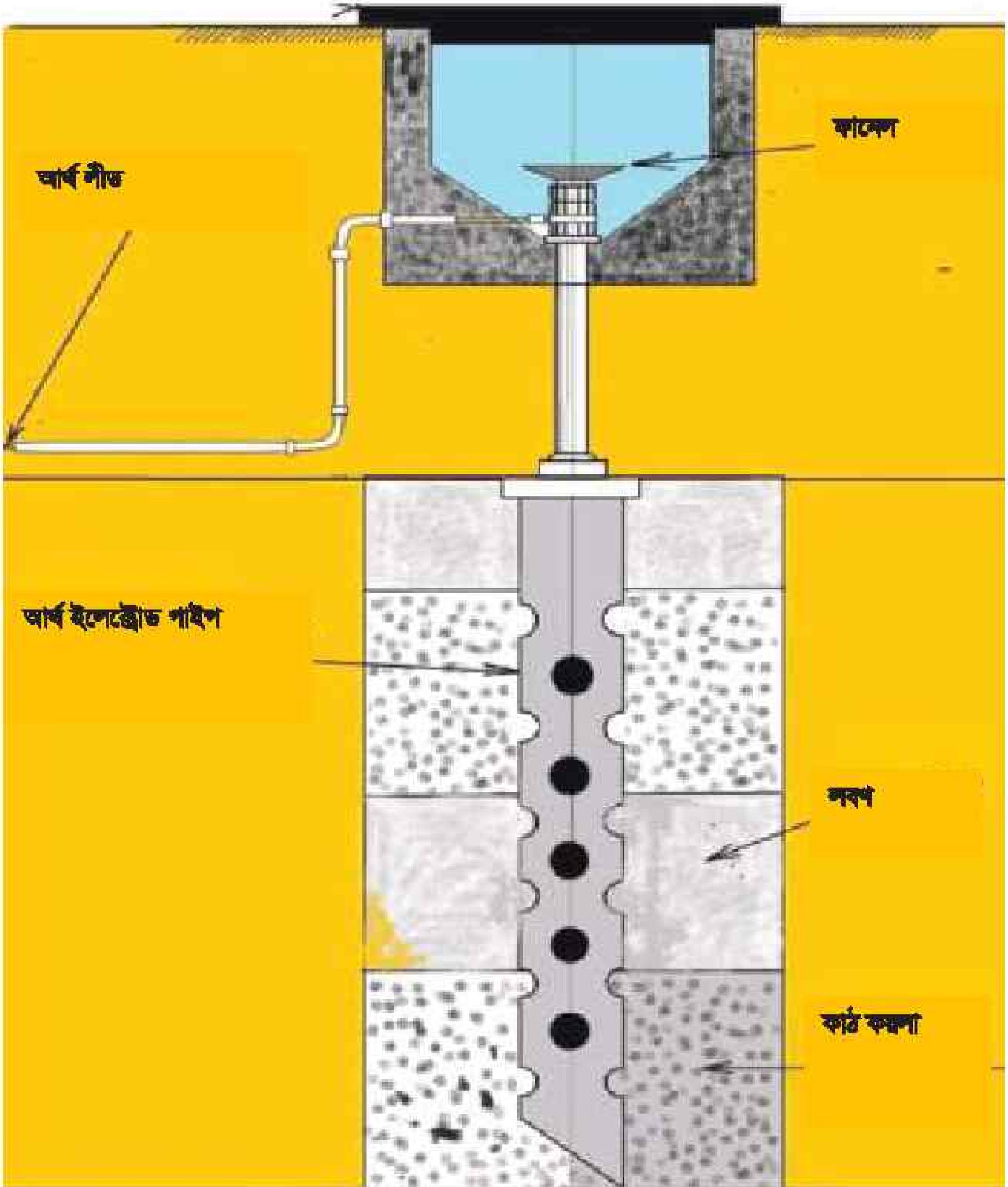
৩। রড আর্থিং;

৪। শিট আর্থিং এবং

৫। স্ট্রিপ আর্থিং।

নিচে আর্থিং করার বিভিন্ন ধরনের পদ্ধতির বর্ণনা দেওয়া হলো।

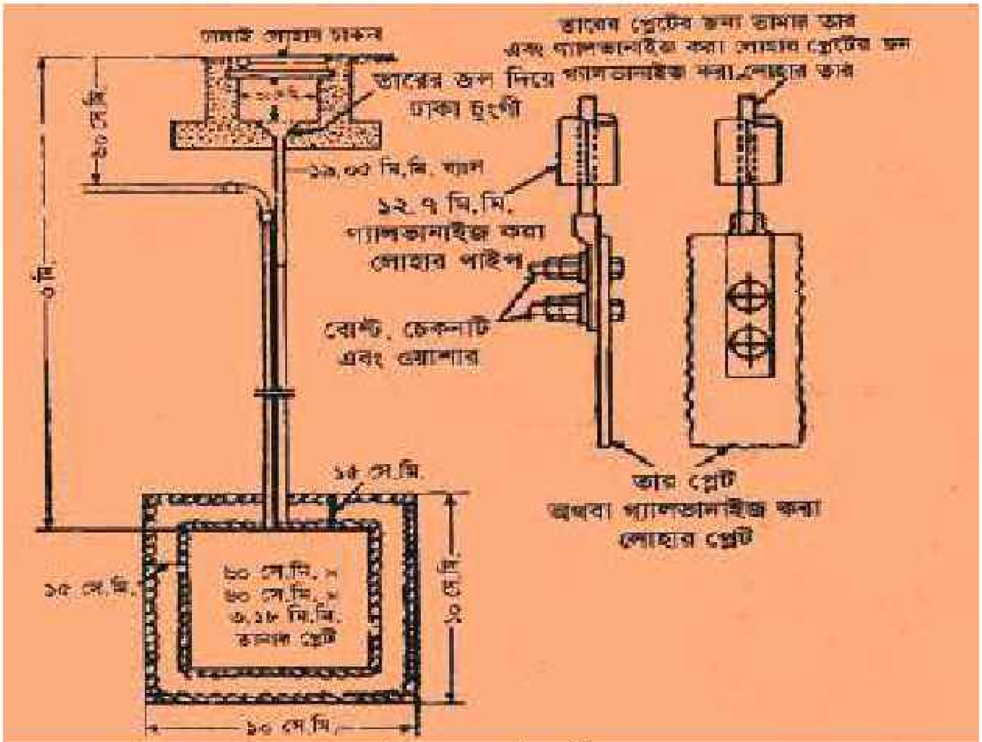
১। পাইপ আর্থিং: গ্যালভানাইজ করা লোহার বা ইস্পাতের পাইপ ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। পাইপের দৈর্ঘ্য কমপক্ষে ২.৫ মিটার আর ভিতরের ব্যাস ৩৮.১ মি. মি. হতে হবে। মাটি যদি শুকনা এবং খুব শক্ত হয়, তবে পাইপের দৈর্ঘ্য ২.৭৫ মিটার নিতে হবে। পাইপকে লম্বালম্বিভাবে ৭.৫ সে. মি. অন্তর ১২ মি. মি. ব্যাস বিশিষ্ট ছিদ্র করা হয়। একটি ছিদ্র পরবর্তী ছিদ্রের আড়াআড়ি হবে যেন উপর হতে পানি ঢাললে ছিদ্রের মাধ্যমে পানি গিয়ে ইলেকট্রোডের চারপাশে মাটি ভেজা রাখে। বিল্ডিং হতে ১.৫ মিটার ব্যবধানে সাধারণত ৩.৭৫ মিটার গভীর গর্ত করা হয়। তবে মাটির ভিতর যতটা গভীরে ভেজা মাটি পাওয়া যায়, ততদূর পর্যন্ত গর্ত খোড়া প্রয়োজন। পাইপের নিচের দিকে চারপার্শ্বে ১৫ সে. মি.পর্যন্ত জায়গা কাঠকয়লার ও লবণ দিয়ে ঘিরে দিতে হয়। এর ফলে পাইপ আর মাটির মধ্যে সংযোগের আয়তন বাড়ে এবং লবণ সে আর্থেও রেজিস্ট্যান্স কমিয়ে দেয়। গর্তের মধ্যে প্রথম স্তরে লবণ আর দ্বিতীয় স্তরে কাঠ কয়লা আবার তৃতীয় স্তরে লবণ এবং চতুর্থ স্তরে কাঠ কয়লা এভাবে স্তর থাকে। গ্রীষ্মকালে যখন মাটির আর্দ্রতা কমে গিয়ে মাটির রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পায়, তখন যেন গর্তের মধ্যে কয়েক বালতি পানি ঢেলে দিয়ে মাটিকে স্যাঁত স্যাঁতে রাখা যায়, সে জন্য ইলেকট্রোডের মাথায় সকেটের সাহায্যে একটি ২.৫ মি. মি. ব্যাসের লোহার পাইপ বসিয়ে তার উপর একটি ফানেল বসানো হয়। ফানেলের মুখ তারের জালি দিয়ে ঢেকে দিতে হয় যেন কোন শক্ত জিনিস ঢুকে পাইপের মুখটা বন্ধ করে ফেলতে না পারে (চিত্র- ২.৪)। বৈদ্যুতিক স্থাপনার কোথাও কোন দোষত্রুটি দেখা দিলে সর্বাপেক্ষা বেশি কারেন্ট আর্থে যাবে, তা হিসেব করে সে অনুসারে আর্থের তারের আয়তন নির্ণয় করা হয়। বৈদ্যুতিক স্থাপনার কোথাও কোন দোষত্রুটি দেখা দিলে সর্বাপেক্ষা বেশি যত কারেন্ট আর্থে যাবে, তা হিসেব করে সে অনুসারে আর্থের তারের আয়তন নির্ণয় করা হয়। তবে সচরাচর ৮ নং এসডব্লিউজি গেজের গ্যালভানাইজকরা লোহার তার আর্থ তার হিসেবে ব্যবহার করা হয়। আর্থ ইলেকট্রোডের উপরে ১৯.০৫ মি. মি. ব্যাসের যে লোহার পাইপ বসান থাকে, তার সঙ্গে আর্থ তার সংযোগ করে ভূমির প্রায় ৬০ সে. মি. নিচ দিয়ে ১২.৭ মি. মি. ব্যাসযুক্ত গ্যালভানাইজ করা লোহার পাইপের মধ্য দিয়ে আর্থের তারকে আর্থিং বাসবার বা মেইন সুইচ পর্যন্ত নেয়া হয়। অত:পর আর্থ কন্টিনিউয়িটি তারের মাধ্যমে সকল যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামে সংযোগ দিতে হয়। উল্লিখিত কার্যক্রমে আর্থিং সঠিকভাবে সম্পন্ন হবে।



চিত্র ২.৪ পাইপ আর্থিং

২। গ্যালভানাইজ করা লোহার প্লেট বা তামার প্লেটের সাহায্যে আর্থিং

গ্যালভানাইজ করা লোহার প্লেট, যার সাইজ কমপক্ষে ৬০ সে. মি.× ৬০ সে. মি.× ৬.৩৫ মি. মি. কিংবা তামার প্লেট, যার সাইজ কমপক্ষে ৬০ সেঃ মিঃ × ৬০ সে. মি.× ৩.১৮ মি. মি. কে আর্থ ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করতে হয়। উভয় ক্ষেত্রে প্লেটকে দাড় করিয়ে মাটিতে পুঁততে হবে, যাতে তার উপরের দিকটা ভূ-পৃষ্ঠের অন্তত ৩ মিটার নিচে থাকে। এমন মাটিতে আর্থ প্লেট রাখতে হবে, যেখানে অনবরত ভিজে থাকে। প্লেটের চারিদিকে কাঠ-কয়লা কিংবা কার্বনের টুকরা ঠেসে দিয়ে লবণ মিশ্রিত পানি ঢেলে গর্ত ভরাট করতে হবে। প্লেটের উপর থেকে সাধারণত দুইটি গ্যালভানাইজ করা লোহার পাইপ উঠে আসে। একটি পাইপের ব্যাস ১২.৭ মিলিমিটার। এই পাইপের মধ্য দিয়েই আর্থেও তার ভূমির প্রায় ৬০ সে. মি. নিচ দিয়ে মেইন সুইচ বোর্ড কিংবা আর্থিং বাস বার পর্যন্ত আনা হয়। অন্য পাইপটির ব্যাস ১৯.০৫ মি. মি., যার উপর মাথায় একটি ফানেল থাকে। ফানেলের মুখ তারের জালি দিয়ে ঢেকে দেওয়া হয় যেন কোনো শক্ত জিনিস ভিতরে ঢুকে মুখ বন্ধ করে ফেলতে না পারে। শুষ্ক মৌসুমে মাঝে মাঝে পানি ঢেলে আর্থ প্লেটের পার্শ্ব ভিজে রাখার জন্য এরূপ বন্দোবস্ত করা হয়। ফানেলসহ পাইপের উপরের মাথার চারদিকে ৩০ সে. মি. × ৩০ সে. মি. × ৩০ সে. মি. মাপের ইটের চৌবাচ্চা গাঁথা থাকবে। চৌবাচ্চাটির একটি ঢাকনা থাকবে যেটা প্রয়োজনে খুলে পানি ঢালা যায়। চিত্র ২.৫-এ প্লেট আর্থিং দেখানো হয়েছে।



চিত্র - ২.৫ প্লেট আর্থিং

৩। রড আর্থিং বর্তমানে পল্লীবিদ্যুৎ সমিতি গ্যালভানাইজ করা ২.৫ মিটার লম্বা ১৬ মি. মি. ব্যাসের লোহার বা জিআই পাইপকে আর্থিং ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করছে। পাথরের জায়গায় এ রকম রড অনুভূমিকভাবে রাখলে ভালো ফল পাওয়া যায়। প্রয়োজনে রডের দৈর্ঘ্য বাড়ানো যেতে পারে।

৪। কন্ডাক্টর বা স্ট্রিপ আর্থিং

এতে গ্যালভনাইজ করা লোহা বা ইস্পাতের পাত (যার সর্বনিম্ন প্রস্থচ্ছেদ ২৫ মি. মি.× ৪ মি. মি.) অথবা তামার পাত (যার সর্বনিম্ন প্রস্থচ্ছেদ ২৫ মি. মি. × ১.৬ মি. মি.)-কে ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এই ইলেকট্রোডের দৈর্ঘ্য ১৫ মিটারের কম নেয়া উচিত নয়। কমপক্ষে ৫০ সে. মি. মাটির নিচে একটি বা একাধিক নালা খনন করে তার মধ্যে ইলেকট্রোড শুইয়ে রাখা হয়।

৫। শিট ইলেকট্রোড

এতে গ্যালভানাইজ করা লোহার পাত (যার সাইজ ২ বর্গমিটার থেকে ৪ বর্গমিটার এবং পুরুত্ব কমপক্ষে ১.৬৩ মি. মি.) কে ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। সাধারণত পাহাড়ের ঢালে খনন করে শিট ইলেকট্রোড বসাতে হয়। এছাড়া ভূ-গর্ভস্থ জি-আই পাইপের পানির লাইনের সাহায্যেও আর্থিং করা যায়। এক্ষেত্রে বিশেষ ধরনের আর্থিং ক্ল্যাম্পের সাহায্যে পাইপের কাছে আর্থিং তার এমনভাবে এটে দেওয়া হয়, যাতে সংযোগস্থলের রেজিস্ট্যান্স খুবই সামান্য থাকে। পানির লাইন নিজস্ব সম্পত্তি না হয়ে মিউনিসিপ্যালিটি কিংবা অন্য কারো সম্পত্তি হলে যথাযথ কর্তৃপক্ষের অনুমতি ব্যতিত আর্থিং করা যাবে না। পাহাড়ি এলাকায় আর্থ রেজিস্ট্যান্টের মান ৫Ω ৮Ω পর্যন্ত গ্রহনযোগ্য।

২.২. আর্থ রেজিস্ট্যান্স

আর্থ ইলেকট্রোড ও আর্থ লিড এর সমন্বিত রেজিস্ট্যান্সকে আর্থ রেজিস্ট্যান্স বলে। বাসা-বাড়ি, কল-কারখানায় ব্যবহৃত সরঞ্জামাদি নিরাপদে ব্যবহার করার জন্য, আর্থিং টার্মিনাল থেকে ১টি আর্থের তার টেনে নিয়মানুযায়ী মাটির নিচে স্থাপিত ইলেকট্রোডের সাথে সংযোগ থাকে। আর্থিং এর রেজিস্ট্যান্স খুব কম হওয়া বাঞ্ছনীয়। সামান্য কারেন্টও যদি কোনো সরঞ্জামাদির বডিতে আসে তা যেন সাথে সাথে আর্থিং এর মাধ্যমে খুব সহজেই মাটির নিচে যেতে পারে সে জন্য আর্থ রেজিস্ট্যান্স কম হওয়া দরকার। বড় বড় মিল ফ্যাক্টরিতে ১ ওহম এর কম এবং বাসাবাড়ির আর্থ রেজিস্ট্যান্স ৫ ওহম এর কম হওয়া উচিত।

২.২.১. আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করার পদ্ধতি

আর্থিং পদ্ধতির কার্যকারীতা নির্ভর করে সর্বনিম্ন আর্থ রেজিস্ট্যান্সের মানের উপর। আর্থ রেজিস্ট্যান্স বলতে সম্পূর্ণ আর্থিং পদ্ধতির রেজিস্ট্যান্সকে বোঝায়। বাড়ি ঘর, ওয়ার্কশপ, কলকারখানার মেইন আর্থ টার্মিনাল থেকে আর্থ ইলেকট্রোডের মাধ্যমে যে রেজিস্ট্যান্স পাওয়া যায় তাকে আর্থ রেজিস্ট্যান্স বলে। অর্থাৎ আর্থ লিড এবং আর্থ ইলোকট্রোডের মোট রেজিস্ট্যান্সকেই আর্থ রেজিস্ট্যান্স বলে। আর্থিং সিস্টেম ইনস্টল করার পর অথবা

পুরাতন আর্থিং সিস্টেমের আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা খুবই জরুরি। আর্থিং সিস্টেম সঠিকভাবে করা হয়েছে কিনা তা নিম্নলিখিত যে কোন পরীক্ষার মাধ্যমে জানা যায়।

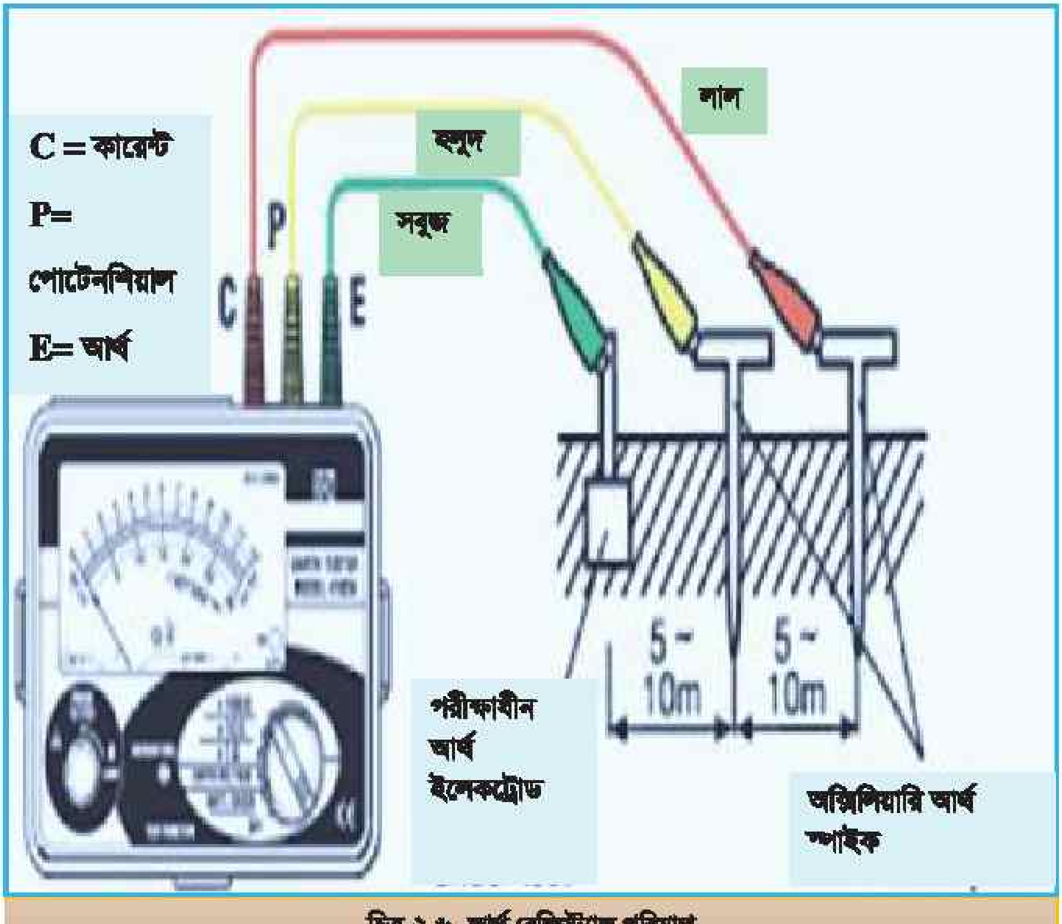
১। মেগার আর্থ টেস্টার পদ্ধতি ও ২। টেস্ট ল্যাম্প পদ্ধতি

অনুসন্ধানমূলক কাজ ১

বিভিন্ন আর্থ-ইলেকট্রোড (Earth-Electrode) দেখে চিত্র অংকন কর এবং আর্থ-ইলেকট্রোডগুলোর নাম লেখ।

২০২৩

১। মেগার আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপঃ মেগার আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ ইলেকট্রোডের রেজিস্ট্যান্স মাপা হয়। এতে তিনটি টার্মিনাল থাকে। আর্থ টার্মিনাল (E), পটেনশিয়াল টার্মিনাল (P) এবং কারেন্ট টার্মিনাল (C) (চিত্র-২.৬)। যে আর্থ ইলেকট্রোড এর রেজিস্ট্যান্স মাপতে হবে তার সঙ্গে E টার্মিনাল কানেকশন করতে হবে। এবার দুইটি স্পাইক নিয়ে একই লাইনে ঐ আর্থ ইলেকট্রোড হতে ২০ থেকে ২৫ মিটার



চিত্র-২.৬. আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ

পর পর দূরে মাটিতে পুঁততে হবে। প্রথমটির অর্থাৎ আর্থ ইলেকট্রোড এর নিকটবর্তী স্পাইককে P টার্মিনালের সাথে এবং পরবর্তী দ্বিতীয়টির সাথে C টার্মিনাল সংযোগ করতে হবে। এবার মেগারের হাতলের সাহায্যে জেনারেটরকে ঘুরালে E হতে মাটির মধ্য দিয়ে C তে পরবর্তী কারেন্ট প্রবাহিত হবে। এই কারেন্টকে I ধরলে

এবং E হতে P পর্যন্ত ভোল্টেজকে V ধরলে E হতে P পর্যন্ত আর্থের রেজিস্ট্যান্স হবে, $R = \frac{V}{I}$. এই R এর মান অবশ্য আর্থ টেস্টারে সরাসরি রিডিং পাওয়া যাবে। টেস্ট পদ্ধতিটি ২.৬ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। এভাবে মাঝের স্পাইককে একই লাইনে ১.৫ মিটার হতে ৩ মিটার যথাক্রমে আর্থ ইলেকট্রোডের নিকট ও দূরে সরিয়ে পুঁতে আরও দুইটি রিডিং নিতে হবে। তারপর মোট তিনটি রিডিং এর গড় মানকে আর্থের রেজিস্ট্যান্স ধরা হবে। কিন্তু জনবহুল শহরে যেখানে P এবং C স্পাইক পোঁতার জায়গা নেই। সেখানে আর্থ টেস্টারের P ও C টার্মিনাল দুইটিকে শর্ট করে তার সংগে একটি লিডিং তার সংযোগ করে পানির পাইপের সংঙ্গে সংযোগ করতে হবে। এবার হ্যান্ডল ঘুরিয়ে আর্থ টেস্টারের রিডিং নিতে হবে। অতঃপর E টার্মিনালের সাথে P এবং C এর লিডিং তার সংযোগ করে পুণরায় রিডিং নিতে হবে। প্রথম রিডিং হতে দ্বিতীয় রিডিং বাদ দিলে আর্থ রেজিস্ট্যান্স এর মান পাওয়া যাবে। টেস্ট করার সময় সতর্ক হতে হবে যেন আর্থ ইলেকট্রোড ও স্পাইক কাছাকাছি না থাকে।

➢ সতর্কতা

আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের সময় যেসব সাবধানতা মানতে হবে সেগুলো হলো-

ক। টার্মিনাল সংযোগ শক্তভাবে দিতে হবে যাতে ঢিলা (Lose) না থাকে।

খ। সাহায্যকারী স্পাইক মাটির মধ্যে ১ মিটার পর্যন্ত পুঁততে হবে।

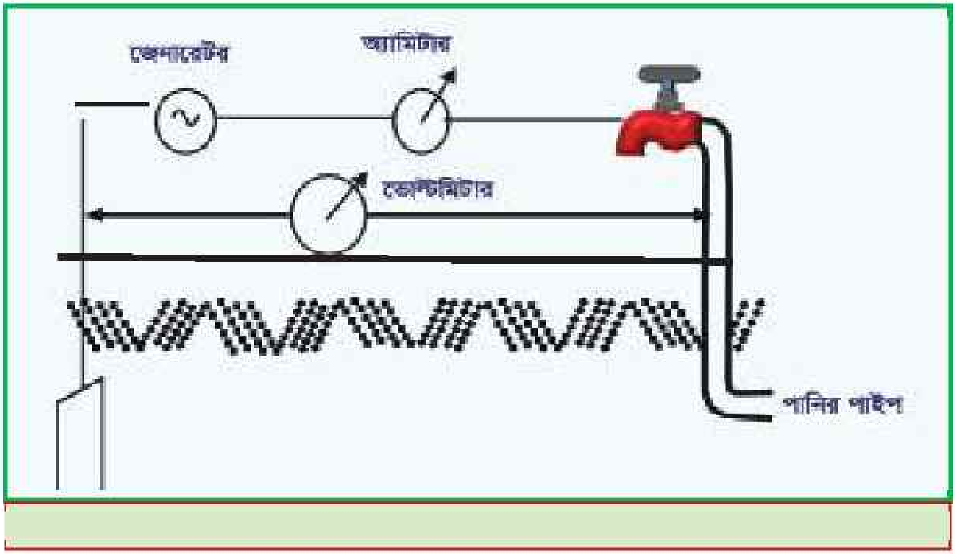
গ। আর্থ টেস্টারের পাঠ সাবধানতার সাথে গ্রহণ করতে হবে।

ঘ। রেজিস্ট্যান্সের মান সন্তোষজনক কিনা তা প্রতি বছর অন্তত একবার পরীক্ষা করা উচিত।

২. আর্থ টেস্টিং বাতি দিয়ে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করা

আর্থ টেস্টার ছাড়াও আর্থ টেস্টিং বাতি দিয়ে খুব সহজে আর্থিং এর কার্যকারিতা জানা যায়। এক্ষেত্রে টেস্ট বাতির এক প্রান্ত সাপ্লাইয়ের সাথে এবং অন্য প্রান্ত আর্থিং এর সাথে সংযোগ করলে বাতি যদি ভালোভাবে জ্বলে তবে বোঝা যাবে আর্থিং ঠিকভাবে কাজ করছে না। যদি আর্থ কানেকশন থেকে কিছু দূরে ঠান্ডা পানির পাইপ বা অন্য কোনো আর্থ করা জিনিস পাওয়া যায় যার রেজিস্ট্যান্স খুব কম তাহলে ভোল্টমিটার এবং অ্যামিটার দিয়ে

আর্থ কানেকশনের রেজিস্ট্যান্স বের করা যাবে। প্রক্রিয়াটি ২.৭ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। পানির পাইপ আর আর্থ



চিত্র - ২.৭ আর্থ টেস্টিং বাতি দিয়ে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করা

কানেকশনের সঙ্গে একটি অ্যামিটারের দুইপ্রান্ত সংযোগ করে অল্টারনেটিং কারেন্ট প্রবাহিত করতে হবে। এরপরপানির পাইপ ও আর্থ কানেকশনের মধ্যেকার বিভব পার্থক্য (ভোল্টেজ) পরিমাপ করতে হবে।

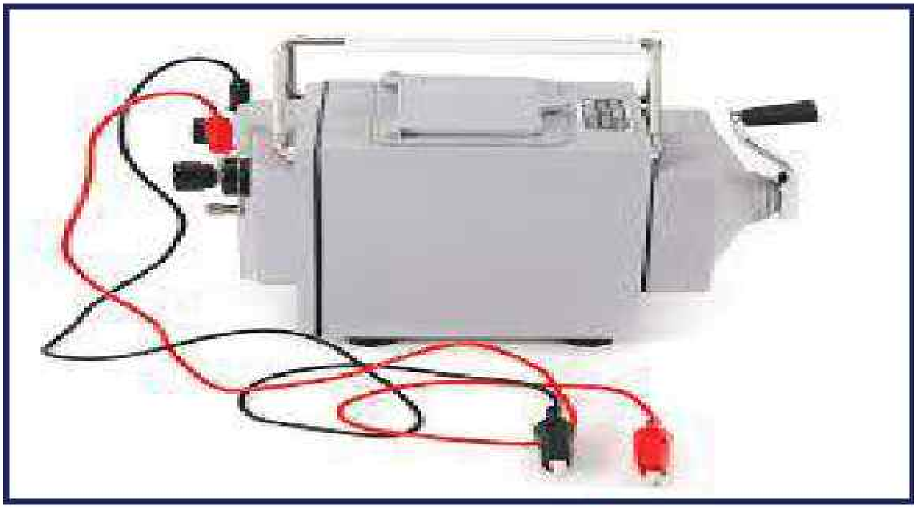
এখন যদি পানির পাইপের রেজিস্ট্যান্স অতি নগণ্য হয়, তবে মাটির রেজিস্ট্যান্স $= \frac{\text{ভোল্টেজ}}{\text{কারেন্ট}}$
কোনো পদার্থই রেজিস্ট্যান্স শূন্য হয় না। একারণে একেবারে রেজিস্ট্যান্স বিহিন কানেকশন দেয়া সম্ভব নয়। এক্ষেত্রে অন্য আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হলো এই প্রক্রিয়ায় আর্থ রেজিস্ট্যান্স মাপার সময় ডাইরেক্ট কারেন্ট (ডি.সি) ব্যবহার করা উচিত নয়।

২.২.২. প্রচলিত বিধি (Regulation) অনুযায়ী গ্রহণযোগ্য সর্বনিম্ন ও সর্বোচ্চ আর্থ রেজিস্ট্যান্স

ইলেকট্রিফিকেশনের প্রচলিত নিয়ম অনুযায়ী বাসা বাড়ির ক্ষেত্রে আর্থ রেজিস্ট্যান্স সর্বনিম্ন ১ ওহম এবং সর্বোচ্চ ৫ ওহম পর্যন্ত গ্রহণযোগ্য। বড় বড় মিল ফ্যাক্টরিতে আর্থ রেজিস্ট্যান্স ১ ওহম এর কম হওয়া উচিত। পাহাড়ি এলাকায় আর্থ রেজিস্ট্যান্সের মান ৮ ওহম পর্যন্ত গ্রহণযোগ্য।

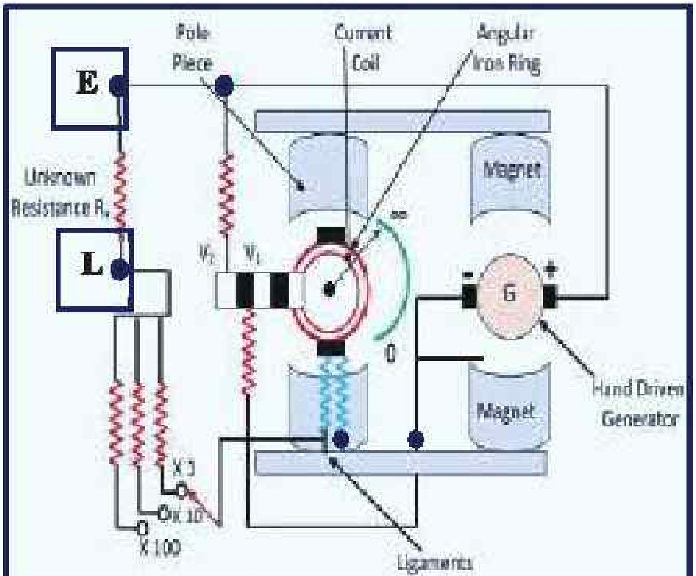
২.৩. মেগার (Megger)

বৈদ্যুতিক স্থাপনা ও যন্ত্রপাতির ত্রুটি পরীক্ষার জন্য মেগার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্র। উচ্চমানের রেজিস্ট্যান্স মেগাওহম স্কেলে পরিমাপ করতে মেগার ব্যবহৃত হয়। যন্ত্রপাতির ত্রুটি পরীক্ষার জন্য যে বিদ্যুৎ সরবরাহ দরকার হয় তা একটি মেগারে হস্তচালিত ডিসি জেনারেটর দিয়ে উৎপাদন করা যায়। আজকাল ব্যাটারি চালিত ডিজিটাল মেগার পাওয়া যায়। এগুলোর মাধ্যমে সরাসরি আর্থ রেজিটেন্সের মান পাওয়া যায়।



চিত্র -২.৮ মেগার

২.৩.১ মেগারের গঠন ও কার্যপদ্ধতি



চিত্র-২.৯ মেগার সার্কিট

যে যন্ত্রের সাহায্যে পরিবাহীর ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা যায়, তাকে মেগার বলে। এ যন্ত্রে একটি ডিসি জেনারেটর ও একটি ওহম মিটার থাকে। জেনারেটরের ঘোরানোর জন্য যন্ত্রের বাইরে একটি হ্যান্ডেল বা হাতল লাগানো থাকে। এর ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স মেগাওহমে মাপা হয়। তাই, এ যন্ত্রের নামকরণ করা হয় মেগার।

গঠন: মেগার একটি বহনযোগ্য ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স মাপার যন্ত্র। এ যন্ত্রে একটি ডিসি জেনারেটর ও একটি ওহম মিটার থাকে। জেনারেটরের ঘোরানোর জন্য যন্ত্রের বাইরে একটি হ্যান্ডেল বা হাতল লাগানো থাকে। হ্যান্ডেল ঘোরানোর ফলে কম-বেশী ভোল্টেজ উৎপন্ন করে থাকে। জেনারেটরের সাথে একটি রেগুলেটর যুক্ত চাপানো থাকে। ওহম মিটারের মধ্যে দুটি কয়েল এবং একটি স্প্রিং লাগানো থাকে। কয়েল দুটির মধ্যে একটি প্রেসার কয়েল বা কন্ট্রোল কয়েল (P.C) এবং অপরটি কারেন্ট কয়েল বা ডিফ্লেক্টিং কয়েল (C.C) [চিত্র দেখুন]। কন্ট্রোল কয়েলের সাথে একটি কন্ট্রোল রেজিস্ট্যান্স (R_p) সিরিজে সংযোগ করা থাকে। আবার ডিফ্লেক্টিং কয়েলের সাথে একটি ডিফ্লেক্টিং রেজিস্ট্যান্স (R_c) সিরিজে সংযুক্ত থাকে। ডিফ্লেক্টিং কয়েল সার্কিটের এক প্রান্ত জেনারেটরের নেগেটিভ (-Ve) টার্মিনাল এবং অপর প্রান্ত মেগারের টেস্ট টার্মিনাল L এর সাথে সংযোগ করা থাকে। জেনারেটরের পজিটিভ (+ve) টার্মিনাল মেগারের অপর টেস্ট টার্মিনাল E এর সাথে সরাসরি সংযোগ করা থাকে।

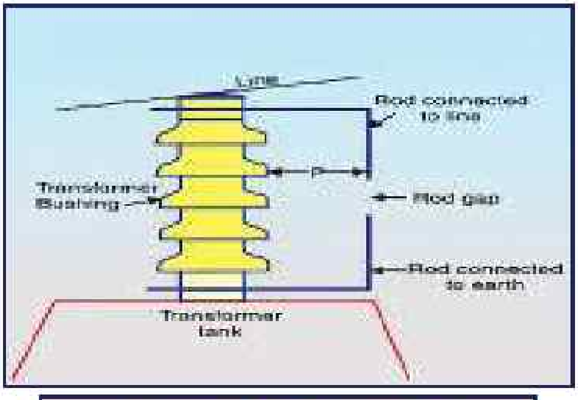
মেগারের কার্যপ্রণালী: যখন লাইন (L) ও আর্থ (E) টার্মিনালদ্বয় ওপেন অবস্থায় মেগারের হ্যান্ডেল ঘুরোনো হয়, তখন শুধুমাত্র প্রেসার কয়েল (P.C) দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে চৌম্বকক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। এ চৌম্বকক্ষেত্র স্থায়ী চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে ক্রিয়া করে কন্ট্রোল কয়েল / প্রেসার কয়েলে (P.C) টর্ক উৎপন্ন হয়, যা পয়েন্টারকে বামাবর্তে ঘুরে ইনফিনিটি (∝) পাঠ দেয়। আবার মেগারের লাইন ও আর্থ টার্মিনালদ্বয় শর্ট করে হ্যান্ডেল ঘুরালে কারেন্ট কয়েল / ডিফ্লেক্টিং কয়েলের (C.C) ভিতর দিয়ে প্রচুর পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হবে এবং স্থায়ী চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে ক্রিয়া করার ফলে পয়েন্ট ক্লকওয়াইজ ঘুরে শূণ্য পাঠ দিবে। এখন কোন উচ্চমানের রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করার জন্য মেগারের লাইন (L) ও আর্থ (E) টার্মিনালের মধ্যে সংযোগ করে মেগারের হ্যাণ্ডেল ঘুরালে কন্ট্রোল ও ডিফ্লেক্টিং উভয় কয়েলের মধ্যে দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হবে। উভয় কয়েলে উৎপন্ন সমতুল্য টর্কের জন্য পয়েন্টারটি ঘুরে ডায়ালে রেজিস্ট্যান্সের মান নির্দেশ করবে। এখানে উল্লেখ্য, পরিমাপযোগ্য রেজিস্ট্যান্সের মান যত কম হবে, কারেন্ট কয়েলের কারেন্ট ততো বেশী হবে। ফলে পয়েন্টার অসীম 'থেকে ধীরে ধীরে শূণ্যের দিকে সরে যাবে। আর রেজিস্ট্যান্সের মান বেশী হলে পয়েন্টারটি ইনফিনিটি (∝) এর কাছাকাছি থাকবে। এভাবে মেগারের সাহায্যে উচ্চমানের রেজিস্ট্যান্স মাপা যায়। এভাবে মেগার কাজ করে থাকে।

২.৪ লাইটনিং অ্যারেস্টার (Lightning arrestor)

চিত্র - ২.১০ বজ্রপাত এর দৃশ্য

বেঞ্জামিন ফ্রাংকলিন (১৭০৬-১৭৯০) প্রমাণ করেন যে, ইলেকট্রিক ডিসচার্জের কারণে বজ্রপাত (Lightning Stroke) সৃষ্টি হয়। মেঘ এবং আর্থের মধ্যে অথবা মেঘ ও মেঘের মধ্যে অথবা একই মেঘের চার্জ কেন্দ্রের মধ্যে বৈদ্যুতিক ডিসচার্জকে লাইটনিং বা বজ্রপাত বলা হয়। যখন মেঘের চার্জ ভূপৃষ্ঠের তুলনায় অথবা আশপাশের অন্য মেঘের তুলনায় খুব বেশি থাকে তখন লাইটনিং সংঘটিত হয়। কারণ এ সময় আশপাশের বায়ুস্তরের ইনসুলেশন ব্রেক করে লাইটনিং স্ট্রোকের সৃষ্টি হয়। পৃথিবীতে প্রতিদিন হাজার হাজার লাইটনিং সহ ঝড় বৃষ্টি হয়ে থাকে। আবার সব লাইটনিং স্ট্রোক পৃথিবী পর্যন্ত এসে পৌঁছায় না, পথেই নিঃশেষ হয়ে যায়। লাইটনিং স্ট্রোক সাধারণত ওভারহেড বৈদ্যুতিক লাইন এবং আউটডোর সাব স্টেশনের উপর তুলনামূলক বেশি হয় । এছাড়া দালানের কার্নিশ, মসজিদ-মন্দির-গীর্জার চূড়া, বড়বড় গাছপালা, বাড়ি ঘর এমনকি মানুষ এবং অন্যান্য প্রাণী লাইটনিং স্ট্রোকের শিকার হয়। ওভারহেড লাইনের তার আকাশের নীচে খোলা অবস্থায় থাকে। একারণে এসব বৈদ্যুতিক লাইনের উপর যে কোন সময় বজ্রপাত ঘটতে পারে। বৈদ্যুতিক লাইনের উপর বজ্রপাত হলে লাইনের ভোল্টেজ ও ফ্রিকুয়েন্সি অস্বাভাবিকভাবে বেড়ে যায়। ক্ষণস্থায়ী এই হঠাৎ ভোল্টেজ বৃদ্ধিকে সার্জ (Surge) বলে। ঐ সার্জ কারেন্ট বৈদ্যুতিক লাইন এবং লাইন থেকে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয়া হয় এসব যন্ত্রপাতির মধ্যে প্রবেশ করলে সেগুলি পুড়ে যাওয়ার যথেষ্ট সম্ভাবনা থাকে। এসব ক্ষতির হাত থেকে সরঞ্জামাদি রক্ষা করার জন্য দুই রকম ব্যবস্থা নেয়া হয়ঃ লাইনের উপরে আর্থ তার সংযোগ করা।

(১) লাইটনিং অ্যারেস্টার ব্যবহার করা।



চিত্র - ২.১১ লাইটনিং অ্যারেস্টার

ওভার হেডলাইনে আর্থের তার সবচেয়ে উপরে থাকায় বজ্রপাত হলে তা আর্থের তারের উপরে প্রথমে পড়বে। লাইন কন্ডাক্টরের উপর বজ্রপাত হওয়ার সম্ভাবনা কমে যায়। আর্থের তারে বজ্রপাত হলে সার্জ কারেন্ট সরাসরি মাটিতে চলে গিয়ে যন্ত্রপাতি বা সরঞ্জামের ক্ষতি রোধ করেতে পারে। কিন্তু যেখানে আর্থের তার টানা হয় না সেখানে লাইটনিং অ্যারেস্টার ব্যবহার করা হয়।

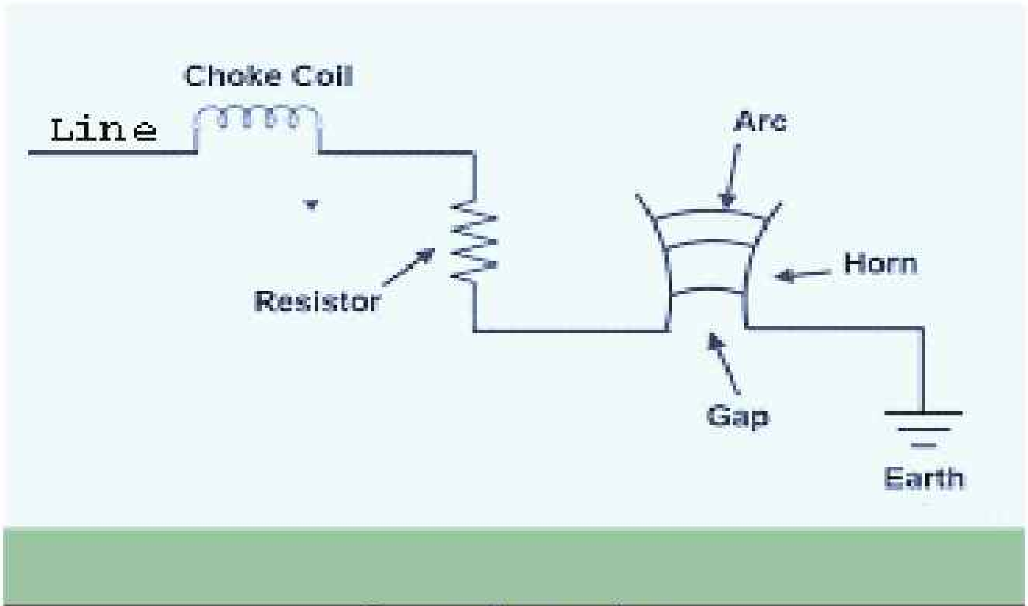
লাইটনিং অ্যারেস্টারের প্রধান কাজ হলো লাইনে বজ্রপাত হলে সার্জ কারেন্টকে সরাসরি মাটিতে নিয়ে যাওয়া। একাজের জন্য লাইটনিং অ্যারেস্টারের মোটামুটি তিনটি গুণ থাকা আবশ্যক। যেমন-

(১) প্রত্যেক অ্যারেস্টারে এক বা একাধিক ফাঁক (gap) থাকবে যার ভেতর দিয়ে আর্ক হবে;
(২) আর্ক নেভানোর ব্যবস্থা;
(৩) স্বাভাবিক অবস্থায় অ্যারেস্টারের মধ্য দিয়ে কোন কারেন্ট প্রবাহ না হওয়া।

বিভিন্ন ভোল্টেজে বিভিন্ন ধরনের লাইটনিং অ্যারেস্টার ব্যবহৃত হয়। এল.টি. লাইনে যে অ্যারেস্টার ব্যবহৃত হয় তার নাম হর্ণ-গ্যাপ অ্যারেস্টার।

২.৪.১ হর্ণ-গ্যাপ অ্যারেস্টার (Horn-gap Arrestor)

