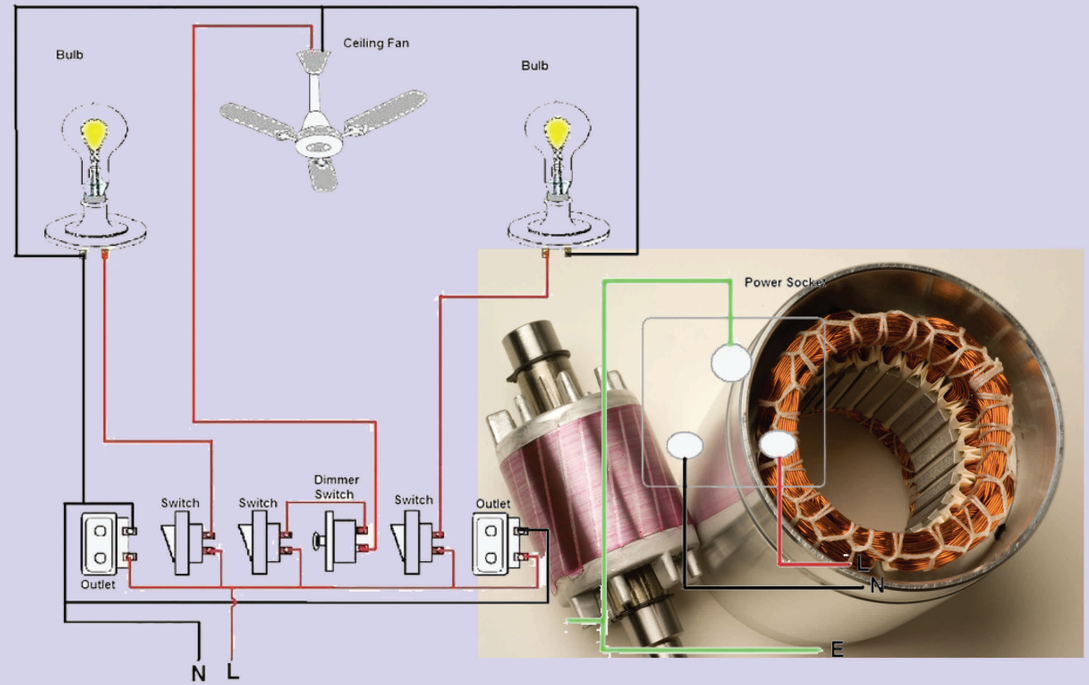
অ্যাসিস্ট্যান্ট হাউস ওয়ারম্যান এন্ড মোটর ওয়াইন্ডার

(Assistant House Wireman and Motor Winder)

ছাত্র/ছাত্রী প্রশিক্ষণ সহায়িকা



বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ, NSQF, লেভেল-৩

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরী ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ

'কারিগরি ভবন', প্লট নং বি-৭, নিউ টাউন, কলকাতা-৭০০১৬০

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরী ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ

অ্যাসিস্ট্যান্ট হাউস ওয়্যারম্যান এন্ড মোটর ওয়াইন্ডার

(Assistant House Wireman and Motor Winder)

ছাত্র/ছাত্রী প্রশিক্ষণ সহায়িকা

বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ, NSQF, লেভেল–৩

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ

প্লট নং বি/৭, অ্যাকশন এরিয়া III, নিউ টাউন, রাজারহাট
কলকাতা - ৭০০ ১৬০

প্রথম প্রকাশ :
অক্টোবর, ২০১৮

গ্রন্থস্বত্ব :
পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ

প্রকাশক :
মুখ্য প্রশাসনিক আধিকারিক
পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ
প্লট নং বি/৭, অ্যাকশন এরিয়া III, নিউ টাউন, রাজারহাট
কলকাতা - ৭০০ ১৬০

মুদ্রক :
জ্যোতি গ্রাফিক্স
৬ডি, রমানাথ মজুমদার স্ট্রিট
কলকাতা - ৭০০ ০০৯

ভারতের সংবিধান

প্রস্তাবনা

আমরা, ভারতের জনগণ, ভারতকে একটি সার্বভৌম সমাজতান্ত্রিক ধর্মনিরপেক্ষ গণতান্ত্রিক সাধারণতন্ত্র রূপে গড়ে তুলতে সত্যনিষ্ঠার সঙ্গে শপথ গ্রহণ করছি এবং তার সকল নাগরিক যাতে : সামাজিক, অর্থনৈতিক ও রাজনৈতিক ন্যায়বিচার; চিন্তা, মতপ্রকাশ, বিশ্বাস, ধর্ম এবং উপাসনার স্বাধীনতা; সামাজিক প্রতিষ্ঠা অর্জন ও সুযোগের সমতা প্রতিষ্ঠা করতে পারে এবং তাদের সকলের মধ্যে ব্যক্তি-সম্ভ্রম ও জাতীয় ঐক্য এবং সংহতি সুনিশ্চিত করে সৌভ্রাতৃত্ব গড়ে তুলতে; আমাদের গণপরিষদে, আজ, ১৯৪৯ সালের ২৬ নভেম্বর, এতদ্বারা এই সংবিধান গ্রহণ করছি, বিধিবদ্ধ করছি এবং নিজেদের অর্পণ করছি।

THE CONSTITUTION OF INDIA

PREAMBLE

WE, THE PEOPLE OF INDIA, having solemnly resolved to constitute India into a SOVEREIGN SOCIALIST SECULAR DEMOCRATIC REPUBLIC and to secure to all its citizens :

JUSTICS, social, economic and political;

LIBERTY of thought, expression, belief, faith and worship;

EQUALITY of status and opportunity

and to promote among them all

FRATERNITY assuring the dignity of the individual and the unity and integrity of the Nation;

IN OUR CONSTITUENT ASSEMBLY this twenty-sixth day of November, 1949, do HEREBY ADOPT, ENACT AND GIVE TO OURSELVES THIS CONSTITUTION.

: পাঠ্যপুস্তক নির্মাণ :

ড: সূজয় পাল

লেকচারার

ইলেক্ট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং, নর্থ ক্যালকাটা পলিটেকনিক

শ্রী চিন্ময় ভট্টাচার্য

ফোরম্যান ইলেকট্রিক্যাল (অবসরপ্রাপ্ত)

ইলেক্ট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং, নর্থ ক্যালকাটা পলিটেকনিক

মুখবন্ধ

কারিগরি শিক্ষা, প্রশিক্ষণ এবং দক্ষতা উন্নয়ন দপ্তর বর্তমানে ২০০টি বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ কেন্দ্রকে উন্নতমানের বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ কেন্দ্রে রূপান্তরিত করেছে যেখানে আমিন সার্ভে (Amin Survey), অ্যাসিস্ট্যান্ট হাউস ওয়ারম্যান এন্ড মোটর ওয়াইন্ডার (Assistant House Wireman and Motor Winder) এবং টু/থ্রি হুইলার মেকানিক/টেকনিসিয়ান (2-3 Wheeler Mechanic / Technicians) বৃত্তিমূলক কোর্সের জন্য ল্যাবরেটরি উন্নয়নের কাজ বাস্তবায়িত হয়েছে। উপযুক্ত দক্ষতা পরিকাঠামো অনুযায়ী জাতীয় পাঠক্রমের সাথে সমন্বয় সাধন করে জাতীয় মানে উত্তোলন করাই এই বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ কেন্দ্রের মূল উদ্দেশ্য। ইতিমধ্যেই উপরিউক্ত বৃত্তিমূলক বিষয়গুলির এন.কিউ.আর. (National Qualification Register)-এ অন্তর্ভুক্তিকরণ হয়েছে।

এই পুস্তকটি পেশাগত শিক্ষা সংক্রান্ত স্বল্পমেয়াদী প্রশিক্ষণের জন্য অ্যাসিস্ট্যান্ট হাউস ওয়ারম্যান এন্ড মোটর ওয়াইন্ডার (Assistant House Wireman and Motor Winder) বৃত্তিমূলক কোর্সের জন্য প্রকাশিত। এই পুস্তকটি গঠন ও প্রকাশনার জন্য বৃত্তিমূলক শিক্ষা ও প্রশিক্ষণ অধিকার এবং পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ মুখ্য ভূমিকা পালন করে চলেছে। আগ্রহী শিক্ষার্থীরা তাদের বিভিন্ন কার্যাবলি সংক্রান্ত চাহিদা মেটানোর সুযোগ এর মাধ্যমে পেয়ে থাকবে। এই পুস্তকটি যেকোনো শিক্ষার্থী বা স্ব-উপার্জকের কাছে প্রয়োজনীয় জ্ঞানার্জনের যথার্থ সহায়ক। এই পুস্তকটি রাজ্যের বেকার যুবক যুবতীদের কর্মজগতে প্রবেশের পথকে যেমন প্রশস্ত করবে তেমনি যোগ্যতার ক্ষেত্রে এই রাজ্য এবং দেশের অন্যান্য রাজ্যেও একইভাবে স্বীকৃতি পাবে।

এই পুস্তকটি রাজ্যের পলিটেকনিক কলেজের বিশেষজ্ঞ শিক্ষক দ্বারা লিখিত এবং পরিমার্জিত। কারিগরি শিক্ষা, প্রশিক্ষণ ও দক্ষতা উন্নয়ন দপ্তর এই পুস্তকটির লেখকগণ ও অন্যান্য সদস্যদের প্রতি-পুস্তকটি লেখা ও তার পরিমার্জনের সময় নানাবিধ মতামতের জন্য কৃতজ্ঞ। আশাকরি পাঠকগণের সুচিন্তিত মতামত ভবিষ্যৎ প্রকাশনাতে পুস্তকটিকে আরো সমৃদ্ধ করবে।

পূর্ণেন্দু বসু
ভারপ্রাপ্ত মন্ত্রী
কারিগরি শিক্ষা, প্রশিক্ষণ ও দক্ষতা উন্নয়ন দপ্তর
কারিগরি ভবন, রাজারহাট, নিউটাউন,
কলকাতা ৭০০ ১৬০

রোশনি সেন, আই. এ. এস.
প্রধান সচিব
কারিগরি শিক্ষা, প্রশিক্ষণ ও দক্ষতা উন্নয়ন দপ্তর
কারিগরি ভবন, রাজারহাট, নিউটাউন,
কলকাতা ৭০০ ১৬০

Index

Theory Syllabus

1. **Basic safety and shock tereatment** **1-7**
   - 1.1 Maintaining procedures to achieve a safe working environment in line with occupational health and safety regulations; Ability to recognize unsafe situations.
   - 1.2 Preacautions on fire and safety hazards and Use of safety alarms properly.
   - 1.3 Ability to use basic first aid & CPR under different circumstances.
   - 1.4 Ability to use different fire extinguishers as per requirement in a mock drill.
2. **Fundamentals of electricity & tools, Measuring instruments.** **8-18**
   - 2.1 Basic sign and symbol
   - 2.2 Basic electrical circuit and fundamental Laws (Ohm's Law)
   - 2.3 Different types of common hand tools and measuring instruments Viz. Multimeter, Volt Meter, Ammeter, Watt Meter, Energy Meter.
   - 2.4 Basic arithmetic calculations related to trade.
3. **Earthing systems and basic protective device and wiring materials.** **19-29**
   - 3.1 Necessity of earthing and protective devices.
   - 3.2 Details of pipe and plate earthing.
   - 3.3 Details of different types of fuse, MCB, RCCB, ELCB
   - 3.4 Different types of materials used in Domestic wiring.
4. **Winding and insulation of motors** **30-37**
   - 4.1 Theory of winding uptop 1HP AC motor.
   - 4.2 Assembly and installation procedure up to 1HP AC motor.
   - 4.3 External connection and insulation methods.
   - 4.4 Details of testing and fault finding.

Practical Syllabus

1. **Writing materials and fixing circuits** **41-69**
   - 1.1 Simple straight twist and rat-tail joints in single starnd conductors/married and 'T' (Tee) joint in stranded conductors.
   - 1.2 Identify types of wires, cables and verify their specifications.
   - 1.3 Verify the characteristics of series, parallel and its combination circuit. (1.5) Connect a lamp load in star and delta and determine relationship between line and phse values.
   - 1.4 Trainee will be able to identify phase/neutral/earth in a single phase ciruit.
   - 1.5 Trainee will be able to test single phase voltage using test lamp.

1.6 Trainee will be able to test Three phase voltage using test lamp.

1.7 Trainee will be able to measure three phase current and identify balanced/unbalanced load.

1.8 Prepare and mount the energy meter.

1.9 Draw and wire up the consumers main board with ICDP switch and distribution fuse box in a house/building.

1.10 Demonstrate the types of fuses, their ratings and applications and also to identify the parts of a MCB, ELCB and RCCB.

1.11 Estimate the requirement for metal/PVC conduit wiring and wire up.

1.12 Test domestic wiring installation by using Megger.

1.13 Practice of common domestic wiring.

2. **Use of common measuring instruments** **70-79**

2.1 Measure Current, Voltage, wattmeter and Resistance of Single Phase load.

2.2 Check characteristics of seeries, parallel and its combination circuits by using ammeter and volt meter.

2.3 Identify the phase, neutral and earth in single phase supply.

2.4 Connection of single phase energy meter and read it.

2.5 Use of multimeter.

3. **Winding and assembly of motors** **80-82**

3.1 Insert coil in the armature and complete winding of armature of a fan motor

3.2 Test armature winding and use insulating paper and wooden/insulating stick as per slot of the core.

3.3 Prepare the winding coil as per size.

Chapter-1

১.১ কর্মক্ষেত্রের স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা বিধি অনুসারে সুস্থ কাজের পরিবেশ বজায় রাখার পদ্ধতি ও বিপজ্জনক পরিস্থিতি বুঝতে পারার ক্ষমতা প্রাপ্ত হওয়া।

আকস্মিক দুর্ঘটনায় মানুষের জীবনহানি হতে পারে। ইন্ডাস্ট্রিতে সাধারণত ত্রুটিপূর্ণ সরঞ্জাম, ত্রুটিপূর্ণ ওয়্যারিং ও ওয়ার্কারদের অসাবধানতার ফলেই দুর্ঘটনা ঘটে থাকে। সুস্থ ও নিরাপদ কাজের পরিবেশ পাওয়ার জন্য কর্মক্ষেত্রের স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা বিধি অনুসারে কতগুলি নিয়ম মেনে চলা বাধ্যতামূলক। যদি কোনো বিপজ্জনক পরিস্থিতির উদয় হয়, সেটা বুঝতে পারা এবং সেই পরিস্থিতির তাৎক্ষণিক মোকাবিলা করার জন্য কিছু পদ্ধতি অবলম্বন করতে হয়। যেমন—

১) লাইভ বা ফেজ তার বা কোন খোলা তার কখনো স্পর্শ করা উচিৎ নয়।

২) বৈদ্যুতিক মেরামতির আগে লাইনের পাওয়ার সুইচটি অফ করে নিতে হবে।

৩) বৈদ্যুতিক কাজ করার সময় হাত শুকনো থাকতে হবে এবং কোন ভেজা বা স্যাঁতস্যাঁতে জায়গায় দাঁড়িয়ে বা ভেজা যন্ত্রপাতি দিয়ে কাজ করা যাবে না।

৪) যে কোন ধাতব সরঞ্জাম সঠিক ভাবে আর্থ-এর সাথে যুক্ত রাখতে হবে এবং আর্থের রেজিস্ট্যান্স পর্যায়ক্রমে পরীক্ষা করতে হবে।

৫) যদি কখনো আগুন লাগে, তবে তৎক্ষণাৎ নিকটবর্তী মেইন সুইচটি অফ করতে হবে এবং আগুন নেভানোর চেষ্টা চালাতে হবে। কখনোই এই কাজে জল ব্যবহার করা যাবে না।

৬) অগ্নিনির্বাপক যন্ত্র ব্যবহার করার পদ্ধতি জানতে হবে।

৭) প্রাথমিক চিকিৎসার সরঞ্জাম রাখতে হবে এবং দুর্ঘটনা কবলিত ব্যক্তিকে প্রাথমিক চিকিৎসা দেওয়ার প্রশিক্ষণ নিতে হবে।

৮) 'ইন্ডিয়ান ইলেকট্রিসিটি রুল' অনুযায়ী যে কোনো বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং ও যন্ত্রপাতি স্থাপনের কাজ করতে হবে।

৯) চালু বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের কাছে কোনোরকম দাহ্য বা বিস্ফোরক পদার্থ রাখা চলবে না।

১০) আকস্মিক দুর্ঘটনা ও আগুনের হাত থেকে রক্ষা করার জন্য নির্দিষ্ট সময় অন্তর বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি, সরঞ্জাম ও ওয়্যারিং ব্যবস্থা পরীক্ষা ও মেরামত করতে হবে।

১.২ আগুন ও আকস্মিক দুর্ঘটনা থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য সাবধানতা ও নিরাপত্তা সংকেত-এর সঠিক ব্যবহার।

তড়িৎপ্রবাহ জনিত আগুনের হাত থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য নীচের সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে।

১) বৈদ্যুতিক স্থাপনের জন্য উপাদান ও সরঞ্জামগুলো উচ্চমানের হতে হবে।

২) বৈদ্যুতিক স্থাপনে সরঞ্জামের অতিরিক্ত ভার (ওভার লোড) প্রয়োগ পরিহার করতে হবে।

৩) সব কানেকশন সুদৃঢ় হতে হবে এবং সঠিক ভাবে পরীক্ষা করতে হবে।

৪) সঠিক মানের নিরাপত্তা যন্ত্র ব্যবহার করতে হবে। কোনরকম দোষ-ত্রুটি যেমন শর্ট-সার্কিট বা আর্থ-ফল্ট হলে ঐ যন্ত্রটি যেন সঠিকভাবে কাজ করে এবং সাপ্লাইকে বিচ্ছিন্ন করে সরঞ্জামগুলোকে রক্ষা করতে পারে।

৫) আর্থের কানেকশন 'ইন্ডিয়ান ইলেকট্রিসিটি রুল' মেনে করতে হবে। সমস্ত ধাতব উপাদান ও সরঞ্জাম আর্থের সঙ্গে সঠিক ভাবে যুক্ত করতে হবে। নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে আর্থের রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করতে হবে।

৬) সার্কিটের লোডের উপর নির্ভর করে ব্যবহৃত তার সঠিক মাপের ও সঠিকভাবে ইন্সুলেটেড হতে হবে।

৭) বৈদ্যুতিক স্থাপন যথাসম্ভব অনার্দ্র হতে হবে। এই আর্দ্রতা থেকে তড়িতের ক্ষরণ হয়, ফলে কোন ব্যক্তির ইলেকট্রিক শক লাগার সম্ভাবনা থাকে।

৮) বৈদ্যুতিক কারণে আগুন লাগলে কখনো জল ব্যবহার করা উচিত নয়। প্রথমেই নিকটবর্তী মেইন সুইচ অফ করে সাপ্লাই থেকে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করতে হবে। আগুন ছড়িয়ে পড়ার হাত থেকে রক্ষা করার জন্য ও উদ্ধার কাজ চালানোর জন্য অগ্নি প্রতিরোধক যন্ত্র যেমন ফোম ও কার্বন ডাই-অক্সাইড যুক্ত ফায়ার এক্সটিংগুইসার মজুত রাখতে হবে।

১.৩ বিভিন্ন পরিস্থিতিতে প্রাথমিক চিকিৎসা ও CPR প্রদানের দক্ষতা।

বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের অনিপুণ ব্যবহার বা অসাবধানতার কারণে যে কোনা সময় দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। সেজন্য যে ব্যক্তি কোনো ইন্ডাস্ট্রি বা বাড়িতে বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম ব্যবহার করছেন, তাঁকে প্রাথমিক চিকিৎসা পদ্ধতি জানতে হবে যেন তিনি বা অন্য কেউ দুর্ঘটনায় পড়লেও সেই ব্যক্তিকে প্রাথমিক চিকিৎসা দিতে পারেন।

প্রাথমিক চিকিৎসার জন্য নীচের পদ্ধতিগুলি অবলম্বন করতে হবে—

১) কাজের জায়গায় প্রাথমিক চিকিৎসার প্রয়োজনীয় সামগ্রী রাখতে হবে।

২) ইলেকট্রিক শক ট্রিটমেন্ট চার্ট কাজের জায়গায় রাখতে হবে।

৩) কোথায় নিকটবর্তী মেইন সুইচটি আছে এবং সেটাকে কীভাবে বন্ধ করতে হবে সেটা জেনে রাখতে হবে।

৪) যে ব্যক্তি বিদ্যুৎস্পৃষ্ট হয়েছেন তাঁকে শুকনো কাঠ বা বাঁশ দিয়ে তড়িতাহিত স্থান থেকে সরিয়ে নিতে হবে।

৫) যদি কোনো ব্যক্তির গায়ে আগুন লাগে তাহলে তাঁকে কম্বল জাতীয় মোটা চাদর দিয়ে জড়িয়ে মাটিতে গড়াগড়ি দেওয়াতে হবে।

৬) যদি কোনো ব্যক্তির শরীর পুড়ে যায় এবং ক্ষত তৈরি হয়, তবে তাঁর ক্ষতস্থানে প্রয়োজনীয় ওষুধ, মলম, লাগাতে হবে।

৭) যদি কোনো তড়িতাহত ব্যক্তির শ্বাসকষ্ট দেখা দেয় তবে তাঁকে প্রাথমিকভাবে কৃত্রিম শ্বাসপ্রশ্বাস যেমন মুখে মুখ দিয়ে শ্বাসপ্রশ্বাসের চেষ্টা করাতে হবে। প্রয়োজনে ডাক্তারের কাছে নিয়ে যেতে হবে।

৮) যদি দুর্ঘটনা মারাত্মক হয় তবে দেরি না করে ডাক্তার ডাকতে হবে, প্রয়োজনে তাঁকে হাসপাতালে নিয়ে যেতে হবে।

- যে ব্যক্তি সহায়তা দান করবেন তিনি অবশ্যই—
- দ্রুত পরিস্থিতির মূল্যায়ন করবেন— কতটা বিপজ্জনক সেটা নির্ধারণ করবেন।
- যতটা সম্ভব ক্ষতির প্রকৃতি ও পরিমাণ নির্ণয় করবেন।
- দ্রুততার সঙ্গে ও সঠিকভাবে আহত ব্যক্তিকে পরিচালনা করতে হবে।
- স্বাস্থ্যকর্মীদের তত্বআবধানে দেওয়ার আগে পর্যন্ত সব সময় আহত ব্যক্তির সঙ্গে থাকবেন।
- যদি প্রয়োজন হয় বা নির্দেশমতো আরও সাহায্য করবেন।

১.৪ মক ড্রিল (MOCK DRILL)-এর প্রয়োজন অনুযায়ী বিভিন্ন ফায়্যার এক্সটিংগুইসার (অগ্নি নির্বাপক যন্ত্র)-এর ব্যবহার করতে পারা।

আকস্মিক দুর্ঘটনা মোকাবিলা ব্যবস্থার দক্ষতা পরীক্ষার পদ্ধতি হল মক ড্রিল। এই মক ড্রিল করার জন্য অনেক প্রস্তুতি নিতে হয়। আকস্মিক পরিস্থিতিতে কীভাবে নিরাপত্তা নিতে হয় এবং একটা বাড়ি খালি করতে হয় তার একটা প্রশিক্ষণ পদ্ধতি এই মক ড্রিল। আগুন সম্বন্ধীয় মক ড্রিলে,

ফায়ার এলার্ম (অগ্নি নির্ণায়ক সংকেত) সক্রিয় করা হয় এবং একটা বাড়িকে খালি করা হয় যেমন বাস্তব ক্ষেত্রে হয়ে থাকে। সাধারণত বাড়ি খালি করার সময়ের পরিমাপ করা হয়। কাজটি যথাযথ সময়ের মধ্যেই হয়েছে কিনা সেটা সুনিশ্চিত করতেই এটা করা হয়।

এটা খুব জরুরি যে কী ধরণের জিনিসপত্রে আগুন লেগেছে (যেমন কাঠ, তেল না ইলেকট্রিক) তার উপযুক্ত ফায়ার এক্সটিংগুইসার ব্যবহার করা।

আগুন নেভানোর জন্য, আগুনের প্রকৃতি ও ফায়ার এক্সটিংগুইসারের ধরন সম্বন্ধে সঠিক জ্ঞান থাকা দরকার। অন্যথায় আগুন নেভানোর বদলে বেশি ক্ষতি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

আগুনের ধরণ চার প্রকার—

১) Class A (ক্লাস এ)—দাহ্য পদার্থ কাপড়, কাগজ, কাঠ ইত্যাদির পদার্থের আগুন এই শ্রেণীতে পড়ে। এধরনের আগুন নেভাতে জল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড বেশি উপযোগী।

২) Class B (ক্লাস বি)—দাহ্য পদার্থ তেল, পেট্রোল, ফ্যাট ইত্যাদি পদার্থের আগুন এই শ্রেণীতে পড়ে। ফোম বা ড্রাই পাউডার এক্সটিংগুইসার এই ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

৩) Class C (ক্লাস সি)—বিদ্যুতের কারণে এবং বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের আগুন এই শ্রেণীভুক্ত। এই ধরণের আগুন নেভানোর জন্য কার্বন ডাই-অক্সাইড বা ড্রাই পাউডার ব্যবহার করা যেতে পারে।

৪) Class D (ক্লাস ডি)—ক্লাস ডি এক্সটিংগুইসার সব দাহ্য ধাতুর জন্য তৈরি করা হয়েছে।

সাধারণ ভাবে ছয় ধরণের ফায়ার এক্সটিংগুইসার ব্যবহার করা হয়—

১) Using House Reels (হাউস রিল ব্যবহার করে)—এই পদ্ধতি class A ফায়ারের জন্য প্রযোজ্য। এই সিস্টেমে ২৫.৪ মিটার লম্বা ও ৬৩ মিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের রাবারের পাইপ একটা উচ্চচাপ যুক্ত পাম্পের সাথে লাগানো থাকে। এই ধরণের এক্সটিংগুইসার পেট্রল, তেল, ইলেকট্রিক বা স্পিরিটের জন্য উপযুক্ত নয়। এই পদ্ধতি ১০ মিটার পর্যন্ত আগুনের জন্য ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

২) Carbon dioxide Extinguisher (কার্বন ডাই-অক্সাইড এক্সটিংগুইসার)— এই এক্সটিংগুইসারে একটা সিলিন্ডারে সোডিয়াম বাই কার্বনেটের একটা জলীয় দ্রবণ থাকে এবং একটা বদ্ধ কাচের বোতলে সালফিউরিক অ্যাসিড থাকে। ব্যবহারের সময় আঘাত করে কাচের বোতলটি ভেঙে দেওয়া হয়। ফলে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস ও জল উৎপন্ন হয়। কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস অক্সিজেনের উপস্থিতি কমায় আর জল তাপমাত্রা কমিয়ে আগুন

নেভাতে সাহায্য করে। এই এক্সটিংগুইসার Class A ধর্মী আগুনের জন্য উপযুক্ত। এই পদ্ধতি ১৫ মিটার পর্যন্ত আগুনের জন্য ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

৩) Carbon Tetra Chloride (CTC) Extinguisher (কার্বন টেট্রাক্লোরাইড এক্সটিংগুইসার)—এটাতে একটা সিলিন্ডারে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড দ্রবণ থাকে। একটা পাম্পের সাহায্যে ঐ দ্রবণ আগুনের উপর ছড়িয়ে দেওয়া হয়। তরল কার্বন দাহ্য পদার্থের উপর কঠিন কার্বনের আস্তরণ তৈরি করে এবং অক্সিজেনের উপস্থিতি কমিয়ে আগুন নেভায়। এই পদ্ধতি বৈদ্যুতিক কারণে আগুনের জন্য উপযুক্ত।

৪) Halogen Extinguisher (হ্যালোজেন এক্সটিংগুইসার)-এই এক্সটিংগুইসার গ্যাস কার্ট্রিজ বা রক্ষিত চাপ যুক্ত হয়। একটি সিলিন্ডার ক্লোরোব্রেমোমিথেন ভর্তি থাকে। এই রাসায়নিকটি ইলেকট্রিক্যালি অপরিবাহী। সুতরাং এটা বিদ্যুৎজনিত আগুনের জন্য উপযুক্ত। এই সিলিন্ডারের মুখে একটা ফ্যানের মত নোজেল থাকে যেটা সিলিন্ডারের কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

৫) Dry Powder Extinguisher (ড্রাই পাউডার এক্সটিংগুইসার)— এই এক্সটিংগুইসারটিতে ড্রাই পাউডার ভর্তি গ্যাস কার্ট্রিজ বা রক্ষিত চাপ যুক্ত হয়। এই সিলিন্ডারের মুখে একটা ফ্যানের মত নোজেল থাকে যেটা সিলিন্ডারের কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

৬) Chemical Foam Extinguisher (কেমিক্যাল ফোম এক্সটিংগুইসার)—এটা গ্যাস কার্ট্রিজ বা রক্ষিত চাপ যুক্ত হয়। একটা সিলিন্ডারে অ্যালুমিনিয়াম সালফেট ও কার্বনেট অফ সোডা দুটো আলাদা কক্ষে দ্রবণ হিসাবে থাকে। এই এক্সটিংগুইসার দাহ্য তরল যেমন পেট্রোল, তেল, গ্রিজ প্রভৃতি যেখানে আবার আগুন জ্বলে ওঠার সম্ভবনা থাকে, সেখানে বিশেষ ভাবে উপযুক্ত। এটা কখনো বৈদ্যুতিক লাইনে ব্যবহার করা উচিৎ নয়। এটা ৩ মিটার দূর থেকে ব্যবহার করতে হয়। এক্সটিংগুইসার ব্যবহার সম্পর্কে কিছু প্রশ্ন থাকে যা মক ড্রিলের সময় শেখা দরকার।

ফায়ার এক্সটিংগুইসার সম্পর্কিত কয়েকটি তথ্য সকলের জানা দরকার। সেগুলি হল—

কী ধরণের এক্সটিংগুইসার কর্মস্থানে উপযোগী ?