সর্বাধিক প্রচলিত লাইটনিং অ্যারেস্টার হলো হর্ণ-গ্যাপ অ্যারেস্টার। ২.১২ নং চিত্রে হর্ণ-গ্যাপ অ্যারেস্টার দেখানো হয়েছে। একে এল.টি. লাইনে ব্যবহার করা হয়। এধরনের অ্যারেস্টারে হর্ণ এর মত দুইটি বাঁকানো তার থাকে। তার দুয়ের নিচের দিক থেকে উপরের দিকে দূরত্ব বাড়তে থাকে। হর্ণের নিচের দিকে এমনভাবে ফাঁকা রাখা হয়



চিত্র-২.১২ হর্ণ-গ্যাপ অ্যারেস্টার

যেন সাধারণ লাইন ভোল্টেজের দেড় বা দ্বিগুণ ভোল্টেজ না হলে কারেন্ট ঐ ফাঁকা জায়গা অতিক্রম করতে না পারে। হর্ণ দুইটি একটি ইনসুলেটরের উপর বসানো থাকে। একটি হর্ণকে আর্থের তার দিয়ে কোনো একটি আর্থ ইলেকট্রোডের সঙ্গে জুড়ে দিতে হয়। অপর হর্ণটিতে এক দিকে লাইনের তার এবং অন্যদিকে যন্ত্রপাতি, সরঞ্জাম প্রভৃতি থেকে আগত তার সংযুক্ত থাকে। অ্যারেস্টার কে আরো কার্যকরী করার জন্য যন্ত্রপাতি এবং হর্ণের মধ্যে একটি চোকিং কয়েল লাগানো থাকে। এর ফলে লাইটনিং কারেন্ট (সার্জ কারেন্ট) যন্ত্রপাতির দিকে যেতে বেশি বাঁধা পায়। যখন লাইনের ভোল্টেজ স্বাভাবিক থেকে দ্বিগুনেরও বেশি হয় তখন এই ফাঁকের মধ্যে স্ফুলিঙ্গ (arc) সৃষ্টি হয় এবং কারেন্ট ভূমিতে চলে যায়। স্ফুলিঙ্গের জায়গার বাতাস গরম হয়ে উপরের দিকে যেতে থাকে এবং তাতে আর্ক ও উপরের দিকে উঠে যেতে থাকে। স্ফুলিঙ্গ যত উপরের দিকে ওঠে তত লম্বা হয়ে যায় এবং এক সময় দৈর্ঘ্য এত বেশি হয় যে লাইন ভোল্টেজ স্ফুলিঙ্গটিকে আর ধরে রাখতে পারেনা। ফলে এক পর্যায়ে এটি নিভে যায়।

দেখা গেছে, হর্ণ-গ্যাপ অ্যারেস্টারের মধ্য দিয়ে আনুমানিক ১০ অ্যাম্পিয়ারের বেশি কারেন্ট গেলে স্ফুলিঙ্গ বন্ধ হয় না। কারেন্টের মান ১০ অ্যাম্পিয়ারের মধ্যে রাখার জন্য হর্ণগ্যাপ অ্যারেস্টারের সঙ্গে প্রয়োজন মতো রেজিস্ট্যান্সকে সিরিজে সংযোগ করা হয়।

২. ৫ আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB)

আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার একটি রক্ষণযন্ত্র বা প্রটেকটিভ ডিভাইস যা বৈদ্যুতিক লিকেজজনিত ত্রুটিপূর্ণ সার্কিটকে ত্রুটিহীন অংশ থেকে বিচ্ছিন্ন করে বিপদজনক অবস্থা থেকে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ও ব্যবহারকারীকে নিরাপদ রাখে। সার্কিটের লিকেজ কারেন্ট ব্রেকারের মধ্য দিয়ে ভূমিতে প্রবাহিত হয়ে লাইনকে বিচ্ছিন্ন করে বলে একে আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার বা সংক্ষেপে ইএলসিবি (ELCB) বলে। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার তিন প্রকারঃ (১) এক পোল, (২) দুই পোল ও (৩) চার পোল বিশিষ্ট আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার।

চিত্র-২.১৩ আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের সংযোগ

২.৫.১ আর্থ লুপ ইম্পিডেন্স (Earth Loop Impedance):

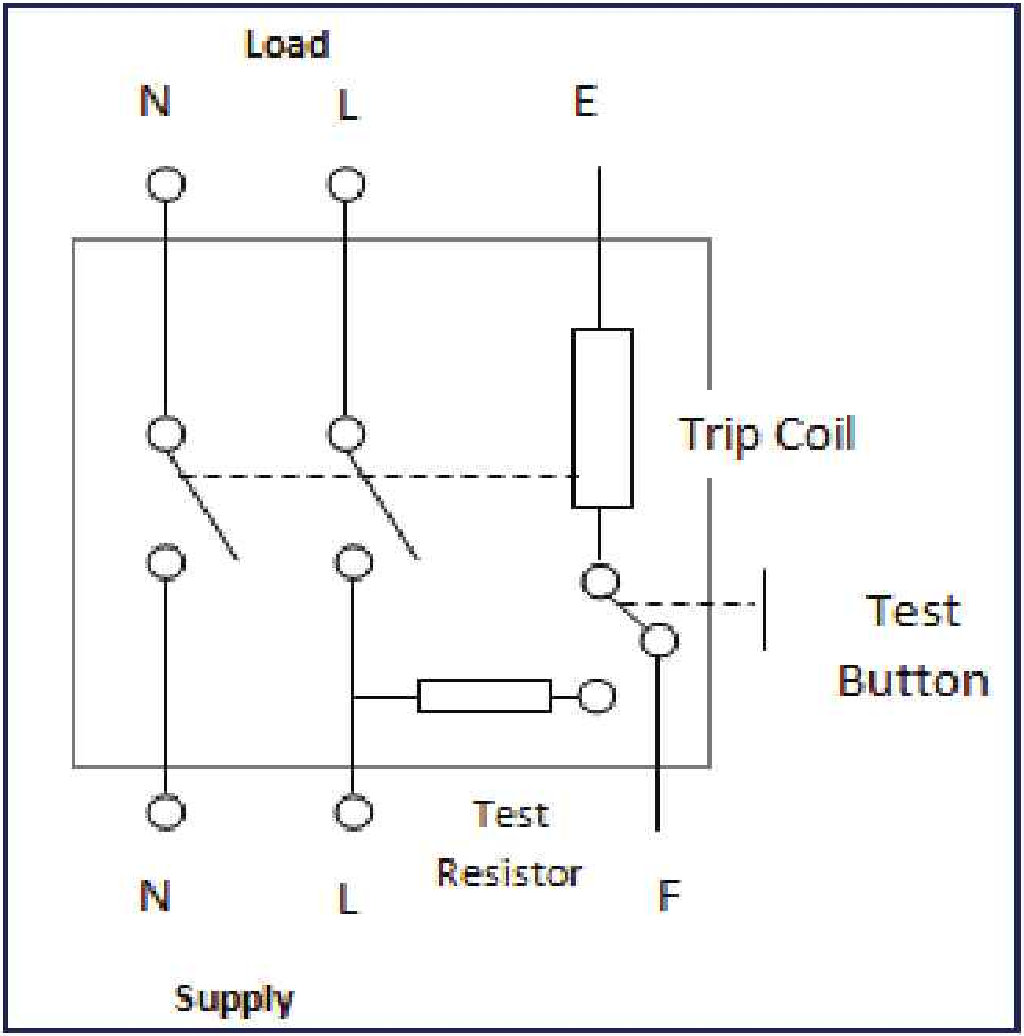
আমরা জানি কোনো কিছুর ভিতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে যে বাঁধা সৃষ্টি হয় তাকে রোধ (Resistance) বলে। আসলে ডি. সি বিদ্যুৎ প্রবাহের ক্ষেত্রে যে বাঁধা সৃষ্টি হয় তাকে রোধ বলে। অন্যদিকে এসি সার্কিটের ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ প্রবাহের বাঁধাকে ইম্পিডেন্স (Impedance) বলে। ইম্পিডেন্স ও রেজিস্ট্যান্স উভয়েরই একক ওহম। ইম্পিডেন্সের মান এসি প্রবাহের কম্পাংকের উপর নিভর করে। কোন বৈদ্যুতিক ব্যবস্থাপনার আর্থ লুপ ইম্পিডেন্স (Earth Loop Impedance) বলতে ঐ ব্যবস্থাপনায় আর্থ-ফল্ট সার্কিটে কারেন্ট বা বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য সমগ্র বাঁধাকে বুঝায়। দোষযুক্ত অবস্থায় নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাকে কার্যকরী করতে হলে আর্থ ইম্পিডেন্সের মান ঐ ব্যবস্থাপনার আর্থ ভোল্টেজ ও ফিউজের গলন কারেন্টের ভাগফলের চেয়ে সব সময়ই কম থাকতে হবে।

২.৫.২ আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের প্রয়োজনীয়তা

যেখানে আর্থ ইম্পিডেন্সের সন্তোষজনক মান পাওয়া সম্ভব হয়না সেক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির বডি আর্থিং এর উদ্দেশ্য সফল করার জন্য আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার সংযুক্ত করা হয়। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের কয়েল বা রীলেকে ওয়্যারিংয়ের আর্থ সার্কিটের সঙ্গে সিরিজে সংযোগ করতে হয়। সার্কিটে কারেন্ট লিকেজ হলে তা রিলের মাধ্যমে প্রবাহিত হয়ে আর্থে যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে সংযুক্ত সার্কিট ব্রেকার বন্ধ করে দেয়। বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারকারীকে লিকেজ জনিত কারেন্টের শক থেকে সুরক্ষা দিতে এটি অত্যন্ত কার্যকরী ভুমিকা রাখে।ব্রেকার অপারেশনে লিকেজ সার্কিট আলাদা হয়ে যায়। পাওয়ার সার্কিটে এ ধরনের সার্কিট ব্রেকারের গুরুত্ব খুব বেশি।

২.৫.৩. আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার এর সংযোগ

আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ প্রটেকটিভ ডিভাইস। এর মধ্যে টেষ্ট রেজিস্ট্যান্স, ট্রিপিং কয়েল, পুশ সুইচ ও কন্ট্যাক্ট পাত থাকে। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার রিলে বা কয়েলকে ওয়্যারিং এর আর্থ সার্কিটের সাথে সিরিজে সংযোগ করতে হয়। এ ধরনের সার্কিটে সলিড স্টেট ইলেকট্রনিক ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারে একটি টেস্টিং বাটন থাকে, যার মাধ্যমে ব্রেকারের কার্যকারিতা পরীক্ষা করা যায়। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার-এর সুইচের আর্থ টার্মিনাল আর্থ ইলেকট্রোডের সাথে ইনসুলেটর দিয়ে সংযুক্ত করতে হয়। যখন সার্কিটের মধ্য দিয়ে অতিরিক্ত কারেন্ট লিক করে তখন আর্থ লিকেজ ব্রেকারের রিলের মধ্য দিয়ে লিকেজ কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় আর্মেচার টেনে রাখে এবং সুইচের পাত অন্য সার্কিটের সাথে সংযোগ করে দেয়। এর ফলে যে সার্কিটে কারেন্ট লিক করছিল সেটি খুলে যায় এবং দুর্ঘটনা ছাড়াই কারেন্ট প্রবাহ বন্ধ হয়। অপেক্ষাকৃত ছোট বাড়ির ওয়্যারিং-এ এটি ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না।



চিত্র-২.১৪ আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের অভ্যন্তরীণ গঠন

অনুসন্ধানমূলক কাজ ২ঃ লাইটনিং অ্যারেস্টার ও আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার দেখে এর বিভিন্ন অংশের চিত্র অংকন কর এবং অংশগুলোর নাম লিখ ।

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

১। আর্থিং কাকে বলে।

৩। কোন আর্থিং-এ সব চাইতে খরচ কম হয়?

৪। পাইপ আর্থিং এর ক্ষেত্রে পাইপের উপরিভাগ মাটির কতটুকু নিচে থাকা উচিত?

৫। রড আর্থিং- এ রড-ইলেকট্রোড মাটির কতটুকু নিচে থাকা উচিত?

৬। প্লেট-ইলেকট্রোড লোহার হলে এর আকার কত হওয়া উচিত?

৮। মেগারে কী ধরনের ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়?

৯। মেগারের টেস্ট টার্মিনাল দুটি শর্ট করে চালালে পয়েন্টারটি কত মান দেখাবে?

১০। লাইটনিং কী?

১১। আর্থ ইলেকট্রোড এবং মেইন সুইচের বডির সঙ্গে যে তারের সংযোগ থাকে তাকে কী বলে?

১২। লাইটনিং অ্যারেস্টারের কাজ কী?

১৩। বজ্রপাতে সৃষ্ট উচ্চ ভোল্টেজ এর ক্ষতির হাত থেকে রক্ষার জন্য কী ব্যবহার করা হয় ?

১৪। হর্ণ গ্যাপ অ্যারেস্টার কোথায় ব্যবহার করা হয়?

সংক্ষিপ্ত - উত্তর প্রশ্ন

১। আর্থিং লিড কাকে বলে?

৩। আর্থিং-এ প্রয়োজনীয় উপাদানের নাম কী কী?

৪। আর্থিং ইনস্টলেশন টেস্ট পদ্ধতি কী কী?

৫। মেগারে কয়টি ও কী কী কয়েল থাকে?

৭। মেগার কোথা থেকে বিদ্যুৎ সরবরাহ পায়?

৮। রেজিস্ট্যান্স ও ইম্পিডেন্সের মধ্যে পার্থক্য কী?

৯। লাইটনিং অ্যারেস্টারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করো।

১০। লাইটনিং অ্যারেস্টারের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

১১। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের কাজ লেখ।

১২। লাইটনিং অ্যারেস্টারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করো।

১৩। লাইটনিং অ্যারেস্টারের বিভিন্ন অংশের নাম লিখ।

রচনামূলক-উত্তর প্রশ্ন

১। বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদির ধাতব আবরণ আর্থ করার কারণ ব্যাখ্যা কর।

২। আর্থিং এ প্রয়োজনীয় উপাদানগুলোর বর্ণনা করো।

৩। যে কোন একটি আর্থিং পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা করো।

৪। সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন করে মেগারের কার্যনীতি ব্যাখ্যা করো।

৫। আর্থ রেজিস্ট্যান্স কাকে বলে? মেগারের সাহায্যে রেজিস্ট্যান্স মাপার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা করো।

৬। চিত্রসহ আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা করো।

৭। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার ব্যবহারের গুরুত্ব আলোচনা করো।

৮। লাইটনিং কীভাবে সংঘটিত হয় বর্ণনা করো।

৯। চিত্রসহ হর্ণগ্যাপ লাইটনিং অ্যারেস্টারের কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যা করো।

ব্যাবহারিক (Practical)

জবশীট (Job Sheet)

জব - ১ আর্থিং সিস্টেম ইনস্টলেশন

পারদর্শিতার মানদন্ড

১. আর্থিং সিস্টেমের চিত্র অংকেন করতে পারবো।
২. আর্থিং সিস্টেম স্থাপন করতে পারবো।
৩. আর্থিং উপাদানগুলো চিনতে এবং স্থাপন করতে পারবো।
৪. আর্থ ইলেকট্রোড স্থাপন করতে পারবো।
৫. আর্থিং লীড ও আর্থের নিরবিচ্ছিন্নতার সংযোগ করতে পারবো।
৬. আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করতে পারবো।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
০১	অ্যাপ্রন	মোটা কাপরের (উন্নতমানের)	১ টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	চামড়ার তৈরি	১ জোড়া
০৩	সেফটি মাস্ক	উন্নতমানের	১ টি
০৪	সেফটি সুজ	লাইটওয়েট, ইলেকট্রিক ওয়ার্কস গ্রেড	১ জোড়া
০৫	সেফটি হেলমেট	প্লাস্টিক	১ টি
০৬	সেফটি গগলস	রঙিন	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instrument required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	আর্থ টেস্টার	২০০ ভোল্ট ১০০০ কিলো ওহম	০১ টি
০২	কাটিং প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৪	নোজ প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি	০১ টি
০৫	নিয়ন টেস্টার	২২০ ভোল্ট	০১ টি
০৬	হ্যাকস	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০৭	ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন	হ্যামারটাইপ	০১ টি
০৮	ইলেকট্রিকগ্রাইন্ডার মেশিন	২৫০ ভোল্ট ৫০০ ওয়াট	০১ টি

০৯	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৮ইঞ্চি	০১ টি
১০	ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
১১	ওয়্যার স্ট্রীপার	স্ট্যান্ডার্ড সাইজ	০১ টি
১২	মেজারিং টেপ	স্টীলের ১০ গজ	০১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials required)

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	জিআইপাইপ	৩৮.১মিলিমিটার	৩০ ফুট
০২	কপার প্লেট	৬০সেমি×৬০সেমি×৩ মি.মি.	৩ টি
০৩	জিআইনাট এবং বোল্ট ওয়াসার	স্ট্যান্ডার্ড সাইজ	১ ডজন
০৪	পিভিসি পাইপ	১৮ মি.মি.ওয়াটার গ্রেড	৩০ ফুট
০৫	স্যাডল	১৮ মি.মি.	২ ডজন
০৬	জিআই ওয়্যার	এসডব্লিউজি নং-৮	৫ কেজি
০৭	ফানেল	স্ট্যান্ডার্ড সাইজ	১ টি
০৮	চারকল	-	পরিমাণমত
০৯	লবণ	-	পরিমাণমত
০৮	শক ট্রিটমেন্ট চার্ট	বিভিন্ন তথ্যাবলি মুদ্রিত	১ টি
০৯	নিরাপত্তা প্লেট	বিভিন্ন তথ্যাবলি মুদ্রিত	১ টি
১০	সিমেন্ট এবং বালি	-	পরিমাণমত

কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপ (Working procedure and steps)

১. প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও নিয়ম অনুযায়ী PPE পরিধান করব;

২. প্রয়োজনীয় টুলস, যন্ত্রপাতি ও অন্যান্য মালামাল নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;

৩. আর্থিং করার জন্য নির্ধারিত জায়গায় মাটি খুঁড়ে ইলেকট্রোড স্থাপন করব;

৪. পাইপের চারপাশে ১৫ সে.মি. পর্যায়ক্রমে কয়লা ও লবণের স্তর দিয়ে ভরাট করব;

৫. ইলেকট্রোডের সাথে মেইন আর্থিং লিড নাট-বোল্টের সাহায্যে সংযুক্ত করব;

৬. আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করব;

৭. কাজ শেষে টুলস ও অন্যান্য মালামাল পরিষ্কার করে যথাস্থানে রাখব।

সতর্কতা (Precaution)

১. প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করব;

২. আর্থ টেস্টারের সাহায্যে সঠিকভাবে পাঠগ্রহণ করব।

অর্জিত দক্ষতা

আর্থিং সিস্টেম ইনস্টল করার দক্ষতা অর্জিত হয়েছে যা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ করা সম্ভব হবে।

জব - ২: আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থিং সিস্টেমের আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ।

পারদর্শিতার মানদন্ড:

১। আর্থিং সিস্টেম স্থাপন করতে পারবো।

২। আর্থ ইলেকট্রোড, পটেনশিয়াল ইলেকট্রোড এবং কারেন্ট ইলেকট্রোডের সাথে পরিচিত, স্থাপন ও সংযোগ করতে পারবো।

৩। আর্থ টেস্টারের সাথে পরিচিত ও সংযোগ করা শিখতে পারবো।

৪। আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থিং সিস্টেমের আর্থ রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় করতে পারবো।

৫। আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা;

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
০১	সেফটি মাস্ক	উন্নত মানের	১ টি
০২	অ্যাপ্রন	মোটা কাপড়ের (উন্নত মানের)	১ টি
০৩	সেফটি হেলমেট	প্লাস্টিক	১ টি
০৪	হ্যান্ড গ্লোভস	চামড়ার তৈরি	১ জোড়া
০৫	সেফটি সুজ	লাইটওয়েট, ইলেকট্রিক ওয়ার্কস গ্রেড	১ জোড়া
০৬	সেফটি গগলস	রঙ্গিন	১ টি

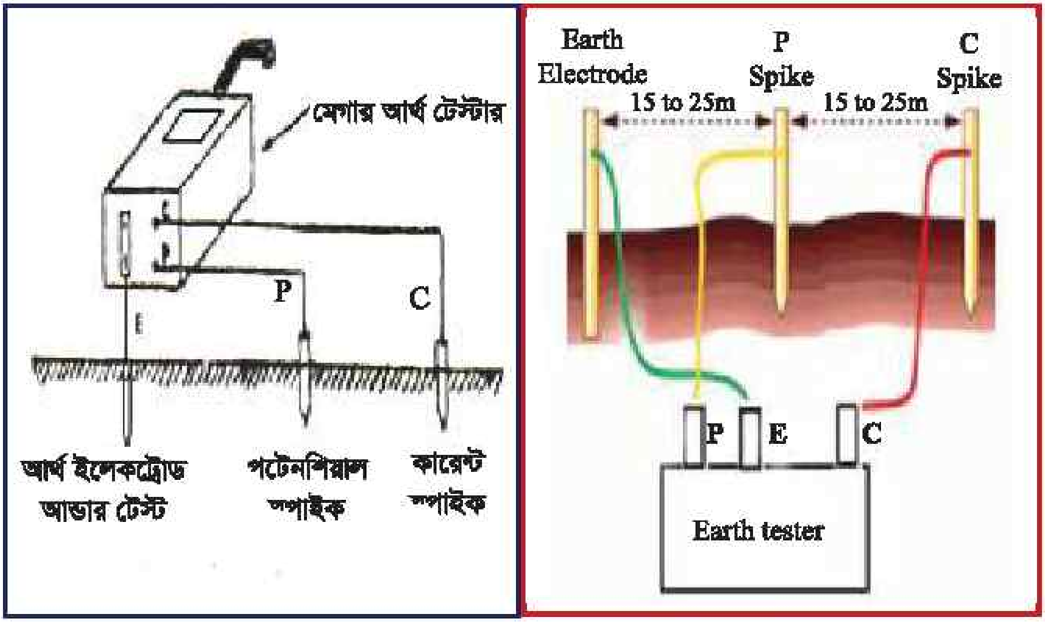
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instrument required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	আর্থ টেস্টার	২০০ ভোল্ট ১০০০ কিলো ওহম	০১ টি
০২	কাটিং প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৪	বলপিন হ্যামার	০.৫ পাউন্ড	০১ টি
০৫	হ্যাক্স	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০৬	ফিলিপস স্ক্রু-ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৭	কানেক্টিং স্ক্রু-ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	০১ টি
০৮	ওয়্যার স্ট্রীপার	স্ট্যান্ডার্ড সাইজ	০১ টি

০৯	মেজারিং টেপ	স্টীলের ১০ গজ	০১ টি
১০	লোহার শাবল	৪ ফিট	০১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials required)

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	আর্থ ইলেকট্রোড (পরীক্ষাধীন)	পাইপ ইলেকট্রোড ও প্রয়োজনীয় অন্যান্য অংশসহ	১ সেট
০২	স্পাইক	গ্যালভানাইজ আয়রন গোলাকার	২ টি
০৩	সিঙ্গেল কোর কপার ওয়্যার	৪ মিমি.	৭৫ গজ
০৪	ইনসুলেটিং টেপ	নিটো	১ টি



চিত্র- ২.১৫ আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ।

২০২৫

কাজের পদ্ধতি ও ধাপ (Working Procedure and Steps)

১. প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও নিয়ম অনুযায়ী PPE পরিধান করব;

২. প্রয়োজনীয় টুলস, যন্ত্রপাতি ও অন্যান্য মালামাল নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;

৩. আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করার জন্য পূর্বে স্থাপনকৃত আর্থ ইলেকট্রোড নির্বাচন করব;

৪. যে আর্থ ইলেকট্রোড এর রেজিস্ট্যান্স মাপতে হবে তার সঙ্গে আর্থ টেস্টারের E টার্মিনাল লিডিং তারের মাধ্যমে কানেকশন করব।

৫. এবার দুইটি স্পাইক নিয়ে একই লাইনে ঐ আর্থ ইলেকট্রোড হতে ২০ থেকে ২৫ মিটার পর পর মাটিতে পুঁতে রাখব।

৬. প্রথমটির অর্থাৎ আর্থ ইলেকট্রোড এর নিকটবর্তী স্পাইককে P টার্মিনালের সাথে এবং পরবর্তী দ্বিতীয়টি C টার্মিনালের সাথে সংযোগ করব; এবার মেগারের হাতলের সাহায্যে জেনারেটরকে ঘুরালে E হতে মাটির মধ্য দিয়ে C তে দিক-পরিবর্তী (ac) কারেন্ট প্রবাহিত হবে।

এই কারেন্টকে I ধরলে এবং E ও P এর মধ্যে বিভব পার্থক্য বা ভোল্টেজকে V ধরলে, E হতে P পর্যন্ত মাটির রোধ বা রেজিস্ট্যান্স হবে, $R=\frac{V}{I}$. R এর এই মান অবশ্যই আর্থ টেস্টারের সাহায্যে পরিমাপকৃত মানের কাছাকাছি হবে।

একইভাবে মাঝের স্পাইককে একই লাইনে ১.৫ মিটার হতে ৩.০ মিটার যথাক্রমে আর্থ ইলেকট্রোডের নিকট ও দূরে সরিয়ে পোঁতে আরো দুইটি মাপ নিবো। এরপর তিনটি পরিমাপের গড় মান নির্ণয় করবো যা পরীক্ষাধীন আর্থ রেজিস্ট্যান্স। জনবহুল শহরে P এবং C স্পাইক পোঁতার জন্য জায়গার অভাব হতে পারে। এক্ষেত্রে আর্থ টেস্টারের P ও C টার্মিনাল দুইটিকে শর্ট করে তার সংগে একটি লিডিং তার সংযোগ করে পানির পাইপের সংঙ্গে সংযোগ করব;

এবার আর্থ টেস্টারের হান্ডল ঘুরিয়ে টেস্টারের রিডিং নিব;

এরপর শুধু ব্যবহৃত দুইটি লিডিং তার শর্ট করে টেস্টারের পাঠ গ্রহণ করব;

প্রথম রিডিং হতে দ্বিতীয় রিডিং বাদ দিয়ে আর্থ রেজিস্ট্যান্স এর মান নির্ণয় করব;

কাজ শেষে টুলস ও অন্যান্য মালামাল পরিষ্কার করে যথাস্থানে রাখব।

➢ সতর্কতা (Precaution)

আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের সময় যে সাবধানতা গুলো অনুসরণ করবো তাহলো-

১। প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করব;

২। টার্মিনাল সংযোগ শক্তভাবে করবো যাতে ঢিলা না থাকে;

৩। সাহায্যকারী স্পাইক মাটির মধ্যে ১ মিটার পর্যন্ত পোঁতবো;

৪। আর্থ টেস্টারের পাঠ সাবধানতার সাথে গ্রহণ করব;

৫। টেস্ট করার সময় সতর্ক থাকবো যেন আর্থ ইলেকট্রোড ও স্পাইক কাছাকাছি না থাকে।

অর্জিত দক্ষতা:

আর্থিং সিস্টেমের রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করার দক্ষতা অর্জিত হয়েছে যা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ করা সম্ভব হবে।

জব-৩: লাইটনিং বা সার্জ অ্যারেস্টার ইনস্টলেশন

পারদর্শিতার মানদণ্ড:

১. লাইটনিং অ্যারেস্টার বা সার্জ অ্যারেস্টার স্থাপনের ডায়াগ্রাম অংকন করতে পারবো।
২. সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী লাইটনিং অ্যারেস্টার বা সার্জ অ্যারেস্টার ইনস্টল করতে পারবো।
৩. আর্থ টেস্টারের সাহায্যে লাইটিং অ্যারেস্টারের আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করবো।
৪. সরবরাহ দিয়ে লাইটনিং অ্যারেস্টার পরীক্ষা করবো।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
০১	অ্যাপ্রন	মোটা কাপড়ের (উন্নতমানের)	১ টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	চামড়ার তৈরি	১ জোড়া
০৩	সেফটি মাস্ক	উন্নত মানের	১ টি
০৪	সেফটি সুজ	লাইটওয়েট, ইলেকট্রিক ওয়ার্কস গ্রেড	১ জোড়া
০৫	সেফটি গগলস	রঙিন	১ টি
০৬	সেফটি হেলমেট	প্লাস্টিক	১ টি
০৭	সেফটি বেল্ট	মোটা সুতার তৈরি	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instrument required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	আর্থ টেস্টার	২০০ ভোল্ট ১০০০ কিলো ওহম	০১ টি
০২	কাটিং প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৪	নোজ প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি	০১ টি
০৫	নিয়ন টেস্টার	২২০ ভোল্ট	০১ টি
০৬	হ্যাকস	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০৭	ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন	হ্যামার টাইপ	০১ টি
০৮	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার মেশিন	২৫০ ভোল্ট ৫০০ ওয়াট	০১ টি
০৯	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	০১ টি
১০	ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
১১	স্প্যানার	বিভিন্ন সাইজ	১ সেট

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials required)

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	লাইটনিং অ্যারেস্টার (আনুসঙ্গিক অংশসহ)	হর্ণ গ্যাপটাইপ	৩টি
০২	জিআই নাট, বোল্ট ও ওয়াসার	স্ট্যান্ডার্ড সাইজ	১ ডজন
০৩	পিভিসি পাইপ	১৮ মি.মি. ওয়াটার গ্রেড	৩০ ফুট
০৪	স্যাডল	১৮ মি.মি.	২ ডজন
০৫	জিআই ওয়্যার	এসডব্লিউজি নং-৪	৫ কেজি
০৬	শক ট্রিটমেন্ট চার্ট	মুদ্রিত নির্দেশনাসহ	১ টি
০৭	নিরাপত্তা প্লেট	বিভিন্ন নির্দেশনা মুদ্রিত	১ টি
০৮	কানেকটর সহ তার	স্ট্যান্ডার্ড সাইজ	১ সেট

চিত্র-২.১২ হর্ণ-গ্যাপ অ্যারেস্টার পৃষ্ঠা ১৮৩ দ্রষ্টব্যঃ

কাজের ধাপ ও প্রক্রিয়া (Working procedure and steps)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও নিয়ম অনুযায়ী PPE পরিধান করব;
- প্রয়োজনীয় টুলস, যন্ত্রপাতি, লাইটনিং অ্যারেস্টার নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;
- লাইটনিং অ্যারেস্টার ইনস্টল করার জন্য স্থান নির্ধারণ করব;
- লাইটনিং অ্যারেস্টার স্থাপনের ডায়াগ্রাম সংগ্রহ করব;
- ডায়াগ্রাম অনুযায়ী লাইটনিং অ্যারেস্টার ইনস্টল করব;
- আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করব;
- সরবরাহ দিয়ে লাইনিং অ্যারেস্টার পরীক্ষা করব;
- কাজ শেষে টুলস ও অন্যান্য মালামাল পরিষ্কার করে যথাস্থানে রাখব ।

➢ সতর্কতা (Precaution)

- প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করব;
- লাইটনিং অ্যারেস্টার লাইনের সাথে সংযোগ করার সময় সাবধানতা অবলম্বন করব।

➢ অর্জিত দক্ষতা

লাইটনিং অ্যারেস্টার ইনস্টল করার দক্ষতা অর্জিত হয়েছে যা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ করা সম্ভব হবে।

জব ৪: আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) ইনস্টলেশন

পারদর্শিতার মানদণ্ড

১. আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অংকন করতে পারবো।
২. আর্থ লিকেজ সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ইনস্টল করতে পারবো।
৩. বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার পরীক্ষা করতে পারবো।
৪. আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করবো।
৫. ডায়াগ্রাম অনুযায়ী আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) ইনস্টল করা।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE):

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
০১	অ্যাপ্রন	মোটা কাপড়ের (উন্নতমানের)	১ টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	চামড়ার তৈরি	১ জোড়া
০৩	সেফটি মাস্ক	উন্নতমানের	১ টি
০৪	সেফটি সুজ	লাইটওয়েট, ইলেকট্রিক ওয়ার্কস গ্রেড	১ জোড়া
০৫	সেফটি গগলস	রঙিন	১ টি
০৬	সেফটি হেলমেট	প্লাস্টিক	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি(Instrument required):

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	আর্থ টেস্টার	২০০ ভোল্ট ১০০০ কিলো ওহম	০১ টি
০২	কাটিং প্লায়ার্স	১০ ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৪	নোজ প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি	০১ টি
০৫	নিয়ন টেস্টার	২২০ ভোল্ট	০১ টি
০৬	হ্যাক্স	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০৭	ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন	হ্যামার টাইপ	০১ টি
০৮	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৮ইঞ্চি	০১ টি
০৯	ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি

১১	ওয়্যার স্ট্রীপার	স্ট্যান্ডার্ড সাইজ	০১ টি
১২	মেজারিং টেপ	স্টীলের ১০ গজ	০১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials required):

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) (আনুসঙ্গিক যন্ত্রাংশে)	এক পোল	১টি
০২	নিরাপত্তা প্লেট	মুদ্রিত নির্দেশনাসহ	১ টি
০৩	কানেকটর সহ তার	স্ট্যান্ডার্ড সাইজ	১ সেট
০৪	নাট, বোল্ট ও ওয়াসার	প্রয়োজনীয় সাইজ	প্রতিটি ১ ডজন
০৫	জিআই ওয়্যার	৮ নং গেজ	৫ কেজি
০৬	শক ট্রিটমেন্ট চার্ট	মুদ্রিত নির্দেশনাসহ	১ টি

কাজেরধাপ (Working Procedure)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও নিয়ম অনুযায়ী PPE পরিধান করব;
- প্রয়োজনীয় টুলস ও যন্ত্রপাতি নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;
- ডায়াগ্রাম সংগ্রহ অথবা প্রস্তুত করব;
- আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) ইনস্টল করার জন্য নির্ধারিত স্থান চিহ্নিত করব;
- ডায়াগ্রাম অনুযায়ী আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) ইনস্টল করব;
- বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) পরীক্ষা করব;
- কাজ শেষে টুলস ও অন্যান্য মালামাল পরিষ্কার করে যথাস্থানে রাখব ।

➢ সতর্কতা (Precaution)

- প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করব;
- আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) সঠিকভাবে সংযোগ করব।

➢ অর্জিত দক্ষতা

আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) ইনস্টল করার দক্ষতা অর্জিত হয়েছে যা বাস্তব জীবনে যথাযথ ভাবে প্রয়োগ করা সম্ভব হবে।

তৃতীয় অধ্যায়

সোলার হোম সিস্টেম স্থাপন

Installation of Solar Home System

আমর প্রতিনিয়ত নানাভাবে শক্তি ব্যবহার করি। যানবাহন, কলকারখানা, পানির পাম্প, ফ্যান, রান্নার কাজ সবকিছুতেই শক্তির প্রয়োজন হয়। শক্তিকে সৃষ্টি বা ধ্বংস করা যায় না। আমরা যখন কারখানায় বিভিন্ন ধরনের যন্ত্রপাতি সচল রাখি, গাড়ি চালাই অথবা মেশিনের সাহায্যে ধান মাড়াই করি তখন শক্তি একরূপ থেকে অন্যরূপে পরিবর্তিত হয়। তোমরা কী বলতে পারবে আমাদের প্রয়োজনীয় এতসব শক্তি আমরা কোথা থেকে পাই? আসলে আমরা যে শক্তি ব্যবহার করি তার বেশিরভাগ আসে জীবাশ্ম জ্বালানী (Fossil fuel) থেকে। এমনকি তুমি এই বইটি যে আলোতে এখন পড়ছ তার জন্য প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎশক্তিও উৎপাদিত হয়েছে কোন একটি জেনারেটরে জীবাশ্ম জ্বালানী তথা গ্যাস, কয়লা বা পেট্রোলিয়াম পুড়িয়ে। তবে বর্তমান এবং আগামী দিনের মানুষের জন্য সংকট হলো পৃথিবীর জীবাশ্ম জ্বালানীর ভান্ডার শেষ হয়ে আসছে। অধিক পরিমাণে জীবাশ্ম জ্বালানীর ব্যবহার আবার পরিবেশবান্ধবও নয়। একারণে দীর্ঘদিন যাবত মানুষ পরিবেশ বান্ধব, একবার ব্যবহার করলে শেষ হয়ে যাবে না, বারবার ব্যবহার করা যাবে অথবা সুদীর্ঘকাল সীমাহীনভাবে ব্যবহার করা যাবে, এমন শক্তি উৎসের সন্ধান করছে। শক্তির এধরনের উৎসকে বলে নবায়নযোগ্য শক্তি। বায়ুপ্রবাহ, সমুদ্রের ঢেউ অথবা সূর্য থেকে আসা শক্তি নবায়নযোগ্য শক্তির উদাহরণ। ভৌগলিক কারণে বাংলাদেশে শক্তির উৎস হিসেবে সৌরশক্তির ব্যবহার একটি অন্যতম সম্ভাবনাময় ক্ষেত্র। যানবাহন, কলকারখানাসহ অধিকাংশ যন্ত্রপাতি

চলে বিদ্যুতের সাহায্যে। একারণে সৌরশক্তিকে সরাসরি ব্যবহারের চেয়ে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তর করে কাজে লাগানো অনেক বেশি সুবিধাজনক। সৌরশক্তিকে বিদ্যুতে রূপান্তরের জন্য সৌরকোষ (Solar Cell) বা ফটোভোল্টায়িক (Photovoltaic) কোষ ব্যবহার করা হয়। বাংলাদেশে সৌরশক্তি ব্যবহারের প্রচলন দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। তোমরা হয়ত কোনো কোনো বাড়িতে সোলার প্যানেল দেখে থাকবে। সোলার প্যানেলের যথাযথ ব্যবহারের জন্য এর রক্ষণাবেক্ষণ ও মেরামত খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এই অধ্যায়ে সোলার প্যানেল এবং এর জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি যেমন ব্যাটারি, চার্জ কন্ট্রোলার, ইনভার্টার ইত্যাদি স্থাপন, রক্ষণাবেক্ষণ ও ব্যবস্থাপনা নিয়ে আলোচনা করা হলো।

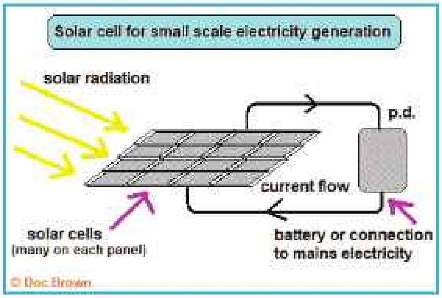
এই অধ্যায় শেষে আমরা-

১. স্বাস্থ্যবিধি মেনে ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করে কাজের প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারব;
২. সোলার প্যানেল কী তা ব্যাখ্যা করতে পারব;
৩. একটি সোলার প্যানেল সিস্টেমে যে সকল সরঞ্জাম থাকে তা চিহ্নিত করতে পারব;
৪. সোলার প্যানেল স্থাপন (Install) করতে পারব;
৫. সোলার হোম সিস্টেমে ব্যাটারি, চার্জ কন্ট্রোলার ও ইনভার্টার স্থাপন করতে পারব;
৬. সোলার হোম সিস্টেমের কারেন্ট ও ভোল্টেজ পরিমাপ করতে পারব;
৭. হাইড্রোমিটার ব্যবহার করতে পারব;
৮. সোলার হোম সিস্টেম মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ করতে পারব।

এই শিখন ফলগুলো অর্জনের জন্য আমরা সোলার প্যানেল সম্পর্কে তাত্ত্বিক জ্ঞান অর্জন করব এবং নিম্নলিখিত ৩টি জব সম্পন্ন করব।

- সোলার প্যানেল সিস্টেমের বিভিন্ন অংশ পর্যবেক্ষণ
- সোলার প্যানেল স্থাপন (Install)
- ব্যাটারি ও চার্জ কন্ট্রোলার স্থাপন (Install)

৩.১ সৌরশক্তি থেকে বিদ্যুৎ উৎপাদনের ধারণা (Concept of the conversion of solar energy in to electrical energy)



চিত্র - ৩.১ বিদ্যুৎ উৎপন্ন পদ্ধতি

পৃথিবীতে যত শক্তি আছে তার সবই কোনো না কোনোভাবে আসে সূর্য থেকে। সৌরশক্তি থেকে বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য আধুনিক কৌশল ব্যবহার করে উদ্ভাবন করা হয়েছে সৌরকোষ বা সোলার সেল। সোলার সেল দুই ধরনের: অর্গানিক ও ইনঅর্গানিক। সালোক সংশ্লেষণের মাধ্যমে গাছের সবুজ পাতায় যে প্রক্রিয়ায় খাদ্য উৎপাদিত হয়, সৌরকোষের কার্যক্রম অনেকটা তার মতোই। সৌর কোষে থাকে সূর্যালোক থেকে শক্তি সংগ্রাহক (Light Harvesting) অণু বা উপাংশ। সোলার প্যানেল ফটোভোল্টায়িক এনার্জি কনভার্শন পদ্ধতিতে কাজ করে। এই পদ্ধতিতে সৌরশক্তি সরাসরি সোলার সেলের মাধ্যমে একমুখী বৈদ্যুতিক প্রবাহ (Direct Electric Current, DC current) উৎপন্ন করে। সোলার সেল হিসেবে p-টাইপ এবং n- টাইপ সিলিকন ক্রিস্টালের জাংশন ব্যবহার করা হয়। সিলিকন এক ধরনের অর্ধপরিবাহী (Semiconductor) পদার্থ যার মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হওয়ার সময় আধানের বাহক হিসেবে কাজ করে ইলেকট্রন ও হোল (ইলেকট্রনের শূন্যতা)। p-টাইপ সিলিকন ক্রিস্টালে হোল (Hole) এবং n-টাইপ ক্রিস্টালে ইলেকট্রনের আধিক্য থাকে।

পি-এন (p-n) জাংশন এলাকায় অর্থাৎ p-টাইপ এবং n-টাইপ সিলিকন ক্রিস্টাল যেখানে মিলিত হয়, সেই জায়গায় ইলেকট্রন হোলের সাথে মিলিত হয়ে বাহক শূন্য অবস্থার সৃষ্টি করে। একারণে পি-এন (p-n)জাংশন বরাবর রোধ অনেক বেশি হয়। পি-এন (p-n) জাংশনের একপাশে নেগেটিভ চার্জ এবং অপরপাশে পজিটিভ চার্জের ঘনত্ব বেশি থাকায় জাংশন বরাবর একটি বিভব ঢালের (Potential gradient) সৃষ্টি হয়। পি-এন (p-n) জাংশনের উপর আলো পড়লে আলোক শক্তি ইলেকট্রন ও হোলকে (p-n) জাংশনের বিভব ঢালের বিপরীতে স্থানান্তর ঘটায়। এই প্রক্রিয়ায় কিছু কাজ সম্পন্ন হয় যা বিদ্যুৎ শক্তি হিসেবে সঞ্চিত হয়। সঞ্চিত বিদ্যুৎ শক্তির পরিমাণ আলোর তীব্রতা ও আলোকিত ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে। সৌরকোষ বা সোলার সেলের সাহায্যে দিনের বেলা সঞ্চয়ক কোষ বা সেকেন্ডারি সেল চার্জ করে রাখা হয় এবং রাতে ব্যবহার করা হয়। এক বর্গ সেন্টিমিটার সোলার সেল থেকে সর্বোচ্চ ২০-৪০ মিলি অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট পাওয়া যায়। প্রতিটি সোলার সেলে ০.৫ ভোল্ট থেকে ১.০ ভোল্ট ডিসি ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। প্রকৃতপক্ষে এর পরিমাণ সোলার সেলে উপাদান ও সূর্যের আলোর উপর নির্ভর করে। একাধিক সোলার সেল প্রয়োজন মতো সিরিজ বা প্যারালাল সংযোগ করে ভোল্টেজ ও কারেন্ট বাড়ানো যায়।

৩.১.১ সৌরশক্তি ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা

আমাদের দেশ সৌরশক্তি ব্যবহারের জন্য অত্যন্ত উপযোগী। এখানে প্রায় সারা বছরই সূর্যের আলো পাওয়া যায়। এছাড়া সোলার সেলে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি সহজে স্থাপন করা যায় এবং এগুলোর পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণ সহজ ও খরচ কম। সোলার সেল ব্যবহারে পরিবেশ দূষণ হয় না এবং দুর্ঘটনা ঘটে না। এসব কারণে আমাদের মতো জনবহুল দেশে সোলার সেল ব্যবহারের প্রচলন বৃদ্ধি করা প্রয়োজন। আমাদের প্রাকৃতিক শক্তির উৎস খুবই সীমিত। সুতরাং সম্ভাব্য সবক্ষেত্রে সোলার প্যানেল ব্যবহার করলে জাতীয় সম্পদের উপর চাপ কমবে। সোলার ওভেন ব্যবহার করে সহজেই রান্নার কাজ করা যায়। অন্যান্য গৃহস্থালী কাজেও সোলার সেল থেকে উৎপন্ন বিদ্যুৎ এর উপর নির্ভরশীলতা বাড়ানো দরকার।

৩.১.২ সোলার প্যানেল সিস্টেমের প্রধান প্রধান অংশ

সোলার প্যানেল সিস্টেমের প্রধান অংশগুলো নিম্নরূপঃ

(ক) সোলার প্যানেল (Solar panel)
(খ) ব্যাটারি (Battery)
(গ) ইনভার্টার (Inverter)
(ঘ) চার্জ নিয়ন্ত্রক (Charge controller)
(ঙ) বৈদ্যুতিক লোড (Electric load)

(ক) সোলার প্যানেল (Solar panel)