যখন আগুন লাগে তখন আমরা প্রথমে উদ্বিগ্ন হই পরে চিন্তা করি। যদি কোন ইন্ডাস্ট্রি হয় তবে এক্সটিংগুইসারের ধরণ উৎপাদিত বস্তুর উপর নির্ভর করে। যদি বাড়ির হয় তখন সব রকম আগুনের উপযোগী 'ABC' লেবেল যুক্ত এক্সটিংগুইসার ব্যহার করতে হবে। সিলিন্ডারটি কোথায় আছে, সেটা সবাইকে নিশ্চিন্তভাবে জানতে হবে।

কোথায় ফায়ার এক্সটিংগুইসার রাখতে হবে ?

বাড়ির প্রতিটি তলায় (ফ্লোরে) একটা করে সিলিন্ডার রাখা দরকার। এছাড়া প্রতিটি রান্নাঘরে ও গাড়ির গ্যারেজে এক্সটিংগুইসার রাখতে হবে যেন প্রয়োজনে তা হাতের কাছেই পাওয়া যায়।

পুরানো এক্সটিংগুইসার কি ব্যবহারে উপযোগী ?

বিভিন্ন উপায়ে এক্সটিংগুইসারটি ব্যবহারের উপযুক্ত আছে কিনা জানা যায়। মাঝে মাঝে এগুলি পরীক্ষা করা দরকার। যখন এক্সটিংগুইসারগুলি পরীক্ষা করা হবে তখন একই দিনে ফায়ার অ্যালার্ম, স্মোক ডিটেক্টর, কার্বন মনোক্সাইড অ্যালার্মও পরীক্ষা করতে হবে।

ফায়ার এক্সটিংগুইসারের চাক্ষুষ পরীক্ষা—

১) এটা কোনোভাবে ক্ষতিগ্রস্ত কিনা দেখতে হবে। সিল পিনটি সঠিক ভাবে আছে কিনা, হোস, হান্ডেল, হেড সব ঠিক আছে কিনা দেখতে হবে। কোনোরকম ব্যতিক্রম দেখলে তৎক্ষণাৎ ওটি পাল্টাতে হবে।

২) প্রেসার গেজটি দেখতে হবে। গেজের কাঁটাটি ব্যবহারের উপযোগী অবস্থানে (সবুজ অংশ) আছে কিনা দেখতে হবে।

৩) কাগজের ট্যাগটি পরীক্ষা করতে হবে। ঐ ট্যাগে, কবে বসানো হয়েছিল, পরে কবে পরীক্ষা করা হয়েছে, কবে পর্যন্ত চলবে ইত্যাদি লেখা থাকে। ঐ ট্যাগ দেখে ঠিক করতে হবে যে এটি আবার রিফিল করা যাবে নাকি পাল্টাতে হবে।

৪) নির্দিষ্ট সময় অন্তর ফায়ার এক্সটিংগুইসার রিফিল করতে হবে। অবশ্যই তা লাইসেন্সড ফায়ার এক্সটিংগুইসার কোম্পানি থেকে করাতে হবে। কিছু কিছু পার্টস বা অংশ, বিশেষ করে প্ল্যাস্টিকের অংশ বেশিদিন রাখা উচিৎ নয়। তখন পুরানো সিলিন্ডার বদলে নতুন বসাতে হবে।

৫) প্রয়োজনে ফায়ার স্টেশনের সাহায্য নিতে হবে— নিজে ফায়ার এক্সটিংগুইসার পরীক্ষা ব্যপারে নিশ্চিন্ত হতে না পারলে নিকটবর্তী ফায়ার স্টেশনের সাহায্য নেওয়া যায়। এই ফায়ার স্টেশনগুলোতে সব রকম ফায়ার এক্সটিংগুইসার পরীক্ষা করার অত্যাধুনিক ব্যবস্থা থাকে এবং তারা এ ব্যাপারে সমস্ত রকম সাহায্যও করে থাকে।

কী করে ফায়ার এক্সটিংগুইসার ব্যবহার করতে হয়—

ফায়ার এক্সটিংগুইসার ব্যবহার সকলেরই জানা উচিৎ। এটা ব্যবহার করা খুব সহজ। বেশিরভাগ ফায়ার এক্সটিংগুইসারগুলো একই পদ্ধতিতে কাজ করে।

i) প্রথমে সিল পিনটি টেনে খুলতে হবে।

ii) তারপর আগুনের নীচের দিক লক্ষ্য করে সিলিন্ডারের নোজেলটি ধরতে হবে।

iii) সিলিন্ডারের হ্যান্ডেলটিতে চাপ দিতে হবে যেন গ্যাস বেরোনো শুরু হয়।

iv) এক্সটিংগুইসারের নোজেলটি আগুন বরাবর ঘোরাতে হবে।

যদি আগুন আবারও জ্বলে উঠতে চায় তবে পর পর তিনবার একই পদ্ধতি প্রয়োগ করতে হবে।

Chapter -2

বিদ্যুতের প্রাথমিক তত্ত্ব ও যন্ত্রপাতি, পরিমাপক যন্ত্র।

২.১ চিহ্ন ওসংকেত—

ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটে সব সময় সমস্ত সরঞ্জামের ছবি আঁকা যায় না আর সেই কারণে কতগুলো চিহ্নের মাধ্যমে সেগুলো প্রকাশ করা হয়। ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটে ব্যবহার হয় এমন কিছু চিহ্ন ও সংকেত নীচে দেওয়া হল। ছকের মাধ্যমে (ছক ২.১)।

ছক ২.১

	ডাইরেক্ট কারেন্ট (ডি.সি.)		ফিউজ		ইন্ডাক্ট্যান্স
	অল্টারনেটিং কারেন্ট(এ.সি.)		ওয়ান ওয়ে সুইচ		ক্যাপাসিট্যান্স
	এ.সি. ভোল্টেজ সোর্স		পুশবাটন সুইচ	A	অ্যামমিটার
	ডি.সি. ভোল্টেজ সোর্স		সেল	V	ভোল্টমিটার
+	পজেটিভ পোল		ব্যাটারী	Ω	ওহমমিটার
—	নেগেটিভ পোল		রেজিস্ট্যান্স	W	ওয়াটমিটার
	আর্থ		ভ্যারিয়েবল রেজিস্ট্যান্স		ল্যাম্প / লাইট

2.2 প্রাথমিক বৈদ্যুতিক সার্কিট ও মৌলিক সূত্র—

কোনো সরঞ্জাম চলার জন্য তড়িৎ যে পথে প্রবাহিত হয় তাকে সার্কিট বা বর্তনী বলে। সার্কিটে একটা সাপ্লাই সোর্স থাকে যেমন সেল, ব্যাটারি, জেনারেটর ইত্যাদি। একটা পরিবহন মাধ্যম থাকে যেমন তার বা কেবল্, পরিচালক যন্ত্রাদি যেমন সুইচ, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদি এবং লোড যেমন লাইট, ফ্যান, মোটর ইত্যাদি।

সাপ্লাই সোর্স থেকে তড়িৎ প্রবাহের পথ শুরু হয়ে পরিচালক যন্ত্রাদির মাধ্যমে লোডে যায় এবং লোড থেকে আবার সোর্সে ফিরে আসে। সোর্স থেকে যে তারটি বের হয় তাকে পজিটিভ (ডি.সি. তে) বা ফেজ (এ.সি. তে) লাইন বলে। যে তারটি লোড থেকে বের হয়ে সোর্সে ফেরত যায় তাকে নেগেটিভ (ডি.সি. তে) বা নিউট্র্যাল (এ.সি. তে) লাইন বলে।

ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের শ্রেণীবিভাগ—

যে কোন ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটকে দুটি শ্রেণীতে ভাগ করা যায়। ১) সংযুক্ত বর্তনী বা ক্লোজড সার্কিট ২) উন্মুক্ত বর্তনী বা ওপেন সার্কিট।

1) সংযুক্ত বর্তনী বা ক্লোজড সার্কিট— যখন কোনো বর্তনী সাপ্লাই সোর্স থেকে শুরু হয়ে নিরবিচ্ছিন্ন ভাবে লোড হয়ে আবার সোর্সে ফিরে যায় তখন তাকে সংযুক্ত বর্তনী বা ক্লোজড সার্কিট বলে। সংযুক্ত বর্তনীতে বা ক্লোজড সার্কিটে লোড চালু অবস্থায় থাকে।

2) উন্মুক্ত বর্তনী বা ওপেন সার্কিট— যখন কোনো বর্তনী বা সার্কিটের পথ কোথাও খোলা থাকে তখন তাকে উন্মুক্ত বর্তনী বা ওপেন সার্কিট বলে। উন্মুক্ত বর্তনী বা ওপেন সার্কিটে লোড বন্ধ অবস্থায় থাকে। সাপ্লাই সোর্সের দুই প্রান্তের মধ্যে একটা বিভব প্রভেদ বা ভোল্টেজ ডিফারেন্স থাকে। যখন কোনো সার্কিটে এই ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়, তখন সার্কিটের মধ্য দিয়ে কারেন্ট বা তড়িৎ প্রবাহিত হয় যার একক অ্যাম্পিয়ার। আর কারেন্ট চলার পথে একটা বাধা অনুভব করে যাকে রোধ বা রেজিস্ট্যান্স বলা হয়। রেজিস্ট্যান্সের একক ওহম এবং এটি 'Ω' চিহ্ন দিয়ে বোঝানো হয়।

ওহমের সূত্র—

তাপমাত্রা ও অন্যান্য ভৌত অবস্থা অপরিবর্তিত থাকলে, কোন পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব প্রভেদ, পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িতের সমানুপাতিক হয়।

অর্থাৎ যদি কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব প্রভেদ V ভোল্ট এবং প্রবাহিত তড়িতের পরিমাণ I অ্যাম্পিয়ার হয়, তবে ওহমের সূত্র অনুসারে $V \propto I$.

বা, $V = IR$ (R একটি ধ্রুবক)

বা, $R = V/I$, এই R হচ্ছে রোধ বা রেজিস্ট্যান্স যার একক ওহম (Ω)।

যদি কোন পরিবাহীর দুই প্রান্তে 1 ভোল্ট দেওয়ার ফলে 1 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয় তবে ঐ পরিবাহির রেজিস্ট্যান্স 1 ওহম হবে।

$V=IR$ এই সম্পর্কের যে কোনো দুটির মান জানা থাকলে, তৃতীয়টির মান বের করা যায়। এই সূত্রের প্রয়োগ করে ভোল্টেজ, কারেন্ট ও রেজিস্ট্যান্সের মান পাওয়া যায়।

যেমন— ভোল্টেজ $V=I\times R$ ভোল্ট,
কারেন্ট $I= V/R$ অ্যাম্পিয়ার,
রেজিস্ট্যান্স $R=V/I$ ওহম।

উদাহরণ—

যদি কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তে 200 ভোল্ট দেওয়া হয় এবং ঐ পরিবাহীর রোধ 20 Ω তবে প্রবাহিত তড়িৎ-এর পরিমাণ $I = V/R$ বা, $I = 200/20 = 10$ অ্যাম্পিয়ার।

আবার, 20 Ω রোধ বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে 15 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ প্রবাহিত করতে প্রয়োজনীয় ভোল্টেজের পরিমাণ $V=I\times R=15\times20=300$ ভোল্ট।

একটি পরিবাহীর দুই প্রান্তে 240 ভোল্ট দেওয়ার ফলে যদি 20 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ প্রবাহিত হয় তবে ঐ পরিবাহীর রোধ $R=V/I=240/20=12\,\Omega$ ।

কম্বিনেশন অফ রেজিস্ট্যান্স বা রোধের সমবায়—রোধকে সাধারণত তিনটি সমবায়ে যুক্ত করা যায়— ১) সিরিজ সার্কিট বা শ্রেণী সমবায়। ২) প্যারালাল সার্কিট বা সমান্তরাল সমবায় ও ৩) কম্বিনেশন অফ সিরিজ-প্যারালাল সার্কিট বা শ্রেণি এবং সমান্তরালের যৌথ সমবায়।

১) সিরিজ সার্কিট বা শ্রেণী সমবায়— যদি দুই বা ততোধিক রেজিস্ট্যান্সকে যখন এক সরলরেখায় পরপর যোগ করা হয় তখন তাকে সিরিজ সার্কিট বলে। (চিত্র ২.১)

(চিত্র ২.১)

যদি R_1, R_2,.....R_n কতগুলো রেজিস্ট্যান্স সিরিজে যোগ হয় তবে ঐ সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স বা সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স (ইকুইভ্যালেন্ট রেজিস্ট্যান্স),

$Req=R_1+R_2+....+R_n\Omega$ হবে।

এই সার্কিটে প্রতিটি রেজিস্ট্যান্স দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ সমান হয় প্রতিটি রেজিস্ট্যান্সে ভোল্টেজ ড্রপের যোগফল সাপ্লাই ভোল্টেজের সমান হয়। সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ I অ্যাম্পিয়ার হলে প্রতিটি রেজিস্ট্যান্সে ভোল্টেজ ড্রপের পরিমাণ যথাক্রমে $I\times R_1$, $I\times R_2$.....$I\times R_n$ ভোল্ট হবে। যদি সাপ্লাই ভোল্টেজ V ভোল্ট হয় তবে,

$V=IR_1+IR_2+....+IR_n$ ভোল্ট হবে।

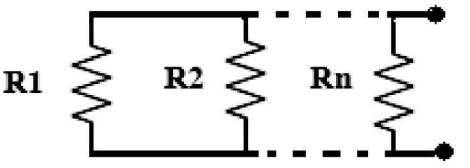
উদাহরণ—তিনটি রেজিস্ট্যান্স ১০Ω +২০Ω +৩০Ω সিরিজে যুক্ত আছে এবং সার্কিটে ২৪০ ভোল্ট সাপ্লাই দেওয়া হয়েছে। সার্কিটের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স,

$Req = ১০\Omega + ২০\Omega + ৩০\Omega = ৬০\Omega$,

প্রবাহিত কারেন্ট $I= V/Req=২৪০\div৬০=৪$ অ্যাম্পিয়ার। প্রতিটি রেজিস্ট্যান্সে ভোল্টেজ ড্রপ যথাক্রমে ১০×৪=৪০ ভোল্ট, ২০×৪=৮০ ভোল্ট, ৩০×৪=১২০ ভোল্ট।

এদের যোগফল ৪০+৮০+১২০=২৪০ ভোল্ট =সাপ্লাই ভোল্টেজ।

২) প্যারালাল সার্কিট বা সমান্তরাল সমবায়—দুই বা ততোধিক রেজিস্ট্যান্সকে সমান্তরালভাবে যোগ করা হলে তাকে প্যারালাল সার্কিট বলে। (চিত্র ২.২)



চিত্র ২.২

এই সার্কিটে মোট কারেন্ট প্রতিটি রেজিস্ট্যান্সের মধ্যে ভাগ হয়ে যায়। প্রতিটি সমান্তরাল পথে কারেন্টের পরিমাণ ঐ পথে রেজিস্ট্যান্সের মানের ওপর নির্ভর করে। ফলে প্রতিটি সমান্তরাল পথে কারেন্টের পরিমাণও আলাদা হয়। কিন্তু, যেহেতু সবকটি রেজিস্ট্যান্স একই সাপ্লাইয়ের সাথে সমান্তরালভাবে যুক্ত থাকে, সব রেজিস্ট্যান্সের দুই প্রান্তের মধ্যে ভোল্টেজ সমান হয়।

যদি R_1 , R_2 ...R_n রোধগুলি সমান্তরালভাবে যুক্ত থাকে এবং তাদের মধ্য দিয়ে I_1, I_2...I_n কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তবে $I_1 = V/R_1$, $I_2 = V/R_2$ ... $I_n = V/R_n$

সার্কিটের মোট কারেন্ট, প্রতিটি রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের যোগফলের সমান হয় অর্থাৎ মোট কারেন্ট $I = I_1 + I_2 ... + I_n$

আবার , প্যারালাল সার্কিটের মোট কারেন্ট $I = V/Req$

প্যারালাল সার্কিটের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স $1/Req = 1/R_1 + 1/R_2 = ... 1/R_n$

উদাহরণ—তিনটি রেজিস্ট্যান্স ২Ω, ৩Ω ও ৫Ω সমান্তরাল ভাবে যুক্ত আছে এবং সার্কিটটি ১৫০ ভোল্ট সাপ্লাইয়ের সাথে যুক্ত আছে।

সার্কিটের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স $1/Req = {}^{১}/_{২} + {}^{১}/_{৩} + {}^{১}/_{৫}$

বা, $1/Req = (২ \times ৩ + ৩ \times ৫ + ৫ \times ২) / (২ \times ৩ \times ৫) = {}^{৩১}/_{৩০}\ \Omega$

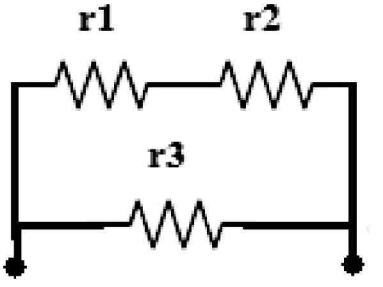
সার্কিটে মোট তড়িৎ প্রবাহের পরিমাণ, $I = V/Req = ১৫০ \times {}^{৩১}/_{৩০} = ১৫৫$ অ্যাম্পিয়ার।

সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের ব্যবহার

কারেন্টের পরিমাণ স্থির রেখে ভোল্টেজের পরিমাণ বৃদ্ধি করতে হলে সিরিজ সার্কিট করতে হবে। অনেকগুলো সেল (Cell) বা কোষ সিরিজে যুক্ত হলে কারেন্টের পরিমাণ স্থির থাকে কিন্তু ভোল্টেজের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। আবার ভোল্টেজের পরিমাণ স্থির রেখে কারেন্টের পরিমাণ বৃদ্ধি করার জন্য সেলগুলোকে সমান্তরালভাবে যোগ করতে হয়।

৩) সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের যৌথ সমবায় —

যখন কোন সার্কিটে কিছু রোধ শ্রেণি সমবায়ে আর কিছু রোধ সমান্তরাল ভাবে যুক্ত থাকে তখন সেই সমবায়কে যৌথ সমবায় বলে। (চিত্র ২.৩)



চিত্র ২.৩

ওপরের ছবিতে r_1 ও r_2 রেজিস্ট্যান্স দুটো শ্রেণি সমবায়ে লাগানো আছে এবং r_3 রোধটি ঐ সমবায়ের সঙ্গে সমান্তরাল ভাবে আছে। প্রথম সারিতে r_1 ও r_2 -র সমতুল্য (ইকুইভালেন্ট) রেজিস্ট্যান্স $(r_1+r_2)=R$ ধরলাম। এখন এই R ও r_3 পরস্পরের সঙ্গে প্যারালাল আছে। সুতরাং যৌথ সার্কিটের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স $1/Req = 1/R+1/r_3 = (R+r_3)/(R\times r_3)$

বা , $Req = (R\times r_3)/(R+r_3) = [(r_1+r_2)\times r_3]/(r_1+r_2+r_3)$

২.৩ বিভিন্ন ধরনের সাধারণ যন্ত্রপাতি ও পরিমাপক যন্ত্র—

ইলেক্ট্রিক্যাল ওয়্যারিং বা ইলেট্রিক্যালের যে কোনো কাজ করতে গেলে কিছু সাধারণ যন্ত্রপাতির দরকার হয়। এ রকম সাধারণ যন্ত্রপাতি সম্বন্ধে কিছু জ্ঞান থাকা দরকার। নীচে কয়েকটি যন্ত্রপাতির বিবরণ দেওয়া হল।

১) মেজারিং টেপ—

ওয়্যারিং করার সময় ঘরের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা বা কত উঁচুতে লাইন থাকবে, কত উঁচুতে সুইচ বোর্ড বসবে ইত্যাদি বিভিন্ন রকম মাপজোকের দরকার হয়। আর এই মাপজোকের জন্যই মেজারিং টেপ বা ফিতে ব্যবহার করা হয়।

২) স্ক্রু-ড্রাইভার—

স্ক্রু-ড্রাইভার মূলত কোনো স্ক্রু খোলা বা লাগানোর কাজে ব্যবহার হয়। অনেক রকমের স্ক্রু-ড্রাইভার পাওয়া যায়, তার মধ্যে ফ্ল্যাট হেড ও ফোর হেড স্ক্রু-ড্রাইভার ইলেকট্রিক্যালের কাজে বেশি লাগে। হেডের আকৃতি, চওড়া ও বাহুর দৈর্ঘ্য দিয়ে স্ক্রু-ড্রাইভারের সাইজ বোঝানো হয়।

৩) কম্বিনেশন প্লায়ার—

এই যন্ত্রটি বিভিন্ন ভাবে ইলেকট্রিক্যাল কাজে ব্যবহার করা হয়। তার কাটতে, তার টুইস্ট বা মোচড় দিতে, কোনোকিছু ধরতে -এরকম বহু কাজে লাগে। এটি বিভিন্ন সাইজের হয় যেমন ৪ ইঞ্চি, ৬ ইঞ্চি, ৮ইঞ্চি ও ১০ ইঞ্চি। এর মধ্যে ৬ ইঞ্চি ও ৮ ইঞ্চি বেশি কাজে লাগে।

৪) লং-নোজ প্লায়ার—

এই প্লায়ারটি তারের রিং বা কুণ্ডলী করতে কিংবা কোনো গভীর স্থানে কিছু ধরতে ব্যবহার করা হয়। এটি ৬ ইঞ্চি ও ৮ ইঞ্চি সাইজে পাওয়া যায়।

৫) কাটিং প্লায়ার—

এই প্লায়ারটি তার কাটার কাজে লাগে। এটি ৬ ইঞ্চি সাইজে পাওয়া যায়।

৬) ওয়্যার স্ট্রিপার—

এটি তারের ইনসুলেশন কাটার কাজে ব্যবহৃত হয়। এটি ৬ ইঞ্চি সাইজে পাওয়া যায়।

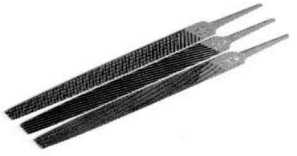
৭) ইলেক্ট্রিসিয়ানস্ নাইফ—

এই নাইফ বা ছুরি তারের ইনসুলেশন ছাড়ানোর কাজে ব্যবহার হয়। এটি ৬ ইঞ্চি দৈর্ঘ্যের হয়।

৮) ওয়্যার ক্রিম্পার—

এই যন্ত্রটি তারের মাথায় লাগ, সকেট ইত্যাদি কাজে লাগে। নানা রকম সাইজে পাওয়া যায়।

৯) ফাইল—



ফ্ল্যাট ফাইল

হাফ রাউন্ড ফাইল

রাউন্ড ফাইল

ফাইল কোনো কাঠ, লোহা, ফাইবার ইত্যাদি বিভিন্ন জিনিস ঘষার জন্য ব্যবহার হয়। ফ্ল্যাট ফাইল, হাফ রাউন্ড ফাইল, রাউন্ড ফাইল আরো অনেক ধরনের ফাইল পাওয়া যায়। তার মধ্যে কোনটা রাফ্‌কাট, কোনটা ফাইন্‌কাট বা কোনটা স্মুদকাট হয়। ফাইলের দৈর্ঘ্য দিয়ে সাইজ বোঝানো হয়।

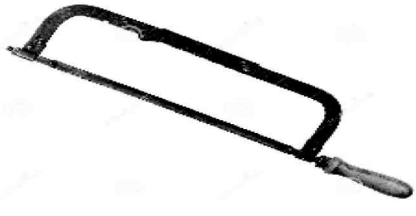
১০) হ্যামার (হাতুড়ি)—

বল-পিন হ্যামার

ক্লু হ্যামার

হ্যামার বা হাতুড়ি কোন জিনিসকে আঘাত করতে ব্যবহার করা হয়। অনেক রকমের হ্যামার হয়, তার মধ্যে বল-পিন হ্যামার ও ক্লু হ্যামার ইলেকট্রিকের কাজে লাগে।

১১) হ্যাক্‌শো—



হ্যাক্‌শো বা করাত কাঠ, লোহা, ব্যাকেলাইট, কেবল, বাস-বার প্রভৃতি কাটার কাজে ব্যবহার হয়, দুটো সাইজে পাওয়া যায়, একটি বড় 12 ইঞ্চি লম্বা আরেকটি ছোট 6 ইঞ্চি লম্বা। ছোট হ্যাক্‌শোটি ইলেকট্রিক্যাল/ ইলেকট্রনিক্সের সূক্ষ কাজে ব্যবহার হয়।

১২) নিয়ন টেস্টার—

এটি ইলেকট্রিক্যালের অতি প্রয়োজনীয় একটি যন্ত্র। এর সাহায্যে কোনো ইলেকট্রিক্যাল লাইনে কারেন্টের উপস্থিতি পরীক্ষা করা হয়।

১৩) সোল্ডারিং আয়রন—

সোল্ডারিং আয়রন বা তাঁতাল ইলেকট্রিক্যাল লাইনে ঝালাইয়ের কাজে লাগে। এর ওয়াট ও ভোল্টেজ দিয়ে সাইজ বোঝানো হয়। 200 ভোল্টের 10 ওয়াট থেকে 200 ওয়াট পর্যন্ত পাওয়া যায়।

মেজারিং ইনস্ট্রুমেন্ট (পরিমাপক যন্ত্র)

১) মাল্টিমিটার—

অ্যানালগ মাল্টিমিটার

ডিজিটাল মাল্টিমিটার

ইলেকট্রিক্যাল / ইলেকট্রনিক্সের কাজে ভোল্টেজ, কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স ছাড়াও আরো অনেক কিছু পরিমাপ করতে মাল্টিমিটারের ভূমিকা খুব গুরুত্বপূর্ণ। মাল্টিমিটার অ্যানালগ ও ডিজিটাল দুই রকমের হয়। অ্যানালগ মাল্টিমিটারে ভোল্টেজ, কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স-এর এর বিভিন্ন স্কেল কাটা

থাকে এবং একটা নির্দেশক কাঁটা তার ওপর দিয়ে চলাচল করে। ডিজিটাল মাল্টিমিটারে ভোল্টেজ, কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স -এর বিভিন্ন স্কেল একটা সুইচের সাহায্যে সেট করতে হয় এবং ডিজিটাল ডিসপ্লে বোর্ডে মান ফুটে ওঠে।

২) অ্যামমিটার—

অ্যামমিটার দিয়ে কোন সার্কিটের কারেন্ট মাপা হয়। এই অ্যামমিটার অ্যানালগ ও ডিজিটাল দুই ধরণের হয়। আবার এ. সি. ও ডি. সি. মাপার জন্য এ.সি. মিটার ও ডি. সি. মিটার আলাদা হয়।

অ্যানালগ অ্যামমিটার

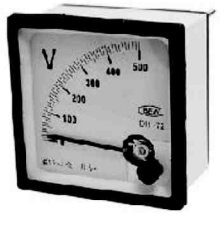
ডিজিটাল অ্যামমিটার

এ. সি. মিটারের টার্মিনালে কোন নির্দিষ্ট চিহ্ন থাকে না, কিন্তু ডি.সি.মিটারের টার্মিনালে পজেটিভ (+) ও নেগেটিভ চিহ্ন (–) দেওয়া থাকে। অ্যামমিটারকে লাইনে সিরিজে লাগাতে হয়।

যে মিটারে ⩘ এই চিহ্নটি থাকে সেটিকে MI (Moving Iron) টাইপ মিটার বলে এবং এই মিটার দিয়ে এ. সি. ও ডি. সি. দুটোই মাপা যায়। যে মিটারের এই চিহ্নটি ⎓ থাকে সেটিকে MC (Moving Coil) টাইপ মিটার বলে এবং এই মিটার দিয়ে শুধু ডি.সি. কারেন্ট মাপা যায়।

৩) ভোল্টমিটার—

ভোল্টমিটার দিয়ে কোনো সার্কিটের দুই প্রান্তের ভোল্টেজ মাপা হয়। এই ভোল্টমিটার অ্যানালগ ও ডিজিটাল দুই ধরণের হয়। আবার এ.সি. ও ডি.সি. মাপার জন্য এ.সি. মিটার ও ডি.সি. মিটার আলাদা হয়। এ.সি. মিটারের টার্মিনালে কোনো নির্দিষ্ট চিহ্ন থাকে না, কিন্তু ডি.সি. মিটারের টার্মিনালে পজেটিভ ও নেগেটিভ চিহ্ন দেওয়া থাকে।ভোল্টমিটারকে সাপ্লাই লাইনের সঙ্গে সমান্তরাল করে লাগাতে হয়।



অ্যানালগ ভোল্টমিটার

ডিজিটাল ভোল্টমিটার

যে মিটারে এই চিহ্নটি ⏦ থাকে সেটিকে MI টাইপ মিটার বলে এবং এই মিটার দিয়ে এ.সি. ও ডি.সি. দুটোই মাপা যায়। যে মিটারে এই চিহ্নটি ⎓ থাকে সেটিকে MC টাইপ মিটার বলে এবং এই মিটার দিয়ে শুধু ডি.সি. ভোল্টেজ মাপা যায়।

৪) ওয়াটমিটার—

এই মিটার দিয়ে বিদ্যুতের ক্ষমতা বা পাওয়ার মাপা হয়। পাওয়ারের একক ওয়াট। তাই এই মিটারকে ওয়াটমিটার বলে। এই মিটারে দুটো কয়েল থাকে, একটি কারেন্ট কয়েল ও অপরটি পোটেন্সিয়াল বা ভোল্টেজ কয়েল। কারেন্ট কয়েলের দুটো টার্মিনাল M ও L দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে এবং ওই দুটো টার্মিনাল সাপ্লাই ও লোডের মধ্যে সিরিজে লাগাতে হয়। পোটেন্সিয়াল কয়েলের দুটো টার্মিনাল C ও V দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে এবং ওই দুটো টার্মিনাল সাপ্লাইয়ের সঙ্গে সমান্তরাল করে লাগাতে হয়।