সোলার প্যানেলের গুরুত্বপূর্ণ অংশ হলো সোলার সেল। মূলত সৌর শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরের মূল উপাদান সোলার সেল নামে পরিচিত। আধুনিক কৌশল ব্যবহার করে সোলার সেল তৈরি করা হয়। সোলার সেল বা সোলার প্যানেলের বৈশিষ্ট্য হলো এর উপর সূর্যের আলো পড়লে সরাসরি বিদ্যুৎ শক্তি পাওয়া যায়। সোলার সেলে ডিসি বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়। বাজারে বিভিন্ন সাইজের সোলার প্যানেল পাওয়া যায়। একাধিক সৌর প্যানেলকে বৈদ্যুতিক ভাবে সংযোগ করে একটি কাঠামোর উপর স্থাপন করলে সামগ্রিক ব্যবস্থাকে সৌর প্যানেল বলে। একটি সৌর প্যানেল হতে বিদ্যুৎ উৎপাদনের মান নির্ভর করে উক্ত প্যানেলের সোলার কোষের আয়তন ও সংখ্যার উপর। সাধারণত সৌর প্যানেলে ৩৬ টি সৌর কোষ সিরিজে যুক্ত থাকে। প্রতিটি সৌর কোষে ০.৫৬ ভোল্ট বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়। একটি সৌর প্যানেলের ৩৬ টি ০.৫৬ ভোল্ট যোগ করলে উৎপন্ন বৈদ্যুতিক ভোল্টেজের পরিমাণ হয় ২০.১৬ ভোল্ট। অন্য দিকে কারেন্ট এর মান নির্ভর করে সৌর কোষগুলোর আয়তনের উপর। দুই ধরনের প্যানেল রয়েছে (ক) সৌর-তাপ প্যানেল ও (খ) ফটো ভোল্টাইক বা পিভি প্যানেল।

চিত্র-৩.২ সোলার প্যানেল

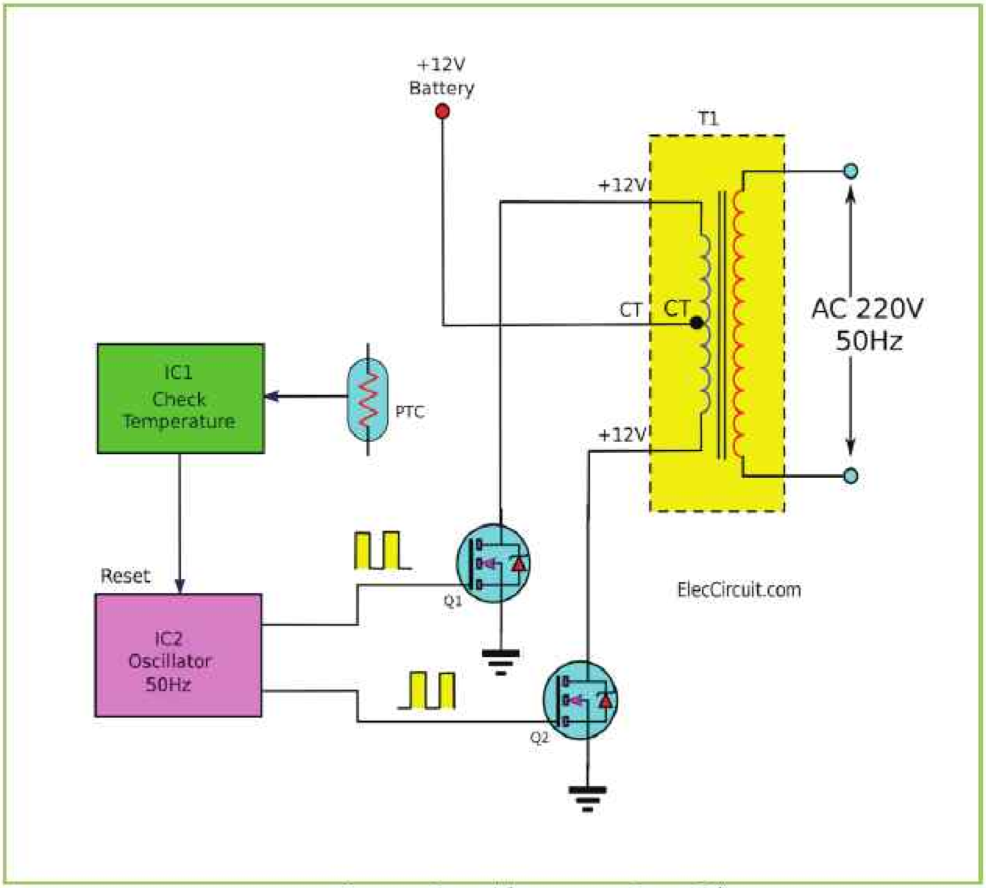
(খ) ব্যাটারি (Battery)

সোলার প্যানেলের মাধ্যমে সৌর শক্তিকে সুবিধাজনক অন্য কোনো শক্তিরূপে সঞ্চিত করে প্রয়োজনের সময় ব্যবহার করা যায়। এ কাজে সচরাচর লেড-এসিড ব্যাটারি ব্যবহার করা হয়। ব্যাটারীতে কতকগুলো ইলেকট্রো কেমিক্যাল সেল বা কোষ থাকে যার একটির সাথে অন্যটি সিরিজে বা প্যারালালে সংযুক্ত থাকে। ব্যাটারির সেল হলো ব্যাটারির মূল উপাদান। ব্যাটারিতে বিদ্যুৎ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে সঞ্চিত রাখা হয়। বিশেষ ব্যবস্থায় রাসায়নিক শক্তিকে আবার বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করা হয়। সঞ্চয় বাড়ানোর জন্য ব্যাটারি ব্যাংক ব্যবহার করা হয়। ব্যাটারি ব্যাংক হলো অনেকগুলো ব্যাটারির সমষ্টি। এই ব্যাটারিগুলো সিরিজ বা প্যারালালে সংযোগ করা যায়। ভোল্টেজ বাড়াতে চাইলে ব্যাটারিগুলোকে সিরিজে সংযোগ দিতে হয় এবং কারেন্ট বাড়াতে চাইলে ব্যাটারিগুলোকে প্যারালালে সংযোগ দিতে হয়।

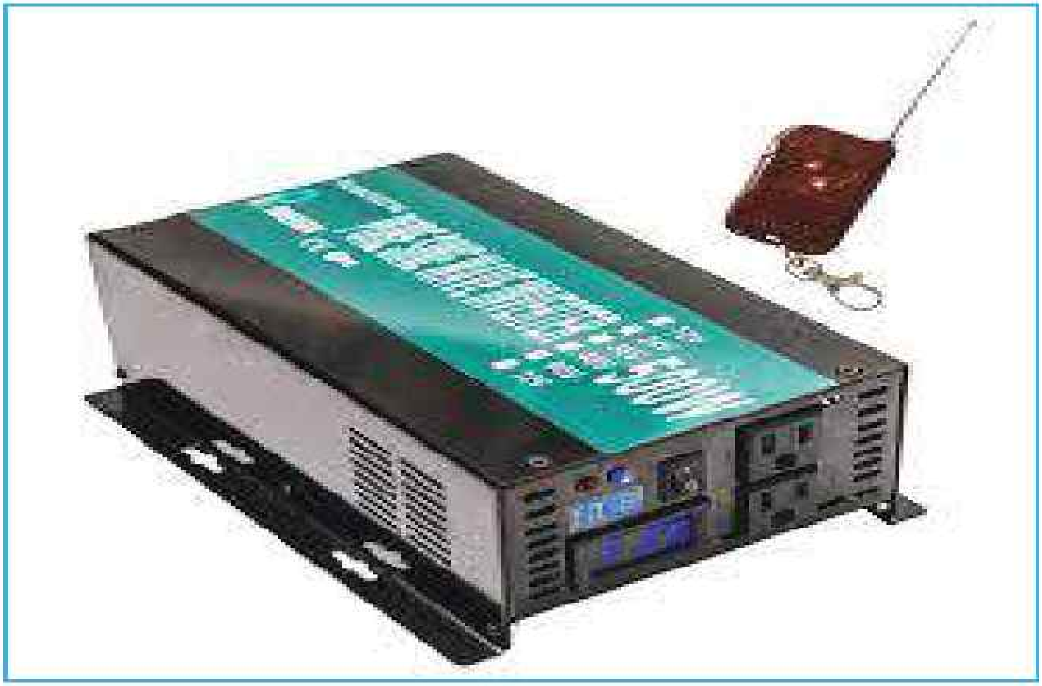
চিত্র-৩.৩ ব্যাটারি ব্যাংক

(গ) ইনভার্টার (Inverter)

সোলার প্যানেলের মাধ্যমে সাধারণত ডিসি বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। এই বিদ্যুৎ শক্তি দিয়ে চার্জ কন্ট্রোলারের মাধ্যমে ব্যাটারি ব্যাংকে রাসায়নিক শক্তি সঞ্চয় করা হয়। আমরা বসত-বাড়িতে সাধারণত এসি লোড ব্যবহার করি। একারণে ডিসি কারেন্টকে এসিতে কনভার্ট করতে হয়। ইনভার্টারের সাহায্যে ডিসি কারেন্টকে এসি কারেন্টে রূপান্তরিত (Convert) করা হয়। ৩.৪ ও ৩.৫ নং চিত্রে ইনভার্টার দেখানো হয়েছে।



চিত্র-৩.৪ ইনভার্টারের অভ্যন্তরিন সার্কিট



চিত্র-৩.৫ ইনভার্টার

(ঙ) চার্জ নিয়ন্ত্রক (Charge controller)

চার্জ নিয়ন্ত্রক ব্যাটারিতে জমাকৃত বিদ্যুৎ এর পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করে এবং ব্যাটারির জীবনকাল সংরক্ষণ করে। এটি শক্তি রূপান্তরের প্রধান ইউনিট হিসেবে কাজ করে। চার্জ কন্ট্রোলার একটি ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা ব্যাটারীকে অতিরিক্ত চার্জ এবং ডিসচার্জ হওয়া থেকে রক্ষা করে। চার্জ নিয়ন্ত্রক সার্কিটকে ব্যাটারী এবং প্যানেলের সঙ্গে প্যারালালে সংযোগ করা হয়। এছাড়াও চার্জ কন্ট্রোলার শর্ট সার্কিট হওয়া থেকে সিস্টেমকে রক্ষা করে। সোলার হোম সিস্টেমকে মনিটরিং করার জন্যও চার্জ কন্ট্রোলার এর গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে।

চিত্র-৩.৬ সোলার চার্জ নিয়ন্ত্রক (Solar Charge Controller)

(ঙ) বৈদ্যুতিক লোড (Electric Load)

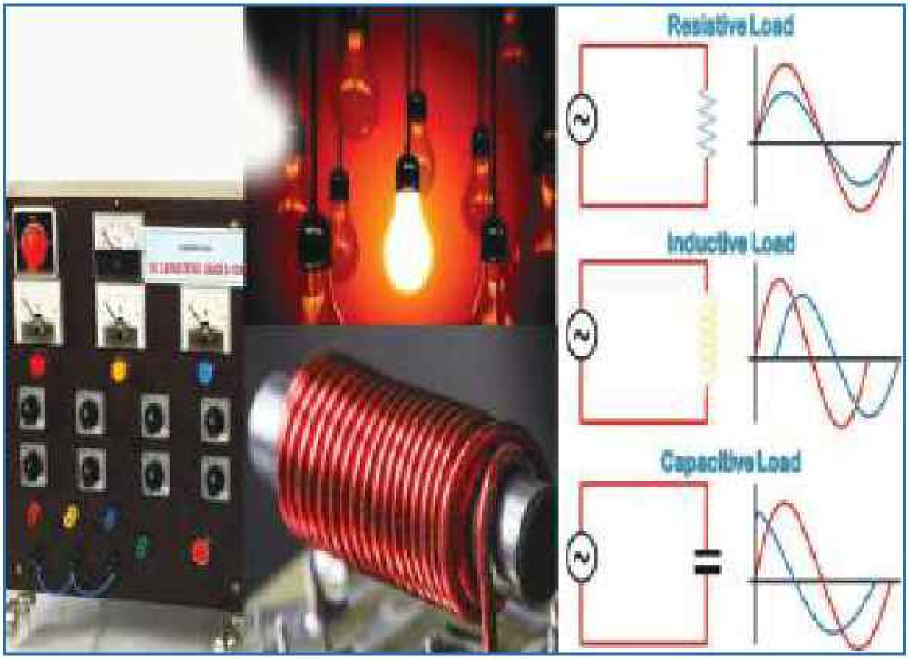
বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক সামগ্রী যেমন টিভি, বাতি, ফ্যান, কম্পিউটার, মোবাইল, ক্যালকুলেটর, সেচযন্ত্র ইত্যাদি চালনার জন্য উৎপাদিত সৌর বিদ্যুৎ ব্যবহার করা হয়। ইলেকট্রিক্যাল বা ইলেকট্রনিক কোনো ডিভাইসকে ব্যাটারির বা পাওয়ার সাপ্লাইয়ের সাথে যুক্ত করলে যন্ত্রটির মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। এগুলোকে লোডবলে। অর্থাৎ যা ব্যাটারি বা অন্য কোনো উৎস থেকে বিদ্যুৎ শক্তি খরচ করে তাকে লোড বলে। লোড সাধারণত দুই প্রকার: এসি লোড ও ডিসি লোড। আবার লোডের ধরনের উপর ভিত্তি করে বৈদ্যুতিক লোডকে তিনটি শ্রেণিতে ভাগ করা যায়।

১। রেজিস্টিভ লোড (Resistive load): যেমন বাতির ফিলামেন্ট একটি ডিসি লোড কারণ ইহা বিশুদ্ধ রেজিস্টিভ লোড (ইহাতে কোন ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স বা ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স নাই)। এছাড়াও স্থির রেজিস্ট্যান্স, পরিবর্তনশীল রেজিস্ট্যান্স, সোল্ডারিং আয়রন, থার্মাল ওভার লোড রিলে ইত্যাদি রেজিস্টিভ লোড।

২। ইন্ডাকটিভ লোড (Inductive load): সার্কিটে বিশুদ্ধ ইন্ডাক্টর সংযুক্ত থাকলে ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্সের কারণে এসি বা পরিবর্তনশীল বিদ্যুৎ প্রবাহে বাঁধার বা রোধের সম্মুখীন হয়, কিন্তু ডিসি বা স্থির মানের কারেন্টের জন্য এই রোধের পরিমাণ শূন্য। এসব ক্ষেত্রে লোডের মান ব্যবহৃত এসি কারেন্ট এর কম্পাংকের সমানুপাতিক ($X_L=2\pi fL$)। এসি লোড সৃষ্টি করে এমন কয়েকটি বস্তু হলো চোক কয়েল, ফ্যান, মোটর, জেনারেটর, ট্রান্সফরমার ইত্যাদি

৩। ক্যাপাসিটিভ লোড (Capacitive Load)

ক্যাপাসিটর বা কনডেন্সার, ক্যাপাসিটর ব্যাংক, সিনক্রোনাস মোটর ও ফেইজ অ্যাডভানসার ইত্যাদি।



চিত্র-৩.৭ বৈদ্যুতিক লোড (Electric Load)

রেজিস্টিং লোড (+ -)

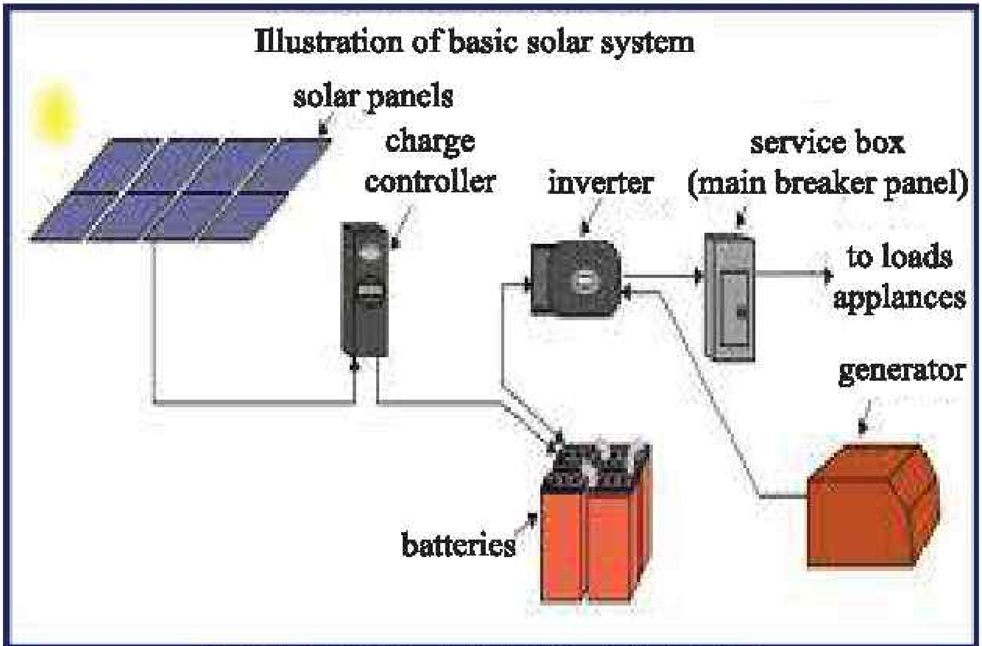
ইন্ডাকটিং লোড (∿)

চিত্র-৩.৮ বৈদ্যুতিক লোড

৩.১.৩ সোলার বিদ্যুৎ ও প্রচলিত বিদ্যুৎ উৎপাদন পদ্ধতির তুলনা

প্রচলিত বিদ্যুৎ উৎপাদন পদ্ধতিগুলোর মধ্যে উল্লেখ যোগ্য হলো-তাপবিদ্যুৎ, পানিবিদ্যুৎ, ডিজেল ইঞ্জিন দ্বারা উৎপাদিত বিদ্যুৎ ইত্যাদি। প্রচলিত বিদ্যুৎ উৎপাদন পদ্ধতির তুলনায় সোলার বিদ্যুতের সুবিধাসমূহ নিম্নে দেয়া হলোঃ

১. সহজে স্থাপন, সম্প্রসারণ, এবং হস্তান্তর যোগ্য।
২. বিদ্যুৎ উৎপাদন ব্যয় খুব কম। তবে এখনো প্রতি একক ইউনিট বিদ্যুৎ গ্রাহকের কাছে পৌছাতে মূল্য (খরচ) প্রচলিত বিদ্যুৎ ব্যবস্থা থেকে অনেক বেশি। প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের উৎপাদন হয় (খরচ) যথাক্রমে ৩২.০০ ইউনিট মূল্য ও ৫.৭২ টাকা।
৩. চলতি খরচ বা পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণ খরচ খুবই কম।
৪. নির্ভরশীলতা বেশি ও পরিচালনা সহজ।
৫. বৈদ্যুতিক দূর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা নেই বলে এটি অধিক নিরাপদ।
৬. শব্দহীন, গন্ধহীন এবং পরিবেশ দূষণ মুক্ত রাখে।
৭. জ্বালানি খরচ নেই, সহজে নষ্ট হয় না এবং প্যানেল স্থাপন ব্যয় কম।
৮. কৃত্রিম উপগ্রহে সৌর শক্তি ব্যবহারের অনেক সুবিধা পাওয়া যায়।
৯. লোডের নিকটে স্থাপন করা যায় বলে পরিবহন ব্যয় নেই বললেই চলে।
১০. বায়ুমন্ডল স্বাভাবিক থাকলে এনার্জির উৎস চিরস্থায়ী।



চিত্র-৩.৯ সোলার প্যানেল ভূমির সাথে হেলানো ভাবে স্থাপন

সোলার এনার্জি ব্যবহারের অনেক সুবিধা থাকলেও বাস্তবে এ শক্তির রূপান্তর বা সঞ্চয় ব্যাপক ভাবে সম্ভব হচ্ছে না। এ শক্তির উৎপাদন ও ব্যবহারে কিছু অসুবিধা বিদ্যমান। প্রাথমিক খরচ খুব বেশি এবং আবহাওয়া জনিত কারণে এবং রাতে সূর্যের আলোর অনুপস্থিতে এনার্জি উৎপাদন সম্ভব হয় না। সরকার সৌর শক্তি ব্যবহারের উপর ব্যাপক গুরুত্ব দিচ্ছে এবং দিনদিন/ক্রমান্বয়ে এর ব্যবহার বৃদ্ধি পাচ্ছে। বর্তমানে সরকার আধুনিক অবকাঠামো স্থাপনায় সৌর সিস্টেম স্থাপনে গুরুত্ব দিচ্ছে। বর্তমানে সোলার বিদ্যুৎ খাতে উৎপাদনের পরিমাণ ১৭৪ মেগাওয়াট যা দেশের মোট উৎপাদনের মাত্র ১.১ শতাংশ। বিদ্যুৎ উন্নয়ন বোর্ড সোলার বিদ্যুৎ খাত থেকে ৫০০ মেগাওয়াট বিদ্যুৎ উৎপাদনের লক্ষ্যমাত্রা নির্ধারণ করেছে। তবে বিশেষজ্ঞদের মতামত হচ্ছে ২০২৪-২৫ সালে ১০০০ মেগাওয়াট (এক গিগাওয়াট) উৎপন্ন ক্ষমতা সম্পন্ন সৌর বিদ্যুৎ প্রকল্প চালুর লক্ষ্যমাত্রায় কাজ করা উচিত। বর্তমানে ব্যবহৃত সোলার প্যানেলের দক্ষতা খুবই কম; মাত্র ২২-২৪%। বাজারে বেশি দক্ষতার সোলার সেল পাওয়া যাচ্ছে। ভবিষ্যতে উন্নত মানের বেশি দক্ষতার সোলার সেল সহজলভ্য হবে এবং এ পদ্ধতিতে এনার্জি উৎপাদনের ভবিষ্যৎ উজ্জ্বল হবে।

৩.১.৪ সোলার প্যানেল সিস্টেম স্থাপনের নিয়মাবলি

একটি সৌর বিদ্যুৎ সিস্টেম স্থাপনের সময় নিম্নলিখিত বিষয় সমূহের উপর লক্ষ্য রাখতে হবে

(ক) আলোর পর্যাপ্ততা

দিনের অধিকাংশ সময় বা সারাদিন যে স্থানে সূর্যের আলো থাকে সে স্থানে প্যানেল স্থাপন করতে হবে। অর্থাৎ যেখানে উন্মুক্তভাবে সূর্যের আলো পড়ে সেখানে প্যানেল স্থাপন করতে হয়।

(খ) ভূমির সাথে হেলানো ভাবে স্থাপন

সৌর প্যানেলকে দক্ষিণ মুখী করে ভূমির সাথে ২৩° ডিগ্রী কোণে হেলানো ভাবে স্থাপন করতে হবে। উল্লেখ্য যে, এ কৌণিক পরিমাপ বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন রকম হয়ে থাকে (বাংলাদেশে গ্রীষ্মকালীন সূর্যের আলো খাড়া ভাবে পড়ে এবং শীত কালে তীর্যক ভাবে পড়ে)। ঋতু পরিবর্তনের সাথে প্যানেলকে বিভিন্ন কোণে স্থাপন করা কষ্টকর ও ঝামেলাপূর্ণ কাজ। এজন্য বিশেষজ্ঞগণ জানুয়ারি থেকে ডিসেম্বর মাস পর্যন্ত কৌণিক বিশ্লেষণ করে একটি গড় কৌণিক অবস্থান নির্ধারণ করেছেন। এ অবস্থায় প্যানেল স্থাপন করলে গড়ে বেশি বিদ্যুৎ পাওয়া যায়। এ কৌণিক পরিমাপ হচ্ছে ভূমির সাথে ২৩°

(গ) প্যানেলের উপর ছায়া এবং আলোর প্রতিবন্ধকতা

কোন অবস্থাতেই যাতে প্যানেলের উপর ছায়া না পড়ে সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে। ছায়া পড়লে বা আলোর প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি হলে প্যানেল পূর্ণ দক্ষতায় কাজ করতে পারে না। অর্থাৎ প্যানেলের বিদ্যুৎ উৎপাদন কমে যায়।

চিত্র-৩.১০ সোলার প্যানেলের অবস্থান

(ঘ) প্যানেল ও ব্যাটারি দূরত্ব

ব্যাটারি ও প্যানেলের মধ্যে দূরত্ব যথাসম্ভব কম রাখা উচিত। কোন অবস্থাতেই ১০ মিটারের বেশী হওয়া বাঞ্ছনীয় নয়। ৬ মিটার থেকে ৭.৫ মিটারের মধ্যে থাকাই ভালো। কারণ এই বিদ্যুৎ স্বল্প ক্ষমতা সম্পন্ন এবং বিদ্যুতের পরিমাণও খুব অল্প। তাই ব্যাটারি ও প্যানেলের দূরত্ব যত বেশী হবে পরিবাহী রেজিস্ট্যান্স ও ভোল্টেজ ড্রপ তত বেশি হবে। অর্থাৎ বিদ্যুতের অপচয় ঘটবে ফলে সিস্টেমের কর্ম দক্ষতা কমে যাবে ।

৩.১.৫ সোলার প্যানেল স্থাপন পদ্ধতি।

গ্রীষ্ম কালে সূর্য উলম্ব ভাবে থাকে এ কারণে হেলানো কোনের পরিমাণ কম হলে ভাল। এজন্য সোলার প্যানেলকে প্রায় মাটির সমান্তরালে রাখতে হয়। বসন্তকালে ভূমির অক্ষাংশের সমান ২৩° ডিগ্রী কোণে কাত করে বসাতে হবে। এরপর সংযোগ তার দুটি মাটির ভিতর দিয়ে নিয়ন্ত্রক যন্ত্রের সাথে সংযোগ করতে হবে। সংযোগ বাক্সে ব্যাটারি এবং চার্জ কন্ট্রোলার যথা নিয়মে যুক্ত করতে হবে।

৩.১.৬ সোলার-প্যানেল-সিষ্টেম সংযোগের ধাপ সমূহ

১. ব্যবহারকারীর চাহিদা মোতাবেক ব্যাটারি সংগ্রহ করতে হবে ।
২. উপযুক্ত স্থান নির্বাচন করে ব্যাটারি নির্মাতা কর্তৃক নির্দেশনা অনুযায়ী ব্যাটারি স্থাপন করতে হবে।
৩. ব্যাটারির চার্জ ও ডিসচার্জ রেটিং অনুযায়ী উপযুক্ত মানের চার্জ কন্টোলার সংগ্রহ করতে হবে।
৪. প্রথমে যেখানে সিষ্টেম লাগাতে হবে সেই জায়গার একটি ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম করতে হবে।
৫. চার্জ কন্ট্রোলারের সহিত ব্যাটারি, সোলার প্যানেল ও লোড ড্রয়িং অনুযায়ী বৈদ্যুতিক সংযোগ করতে হবে ।
৬. চার্জ কন্ট্রোলারটি উপযুক্ত স্থানে স্ক্রু দিয়ে সঠিকভাবে স্থাপন করতে হবে ।
৭. প্যানেল স্থাপনের জন্য খোলাজায়গা অর্থ্যাৎ বাড়ির যে স্থানে সূর্যোদয় থেকে সূর্যাস্ত পর্যন্ত আলো থাকে সে স্থানে প্যানেল স্থাপন করতে হবে।
৮. ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী প্রথম কন্ট্রোলার লাগাতে হবে। লক্ষ্য রাখতে হবে যে, কন্ট্রোলার থেকে প্যানেলের দূরত্ব যেন ৭.৫ মিটারের বেশি না হয়।
৯. প্রথমে চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে ব্যাটারি সংযোগ দিতে হবে। এক্ষেত্রে প্রথমে নেগেটিভ (-) সংযোগ অতঃপর পজিটিভ (+) সংযোগ দিতে হবে। প্যানেলের সংযোগ দেওয়া মাত্র (দিনের বেলা) চার্জ কন্টোলারের চার্জিং লাইটটির এলইডি জ্বলে উঠবে।
১০. সর্বশেষে বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের (লাইট, টিভি) সংযোগগুলিকে পর্যায়ক্রমে চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে সংযোগ দিতে হবে।

চিত্র-৩.১১ সোলার হোম সিস্টেম সংযোগ স্থাপন

৩.১.৭ হোম সোলার-সিস্টেম পর্যবেক্ষণ, পরীক্ষণ ও রক্ষণাবেক্ষণ

(১) সকল সুইচ ও ফিউজ পর্যবেক্ষণ

সুইচ ও ফিউজ পরীক্ষা করে ঢিলা সংযোগ থাকলে পুনঃ সঠিক সংযোগ করা বা পরিবর্তন করা, তার ভাঙ্গা বা সংযোগ খোলা থাকলে পুনঃ সংযোগ করা ইত্যাদি।

(২) লোড পর্যবেক্ষণ বা পরীক্ষণ

(ক) ক্ষমতার অতিরিক্ত কোন লোড সংযোগ দেওয়া যাবে না।

(খ) কোন অবস্থাতেই লোডের অবস্থান ৭.৫ মিটারের অধিক দূরত্বে হবে না।

(গ) ব্যাটারি প্রান্ত ও লোডের প্রান্তে ভোল্টেজ পার্থক্য ০.২৫ ভোল্ট এর অধিক হবে না।

(৩) ব্যাটারি পরীক্ষা বা পর্যবেক্ষণ

(ক) পরিচ্ছন্নতা, বায়ুচলাচল, সেল এবং কানেক্টরগুলোতে বাহ্যিক করোশন ইত্যাদি।

(খ) চার্জ কারেন্ট (প্যানেলের নির্দেশিকা অনুসারে) এবং চার্জ ভোল্টেজ ১৩.৫ ভোল্ট থেকে ১৫.৫ ভোল্ট থাকতে হবে।

(গ) ব্যাটারি যথেষ্ট পরিমাণ কারেন্ট সরবরাহ করতে সক্ষম হতে হবে।

(৪) চার্জ কন্ট্রোলার পর্যবেক্ষণ

(ক) চার্জ কন্ট্রোলার এর ইনপুট-এ ইন্ডিকেটর এলইডি জ্বলে কি না ;

(খ) চার্জ কন্ট্রোলার এর ইনপুট-এ প্রান্ত ভোল্টেজ ১৩.৫ V- ১৫.৫ Vআছে কি না ;

(গ) ব্যাটারী স্ট্যাটাস ইন্ডিকেটর এলইডি জ্বলে কিনা?

(গ) চার্জ কন্ট্রোলার এর আউটপুট-এ লোড ভোল্টেজ ১৩.৫ V- ১৫.৫ V আছে কি না ;

অনুসন্ধানমূলক কাজ ঃ ১
সোলার প্যানেলের বিভিন্ন অংশ পর্যবেক্ষণ করে অংশগুলোর চিত্র অংকন কর ।

৩.১.৮ সেল ও ব্যাটারি (Cell and Batery)

এসি ও ডিসি তড়িৎ শক্তির মধ্যে ডিসি তড়িৎ শক্তির নির্ভরশীলতা অনেক বেশি। এ শক্তি একসাথে বেশি পরিমাণে উৎপন্ন করা যায় না কিন্তু এ শক্তির প্রয়োজনীয়তা অনেক ক্ষেত্রেই অপরিহার্য। ডিসি তড়িৎ (বিদ্যুৎ) উৎপন্নের ক্ষেত্রে প্রধান উৎস সেল বা বিদ্যুৎ কোষ। যে যন্ত্রের সাহায্যে রাসায়নিক শক্তি থেকে নিরবিচ্ছিন্ন ভাবে বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায় তাকে বৈদ্যুতিক সেল বা বিদ্যুৎ কোষ বলে। বিদ্যুৎ কোষ বা সেল মূলত ইলেকট্রো-কেমিক্যাল বিদ্যুৎ উৎপাদন ইউনিট। বিদ্যুৎ কোষ প্রধানত দু'ধরনের হয়। প্রাইমারি বা মৌলিক সেল (Primary Cell) এবং সেকেন্ডারি বা সঞ্চয়ক সেল (Secondary Cell)। সেলে ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থ ও ইলেকট্রোড এর উপর ভিত্তি করে সেলের বিভিন্ন নামকরণ করা হয়ে থাকে। এর বহুবিধ সুবিধার জন্য দিনদিন এর ব্যবহার বেড়েই চলছে।

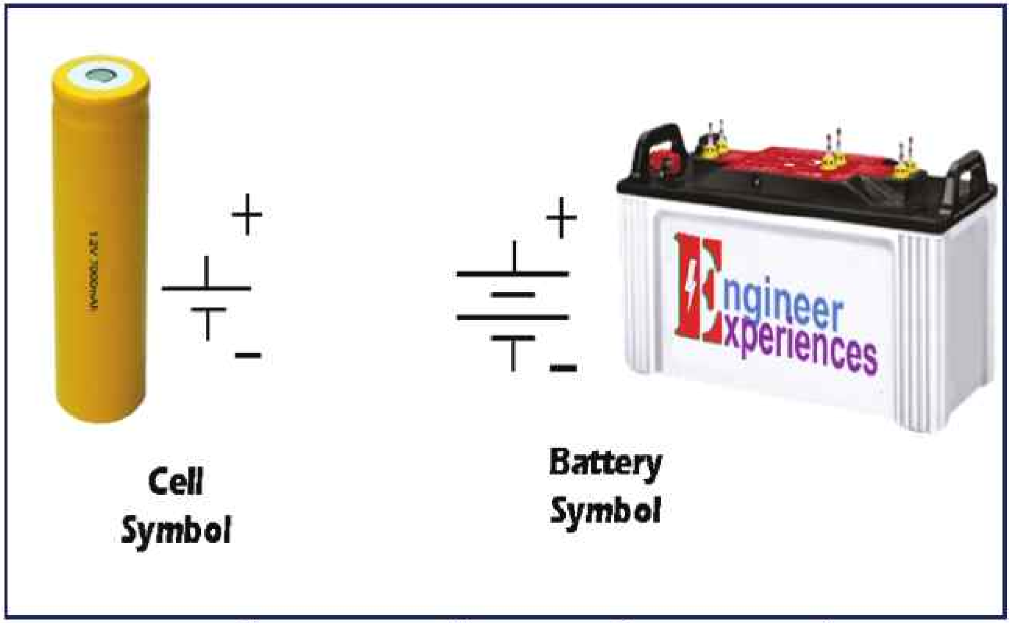
৩.১.৯ সেলের উপাদান সমূহ

সেলের উপাদান দুইটি। যথা-

(ক) পজিটিভ ও নেগেটিভ ইলেকট্রোড

(খ) রাসায়নিক পদার্থ বা ইলেকট্রোলাইট।

(গ) ডিপোলারাইজার

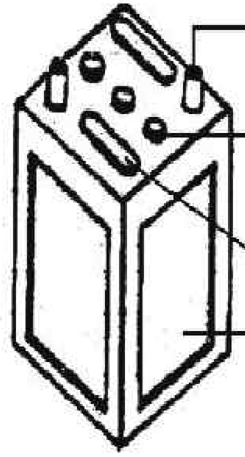


চিত্র-৩.১২ সেলের প্রতীক চিত্র-৩.১৩ সেলের গঠন

৩.১.১০ ব্যাটারির সংজ্ঞা (The Meaning of Batery)

কতকগুলো তড়িৎ কোষ বা সেল এর একত্রে সংযোগকে ব্যাটারি বলে। ব্যাটারিতে একাধিক সেল যুক্ত থাকে। সাধারণভাবে প্রতিটি ড্রাই সেলে ১.৫ ভোল্ট, লেড এসিড সেলে ২.২ ভোল্ট উৎপন্ন হয় এবং উৎপাদিত শক্তির পরিমাণ সীমিত। চিত্রে ব্যাটারির প্রতীক ও গঠন দেখানো হলো।

চিত্র-৩.১৪ ব্যাটারির প্রতীক



চিত্র-৩.১৫ ব্যাটারির গঠন

ভোল্টেজ বা কারেন্টের পরিমাণ বা উভয়ই বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় সংখ্যক সেলের সংযোগ করে ব্যাটারি তৈরি করা হয়। ভোল্টেজ বৃদ্ধি করতে সেলের সিরিজ সংযোগ, কারেন্ট বৃদ্ধিতে প্যারালাল সংযোগ এবং ভোল্টেজ ও কারেন্ট বৃদ্ধিতে মিশ্র সংযোগ করা হয়। সংযুক্ত সেলের পরিমাণ লোডের চাহিদার উপর নির্ভর করে।

৩.১.১১ বিদ্যুৎ কোষের ধরন

১। প্রাইমারি বা মৌলিক সেল (Primary Cell)

যে সেল বা বিদ্যুৎ কোষ এর শক্তি একবার শেষ হলে চার্জ করে পুনরায় ব্যবহার করা যায় না, তাকে প্রাইমারি সেল বা মুখ্য কোষ বলে। লেকল্যান্স সেল, ড্যানিয়েল সেল এবং ড্রাই সেল ইত্যাদি প্রাইমারি সেলের শ্রেণিভুক্ত। বর্তমানে এ ধরনের সেলের ব্যবহার সীমিত। এ ধরনের সেল ক্যালকুলেটর, ঘড়ি, টর্চলাইট ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের সেল হতে একই রকম ভোল্টেজে বিদ্যুৎ সরবরাহ পাওয়া যায় না। ব্যবহারের ফলে ক্ষমতা শেষ হওয়ার আগেই ভোল্টেজ কিছুটা কমে যায়। প্রাইমারি সেল আবার দু' প্রকার। যথাঃ

(ক) এক প্রবাহী

(খ) দ্বি-প্রবাহী সেল

২। সেকেন্ডারি সেল বা সঞ্চায়ক সেল (Secondary Cell)

যে সেল বা বিদ্যুৎ কোষ এর শক্তি একবার শেষ হলে তা পুনরায় চার্জ করে ব্যবহার করা যায়, তাকে সেকেন্ডারি সেল বলে বা সঞ্চয়ী বিদ্যুৎ কোষ বলা হয়। চার্জের দ্বারা বিদ্যুৎ শক্তি রাসায়নিক শক্তিতে এবং ব্যবহারের সময় রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ব্যবহারের পর চার্জ শেষ হলে আবার চার্জ করে উক্ত সেল পুনরায় ব্যবহার করা যায়।

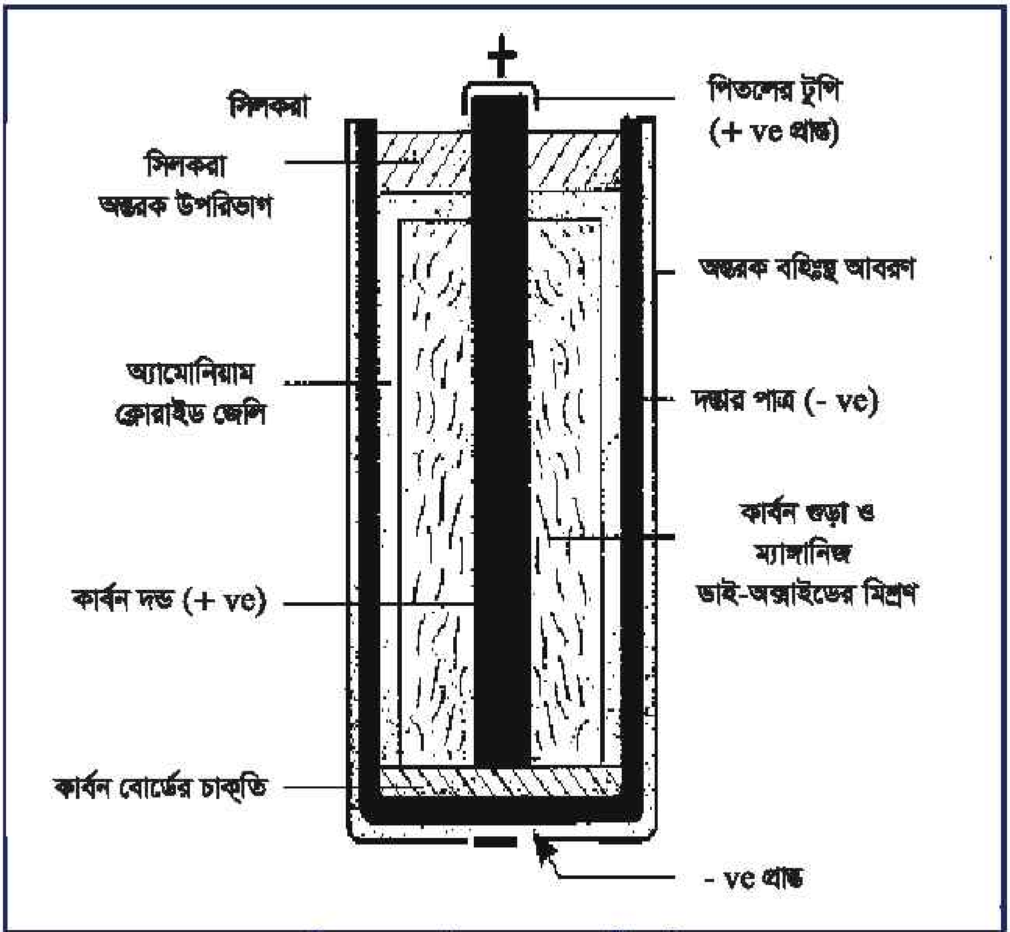
৩.১.১২ ড্রাই সেলের গঠন (Construction of Drycell)

যে সেল বা বিদ্যুৎ কোষে ইলেকট্রোলাইট হিসেবে ড্রাই বা পেস্ট বা জেলির ন্যায় রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করা হয় তাকে ড্রাই সেল বলে। ড্রাই সেল বাস্তবে ড্রাই নয়, কারণ ইলেকট্রোলাইট ড্রাই হলে ড্রাই সেল বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন করতে পারে না। বাহ্যিক সাইজ অনুসারে ড্রাই সেল তিন ধরনের হয়। (ক) ডি-টাইপ, (খ) মিডিয়াম টাইপ এবং (গ) পেন্সিল টাইপ। যে অংশগুলো সমন্বয়ে ড্রাই সেল গঠিত সেগুলো নিম্নরূপ ঃ

(ক) কার্বন দণ্ড (খ) ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড (গ) দস্তার পাত্র (ঘ) তামার ক্যাপ (ঙ) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (চ) চোষক কাগজ (ছ) শক্ত কাগজ ও গালা বা পিচ, বালি ইত্যাদি।

ড্রাই সেলে নেগেটিভ ইলেকট্রোড হিসেবে দস্তার পাত্র ব্যবহার করা হয় এবং পজিটিভ ইলেকট্রোড হিসেবে সঠিক মাপের কার্বন দণ্ড ব্যবহার করা হয় যা দস্তার পাত্রের মধ্যে বসানো থাকে। এ দণ্ডের উপরে পিতল বা তামার ক্যাপ লাগানো থাকে। দস্তার পাত্রে ইলেকট্রোলাইট হিসেবে পেস্ট বা জেল এর ন্যায় অ্যামেনিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহার করা হয়। কার্বন দণ্ডের চারপাশে ডিপোলারাইজার হিসেবে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ব্যবহার করা হয়, যা সেলে রাসায়নিক বিক্রিয়ার উৎপাদিত পানিকে চুষে নেয়। তা না হলে দস্তার পাত্র জিংক ক্লোরাইডে পরিণত হয়ে ইলেকট্রোলাইট লিক করতে পারে। কখনও কখনও ড্রাই সেল লিকপ্রুফ করার জন্য দস্তার পাত্রের চারদিকে ইস্পাতের পাতলা পাত দিয়ে মোড়ানো থাকে। ইলেকট্রোলাইট যেন শুকিয়ে না যায় তার জন্য সেলের উপরি ভাগ গালা দিয়ে বন্ধ করা হয়। পিতলের বা তামার ক্যাপ ও গালার মাঝে খুব সামান্য ফাঁক থাকে যাতে গ্যাস সৃষ্টি হলে বের হতে পারে। এ স্থানে অনেক সময় বালি দেওয়া হয়। এর উপর মোটা চোষক কাগজ দিয়ে মোড়ানো হয় এবং তার উপর প্রতিষ্ঠানের লেবেল লাগানো থাকে। প্রতিটি ড্রাই সেলের ইএমএফ ১.৫ ভোল্ট হয়। এ ধরনের সেলের বিদ্যুৎ ক্ষমতা খুব কম হয়ে থাকে।

চিত্রে একটি ড্রাই সেলের অভ্যন্তরীণগঠন দেখানো হলো।



চিত্র-৩.১৬ ড্রাই সেলের অভ্যন্তরীণ গঠন

৩.১.১৪ ড্রাই সেলের ব্যবহার (Use of Drycell)

যে সকল কাজে ড্রাই সেল ব্যবহার করা হয় তা হলো-

১। ইলেকট্রনিক ঘড়িতে
২। ক্যালকুলেটরে
৩। টর্চ লাইটে
৪। ক্যামেরায়
৫। রিমোটে
৬। রেডিও এবং টেপ রেকর্ডারে
৭। বিভিন্ন পরিমাপক যন্ত্রে।
৮। বিভিন্ন খেলনায়

৩.২ লেড-এসিড সেল (Lead Acid Cell)

সেকেন্ডারি বা সঞ্চয়ী সেল (Secondary Cell) : যে সকল সেল একবার কাজে ব্যবহার করার পর এর সঞ্চিত শক্তি শেষ হয়ে গেলে আবার চার্জ করে কাজের উপযোগী করা যায়, সেই সকল সেলকে সেকেন্ডারি সেল বলে। এ জাতীয় সেলকে সঞ্চয়ী সেলও বলা হয়। সেকেন্ডারি সেলে বৈদ্যুতিক শক্তি রাসায়নিক শক্তিরূপে জমা থাকে, তাই একে স্টোরেজ সেল বলা হয়।

৩.২.১ লেড-এসিড সেলের গঠন এবং কার্যপ্রণালী

নিচের চিত্রে লেড-এসিড সেলের গঠন ও কার্যপ্রণালী চিত্রসহ বর্ণনা করা হলো।

সেলের প্রধানত তিনটি অংশ থাকে। যথা-

১. বহি আবরণ বা সেলের কেস বা পাত্র।

২. ইলেকট্রোড : (ক) পজিটিভ ইলেকট্রোড বা ধণাত্মক পাত বা অ্যানোড (Positive Electrode): বাদামি রঙের লেড পার-অক্সাইড পাত।