অ্যানালগ ওয়াটমিটার

ডিজিটাল ওয়াটমিটার

৫) এনার্জি মিটার—

এনার্জি মিটার বিদ্যুতের শক্তি মাপে। 1 কিলোওয়াট ক্ষমতা 1 ঘন্টা ধরে চললে 1 একক শক্তি খরচ হয়। এর একক কিলো ওয়াট আওয়ার (kwh) । তাই এই মিটারকে kwh মিটারও বলা হয়। এই মিটারে চারটে টার্মিনাল থাকে। প্রথম দুটো টার্মিনাল দিয়ে সাপ্লাই কোম্পানির লাইন ঢোকে আর পরের দুটো টার্মিনাল দিয়ে কনজিউমারের জন্য সাপ্লাই লাইন বের হয়।

Chapter–3

৩.১ আর্থিং-এর প্রয়োজনীয়তা ও প্রতিরক্ষামূলক ব্যবস্থাপনা ঃ—

কোনো বৈদ্যুতিক বিতরণ ব্যবস্থাপনার 'নিউট্রাল' (Neutral) বিন্দুকে আর্থ-এর সাথে কিংবা কোনো বৈদ্যুতিক স্থাপনার সাথে জড়িত অবৈদ্যুতিক ধাতব বস্তুকে খুব কম রোধবিশিষ্ট তার এর সাহায্যে 'আর্থ' এর সাথে যুক্ত করাকে ''আর্থিং'' বলে। তড়িতাহত কোনো বস্তুকে/যন্ত্রকে/সিস্টেমকে খুব তাড়াতাড়ি শূন্য বিভবে আনার জন্য আর্থিং এর প্রয়োজন হয়। এই ব্যবস্থার ফলে ঐ সিস্টেমটিকে সম্ভাব্য বিপদের হাত থেকে আটকানো যায়। কিছু প্রতিরক্ষামূলক যন্ত্রপাতি, এই অতিরিক্ত বিদ্যুৎপ্রবাহকে আটকানোর জন্য ব্যবহার করা হয়।

আর্থিং এর প্রয়োজনীয়তা/গুরুত্ব নিম্নে বর্ণিত হল—

(১) বজ্রবিদ্যুৎ থেকে বাড়ি ঘর/গগনচুম্বী অট্টালিকাকে বাঁচানোর জন্য আর্থিং গুরুত্বপূর্ণ।

(২) বৈদ্যুতিক লাইনে লিকেজ তড়িৎ থাকলে তা থেকে মানুষকে বাঁচানোর জন্য আর্থিং প্রয়োজন।

(৩) যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ওভারহেড লাইনের সাথে যুক্ত থাকে, সেগুলোকে বজ্রবিদ্যুৎ এর থেকে বাঁচানোর জন্য আর্থিং করা হয়।

(৪) লাইন ভোল্টেজকে ধ্রুবক রাখার জন্য নিউট্রালকে আর্থ করা হয়। যার দরুণ অল্টারনেটর এবং ট্রান্সফর্মার এর নিউট্রাল পয়েন্টকে আর্থ করা হয়।

(৫) আর্থ এর সাথে কোনো বৈদ্যুতিক সার্কিট এর কোনো অংশের বিভবকে নির্ধারিত কোনো মানে বজায় রাখার জন্য আর্থ করা হয়।

(৬) কোনোরকম ফল্ট হলে, ফল্ট কারেন্ট কে আর্থ-এ পাঠানোর জন্য, যাতে প্রতিরক্ষামূলক যন্ত্রগুলি সার্কিট-এর নির্দিষ্ট অংশে কাজ করে এবং সার্কিটকে ফল্ট থেকে আলাদা করতে পারে।

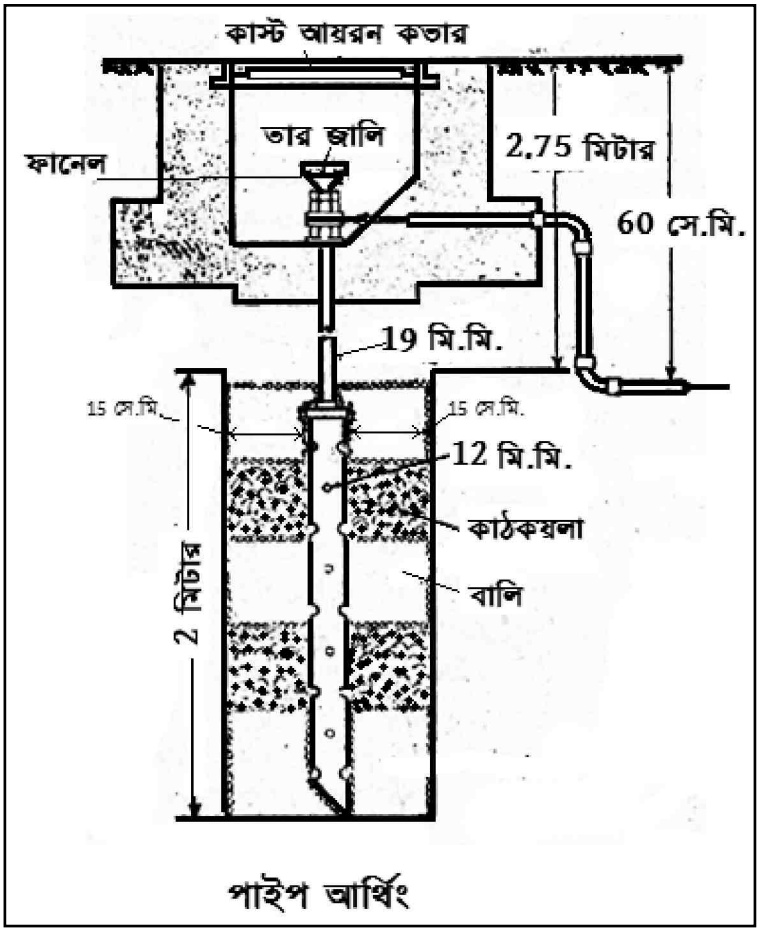
(৭) নিম্ন গলনাঙ্ক বিশিষ্ট ধাতুকে ফিউজ হিসাবে ব্যবহার করা হয়। যাতে উচ্চ তড়িৎ প্রবাহে সেটি গলে যেতে পারে। বর্তমানে, এম.সি.বি, আর.সি.সি.বি, ই.এল.সি.বি. ব্যবহার করা হয়, এতে ফিউজের মতো পুনঃপ্রতিস্থাপন করার ঝামেলা থাকে না। আর্থ ফল্ট হলে বা লিকেজ কারেন্ট থাকলে তা এই প্রতিরক্ষামূলক যন্ত্রগুলি দূর করে এবং সার্কিটকে সাপ্লাই থেকে আলাদা করে।

৩.২ বিভিন্ন ধরনের আর্থিং ঃ—

১) **পাইপ আর্থিং ঃ—** এই পদ্ধতিতে গ্যালভানাইজ্ আয়রন (GI) পাইপ ব্যবহার করা হয়। এই পাইপের শেষ প্রান্তটি ছুঁচালো ও বেঁকানো থাকে, যাতে এটি সহজেই মাটির মধ্যে প্রবেশ করতে

পারে (চিত্র ৩.১) এই পাইপের গায়ে কিছু ছিদ্র করা থাকে। যখন ফানেলের সাহায্যে ঐ পাইপের মধ্যে জল দেওয়া হয়, তখন ঐ জল ঐ ছিদ্রের মধ্যে দিয়ে বেরিয়ে পাইপ সংলগ্ন স্থানকে সিক্ত রাখে। পাইপের বাইরের অংশটিতে চারকোল ও লবণের ক্রমান্বয়স্তর থাকে এবং এটি সবসময় ভিজে বা সিক্ত রাখা হয়। যার ফলে আর্থ এর রোধ অনেক কম থাকে। আর্থিং তারটি এই পাইপের সাথে ঝালাই করে লাগানো থাকে। পাইপ এবং মাটির সংযোগস্থলটি এক্ষেত্রে বেশী থাকে (প্লেট আর্থিং-এর তুলনায়), যার ফলে একই ইলেকট্রোডের মধ্য দিয়ে খুব বেশী পরিমাণে লিকেজ তড়িৎ প্রবাহ হতে পারে।

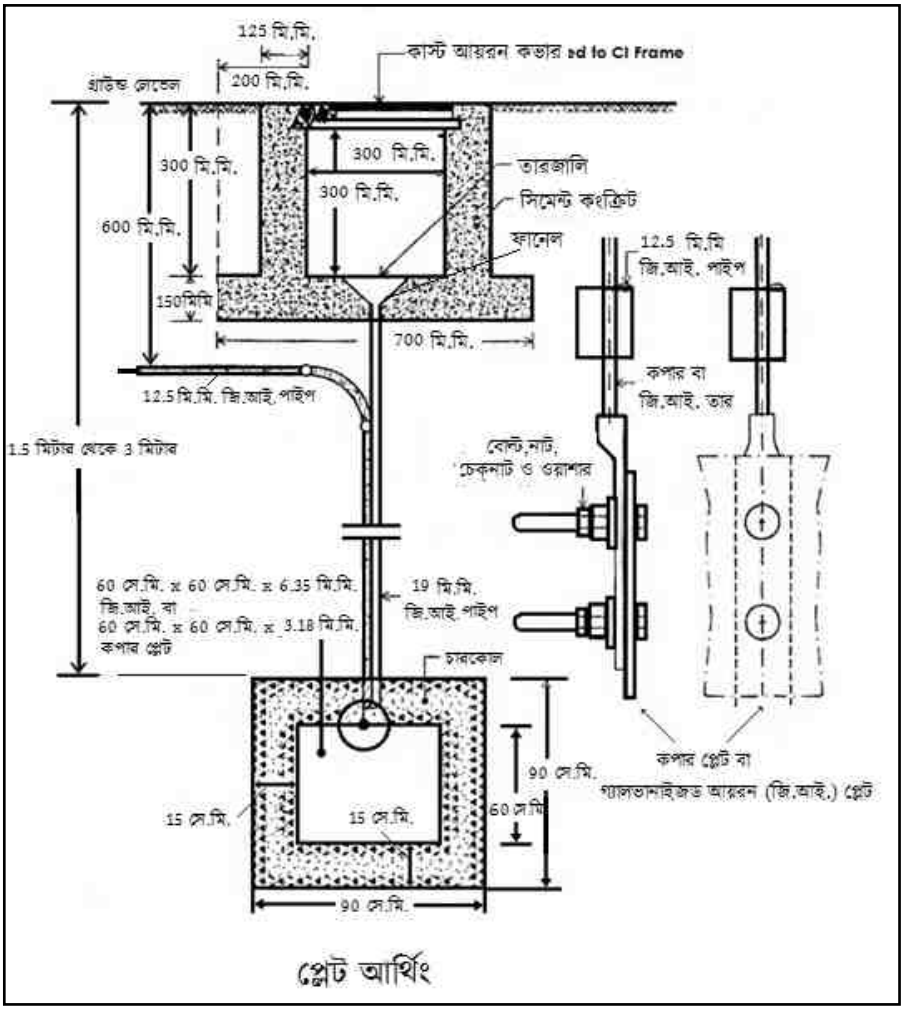
ঘরোয়া গৃহস্থালির ক্ষেত্রে এবং কম পাওয়ারের কোনো সিস্টেম স্থাপনার জন্য পাইপ আর্থিং গ্রহণযোগ্য, কারণ এর খরচ খুব কম (তুলনামূলক)। কন্‌টিন্যুইটি পরীক্ষা করাও এইক্ষেত্রে সুবিধাজনক কারণ, আর্থিং তার এবং GI পাইপ দুটোই মাটির উপরের অংশে পাওয়া যায়।



চিত্র ৩.১

প্লেট আর্থিং ঃ— এই পদ্ধতিতে ৬০ সে.মি × ৬০ সে.মি × ৩.১৮ মি.মি তামার পাত অথবা ৬০ সে.মি × ৬০ সে.মি × ৬.৩৫ মি.মি GI (গ্যালভানাইজড আয়রন) এর পাত ব্যবহার করা হয়। এই পাতটি মাটির থেকে সর্বোচ্চ ৩মি. দূরত্বের মধ্যে উলম্বভাবে বসানো হয়। লবণ এবং চারকোলের ক্রমান্বয় স্তর প্লেটটির পাশে করা হয়, যাতে এটি সবসময় ভিজে/সিক্ত থাকে এবং আর্থের রোধ কম থাকে। আর্থ তারটি GI পাইপের মধ্য দিয়ে প্লেটটির সাথে সংযুক্ত থাকে। পাইপটির মাথায় একটি ফানেল যুক্ত থাকে, যার মধ্য দিয়ে জল দেওয়া হয়, (চিত্র ৩.২) যাতে আর্থ পিট টি সিক্ত থাকে। প্লেটের সাথে সংযোগ স্থল বৃদ্ধির সাথে সাথে আর্থিং-এর কার্যকারিতা বৃদ্ধি পায়।

কিন্তু এক্ষেত্রে যেহেতু আর্থ তারটি মাটির নীচে লাগানোা থাকে, তাই এটির পরিচর্যা করা সহজসাধ্য নয়।



চিত্র ৩.২

৩.৩ বিভিন্ন ধরনের ফিউজ, MCB, RCCB, ELCB এর বর্ণনা ঃ—

ফিউজ ঃ— অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহের হাত থেকে বৈদ্যুতিক সার্কিটকে রক্ষা করার জন্য সাধারণত ফিউজ ব্যবহার করা হয়। একটি ফিউজ তারের নিম্নলিখিত ধর্মগুলি থাকা প্রয়োজন—

(i) নিম্ন গলনাঙ্ক বিশিষ্ট।

(ii) নিম্ন রোধাঙ্ক বিশিষ্ট।

(iii) স্থানীয় জারণমুক্ত।

(iv) ধাতুবাষ্পের নিম্ন পরিবাহিতাঙ্কযুক্ত।

(v) কম ক্ষয় যুক্ত।

পোর্সেলিন নির্মিত একটি ফিউজ হোল্ডারে এই ফিউজ তারকে রাখা হয়। এটি মূল ফেজ লাইনের সাথে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করা হয়, যাতে অনাকাঙ্ক্ষিত অবস্থায় বা অতিরিক্ত তড়িৎপ্রবাহ ঘটলে এটি নিজে থেকেই গলে গিয়ে বর্তনীকে আলাদা করে দিতে পারে। ফিউজের সাথে জড়িত সাধারণ কিছু শব্দ বা পরিভাষা নিম্নরূপ—

(i) Minimum Fusing Current বা ন্যূনতম ফিউজিং তড়িৎ ঃ— যে ন্যূনতম তড়িৎ ফিউজের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হলে ফিউজ উপাদানটি গলে যায়, বা গলা শুরু হয়, তাকে ন্যূনতম ফিউজিং তড়িৎ বলে।

(ii) ফিউজ উপাদানের কারেন্ট রেটিং বা Current Rating of fuse Element ঃ— ফিউজ উপাদানের ক্ষেত্রে এটি সর্বোচ্চ তড়িৎ ধারণ সীমা যার মধ্যে ফিউজ উপাদানটি না গলে গিয়ে তড়িৎ প্রবাহ ঘটাতে পারে। এর মাত্রা সবসময় ন্যূনতম ফিউজিং কারেন্টের (Minimum Fusing Current) এর চেয়ে কম হয়।