(খ) নেগেটিভ ইলেকট্রোড বা ঋনাত্মক পাত বা ক্যাথোড (Negative Electrode): সছিদ্র ধূসর স্পঞ্জ লেড ।

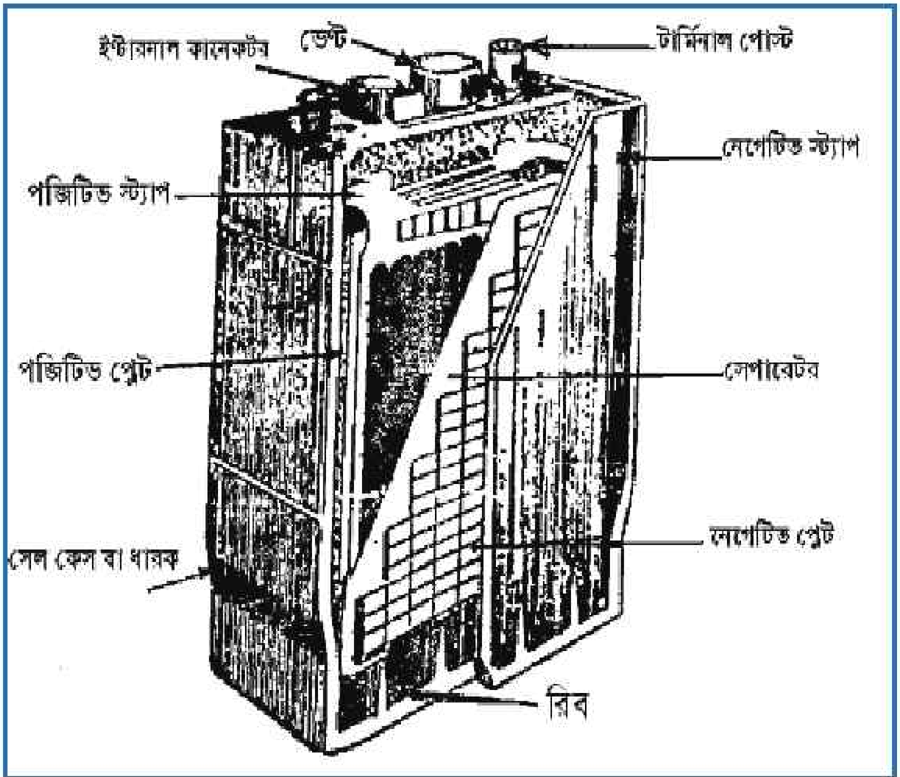
৩. ইলেকট্রোলাইট(Electrolite) : পাতলা সালফিউরিক এসিড।

১। বহি আবরণ:

এ সেলের বহি আবরণ ব্যাকলাইট, কঠিন রাবার অথবা কাঁচের তৈরি হয়ে থাকে। ইহা ব্যাটারির সব উপাদান ধারণ করে বলে একে ধারক বলে। ধারকে সেলের জন্য গ্রুপিং করা থাকে। ব্যাটারির ভোল্টেজ ক্যাপাসিটি সেল সংখ্যার উপর নির্ভর করে। প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ ক্যাপাসিটি ২ ভোল্ট হয়। অর্থাৎ ১২ ভোল্ট ব্যাটারির জন্য ৬ টি সেল থাকে।

২। ইলেকট্রোড বা প্লেট(Electrode or Plates):

পজিটিভ ও নেগেটিভ ইলেকট্রোড এন্টিমনি-লেড অ্যালয়ের শক্ত কাঠামো দ্বারা গঠিত, যাতে অ্যাকটিভ বা ক্রিয়াশীল পদার্থ চাপ প্রয়োগের মাধ্যমে লাগানো হয়। অ্যাকটিভ বা ক্রিয়াশীল পদার্থের প্রধান উপাদান হলো লেড-অক্সাইড। এ প্রক্রিয়ায় পজিটিভ প্লেট লেড পার-অক্সাইডে রূপান্তরিত হয় এবং গাঢ় বাদামি রং ধারণ করে। নেগেটিভ প্লেটটি ছিদ্রযুক্ত ধূসর বর্ণের লেডে রূপান্তরিত হয়। প্রতিটি সেলে পজিটিভ প্লেটের চেয়ে নেগেটিভ প্লেট একটি বেশি থাকে এবং বহির্ভাগের দুইটি প্লেটই নেগেটিভ প্লেট।



লিড-এসিড সেল

চিত্র-৩.১৭ লিড-এসিড সেলের বাহ্যিক গঠন

নেগেটিভ প্লেটের মাঝে একটি পজিটিভ প্লেট থাকে। সেলে প্লেটের সংখ্যা যত বেশি হবে ব্যাটারির ক্ষমতা তত বেশি হবে।

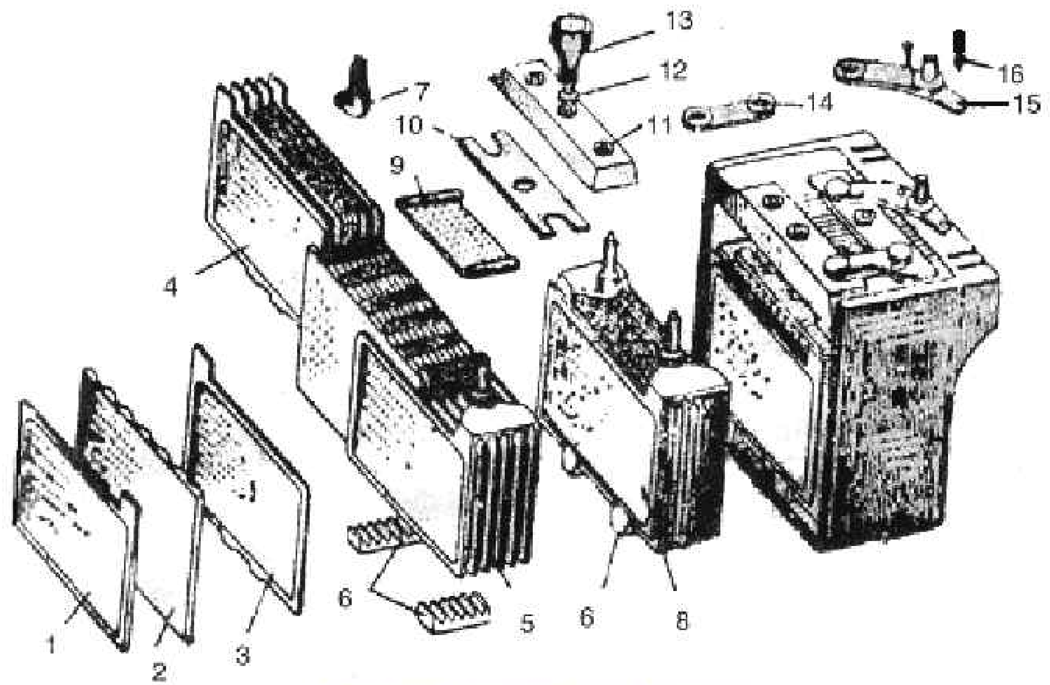
৩। ইলেকট্রোলাইট(Electrolytic):

লিড-এসিড সেলে ব্যবহৃত ইলেকট্রোলাইট হলো পাতলা সালফিউরিক এসিড দ্রবণ। এটির আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.১২ থেকে ১.২৪ পর্যন্ত হয়।

৪। লিড-এসিড সেলের অন্যান্য অংশ

১. উপাদানঃ

এ সেলের ধারণ ক্ষমতা প্লেটের ক্ষেত্রফলের উপর বা আয়তনের উপর নির্ভর করে। প্লেটের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির জন্য প্লেটগুলো আকার আকৃতিতে বৃহৎ করার পরিবর্তে এক গ্রুপ পজিটিভ এবং এক গ্রুপ নেগেটিভ প্লেট ব্যবহার করা হয় এবং সেগুলো অভ্যন্তরীণ ভাবে সংযোগ করে গ্রুপ ভিত্তিক একত্র করা থাকে। এরপর এ দুইটি দলকে একত্রে কোষে আবদ্ধ করা হয়, যাকে উপাদান বলে।



চিত্র-৩.১৮ লিড-এসিড সেলের বিভিন্ন অংশ

১। নেগেটিভ প্লেট ২। সেপারেটর ৩। পজিটিভ প্লেট ৪। পজিটিভ প্লেটগ্রুপ ৫। নেগেটিভ প্লেটগ্রুপ ৬।গ্রুপ সার্পোর্ট ৭। লগ ৮। প্লেট গ্রুপ ৯। গার্ড স্ক্রিন ১০। গার্ড প্লেট ১১। সেল কভার ১২। প্লাগ ওয়াশার ১৩। ভেন্টপ্লাগ ১৪। অভ্যন্তরীণ সেল কানেকটর ১৫। টার্মিনাল ১৬। স্ক্রু।

২. **সেপারেটর (Separator)**

পজিটিভ ও নেগেটিভ প্লেটের মধ্যে বৈদ্যুতিক শর্ট সার্কিটে যেন না ঘটে সে লক্ষ্যে অপরিবাহি পদার্থের তৈরি পাত উভয় প্লেটের মাঝখানে ব্যবহৃত হয় যাকে সেপারেটর বলে।এ সেপারেটরগুলো বিশেষভাবে সরু খাঁজ কাটা ছিদ্রযুক্ত কাঠের, রবারের বা কাঁচের তৈরি হয়ে থাকে। প্রাকৃতিক কাঠকে গরম ক্ষারীয় দ্রবণে ডুবানো হয়, যাতে কাঠের ভিতরকার এসিটিক এসিড এবং অন্যান্য উপাদান দূরীভূত হয়। সেপারেটরগুলোকে সব সময় আর্দ্র রাখা হয়। কোন কোন ক্ষেত্রে পাতলা ছিদ্র কঠিন রাবারের শিট কাঠের সেপারেটরের সাথে ব্যবহৃত হয়। কখনও কখনও কাঁচ ও কাঠ সেপারেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়। চিত্র ৩.১৮ এ সেপারেটর দেখানো হয়েছে।

৩. **ভেন্ট**

প্রতিটি সেলের বহিরআবরণের একটি করে ছিদ্র বা ভেন্ট থাকে। যার ভেতর দিয়ে ইলেট্রোলাইট বা দ্রবণের নিরমিত পরীক্ষা করা হয় এবং প্রয়োজনের সময় দ্রবণে পানি দেওয়া হয়। সেল যখন কাজ করে, তখন ভেন্ট প্লাগ দ্বারা বন্ধ করা থাকে, যাতে দ্রবণ বাইরে আসতে না পারে। ভেন্ট প্লাগের উপরিভাগে একটি সরু ছিদ্র থাকে যেন চার্জিং এর সময় গ্যাস নির্গত হতে পারে। চার্জের সময় এটি অবশ্যই খুলে রাখতে হবে।

৪. **ইন্টারনাল কানেকটর**

সেলের পজিটিভ প্লেটসমূহ একত্রে এবং নেগেটিভ প্লেটসমূহ একত্রে সীসার পাত দিয়ে সংযুক্ত থাকে। এটিই ইন্টারনাল কানেকটর যা ঝালাই করে তৈরি করা হয়।

৫. **এক্সটার্নাল কানেকটর**

কতগুলো সেল দিয়ে ব্যাটারি তৈরির ক্ষেত্রে সেল গুলোর মধ্যে বাহিরের দিকে নিয়ম অনুযায়ী সংযোগের জন্য সীসার যে পাত দিয়ে সংযুক্ত হয় সেটিই এক্সটার্নাল কানেকটর।

৩.২.২ লেড-এসিড সেলের ব্যবহার

নিচে লেড-এসিড সেলের (ব্যাটারির) ব্যবহারের তালিকা দেওয়া হলোঃ

১. মোটরগাড়ি (বাস, ট্রাক, লরী, কার, মাইক্রোবাস) চালু করার কাজে।
২. রেডিও, টেলিফোন একচেঞ্জ ইত্যাদি ক্ষেত্রে।
৩. আইপিএস এর সাথে।
৪. ইদানিংকালে মোটরসাইকেল, থ্রি-হুইলার চালাতে।

৫. রেলওয়ের সিগনাল সিস্টেমে।
৬. বৈদ্যুতিক পাওয়ার উৎপাদনের ক্ষেত্রে এবং এর কন্ট্রোল সিস্টেমে।
৭. সোলার সিস্টমে।

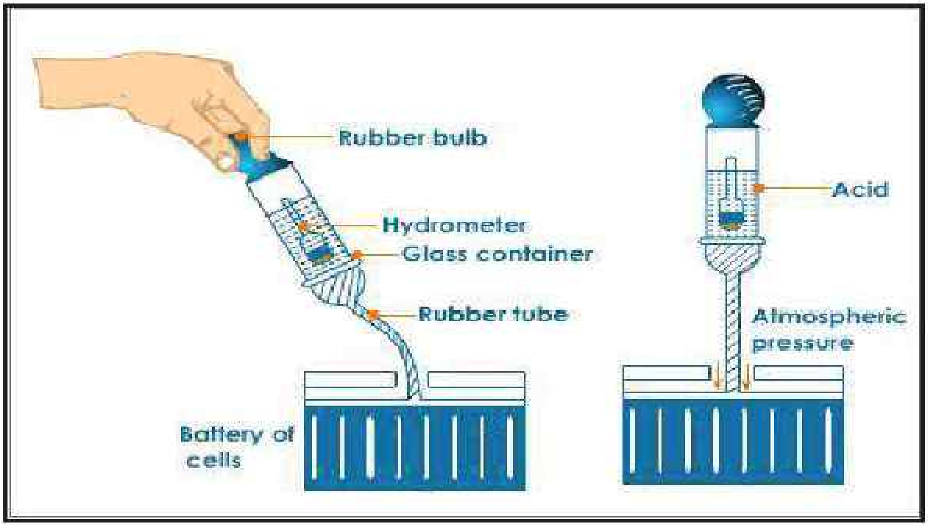
৩.২.৩ লিড-এসিড সেল চার্জ করার ক্ষেত্রে সতর্কতামূলক পদক্ষেপ সমূহ

সঠিক পদ্ধতি ও সতর্কতার সাথে লেড-এসিড সেল (ব্যাটারি) চার্জ করলে ব্যাটারির সেল সমূহ দীর্ঘস্থায়ী হয় এবং কার্যকারিতা বৃদ্ধি পায়। ব্যাটারি চার্জিং পদ্ধতির চিত্র ৩.১৯ এ দেখানো হয়েছে। চার্জের সময়ে সতর্ক পদক্ষেপ সমূহ নিম্নরূপ-

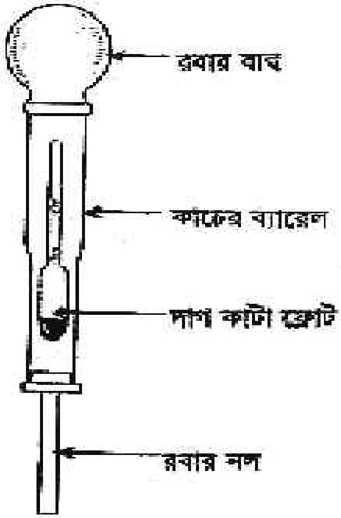
১. সঠিক পোলারিটিতে সংযোগ করতে হবে অর্থাৎ ব্যাটারির পজিটিভ সাপ্লাইয়ের সাথে পজিটিভ এবং ব্যাটারির নেগেটিভ সাপ্লাইয়ের সাথে নেগেটিভ সংযোগ করতে হবে ।
২. ডিসি সাপ্লাই দিয়ে চার্জ করতে হবে। চার্জিং ভোল্টেজ ব্যাটারির ভোল্টেজের চেয়ে বেশি হতে পারবে না।
৩. অল্প কারেন্ট প্রবাহে বেশি সময় ধরে চার্জ করতে হবে। এক্ষেত্রে প্রস্তুতকারকের নির্দেশ মতো ব্যাটারি চার্জ করা উচিত।
৪. চার্জের সময় ভেন্ট প্লাগ খুলে রাখতে হবে, যাতে বুদবুদ বা গ্যাস বের হতে পারে।
৫. সেলের এসিড লেভেল কমলে বিশুদ্ধ বা পাতিত (Distilled) পানি দিয়ে লেভেল সঠিক করে চার্জ করতে হবে। এক্ষেত্রে এসিড লেভেল প্লেটের ১৫ মি.মি. উপরে থাকা প্রয়োজন।
৬. চার্জের সময় হাইড্রোমিটার দিয়ে সেলের এসিডের আপেক্ষিক গুরুত্ব মাপতে হবে। ব্যাটারির পূর্ণ চার্জিং এ প্রতিটি সেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব হবে ১.৩১।
৭. ব্যাটারি চার্জের সময় হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাস বের হয় বলে কাছে আগুন নেওয়া যাবে না।
৮. শরীর বা জামা কাপড়ে যেন এসিড না লাগে এবং দুর্ঘটনায় নিরাপত্তার জন্য কাছেই পর্যাপ্ত পানি রাখা প্রয়োজন।
৯. বেশি চার্জিং কারেন্ট দ্বারা লেড এসিড ব্যাটারি চার্জ করা উচিত নয়।
১০. সেলের তাপমাত্রা কখনও ৪০°C অথবা ১২৫°F এর উপরে হওয়া উচিত নয়।
১১. লেড এসিড ব্যাটারির টার্মিনালদ্বয় চার্জ অথবা ডিচার্জ অবস্থায় শর্ট সার্কিট করা যাবে না।

৩.২.৪. হাইড্রোমিটার (Hydrometer)

হাইড্রোমিটারের দ্বারা ব্যাটারির ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific Gravity) পরিমাপ করা হয়। কোনো একটি পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব বলতে 4^0 সেলসিয়াস তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের পানির ভরের সাথে সম আয়তন বিশিষ্ট কোন একটি পদার্থ কতগুণ ভারি বা হাল্কা বুঝায়। লেড-এসিড সেল (ব্যাটারি) চার্জের সময় ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপ করা প্রয়োজন । একটি পূর্ণ চার্জ ব্যাটারির ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.২-১.৩ হয়ে থাকে। হাইড্রোমিটারের ভিতরে একটি কাঁচের নল আছে যেখানে তিনটি অংশ লাল, সাদা এবং সবুজ রং দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে। টেস্টটিউব এর সাহায্যে ব্যাটারি হতে ইলেকট্রোলাইট তুলে আপেক্ষিক গুরুত্ব মাপা হয়।


Rubber bulb
Hydrometer
Glass container
Rubber tube
Battery of cells
Acid
Atmospheric pressure

(ক)


রবার বাল্ব
কাচের ব্যারেল
দাগ কাটা ফ্লোট
রবার নল

(খ)

(খ)

চিত্র ৩.১৯ (ক) হাইড্রোমিটার (খ) ব্যাটারি চার্জিংপদ্ধতি

৩.২.৫ লিড-এসিড ব্যাটারি রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজনীয় পদক্ষেপ সমূহ

সঞ্চয়ী ব্যাটারি নির্দিষ্ট কার্যকালের পর সঠিকভাবে রক্ষণাবেক্ষণ করা হলে, ব্যাটারি দীর্ঘমেয়াদী কার্যক্ষম থাকে। ব্যাটারি দীর্ঘ মেয়াদী ত্রুটিমুক্ত ভাবে কাজ করার জন্য নিয়মিতভাবে পরিচর্যা করাকে ব্যাটারির রক্ষণাবেক্ষণ বলে। একে ব্যাটারি সার্ভেসিংও বলে। লেড-এসিড ব্যাটারির সঠিক রক্ষণাবেক্ষণ ব্যাটারির কার্যকারীতা বৃদ্ধি করে এবং ব্যাটারিকে দীর্ঘস্থায়ী করে। এর সঠিক রক্ষণাবেক্ষণের জন্য প্রয়োজনীয় পদক্ষেপ হলো-

১. ব্যাটারি পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন রাখতে হবে। আর্দ্র ও স্যাঁতস্যাঁতে জায়গায় ব্যাটারি রাখা যাবে না।
২. সঠিক পোলারিটি, সঠিক ভোল্টেজ ও কম কারেন্ট এ চার্জ করতে হবে। স্লো চার্জিং ব্যাটারিকে দীর্ঘস্থায়ী করে।
৩. চার্জের সময় হাইড্রোমিটার দিয়ে প্রতিটি সেলের এসিডের আপেক্ষিক গুরুত্ব মাপতে হবে।
৪. ডিসচার্জ অবস্থায় ব্যাটারি ফেলে রাখা যাবে না এবং কম চার্জে ব্যাটারি ব্যবহার করা যাবে না অর্থাৎ প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ ১.৮ ভোল্টের নিচে হলে। এ অবস্থায় ব্যাটারি চার্জ করতে হবে।
৫. ব্যাটারি ব্যবহারকালে সঠিকভাবে টার্মিনালে সংযোগ দিতে হবে।
৬. ব্যাটারির সেলসমূহে এসিড লেভেল কমলে বিশুদ্ধ বা পাতিত (Distilled) পানি এমনভাবে দিতে হবে যেন প্লেটসমূহ ১৫ মি.মি. এসিডে ডুবে থাকে।
৭. ডিসচার্জ রেট বা লোড অ্যাম্পিয়ার বেশি হওয়া চলবে না।
৮. পূর্ণ চার্জ অবস্থায় প্রতিটি সেলে আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.২ হতে ১.৩১ হওয়া প্রয়োজন।
৯. ব্যাটারিতে এসিড ঢালা যাবে না, প্রয়োজনে ডিষ্টিল ওয়াটার ঢালা যাবে।
১০. চার্জ করার সময় ব্যাটারির ভেন্ট প্লাগ খুলে চার্জ করতে হবে।

১১. ব্যাটারি প্রতিনিয়ত ওভারচার্জ করা যাবে না।

১২. ব্যাটারি ডিসচার্জ হওয়ার আগেই সঠিকভাবে চার্জ করলে ব্যাটারির কর্মক্ষমতা বাড়ে।

১৩. ব্যাটারির উপর কোন ধাতব পদার্থ পড়লে ব্যাটারি শর্ট হতে পারে। সেজন্য সাবধান থাকতে হবে।

১৪. ব্যাটারি মাটির উপর ও রোদে রাখা যাবে না।

৩.২.৬ ব্যাটারির রেটিং (Battery ratings): ব্যাটারির রেটিং বলতে উহার ভোল্টেজ, অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার ক্যাপাসিটি, ডিসচার্জ হার বা রেট ইত্যাদিকে বোঝায়। একটি ব্যাটারির রেটিং এ উহার ভোল্টেজ ক্যাপাসিটি, অ্যাম্পিয়ার আওয়ার ক্যাপাসিটি অর্থাৎ কত ঘন্টায় কী পরিমাণ অ্যাম্পিয়ার সরবরাহ দিতে সক্ষম। একটি ব্যাটারির রেটিং ১২ ভোল্ট, ৮০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার বলতে বোঝায়, উহা ১২ ভোল্টের লোডে ৮ অ্যাম্পিয়ার হারে ১০ ঘন্টা বা ১০ অ্যাম্পিয়ার হারে ৮ ঘন্টা চলতে সক্ষম।

ব্যাটারির রেটিং দুই ভাবে প্রকাশ করা হয়। (ক) ভোল্টেজ রেটিং এবং (খ) কারেন্ট রেটিং

কারেন্ট রেটিং: কোন নির্দিষ্ট হারে ব্যবহৃত সময়ে কারেন্ট সরবরাহের ক্ষমতাকে ব্যাটারীর কারেন্ট রেটিং বলে। ইহা ব্যাটারির গঠন এর উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ সেলে ব্যবহৃত এ্যাকটিভ পদার্থের পরিমাণ ও গুণাগুণের উপর নির্ভর করে।

ভোল্টেজ রেটিং: কোন নির্দিষ্ট হারে ব্যবহৃত সময়ের জন্য ভোল্টেজ সরবরাহের ক্ষমতাকে ব্যাটারির ভোল্টেজ রেটিং বলে। ইহা ব্যাটারিতে ব্যবহৃত এ্যাকটিভ পদার্থের ধরণ ও গুণাগুণের উপর নির্ভর করে।

৩.২.৭ ব্যাটারির ক্ষমতা: ব্যাটারির ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতা অ্যাম্পিয়ার আওয়ারে প্রকাশ করা হয়। চার্জযুক্ত একটি ব্যাটারি যে পরিমাণ বিদ্যুৎ শক্তি (অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার) সরবরাহ করতে সক্ষম তাকে ব্যাটারির ক্যাপাসিটি বলে। অর্থাৎ কোন ব্যাটারি প্রতি ঘন্টায় যত অ্যাম্পিয়ার সরবরাহ করতে পারে সেটাই ঐ ব্যাটারির ক্ষমতা। ইহাকে AH দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

১০ ভোল্ট, ১২.০ অ্যাম্পিয়ার ক্যাপাসিটির একটি ব্যাটারি ১০ ঘন্টা বিদ্যুৎ সরবরাহ দিতে সক্ষম হলে তার রেটিং হবে, ১০ ভোল্ট, ১২০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার।

ব্যাটারির ক্যাপাসিটি যে বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে:

ব্যাটারির ক্ষমতা নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে-

(ক) প্লেটের সাইজের উপর

(খ) প্রতি সেলে প্লেটের সংখ্যার উপর

(গ) এসিডের পরিমাণ ও ঘনত্বের উপর

(ঘ) তাপমাত্রার উপর

(ঙ) ডিসচার্জ হারের উপর

(চ) ব্যাটারির ভোল্টেজ

(ছ) ব্যাটারির কারেন্ট

অনুসন্ধানমূলক কাজ ২: ব্যাটারির বিভিন্ন অংশ পর্যবেক্ষণ করে অংশগুলোর চিত্র অংকন করে দেখাও।

সেলের সংযোগ
Connection of Cell

প্রতিটি বৈদ্যুতিক সেলে উৎপাদিত ডিসি ভোল্টেজের পরিমাণ সীমিত। বেশি পরিমাণের প্রয়োজনীয় ডিসি ভোল্টেজ পেতে এবং কারেন্ট ক্যাপাসিটি বাড়াতে সেলের সংযোগ বা গ্রুপিং করা হয়। সেল গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা, প্রকার ভেদ ইত্যাদি বিষয় নিয়ে আলোচনা করা হবে।

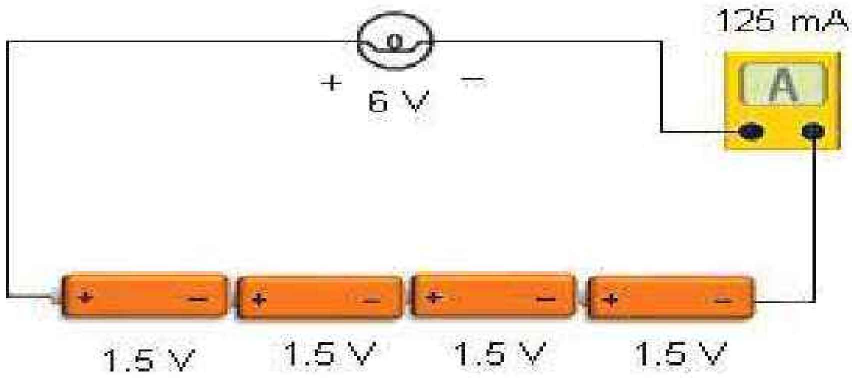
সেল সংযোগ : অনেক ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক সিস্টেমে ভোল্টেজ ও কারেন্ট এর পরিমাণ বৃদ্ধির জন্য কতকগুলো সেল বা প্রয়োজনীয় সংখ্যক সেলকে নিয়ম অনুযায়ী একত্রে সংযোগ করার প্রয়োজন হয়। একে সেলের সংযোগ বলে। সেলের এরূপ সংযোগকে একত্রে ব্যাটারি বলা হয়। ভোল্টেজ বৃদ্ধি, কারেন্ট বৃদ্ধি বা ভোল্টেজ ও কারেন্ট উভয়ই বৃদ্ধির চাহিদার উপর নির্ভর করে সেলের সংযোগ করা হয়।

৩.৩ সেল সংযোগের শ্রেণিবিভাগ - সেলকে তিনভাবে সংযোগ বা গ্রুপিং করা যায়-

ক) সিরিজ সংযোগ, খ) প্যারালাল সংযোগ এবং গ) সিরিজ-প্যারালাল বা মিশ্র সংযোগ।

৩.৩.১ সেল সংযোগের প্রয়োজনীয়তা: সেলের সিরিজ সংযোগে ভোল্টেজের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়, আর প্যারালাল সংযোগে কারেন্ট এবং মিশ্র সংযোগে ভোল্টেজ ও কারেন্ট উভয়ই বৃদ্ধি পায়। লোডের প্রয়োজন অনুযায়ী বা ব্যবহারিক ক্ষেত্র অনুসারে সেলের প্রয়োজনীয় সংযোগ করে ব্যাটারি তৈরি করা হয়।
প্রতিটি ড্রাই সেলের ইএমএফ ১.৫ ভোল্ট, নিকেল ক্যাডমিয়াম সেলের ইএমএফ ১.৪ ভোল্ট এবং লিড এসিড সেলের ইএমএফ ২.০ ভোল্ট হয়। আর অ্যাম্পিয়ার ক্যাপাসিটি সীমিত। ব্যবহারিক ক্ষেত্রের প্রয়োজন অনুসারে কতকগুলো সেলকে নিয়ম অনুযায়ী (সিরিজ বা প্যারালাল বা মিশ্র) সংযোগ করে ভোল্টেজ ও অ্যাম্পিয়ার ক্যাপাসিটি বাড়াতে সেলের সংযোগ করা হয়। কারেন্ট বৃদ্ধিতে সেলের প্যারালাল সংযোগ আর ভোল্টেজ বৃদ্ধিতে সেলের সিরিজ সংযোগ করা হয়। ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারে সেলের সংযোগ বা গ্রুপিং খুব গুরুত্বপূর্ণ।

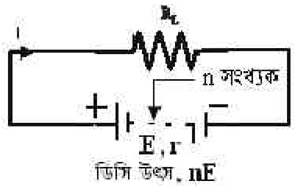
৩.৩.২ সেলের সিরিজ সংযোগ (Series Grouping of Cell): যখন সেলগুলোর মধ্যে ১ম টির ঋণাত্মক প্রান্ত ২য় টির ধণাত্মক প্রান্তের সাথে আবার ২য় টির ঋণাত্মক প্রান্ত ৩য় টির ধণাত্মক প্রান্তের সাথে এভাবে পর পর সংযোগ করা হয়, তখন সেলগুলোর এরূপ সংযোগকে সিরিজ সংযোগ বলে। ৩.২০ নং চিত্রে সেলের সিরিজ সংযোগ দেখানো হয়েছে।



(A)

চিত্র - ৩.২০ সেলের সিরিজ সংযোগ।

৩.৩.৩ সেলের সিরিজ সংযোগের গুরুত্ব: প্রায় সকল ইলেকট্রনিক সরঞ্জামাদি / যন্ত্রপাতির ভোল্টেজ রেটিং বেশি থাকে। বাজারে প্রাপ্ত সেলের ভোল্টেজ ১.৫ ভোল্ট। বেশি ভোল্টেজ রেটিং এর যন্ত্রপাতি চালাতে বেশি ভোল্টেজের ব্যাটারি প্রয়োজন হয়। সেলের সিরিজ সংযোগে ব্যাটারির ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায়। লোডের প্রয়োজন অনুযায়ী ভোল্টেজ বাড়াতে সেলের সিরিজ সংযোগ করা হয়। এ সংযোগে কারেন্ট ক্যাপাসিটি একই থাকে অর্থাৎ সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট প্রতিটি সেলের সমান হয়। লোডের ভোল্টেজ বেশি প্রয়োজন হলে সেলের সিরিজ সংযোগে ব্যাটারি তৈরি করা হয় ৩.২০ নং চিত্র অনুযায়ী প্রতিটি ১.৫ ভোল্ট এর সেল সিরিজে সংযুক্ত করায় আউটপুটে ৬.০ ভোল্ট পাওয়া যায়। নিচের চিত্র ৩.২১ তে লোডসহ n সংখ্যক সেলের সিরিজ গ্রুপিং দেখানো হলো।



চিত্র - ৩.২১ লোডসহ সেলের সিরিজ সংযোগ।

ধরি, সিরিজে সংযুক্ত প্রতিটি সেলের ইএমএফ $= E$

প্রতিটি সেলের অভ্যন্তরীণ রোধ $= r$

সংযুক্ত লোডের রোধ $= R$

তড়িৎ প্রবাহ $= I$

এবং সংযুক্ত সেল সংখ্যা $= n$

তাহলে সিরিজে সংযুক্ত সেলের মোট ই এম এফ = nE

n সংখ্যা বর্তনীর মোট অভ্যন্তরীণ রোধ = nr

বর্তনীর মোট রোধ = R_L+nr

বর্তনীতে প্রবাহিত কারেন্ট, $I = \frac{nE}{R_L+nr}$.

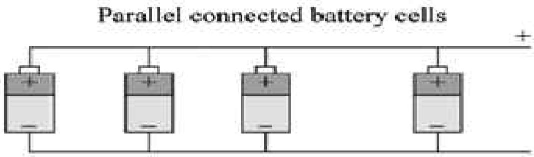
সার্কিটে কার্যাদেয় ভোল্টেজ সূত্র প্রয়োগ করে তাই $nE = I(nr+R_L)$

বা, $I = \frac{nE}{R_L+nr}$

সবই প্রচলিত অর্থ বহন করে এবং সাধারণ এককে প্রকাশিত।

সেলের অভ্যন্তরীণ রোধ কম হলে সেলের সিরিজ সংযোগ বেশি কার্যকরী হয়।

৩.৩.৪ সেলের প্যারালাল সংযোগ (Parallel Grouping of Cell): যখন কতকগুলো সেলের পজেটিভ বা ধণাত্মক প্রান্তকে এক বিন্দুতে এবং নেগেটিভ বা ঋণাত্মক প্রান্তগুলো অন্য আর এক বিন্দুতে সংযোগ করা হয়, তখন তাকে সেলের প্যারালাল সংযোগ বলে। প্যারালালে সংযুক্ত সেলসমূহের ইএমএফ একই হওয়া আবশ্যক। তা না হলে লোডে সংযুক্ত না করলেও ব্যাটারির ক্ষমতা কমে যাবে। চিত্র- ৩.২২ এ সেলের প্যারালাল সংযোগ দেখানো হয়েছে।

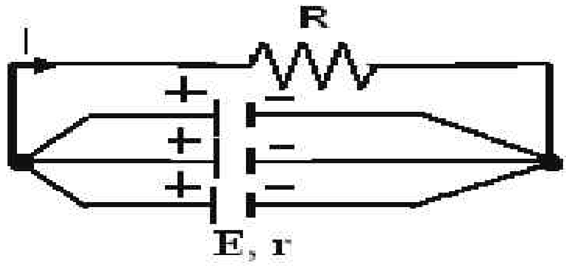


চিত্র ৩.২২ সেলের প্যারালাল সংযোগ।

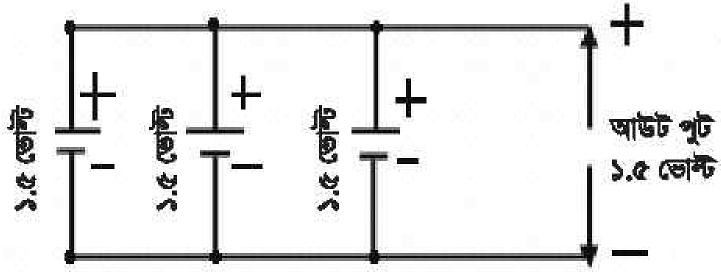
৩.৩.৫ সেলের প্যারালাল সংযোগের গুরুত্ব

আমরা যে সমস্ত ইলেকট্রনিক সরঞ্জামাদি ব্যবহার করি সেগুলোর ভোল্টেজ রেটিং ও কারেন্ট রেটিং একই হয় না। লোডের প্রয়োজন অনুযায়ী কারেন্ট প্রবাহ বাড়াতে সেলের প্যারালাল সংযোগ করা হয়। অর্থাৎ যে সমস্ত যন্ত্রপাতির জন্য বেশি কারেন্ট প্রয়োজন হয় সে সমস্ত যন্ত্রপাতি পরিচালনায় সেলের প্যারালাল সংযোগ একান্ত প্রয়োজন। সেলের প্যারালাল সংযোগে ব্যাটারির ভোল্টেজ একই থাকে এবং কারেন্ট প্রবাহ বৃদ্ধি পায়; অর্থাৎ সার্কিটের ভোল্টেজ প্রতিটি সেলের সমান হয়। লোডের ক্ষমতা অনুযায়ী কারেন্ট প্রবাহ বাড়াতে সেলের প্যারালাল সংযোগ করা হয়। সেলের প্যারালাল সংযোগে প্রতিটির ইএমএফ বা বিভব পার্থক্য একই হওয়া প্রয়োজন। এ সংযোগে প্রবাহিত মোট কারেন্ট সবগুলো সেলের কারেন্টের যোগফলের সমান। অর্থাৎ ব্যাটারির কারেন্ট ক্যাপাসিটি বাড়ে। দীর্ঘ সময় চালানোর জন্য সেলের প্যারালাল সংযোগ করা হয়। লোডের কারেন্ট বেশি প্রয়োজন হলে প্যারালাল সংযোগে ব্যাটারি তৈরি করা হয়।

নিচে চিত্র নং ৩.২৩-তে সেলের প্যারালাল সংযোগ দেখানো হয়েছে।



ডিসি উৎস, E



চিত্র ৩.২৩ লোড রেজিস্টরসহ সেলের প্যারালাল সংযোগ।

ধরি, প্যারালাল সংযুক্ত প্রতিটি সেলের ই এম এফ $= E$

প্রতিটি সেলের অভ্যন্তরীণ রোধ $= r$

সংযুক্ত লোডের রোধ $= R_L$, তড়িৎ প্রবাহ $= I$

এবং সংযুক্ত সেল সংখ্যা $= n$

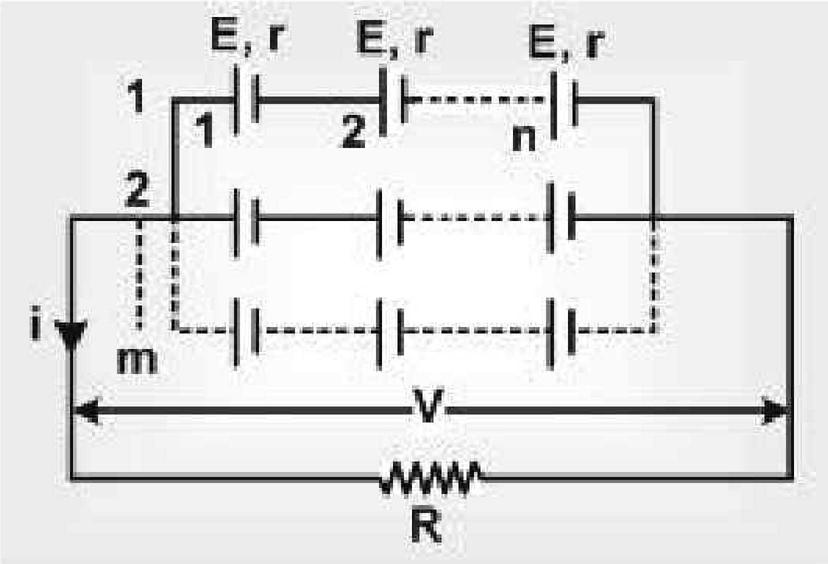
তাহলে, সেলগুলোর সংযোগে ব্যাটারির ইএমএফ $= E$ (যেহেতু সেলগুলো প্যারালালে সংযুক্ত)

বর্তনীর অভ্যন্তরীণ রোধ $= \frac{r}{n}$

R_L সিরিজে সংযোগ করলে বর্তনীর মোট সমতুল রোধ $= (-R_L + \frac{r}{n})$ ওহম হবে।

বর্তনীতে প্রবাহিত কারেন্ট, $I = \frac{E}{R_L + \frac{r}{n}}$

৩.৩.৬ সেলের সিরিজ-প্যারালাল বা মিশ্র সংযোগ :



চিত্র ৩.২৪ সেলের মিশ্র সংযোগ

সিরিজ প্যারালাল ব্যাটারির সংযোগ

প্রতিটি সেলের ই এম এফ = E ভোল্ট

বিন্যাসকৃত সকল সেলের ই এম এফ সমান হলে = nE ভোল্ট

প্রতিটি সিরিজ গ্রুপে সেল সংখ্যা = n (এখানে n = ১,২,৩,)

প্রতি সারিতে মোট ই এম এফ = nE ভোল্ট

প্যারালাল সার্কিটে ই এম এফ সমান থাকায় মোট ই এম এফ = nE ভোল্ট

প্রতিটি সেলের অভ্যন্তরীণ রোধ = r ওহম

প্রতি সেলে মোট অভ্যন্তরীণ রোধ = nr ওহম

m সংখ্যক সারিতে মোট সমতুল্য রোধ = $\frac{nr}{m}$ ওহম

সার্কিটের মোট সমতুল্য রোধ = $(\frac{nr}{m} + R_L)$ ওহম

সার্কিটে কার্শাদের ভোল্টেজ সূত্র প্রয়োগ করে পাই

$$nE = I(\frac{nr}{m} + R_L)$$

বা, $$I = \frac{mnE}{nr + mR_L}$$

সমস্যা-১: ২ ভোল্ট ইএমএফ এবং ০.০৫ ওহম অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স বিশিষ্ট ৪ টি সেল সিরিজে সংযোগ করে ৫ ওহম লোডের সাথে যুক্ত করা হলো। লোডের মধ্য দিয়া কত কারেন্ট প্রবাহিত হবে?

সমাধান: আমরা জানি, সেলের সিরিজ সংযোগে লোডে প্রবাহিত কারেন্ট, $I = \frac{nE}{R + nr}$.

এখানে দেওয়া আছে, প্যারালাল সংযুক্ত প্রতিটি সেলের ইএমএফ, E= ২ ভোল্ট

প্রতিটি সেলের অভ্যন্তরীণ রোধ, r = ০.০৫ ওহম

সংযুক্ত লোডের রোধ, R= ৫ ওহম

তড়িৎ প্রবাহ = I

এবং সংযুক্ত সেল সংখ্যা, n =৪ টি

অতএব লোডে প্রবাহিত কারেন্ট, $I = \frac{nE}{R + nr}$

$= \frac{৪ \times ২}{৫ + ৪ \times ০.০৫}$

$= \frac{৮}{৫ + ০.২}$

= ১.৫৩৮ অ্যাম্পিয়ার। (উত্তর)

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

১। কয়েকটি নবায়ন যোগ্য জ্বালানির নাম লেখ।

২। সোলার প্যানেলের মাধ্যমে কী ধরনের বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়?

৩। ইনভার্টারের কাজ কী?

৪। লিড-এসিড ব্যাটারির এসিডের আপেক্ষিক গুরুত্বের মান কত হওয়া উচিত?

৫। সোলার প্যানেল সিস্টেমের চার্জ কোথায় জমা হয়?

৬। সেল কী?

৭। প্রাইমারি সেলের উদাহরণ দাও।

৮। সেল এর প্রধান দুইটি অংশ কী কী?

৯। সেকেন্ডারি সেলের উদাহরণ দাও।

১০। সেলের শ্রেণি বিভাগ কর।

১১। সেল-এ কোন ধরনের ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়?

১২। সেকেন্ডারি সেলের সুবিধা কী?

১৩। লিড-এসিড ব্যাটারি কোন ধরনের সরবরাহে চার্জ করা হয়?

১৪। লিড-এসিড ব্যাটারিতে ইলেকট্রোলাইট হিসেবে কী থাকে?

১৫। চার্জ অবস্থায় লিড এসিড সেলের ভোল্টেজ কত থাকে?

১৬। মোটর গাড়ি চালু করতে কোন ব্যাটারি ব্যবহার করা হয়?

১৭। লিড-এসিড ব্যাটারির এসিডের আপেক্ষিক গুরুত্ব কী দিয়ে মাপা হয়?

১৮। সেলের সিরিজ সংযোগ কেন করা হয়?

১৯। সেলের প্যারালাল সংযোগ কেন করা হয়?

২০। ড্রাই সেলে ডিপোলারাইজার হিসেবে কী ব্যবহার করা হয়?

২১। ড্রাই সেলে ইলেকট্রোলাইট হিসেবে কী ব্যবহার করা হয়?

২২। ড্রাই সেলে মাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের কাজ কী?

২৩। ড্রাই সেলের অসুবিধা কী?

২৪। প্রতিটি ড্রাই সেলের ইএমএফ কত?

সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

১। নবায়ন যোগ্য জ্বালানি প্রয়োজন কেন?

২। সোলার প্যানেল সিস্টেমের প্রধান উপাদান কী কী?

৩। লোড কত প্রকার ও কী কী?

৪। ব্যাটারি বলতে কী বোঝায়?

৫। সেল ও ব্যাটারির মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ করো।

৬। সেলে উৎপন্ন ই এম এফ কিসের উপর নির্ভর করে? এর মান কত?

৭। সেলে সেপারেটরের কাজ লেখ।

৮। লিড-এসিড সেলকে সঞ্চয়ী সেল বলা হয় কেন?

৯। সেলে ভেন্ট প্লাগ ব্যবহারের গুরুত্ব লেখ।

১০। লিড-এসিড সেলের ইলেকট্রোড কিসের তৈরি?

১১। লিড-এসিড ব্যাটারিতে কয় ধরনের ইলেকট্রোড ব্যবহার করা হয় ও কী কী?

১২। সেলের সিরিজ-প্যারালাল সংযোগ কাকে বলে?