(iii) Fusing Factor বা ফিউজিং ফ্যাক্টর ঃ— ফিউজিং তড়িৎ এর সাথে ফিউজ উপাদানের কারেন্ট রেটিং-এর অনুপাত হল ফিউজিং ফ্যাক্টর। এটি সবসময় ১ এর চেয়ে বড় হয়।

সাধারণতঃ যে যে উপাদানগুলি ফিউজ উপাদান হিসেবে ব্যবহৃত হয়, সেগুলো হল — লেড, লেড ও টিনের সংকর ধাতু (৩৭ : ৬৩), অ্যালুমিনিয়াম ও অ্যান্টিমোনি, রূপা ও রূপার সংকর ধাতু।

বিভিন্ন ধরনের ফিউজ ঃ—

১) **কিট্ ক্যাট টাইপ ফিউজ ঃ—** ঘরোয়া গৃহস্থালীর ওয়ারিং এরজন্য এটি সাধারণত ব্যবহৃত হয় এবং এর সর্বোচ্চ ধারণ ক্ষমতা ৪১৫ ভোল্ট অবধি। এটির সাধারণত পোর্সেলিন নির্মিত দুটো অংশ

থাকে (i) ফিউজ বেস, (ii) ফিউজ হোল্ডার (চিত্র ৩.৩)। ফিউজ বেস এর দুটি টার্মিনাল থাকে ও বেসটিকে সুইচ্ বোর্ড এর সাথে স্ক্রু দিয়ে আটকানো থাকে। ফিউজ বেস-এর এক প্রান্তের সাথে ফেজ লাইনের ইনকামিং তারটি লাগানো থাকে এবং অপর প্রান্তের সাথে আউটগোয়িং ফেজ তারটি যুক্ত থাকে। এর মধ্যবর্তী অংশে ফিউজ তারটি লাগানো থাকে। এটির সুবিধা হল — ফিউজ হোল্ডারটি খোলা যায় ও ফিউজ তারটি প্রয়োজনে বা গলে গেলে বদলে নেওয়া যায়।

চিত্র ৩.৩

২) **কার্টেজ টাইপ ফিউজ ঃ—** এই ধরনের ফিউজ ইউনিটটি সম্পূর্ণ আবদ্ধ হয়। এবং ফিউজ উপকরণটিকে টিউব আকারের ইনসুলেটিং খোল-এর মধ্যে রাখা হয়। খোলটির মধ্যে ইনসুলেটিং পাউডার রাখা থাকে, যেটি ইনসুলেটিং মিডিয়াম হিসাবে কাজ করে এবং ফিউজ উপাদান গলে যাবার মুহূর্তে যে আর্ক তৈরী হয়, সেটিকে নেভাতে সাহায্য করে। কনটেনার এর দুই প্রান্ত বন্ধ থাকে ও মাথায় ধাতব ক্যাপ থাকে, যাকে কার্টেজ বলে। এটি সাধারণত ৬০০ ভোল্ট এবং ৮০০ অ্যাম্পিয়ার অবধি ব্যবহার করা হয়। এটিতে ফিউজ তারটি পুনঃস্থাপনযোগ্য নয়। একবার গলে গেলে পুরো ইউনিটটিকে বদলাতে হয় (চিত্র ৩.৪)।

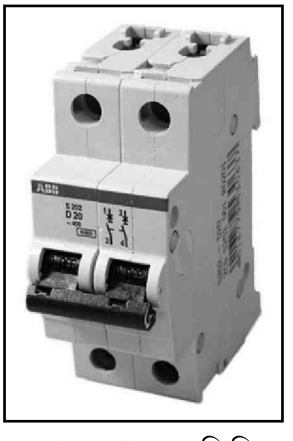
চিত্র ৩.৪

৩) **এইচ. আর. সি টাইপ ফিউজ —** এই ধরনের ফিউজকে হাই রাপচারিং ক্যাপাসিটি ফিউজ বলে। এই ধরনের ফিউজ আবদ্ধ অবস্থায় থাকে এবং এর বিশেষত্ব হল একটি নির্দিষ্ট জ্ঞাত সময়ের জন্য শর্ট সার্কিট ক্যারেন্ট বহন করে। এই নির্দিষ্ট সময়ের আগেই যদি সার্কিটের ফল্ট দূর করা যায় তাহলে ফিউজটি অক্ষত থাকে নতুবা ফিউজ তারটি গলে যায় এবং সার্কিটের সাপ্লাই কেটে দেয়। এইচ আর সি ফিউজটি একটি সিরামিক খোলের মধ্যে থাকে, যার দুই প্রান্ত ধাতব টুপি দ্বারা বদ্ধ থাকে। এই দুই প্রান্তের সঙ্গে ফিউজটি ওয়েল্ডিং করা থাকে। সিরামিক খোলের মধ্যে ফিউজের চারিপাশে পাউডার ভর্তি থাকে, যা খুব বেশী প্রবাহমাত্রার ফলে তাপ এবং আর্ক কমাতে সাহায্য করে। এই ফিউজ ১৩২ কিলো ভোল্ট পর্যন্ত ব্যবহার করা যায়। ৩.৫ নং চিত্রে এটি দেখানো হয়েছে।

চিত্র ৩.৫

৪) **এম. সি. বি —** এম. সি. বি.-এর পুরো কথাটি হল মিনিয়েচার সার্কিট ব্রেকার। এটি একটি ইলেক্ট্রো মেকানিক্যাল সুইচ যা সার্কিটের প্রবাহমাত্রাকে বন্ধ করে যখন একটি নির্দিষ্ট মাত্রার বেশী প্রবাহ হয় এবং সুইচটি নিজ হতে বন্ধ হয়। আবার প্রবাহমাত্রা নির্দিষ্ট মাত্রার কম হলে সুইচটিকে বাইরে থেকে অন করা হয়। এমসিবি'র সুবিধা হল ফিউজের মতো গলে যায় না বা কোন তার পরিবর্তনের দরকার হয় না।

সাধারণ অবস্থায় এটি সুইচের মতো কাজ করে। ওভারলোড বা শর্ট সার্কিট অবস্থায় সুইচটি সার্কিটকে কেটে দেয় ও রক্ষা করে। এমসিবি'র মধ্যে একটি স্থায়ী কন্ট্যাক্ট এবং একটি চলমান কন্ট্যাক্ট থাকে যা লাইনের প্রবেশ এবং বাহির-এর মধ্যে সংযোগ রক্ষা করে। সার্কিটের প্রবাহমাত্রার মানের উপর এম.সি.বি.'র প্রবাহমাত্রা নির্ভর করে যেমন ১৬ এ্যাম্পিয়ার এম.সি.বি. 'সিঙ্গেল বা ডাবল' পোল হয় যদি কন্ট্যাক্ট টার্মিনাল যথাক্রমে একটি বা দুটি হয় (৩.৬ নং চিত্র)।



ডাবল পোল এম.সি.বি

সিঙ্গেল পোল এম.সি.বি

চিত্র ৩.৬

৫) **আর্থ-লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ই.এল.সি.বি) —** প্রত্যেক ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটে আর্থিং করা থাকে যার ফলে কোন লিকেজ প্রবাহ হলে তা আর্থিং পথে বা ন্যূনতম রোধ বিশিষ্ট পথে মাটিতে চলে যায়। যদি কোন তার ছিঁড়ে যায় তাহলে লিকেজ প্রবাহের ফলে ইলেকট্রিক্যাল শক্ খাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার সেই লিকেজ প্রবাহকে সনাক্ত করে এবং সাপ্লাই ব্রেক করে। যা দুর্ঘটনার হাত থেকে বাঁচায়। মূলতঃ ই.এল.সি.বি.'তে একটি কার্যকারী তারের কুণ্ডলী থাকে এবং একটি ট্রিপ মেকানিজম থাকে। যখন লিকেজ প্রবাহের পরিমাণ ঐ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে একটি নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করে তখন ট্রিপ মেকানিজম কাজ করে এবং সাপ্লাই বন্ধ হয়।

আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার দু'ধরনের হয় —

ক) প্রবাহমাত্রার বিভেদের উপর নির্ভরশীল

খ) ভোল্টেজের উপর নির্ভরশীল।

ক) প্রবাহমাত্রার উপর নির্ভরশীল হলে তাকে রেসিডুয়াল কারেন্ট সার্কিট ব্রেকার বা সংক্ষেপে আর.সি.সি.বি. বলে।

রেসিডুয়াল কারেন্ট সার্কিট ব্রেকার (আর. সি. সি. বি.) ঃ আর. সি. সি. বি একটি বিশেষ ধরনের সুইচ যা সার্কিটের নিরাপত্তাজনিত কাজে ব্যবহার করা হয়। কোন সার্কিটে আর্থ ফল্ট হলে বা লিকেজ কারেন্ট থাকলে এটি কাজ করে এবং সার্কিট ব্রেক করে।

আর.সি.সি.বি-র মূল নীতি হল এটি লাইফ তার এবং নিউট্রালের মধ্যে প্রবাহমাত্রা তুলনা করে এবং সাধারণ অবস্থায় এই দুই প্রবাহমাত্রা সমান থাকে। যদি কোনরকম ফল্ট হয় তাহলে দুই তারের প্রবাহমাত্রার পার্থক্য ঘটে, এবং এই পার্থক্য প্রবাহমাত্রাকে রেসিডুয়াল কারেন্ট বলে। এই রেসিডুয়াল কারেন্ট তৈরী হলে সুইচটি কাজ করে এবং প্রবাহমাত্রা বন্ধ করে। সাধারণতঃ সুইচটি ৩০ মিলি এ্যাম্পিয়ার থেকে ৩০০ মিলি এ্যাম্পিয়ার পর্যন্ত রেসিডুয়াল কারেন্টের জন্য এই সুইচটি কাজ করে। সুইচটিকে ৩.৭ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

চিত্র ৩.৭

খ) আর্থ লিকেজ প্রবাহ যখন কোন ধাতব পদার্থের মধ্যে প্রবাহিত হয় তখন ঐ পদার্থের নিজস্ব রোধ থাকার কারণে আর্থের তুলনায় কিছু পরিমাণ ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। এই ভোল্টেজ আর্থের সঙ্গে একটি বিভব প্রভেদ তৈরী করে। এই বিভবই ই.এল.সি.বি-র ট্রিপকয়েলে ভোল্টেজ আবিষ্ট করে ফলে ট্রিপ কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা বৃদ্ধি পায়। প্রবাহমাত্রা একটি নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করলে ট্রিপ মেকানিজম কাজ করে। এর ফলে সার্কিটের সাপ্লাই ব্রেক হয়। সুতরাং এই ধরনের ই.এল.সি.বি. কার্য ভোল্টেজের মানের উপর নির্ভরশীল হয়।

চিত্র ৩.৮

৩.৪ বাড়ির ওয়্যারিং-এ ব্যবহৃত বিভিন্ন অংশ —

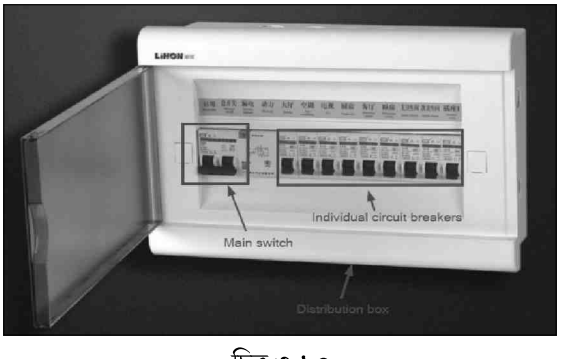
ক) **প্রধান বা মেইন সুইচ** — ইন্ডিয়ান ইলেকট্রিসিটি (আই.ই) নিয়ম অনুযায়ী মেইন সুইচ সাপ্লাই সিস্টেমের শুরুর মুখে কানেক্ট করতে হবে যাতে কোনরকম বিপদ ঘটলে শুরুতেই সাপ্লাই বন্ধ করে দেওয়া যায়।

মেইন সুইচের বাক্সগুলি আয়রনের তৈরী হয় এবং ভিতরে ফিউজ ইউনিট এবং নিউট্রাল লিঙ্ক থাকে। একে অফ-অন করার জন্য একটি লিভার সিস্টেমে হাতল থাকে। (চিত্র ৩.৯)

চিত্র ৩.৯

আয়রন ক্ল্যাড ডাবল পোল সুইচ সিঙ্গেল ফেজ সিস্টেমের জন্য ব্যবহার করা হয়। তিনটি ফেজ থাকলে তার জন্য ট্রিপল্ পোল এবং নিউট্রাল সুইচ ব্যবহার করা হয়। একটি মেইন সুইচকে চিহ্নিত করা হয় সাপ্লাই ভোল্টেজ, সার্কিটের প্রবাহমাত্রা এবং সুইচের পোল বা কানেকশন দ্বারা। যেমন — ৫০০ ভোল্ট, ৩২ এ্যাম্পিয়ার, আয়রণ ক্ল্যাড ডাবল্ পোল মেইন সুইচ। সুইচের ভিতরে ফিউজ ইউনিট থাকে এবং ফিউজের প্রবাহমাত্রার মানই সুইচের প্রবাহমাত্রা চিহ্নিত করে।

খ) **ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড (ডি.বি.) —** যখন কোন সার্কিটের ক্ষমতা ৮০০ ওয়াটের বেশী হয় তখন আই.ই. নিয়ম অনুযায়ী একাধিক সার্কিট বা সাব-সার্কিট ব্যবহার করতে হবে। সুতরাং বিভিন্ন সাব সার্কিটে মূল প্রবাহ মাত্রাকে ভাগ করতে হবে। এর জন্য একটি ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের প্রয়োজন। বর্তমান ডি.বি. গুলিতে ফিউজ ইউনিটের বদলে এম.সি.বি. থাকে। একটি মূল সাপ্লাই থেকে বিভিন্ন এম.সি.বি. দ্বারা বিভিন্ন সাব-সার্কিটে সাপ্লাই দেওয়া হয় এবং তড়িৎ প্রবাহমাত্রা ভাগ করা হয়। একটি ডি.বি.কে চিহ্নিত করা হয় তার প্রবাহমাত্রা এবং কতকগুলি সার্কিটে ভাগ হচ্ছে সেই সংখ্যা দ্বারা ও সিস্টেম ভোল্টেজ দ্বারা। (চিত্র ৩.১০)



চিত্র ৩.১০

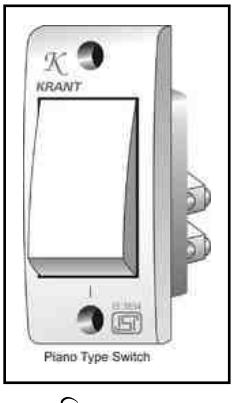
গ) **ইনস্পেকশন বা জংশন বাক্স** — ডি.বি. থেকে যেকোন লাইন যখন সুইচ বোর্ডে যায় তখন এর মাঝে একটি ইনস্পেকশন বা জংশন বাক্স রাখা থাকে। লাইনের মাঝামাঝি কোথাও যদি কোন ফল্ট হয় তা এই জংশন বাক্স খুলে সারানো যেতে পারে। এই বাক্সটিকে চিহ্নিত করা হয় কতগুলি সাপ্লাই লাইন এর মধ্যে প্রকাশ করছে তার সংখ্যা দ্বারা এবং সাপ্লাই ভোল্টেজ দ্বারা। ইনস্পেকশন বক্সের আউটগোয়িং সাপ্লাই সুইচ বোর্ডে প্রবেশ করে। ৩.১১ চিত্রে এটি দেখানো হয়েছে।