রচনামূলক-উত্তর প্রশ্ন

১। সৌরশক্তি থেকে বিদ্যুৎ উৎপাদনের প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করো।

২। প্রচলিত বিদ্যুৎ উৎপাদন পদ্ধতির সাথে সোলার প্যানেল সিস্টেমের তুলনা মূলক আলোচনা করো।

৩। সোলার প্যানেল ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা আলোচনা করো।

৪। সঞ্চয়ী সেল কাকে বলে? লিড-এসিড সঞ্চয়ী ব্যাটারির প্রধান অংশগুলোর নাম উল্লেখ পূর্বক এর কাজ মূল্যায়ন করো।

৫। লিড-এসিড ব্যাটারি চার্জিং এ সতর্কতামূলক পদক্ষেপ সমূহ বর্ণনা করো।

৬। লিড-এসিড সঞ্চয়ী ব্যাটারির ব্যবহার লেখ।

৭। সেলের সিরিজ সংযোগ পদ্ধতি (চিত্র সহ) বর্ণনা করো ।

৮। সেলের প্যারালাল সংযোগ পদ্ধতি বর্ণনা করো।

৯। চিত্রসহ ড্রাই সেলের গঠন বর্ণনা করো।

ব্যাবহারিক (Practical)

জব নং-১: সোলার প্যানেলের বিভিন্ন অংশ পর্যবেক্ষণ ও শনাক্তকরণ

পারদর্শিতার মানদন্ড

১. সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিতকরণ এবং বিভিন্ন অংশ পর্যাবেক্ষণকরণ ।

২. সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের কাজ শিখতে পারবো।

৩. সোলার সিস্টেমের সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন করতে পারবে।

৪. ড্রয়িং অনুযায়ী সোলার প্যানেল ও চার্জ কন্টোলার স্থাপন করে সংযোগ করতে পারবে।

৫. ড্রয়িং অনুযায়ী চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে সঞ্চয়ী ব্যাটারি সংযোগ করতে পারবো।

৬. চার্জ কন্ট্রোলার হতে ডিসি লোড সরবরাহ দিতে পারবো।

৭. ব্যাটারি হতে ইনভার্টার সংযোগ দিতে পারবো।

৮. ইনভার্টারের আউটপুট হতে এসি বৈদ্যুতিক লোড সরবরাহ দিতে পারবো।

৯. অ্যাভোমিটার দিয়ে এসি ভোল্টেজ, ডিসি ভোল্টেজ, এসি কারেন্ট ও ডিসি কারেন্ট নির্ণয় ও পরিমাপ করতে পারবো।

১০. এসি লোড চালু করে এসি ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরিমাপ করতে পারবো।

চিত্র ৩.২০ সোলার প্যানেলের বিভিন্ন অংশ

২০২৬

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	অ্যাপ্রন	মোটা কাপড়ের (উন্নতমানের)	১ টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	রাবারর তৈরি	১ জোড়া
০৩	মাস্ক	উন্নতমানের	১ টি
০৪	জুতা	রাবারের তৈরি	১ জোড়া
০৫	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instrument)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	০১ টি
০২	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কাটিং প্লায়ার্স	৬ইঞ্চি	০১ টি
০৪	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৫	নোজ প্লায়ার্স	৬ ইঞ্চি	০১ টি
০৬	বলপিন হ্যামার	০.৫ পাউন্ড	০১ টি
০৭	ওয়্যার স্ট্রীপার	স্ট্যান্ডার্ড মানের	০১ টি
০৮	হ্যাকস	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০৯	মেলেট	রাবার/কাঠের তৈরি	১ টি
১০	ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন	হ্যামার টাইপ	০১ টি
১১	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার মেশিন	২৫০ ওয়াট	০১ টি
১২	ভোল্টমিটার	অ্যানালগ/ডিজিটাল	০১ টি
১৩	অ্যামিটার	৫ অ্যাম্পিয়ার ডিসি	০১ টি
১৪	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	৬ ইঞ্চি	০১ টি
১৫	ইনভার্টার	প্রমাণ সাইজ	০১টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials required)

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার/ক্যাবল	৬ এমএম	১ কয়েল
০২	সুইচ	৫ অ্যাম্পিয়ার	৪ টি
০৩	সকেট	২ পিন ৫অ্যাম্পিয়ার	৪ টি
০৪	সোলার প্যানেল	৩৬ সেলের	০১ টি
০৫	ব্যাটারি	৬০ অ্যাম্পিয়ার আওয়ার	০১ টি
০৬	চার্জ কন্ট্রোলার	স্ট্যান্ডার্ড	০১ টি
০৭	তারসহ ব্যাটারি কানেক্টর	-	০১ সেট

০৯	ইলেকট্রিক লোড	৪০ ওয়াট	০১টি
১০	হ্যান্ড স্যানিটাইজার	WHO নির্দেশিত	১ বোতল

কাজের ধাপ (Working Procedure)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও নিয়ম অনুযায়ী PPE পরিধান করব;
- প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;
- সোলার প্যানেলের বিভিন্ন অংশ পর্যবেক্ষণ করব;
- সোলার হোম পাওয়ার সিস্টেমে ব্যবহৃত যন্ত্রাংশ ও মালামাল চিহ্নিত করব;
- সোলার হোম সিস্টেমে ব্যাটারি স্থাপনের সাধারণ নিয়মাবলি ব্যক্ত করব;
- সোলার হোম সিস্টেমের ব্যাটারি রক্ষণাবেক্ষণ পদ্ধতি কী তা ব্যক্ত করব;
- কাজ শেষে সংগৃহিত টুলস ও অন্যান্য সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে জমা দিব।

➢ **সতর্কতা (Precaution)**

- প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করব;
- সোলার প্যানেল, কন্ট্রোলার ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি অত্যন্ত সাবধানতার সাথে পর্যবেক্ষণ করব যেন আঘাত প্রাপ্ত না হয়;

➢ **অর্জিত দক্ষতা :** সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন অংশ খোলা, মেরামতকরা ও পুন সংযোজন এবং রক্ষণাবেক্ষণের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। জব সংক্রান্ত জ্ঞান ও দক্ষতা বাস্তব জীবনে ঠিকভাবে প্রয়োগ করা সম্ভব হবে।

জব-২: সোলার প্যানেল স্থাপন (Installation of Solar Panel)

পারদর্শিতার মানদণ্ড

১. সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করতে পারবো।
২. সোলার সিস্টেমের সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন করতে পারবে।
৩. ড্রয়িং অনুযায়ী সোলার প্যানেল ও চার্জ কন্টোলার স্থাপন করে সংযোগ করতে পারবে।
৪. ড্রয়িং অনুযায়ী চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে সঞ্চয়ী ব্যাটারি সংযোগ করতে পারবো।
৫. চার্জ কন্ট্রোলার হতে ডিসি লোড সরবরাহ দিতে পারবো।
৬. ব্যাটারি হতে ইনভার্টার সংযোগ দিতে পারবো।
৭. ইনভার্টারের আউটপুট হতে এসি বৈদ্যুতিক লোড সরবরাহ দিতে পারবো।
৮. অ্যাভোমিটার দিয়ে এসি ভোল্টেজ, ডিসি ভোল্টেজ, এসি কারেন্ট ও ডিসি কারেন্ট নির্ণয় ও পরিমাপ করতে পারবো।
৯. এসি লোড চালু করে এসি ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরিমাপ করতে পারবো।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	অ্যাপ্রন	মোটাকাপড়ের (উন্নতমানের)	১ টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	অপরিবাহী পদার্থের তৈরি	১ জোড়া
০৩	মাস্ক	উন্নতমানের	১ টি
০৪	জুতা	লাইটওয়েট, ইলেকট্রিক ওয়ার্কস গ্রেড	১ জোড়া
০৫	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instrument)

ক্রমিক নং	টুলস ও যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৮ইঞ্চি	০১ টি
০২	ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	৮ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার	৬ইঞ্চি	০১ টি

০৪	কাটিং প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৫	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৬	নোজ প্লায়ার্স	৬ইঞ্চি	০১ টি
০৭	বলপিন হ্যামার	০.৫০ পাউন্ড	০১ টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	৬ ইঞ্চি	০১ টি
০৯	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬ ইঞ্চি	০১ টি
১০	হ্যাকস	১২ইঞ্চি	০১ টি
১১	মেলেট	রাবার/কাঠের	১ টি
১২	ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন	২২০ ভোল্টএসি	০১ টি
১৩	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার মেশিন	২২০ ভোল্টএসি	০১ টি
১৪	অ্যাভোমিটার	অ্যানালগ /ডিজিটাল	০১ টি
১৫	ক্লিপ অন মিটার	৫ এ্যাম্প.	০১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (RequiredMaterials)

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	সিঙ্গেল কোর পিভিসি /ক্যাবল	৬ এম এম	১ কয়েল
০২	সোলার প্যানেল	৪০ ওয়াট	৪ টি
০৩	ব্যাটারি	৬০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার	৪ টি
০৪	তারসহ ব্যাটারি কানেকটর	তামার	২ সেট
০৫	চার্জ কন্ট্রোলার	স্ট্যান্ডার্ড মানের	১ টি
০৬	লোড	বাতি, ফ্যান, টিভি	১ টিকরে
০৭	সোলার প্যানেল সাপোর্ট	স্টিলের তৈরি	প্রয়োজনমতো

চিত্র-৩.২১ সার্কিট ডায়াগ্রাম

কাজের ধাপ (Working Procedure)

- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করব;
- প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ইকুইপেন্ট ও সোলার সেলের অন্যান্য সরঞ্জাম নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;
- উপযুক্ত স্থান নির্বাচন করে ব্যাটারি নির্মাতা কর্তৃক নির্দেশনা অনুযায়ী ব্যাটারী স্থাপন করব;
- প্রথমে যেখানে সোলার সিষ্টেম লাগাতে হবে সেই জায়গার একটি ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম করব;
- চার্জ কন্ট্রোলারটি উপযুক্ত স্থানে স্ক্রু দিয়ে সঠিকভাবে স্থাপন করব;
- চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে ব্যাটারি, সোলার প্যানেল ও লোড ড্রয়িং অনুযায়ী বৈদ্যুতিক সংযোগ করব;
- বাড়ির যে স্থানে সূর্যোদয় থেকে সূর্যাস্ত পর্যন্ত আলো থাকে সে স্থানে প্যানেল স্থাপন করব;
- সোলার প্যানেল সাপোর্টের উপর এমনভাবে বসাতে হবে যেন ২৩° কোণে সূর্যের সর্বোচ্চ আলো পায়;
- ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী প্রথম কন্ট্রোলার লাগাতে হবে। লক্ষ্য রাখতে হবে যে, কন্ট্রোলার থেকে প্যানেলের দূরত্ব যেন ২৫ ফুটের বেশী না হয়;
- চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে ব্যাটারীর সংযোগ দিতে হবে। এ ক্ষেত্রে প্রথমে নেগেটিভ (-) সংযোগ অতঃপর পজিটিভ (+) সংযোগ দিতে হবে। প্যানেলের সংযোগ দেওয়া মাত্র (দিনের বেলা) চার্জ কন্ট্রোলারের চার্জিং লাইটটির এলইডি জ্বলে উঠবে;

ফর্মা

- সর্বশেষে বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের (ফ্যান, লাইট, টিভি ইত্যাদি) সংযোগগুলিকে পর্যায়ক্রমে চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে সংযুক্ত করে সোলার সিস্টেমের পারফরমেন্স পরীক্ষা করব;
- কাজ শেষে সংগৃহিত টুলস ও অন্যান্য সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে গুছিয়ে রাখব;

➢ সতর্কতা (Precaution)

- সাবধানতার সাথে পর্যবেক্ষণ করব যেন কোন অংশ আঘাত প্রাপ্ত না হয়;
- ব্যাটারির সাথে চার্জ কন্ট্রোলার সঠিক পোলারিটি অনুসারে সংযোগ করব।

➢ অর্জিত দক্ষতা

সোলার প্যানেল স্থাপনের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। বাস্তব জীবনে জবটির ঠিক প্রয়োগ করা সম্ভব হবে।

জব ৩ ব্যাটারী ও চার্জ কন্ট্রোলার ইনস্টল

পারদর্শিতার মানদন্ড

১. ডিসচার্জ অবস্থায় ব্যাটারির প্রতিটি সেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপ করতে পারবো।

২. ডিস চার্জ অবস্থায় প্রতিটি সেল অথবা ব্যাটারির ডিসি ভোল্টেজ নির্ণয় করতে পারবো।

৩. ব্যাটারি চার্জার সংযোগ করে ব্যাটারি চার্জ করতে পারবো।

৪. পূর্ণ চার্জ অবস্থায় প্রতিটি সেলের ইলেকট্রোলাইট পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণ করতে পারবো।

৫. পূর্ণ চার্জ অবস্থায় ব্যাটারির আপেক্ষিক গুরুত্ব ও ভোল্টেজ পরিমান করতে পারবো।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	অ্যাপ্রন	মোটাকাপড়ের (উন্নতমানের)	১ টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	অপরিবাহী পদার্থ দিয়ে তৈরি	১ জোড়া
০৩	মাস্ক	উন্নতমানের	১ টি
০৪	জুতা	লাইটওয়েট, ইলেকট্রিক ওয়ার্কস গ্রেড	১ জোড়া
০৫	সেফটি হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড	১ টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Instrument)

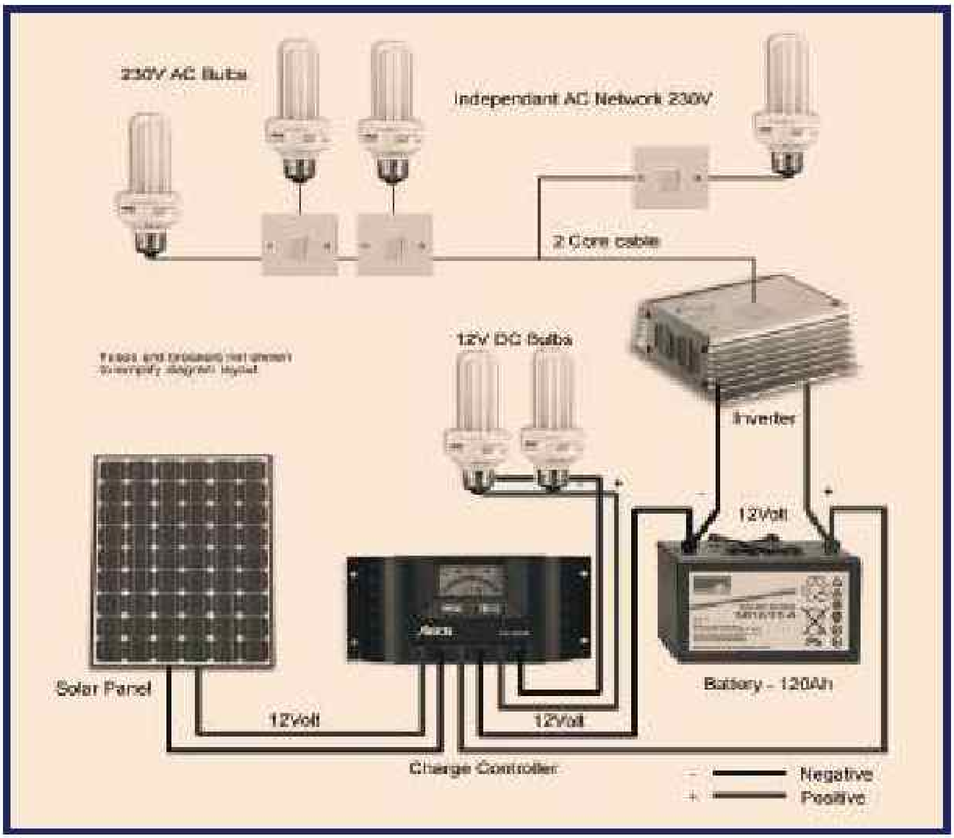
ক্রমিক নং	টুলস ও যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০২	ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	১২ ইঞ্চি	০১ টি
০৩	কানেকটিং স্ক্রুড্রাইভার	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৪	কাটিং প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৫	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৬	নোজ প্লায়ার্স	৮ ইঞ্চি	০১ টি
০৭	বলপিন হ্যামার	০.২৫ পাউন্ড	০১ টি
০৮	নিয়ন টেস্টার	২২০ ভোল্ট	০১ টি
০৯	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬ ইঞ্চি	০১ টি
১০	ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন	২২০ ভোল্টএসি	০১ টি
১১	ইলেকট্রিকগ্রাইন্ডার মেশিন	২২০ ভোল্টএসি	০১ টি

১২	অ্যাভোমিটার	অ্যানালগ /ডিজিটাল	০১ টি
১৩	ক্লিপ অন মিটার	অ্যানালগ /ডিজিটাল	০১ টি

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials required)

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার/ক্যাবল	৬ এমএম	১ কয়েল
০২	সোলার প্যানেল	৪০ ওয়াট	৪ টি
০৩	ব্যাটারি	৬০ অ্যাম্পিয়ার আওয়ার	৪ টি
০৪	তারসহ ব্যাটারি কানেকটর	তামার	২ সেট
০৫	চার্জ কন্ট্রোলার	স্ট্যান্ডার	১ টি
০৬	ইলেকট্রিক লোড	বাতি, ফ্যান,টিভি	১ টিকরে
০৭	ইনভার্টার	প্রমাণ সাইজ	১ টি
০৮	সোলার প্যানেল সাপোর্ট	স্টিলের	প্রয়োজন মত

চিত্র- ৩.২২ ব্যাটারি ও চার্জ কন্ট্রোলার সংযোগ



চিত্র- ৩.২৩ সোলার প্যানেলের সাথে ব্যাটারি, চার্জ কন্ট্রোলার ও লোড সংযোগ সার্কিট ডায়াগ্রাম

কাজের ধাপ (Working Procedure)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও পরিধান করব;
- সোলার সিস্টেমে যুক্ত করতে যে সমস্ত কাঁচামাল প্রয়োজন তা নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;
- প্রথমে যেখানে সিস্টেম স্থাপন করতে হবে সেই জায়গায় একটি ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অঙ্কন করব;
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, ইকুইপমেন্ট, ব্যাটারি, চার্জ কন্ট্রোলার ও ইনভার্টার নির্বাচন ও সংগ্রহ করব;
- উপযুক্ত স্থান নির্বাচন করে ব্যাটারি নির্মাতা কর্তৃক নির্দেশনা অনুযায়ী ব্যাটারি স্থাপন করব;
- চার্জ কন্ট্রোলার ও ইনভার্টার উপযুক্ত স্থানে স্ক্রু দিয়ে সঠিকভাবে স্থাপন করব;
- চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে ব্যাটারী, সোলার প্যানেল, ইনভার্টার ও লোড ড্রয়িং অনুযায়ী বৈদ্যুতিক সংযোগ করব;

- প্যানেল স্থাপনের জন্য খোলা জায়গা অর্থাৎ বাড়ির যে স্থানে সূর্যোদয় থেকে সূর্যাস্ত পর্যন্ত আলো থাকে সে স্থানে প্যানেল স্থাপন করব;
- ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী চার্জ কন্ট্রোলার স্থাপন করতে হবে। লক্ষ্য রাখতে হবে কন্ট্রোলার থেকে প্যানেলের দুরত্ব যেন ২৫ ফুটের বেশি না হয়;
- চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে ব্যাটারির সংযোগ দিতে হবে। এ ক্ষেত্রে প্রথমে নেগেটিভ (-) সংযোগ অতঃপর পজিটিভ (+) সংযোগ দিতে হবে। সর্বশেষে বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের (লাইট, টিভি) সংযোগগুলিকে পর্যায়ক্রমে চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে সংযোগ দিতে হবে।
- কাজ শেষে সংগৃহিত টুলস ও অন্যান্য সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে গুছিয়ে রাখব;

➤ সতর্কতা (Precaution)

- সাবধানতার সাথে পর্যবেক্ষণ করব যেন যন্ত্রপাতির কোন অংশে আঘাত প্রাপ্ত না হয়।
- ব্যাটারির সাথে চার্জ কন্ট্রোলার সঠিক পোলারিটি অনুসারে সংযোগ করব।

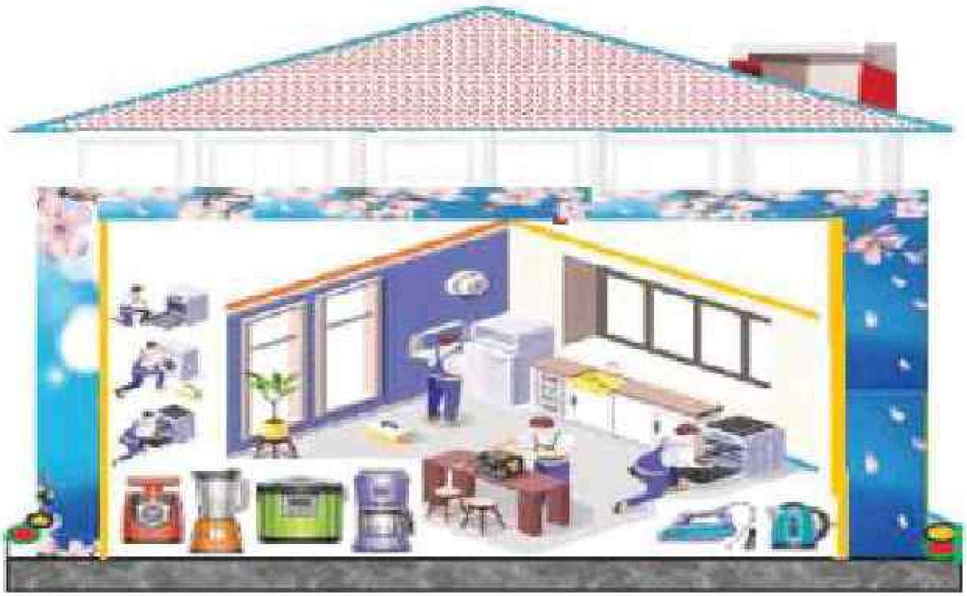
➤ অর্জিত দক্ষতা

সোলার প্যানেল সিস্টেমের সাথে ব্যাটারী ও চার্জ কন্ট্রোলার ইনস্টল করার দক্ষতা অর্জিত হয়েছে। বাস্তব জীবনে জবটি ঠিক ভাবে প্রয়োগ করা সম্ভব হবে।

চতুর্থ অধ্যায়

গৃহকর্মে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক সামগ্রী রক্ষণাবেক্ষণ ও মেরামত

Electrical Home Appliance Repair and Maintenance



আজকাল আমরা অধিকাংশ বাড়িতেই বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক সামগ্রীর ব্যবহার দেখতে পাই। গৃহকর্মে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক সামগ্রী (Electrical Home Appliance) আমাদের প্রাত্যহিক জীবনকে আরামদায়ক করে হবে। তুলেছে। বিশ শতকের শুরুর দিকে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র ইলেকট্রিক আয়রন, ভ্যাকুয়াম ক্লিনার, ওয়াশিং মেশিন, রেফ্রিজারেটর, এয়ার কন্ডিশনার ইত্যাদি তৈরি করে বাজারজাত শুরু করে। বর্তমানে বিশ্বের অধিকাংশ দেশেই ইলেকট্রিক হোম অ্যাপ্লায়েন্স তৈরি হয়। আমাদের দেশেও বেশ ভাল মানের বিভিন্ন হোম অ্যাপ্লায়েন্স তৈরি হচ্ছে।

অ্যাপ্লায়েন্স হলো নির্দিষ্ট কোন কার্য সম্পাদনের জন্য প্রস্তুতকৃত ইনস্ট্রুমেন্ট বা ডিভাইস। বহুল ব্যবহৃত কয়েকটি হোম অ্যাপ্লায়েন্স হলো ফ্যান, রেফ্রিজারেটর, রাইস কুকার, মাইক্রোওয়েভ ওভেন, ইলেকট্রিক আয়রন, ব্লেন্ডার, কফি মেকার, কেটলি, ওয়াটার হিটার, টোস্টার, ওয়াটার পাম্প ইত্যাদি। এই অধ্যায়ে বিভিন্ন ধরনের হোম অ্যাপ্লায়েন্সের পরিচিতি, কার্যপ্রণালি, বিভিন্ন ধরনের ত্রুটি, ত্রুটির কারণ, প্রতিকার ও রক্ষণাবেক্ষণ নিয়ে আলোচনা করা হলো।

এই অধ্যায় শেষে আমরা-

- স্বাস্থ্যবিধি মেনে ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করে কাজের প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারব।
- সিলিং ফ্যান, এগজস্ট ফ্যান, ওয়াল মাউন্টেড ফ্যান, ইলেকট্রিক আয়রন রাইস কুকার, কফি মেকার, মাইক্রোওয়েভওভেন, ওয়াটার পাম্প ইত্যাদি ডিভাইস সমূহের ত্রুটি শনাক্ত ও মেরামত করতে পারব।
- ওয়ার্ক এস, টুলস, ম্যাটেরিয়াল ও ইকুইপমেন্ট রক্ষণাবেক্ষণ করতে পারব।

শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে এই অধ্যায়ে আমরা সর্বাধিক ব্যবহৃত কয়েকটি অ্যাপ্লায়েন্সের ত্রুটি নির্ণয় ও মেরামত বিষয়ে সাতটি জব সম্পন্ন করব। ব্যবহারিক কাজগুলো শুরু করার আগে প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয় সম্পর্কে পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে জেনে নেব।

৪.১ সিলিং ফ্যান (Ceiling fan)

কক্ষ বা রুমের ছাদে সংযুক্ত বৈদ্যুতিক পাখা বা সিলিং ফ্যান এর সাথে আমরা সকলেই পরিচিত। সিলিং ফ্যান মেঝ হতে ২.৫ মিটার হতে ২.৭০ মিটার উচুঁতে স্থাপন করতে হয়। ২৫ বর্গমিটার ক্ষেত্রফলের মধ্যে একটি সিলিং ফ্যান স্থাপন করতে হবে। বাজারে সাধারণত দু' ধরনের সিলিং ফ্যান পাওয়া যায়। যথা- (ক) তিন পাখাযুক্ত সিলিং ফ্যান (খ) চার পাখাযুক্ত সিলিং ফ্যান। পাখা বা ব্লেডের দৈর্ঘ্য সমান হয় না। পাখা বা ব্লেডের দৈর্ঘ্য আবার দু ধরনের হয়। যথা- (১) ব্লেডের দৈর্ঘ্য ৪৮নং ইঞ্চি বা ১২ মিটার (২) ব্লেডের দৈর্ঘ্য ৫৬ ইঞ্চি বা ১৪ মিটার। তোমরা কী জানো বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের সিলিং ফ্যান তৈরি করা হয় কেন? অথবা পালার সংখ্যা বেশি হলে কী কী সুবিধা বা অসুবিধা সৃষ্টি হয়?

৪.১.১ সিলিং ফ্যানের গঠন ও কার্যপ্রণালি (Structure and working principle of ceiling fan)

সিলিং ফ্যান মূলত এক ফেজ ইন্ডাকশন মোটর (Single phase Induction motor)।

সিঙ্গেল ফেজ মোটর পাঁচ ধরনের হয়। যথা-

(ক) স্প্লিট-ফেজ মোটর; খ) ক্যাপাসিটর মোটর; গ) ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটর;

ঘ) শেডেড-পোল মোটর; ঙ) রিপালশন মোটর।

শেডেড-পোল মোটর (Shaded-pole motor) এবং ক্যাপাসিটর মোটর (Capacitor Motor) আসলে ক্যাপাসিটর স্টার্ট (Capacitor Start) ও ক্যাপাসিটর রান (Capacitor run) মোটরকে সংক্ষেপে ক্যাপাসিটর মোটর বলা হয়। বর্তমানে শেডেড পোল মোটরের ব্যবহার খুবই সীমিত। অধিকাংশ-ক্ষেত্রে ক্যাপাসিটর মোটর ব্যবহৃত হয়। নিম্নে ক্যাপাসিটর মোটর বা সিলিং ফ্যান মোটরের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দেয়া হলো-

ক) মোটরের স্টেটর (stator of moton): মোটরের স্থির অংশকে স্টেটর বলে। এটি সিলিং ফ্যানের বডির সাথে সংযুক্ত থাকে এবং সিলিং থেকে ঝুলে থাকে। এটি সাধারণত ফ্রেম, যার কোরগুলো কতগুলো ল্যামিনেটেড স্টিলের পাত বা শীট দিয়ে তৈরি করা হয়। এটির ভিতরে নিয়মতান্ত্রিকভাবে ওয়াইন্ডিং বা কয়েল প্যাঁচানো থাকে। কয়েল সাধারণত সুপার এনামেল কপার ওয়ার দিয়ে তৈরি করা হয়। যখন স্টেটর ওয়াইন্ডিং এর মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তখন এটির মধ্যে ঘূর্ণায়মান চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়।

খ) রোটর (Rotor): সিলিং ফ্যানের ঘূর্ণায়মান অংশকে রোটর বলে, যা স্টেটরের চার পাশে এয়ার গ্যাফ দিয়ে অবস্থান করে রোটরটি সরাসরি ফ্যান শ্যাফটের সাথে সংযুক্ত থাকে যা ব্লেডগুলোকে ঘুরানোর জন্য শক্তি সরবরাহ করে। স্টেটর দ্বারা উৎপন্ন চৌম্বক ক্ষেত্র রোটরের মধ্যে একটি তড়িৎ চুম্বকীয় ফ্লাক্স কর্তন করে ফলে ফ্যারাডের ইলেকট্রো- ম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতিতে পরিবাহীতে ই এম এফ উৎপন্ন হয়।

গ) টার্মিনাল হাউজিং (Terminal Housing): এটি কাষ্ট আয়রন বা অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি। এটির ভিতরে ক্যাপাসিটর বসানো থাকে।

ঘ) বোবিন (Bobbin): এটি সাধারণত প্লাস্টিকে তৈরি। এটি ভিতরে সৌন্দর্য বৃদ্ধির জন্য ফেজ ও নিউট্রাল তার যাতে দেখা না যায় তার জন্য ব্যবহার করা হয়।

ঙ) বোল্ট (Bolt): এটি এক ধরনের স্ক্রু যা বোবিনকে আটকানোর জন্য ব্যবহার করা হয়।

চ) হ্যাঙ্গিং রড (Hanging rod): এটি সাধারণত কাষ্ট আয়রনের তৈরি। এটি ছাদের নিচে এবং স্টেটরকে ঝুলানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

ছ) মেইন ওয়্যাইন্ডিং বা রানিং কয়েল (Main winding or running coil): সিলিং ফ্যানের যে কয়েলে তারের সংখ্যা এবং রেজিস্ট্যান্স বেশি থাকে তাকে মেইন ওয়্যাইন্ডিং বা রানিং কয়েল বলে। রানিং কয়েল স্টার্টিং কয়েলের তুলনায় প্যাঁচের সংখ্যা বেশি হয়।

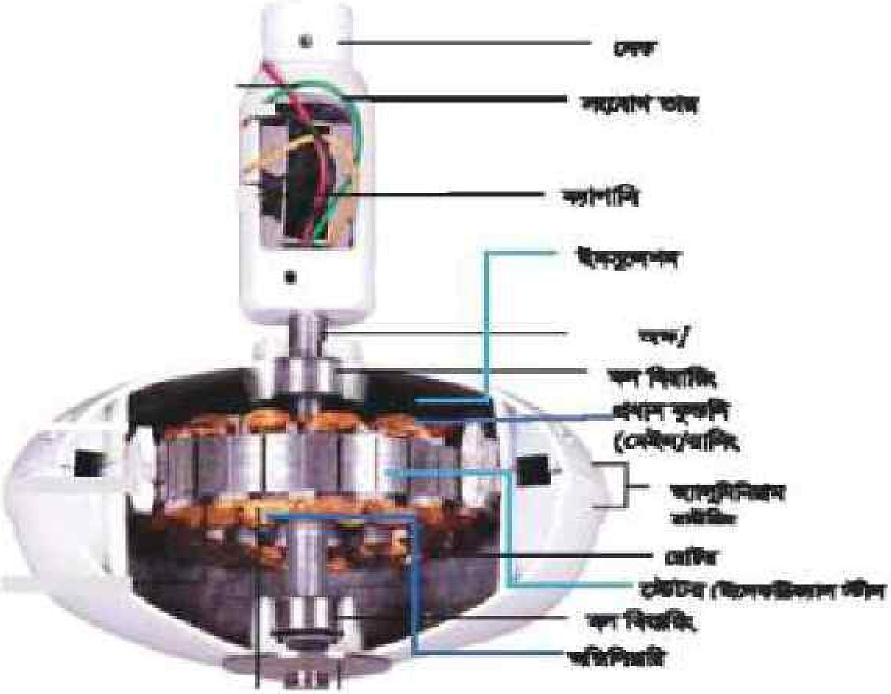
জ) স্টার্টিং কয়েল (Starting Coil): যে কয়েলে প্যাঁচের সংখ্যা কম এবং উহার সাথে সিরিজে ক্যাপাসিটর সংযোগ করা হয় তাকে স্টার্টিং কয়েল বলে। এটির মধ্যে রানিং কয়েলের তুলনায় প্যাঁচের সংখ্যা কম থাকে।

ঝ) ক্যাপাসিটর (Capacitor): ক্যাপাসিটর অর্থ ধারণকারী। যে বস্তু চার্জ ধরে রাখতে পারে তাকে ক্যাপাসিটর বলে। ক্যাপাসিটর মোটরে দু'ধরনের ওয়্যাইন্ডিং থাকে এবং তাদের মধ্যে কোনো ফেজ পার্থক্য থাকে না। স্টার্টিং এবং রানিং কয়েলের মধ্যে ফেজ পার্থক্য সৃষ্টি করার জন্য ক্যাপাসিটর ব্যবহার করা হয়।

ঞ) শ্যাফট (Shaft): সিলিং ফ্যানের শ্যাফট হলো এমন একটি কেন্দ্রিয় দন্ড যা মোটর থেকে ব্লেডগুলোকে ঘূর্ণন শক্তি স্থানান্তর করে। শ্যাফট একটি দন্ডের মতো কাজ করে, যার উপর বিয়ারিং বসানো হয়।

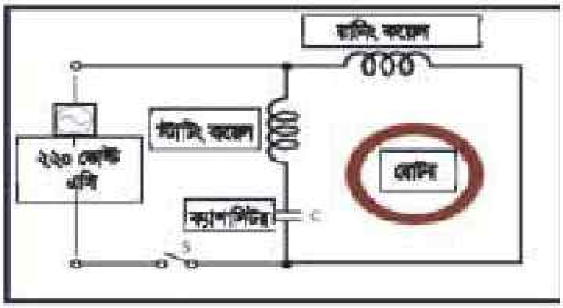
ট) ক্যানোপি (Canopy): ফ্যানের উপরে এবং নিচে দ'টি ক্যানোপি থাকে। উপরের ক্যানোপিটি সিলিং-এ থাকা বল্টু, নাট এবং বৈদ্যুতিক সংযোগগুলো ঢেকে রাখে। নিচের ক্যানোপিটি মোটর বডির কাছে থাকে এবং এটি পুরো সংযোগ অংশকে ঢেকে রাখতে সাহায্য করে।

ঠ) বিয়ারিং (Bearing): এটি হলো এমন একটি যন্ত্রাংশ, যা শ্যাফট এবং ফ্যানের বডির মধ্যে ঘর্ষণ কমিয়ে মসৃণ ও শব্দবিহীন ঘূর্ণন নিশ্চিত করে। বিয়ারিং ব্যবহার করে শ্যাফটের ঘূর্ণনকে মসৃণ করে এবং ওজন বহন করে।



চিত্র - ৪.২ সিলিং ফ্যানের বিভিন্ন অংশ

কার্যপদ্ধতি (Procedure): চিত্র-৪.৩সিলিং ফ্যানের সংযোগ অংকন করে পার্শ্বে দেখানো হলো। সিলিং ফ্যান মোটরের আর্মেচারে দু'টি ওয়াইন্ডিং থাকে। একটি স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং এবং অপরটি রানিং বা মেইন ওয়াইন্ডিং। স্টার্টিং ওয়াইন্ডিংয়ের সাথে সিরিজে একটি ক্যাপাসিটর সংযোগ করা হয়। মোটরের ওয়াইন্ডিং ইন্ডাকটিভ হওয়ায় উভয় কয়েলই একই ফেজে অবস্থান করে। ফলে স্টার্টিং ও রানিং কয়েল একই ফেজে থাকায় এবং ফেজ পার্থক্য না হওয়ায় স্টার্টিং টর্ক শূণ্য হয়। এটির কারণে মোটর নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না। ক্যাপাসিটর মোটরে স্টেটরে এসি সাপ্লাই দিলে স্টার্টিং ও রানিং কয়েলে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। স্টার্টিং কয়েলের সাথে ক্যাপাসিটর ব্যবহার করায় দু'টি কয়েলের মধ্যে ফেজ পার্থকের সৃষ্টি হয়। ফলে, মোটরে স্টার্টিং টর্ক উৎপন্ন হয় এবং মোটর ঘুরে।



চিত্র - ৪.৩ সিলিং ফ্যানের সার্কিট

৪.১.২ ক্যাপাসিটর মোটরে ক্যাপাসিটরের কাজ (Function of capacitor in capacitor motor)

ক্যাপাসিটর মোটরের স্টেটরে দু'টি ওয়াইন্ডিং থাকে। একটি স্টার্টিং ওয়্যাইন্ডিং ও অপরটিকে রানিং ওয়্যাইন্ডিং বা মেইন ওয়্যাইন্ডিং। এ মোটরে সিঙ্গেল ফেজ এসি সাপ্লাই দিলে এর দু'টি ওয়্যাইন্ডিংয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাদের মধ্যে কোন ফেজ পার্থক্য থাকে না। ফলে কোন স্টার্টিং টর্ক উৎপন্ন হয় না এবং মোটর ঘুরতে পারে না। স্টার্টিং টর্ক সৃষ্টির জন্য দু'টি কয়েলের কারেন্টের মধ্যে ফেজ ব্যবধান সৃষ্টি করতে হয়। স্টার্টিং কয়েলের সাথে একটি ক্যাপাসিটর সিরিজে সংযোগ করলে স্টার্টিং ও রানিং কয়েলের কারেন্টের মধ্যে ফেজ ব্যবধান সৃষ্টি হয় এবং স্টার্টিং টর্ক উৎপন্ন হয়। ফলে, মোটর ঘুরে। তাই সিঙ্গেল ফেজ মোটরে স্টার্টিং টর্ক সৃষ্টির জন্য ক্যাপাসিটর ব্যবহার করা প্রয়োজন।

৪.১.৩ সিলিং ফ্যানের সম্ভাব্য ত্রুটি, কারণ ও প্রতিকার (Possible ceiling fan faults, causes and remedies)

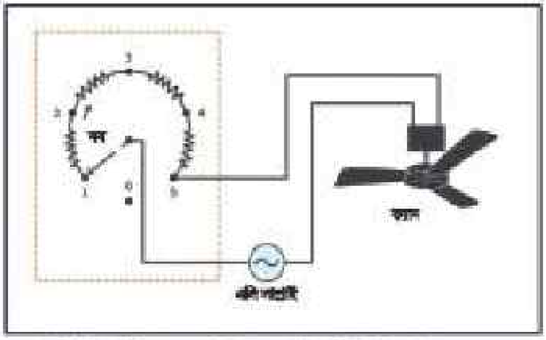
নিম্নে সিলিং ফ্যানের সম্ভাব্য ত্রুটি, কারণ ও প্রতিকার দেয়া হলো।

সম্ভাব্য ত্রুটি	ত্রুটির কারণ	ত্রুটির প্রতিকার
১. সাপ্লাই দেয়া সত্ত্বেও ফ্যান ঘুরে না।	(১) সাপ্লাই কর্ডের তার কোন কারণে বিচ্ছিন্ন হয়ে গেছে। (২) ইলেকট্রনিক রেগুলেটর ত্রুটি যুক্ত। (৩) স্টার্টিং ডায়ান্ডিং বা রানিং ডায়ান্ডিং পুড়ে ওপেন হয়ে গেছে। (৪) ক্যাপাসিটরে সমস্যা (৫) ফ্যানের বডিতে সংযুক্ত থার্মোস্ট্যাট নষ্ট	(১) সাপ্লাই কর্ড পরীক্ষা করে প্রতিকার করতে হবে। (২) নতুন রেগুলেটর সংযোগ করতে হবে। (৩) পরীক্ষা করে প্রতিকার করতে হবে, প্রয়োজনে রিওয়ান্ডিং করতে হবে। (৪) নতুন ক্যাপাসিটর লাগাতে হবে। (৫) পরীক্ষা করে নতুন থার্মোস্ট্যাট লাগাতে হবে।
২. ফ্যান উল্টা ঘুরে।	১) ক্যাপাসিটর এর টার্মিনাল সংযোগ ভুল। (২) ক্যাপাসিটর নষ্ট।	(১) পরীক্ষা করে সঠিক টার্মিনাল সংযোগ দিতে হবে। (২) নতুন ক্যাপাসিটর লাগাতে হবে।
৩. ফ্যান ঘোরার সময় শব্দ করে।	(১) রোটর শ্যাফট বাঁকা অথবা লুজ। (২) ফ্যানের ব্লেড সংযোগ লুজ। (৩) ফ্যানের ব্লেড বাঁকা। (৪) বিয়ারিং এ সমস্যা।	(১)পরীক্ষা করে প্রতিকার করতে হবে। (২) ব্লেডের নাট বোল্ট টাইট দিতে হবে (৩) ব্লেডের বাঁকা ঠিক করতে হবে। (৪) বিয়ারিং পরিবর্তন করতে হবে।
৪. বডি ধরলে শক করে।	(১) ফ্যান এর কয়েল (রানিং বা স্টার্টিং) এর সামান্য অংশ বডি হয়েছে বা কয়েল ব্যতীত অন্য অংশ বডিতে লেগে আছে।	(১) পরীক্ষা করে প্রতিকার করতে হবে। কয়েল বডি হলে ভালভাবে ইনসুলেশন দিতে হবে। প্রয়োজনে রি-ওয়ান্ডিং করতে হবে।

৫. ফ্যানের ব্লেড আস্তে ঘুরছে এবং বডি গরম হয়।	(১) বিয়ারিং এ বেশ জ্যাম রয়েছে। (২) ওয়াইন্ডিং শর্ট সার্কিট হয়েছে। (৩) ক্যাপাসিটরে সমস্যা	(১) বিয়ারিং লুব্রিকেটিং করতে হবে। প্রয়োজন নতুন বিয়ারিং লাগাতে হবে। (২) পরীক্ষা করে নতুন করে রি-ওয়ান্ডিং করতে হবে। রিওয়ান্ডিংকৃত ফ্যানে এই সমস্যা হলে পুনরায় নিয়মানুযায়ী ওয়াইন্ডিং করতে হবে। (৩) এতে বডি গরম না হলেও ফ্যান আস্তে ঘুরবে। এক্ষেত্রে পরীক্ষা করে নতুন ক্যাপাসিটর লাগাতে হবে।

৪.১.৪ ফ্যান রেগুলেটরের ব্যবহার (Use of fan regulator)

ফ্যানের ঘূর্ণনের গতিবেগ নিয়ন্ত্রণের জন্য রেগুলেটর ব্যবহার করা হয়। ৪.৪ নং চিত্রে একটি সিলিং ফ্যানের রেগুলেটরের সার্কিট অংকন করে দেখানো হয়েছে। রেগুলেটর তৈরির জন্য সিলিকন দিয়ে ল্যামিনেটেডকৃত ইস্পাতের কতগুলো শীটকে একত্রিত করে কোর তৈরি করা হয়। কোরের চার দিকে কয়েল করা তার প্যাঁচানো থাকে। অনেক সময় কয়েলগুলো আলাদা আলাদা ভাবে প্যাঁচানো হয়। বেশিরভাগ সময় একটাই কয়েল থাকে, যার মাঝে মাঝে ট্যাপিং করা হয়। একে চোক কয়েল বলে। কয়েলগুলোর প্রান্তভাগ ১, ২, ৩, ৪... টার্মিনালগুলোর সাথে সংযুক্ত করা যায় (চিত্র-৪.৪)। রেগুলেটরের মাঝখানে একটি শ্যাফট থাকে, যার উপরের মাথায় একটি নব এবং মাঝামাঝি জায়গায় একটি লম্বা পাত থাকে। এ পাতটি কয়েলের টার্মিনাল পর্যন্ত বিস্তৃত থাকে। নব (Knob) ঘুরালে শ্যাফট ঘুরে, ফলে পাতটিও ঘুরতে থাকে এবং বিভিন্ন অবস্থানে কয়েলের টার্মিনালের সাথে শ্যাফটের সংযোগ ঘটে। রেগুলেটর হতে বাইরে সংযোগ দেয়ার জন্য দুইটি টার্মিনাল বা ঘাট থাকে; একটির সাথে শ্যাফট এবং অন্যটির সাথে কয়েলের একটি টার্মিনাল মোটা তার বা পাত দিয়ে সংযোগ করা থাকে। রেগুলেটর, সিলিং ফ্যানের সাথে সিরিজে সংযুক্ত থাকে।



চিত্র-৪.৪ প্রচলিত ফ্যান রেগুলেটর (Conventional Regulator)

কয়েকটি প্রয়োজনীয় ধারণা (Some essential ideas)

আর্মেচার ওয়াইন্ডিং (Armature Winding): এক বা একাধিক সুপার এনামেল তারের প্যাঁচের সমন্বয়ে যে কুন্ডলী তৈরি করে আর্মেচার স্লটের মধ্যে নিয়মতান্ত্রিকভাবে বসিয়ে ওয়াইন্ডিং সম্পূর্ণ করা হয় তাকে আর্মেচার ওয়াইন্ডিং বলা হয়। আর্মেচার ওয়াইন্ডিং এ ব্যবহৃত একটি কয়েলের সাইডদ্বয় পরিবাহী হিসেবে কাজ করে।