চিত্র ৩.১১

ঘ) **সুইচ বোর্ড** — এটি একটি কাঠের বা ব্যাকেলাইটের নির্মিত বোর্ড যার মধ্যে সুইচ, প্লাগ পয়েন্ট, ফ্যান, রেগুলেটর, ফিউজ ইনডিকেটর ইত্যাদি বসানো থাকে। এটি সাধারণতঃ ঘরের ভিতরে প্রায় ৫ ফুট উচ্চতায় দেওয়ালে বসানো থাকে যা থেকে বিভিন্ন লাইট, ফ্যান চালনা করা হয়। বোর্ডের সাইজ দ্বারা একে চিহ্নিত করা হয়। (চিত্র ৩.১২)

চিত্র ৩.১২

সুইচ — সুইচ লাইভ লাইনে যুক্ত থাকে এবং সুইচবোর্ডে বসানো থাকে। যা থেকে যেকোন লাইট, ফ্যান বা কোন ইলেকট্রিক্যাল চালিত যন্ত্র চালানো হয়। সিস্টেম ভোল্টেজ এবং এর প্রবাহমাত্রা দিয়ে একটি সুইচকে চিহ্নিত করা হয়। সাধারণতঃ বাড়ীতে পিয়ানো সুইচ বা টাম্বলার সুইচ ব্যবহৃত হয়। উপর এবং নীচে দুটি স্ক্রু দিয়ে এটি বোর্ডে লাগানো হয় (চিত্র ৩.১৩)।

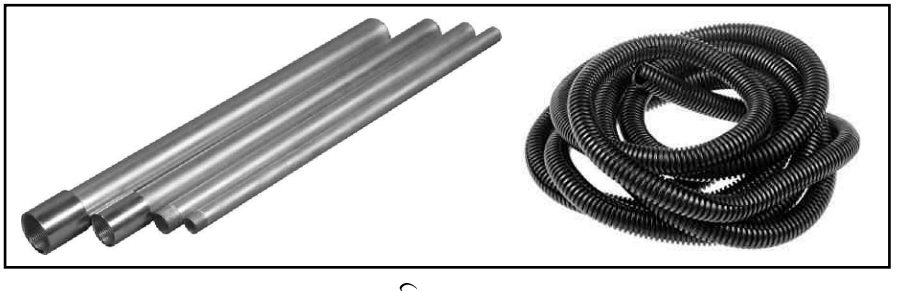


চিত্র ৩.১৩

কেবল্ বা তার — বাড়ীর ওয়্যারিং-এ সাধারণতঃ এ্যালুমিনিয়াম বা কপার তার ব্যবহার করা হয়। বেশী দৈর্ঘ্যের তার সাধারণতঃ কয়েল রূপে পাওয়া যায়। একটি তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা মান একে চিহ্নিত করে। এই প্রবাহমাত্রার উপর তারের ব্যাস বা প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ভর করে। প্রবাহমাত্রা বেশী হলে প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলও বেশী হবে। এই তারগুলির উপর পি.ভি.সি. বা পলিভিনাইল ক্লোরাইডের ইনসুলেশন দেওয়া থাকে, যা দুর্ঘটনার হাত থেকে রক্ষা করতে সাহায্য করে। (চিত্র ৩.১৪)

চিত্র ৩.১৪

ছ) **কনডুইট —** এটি একটি পাইপ যার মধ্য দিয়ে তার প্রবেশ করানো হয় এক স্থান থেকে অন্য স্থানে কানেকশনের জন্য। কনডুইট তার গুলিকে পারিপার্শ্বিক আবহাওয়া এবং ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করে। বাড়ীর দেওয়ালের ভিতর দিয়ে যখন তার নিয়ে যাওয়া দরকার হয় তখন এই পাইপ প্রবেশ করানো হয়। একে কনসিলড্ কনডুইট ওয়্যারিং বলে এবং যখন দেওয়ালের উপর তলে পাইপ টিকে বসানো হয় — তখন তাকে সারফেস কনডুইট ওয়্যারিং বলে। আঁকাবাঁকা জায়গার জন্য ফ্লেক্সিবেল্ কনডুইট ব্যবহার করা হয়। পাইপের ব্যাস দ্বারা এবং একটি পাইপের মধ্য দিয়ে সর্বাধিক কতকগুলি তার প্রবেশ করানো যায় তা দিয়ে কনডুইটকে চিহ্নিত করা হয়। এটি সাধারণত স্টীল বা পি.ভি.সি. দ্বারা তৈরী হয়। (চিত্র ৩.১৫)


চিত্র ৩.১৫

জ) **কনডুইট বেন্ড —** কোন বাঁকা জায়গায় বা ঘরের কোণে কনডুইট লাগাতে গেলে কনডুইট বেন্ড ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত ৯০° ডিগ্রি কোণ বিশিষ্ট হয় এবং দুটি সোজা কনডুইটের মধ্যে সংযোগ রক্ষা করে। ঘরের কোণের দেওয়ালে ওয়্যারিং-এ এই ধরনের বেন্ড ব্যবহৃত হয়।

চিত্র ৩.১৬

ঝ) **স্যাডল্** — ঘরের দেওয়ালের উপর কনডুইট লাগাতে হলে স্যাডল্ বা ক্লিপ ব্যবহার করা হয়। এগুলি আয়রনের তৈরী হয় এবং কনডুইটের ব্যাসের দ্বারা চিহ্নিত হয়।

চিত্র ৩.১৭

ঞ) **সিলিং রোজ** — ঘরের সিলিং-এ ফ্যানের সাপ্লাই বা দেওয়ালে কোন সাপ্লাই পেতে গেলে সিলিং রোজ ব্যবহার করা হয়। এটি ব্যাকেলাইটের তৈরী হয়। এর দুটি ভাগ থাকে — একটি নিম্নভাগ বা বেস যা দেওয়ালের উপর বা সিলিং-এ বসানো হয় এবং অন্যটি উপরিভাগ বা টপ যা বেসের উপর লাগানো হয়। এর ভিতরে কানেকশনের জন্য প্যাঁচ দিয়ে দুটি স্ক্রু লাগানো থাকে। পার্শ্ব এবং উপরিভাগে তার প্রবেশ এবং বাহিরের জন্য গর্ত করা থাকে।

চিত্র ৩.১৮

ট) **ল্যাম্প হোল্ডার** — এটি দেওয়ালে বসানো হয় যা কোন ল্যাম্প বা বাল্ব লাগানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। এর ভিতরে দুটি পিন থাকে, একটি ফেজ এবং একটি নিউট্রাল তারের সঙ্গে কানেক্ট করা থাকে।

চিত্র ৩.১৯

Chapter–4

৪.১ সিঙ্গেল ফেজ মোটরের ওয়াইন্ডিং ঃ—

একটি মোটরের দুটি ভাগ থাকে — একটি স্থায়ী এবং একটি ঘূর্ণায়মান। স্থায়ী অংশের মধ্যে অনেকগুলি স্লট থাকে যার মধ্যে ওয়ান্ডিং রাখা হয়। স্থায়ী অংশ বা স্টেটরের মধ্যে রাখা ওয়ান্ডিং-এ সাপ্লাই দিলে মেইন বা প্রধান ফিল্ড তৈরী হয়। এই মেইন ফিল্ডের মধ্যে ঘূর্ণায়মান অংশ বা রোটর রাখা হয়। রোটরের মধ্যে স্লটে এ্যালুমিনিয়াম বার রাখা হয় যা ওয়ান্ডিং-এর কাজ করে। একে স্কুইরেল কেজ রোটর বলা হয়। ফ্লেমিং-এর সূত্র অনুসারে রোটরকে স্টেটরের ফিল্ডের মধ্যে রেখে যদি তার মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা যায় তাহলে ঘূর্ণন বা টর্ক তৈরী হয়। সিঙ্গেল ফেজ এসি মোটরে ২৩০ ভোল্ট সাপ্লাই দেওয়া হয় এবং একটি নির্দিষ্ট দিকে টর্ক তৈরী হয়।

যেহেতু সিঙ্গেল ফেজ মোটরের কোন নিজস্বভাবে টর্ক তৈরী হয় না। এর স্টেটরে দুটি ওয়ান্ডিং থাকে — একটি মেইন ওয়ান্ডিং এবং একটি সহকারী ওয়ান্ডিং।

সিলিং ফ্যান একটি সিঙ্গেল ফেজ মোটর। এই মোটরে প্রধানত দুটো অংশ থাকে। একটা স্টেটর ও আরেকটা রোটর। মোটরের যে অংশটা স্থির থাকে তাকে স্টেটর বলে, যে অংশটা ঘোরে তাকে রোটর বলে। সিলিং ফ্যানের স্টেটরে থাকে একটা লোহার বৃত্তাকৃতি অংশ, যাকে কোর বলা হয়, আর কোরের মাঝখানে থাকে একটা দণ্ড বা স্যাফট যা কোরটিকে লম্বালম্বি ধরে রাখে। উচ্চ সিলিকন যুক্ত লোহার খুব পাতলা পাত দিয়ে কোর তৈরি হয়। কোরের বাইরের দিকের ধার বরাবর কতগুলো খাঁজ বা স্লট থাকে যার মধ্যে তামা কিংবা অ্যালুমিনিয়ামের তার দিয়ে কয়েল বসানো হয়। দুটো সারিতে দুটো কয়েলের সেট বা ওয়াইন্ডিং থাকে। স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং -এর রেজিস্ট্যান্স, রানিং ওয়াইন্ডিং -এর রেজিস্ট্যান্স থেকে বেশি হয় এবং রানিং ওয়াইন্ডিং -এর ইন্ডাকট্যান্স, স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এর ইন্ডাকট্যান্স থেকে বেশি।

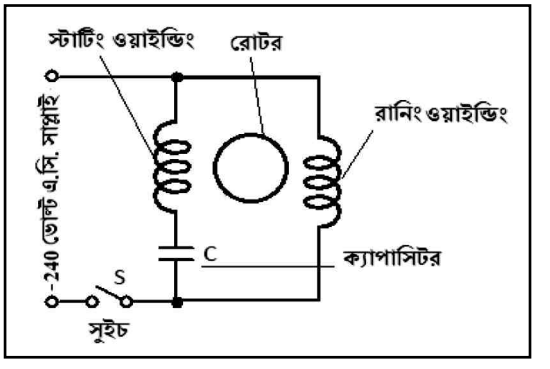
চিত্র ৪.১

চিত্র ৪.২

সিলিং ফ্যানের রোটর দেখতে রিং-এর মতো। এতে থাকে রোটর কোর, এন্ড রিং ও রোটর বার। উচ্চ সিলিকন যুক্ত লোহার পাতলা পাত দিয়ে রোটর কোর তৈরি হয়। কোরের ভেতরের দিকে স্লট থাকে। এই স্লটে তামা বা অ্যালুমিনিয়াম বার বসানো হয় এবং দুপাশে দুটো তামা বা অ্যালুমিনিয়ামের এন্ড রিং দিয়ে সব বারগুলো যোগ করা থাকে।

সিলিং ফ্যানের কানেকশন

সিলিং ফ্যানের স্টেটরে দুটো ওয়াইন্ডিং থাকে। স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং ও রানিং ওয়াইন্ডিং। স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং- এর সাথে একটা ক্যাপসিটর সিরিজে লাগানো হয়। তারপর রানিং ওয়ান্ডিংকে ওই সিরিজ সার্কিটের সাথে প্যারালাল ভাবে যোগ করা হয় এবং ওই যৌথ সার্কিটের দুপ্রান্তে সাপ্লাই ভোল্টেজ দেওয়া হয়। রোটরে কোনো ওয়াইন্ডিং থাকে না। পাশে কানেকশনের ছবি দেওয়া হোল। (চিত্র ৪.৩)



চিত্র ৪.৩ সিলিং ফ্যানের কানেকশন

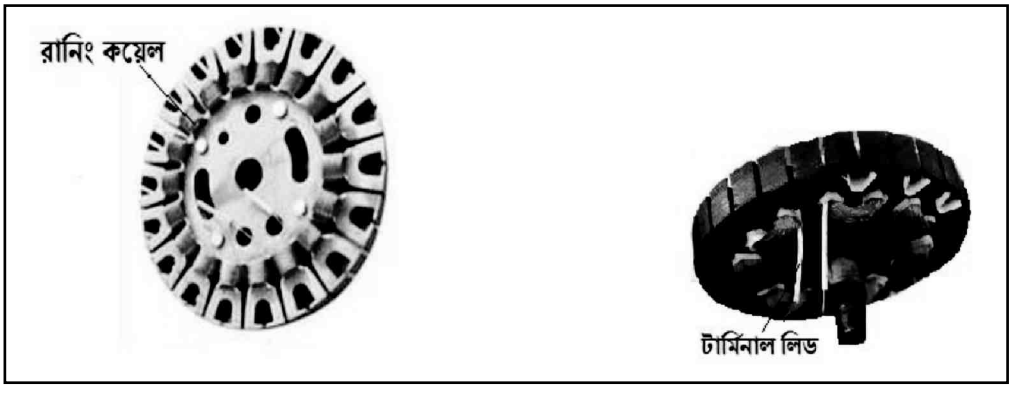
সিলিং ফ্যান মোটরের ওয়াইন্ডিং প দ্ধতি

ওয়াইন্ডিং শুরু করার আগে কয়েলগুলো তৈরি করে নিতে হবে (চিত্র-৪.৪ ক)। তারপর স্লটের মধ্যে ইন্সুলেটিং পেপার দিতে হবে (চিত্র-৪.৪ খ)। প্রথমে রানিং কয়েলের ওয়াইন্ডিং অর্থাৎ ভেতরের স্লটের ওয়ান্ডিং করে নিতে হবে। তারপর বাইরের স্লটে স্টার্টিং কয়েলের ওয়াইন্ডিং করতে হবে।

চিত্র ৪.৪ ক চিত্র ৪.৪ খ

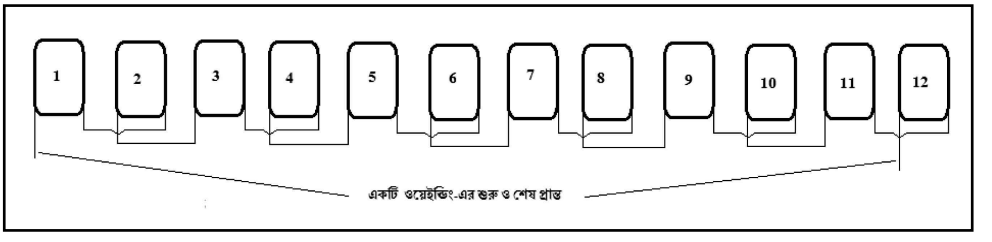
ভেতরের স্লটে একটা করে কয়েল বসাতে হবে। সব কয়েলগুলো বসানো হয়ে গেলে তাদের প্রান্তগুলো জুড়তে হবে (চিত্র ৪.৪ গ)। এই প্রান্তগুলো জোড়ার সময় প্রথম কয়েলের শেষ প্রান্ত দ্বিতীয় কয়েলের শেষ প্রান্তের সাথে, দ্বিতীয় কয়েলের প্রথম প্রান্ত তৃতীয় কয়েলের প্রথম প্রান্তের সাথে, তৃতীয় কয়েলের শেষ প্রান্ত চতুর্থ কয়েলের শেষ প্রান্তের সাথে এভাবে পরপর জুড়তে হবে