২০২৬

লেদার ওয়েজ পেপার (Leather Wedge Paper): এটা একটি বৈদ্যুতিক অপরিবাহী মোটা কাগজ যা আর্মেচার স্লটে বসানো হয়। আর্মেচার কোর হতে আর্মেচার কয়েলের পরিবাহী বৈদ্যুতিক ভাবে পৃথক করে রাখে। অর্থ্যাৎ কয়েলের পরিবাহী যাতে কোরের সংস্পর্শে আসতে না পারে।

ইনসুলেটিং বার্নিশ (Insulating Burnish): বৈদ্যুতিক মোটর, ট্রান্সফরমার এবং যে কোন বৈদ্যুতিক সরঞ্জামরি-ওয়্যাইন্ডিং করার পর উপযুক্ত ইনসুলেটিং লিকারের সাহায্যে বার্নিশ করতে হয়। এই বার্নিশ ওয়্যাইন্ডিং ওয়্যারগুলোকে একত্রিত করে দৈহিক স্থিতিশীলতা বাড়িয়ে দেয়। ওয়্যাইন্ডিং এর আর্দ্রতা দুর করে ইনসুলেশন রেজিস্টেন্স বৃদ্ধি করে। তাছাড়া ওয়্যাইন্ডিং এর ফাঁকে ফাঁকে লিকারপুর্ণ হয়ে ওয়্যাইন্ডিং এর তাপ পরিবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

ওয়েজ (Wadge): মোটরের আয়রন কোরে প্লটের মধ্যে তারগুলো দৃঢ়ভাবে স্থাপন করার জন্য ওয়েজ ব্যবহার করা হয়। তারএবং প্লটের সাথে লম্বালম্বি ভাবে স্লটের মুখে এমনভাবে ওয়েজ ঢুকাতে হয় যেন তারগুলো ওয়েজের কারণে চেপে থাকে এবং প্লট হতে বের হয়ে আসতে না পারে।

অনুসন্ধানমূলক কাজ: ১ সিলিং ফ্যানের বিভিন্ন অংশ পর্যবেক্ষণ করে অংশগুলোর একটি তালিকা তৈরি কর।

৪.২ এগজস্ট ফ্যান ও ওয়াল মাউন্টেড ফ্যান (Exhaust Fan and Wall Mounted Fan)

এগজস্ট ফ্যানের মাধ্যমে গরম ও দুষিত বাতাস, ধুলিবালি, ধোঁয়া কক্ষ থেকে বের করা হয়। এগজস্ট ফ্যান রান্নাঘর, বাথরুম, কারখানা, খনি প্রভৃতি স্থানে ব্যবহৃত হয়। এই ফ্যান এসি সিঙ্গেল ফেজ সাপ্লাই এ চলে তবে ডিসি সরবরাহের উপযোগী ফ্যানও পাওয়া যায়। তবে এগুলোর ব্যবহার অত্যন্ত সীমিত। কক্ষের ওয়ালের সাথে ওয়াল মাউন্টেট ফ্যান সংযুক্ত করা হয়। এ ধরনের ফ্যান সহজেই স্থানান্তরিত করা যায়। এগজস্ট ফ্যান ও ওয়াল মাউন্টেট ফ্যানের কার্যনীতি সিলিং ফ্যানের মতোই। নিচের চিত্রে ওয়াল মাউন্টেড ফ্যান ও সিলিং ফ্যান দেখানো হয়েছে।

চিত্র: ৪.৫ ওয়াল মাউন্টেড ফ্যান ও একজস্ট ফ্যান

৪.২.১ এগজস্ট ফ্যান ও ওয়াল মাউন্টেড ফ্যানের সম্ভব্য ত্রুটি, ত্রুটির কারণ ও প্রতিকার (Possible faults, causes and remedies of exhaust fan and wall mounted fan)

নিম্নে এগজস্ট ফ্যান ও ওয়াল মাউন্টেড ফ্যানের সম্ভব্য ত্রুটি, ত্রুটির কারণ ও প্রতিকার দেয়া হলো।

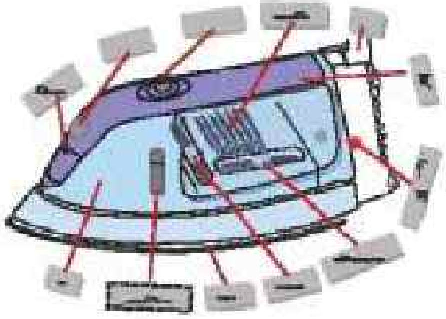
সম্ভাব্য ত্রুটি	ত্রুটির কারণ	ত্রুটির প্রতিকার
১. সাপ্লাই দেয়া সত্বেও ফ্যান ঘুরে	(১) সাপ্লাই কর্ডের তার কোন কারণে বিচ্ছিন্ন হয়ে গেছে।	(১) সাপ্লাই কর্ড পরীক্ষা করে প্রতিকার করতে হবে। (২) নতুন রেগুলেটর সংযোগ

না।	(২) ইলেকট্রনিক রেগুলেটর ত্রুটি যুক্ত। (৩) স্টার্টিং ডায়াভিং বা রানিং ডায়াভিং পুড়ে ওপেন হয়ে গেছে। (৪) ক্যাপাসিটরে সমস্যা (৫) ফ্যানের বডিতে সংযুক্ত থার্মোস্ট্যাট নষ্ট	করতে হবে। (৩) পরীক্ষা করে প্রতিকার করতে হবে, প্রয়োজনে রিওয়াইন্ডিং করতে হবে। (৪) নতুন ক্যাপাসিটর লাগাতে হবে। (৫) পরীক্ষা করে নতুন থার্মোস্ট্যাট লাগাতে হবে।
২. ফ্যান উল্টা ঘুরে।	১) ক্যাপাসিটর এর টার্মিনাল সংযোগ ভুল। (২) ক্যাপাসিটর নষ্ট।	(১) পরীক্ষা করে সঠিক টার্মিনাল সংযোগ দিতে হবে। (২) নতুন ক্যাপাসিটর লাগাতে হবে।
৩. ফ্যান ঘুরার সময় শব্দ করে।	(১) রোটর শ্যাফট বাঁকা অথবা লুজ। (২) ফ্যানের ব্লেড সংযোগ লুজ। (৩) ফ্যানের ব্লেড বাঁকা। (৪) বিয়ারিং এ সমস্যা।	(১)পরীক্ষা করে প্রতিকার করতে হবে। (২) ব্লেডের নাট বোল্ট টাইট দিতে হবে (৩) ব্লেডের বাঁকা ঠিক করতে হবে। (৪) বিয়ারিং পরিবর্তন করতে হবে।
৪. বডি ধরলে শক করে।	(১) ফ্যান এর কয়েল (রানিং বা স্টার্টিং) এর সামান্য অংশ বডি হয়েছে বা কয়েল ব্যতীত অন্য অংশ বডিতে লেগে আছে।	(১) পরীক্ষা করে প্রতিকার করতে হবে। কয়েল বডি হলে ভালভাবে ইনসুলেশন দিতে হবে। প্রয়োজনে রি-ওয়াইন্ডিং করতে হবে।
৫. ফ্যানের ব্লেড আস্তে ঘুরছে এবং বডি গরম হয়।	(১) বিয়ারিং এ বেশ জ্যাম রয়েছে। (২) ওয়াইন্ডিং শর্ট সার্কিট হয়েছে। (৩) ক্যাপাসিটরে সমস্যা	(১) বিয়ারিং লুব্রিকেটিং করতে হবে। প্রয়োজন নতুন বিয়ারিং লাগাতে হবে। (২) পরীক্ষা করে নতুন করে রি-ওয়াইন্ডিং করতে হবে। রিওয়াইন্ডিংকৃত ফ্যানে এই সমস্যা হলে পুনরায় নিয়মানুযায়ী ওয়াইন্ডিং করতে হবে। (৩) এতে বডি গরম না হলেও ফ্যান আস্তে ঘুরবে। এক্ষেত্রে পরীক্ষা করে নতুন ক্যাপাসিটর লাগাতে হবে।
৬. অসিলেটিং মেকানিজম কাজ করে না	(১) অসিলেটিং নব খারাপ (২)অসিলেটিং রড় বাঁকা বা ঢিলা হতে পারে।	(১) চেক করে অসিলেটিং সিস্টেম ঠিক করতে হবে। (২) অসিলেটিং রড় বাঁকা থাকলে ঠিক করতে হবে এবং ঢিলা থাকলে টাইট দিতে হবে।
৭. মোটর উল্টা ঘুরে	(১) ক্যাপাসিটরের সংযোগ উল্টা আছে।	(১) ক্যাপাসিটরের সংযোগ বদল করে দিতে হবে।

৪.৩ ইস্ত্রি (Electric Iron) ইলেকট্রিক আয়রন বা ইস্ত্রি একটি গুরুত্বপূর্ণ হোম অ্যাপ্লায়েন্স, যার সাহায্যে বিদ্যুতিক শক্তিকে তাপ শক্তিতে রূপান্তর করে তাপের সাহায্যে জামা কাপড়কে মসৃন করে। নিম্নে বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির গঠন চিত্র-৪.৬ অংকন করে দেয়া হলো।

২০২৫

চিত্র: ৪.৬ বৈদ্যুতিক আয়রনের গঠন



চিত্র: ৪.৭ বৈদ্যুতিক আয়রনের বিভিন্ন অংশ

একসময় শুধু লন্ড্রীতে পেশাদার লোক কাপড় ইস্ত্রি করলেও আজকাল অনেক বাড়িতে বসেই ইলেকট্রিক আয়রনের সাহায্যে কাপড় মসৃণ করে থাকেন। গার্মেন্টস ফ্যাক্টরি, লন্ড্রী, দরজির দোকান প্রভৃতি স্থানে ইলেকট্রিক আয়রন উল্লেখযোগ্য হারে ব্যবহৃত হয়। বাজারে স্বয়ংক্রিয় (Automatic) ও সাধারণ বা ননঅটোমেটিক (Ordinary/Non- Automatic) দু' ধরনের আয়রন পাওয়া যায়। অনেক সময় সাধারণ কিছু ত্রুটির কারণে আয়রন ব্যবহারের অনুপোযোগী হয়ে পড়ে। আবার ত্রুটিযুক্ত আয়রন ব্যবহার করলে বিপদ ঘটার সম্ভাবনা থাকে। এই অনুচ্ছেদে বৈদ্যুতিক আয়রনের গঠন, সার্কিট ডায়াগ্রাম, কার্যপদ্ধতি, সম্ভাব্য ত্রুটি, মেরামত প্রক্রিয়া ইত্যাদি নিয়ে আলোচনা করা হবে। উপরে বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির গঠনের বিভিন্ন অংশ চিত্র-৪.৮ অংকন করে দেখানো হলো।

নিম্নে অটোমেটিক বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির চিত্র ৪.৭ অংকন করে বর্ননা দেয়া হলো-

১. সোল প্লেট (Sole Plate) : বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির সবচেয়ে নীচের প্লেটটিকে সোল প্লেট বলে। এটি সাধারণ কাঁচা লোহা দিয়ে তৈরি এবং নিচের অংশটি ক্রোমিয়াম (নিকেল) প্লেটিং করা থাকে। যা দেখতে কাচের মতো লাগে আবার কখনও সোল প্লেটের নীচে আরেকটি প্লেট দেয়া হয় তাকে হীল প্লেট বলে।

২. হিটিং ইলিমেন্ট (Heating element): হিটিং ইলিমেন্ট হিসাবে নাইক্রোম তার ব্যবহার করা হয়। এটি একটি মিশ্রিত ধাতুর তৈরি। হিটিং ইলিমেন্ট হিসাবে সবচেয়ে উপযোগী যে মিশ্রিত ধাতু যার মধ্যে নিকেল ৬৫% ক্রোমিয়াম ১৫% এবং লোহা ২০% থাকে। হিটিং ইলিমেন্ট মাইকা শীট দ্বারা প্যাঁচানো অবস্থায় সোল প্লেট এবং প্রেসার প্লেটের মাঝে স্থাপন করা হয়। সাধারণ হিটিং ইলিমেন্ট 500w, 650w, 1000w, ইত্যাদি হয়।

৩.প্রেসার প্লেট (Pressure Plate): এটি ঢালাই লোহার তৈরি হয় এবং তাহার হিটিং ইলিমেন্টের মতোই হয়। হিটিং ইলেমেন্টের উপর প্রেসার প্লেট বসানো হয়। যাতে হিটিং ইলিন্টে নাড়াচড়া করতে না পারে। প্রেসার প্লেট হিটিং ইলিমেন্টের দুটি মেশিন স্ক্রু এর সাহায্যে চাপ দিয়ে ধরে রাখার জন্য ব্যবহার করা হয়। সোল প্লেট ও প্রেসার প্লেটের মধ্যে সংযোজন অসমান হলে খুব তাড়াতাড়ি হিটিং ইলিমেন্ট নষ্ট হয়ে যায়।

৪. আয়রন কেস (Iron Case): ইস্ত্রির কভার লোহার শীট দিয়ে তৈরি করে উপরে ক্রোমিং বাম প্লেটিং করা থাকে। এর মধ্যে ইস্ত্রির টার্মিনাল বক্স থাকে যার মধ্যে ইস্ত্রির টার্মিনাল বক্স থাকে যার মধ্যে বাহিরে সরবরাহ লাইনকে কর্ডের সাহায্যে হিটিং ইলিমেন্টের সাহায্যে সংযোগ স্থাপন করা হয়। এটি স্ক্রু সাহায্যে প্রেসার প্লেটের সাথে সংযুক্ত থাকে।

৫. হাতল (Handle) : এটি সাধারণ কাঠ বা এবোনাইটের তৈরি এটি ইস্ত্রির তাকলার উপরে স্থাপন করা হয়। বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিকে নাড়াচড়া ও ইস্ত্রি করার সময় যে ডিভাইস বা অ্যাসেম্বলি ব্যবহার করা হয় তাকে হাতল বলে।

৬. টার্মিনাল হাউজিং (Terminal housing): বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিতে হিটিং ইলিমেন্টে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয়ার জন্য লোহা অথবা তামা দিয়ে টার্মিনাল হাউজিং তৈরি করা হয়। এতে সাপ্লাজ কর্ড সংযুক্ত থাকে।

৭. ইন্সুলেটিং পদার্থ (Insulating material): ইন্সুলেটিং ম্যাটেরিয়াল হিসাবে পোর্সিলিন,কাঠ, অ্যাসবেস্টস শীট ও মাইকা ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়, যার ফলে বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির বড়ির মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত না হয়।

৮. আয়রন সার্পোর্ট (Iron support): "বৈদ্যুতিক আয়রন সাপোর্ট" বলতে এমন একটি ডিভাইস বা অংশকে বোঝানো যেতে পারে যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে একটি বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি (আয়রন) চালু বা বন্ধ করে। এর মাধ্যমে যখন ইস্ত্রি ব্যবহার করা হয় না, তখন এটি বৈদ্যুতিক সার্কিটকে খুলে দেয় এবং ব্যবহার করলে সার্কিটকে সংযুক্ত করে, যা ইস্ত্রিকে অতিরিক্ত গরম হওয়া থেকে রক্ষা করে এবং শক্তি সাশ্রয়ে সাহায্য করে।

৯. থার্মোস্ট্যাট সুইচ (thermostat Switch): যে সুইচের মাধ্যমে প্রয়োজনমত তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা যায় তাকে থার্মোস্ট্যাট সুইচ বলে। থার্মোস্ট্যাট সুইচ দু'টি বিভিন্ন ধাতুর বাইমেটালিক পাতের তৈরি একটি অটোমেটিক সুইচ এর মধ্যে একটি স্থির কন্ট্রাক্ট এবং অপরটি চলামান কন্টাক্ট স্থির কন্ট্রাক্ট লোহার তৈরি এবং চলমান বাস অথবা সিলভারের তৈরি প্রথমে বাইমেটালিক পাতাদ্বয় সংযুক্ত অবস্থায় থাকে। যখন বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির মধ্যে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয়া হয়, তখন হিটিং ইলিমেন্ট গরম হতে থাকে। তাপের মাত্রা যতোই বাড়ে, ধাতুর পাতটি ততোই গরম হতে থাকে। তাপমাত্রা নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করলে স্থির কন্ট্রাক্ট হতে চলামান কন্ট্রাক্ট বিচ্ছিন্ন হয়। আবার বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির তাপমাত্র কমে গেলে পাতটি আয়তনে কমে আবার আপনা আপনি অন্য পাতটির সাথে সংযুক্ত হয়। ফলে বৈদ্যুতিক সার্কিটের মধ্যে দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এভাবে থার্মোস্ট্যাট সুইচ কাজ করে।

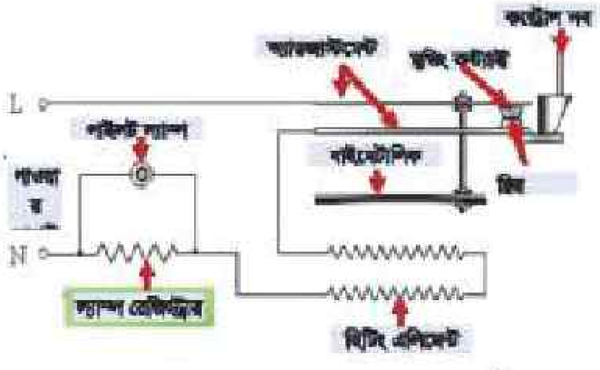
১০. রোটারি সুইচ (Rotary switch): রোটারি সুইচ দ্বারা বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির তাপমাত্রা বাড়ানো ও কমানো যায়। রোটারী সুইচের এর নকল ওয়াইজ ঘুরালে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় আবার নব এন্টিক্লক ওয়াইজ ঘুরালে তাপমাত্রা হ্রাস পায়।

১১. পাইলট ল্যাম্প বা নির্দেশক বাতি (Pilot lamp or indicator light): পাইলট ল্যাম্প বা নির্দেশক বাতি ল্যাম্প রেজিস্টরের সাথে প্যারালালে সংযক্ত থাকে। পাইলট ল্যাম্প যখন জ্বলবে তখন বুঝতে হবে লাইন চালু আছে। তাপমাত্রা নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করলে তখন পাতটি বেঁকে গিয়ে ইস্ত্রির বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ করে দিয়ে এবং পাইলট বাতি নিভে যাবে।

১২. সাপ্লাই কর্ড (Supply cord) : যে কার্ডের সাহার্য বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয়া হয় তাকে সাপ্লাই কর্ড বলে। এ কর্ডের মধ্যে ফেজ তার নিউট্রাল তার ও আর্থ তারের সংযোগ থাকে।

অটোম্যাটিক বা স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির কার্যপ্রণালী (Working Principle of an Automatic electric iron)

বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিতে এসি সাপ্লাই দিয়ে কন্ট্রোল নব চালু করলে থার্মোস্ট্যাটের মেটালিক পাতদ্বয় কন্ট্রাক্ট পেয়ে হিটিং এলিমেন্টের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে ইন্ডিকেটর ল্যাম্প জ্বলে। ফলে হিটিং এলিমেন্ট উত্তপ্ত হয়ে বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিকে গরম করে। কন্ট্রোল নবের তাপমাত্রা নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করলে মেটালিক পাতদ্বয়ের কন্ট্রাক্ট বিচ্ছিন্ন হয়ে তড়িৎপ্রবাহ বন্ধ করে দেয় এবং ইন্ডিকেটর ল্যাম্প নিভে যায়। ফলে হিটিং এলিমেন্টের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত না হওয়ায় ইস্ত্রি আর গরম হতে পারে না। তাপমাত্রা নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে আসলে পুণরায় মেটালিক পাতদ্বয় কন্ট্রাক্ট করে দেয়ায় ইন্ডিকেটর ল্যাম্প জ্বলে। ফলে হিটিং এলিমেন্ট আবার উত্তপ্ত হওয়ায় বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিকে গরম করে জামা-কাপড় মসৃণ করা যায়। এভাবে বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি কাজ করে। চিত্র-৮.৯ স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির সংযোগ নিম্নে অংকন করে দেয়া হলো।



চিত্র: ৪.৮ বৈদ্যুতিক আয়রনের সার্কিট সংযোগ

৪.৩.২ সাধারণ এবং স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক আয়রনের মধ্যে পার্থক্য (Difference between ordinary and Automatic Electric Iron)

ক্রমিক নং	পার্থক্যের বিষয় সমূহ	সাধারণ বৈদ্যুতিক আয়রন	স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক আয়রন
১	সংজ্ঞা	১. সাধারণ বৈদ্যুতিক আয়রন এমন এক ধরনের বৈদ্যুতিক অ্যাপ্লায়েন্স, যার সাহাকে বৈদ্যুতিক শদ্দিকে তাপ শক্তিতে রুপান্তর করে তাপের সাহায্যে জামা-কামড় মসৃন করা হয়।	১. যে বৈদ্যুতিক আয়রনের সাহয্যে বৈদুতিক শক্তিকে তাপ শক্তিতে রুপান্তর করে স্বয়ংক্রিয়ভাবে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে জমা-কাপড় মসৃন করা হয় তাকে স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক আয়রন বলে।

২	গঠন প্রনালী	২. এটির গঠন প্রনালী অত্যন্ত সাধারণ/সহজ	২. এটির গঠন প্রনালী অত্যন্ত জটিল
৩	পাওয়ার	৩. সাধারণ বৈদ্যুতিক আয়রনের হিটিং ইলিমেন্ট 450w ও 750w হয়ে থাকে।	৩. স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক আয়রনের ইলিমেন্ট 750w ও 1000 w হয়ে থাকে।
৪	তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ	৪. সাধারণ বৈদ্যুতিক আয়রনে তাপমাত্রা প্লাগ খুলে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।	৪. স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক আয়রনে থার্মোস্ট্যাট সুইচের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।
৫	পাইলট বাতি বা ইন্ডিকেটর ল্যাম্প ব্যবহার	৫. সাধারণ বৈদ্যুতিক আয়রনে পাইলট বাতি থাকে না।	৫. স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক আয়রনে পাইলট বাতি থাকে।
৬	ব্যবহার	৬.এটি লন্ড্রিতে ব্যবহৃত হয়।	৬. এটি বাসাবাড়িতে ব্যবহৃত হয়।

৪.৩.৩ বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির ত্রুটি, ত্রুটির কারণ ও প্রতিকার (Electric iron malfunctions, causes and remedies)

নিম্নে বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির ত্রুটি, ত্রুটির কারণ ও প্রতিকার দেওয়া হলো-

ত্রুটি	কারণ সমূহ	প্রতিকারের উপায়
১. ইস্ত্রিকে সরবরাহের সাথে সংযোগ করলে ইস্ত্রি গরম হয় না।	(ক) সরবরাহ নাই বা সরবরাহের ফিউজ কেটে গেছে।	(ক) টেষ্টার/ ভোল্টামিটার/ টেস্ট ল্যাম্প দ্বারা সরবরাহ লাইন পরীক্ষা করতে হবে।
	(খ) ইস্ত্রিতে সরবরাহ কর্ডের তারের কনটিনিউয়িটি নেই।	(খ) সরবরাহ কর্ডের তার ইস্ত্রি হতে খুলে ওহমমিটার বা টেস্ট ল্যাম্পের সাহায্যে পরীক্ষা করতে হবে।
	(গ) টার্মিনাল পয়েন্ট হতে হিটিং ইলিমেন্টের সংযোগ খুলে গেছে।	(গ) টেষ্ট ল্যাম্প বা ওহমমিটার দ্বারা কনটিনিউয়িটি পরীক্ষা করতে হবে এবং কভার খুলে সংযোগ ঠিক করতে হবে।
	(ঘ) হিটিং ইলিমেন্ট কেটে যেতে পারে।	(ঘ) ইস্ত্রির কভার এবং প্রেসার প্লেট খুলে টেষ্ট ল্যাম্প বা ওহমমিটারের সাহায্যে পরীক্ষা করতে হবে। যদি ইলিমেন্ট কেটে যায়, তবে পরিবর্তন করতে হবে।
	(ঙ) স্বয়ংক্রিয় ইস্ত্রির থার্মোস্ট্যাট সুইচ কাজ করে না।	(ঙ) থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা করে প্রয়োজনে এ্যাডজাস্টমেন্ট মেরামত করতে হবে বা পরিবর্তন করতে হবে।
	(চ) প্লাগের সাথে কর্ডের তার বা টার্মিনাল পয়েন্টের সাথে হিটিং ইলিমেন্টের সংযোগ ঢিলা হতে পারে।	(চ) টেস্টার বা স্ক্রুড্রাইভারের সাহায্যে প্লাগের বা টার্মিনাল। পয়েন্টের সংযোগ মজবুদ (Tight) করতে হবে।
২. ইস্ত্রির ধাতব অংশ	(ক) হিটিং ইলিমেন্টের সোল প্লেট বা প্রেসার প্লেটকে স্পর্শ করতে	(ক) টেস্ট ল্যাম্প বা ওহমমিটার দ্বারা পরীক্ষা করে হিটিং ইলিমেন্ট মেরামত করতে হবে।

স্পর্শ করলে মৃদু বা গুরুতর শক করে।	পারে।	
	(খ) টার্মিনাল কানেকটর ভেঙ্গে বা পুড়ে গিয়ে ফেজ বা নিউট্রালের যেকোন লাইন ইস্ত্রির ধাতব অংশ স্পর্শ করতে পারে।	(খ) টার্মিনাল কানেকটর খুলে পরীক্ষা করতে হবে এবং প্রয়োজনে বদলাতে হবে।
৩. ইস্ত্রিকে লাইনের সাথে সংযোগ করার সংগে সংগে সরবরাহ লাইনের ফিউজ কেটে যায়।	(ক) টার্মিনাল কানেকটর ভেঙ্গে বা পুড়ে গিয়ে ফেজ এবং নিউট্রাল উভয় তারের সংযোগই ইস্ত্রির ধাতব অংশ স্পর্শ করতে পারে।	(ক) টার্মিনাল কানেকটর বদলাতে হবে।
	(খ) প্লাগের সংযোগে ফেজ এবং নিউট্রাল তার একত্রে শর্ট সার্কিট হতে পারে।	(খ) প্লাগের সংযোগ খুলে মেরামত করতে হবে।
	(গ) ইস্ত্রির সরবরাহ কর্ডের ভিতরে কোথাও ফেজ এবং নিউট্রাল তার স্পর্শ করতে পারে।	(গ) ওহমমিটারের সাহায্যে সরবরাহ কর্ড পরীক্ষা করে মেরামত করতে হবে।
৪. হিটিং ইলিমেন্ট খুব তাড়া তাড়ি পুড়ে যায়।	(ক) সোল প্লেট বা প্রেসার প্লেট অমসৃন হওয়ায় হিটিং ইলিমেন্টকে স্পর্শ করতে পারে।	(ক) সোল প্লেট বা প্রেসার প্লেটকে মসৃন করতে হবে।
৫. ইস্ত্রি সঠিক তাপমাত্রায় কাজ করে না।	ক) থার্মোস্ট্যাট সুইচের এ্যাডজাস্টমেন্ট সঠিক নেই।	(ক) থার্মোস্ট্যাট সুইচকে সঠিকভাবে এ্যাডজাস্ট করতে। হবে বা বদলাতে হবে।
	(খ) রেগুলেটিং নবের সেটিং সঠিক নেই।	(খ) রেগুলেটিং নবের সেটিং পরীক্ষা করে ঠিক করতে হবে।
৬. নির্দেশক বাতি জ্বলে না।	(ক) হোল্ডারে বাতি সংযোগ পায় না বা হোল্ডার পয়েন্ট থেকে তারের সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়েছে।	(ক) ওহমমিটার বা সিরিজ ল্যাম্প দ্বারা পরীক্ষা করে তারের সংযোগ ঠিক করতে হবে বা হোল্ডারে বাতি ফিলামেন্ট কেটে গেলে বদলাতে হবে।
	(খ) বাল্ব ফিউজহতে পারে।	(খ) বাল্ব পরীক্ষা করে বদলাতে হবে।
৭.লীকেজ কারেন্টের জন্য ইস্ত্রির ধাতব অংশ স্পর্শ করলে সামান্য শক করে।	(ক) মাইকা বা এ্যাসবেস্টের শীট নষ্ট হয়ে যেতে পারে।	(ক) এগুলো বদলাতে হবে।

৪.৪ রাইস কুকারের ধারণা (Concept of Rice cooker)

রাইস কুকার একটি অ্যালুমিনিয়ামের পাত্র বিশেষ। যে পাত্রে বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ দিলে বৈদ্যুতিক শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে উৎপন্ন তাপে রান্না করা যায় তাকে রাইস কুকার বা শুধু কুকার বলে। রাইস কুকার মূলত প্রেশার কুকার এর মতোই উষ্ণ গরম বাষ্পে এবং তাপে ভাত রান্না করা যায়। যে সকল দেশে বাসা বাড়িতে কাজের লোক পাওয়া যায় না, সে সকল দেশের রাইস কুকার খুবই গুরুত্বপূর্ণ হোম অ্যাপ্লায়েন্স। এটি বিভিন্ন সাইজ ও ওয়াটের হয়ে থাকে। আমরা অনেকেই ঠিকমতো রান্না-বান্না করতে সময় পাই না। আবার লাকড়ি দিয়ে রান্না করতে গিয়ে হাতে লাগে কালী এবং চোখে লাগে ধোঁয়া। তাই অল্প সময়ে রান্না, হাতে কালি এবং চোখে ধোয়া না লাগে এমন একটি হোম অ্যাপ্লায়েন্সের কথা বলবো যার নাম রাইস কুকার।

চিত্র: ৪.৯ রাইস কুকার

৪.৪.১ রাইস কুকার এর বিভিন্ন অংশ (Different parts of a rice cooker)

রাইস কুকার এর বিভিন্ন অংশের নামসহ চিত্র ৪.১০ বর্ণনা নিম্নে দেয়া হলো। যথা-

১। প্রধান বডি (Main Body): এটি রাইস কুকারের বহিরাবরণ। এটি স্টিল বা মোটা এ্যালমুনিয়াম পদার্থের তৈরি পাত্র বিশেষ। এ পাত্রের ভিতরে ইনার পট (inner pot) স্টিল ট্রে (steam tray) হিটিং প্লেট (heating plate) এবং ম্যাগনেটিক সুইচ (magnetic switch) ইত্যাদি থাকে এবং পাত্রের বাহিরে কন্ট্রোল প্যানেল যুক্ত থাকে।

২। বাহিরের ঢাক না (Outer Lid): এটি রাইস কুকার এর উপরের ঢাকনা। এটির বিতরের দিকে ধাতব পাত্রটি স্টেইনলেস স্টিলের তৈরি।

৩। ভিতরের পাত্র (Inner Pot): এটি রাইস কুকারের অভ্যন্তরীণ পাত্র বিশেষ। ইনার পট সাধারণত এ্যালমুনিয়ামের তৈরি এবং নন-স্টিক কোটিং (non Stick coating) করা থাকে, যাতে রন্দনকৃত ভাত পাত্রের গায়ে লেগে না যায়। এ পাত্রের তলদেশ সমতল থাকে। রান্নার জন্য পানি মিশ্রিত চাউল এ পাত্রে রাখা হয়।

৪। স্টিম ট্রে (Steam Tray): এটি পাতলা জালিকৃত গোলাকৃতি বা চাকতি আকারের স্টিল বা এ্যালমুনিয়ামের পাত্র বিশেষ। পাত্রটি ইনার পটের উপরে রাখা হয় অর্থাৎ ইনার পটের মধ্যে রক্ষিত পানি মিশ্রিত চাউলের উপর এটি বসানো হয়। স্টিম ট্রে এর মধ্যে আলু ও বেগুন সিদ্ধ করা যায়।

৫। হিটিং প্লেট (Heating Plate) : এটি রাইস কুকারের প্রধান হিটিং ইলিমেন্ট যা দেখতে হট প্লেটের মতো। এটি গোল আকৃতি স্টিলের আবরণে ঢাকা থাকে। এর ভিতরে প্যাটানো ধাতব নলের ভিতর নাইক্রোম তারের তৈরি স্পাইরাল আকৃতির হিটিং ইলিমেন্ট থাকে। হিটিং ইলিমেন্টের চারদিকে তাপ পরিবাহী মাইকাশীট লাগানো থাকে। হিটিং এলিমেন্টের দু' প্রান্তে সাপ্লাই কর্ডের সংযোগ দেয়া হয়।

৬। মেজারিং কাপ (Measuring Cup) : এটি প্লাস্টিক অথবা এ্যালমুনিয়াম পদার্থের তৈরি পরিমাপক কাপ বিশেষ। এর সাহায্যে রান্নার করার জন্য চাল ও পানি পরিমাপ করে ঢালা হয়। এর গায়ে পরিমাপক দাগ কাটা থাকে।

৭। ম্যাগনেটিক সুইচ (Magnetic Switch) : এটি হিটিং এলিমেন্ট এর সাথে সিরিজে সংযুক্ত থাকে। বৈদ্যুতিক আয়রনের থার্মোস্ট্যাটের মতোই এটি তাপ মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে। বয়োলিং পানির তাপমাত্রা ১০০° সেন্টিগ্রেটে থার্মোস্ট্যাট সুইচ ওপেন হয়। এ সুইচে অপর থার্মো কাট-আউট সুইচ।

৮। কন্ট্রোল প্যানেল (Control Panel): রাইস কুকারের প্রধান বডির নিচের দিকে এক পার্শ্বে কন্ট্রোল প্যানেল চেম্বার থাকে। প্যানেলের মধ্যে সুইচ, কুকিং ল্যাম্প, কিপ ওয়ার্ম ল্যাম্প ও সাপ্লাই টার্মিনাল ইত্যাদি সংযোগ থাকে।

৯। সুইচ (Switch): কন্ট্রোল প্যানেলে রাইস কুকারের কুলিং কার্যক্রম পরিচালনা (চালু) এবং বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি এক ধরনের নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র।

১০। কুকিং ল্যাম্প (Cooking lamp): কুকিং কার্যক্রম পরিচালনার সময় এ বাতি জ্বলে থাকে, যার ফলে ভাত রান্না হচ্ছে তা বোঝা যায়।

১১। কিপ ওয়ার্ম ল্যাম্প (Keep Warm Lamp): রাইস কুকারে কুকিং কার্যক্রম শেষ হওয়ার পর কুকিং ল্যাম্প বন্ধ হয় যায় এবং এর পরেই কিপ ওয়র্ম ল্যাম্প জ্বলে। এ সময় বুঝতে হবে ভাত রান্না হয়েছে। অর্থাৎ কিপ ওয়ার্ম কার্যক্রম শুরু হওয়ার পর থেকে রন্ধনকৃত ভাত গরম থাকবে। রাইসকুকারে রন্ধনকৃত ভাত ২ ঘন্টা থেকে ৬ ঘন্টা পর্যন্ত গরম থাকে।

১২। ইনার লিড (Inner Lid): এটি ভিতরের ঢাকনা, যা এ্যালমুনিয়াম পদার্থের তৈরি। এটি ইনার পটের ঢাকনা হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

১৩। রাইস স্কুপ (Rice scoop): এটি একটি চামুচ। এটি রন্ধনকৃত ভাতের গুনাগুন বা অবস্থা দেখার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১৪। স্টিম হোল (Steam hole): আউটার লিডের একটি স্থানে গোলাকৃতির জালি বা ছিদ্রযুক্ত প্লাস্টিক বসানো থাকে, একে স্টিম হোল বলে। এর কাজ ছিদ্র দিয়ে স্টিম বা বাষ্প বাহির করে দেয়া।

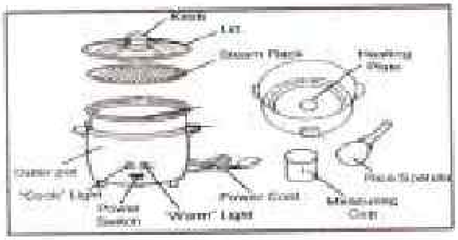
১৫। ডিউ কালেক্টর (Dew collector): বাষ্প সংগ্রাহক পাত্রটি রাইস কুকারের উপরের দিকে আউটার লিড যেখানে প্রধান বডির সাথে সংযুক্ত হয়, সেখানে প্রধান বডির বহিরাবরণ থাকে। এ পাত্রটি খুলে প্রতিবাদ রন্ধনের পর বাষ্প বের করে নিতে হয়।

১৬। থার্মোস্ট্যাট (Thermostat): এটি হিটিং ইলিমেন্টের সাথে সিরিজ সংযুক্ত থাকে। এটি অটোমেটিক ইস্ত্রির মতোই তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে। পানি বয়োলিং বা সিদ্ধ হওয়ার বা ভাত রান্না হওয়ার পর তাপমাত্রা ১০০° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডে আসলে অটোমেটিকভাবে থার্মোস্ট্যাট ওপেন হয়ে যায়।

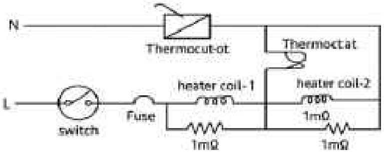
১৭। ওভার হিটিং কাট-আউট (Over Heating Cut Out): রাইস কুকারকে অতিরিক্ত হিটিং থেকে রক্ষা করার জন্য এটি সেফটি ডিভাইস হিসাবে কাজ করে।

১৮। স্কুপ হোল্ডার (Scoop holder): এটি চামুচের ধারক যা রাইস কুকারের পাশে আংটার সাথে ঝুলানো হয়।

১৯। সাপ্লাই কর্ড (Supply cord): এটি রাইস কুকারের হিটিং ইলিমেন্টে বৈদ্যুতিক সরবরাহ দেয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়। এই কর্ডের মধ্যে ফেজ, নিউট্রাল ও আর্থ তার লাগানো থাকে।



চিত্র: ৪.১০ রাইস কুকারের বিভিন্ন অংশ



চিত্র: ৪.১১ রাইস কুকারের সার্কিট

৪.৪.২ রাইস কুকারের কার্যপ্রণালী (Working Principle of rie cooker): রাইস কুকারের সার্কিট সংযোগ চিত্র-৪.১১ অংকন করে উপরে দেখানো হলো। বৈদ্যুতিক রাইস কুকারে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রন করার জন্য থার্মোস্ট্যাট ব্যবহৃত হয়। স্বাভাবিক অবস্থায় থার্মোস্ট্যাটের মেটালিক পাতাদ্বয় সংযুক্ত অবস্থায় থাকে। সরবরাহ সাইনের সাথে রাইস কুকারের প্লাগ সংযোগ করে সুইচ চালু করলে। ১নং হিটার কয়েল দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এ সময় থার্মোস্ট্যাট সংযোগ থাকায় ২ নং হিটার কয়েল নিউট্রাল হিসাবে কাজ করে। ফলে ১ নং হিটার কলেয়ের উৎপন্ন তাপে ভাত রান্না হয়। এ সময় ১ নং হিটারের কুকিং ল্যাম্প কুকিং সময় পর্যন্ত জ্বলে থাকে। হিটারের কয়েলের তাপমাত্রা নির্ধারিত সীমা অতিক্রম করে অর্থ্যাৎ কুকিং প্রক্রিয়া শেষ হলে থামোস্ট্যাটের সাহায্যে মেটালিক পাতাদ্বয় এর সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে রাইস কুকারের ১ নং কয়েলের কারেন্ট প্রবাহ বন্ধ হয়। এভাবে রাইস কুকারের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রন করে ভাত রান্না করা যায়। এ সময় রাইস কুকারের কুকিং ল্যাম্প বন্ধ হয়ে যায়। ভাত রান্না হয়ে যাওয়ার পর থার্মোস্ট্যাট ওপেন থাকায় ২ নং হিটার কয়েল দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। ফলে ২নং হিটার কয়েলের উৎপন্ন তাপে রাইস কুকারের ভাত গরম থাকে এবং কিপ ওর্য়াম ল্যাম্প জ্বলে থাকে। যতক্ষণ পর্যন্ত লাইনের সরবরাহ বন্ধ না করা হয়, ততোক্ষণ পর্যন্ত রাইস কুকারের ভাত গরম থাকে। তবে রাইস কুকারের সাহায্যে ২ ঘন্টা থেকে ৬ ঘন্টা পর্যন্ত ভাত গরম রাখা যায়।

৪.৪.৩ নিম্নে বৈদ্যুতিক রাইস কুকারের ক্রটি, ক্রটির কারণ ও প্রতিকার

সম্ভাব্য ত্রুটি	ক্রটির কারণ	ক্রটির প্রতিকার
১. সুইচ চালু হয় না	(ক) সাপ্লাই কর্ডে কনটিনিউয়িটি নাই।	(ক) এ্যাভোমিটার দ্বারা পরীক্ষা করে মেরামত করতে হবে বা কর্ড বদলাতে হবে।
	(খ) ফিউজ কাটা থাকতে পারে।	(খ) ফিউজ বদলাতে হবে।
	(গ) সুইচ কন্টাক্টে ত্রুটি।	(গ) মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
২. রাইস কুকিং কার্যক্রম ঠিকমত হয় না।	(ক) হিটিং প্লেট এবং ইনার পটের স্পর্শতল সঠিকভাবে স্পর্শ করে না।	(ক) হিটিং প্লেট এবং এর পটের স্পর্শতল পরিষ্কার করে দিতে হবে এবং উভয়তলকে সঠিকভাবে স্পর্শ করার ব্যবস্থা করতে হবে।
৩. কুকিং মোড কাজ করে না।	(ক) হিটিং ইলিমেন্ট কেটে যেতে পারে।	(ক) এ্যাভোমিটার দ্বারা হিটিং ইলিমেন্টের কনটিনিউয়িটি পরীক্ষা করে প্রয়োজনে হিটিং ইলিমেন্ট বদলাতে হবে।
	(খ) ম্যাগনেটিক সুইচ সমস্যা।	(খ) ম্যাগনেটিক সুইচ মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।

৪. কুকিং মোড হতে কিপ ওয়ার্ম মোডে কাজ করে না।	ম্যাগনেটিক সুইচে ত্রুটি আছে।	ম্যাগনেটিক সুইচ মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
৫. রাইস কুকারের বডি স্পর্শ করলে শক করে।	(ক) হিটিং ইলিমেন্টের কোন অংশ প্রধান বডির সাথে স্পর্শ করতে পারে।	(ক) এ্যাভোমিটার দ্বারা পরীক্ষা করে হিটিং ইলিমেন্ট মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
	(খ) হিটিং ইলিমেন্টের টার্মিনাল প্রধান বডির সাথে স্পর্শ হতে পারে।	(খ) হিটিং ইলিমেন্টের টার্মিনালকে বডি হতে বিচ্ছিন্ন। করতে হবে।
৬. রন্ধন দ্রব্য নষ্ট হয়।	আউটার লিড সঠিকভাবে বন্ধ হয় না।	আউটার লিড সঠিকভাবে বন্ধ। করতে হবে।
৭. খুব তাড়া তাড়ি হিটিং ল্যাম্প অফ হয়ে কীপ ওয়ার্ম ল্যাম্প জ্বলছে।	চালে পানি কম দেয়া হয়েছে	পরিমাণমত পানি দিতে হবে।
৮. কুকিং টাইম বেশি লাগে।	চালে পানি বেশি দেয়া হয়েছে।	পরিমাণমত পানি দিতে হবে।
৯. আউটার লিডের টীম বের হওয়ার ছিদ্র দিয়ে বাষ্প বের হচ্ছে না।	ষ্টীম বের হবার ছিদ্র কোন কিছু দ্বারা বন্ধ হয়ে গেছে।	রাইস কুকার অফ করে আউটার। লিড খুলে ষ্টীম বের হওয়ার ছিদ্র বা ষ্টীম ভেন্ট পরিষ্কার করতে হবে।

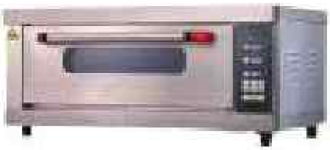
৪.৫ বৈদ্যুতিক ওভেন (Electric oven)

বৈদ্যুতিক ওভেন একটি আধুনিক, দক্ষ এবং বহুমুখী রান্নার যন্ত্র, যা জুলের তাপ সূত্রের উপর ভিত্তি করে কাজ করে। এর তাপ উৎপাদন, পরিবহন এবং নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা রান্নার প্রক্রিয়াকে সহজ, দ্রুত এবং নিরাপদ করে। কনভেকশন প্রযুক্তি, থার্মোস্ট্যাট এবং স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার সমন্বয়ে এটি আধুনিক রান্নাঘরের একটি অপরিহার্য অংশ, তবে বিদ্যুৎ নির্ভরতা এবং প্রাথমিক খরচের মতো কিছু সীমাবদ্ধতা থাকলেও, এর বহুমুখী ব্যবহার এবং সুবিধা আছে। এটিকে গৃহস্থালি ও বাণিজ্যিক উভয় ক্ষেত্রেই অত্যন্ত জনপ্রিয় বৈদ্যুতিক যন্ত্র।

৪.৫.১ বৈদ্যুতিক ওভেনের ধারণা (concept of Electric oven)

বৈদ্যুতিক ওভেন এমন একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা রোধ (Resistance) হিসাবে নাইক্রোম তার ব্যবহার করে বিদ্যুৎ শক্তিকে তাপ শক্তিতে রুপান্তর করে খাবার গরম ও রান্না করা হয়। মূলত জুলের তাপ সূত্র (Joule's Law of heating) অনুযায়ী কারেন্ট একটি নাইক্রোম তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হলে তাপ উৎপন্ন হয়। এ তাপকে একটি হিটিং চেম্বারের মধ্যে ব্যবহার করে খাবার গরম ও রান্না করা যায়। অনেক বৈদ্যুতিক ওভেনে কনভেকশন প্রযুক্তি (Convection technology) ব্যবহার করা হয়, যা ফ্যানের মাধ্যমে গরম বাতাসকে

সার্কুলেশন (Circulation) করে, ফলে খাবার দ্রুত ও সমানভাবে রান্না হয়। এটি রান্না করা, গরম করা, বেকিং ও গ্রিলিং বা রোস্টিংয়ের কাজে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র: ৪.১২ বৈদ্যুতিক ওভেন

চিত্র: ৪.১৩ মাইক্রোওয়েভ ওভেন

৪.৫.২ মাইক্রোওয়েভ ওভেন (Microwave Oven)

খাবার গরম করার জন্য এবং কোনো কোনো খাবার সহজে ও দ্রুত রান্নার জন্য মাইক্রোওয়েভ ওভেন ব্যবহৃত হয়। সচরাচর রেস্টুরেন্ট ও ফাস্ট ফুডের দোকানে মাইক্রোওয়েভ ওভেনের ব্যবহার বেশি লক্ষ্য করা যায়। ফ্রিজ থেকে খাবার বের করে তাৎক্ষণিক গরম করে খাওয়ার জন্য এটি খুব কার্যকর একটি হোম অ্যাপ্লায়েন্স। খাবারের ধরন অনুযায়ী টাইমার দিয়ে সময় সেট করে স্টার্ট বাটনে চাপ দিলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে এটি খাবার গরম করার পর থেমে যায়। গ্যাসের চুলায় বা স্টোভে খাবার গরম করার মতো সার্বক্ষণিক পাশে দাঁড়িয়ে থেকে লক্ষ্য রাখার প্রয়োজন হয় না। এ কারণে মাইক্রোওয়েভ ওভেন আধুনিক ব্যস্ত জীবনের অন্যতম অনুসঙ্গ হয়ে দাঁড়িয়েছে। আমাদের দেশে গ্রাম কিংবা শহর সর্বত্রই এর ব্যবহার দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। ইলেকট্রিক ওভেনে তাপ উৎপাদনের জন্য রোধের ভিতর দিয়ে বিদ্যুৎ চালনা করা হয়। অপর দিকে মাইক্রোওয়েভ ওভেনে ম্যাগনেট্রন টিউবের মাধ্যমে উৎপন্ন রেডিও ফ্রিকুয়েন্সির শর্ট ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের শক্তির সাহায্যে তাপ উৎপাদন করে খাদ্যবস্তু রান্না বা গরম করা হয়। অনেক সময় দেখা যায় ব্যবহারকারীরা মাইক্রোওয়েভ ওভেনের কোনো একটি যন্ত্রাংশে সমস্যা দেখা দিলে এটি আর ব্যবহার করতে পারেন না। এই অনুচ্ছেদে। মাইক্রোওয়েভ ওভেন সম্পর্কিত তত্ত্বীয় দিক এবং ব্যবহারের ক্ষেত্রে যেসব সমস্যা দেখা দিতে পারে তা সমাধানের উপায় (Trouble Shoting) নিয়ে আলোচনা করা হবে।

৪.৫.৩ বৈদ্যুতিক মাইক্রোওয়েভ ওভেনের বিভিন্ন অংশ (Different parts of an electric microwave oven)

(১) ম্যাগনেট্রন টিউব (Magnetron Tube): মাইক্রোওভেনের কুক সুইচ চালু করা হলে কুকিং প্রক্রিয়া শুরু হয় এবং এই সময় ম্যাগনেট্রন টিউব এ্যাকটিভ হয়ে ওঠে। ম্যাগনেট্রন টিউব হতে রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি (Radio Frequency) এনার্জি রেডিয়েশন হয়। এ রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি এনার্জির সাহায্যে তাপ উৎপন্ন করে খাদ্যবস্তুকে রান্না করে দেয়।

(২) ব্লোয়ার মটর (Blower Motor): ম্যাগনেট্রন টিউবকে ঠান্ডা করার জন্য যে মোটর ব্যবহার করা হয় তাকে মাইক্রোওয়েভ ওভেনের ব্লোয়ার মোটর বলে। ব্লোয়ার মোটর চালু হলে এর ইম্পেলার ব্লেড ঘূর্ণনের

মাধ্যমে ঠান্ডা বাতাস ঢুকে এবং এই ঠান্ডা বাতাস ম্যাগনেট্রন টিউবকে অতিরিক্ত গরমের হাত থেকে রক্ষা করে।

(৩)স্টিরার মোটর (Stirrer motor): এই মোটরের শ্যাফটে স্টিরার ব্লেড সংযুক্ত থাকে। এই মোটরের কাজ হলো ম্যাগনেট্রন টিউব হতে নির্গত ইলেকট্রো ম্যাগনেট্রিক এনার্জিকে কুকিং চেম্বারে সমভাবে চারিদিকে ছড়িয়ে দেয়। এতে হিট এনার্জি সমানভাবে বন্টন হয়।

(৪) টাইমার অ্যাসেম্বলি (Timer assembly): টাইমার মোটর শ্যাফটে ডায়াল নব থাকে। এ ডায়াল নব কে ঘুরিয়ে তাইমার সুইচ কন্টাক্টকে মেকানিক্যালভাবে ওপেন বা বন্ধ করা হয়। টাইমার সুইচ কন্টাক্ট, টাইমার মোটর এবং কুকিংরিলেতে কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে। তাইমার মোটরের দয়াল নবে কুকিং টাইম দাগাংকিত থাকে। ডায়াল নব ঘুরিয়ে পুশ করে খাদ্য বস্তুর জন্য প্রয়োজনীয় সময় নির্ধারণ করা হয়। নির্ধারিত সময় পৌছলে টাইমার সুই কুকিং রিলের সার্কিটকে ওপেন করে দেয়। ফলে টাইমার মোটর স্টিরার মোটর এবং কুকিং সাইকেল বন্ধ হয়ে যায়।

(৫) কুক সুইচ (Cook Switeh): যে সুইচের মাধ্যমে মাইক্রোওয়েভ ওভেন চালু করা হয় তাকে কুক সুইচ বলে। কুকিং সুইচ চালু করলে কুকিং প্রক্রিয়া শুরু হয়।

(৬) কুক রিলে (Cook Relay): এটি টাইমার সার্কিটের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। টাইম সিটিং এর পূর্বে নির্ধারিত সময় পৌছলে টাইমার সুইচ অটোমেটিক ভাবে কুক রিলে সার্কিটকে ওপেন করে দেয়। ফলে কুকিং বন্ধ হয়ে যায়। আবার কুক সুইচ বন্ধ করলে কুক রিলে এনারজাইজড হয়, যা পরবর্তীতে রিলে কন্টাক্ট ক্লোজ করে দেয়। রিলে কন্টাক্ট ক্লোজ হলে স্টিরার মোটর, ব্লোয়ার মোটর ও পাওয়ার ট্রান্সফর্মার চালু হয় যার ফলে ম্যাগনেট্রন টিউবকে কার্যক্ষম করে।

(৭) থার্মো কাট আউট (Thermo Cut-out): এটি হিট কন্ট্রোল সার্কিটের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। অনেক ক্ষেত্রে ব্লোয়ার মোটর ঠিকমত কাজ না করলে ডাক্ট পথ বা ফিল্টারে ময়লা বন্ধ হয়ে গেলে ম্যাগনেট্রন টিউব অতিরিক্ত গরম হয়ে যায়। থার্মো কাট-আউট এ অতিরিক্ত গরমের হাত হতে ম্যাগনেট্রন টিউবকে রক্ষা করে।

(৮) পাওয়ার ট্রান্সফরমার (Power Transformer): এটির প্রাইমারিতে একটিমাত্র ওয়াইন্ডিং থাকে কিন্তু সেকেন্ডারি সাইডে একটি ফিলামেন্ট ওয়াইন্ডিং এবং একটি উচ্চ ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিং থাকে। এই উচ্চ ভোল্টেজ এর মাধ্যমে ম্যাগনেট্রন টিউবকে সরবরাহ দেয়। অর্থাৎ পাওয়ার ট্রান্সফরমার চালু হলে ম্যাগনেট্রন টিউব কার্যক্ষম হয়।

(৯) ভোল্টেজ ডাবলার সার্কিট (Voltage doubler circuit): এটি পাওয়ার ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারিতে সংযুক্ত করা হয়। এটির মাধ্যমে ম্যাগনেট্রন টিউবের ক্যাথোডে ভোল্টেজ সরবরাহ দেয়া হয়।

(১০) কন্ট্রোল প্যানেল (Control Panel): যে প্যানেলের মাধ্যমে মাইক্রোওয়েভ ওভেন নিয়ন্ত্রণ করা হয় তাকে কন্ট্রোল প্যানেল বলা হয়। কন্ট্রোল প্লেট নিম্নলিখিত অংশগুলো থাকে । যথা- Dish play, Auto Touch, Auto Defrost, Quick defrost, Number pads, Timer pawer, Stop, Ez-ow, Start and clock.

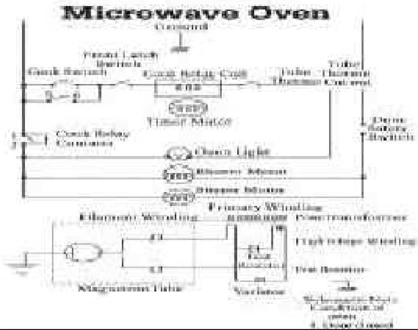
(১১) ডোর সেফটি লক সুইচ (Door safety lock Switch): মাইক্রোওয়েভ ওভেনের ডোর সেফটি লক সুইচ, যা একটি মাইক্রো সুইচ হিসেবেও পরিচিত। এটি অপরিহার্য নিরাপত্তা বৈশিষ্ট্য নিশ্চিত করে যে ওভেনের দরজা বন্ধ না থাকলে মাইক্রোওয়েভ ওভেন চালু হবে না। দরজা খোলা থাকলে এটি ওভেনের মূল মাইক্রোওয়েভ জেনারেটরকে ব্লক করে দেয় এবং ওভেনকে চালু হওয়া থেকে বিরত রাখে। এই সুইচগুলো মূলত দরজার দুটি নির্দিষ্ট স্থানে অবস্থিত থাকে, যা দরজা বন্ধ হলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে সক্রিয় হয় এবং চালু হওয়ার আগে দরজা সুরক্ষিতভাবে বন্ধ হয়েছে কিনা তা নিশ্চিত করে।

(১২) গ্লাস ট্রে (Glass tray): যে ট্রে এর মধ্যে খাদ্যবস্তু রেখে রান্না বা গরম করা হয় তাকে গ্লাস ট্রে বলে। এটি সাধারণত কাঁচের তৈরি হয়।

(১৩) মেটাল র‍্যাক (Metal Rack): এটি অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি। যে থাক বা র‍্যাকের মাধ্যমে খাদ্যবস্তু রেখে গরম করা হয় তাকে মেটাল র‍্যাক বলে।

(১৪) ওয়েভ গাইড (Wave guide) : ওয়েভ গাইড বলতে মাইক্রোওয়েভ ওভেনের ম্যাগনেট্রন টিউবের মাঝখানের ফাঁপা ধাতব টিউবকে বুঝায়। যা মাইক্রোওয়েব ফ্রিকুয়েন্সি ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক ওয়েভকে এক স্থান হতে অন্য স্থানে প্রেরণ করে।

চিত্র: ৪.১৪ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের



চিত্র: ৪.১৫ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের সার্কিট

৪.৫.৪ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের বৈদ্যুতিক সার্কিটের কার্যপদ্ধতি (Electrical circuit of a microwave oven works)

মাইক্রোওয়েভ ওভেনের কুক সুইচ চালু করলে রিলে কয়েল- ১ সক্রিয় হয় এবং ওভেন লাইট জ্বলে। ওভেনের দরজা বন্ধ করলে দ্বিতীয় কুক রিলে ইন্টারলক সুইচের মাধ্যমে ক্লোজ হয় এবং রিলে কয়েল-২ সক্রিয় হয়। যার ফলে ব্লোয়ার মোটর থার্মো কাট-আউট ও স্টিরার মোটর চালু হয়। ফলে পাওয়ার ট্রান্সফারমারের মোটরের প্রাইমারীতে লো-ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় এবং সেকেন্ডারীতে উচ্চ ভোল্টেজ প্রবাহের মাধ্যমে ম্যাগনেট্রন টিউব সক্রিয় হয়। এ সময় উচ্চ ভোল্টেজ হাই ভোল্টেজ ক্যাপাসিটর ও হাই ভোল্টেজ ডায়োডে থাকে। যার ফলে ম্যাগনেট্রন টিউবে উচ্চ তাপ উৎপন্ন হয়। ম্যাগনেট্রন টিউব হতে নির্গত ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক হিট রেডিও ফ্রিকুয়েন্সির এনার্জিকে স্টিরার মোটরের সাহায্যে সমভাবে কুকিং চেম্বারে ছড়িয়ে দেয়। এ সময় ব্লোয়ার মোটর ম্যাগনেট্রন টিউবকে অতিরিক্ত গরমের হাত থেকে রক্ষা করে। আর টাইমার মোটর কুকিং টাইম সুইচ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত করা হয়। টাইম সেটিং করে দিলে পূর্ব নির্ধারিত সময় পৌঁছলে টাইমার সুইচ অটোমেটিক ভাবে কুকিং রিলে সার্কিটকে ওপেন করে দেয়। ফলে কুকিং সাইকেল বন্ধ হয়ে যায়। অর্থাৎ মাইক্রোওয়েভ ওভেন সমস্ত কার্যক্রম বন্ধ করে দেয়। থার্মো কাটআউট ম্যাগনেট্রন টিউবকে অতিরিক্ত তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রন করে। যদি মাইক্রোওয়েভ ওভেনে থার্মো কাট-আউট ব্যবহার না করা হয়, তবে অতিরিক্ত হিটে ম্যাগনেট্রন টিউব নষ্ট হয়ে যেতো। যদি কোনো কারণে ব্লোয়ার মোটর ঠিকমতো কাজ না করে

তবে এয়ার ডাক্ট পথে বা ফিল্টার ময়লায় ম্যাগনেট্রন টিউবের পথ বন্ধ হয়ে যায়। তাই ম্যাগনেট্রন টিউবকে অতিরিক্ত তাপমাত্রা হতে রক্ষা করার জন্য থার্মো কাট-আউট ব্যবহার করা হয়।

৪.৫.৫ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের কার্যপ্রণালি (Function of a Microwave Oven)

খাদ্যবস্তু রান্না বা গরম করার জন্য মাইক্রোওয়েভ ওভেনে তড়িৎ চৌম্বকীয় মাইক্রোওয়েভ ব্যবহার করা হয়। ৩০০ মেগাহার্জ থেকে ৩০০০ মেগাহার্জ কম্পাংক রেঞ্জের তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গকে মাইক্রোওয়েভ বলা হয়। সাধারণত মাইক্রোওয়েভ ওভেনে ২৪৫০ মেগাহার্জের কাছাকাছি কম্পাংকের তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ ব্যবহার করা হয়। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে খাদ্যের জলীয় অংশ দ্বারা তড়িৎ চৌম্বকীয় মাইক্রোওয়েভ বিকিরণের শক্তি শোষিত হয়। খাদ্যের উপর মাইক্রোওয়েভ আপতিত হলে খাদ্যবস্তুর অণুসমূহের সাথে মাইক্রোওয়েভের মিথস্ক্রিয়ার (Interaction) ফলে অণুগুলো নির্দিষ্ট দিক বরাবর অবস্থান নিতে শুরু করে। মাইক্রোওয়েভের পোলারিটি প্রতি অর্ধসাইকেলে পরিবর্তিত হয়। অর্থাৎ মাইক্রোওয়েভ বিকিরণ ফিল্ডের পোলারিটির পরিবর্তন হয় প্রতি সেকেন্ডে ২০২৪৫০ $\times$ ১০০ = ৪.৯০১০৯ বার। মাইক্রোওয়েভ বিকিরণ ফিল্ড দ্বারা প্রযুক্ত বলের কারণে খাদ্যবস্তুর মধ্যকার পোলার অণুগুলো ফিল্ডের দিকে ঘুরে যেতে শুরু করে এবং অণুগুলোর মধ্যে একটি শৃঙ্খল লাইন সৃষ্টি হয়। কিন্তু মাইক্রোওয়েভ বিকিরুণ ফিল্ড এর প্রতি সেকেন্ডে অনেক বেশিবার অরিয়েন্টেশনের পরিবর্তন খাদ্যবস্তুর মধ্যকার অণুগুলোর শৃঙ্খল লাইন অনুসরণ করতে পারে না। এ কারণে বিভিন্ন অণুর গতির মধ্যে ফেইজ পার্থক্য সৃষ্টি হয়। ফলে অণুগুলো মধ্যে ঘর্ষণের সৃষ্টি হয় ও তাপ উৎপন্ন হয়। এভাবে মাইক্রোওয়েভ বিকিরণের শক্তিদ্রুত তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ফলে খাদ্যবস্তু খুব কম সময়ে রান্না বা গরম করা যায়।

৪.৫.৬ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের সম্ভাব্য ত্রুটি, ত্রুটির কারণ এবং প্রতিকার (List the Possible Faults and Their Causes and Remedies of a Microwave Oven)

নিচে মাইক্রোওয়েভ ওভেনের সম্ভাব্য ত্রুটি, কারণ এবং প্রতিকারের উপায়সমূহ দেওয়া হলো:

সম্ভাব্য ত্রুটি	কারণ	প্রতিকার
১. ওভেনে পাওয়ার সরবরাহের সুইচ 'অন' করার সাথে সাথে ফিউজ কেটে যায়।	পাওয়ার কর্ডে বা কর্ডের কানেকটিং টার্মিনালে শর্ট সার্কিট হতে পারে।	এ্যাভোমিটার দ্বারা পরীক্ষাকরে পাওয়ার কর্ড পরিবর্তন করতে হবে বা কানেকটিং টার্মিনালের শর্ট সার্কিট অপসারন করতে হবে।
২. ব্লোয়ার মোটর কাজ করে না।	ব্লোয়ার মোটর নষ্ট বা মোটরে সরবরাহ সার্কিটের কোথাও ওপেন আছে।	ব্লোয়ার মোটর খুলে উপযুক্ত সরবরাহ। দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে। যদি মোটর খারাপ হয় তবে বদলাতে হবে। অথবা মোটরের সরবরাহ সার্কিট ওপেন থাকলে এ্যাভোমিটার দ্বারা পরীক্ষা করে মেরামত করতে হবে।

৩. কুক সুইচ অন করা সত্ত্বেও ওভেনে রান্না হয় না।	(ক) টাইমার সুইচের কনটাক্ট ত্রুটিযুক্ত	(খ) এ্যাভোমিটার দ্বারা পরীক্ষা করে সুইচের কনটাক্ট ঠিক করতে হবে বা বদলাতে হবে।
	(খ) ফ্লন্ট ল্যাচ সুইচ ত্রুটি যুক্ত বা এ্যাডজাস্টমেন্ট ঠিক নাই	(খ) ফ্লন্ট ল্যাচ সুইচ মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
	(গ) কুক সুইচ ত্রুটিযুক্ত	(গ) কুক সুইচ মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
	(ঘ) কুক রিলে ত্রুটিযুক্ত	(ঘ) কুক রিলে মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
	(ঙ) উপরের ডিভাইস সমূহের সরবরাহের ওয়্যারিং সার্কিটে কোথাও ওপেন আছে।	(ঙ) এ্যাভোমিটার দ্বারা ওয়্যারিং সার্কিট পরীক্ষা করে মেরামত করতে হবে।
৪. ওভেনে তাপ উৎপন্ন হয় কিন্তু ফুড চেম্বারে লাইট জ্বলে না।	ফুড চেম্বারের বাল্ব ফিউজ হয়েছে অথবা বাল্বের সংযোগ বিন্দু বা বাল্বে সরবরাহ সার্কিটে ওপেন আছে।	বাল্ব ফিউজ হলে বদলাতে হবে। আর বাল্ব ভাল থাকলে এ্যাভোমিটার দ্বারা বাল্বে সরবরাহ সার্কিট বা বাল্বের কন্টাকট পয়েন্ট পরীক্ষা করে মেরামত করতে হবে।
৫. ওভেনে তাপও উৎপন্ন হয় না এবং ফুড চেম্বারের লাইটও জ্বলে না	(ক) কুক রিলে ত্রুটি যুক্ত	(ক) কুক রিলে মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
	(খ) থার্মো কাট আউট ত্রুটিযুক্ত	(খ) থার্মো কাট আউট বদলাতে হবে।
	(গ) কুক রিলে বা থার্মো কাট আউটের ওয়্যারিং সার্কিট ওপেন।	(গ) এ্যাভোমিটার দ্বারা ওয়্যারিং সার্কিট পরীক্ষা করে মেরামত করতে হবে।
৬. ওভেনে কুকিং হয় কিন্ত টাইমার কাজ করে না।	(ক) টাইমার মোটর ত্রুটি যুক্ত।	(ক) টাইমার মোটর মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
	(খ) টাইমার মোটরের ওয়্যারিং সার্কিট ওপেন।	(খ) ওয়্যারিং সার্কিট পরীক্ষা করে মেরামত করতে হবে।
৭. কুকিং সুইচ অন করার সাথে সাথে পাওয়ার সোর্সের ফিউজ কেটে যায়।	(ক) পাওয়ার ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি বা সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং শর্ট	(ক) পাওয়ার ট্রান্সফরমার মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
	(খ) পাওয়ার ট্রান্সফরমারের উভয় ওয়াইন্ডিং শর্ট বা ট্রান্সফরমার ত্রুটিযুক্ত	(খ) পাওয়ার ট্রান্সফরমার মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
৮. ওভেনে কুকিং সাইকেল চালু হয়। কিন্তু কুকিং	থার্মো কাট আউট খোলা	থার্মো কাট আউট পরীক্ষা করে বদলাতে হবে।

সাইকেল শেষ হওয়ার আগেই বন্ধ হয়ে যায়।		
৯. ওভেনে কুকিং হয় কিন্তু স্টারার মোটর কাজ করে না।	(ক) স্টিরার মোটর ত্রুটি যুক্ত	(ক) স্টিরার মোটর মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।
	(খ) স্টিরার মোটরের ওয়্যারিং সার্কিট ওপেন।	(খ) ওয়্যারিং সার্কিট পরীক্ষা করে মেরামত করতে হবে।
১০.ওভেনে সুইচ 'অন' করলে কুকিং লাইট জ্বলে এবং কুকিং সিস্টেম চালু হয় কিন্তু সামান্য গরম হয় বা কোন গরম হয় না।	(ক) পাওয়ার ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারির হাই ভোল্টেজ ওয়্যান্ডিং শর্ট হতে পারে।	(ক) মেরামত বা পরিবর্তন করতে হবে।
	(খ) ম্যাগনেট্রন এবং ভোল্টেজ ডাবলার সার্কিটের মধ্যে ত্রুটি হতে পারে।	(খ) ওয়্যারিং পরীক্ষা করে ত্রুটিমুক্ত করতে হবে।
	(গ) ডায়োড ত্রুটিযুক্ত	(গ) ডায়োড পরিবর্তন করতে হবে।
	(ঘ) হাই ভোল্টেজ ক্যাপাসিটর ত্রুটিযুক্ত।	(ঘ) ক্যাপাসিটর পরিবর্তন করতে হবে।
	(ঙ) ম্যাগনেট্রন টিউব ত্রুটিযুক্ত।	(ঙ) ম্যাগনেট্রন টিউব পরিবর্তন করতে হবে।
	(চ) ঢাকনার পিছনের সেফটি সুইচ ত্রুটিযুক্ত অথবা এ্যাডজাস্টমেন্ট ঠিক নেই।	(চ) পরীক্ষা করে সেফটি সুইচ মেরামত করতে হবে বা পরিবর্তন করতে হবে।

৪.৬ পাম্প (Pump)

পাম্প একটি যান্ত্রিক ডিভাইস। যার সাহায্যে কোন তরল বা বায়বীয় পদার্থকে একস্থান হতে অন্য স্থানে প্রবাহিত করানো হয়। পাম্প নিজে চলতে পারে না। একে বৈদ্যুতিক মোটর বা কোন ইঞ্জিনের সাহায্যে চালানো হয়। পাম্পের মধ্যে পিস্টন, প্লাঞ্জার, ইম্পেলার, প্রোপেলার, গিয়ার ইত্যাদি থাকে। কোন পাম্পকে যখন কোন বৈদ্যুতিক মোটর বা ইনজিনের সাহায্যে চালিত করা হয় তখন এর ইম্পেলারও ঘুরতে থাকে। ঘূর্ণনের ফলে ইম্পেলার বায়ু শূন্যতার সৃষ্টি করে। সাকশন পাইপ ইম্পেলার কেসিং এর সাথে যুক্ত থাকায় তরল পদার্থ সাকশন পাইপের সাহায্যে ইম্পেলারের মাধ্যমে পাম্প কেসিংয়ের মধ্যে প্রবেশ করে। ইম্পেলার পাম্প কেসিংয়ের মধ্যে প্রবল বেগে ঘুরতে থাকায় সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্সের কারণে কেসিংয়ের প্রান্তদেশের পানি নির্গমন পাইপ দ্বারা বের হয়ে আসে।

চিত্র: ৪.১৬ পাম্প মোটর

৪.৬.১ পাম্পের প্রকারভেদ (Types of Pump):

কার্যনীতি, ক্ষমতা ও ব্যবহারের ধরন ভেদে পাম্প বিভিন্ন প্রকারের হয়ে থাকে। নিচে কয়েকটি পাম্পের নাম দেয়া হলো।

ক) সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প (Centrifugal Pump); খ) রোটারি পাম্প (Rotary Pump); গ) টারবাইন পাম্প (Tyrbine Pump);

ঘ) সাবমার্সিবল পাম্প (Submersible Pump); ঙ) রেসিপ্রকেটিং পাম্প (Reciprocating Pump).

রেসিপ্রোকেটিং পাম্প কে চার ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

ক) পাওয়ার পাম্প (পিস্টন, প্লাঞ্জার); খ) পাওয়ার ডায়াফ্রাম পাম্প (যান্ত্রিকভাবে বা জলবাহীভাবে সক্রিয়);

গ) বায়ুচালিত পাম্প- (ডাবল ডায়াফ্রাম পাম্প); ঘ) বায়ুচালিত পিস্টন পাম্প।

সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প কে আবার ২ ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

ক) সারফেস পাম্প; খ) সাবমার্সিবল পাম্প।

৪.৬.২ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প (Centrifugal Pump)

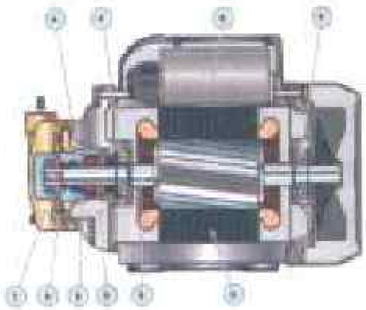
সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্সের প্রভাবে যে পাম্প তরল পদার্থ নির্গমন পথ দিয়ে বের করে দেয়, তাকে সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প বলে। কেন্দ্রাতিগ পাম্পগুলি এক বা একাধিক ইম্পেলার ব্যবহার করে, যা পাম্প শ্যাফ্টের সাথে সংযুক্ত এবং ঘুরে। এটি এমন শক্তি সরবরাহ করে যা পাম্পের মাধ্যমে তরল সরানো হয় এবং তরলকে পাইপিং সিস্টেমের মাধ্যমে সরানোর জন্য চাপ দেয়। পাম্প তাই যান্ত্রিক শক্তিকে মোটর থেকে একটি চলমান তরলের শক্তিতে রূপান্তরিত করে।

চিত্র: ৪.১৭ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্প

৪.৬.৩ সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প এর বিভিন্ন অংশ (Different parts of centrifugal pump):

সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্সের প্রভাবে যে পাম্প তরল পদার্থ নির্গমন পথ দিয়ে বের করে দেয়, তাকে সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প বলে। কেন্দ্রাতিগ পাম্পগুলি এক বা একাধিক ইম্পেলার ব্যবহার করে, যা পাম্প শ্যাফ্টের সাথে সংযুক্ত এবং ঘুরে। সেন্ট্রিফিউগাল পাম্প এর বিভিন্ন অংশগুলো হলো-

১. পাম্প বডি
২. পাম্প বডি বেক পার্ট
৩. মোটর ব্রাকেট
৪. ইম্পেলার
৫. মোটর শ্যাফট
৬. মেকানিক্যাল সিল
৭. বিয়ারিং
৮. ইলেকট্রিক মোটর
৯. পাম্প বডি বেক্ু পার্ট



চিত্র: ৪.১৮ সেন্ট্রিফিউগ্যাল পাম্পের বিভিন্ন অংশ

৪.৬.৪ পাম্পের ব্যবহার (Use of pump)

পাম্প ব্যবহারের কয়েকটি ক্ষেত্র নিচে উল্লেখ করা হলো। তবে এগুলো ছাড়াও পাম্পের আরো বহুবিধ ব্যবহার আছে।

১। শহর এলাকায় খাবার পানি সরবরাহে; ২। বহুতল বিশিষ্ট দালান কোঠায় পানি উত্তোলনে; ৩। বিভিন্ন শিল্প কারখানায়;

৪। কৃষি কাজে; ৫। মোটর গাড়িতে জ্বালানি ও লুব্রিকেটিং তেল সরবরাহে; ৬। বয়লারে পানি সরবরাহে; ৭। আগুন নেভানোর কাজে।

৪.৬.৫ পানির পাম্পের ত্রুটি, কারণ এবং প্রতিকারের উপায়সমূহ (List the Possible Troubles and their Causes and Remedies of a Water Pump):

পানির পাম্পের সম্ভাব্য ত্রুটি, কারণ এবং প্রতিকারের উপায়সমূহ নিচে দেওয়া হলঃ

ত্রুটি	কারণ	প্রতিকার
(১) মোটর চালু হয় না।	(ক) ফিউজ পুড়ে যেতে পারে	(ক) ফিউজ বদলাতে হবে।
	(খ) মেটরের ওয়্যারিংয়ে ত্রুটি হতে পারে।	(খ) এ্যাভোমিটার দ্বারা পরীক্ষা করে ওয়্যারিং মেরামত করতে হবে।
	(গ) মোটরের সংযোগ খুলে যেতে পারে।	(গ) পরীক্ষা করে সংযোগ দিতে হবে।
	(ঘ) কয়েল পুড়ে বা কেটে যতে পারে।	(ঘ) মেরামত করতে হবে।
	(ঙ) বিয়ারিং জ্যাম হতে পারে।	(ঙ) বিয়ারিংয়ে লুব্রিকেটিং অয়েল দিতে হবে বা বদলাতে হবে।
	(চ) স্টার্টারে ত্রুটি হতে পারে।	(চ) স্টার্টার মেরামত করতে হবে।

	(ছ) ক্যাপাসিটর মোটরের ক্যাপাসিস্টর খুলে যেতে পারে বা ওপেন হতে পারে।	(ছ) ক্যাপাসিটরের সংযোগ ঠিক করতে হবে বা বদলাতে হবে।
(২) মোটর অত্যাধিক গরম হয়।	(ক) লোড বেশি হতে পারে।	(ক) লোড কমাতে হবে।
	(খ) বিয়ারিং জাম হতে পারে।	(খ) বিয়ারিং বদলাতে হবে।
	(গ) মোটরের পাওয়ারের তুলনায় পাম্পের ক্যাপাসিটি বেশি হতে পারে।	(গ) সঠিক ক্যাপসিটির মোটর ব্যবহার করতে হবে।
	(ঘ) সরবরাহকৃত ভোল্টেজ অধিক হতে পারে।	(ঘ) ভোল্টমিটার দ্বারা পরীক্ষা করে দেখতে হবে যদি ভোল্টেজ বেশি হয় তবে মোটর বন্ধ করতে হবে।
	(ঙ) মোটর কয়েলের কিছু অংশ শর্ট হতে পারে।	(ঘ) মেরামত করতে হবে।
(৩) মোটর চলার সময় অস্বাভাবিক শব্দ হয়।	(ক) বিয়ারিং ক্ষয়ে যেতে পারে।	(ক) বিয়ারিং বদলাতে হবে।
	(খ) মোটরের বেজ শক্ত ভাবে বসানো হয় নাই।	(খ) মোটরের ভিত্তিকে শক্তভাবে স্থাপন করতে হবে।
	(গ) মোটর এবং পাম্প একই সমতলে নাই।	(গ) মোটর এবং পাম্পকে একই সমতলে আনতে হবে।
	(ঘ) মোটরের এয়ার গ্যাপ সঠিক নাই।	(ঘ) মোটরের শ্যাফট বাকা হয়ে এয়ার গ্যাপ পরিবর্তন হতে পারে শ্যাফটকে সোজা করতে হবে।
	(ঙ) তিন ফেজ মোটর হলে যেকোন এক ফেজ কাটা থাকতে পারে।	(ঙ) এ্যাভোমিটার দ্বারা পরীক্ষা করে। মেরামত করতে হবে।
(৪) পাম্প ঘোরে কিন্তু পানি উঠে না।	(ক) সাকশন লাইনের কোথাও ছিদ্র হতে পারে।'	(ক) ছিদ্র বন্ধ করার ব্যবস্থা করতে হবে।
	(খ) চেক ভাল্ভ এবং ফুট ভালভ জাম হতে পারে।	(খ) চেক ভালভ এবং ছাঁকুনী সহ ফুট ভালভ পরিষ্কার করতে হবে।
	(গ) পাম্পের সাকশন হেড বেশি হতে পারে।	(গ) সাকশন হেড কমাতে হবে ছাকনি সহ ফুট ভালভ কমপক্ষে ৩/৪ ফুট পানির নিচে রাখতে হবে। এবং সাকশন হেডকে ১৫ ফুটের মধ্যে সীমাবদ্ধ রাখতে হবে।
	(ঘ) পাম্পের গতি কম হতে পারে।	(ঘ) পাম্পের গতি বাড়াতে হবে।
	(ঙ) মোটর উল্টা ঘুরতে পারে।	(ঙ) মোটরের সংযোগ ঠিক করতে হবে।
	(চ) গেট ভালভ বন্ধ থাকতে পারে।	(চ) গেট ভালভ খুলে দিতে হবে।
	(ছ) পাম্প ভালভাবে প্রাইমিং করা হয় নাই।	(ছ) পাম্প যথাযথ ভাবে প্রাইমিং করতে হবে।
	(জ) ইম্পেলার ক্ষয়প্রাপ্ত হতে পারে বা কেসিং গ্যাসকেট নষ্ট হয়ে যেতে পারে।	(জ) মেরামত করতে হবে বা গ্যাসকেট বদলাতে হবে।

(৫) পানির সরবরাহ কম এবং চাপও কম।	(ক) মোটরের গতি কম।	(ক) সরবরাহ ভোল্টেজ কম বা ক্যাপাসিটর খারাপ হলে বদলাতে হবে।
	(খ) নির্গমন হেড বেশি হলে।	(খ) নির্গমন হেড কমাতে হবে।
	(গ) নির্গমন পাইপ বন্ধ হলে।	(গ) নির্গমন পাইপ পরিষ্কার করতে। হবে।
	(ঘ) ফুট ভালভ পানিতে ভালভাবে না ডুবলে।	(ঘ) ফুট ভালভ কমপক্ষে ৪/৫ ফুট পানির নিচে ডুবিয়ে রাখতে হবে।
	(ঙ) ইম্পেলার আংশিক বন্ধ হতে পারে।	(ঙ) ইম্পেলার পরিষ্কার করতে হবে।
(৬) পাম্প চালু হওয়ার কিছুক্ষণ পরই পানি সরবরাহ বন্ধ হয়ে যায়।	(ক) সাকশন লাইনে বাতাস ঢুকতে পারে।	(ক) সাকশন লাইনের সকল সংযোগ ভালভাবে টাইট দিতে হবে। সাকশন পাইপ ফেটে গেলে বা ছিদ্র হলে বদলাতে হবে।
	(খ) সাকশন এবং নির্গমন লাইন আংশিক বন্ধ হতে পারে।	(খ) সাকশন এবং নির্গমন লাইন পরিষ্কার করতে হবে।

অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১। সিলিং ফ্যানে কি ধরনের মোটর ব্যবহার করা হয়?
২। সিলিং ফ্যানে কয়টি কয়েল থাকে?
৩। সিলিং ফ্যানের ঘূর্ণন কোন দিকে হয়?
৪। রেগুলেটরের কাজ কী?
৫। ফ্যানের আর্থ বা বডি টেস্ট কী ভাবে করা হয়?
৬। সিলিং ফ্যানের বাইরের অংশকে কী বলে?
৭। সিলিং ফ্যানে ব্যবহৃত ক্যাপাসিটরের মান কত?
৮। ওয়াল মাউন্টেড ফ্যান কী কাজে ব্যবহৃত হয়?
৯। এগজস্ট ফ্যান কোথায় স্থাপন করা হয়?
১০। এগজস্ট ফ্যানে রেগুলেটর ব্যবহার হয় কি?
১১। রাইস কুকার দিয়ে কী কী কাজ করা যায়?
১২। থার্মোস্ট্যাট কী দিয়ে তৈরি?
১৩। রাইস কুকারে বাষ্প বের হওয়া পথ কোথায় থাকে?
১৪। হিটিং এলিমেন্ট কী?
১৫। পাম্প কী?
১৬। কেন্দ্রাতিক বলের উদাহরণ দাও।
১৭। গৃহকর্মে প্রয়োজনীয় পানি উত্তোলনের জন্য ব্যবহৃত পাম্পের ক্ষমতা কত?

সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

১। সিলিং ফ্যান কত প্রকার ও কী কী?

২। সিলিং ফ্যানে ক্যাপাসিটর ব্যবহার করা হয় কেন?

৩। ফ্যানের সাথে রেগুলেটরের সংযোগ চিত্র অংকণ করে দেখাও।

৪। ফ্যানের স্টার্টিং কয়েলের তার সরু হওয়ার কারণ কী?

৫। ফ্যান চলার সময় শব্দ হয় কেন?

৬। ওয়াল মাউন্টেড ফ্যানে কী ধরনের মোটর ব্যবহার করা হয়?

৭। এগজস্ট ফ্যানে ঘূর্ণন কোন দিকে হয়?

৮। ওয়াল মাউন্টেড ফ্যানের আর্থ বা বডি টেস্ট কিভাবে করা হয়?

৯। হিটিং এলিমেন্ট-এ কীভাবে তাপ শক্তি উৎপন্ন হয়?

১০। রাইস কুকারে কীভাবে তাপ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা হয়?

১১। রাইস কুকারের স্টিমট্রের কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

১২। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে কি ধরনের এনার্জি ব্যবহার করা হয়?

১৩। স্টিরার মোটর এর কাজ কী?

১৪। মাইক্রোওয়েভ ওভেন এনার্জির ফ্রিকুয়েন্সি এর মান কত?

১৫। মাইক্রোওয়েভ ওভেন কোন নীতিতে কাজ করে?

১৬। সেন্ট্রিফিউগাল পাম্পের অংশ সমূহের নাম উল্লেখ করো।

১৭। সাবমার্জিবল পাম্প কাকে বলে?

রচনামূলক উত্তর প্রশ্ন

১। সিলিং ফ্যানের অভ্যন্তরীণ কয়েলের সংযোগ চিত্র সহ বর্ণনা করো।

২। সিলিং ফ্যানের প্রধান ৫টি প্রধান অংশের নাম ও কাজ বর্ণনা করো।

৩। সরবরাহ লাইনের সাথে একটি সিলিং ফ্যানের সংযোগ চিত্র সহ ব্যাখ্যা করো।

৪। চালু অবস্থায় ফ্যানে হাত দিলে শক লাগার কারণ ব্যাখ্যা করো।

৫। এগজস্ট ফ্যান ও ওয়াল মাউন্টেড ফ্যানের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ করো।

৬। ওয়াল মাউন্টেড ফ্যানের অভ্যন্তরীণ কয়েলের সংযোগ চিত্র সহ বর্ণনা করো।

৭। সরবরাহ লাইনের সাথে একটি এগজস্ট ফ্যানের সংযোগ চিত্র সহ ব্যাখ্যা করো।

৮। রাইস কুকারের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও।

৯। একটি রাইস কুকারের সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন কর এবং এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা করো।

১০। সাবমার্জিবল পাম্পের যন্ত্রাংশ সমূহের নাম উল্লেখ করো।

১১। সেন্ট্রিফিউগাল পাম্পের ব্যবহার বর্ণনা করো।

ব্যবহারিক অংশ

জব-১ সিলিং ফ্যানের ত্রুটি নির্ণয় ও মেরামতকরণ

পারদর্শিতার মানদণ্ড (Learning out come)

১. সিলিং ফ্যানের বিভিন্ন অংশ খোলা এবং সনাক্ত করব;
২. টেস্ট ল্যাম্প/এ্যাভোমিটারের সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করব;
৩. সিরিজ ল্যাম্প/ এ্যাভোমিটারের সাহায্যে স্টার্টিং এবং রানিং কয়েলের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করব;
৪. সিরিজ ল্যাম্প ব্যবহার করে ক্যাপাসিটির পরীক্ষা করব;
৫. ফ্যানের অস্বাভাবিক শব্দ এবং উচ্চ তাপমাত্রা পরীক্ষা করব;
৬. পরীক্ষিত ফলাফল হিসেবে ফ্যানের ত্রুটিগুলি চিহ্নিত করব;
৭. ফ্যানের সমস্ত ত্রুটিগুলো তালিকাভুক্ত করা এবং মেরামত করব;
৮. বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে সুইচ চালু (ON)/ বন্ধ (OFF) করে সিলিং ফ্যানের পারফরম্যান্স পরীক্ষা করব।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমান
০১	অ্যাপ্রোন	শিক্ষার্থীর বডি অনুসারে	১টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	হাতের মাপ অনুসারে	১জোড়া
০৩	মাস্ক	উন্নত মানের	১টি
০৪	জুতা	পায়ের সাইজ অনুসারে	১ জোড়া

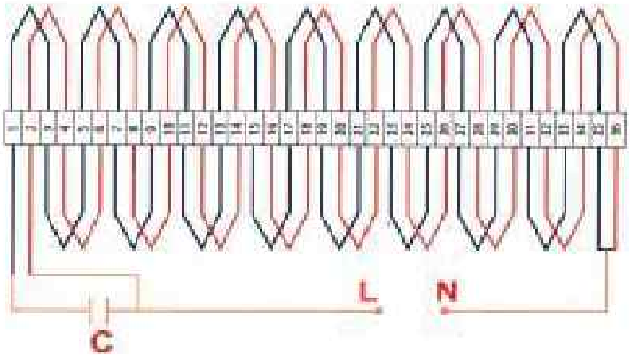
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Equipment Required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	বলপিনহ্যামার	০.৫ পাউন্ড	১
০২	হ্যাকাস	৩০ সেঃমি.	১
০৩	মেলেট	১.৫ পাউন্ড	১
০৪	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	২০ সেঃমি.	১
০৫	কাঁচি	২০ সেঃমি.	১
০৬	ওয়েজ বার (বাঁশের খিল)	২৫ মিঃমি	২
০৭	স্প্যানার	বিভিন্ন সাইজ	১০ পিস সেট
০৮	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	২০ সেঃমি.	১
০৯	হিটিংওভেন (ইলেকট্রিক)	২৩০ ভোল্ট, ১০০০ ওয়ার্ড	১
১০	ওয়্যার গেজ, এস ডব্লিউজি	০-৩৪নং	১
১১	মেগার	১০০০ ভোল্ট, ০-১০০০০ মেগাওহম	১
১২	সোল্ডারিং আয়রন	২৩০ ভোল্ট ৪০ ওয়ার্ড	১

প্রয়োজনীয় কাঁচা মালামাল (Raw materials required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	সুপারএনামেল কপার তার	৩৪ গেজ	১ পাউন্ড
০২	ওয়েজ বার (কাঠের বা বাঁশের)	৭৫মি:মি	৪
০৩	লেদারওয়েড পেপার	৮ নং	২৫০গ্রাম
০৪	ইনসুলেটিং বার্নিশ	নিটো	১ লিটার
০৫	কটন টেপ	৭৫মি:মি	১ রীম
০৬	ফ্লেক্সিবলক্যাবল	১৪/০.০৭৬"	১০ মিটার
০৭	টেকসুতা	১ গোলা	১ রীম
০৮	সোল্ডারিং লিড	৬০: ৪০	১০০গ্রাম
০৯	রজন	বাংলাদেশী	৫০গ্রাম
১০	ইন্সুলেটিং ট্যাগ	প্লাস্টিক টাইপ	১

সিঙ্গেল ফেজ সিলিং ফ্যানের ৩৬ খাঁজ ২ পোল বিশিষ্ট মোটরের রি-ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম



চিত্র: ৪.১৯ রি-ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম

কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপ (Working Procedure and Steps)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন করে নিয়ম অনুযায়ী পরিধান করবো;
- প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করবো;
- পরীক্ষাধীন সিলিং ফ্যান (সিঙ্গেল মোটর) এর কয়েলের টার্মিনালবক্স খুলে পরিষ্কার করবো;
- টেস্ট ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহের নিরবচ্ছিন্নতা (Continuity) পরীক্ষা করবো;
- যদি টেস্ট ল্যাম্প পূর্ণভাবে জ্বলে তবে বুঝব সরবরাহ ঠিক আছে;
- সিরিজ ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে স্টার্টিং ও রানিং কয়েলের নিরবচ্ছিন্নতা (Continuity) পরীক্ষা করবো;
- সিরিজ ল্যাম্প অপেক্ষাকৃত কম উজ্জল হয়ে জ্বললে বুঝব কন্টিনিউটি ও কয়েল ঠিক আছে;

- সিরিজ ল্যাম্পের সাহায্যে কয়েলের আর্থ বা বডি টেস্ট করবো;
- যদি ল্যাম্প জ্বলে তবে বুঝতে পারব আর্থ ফল্ট অর্থাৎ কয়েল বড়ির সাথে শর্ট হয়েছে;
- সিরিজ ল্যাম্পের সাহায্যে রানিং ও স্টার্টিং কয়েলের মধ্যে শর্ট সার্কিট টেস্ট করব, যদি ল্যাম্প জ্বলে তবে বোঝা যাবে: কয়েলের মধ্যে শর্ট সার্কিট হয়েছে;
- ফ্যানের বিয়ারিং জ্যাম কিনা হাত দিয়ে ঘুরিয়ে পরীক্ষা করবো;
- পরীক্ষালব্ধ ফলাফল থেকে ফ্যানের ত্রুটিসমূহ চিহ্নিত করব; ফ্যানের ত্রুটি সমূহের তালিকা তৈরি করব এবং যথাযথ প্রক্রিয়ায় প্রয়োজনীয় মেরামত সম্পন্ন করবো;
- যদি ফ্যানের কয়েলে ত্রুটি থাকে তবে ফ্যানটি খুলে প্রয়োজনীয় মেরামত শেষে পুনরায় সংযোজন করবো;
- মেরামত শেষে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে সুইচ চালু (ON)/ বন্ধ (OFF) করে ফ্যানের পারফরমেন্স পরীক্ষা করবো;
- পরীক্ষা শেষে সংগৃহিত টুলস ও অন্যান্য সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করব; কাজ শেষে টুলস ও অন্যান্য মালামাল পরিষ্কার করে যথাস্থানে রাখবো।

সতর্কতা (Precautions)

- প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করবো;
- বৈদ্যুতিক লাইনের সাথে যেন স্পর্শ না ঘটে এ বিষয়ে পূর্ণমাত্রায় সচেতন থাকবো:
- ফ্যান অত্যন্ত সাবধানতার সাথে খুলব যেন কয়েল বিচ্ছিন্ন বা আঘাতপ্রাপ্ত না হয়।

➢ **অর্জিত দক্ষতা**

প্রয়োজনীয় তাত্বিক জ্ঞান অর্জন ও ব্যবহারিক কাজ সম্পাদনের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের সিলিং ফ্যান মেরামতের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে বলে ধরে নেয়া যায়। আশা করা যায় এই জ্ঞান ও দক্ষতা তাঁরা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ করতে সক্ষম হবে।

জব-২: সিঙ্গেল ফেজ ৩৬, খাঁজ, ২ পোল সিলিংফ্যান মোটর রি-ওয়্যাডিং

পারদর্শিতার মানদন্ড (Learning out come)

- সিলিং ফ্যানের বিভিন্ন অংশ সনাক্ত করতে পারব;
- সিলিং ফ্যানের বিভিন্ন অংশ খুলে পরিষ্কার করতে পারব;
- ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম অঙ্কন করতে পারব;
- মোট কয়েল সংখ্যা চিহ্নিত করতে পারব;
- স্টাটিং ও রানিং কয়েলের সংখ্যা চিহ্নিত করতে পারব;
- কয়েল তৈরি করে স্লটে নিয়ম মাফিক স্থাপন করতে পারব;
- কয়েল বার্নিশ করতে পারব;
- ২০২৩ সিলিং ফ্যানের বিভিন্ন অংশ সংযোজন করতে পারব;
- সিলিং ফ্যান সংযোগ দিয়ে চালনা করে পারফরমেন্স চেক করতে পারব।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Equipment Required)

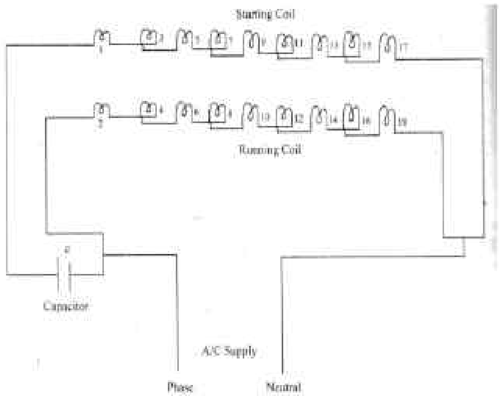
ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	বলপিনহ্যামার	০.৫ পাউন্ড	১
০২	হ্যাকাস	৩০ সে:মি.	১
০৩	মেলেট	১.৫ পাউন্ড	১
০৪	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	২০ সে:মি.	১
০৫	কাঁচি	২০ সে:মি.	১
০৬	ওয়েজ বার (বাঁশের খিল)	২৫ মি:মি	২
০৭	স্ক্র্যাপার	বিভিন্ন সাইজ	১০ পিস সেট
০৮	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	২০ সে:মি.	১
০৯	হিটিংওভেন (ইলেকট্রিক)	২৩০ ভোল্ট, ১০০০ ওয়ার্ড	১
১০	ওয়্যার গেজ, এস ডব্লিউজি	০-৩৪নং	১
১১	মেগার	১০০০ ভোল্ট, ০-১০০০০ মেগাওহম	১
১২	সোল্ডারিং আয়রন	২৩০ ভোল্ট ৪০ ওয়ার্ড	১

প্রয়োজনীয় কাঁচা মালামাল (Raw materials required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	সুপারএনামেল কপার তার	৩৪ গেজ, ২৪ গেজ	২ পাউন্ড
০২	ওয়েজ বার (কাঠের বা বাঁশের)	৭৫মি:মি	৪
০৩	লেদারওয়েড পেপার	৮ নং	২৫০গ্রাম
০৪	ইনসুলেটিং বার্নিশ	নিটো	১ লিটার
০৫	কটন টেপ	৭৫মি:মি	১ রীম
০৬	ফ্লেক্সিবলক্যাবল	১৪/০.০৭৬"	১০ মিটার
০৭	টেকসুতা	১ গোলা	১ রীম
০৮	সোল্ডারিং লিড	৬০: ৪০	১০০গ্রাম
০৯	রজন	বাংলাদেশী	৫০গ্রাম
১০	ইন্সুলেটিং ট্যাপ	প্লাস্টিক টাইপ	১

সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন

চিত্র: ৪.২০ সিলিং ফ্যানের বিভিন্ন



চিত্র: ৪.২১ সিলিং ফ্যানের

কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপ (Working Procedure and Steps)

- প্রয়োজন অনুযায়ী যন্ত্রপাতি ও মালামাল সংগ্রহ করবো;
- সিলিং ফ্যানের স্লট বা খাঁজ সংখ্যা গণনা করবো;
- পোল সংখ্যা গণনা করবো;
- মোট কয়েল সংখ্যা = (স্লট সংখ্যা/ পোল সংখ্যা) নির্ণয় করবো;
- স্টাটিং কয়েল সংখ্যা = (মোট কয়েল সংখ্যা/২) নির্ণয় করবো;
- রানিং কয়েল সংখ্যা = (মোট কয়েল সংখ্যা- স্টাটিং কয়েল সংখ্যা) নির্ণয় করবো;
- সিলিং ফ্যানের বিভিন্ন খুলবো এবং পরিষ্কার করবো;
- সিলিং ফ্যানের স্টাটিং ও রানিং কয়েলগুলো কাটবো, খুলবো এবং গণনা করবো;
- কয়েল গুচ্ছ তৈরি করবো;
- স্লটে স্টাটিং এবং রানিং কয়েল গণনা অনুযায়ী বসাবো;
- স্টাটিং ও রানিং কয়েল সংযোগ করবো;
- সিরিজ ল্যাম্প/ এ্যাভোমিটার দিয়ে স্টাটিং ও রানিং কয়েল চেক করবো;
- স্ট্যাটিং কয়েলের সাথে সিরিজে ক্যাপাসিটর সংযোগ করবো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে রাখবো;
- সংযোগস্থল সোল্ডারিং করব যাতে সোল্ডারিং অন্য তারের সংস্পর্শে না আসে;
- সংযোগ স্থলে স্প্যাগেটি টিউব পরাবো;

- ওয়্যাইন্ডিং তারের প্রান্তগুলো কটন-টেপ এবং সুতা দিয়ে দৃঢ়ভাবে আটকাবো;
- কয়েলে বার্নিশ করবো;
- সিলিং ফ্যানের বিভিন্ন অংশ সংযোজন করবো;
- এসি সরবরাহ দিয়ে সিলিং ফ্যান ঘুরাবো;
- সংগৃহীত টুলস ও অন্যান্য সরঞ্জামাদি তালিকা অনুযায়ী স্টোরে জমা দিবো;

➢ **সতর্কতা (Precaution)**

- বৈদ্যুতিক লাইন স্পর্শ করা থেকে বিরত থাকব।
- ফ্যান অত্যন্ত সাবধানতার সাথে খুলব যেন আর্মেচারের প্লট ক্ষতিগ্রস্থ না হয়।

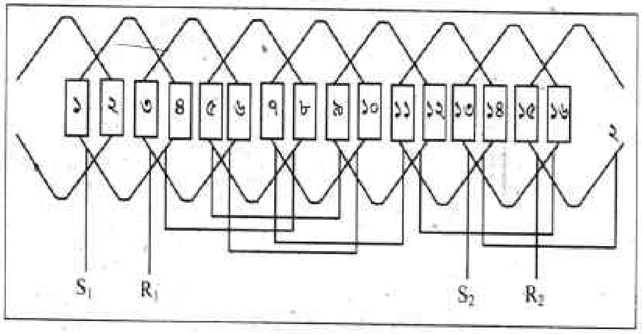
➢ **অর্জিত দক্ষতা**

সিলিং ফ্যান রি-ওয়্যান্ডিংয়ের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে যা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ করা সম্ভব হবে।

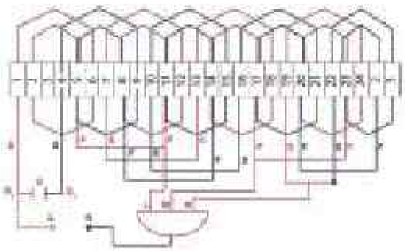
জব ৩: এগজস্ট ফ্যান/ওয়াল মাউন্টেড ফ্যান (Exhaust and Wall Mounted Fan) এর ত্রুটি নির্ণয় ও মেরামতকরণ

পারদর্শিতার মানদন্ড (Learning out come)

- টেস্ট ল্যাম্প/অ্যাভোমিটার (AVO meter) এর সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহের নিরবচ্ছিন্নতা (Continouty) পরীক্ষা করতে পারব;
- সিরিজ ল্যাম্প/ অ্যাভোমিটারের সাহায্যে স্টার্টিং এবং রানিং কয়েলের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে পারব;
- সিরিজ ল্যাম্প ব্যবহার করে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করতে পারব;
- ফ্যানের অস্বাভাবিক শব্দ এবং গরম হয়ে যাওযা পরীক্ষা করতে পারব ;
- ফ্যানের অসিলেটিং সিস্টেম খুলে পরীক্ষা করতে পারব;
- ফ্যানের ত্রুটিগুলো তালিকাভুক্ত করা এবং যথাযথ প্রক্রিয়ায় মেরামত করতে পারব;
- মোটরের স্লট ও পোল সংখ্যা জানতে পারব;
- মোট কয়েল সংখ্যা নির্ণয় করতে পারব;
- মোটরের স্টার্টিং এবং রানিং কয়েল সংখ্যা নির্ণয় করতে পারব;
- মোটর রি-ওয়্যাইন্ডিং করতে পারব;
- মোটর বার্ণিশ করতে পারব;
- বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে এবং সুইচ চালু (ON)/ বন্ধ (OFF) করে ফ্যানের পারফরমেন্স পরীক্ষা করতে পারব।



চিত্র: ৪.২২ এগজস্ট ফ্যানর রি-



চিত্র: ৪.২৩ ওয়াল

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Equipment Required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	বলপিনহ্যামার	০.৫ পাউন্ড	১
০২	হ্যাকাস	৩০ সে:মি.	১
০৩	মেলেট	১.৫ পাউন্ড	১
০৪	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	২০ সে:মি.	১
০৫	কাঁচি	২০ সে:মি.	১
০৬	ওয়েজ বার (বাঁশের খিল)	২৫ মি:মি	৪
০৭	স্ক্যানার	বিভিন্ন সাইজ	১২পিস সেট
০৮	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	২০ সে:মি.	১
০৯	হিটিংওভেন (ইলেকট্রিক)	২৩০ ভোল্ট, ১০০০ ওয়ার্ড	১
১০	ওয়্যার গেজ	০-৪০নং, এস ডব্লিউজি	১
১১	মেগার	১০০০ ভোল্ট, ০-১০০০০ মেগাওহম	১
১২	সোল্ডারিং আয়রন	২৩০ ভোল্ট ৪০ ওয়ার্ড	১

প্রয়োজনীয় কাঁচা মালামাল (Raw materials required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	সুপারএনামেল কপার তার	৩৪ গেজ, ২৪ গেজ	২ পাউন্ড
০২	ওয়েজ বার (কাঠের বা বাঁশের)	৭৫মি:মি	৪
০৩	লেদারওয়েড পেপার	৮ নং	১০০গ্রাম
০৪	ইনসুলেটিং বার্নিশ	নিটো	১ লিটার
০৫	কটন টেপ	৭৫মি:মি	১রীল
০৬	ফ্লেক্সিবলক্যাবল	১৪/০.০৭৬"	১০ মিটার
০৭	টেকসুতা	১ গোলা	১রীম
০৮	সোল্ডারিং লিড	৬০: ৪০	১০০গ্রাম
০৯	রজন	বাংলাদেশী	৫০গ্রাম
১০	ইন্সুলেটিং ট্যাপ	প্লাস্টিক টাইপ	১

কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপ (Working Procedure and Steps)

এগজস্ট ফ্যানের রি-ওয়াইন্ডিং কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপ সমুহ:

- কয়েলের স্প্যান নিরুপন করবো। কয়েল স্প্যান = ২৪+৪=৬
- মোটরের মোট কয়েল সংখ্যা নিরুপন করবো।
- মোট কয়েল সংখ্যা = মোটরের স্লট সংখ্যা +২ =২৪+২=১২টি
- মোটরের রানিং কয়েল সংখ্যা নিরুপন করবো। অর্থাৎ রানিং কয়েল = মোট কয়েল সংখ্যা +২ =১২+২=৬টি
- মোটরের স্টাটিং কয়েল সংখ্যা নিরুপন করবো। অর্থাৎ স্টাটিং কয়েল =মোট কয়েল সংখ্যা – রানিং কয়েল সংখ্যা = ১২টি-৬টি=৬টি।
- ফেজ পার্থক্য নিরুপন করবো। অর্থাৎ মোটরের স্টার্টিং কয়েল হতে রানিং কয়েলের মধ্যে কৌনিক পার্থক্যকে ফেজ পার্থক্য ফেজ পার্থক্য বলে। ফেজ পার্থক্য = $(\frac{90}{180}\times 6)+1 = 3+1=4.$
- প্রতি পোলে কয়েল বসবে ২ টি করে।

ওয়াল মাউন্টেড ফ্যানের রি-ওয়াইন্ডিং ধাপ সমুহ

- পেডেস্টাল ফ্যানের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করে খুলবো;
- স্টেটরের খাঁজ হতে কয়েলগুলো কাটবো এবং কয়েলগুলো খাঁজ হতে বাহির করবো;
- স্টেটরের খাঁজগুলো ভালোভাবে পরিষ্কার করবো;
- খাজ হতে কয়েল খুলার পর সবগুলো কয়েল একত্রে ওজন দিবো এবং ওজনের পরিমান খাতায় লিখবো;

- ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী 24 খাঁজ, ৪ পোল, ১৫০০ গতি বেগের সিঙ্গেল ফেজ ক্যাপাসিটর মোটর রি-ওয়াইন্ডিং করবো;
- রানিং কয়েলের প্রথম পোলের সংযোগ ১-৪,২-৫হবে। দ্বিতীয় পোলের সংযোগ ৭-১২, ৮-১১ হবে। তৃতীয় পোলের সংযোগ ১৩-১৮, ১৪-১৭ হবে এবং চতুর্থ পোলের সংযোগ ১৯-২৪, ২০-২৩ হবে;
- মোটরের রানিং কয়েলে চৌম্বকত্ব তৈরি করার জন্য রি-ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী Finish to Finish এবং Start to Start টার্মিনাল সংযোগ করবো। অর্থাৎ পোলগুলো ফরোয়ার্ড ও রিভার্স সংযোগ হয়। ১নং কয়েলে হবে রানিং কয়েলের শুরু টার্মিনাল এবং ২৩ নং কয়েল হবে ফিনিস টার্মিনাল;
- স্টার্টিং কয়েলের প্রথম পোলের সংযোগ ৪-৯, ৫-৮ হবে। দ্বিতীয় পোলের সংযোগ ১০-১৫, ১১-১৪ হবে। তৃতীয় পোলের সংযোগ ১৬-২১, ১৭-২০হবে এবং চতুর্থ পোলের সংযোগ ২২-৩, ২৩-২ হবে;
- মোটরের স্টার্টিং কয়েলে চৌম্বকত্ব তৈরি করার জন্য রি-ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী Finish to Finish এবং Start to Start টার্মিনাল সংযোগ করতে হবে। অর্থাৎ যাতে স্টার্টিং কয়েলে ফরোয়ার্ড ও রিভার্স সংযোগ হয়। স্টার্টিং কয়েলের শুরু প্রান্ত হবে ৪ নং খাঁজের কয়েল এবং শেষ প্রান্ত ফিনিস প্রান্ত হবে ২ নং খাঁজের কয়েল;
- রি-ওয়াইন্ডিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী রেগুলেটরে লো, মিডিয়াম ও হাই সংযোগ করবো;
- রানিং ও স্টার্টিং কয়েলে 2.5 µF এর ক্যাপাসিটর সংযোগ করবো;
- মোটরের বিভিন্ন টেস্ট করবো;
- পরীক্ষাগুলো সঠিক হলে মোটর সংযোগ দিয়ে চালু করে Low Speed, Mideum Speed এবং high Speed চেক করবো;
- মোটরের কয়েলে বার্নিস দিয়ে ভালোভাবে শুকাবো;
- মোটরের বিভিন্ন অংশ সংযোজন করবো;
- পুনরায় মোটর চালু করবো;
- সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে যন্ত্রপাতি ও পিপিই সাব-স্টোরে জমা করবো;
- অব্যবহৃত মালামাল নির্দিষ্ট স্থানে রাখবো।

নোট: এগজস্ট ফ্যান ও ওয়াল মাউন্টেড ফ্যানের কার্যনীতি একই। উভয়ক্ষেত্রে ত্রুটি মেরামতের পদ্ধতিও প্রায় একই। তবে এগজস্ট ফ্যান ও ওয়াল মাউন্টেড ফ্যান ব্যবহারের উদ্দেশ্য ভিন্ন বলে এদের স্থাপনের স্থান ভিন্ন হয়। ওয়াল মাউন্টেড ফ্যান মেরামতের জন্য ওয়াল থেকে সহজেই খুলে নেয়া যায়। এগজস্ট ফ্যান মেরামতের জন্য বাথরুম, রান্নাঘর বা কারখানা থেকে খুলতে হলে বিশেষ ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয়।

সতর্কতা (Precaution)

- প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করব;
- বৈদ্যুতিক লাইন স্পর্শ করা থেকে বিরত থাকব;

- ফ্যান অত্যন্ত সাবধানতার সাথে খুলব যেন কয়েল বিচ্ছিন্ন বা আঘাতপ্রাপ্ত না হয়:
- লোহার হ্যামারের পরিবর্তে ম্যালেট ব্যবহার করব।

অর্জিত দক্ষতা (Acquired skill)

- এগজস্ট ফ্যান ও ওয়াল মাউন্টেড ফ্যান মেরামতের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে যাহা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব-৪ ইলেকট্রিক আয়রন মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ

পারদর্শিতার মানদন্ড (Learning out come)

- টেস্ট ল্যাম্প/অ্যাভোমিটারের সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহের নিরবচ্ছিন্নতা (Continouty) করতে পারবো;
- বৈদ্যুতিক আয়রনের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিতকরণ এবং খোলতে পারবো;
- বিভিন্ন অংশগুলো সংযোজন করতে পারবো;
- অ্যাভোমিটারের সাহায্যে অটো থার্মোস্ট্যাট কন্টাক্ট পরীক্ষা করতে পারবো;
- হিটিং এলিমেন্টের নিরবচ্ছিন্নতা (Continouty) শর্টসার্কিট ও বডি টেস্ট করতে পারবো;
- পরীক্ষালব্ধ ফলাফল হিসেবে ইলেকট্রিক আয়রনের ত্রুটিগুলো তালিকাভুক্ত করা এবং মেরামত করতে পারবো;
- বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে সুইচ পর্যায়ক্রমে চালু ও বন্ধ (ON and OFF) করে ইলেকট্রিক আয়রনের পারফরম্যান্স পরীক্ষা করতে পারবো।

ব্যাক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমান
০১	অ্যাপ্রোন	শিক্ষার্থীর বডি অনুসারে	১টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	হাতের মাফ অনুসারে	১জোড়া
০৩	মাস্ক	উন্নত মানের	১টি
০৪	জুতা	পায়ের সাইজ অনুসারে	১ জোড়া

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Equipment Required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	বলপিনহ্যামার	০.৫ পাউন্ড	১
০২	হ্যাকস	৩০ সে:মি.	১
০৩	মেলেট	১.৫ পাউন্ড	১
০৪	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	২০ সে:মি.	১
০৫	কাঁচি	২০ সে:মি.	১
০৬	ওয়েজ বার (বাঁশের খিল)	২৫ মি:মি	২

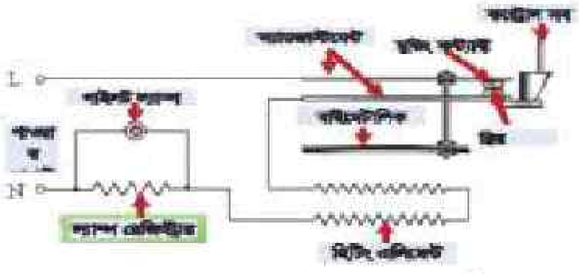
২০২৬

০৭	স্ক্র্যাপার	বিভিন্ন সাইজ	১০ পিস সেট
০৮	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	২০ সে:মি.	১
০৯	হিটিংওভেন (ইলেকট্রিক)	২৩০ ভোল্ট, ১০০০ ওয়ার্ড	১
১০	ওয়্যার গেজ, এস ডব্লিউজি	০-৩৪নং	১
১১	মেগার	১০০০ ভোল্ট, ০-১০০০০ মেগাওহম	১
১২	সোল্ডারিং আয়রন	২৩০ ভোল্ট ৪০ ওয়ার্ড	১
১৩	কাটিং প্লায়ার্স	২০ সে:মি	১
১৪	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার	২৩০ ভোল্ট, ৫০০ ওয়ার্ড	১
১৫	টেস্ট ল্যাম্প	২৩০ ভোল্ট, ৬০ ওয়ার্ড	১

প্রয়োজনীয় কাঁচা মালামাল (Raw materials required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমাণ
০১	৩ কোর পিভিসি ওয়্যার	২৫০ ভোল্ট ১৫ অ্যাম্পিয়ার	৩গজ
০২	৩ পিন প্লাগ	২৫০ ভোল্ট ১৫ অ্যাম্পিয়ার	১টি
০৩	স্যান্ড পেপার	১২০ জিএমএস	২পিস
০৪	কাপড়	মার্কিন	১গজ
০৫	হ্যান্ড স্যানিটাইজার	WHO নির্দেশিত মানদন্ড অনুসৃত	২৫০ এমএল
০৬	মাইকা শিট	প্রমাণ সাইজ	২ পিস
০৭	অ্যাজবেস্টশ শিট	প্রমাণ সাইজ	২পিস
০৮	হিটিং এলিমেন্ট	৭৫০ ওয়াট	১টি
০৯	থার্মোস্ট্যাট	২২০ ভোল্ট ১০ অ্যাম্পিয়ার	১টি
১০	রোটারি সুইচ	১৫ অ্যাম্পিয়ার	১টি

বৈদ্যুতিক আয়রনের বৈদ্যুতিক সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন



চিত্র: ৪.২৪ বৈদ্যুতিক আয়রনের বৈদ্যুতিক সার্কিট ডায়াগ্রাম

কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপসমূহ (Working Procedure and Steps)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও নিয়ম অনুযায়ী PPE পরিধান করব;
- প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করব;
- পরীক্ষাধীন ইলেকট্রিক আয়রন খুলে পরিষ্কার করব:
- টেস্ট ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে বিদ্যুৎ প্রবাহের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করব। যদি টেস্ট ল্যাম্প পূর্ণভাবে জ্বলে তবে ধরে নিব সরবরাহ ঠিক আছে;
- সিরিজ ল্যাম্পের সাহায্যে কন্টিনিউটি পরীক্ষা করণ, ল্যাম্পটি অপেক্ষকৃত কম উজ্জ্বলতা নিয়ে জ্বললে বুঝব কন্টিনিউটি ও কয়েল ঠিক আছে;
- সিরিজ ল্যাম্পের সাহায্যে হিটিং এলিমেন্টের আর্থ বা বডি টেস্ট করব, যদি ল্যাম্প জ্বলে তবে বুঝব আর্থ ফল্ট অর্থাৎ কয়েল বডির সাথে শর্ট হয়েছে।
- থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা করব।
- পরীক্ষিত ফলাফল থেকে ইলেকট্রিক আয়রনের ত্রুটিসমূহ চিহ্নিত করে তালিকা তৈরি করব;
- ইলেকট্রিক আয়রনটি খুলে প্রয়োজনীয় মেরামত সম্পন্ন করে পুণরায় সংযোজন করব;
- টুলস ও অন্যান্য সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে গুছিয়ে রাখব;
- ওয়েস্টেজ এবং স্ক্রাপ নির্ধারিত স্থানে রাখব;
- কাজ শেষে কাজের স্থান পরিষ্কার করব।

সতর্কতা (Precaution)

- প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করব;
- বৈদ্যুতিক লাইন স্পর্শ করা থেকে বিরত থাকব;
- ইলেকট্রিক আয়রন অত্যন্ত সাবধানতার সাথে খুলব যেন হিটিং এলিমেন্ট নষ্ট না হয়;
- ইলেকট্রিক আয়রন ব্যবহারের পূর্বে আর্থ লাইন সঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা পরীক্ষা করব।

অর্জিত দক্ষতা

- ইলেকট্রিক আয়রন মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে যাহা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব-৫: ইলেকট্রিক রাইস কুকারের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিতকরণ, মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ

পারদর্শিতার মানদন্ড (Learning out come) :

- রাইস কুকারের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিতকরণ ও বিভিন্ন অংশ খোলা এবং সংযোজন করতে পারব;
- টেস্ট ল্যাম্প/অ্যাভোমিটারের সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহের নিরবচ্ছিন্নতা (Continouty) পরীক্ষা করতে পারব;
- অ্যাভোমিটারের সাহায্যে ম্যাগনেটিক সুইচ করতে পারব;

২০২৩

- কন্ট্রোল প্যানেলের মধ্যে সুইচ, কুক ল্যাম্প, কিপ ওয়ার্ম ল্যাম্প পরীক্ষা করতে পারব;
- হিটিং এলিমেন্টের নিরবচ্ছিন্নতা (Continouty) ও বডি টেস্ট করতে পারব;
- পরীক্ষালব্ধ ফলাফল হিসেবে রাইস কুকারের ত্রুটিগুলো তালিকাভুক্ত করা এবং মেরামত করতে পারব;
- বিদ্যুৎ প্রবাহ দিয়ে সুইচ চালু (ON)/ বন্ধ (OFF) করে রাইস কুকারের পারফরমেন্স পরীক্ষা করতে পারব।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমান
০১	অ্যাপ্রোন	শিক্ষার্থীর বডি অনুসারে	১টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	হাতের মাফ অনুসারে	১জোড়া
০৩	মাস্ক	উন্নত মানের	১টি
০৪	জুতা	পায়ের সাইজ অনুসারে	১ জোড়া

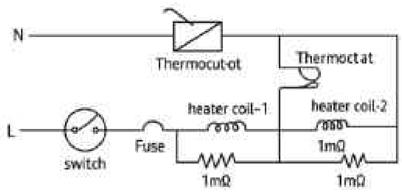
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Equipment Required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	বলপিনহ্যামার	০.৫ পাউন্ড	১
০২	হ্যাকাস	৩০ সে:মি.	১
০৩	মেলেট	১.৫ পাউন্ড	১
০৪	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	২০ সে:মি.	১
০৫	কাঁচি	২০ সে:মি.	১
০৬	নিয়ন টেস্টার	২৩০ ভোল্ট, ১০০A	১
০৭	স্ক্র্যাপার	বিভিন্ন সাইজ	১০ পিস সেট
০৮	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	২০ সে:মি.	১
০৯	মেগার	১০০০ ভোল্ট, ০-১০০০০ মেগাওহম	১
১০	রাইস কুকার	২৩০ ভোল্ট, ১৫০০ ওয়ার্ড	১
১১	কাটিং প্লায়ার্স	২০ সে:মি	১
১২	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার	২৩০ ভোল্ট, ৫০০ ওয়ার্ড	১
১৩	টেস্ট ল্যাম্প	২৩০ ভোল্ট, ৬০ ওয়ার্ড	১

প্রয়োজনীয় [illegible] materials Required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	৩ কোর পিভিসি ওয়্যার	২৫০ ভোল্ট ১৫ অ্যাম্পিয়ার	৩গজ
০২	৩ পিন প্লাগ	২৫০ ভোল্ট ১৫ অ্যাম্পিয়ার	১টি
০৩	স্যান্ড পেপার	১২০ জিএমএস	২পিস
০৪	কাপড়	মার্কিন	১গজ
০৫	হ্যান্ড স্যানিটাইজার	WHO নির্দেশিত মানদন্ড অনুসৃত	২৫০ এমএল
০৬	মাইকা শীট	প্রমাণ সাইজ	২ পিস
০৭	অ্যাজবেস্টস শিট	প্রমাণ সাইজ	২পিস
০৮	হিটিং এলিমেন্ট	১৫০০ ওয়াট	১টি
০৯	থার্মোস্ট্যাট	২২০ ভোল্ট ১০ অ্যাম্পিয়ার	১টি
১০	রোটারি সুইচ	১০ অ্যাম্পিয়ার	১টি

রাইস কুকারের সার্কিট ডায়গ্রাম অংকন



চিত্র: ৪.২৫ রাইস কুকারের সার্কিট

কাজের প্রক্রিয়া ও ধাপ (Working Procedure and Steps)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও নিয়ম অনুযায়ী PPE পরিধান করব;
- প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করব;
- পরীক্ষাধীন রাইস কুকার খুলে পরিষ্কার করব;
- রাইস কুকার ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করব;
- পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে রাইস কুকারের ইলেকট্রিক সার্কিট সম্বন্ধে বাস্তব ধারণা লাভ করব;
- সিরিজ ল্যাম্পের সাহায্যে নিরবচ্ছিন্নতা (Continouty) পরীক্ষা করব। সিরিজ ল্যাম্প অপেক্ষাকৃত কম উজ্জ্বলতা নিয়ে জ্বললে বোঝা যাবে কন্টিনিউয়েটি ঠিক আছে;
- সিরিজ ল্যাম্পের সাহায্যে হিটিং এলিমেন্টের আর্থ বা বডি টেস্ট করব, যদি ল্যাম্প জ্বলে তবে বুঝব আর্থ ফল্ট সংঘটিত হয়েছে অর্থাৎ কয়েল বড়ির সাথে শর্ট হয়েছে;
- সাপ্লাই কর্ডের নিরবচ্ছিন্নতা (Continouty), শর্ট সার্কিট ও ওপেন সার্কিট টেস্ট করব;
- ম্যাগনেটিক সুইচ পরীক্ষা করব;
- পরীক্ষিত ফলাফল থেকে রাইস কুকারের ত্রুটিসমূহ চিহ্নিত করে তালিকা তৈরি করব;
- তালিকা অনুযায়ী রাইস কুকারের ত্রুটি মেরামত শেষে পুণরায় সংযোজন করব;
- টুলস ও অন্যান্য সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে সংরক্ষণ করব;
- সবশেষে কাজের স্থান পরিষ্কার করব।

সতর্কতা (Precaution)

- প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করব;
- বৈদ্যুতিক লাইন স্পর্শ থেকে বিরত থাকব;
- রাইস কুকার অত্যন্ত সাবধানতার সাথে খুলব যাতে করে হিটিং এলিমেন্ট নষ্ট না হয়;
- রাইস কুকার ব্যবহারের পূর্বে আর্থ লাইন সঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা পরীক্ষা করে নিব।

অর্জিত দক্ষতা

রাইস কুকারের মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে যাহা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব-৬: মাইক্রোওয়েভ ওভেনের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত ও মেরামতকরন।

পারদর্শিতার মানদন্ড (Learning out come)

- মাইক্রোওয়েভ ওভেনের বিভিন্ন অংশগুলো চিহ্নিত করব;
- মাইক্রোওয়েভ ওভেনের বিভিন্ন অংশ করা।
- টেস্ট ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করব;
- টেস্ট ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে অটো থার্মোস্ট্যাট কন্টাক্ট পরীক্ষা করব;
- টেস্ট ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে অটো ট্রান্সফমার, স্টিয়ার মোটর, টাইমার মোটর ও ব্লোয়ার মোটরের অপেন সার্কিট, শর্ট সার্কিট ও বডি টেস্ট করব;
- টেস্ট ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে (হিটিং কয়েল) পরীক্ষা করব;
- মাইক্রোওয়েভ ওভেনের বিভিন্ন অংশ সংযোজন করব;
- বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে সুইচ চালু (ON)/ বন্ধ (OFF) করে মাইক্রোওয়েভ ওভেনের পারফরম্যান্স চেক করব।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমান
০১	অ্যাপ্রোন	শিক্ষার্থীর বডি অনুসারে	১টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	হাতের মাপ অনুসারে	১জোড়া
০৩	মাস্ক	উন্নত মানের	১টি
০৪	জুতা	পায়ের সাইজ অনুসারে	১ জোড়া

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Equipment Required)

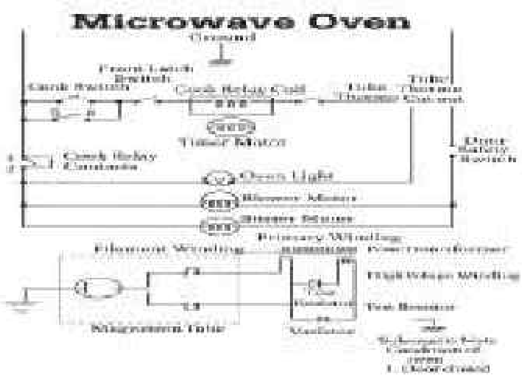
ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	বলপিনহ্যামার	০.৫ পাউন্ড	১
০২	হ্যাকস	৩০ সে:মি.	১
০৩	মেলেট	১.৫ পাউন্ড	১

০৪	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	২০ সে:মি.	১
০৫	কাঁচি	২০ সে:মি.	১
০৬	নিয়ন টেস্টার	২৩০ ভোল্ট, ১০০A	১
০৭	স্ক্যাপার	বিভিন্ন সাইজ	১০ পিস সেট
০৮	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	২০ সে:মি.	১
০৯	মেগার	১০০০ ভোল্ট, ০-১০০০০ মেগাওহম	১
১০	নোজ প্লায়ার্স	২০ সে:মি	১
১১	কাটিং প্লায়ার্স	২০ সে:মি	১
১২	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার	২৩০ ভোল্ট, ৫০০ ওয়ার্ড	১
১৩	টেস্ট ল্যাম্প	২৩০ ভোল্ট, ৬০ ওয়ার্ড	১

প্রয়োজনীয় কাঁচা মালামাল (Raw materials required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	৩ কোর পিভিসি ওয়্যার	২৫০ ভোল্ট ১৫ অ্যাম্পিয়ার	৩গজ
০২	৩ পিন প্লাগ	২৫০ ভোল্ট ১৫ অ্যাম্পিয়ার	১টি
০৩	ক্যাপাসিটর	১.৫ মাইক্রোফেরাড	১টি
০৪	ম্যাগনেটিক সুইচ	২৩০ ভোল্ট, ১৫A	১টি
০৫	রাবার গ্যাসকেট	গোলাকার	১টি
০৬	অ্যাম্পিয়ার টিউব	৮নং	২মিটার
০৭	ডাস্টার ক্লথ	কাপড়ের	১টি
০৮	থার্মোস্ট্যাট	২২০ ভোল্ট ১০ অ্যাম্পিয়ার	১টি
০৯	রোটারি সুইচ	১০ অ্যাম্পিয়ার	১টি

মাইক্রোওয়েভ ওভেনের বৈদ্যুতিক সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন



চিত্র: ৪.২৬ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের সার্কিট সংযোগ

কাজের ধাপ (Working Procedure):

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও নিয়ম অনুযায়ী PPE পরিধান করবো;
- প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করব; পরীক্ষাধীন মাইক্রোওয়েভ ওভেন খুলে পরিষ্কার করবো;
- মাইক্রোওয়েভ ওভেন ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করবো;
- পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে মাইক্রোওয়েভ ওভেনের ইলেকট্রিক সার্কিট সম্বন্ধে বাস্তব ধারণা লাভ করবো;
- মেগার বা এ্যাভোমিটারের সাহায্যে কন্টিনিউটি ও আর্থ বা বডি টেস্ট করবো;
- স্টিরার মোটর, টাইমার মোটর ও ব্লোয়ার মোটরের অপেন সার্কিট, শর্ট সার্কিট ও বডি টেস্ট করবো;
- সাপ্লাই কর্ডের কন্টিনিউটি, শর্ট সার্কিক ও অপেন সার্কিট টেস্ট করবো;
- ম্যাগনেট্রন টিউব পরীক্ষা করে ত্রুটিপূর্ণ হলে মেরামত অথবা পরিবর্তন করবো;
- টেস্ট ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে ফিলামেন্ট (হিটিং কয়েল) পরীক্ষা করবো;
- ত্রুটির তালিকা অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মেরামত শেষে পুনরায় সংযোজন করবো;
- পরীক্ষা শেষে সংগৃহিত টুলস ও অন্যান্য সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে জমা দিবো;
- কাজ শেষে কাজের স্থান পরিষ্কার করবো।

সতর্কতা (Precaution)

- প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করবো;
- বৈদ্যুতিক লাইন স্পর্শ থেকে বিরত থাকবো;
- মাইক্রোওয়েভ ওভেন অত্যন্ত সাবধানতার সাথে খুলব যাতে করে হিটিং এলিমেন্ট নষ্ট না হয়;
- মাইক্রোওয়েভ ওভেন ব্যবহারের পুর্বে আর্থ লাইন সঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা পরীক্ষা করবো।

অর্জিত দক্ষতা

মাইক্রোওয়েভ ওভেনের মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে যাহা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ সম্ভব হবে।

জব-৭:ওয়াটার পাম্প মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ

পারদর্শিতার মানদন্ড (Learning out come) :

- ওয়াটার পাম্পের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করবো ও খুলবো;
- টেস্ট ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করবো;
- সিরিজ ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে স্টার্টিং এবং রানিং কয়েলের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করবো;
- সিরিজ ল্যাম্প ব্যবহার করে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করবো;
- মোটরের অস্বাভাবিক শব্দ হলে বিয়ারিং পরীক্ষা করবো;
- অটো থার্মোস্ট্যাট কন্টাক্ট পরীক্ষা করবো;

- মোটরের ত্রুটি নির্ণয়ে পরীক্ষালব্ধ ফলাফলের তালিকা তৈরি করবো;
- যথাযথ পদ্ধতি অনুসরণ করে তালিকায় উল্লিখিত ত্রুটিগুলো মেরামত করবো;
- ওয়াটার পাম্পের বিভিন্ন অংশ সংযোজন করবো;
- বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে সুইচ চালু (ON)/ বন্ধ (OFF) করে সিলিং ফ্যানের পারফরম্যান্স চেক করবো।

ব্যাক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE)

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমান
০১	অ্যাপ্রোন	শিক্ষার্থীর বডি অনুসারে	১টি
০২	হ্যান্ড গ্লোভস	হাতের মাফ অনুসারে	১জোড়া
০৩	মাস্ক	উন্নত মানের	১টি
০৪	জুতা	পায়ের সাইজ অনুসারে	১ জোড়া

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Equipment Required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	বলপিনহ্যামার	০,৫ পাউন্ড	১
০২	হ্যাকস	৩০ সে:মি.	১
০৩	মেলেট	১.৫ পাউন্ড	১
০৪	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	২০ সে:মি.	১
০৫	কাঁচি	২০ সে:মি.	১
০৬	নিয়ন টেস্টার	২৩০ ভোল্ট, ১০০A	১
০৭	স্ক্যাপার	বিভিন্ন সাইজ	১০ পিস সেট
০৮	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	২০ সে:মি.	১
০৯	মেগার	১০০০ ভোল্ট, ০-১০০০০ মেগাওহম	১
১০	নোজ প্লায়ার্স	২০ সে:মি	১
১১	কাটিং প্লায়ার্স	২০ সে:মি	১
১২	ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার	২৩০ ভোল্ট, ৫০০ ওয়ার্ড	১
১৩	টেস্ট ল্যাম্প	২৩০ ভোল্ট, ৬০ ওয়ার্ড	১

প্রয়োজনীয় কাঁচা মালামাল (Raw materials required)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	বিবরণ	পরিমান
০১	৩ কোর পিভিসি ওয়্যার	২৫০ ভোল্ট ১৫ অ্যাম্পিয়ার	৩গজ
০২	৩ পিন প্লাগ	২৫০ ভোল্ট ১৫ অ্যাম্পিয়ার	১টি
০৩	ক্যাপাসিটর	১.৫ মাইক্রোফেরাড	১টি
০৪	ম্যাগনেটিক সুইচ	২৩০ ভোল্ট, ১৫A	১টি
০৫	রাবার গ্যাসকেট	গোলাকার	১টি
০৬	অ্যাম্পিয়ার টিউব	৮নং	২মিটার
০৭	ডাস্টার ক্লথ	কাপড়ের	১টি
০৮	থার্মোস্ট্যাট	২২০ ভোল্ট ১০ অ্যাম্পিয়ার	১টি
০৯	রোটারি সুইচ	১০ অ্যাম্পিয়ার	১টি

পাম্প মোটরের টেস্ট পরীক্ষাকরণ

চিত্র: ৪.২৭ পাম্প মোটর পরীক্ষা

কাজের পদ্ধতি ও ধাপ (Working Procedure and Steps)

- প্রয়োজনীয় PPE নির্বাচন ও নিয়ম অনুযায়ী PPE পরিধান করবো;
- প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করবো;
- পরীক্ষাধীন মোটরের টারমিনাল বক্স খুলে পরিষ্কার করবো;
- টেস্ট ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটার (AVO meter) এর সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করব। যদি টেস্ট ল্যাম্প পুর্ণভাবে জ্বলে তবে বুঝব সরবরাহ ঠিক আছে;

২০২৩

- সিরিজ ল্যাম্প বা অ্যাভোমিটার (AVO meter) এর সাহায্যে স্টার্টিং ও রানিং কয়েলের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করব, সিরিজ ল্যাম্প অপেক্ষাকৃত কম উজ্জল হয়ে জ্বললে বুঝব কন্টিনিউটি ও কয়েল ঠিক আছে;
- সিরিজ ল্যাম্পের সাহায্যে কয়েলের আর্থ বা বডি টেস্ট করব, যদি ল্যাম্প জ্বলে তবে বুঝব আর্থ ফল্ট অর্থাৎ কয়েল বড়ির সাথে শর্ট হয়েছে;
- সিরিজ ল্যাম্পের সাহায্যে রানিং ও স্টার্টিং কয়েলের মধ্যে শর্ট সার্কিট টেস্ট করব, যদি ল্যাম্প জ্বলে তবে কয়েলের মধ্যে শর্ট সার্কিট হয়েছে;
- ফ্যানের বিয়ারিং জ্যাম কিনা হাত দিয়ে ঘুরিয়ে পরীক্ষা করবো;
- পরীক্ষিত ফলাফল থেকে মোটরের ত্রুটি সমুহ চিহ্নিত করবো;
- মোটরের ত্রুটি সমূহের তালিকা করবো।
- মোটরটি খুলে প্রয়োজনীয় মেরামত শেষে পুনরায় সংযোজন করব;
- মেরামত শেষে বিদ্যুত সরবরাহ দিয়ে সুইচ চালু (ON)/বন্ধ (OFF) করে মোটরের পারফরমেন্স চেক করব;
- পরীক্ষা শেষে সংগৃহিত টুলস ও অন্যান্য সরঞ্জাম পরিষ্কার করে নির্ধারিত স্থানে জমাদান করব;
- কাজ শেষে কাজের স্থান পরিষ্কার করব।

সতর্কতা (Precaution)

- প্রয়োজন অনুসারে পিপিই সংগ্রহ করে পরিধান করবো;
- বৈদ্যুতিক লাইন স্পর্শ থেকে বিরত থাকবো;
- মোটর অত্যন্ত সাবধানতার সাথে খুলব যাতে করে কয়েল বিচ্ছিন্ন বা আঘাতপ্রাপ্ত না হয়।

অর্জিত দক্ষতা

ওয়াটার পাম্প (মোটর) মেরামতের দক্ষতা অর্জিত হয়েছে যাহা বাস্তব জীবনে যথাযথভাবে প্রয়োগ সম্ভব হবে।

সমাপ্ত

২০২৬ শিক্ষাবর্ষ

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-৪

কারিগরি শিক্ষা আত্মনির্ভরশীলতার চাবিকাঠি

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

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

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য।