(চিত্র ৪.৪ঙ)। প্রথম কয়েলের একটা প্রান্ত ও শেষ কয়েলের একটা প্রান্ত বাইরে বেরিয়ে আসবে। যাকে টার্মিনাল লিড বলে (চিত্র ৪.৪ঘ)।



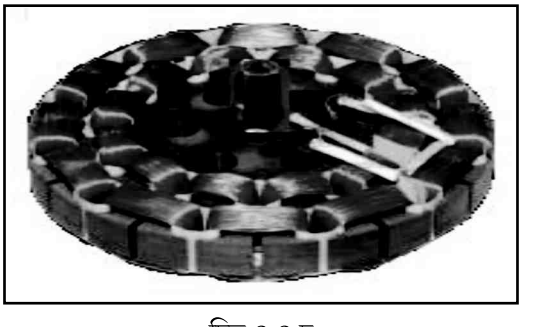
চিত্র ৪.৪ গ

চিত্র ৪.৪ ঘ



চিত্র ৪.৪ ঙ

রানিং ওয়াইন্ডিং শেষ হলে এবার স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং একই ভাবে করে যেতে হবে। এরপর কোরে বসানো কয়েলগুলোকে কটন টেপ বা কটন সুতো দিয়ে ভালো করে বেঁধে দিতে হবে। প্রত্যেকটা স্লটে কয়েলের ওপর একটা করে কাঠের বা ফাইবারের তৈরি পাতলা পাত বা চিপ ঢুকিয়ে কয়েলগুলোকে এমন ভাবে আটকে দিতে হবে যেন ফ্যান ঘোরার সময় কয়েলের তারগুলো আলগা হয়ে বেরিয়ে না আসে। স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং ও রানিং ওয়াইন্ডিং-এর চারটে টার্মিনাল লিড ইন্সুলেটিং টিউবের ভেতর দিয়ে বাইরে বের করে আনতে হবে (চিত্র ৪.৪ চ)। এবার পুরো রোটরটাকে ভার্নিসের মধ্যে কিছুক্ষণ ডুবিয়ে তুলে ফেলতে হবে। অতিরিক্ত ভার্নিস ঝরে গেলে তাকে গরম করে শুকনো করতে হবে।



চিত্র ৪.৪ চ

৪.২ **মোটরের গঠন পদ্ধতি ঃ—**

একটি মোটরের বিভিন্ন অংশ তৈরীর পর একে নির্দিষ্ট কয়েকটি ধাপে একটি পূর্ণ মোটরের গঠন দেওয়া হয়। এই ধাপগুলি নিম্নলিখিত উপায়ে করা হয়—

১) গঠনের পূর্বে সমস্ত অংশ ভাল করে পরিষ্কার করে নিতে হবে।

২) কোনো ভাঙ্গা অংশ থাকলে বাদ দিতে হবে এবং গঠনের উপযুক্ত অংশগুলিকে নিতে হবে।

৩) মোটরের লোড স্যাফ্টের দিকে এবং এর বিপরীত দিকে বিয়ারিং লাগাতে হবে। বিয়ারিং কভার স্ক্রু এবং ওয়াশার দিয়ে ভাল করে লাগাতে হবে।

৪) ক্যাপাসিটর দ্বারা চালিত সিঙ্গেল ফেজ মোটরে ক্যাপাসিটর লাগাতে হবে। এবং স্যাফ্টের বিপরীত দিকে সেন্ট্রিফিউগল সুইচ লাগাতে হবে যদি দরকার হয়।

৫) মোটরকে ঠাণ্ডা করার জন্য লোড স্যাফ্টের বিপরীত দিকে ফ্যান এবং কভার স্ক্রু দিয়ে লাগাতে হবে।

৬) কানেকশন্ চিত্র অনুযায়ী কানেকশন্ করতে হবে টার্মিনাল বক্সে। মোটরের ভিতরের স্ট্যাটারের তারের প্রান্তগুলি বাইরে এনে তাকে টার্মিনাল বক্সে লাগাতে হবে।

মোটর বসানোর পদ্ধতি ঃ—

একটি নতুন মোটর গঠন সম্পূর্ণ হলে এর পরবর্তী ধাপ হল কিভাবে মোটরটিকে বসাতে হবে এবং এর জন্য কি কি জিনিস এর জন্য দেখে নেওয়া দরকার। নিম্নলিখিত কিছু ধাপ অনুযায়ী মোটরটিকে বসাতে হবে।

১) মোটরের ইনসুলেশন রেজিস্টেন্স দেখতে হবে মেগওহম মিটারের সাহায্যে। যা ১ মেগাওহমের কম নয় কখনো।

২) মোটর বসানোর সময় নেমপ্লেটে মোটরের ভোল্টেজ, ফ্রিকোয়েন্সি এবং গতির মান দেখা প্রয়োজন।

৩) মোটর বসানোর জায়গা সমতল আছে কিনা তা স্পিরিট লেভেল দিয়ে দেখা প্রয়োজন।

৪) ঘূর্ণায়মান অংশগুলি যেমন স্যাফ্ট, কাপলিং, পুলি ইত্যাদির ভারসাম্য ঠিক আছে কিনা দেখা প্রয়োজন।

৫) স্যাফ্টে অযথা হাতুড়ি ব্যবহার করা উচিত নয়।

৬) পুলি এবং স্যাফ্টের নির্দিষ্ট এলাইনমেন্ট একই লাইনে থাকা প্রয়োজন।

৭) সমস্ত তারের কানেকশন ছবি দেখে টার্মিনাল বক্সে করতে হবে। কেবল সাইজ ঠিক বাছা প্রয়োজন।

৮) ওভারলোড রিলে, স্টার্টার এবং সিঙ্গেল ফেজ প্রিভেন্টার দিয়ে কানেকশন করতে হবে সাপ্লাই সিস্টেমের সাথে।

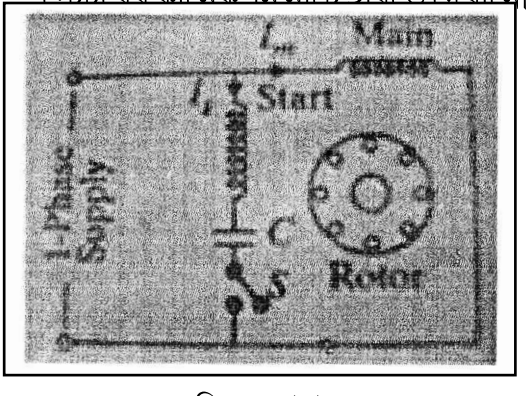
৯) কানেকশনের পর মোটর চালিয়ে দেখতে হবে যে মোটরের তাপমাত্রা ঠিক আছে কিনা এবং অন্যান্য সমস্ত জিনিস ঠিক আছে কিনা, নতুবা উপযুক্ত ব্যবস্থা নিতে হবে।

৪.৩ মোটরের বাহিরে কানেকশন

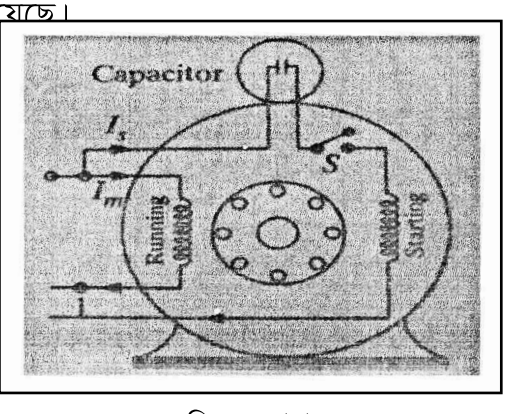
সিঙ্গেল ফেজ ইনডাকশন মোটরে সাপ্লাই দিলে শুরুতে কোনো টর্ক তৈরী হয় না। এই টর্ক তৈরীর জন্য স্টেটরে মূল ওয়াইন্ডিং-এর সাথে একটি অতিরিক্ত ওয়াইন্ডিং রাখা হয় স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং রূপে। স্টেটরের এই দুটি ওয়ান্ডিংকে সমান্তরাল কানেকশন্ দ্বারা ২৩০ ভোল্ট সাপ্লাইতে লাগানো হয়। শুরুতে বেশী টর্ক তৈরীর জন্য একটি ক্যাপাসিটার স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এ সিরিজে লাগানো হয়। এটি একটি ইলেকট্রোলাইটিক টাইপ ক্যাপাসিটার এবং মূলত দুটি ওয়াইন্ডিং-এর বিদ্যুৎ প্রবাহকে ৯০° ডিগ্রিতে ভাগ করে এবং এর ফলস্বরূপ শুরুতে মোটরের টর্ক বৃদ্ধি পায়।

মোটরের রোটার যেহেতু স্কুইরেল কেজ টাইপ, রোটরের কোনরকম কানেকশনের প্রয়োজন হয় না।

স্টেটরের কানেকশন নীচে ছবিতে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৪.৫ (ক)



চিত্র ৪.৫ (খ)

মোটরের ইনসুলেশন —

বহিরাগত জলবায়ু, তাপ এবং বিভিন্ন ক্ষতিকারক পদার্থ হইতে মোটরের ওয়াইন্ডিং এবং মোটরকে রক্ষা করার জন্য বিভিন্ন ইনসুলেশন দেওয়া হয়। মোটরের ওয়াইন্ডিং নিজেদের মধ্যে এবং মোটরের ফ্রেমের সাথে ইনসুলেটেড থাকে। পেপার, ওয়েল পেপার, এ্যাম্পিয়ার টেপ ইত্যাদি ইনসুলেশনরূপে ব্যবহার করা হয়। এই ইনসুলেশন-এর মান মোটরের ক্ষমতার উপর নির্ভরশীল। মোটরের ক্ষমতা বৃদ্ধি পেলে ইনসুলেশনের — এর মানও উন্নত হওয়া প্রয়োজন।

মোটর ওয়াইন্ডিং তৈরীর পর উহাকে ভার্নিশ করা হয় এবং একটি গরম ওভেনে রাখা হয় যাতে ওয়াইন্ডিং যথাযথভাবে ইনসুলেটেড হয়। এরপর ওয়াইন্ডিং-এর ইনসুলেশন পরীক্ষা করা হয় মেগ ওহম মিটারের সাহায্যে — একটি ওয়াইন্ডিং এর সাথে আর একটি ওয়াইন্ডিং-এর এবং ওয়াইন্ডিং-এর সাথে মোটরের ফ্রেমের ইনসুলেশন পরীক্ষা করা হয়। ইনসুলেশন মানের একটি ছক নীচে দেওয়া হল যা থেকে ইনসুলেশন লেভেল সম্বন্ধে ধারণা হতে পারে।

ছক-৪.১

ইনসুলেশন রেসিন্টেসের মান	ইনসুলেশন লেভেল
২ মেগা ওহম বা তার কম	খুব ভাল নয়
১০-৫০ মেগা ওহম	ভাল
৫০—১০০ মেগাওহম	খুব ভাল

৪.৪ মোটর টেস্ট করার পদ্ধতি —

মোটর তৈরীর পর মোটরটিকে বসানোর পূর্বে কয়েকটি প্রয়োজনীয় পরীক্ষা করা দরকার। এইগুলি হল—

১) সাধারণ ইনসপেকশন।

২) আর্থ কনটিন্যুইটি এবং রোধ পরীক্ষা।

৩) পাওয়ার সাপ্লাই টেস্ট।

৪) মোটর ওয়াইন্ডিং-এর রোধ পরীক্ষা।

৫) ইনসুলেশনের রোধ পরীক্ষা।

৬) রানিং বা চালিত অবস্থায় এ্যাম্পিয়ার টেস্ট।

৭) স্পীড টেস্ট।

১) **সাধারণ ইনসপেকশন** — মোটরের বাহিরের গায়ে কোন আঘাত চিহ্ন আছে কিনা, স্যাফ্ট হাত দিয়ে সহজে ঘোরানো যাচ্ছে কিনা, মোটরের নেমপ্লেট-এ লেখা মানগুলি ঠিক আছে কিনা দেখা প্রয়োজন।

২) **আর্থ কনটিন্যুইটি এবং রোধ পরীক্ষা** — মোটরের ফ্রেমের সঙ্গে আর্থের রোধ ০.৫ ওহমের কম হওয়া প্রয়োজন। না হলে ফ্রেম আর্থিং সঠিক করা দরকার। এই রোধ মাল্টিমিটারের সাহায্যে পরীক্ষা করতে হবে।

৩) **পাওয়ার সাপ্লাই টেস্ট** — মোটরের ইনপুট পাওয়ার সাপ্লাই ২৩০ ভোল্ট আছে কিনা মাল্টিমিটারের সাহায্যে মাপতে হবে।

৪) **মোটর ওয়াইন্ডিং টেস্ট** — মোটরের স্টার্টিং এবং রানিং ওয়াইন্ডিং-এর রোধ পরীক্ষা করা উচিত। দুটি ওয়াইন্ডিং-কে সিরিজে যোগ করলে উহাদের মধ্যবর্তী পয়েন্টকে (C) দ্বারা এবং স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এর প্রান্ত (S) এবং রানিং ওয়াইন্ডিং-এর প্রান্তকে (R) দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। S এবং C এর মধ্যে রোধ R এবং C-এর রোধের বেশী হওয়া উচিত। মাল্টিমিটারের সাহায্যে রোধ পরীক্ষা করতে হবে।

৫) **ইনসুলেশনের রোধ পরীক্ষা** — মোটরের ওয়াইন্ডিং-এর ইনসুলেশন খারাপ হলে বা কমে গেলে মোটরের ক্ষতি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। তাই ইনসুলেশন রেজিটেন্স টেস্টার বা মেগার নামক একটি যন্ত্রের সাহায্যে ওয়াইন্ডিং-এর সাথে আর্থের রোধ মাপা প্রয়োজন।

স্টাটিং এবং রার্নিং ওয়ান্ডিং-এর সাথে আর্থের এবং মোটর ফ্রেমের রোধ ১ মেগওহমের বেশী পাওয়া উচিত। না হলে উপযুক্ত ব্যবস্থা নিতে হবে।

৬) **রানিং এ্যাম্পিয়ার টেস্ট** — মোটরে সম্পূর্ণ লোড দিয়ে সাপ্লাই দেওয়ার পর ওয়াইন্ডিং-এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ মাপা প্রয়োজন টং টেস্টার বা ক্ল্যাম্প মিটারের সাহায্যে। এই মান মোটরের নেমপ্লেটে লেখা মানের তুলনায় যেন বেশী না হয়। তাহলে উপযুক্ত ব্যবস্থা নিতে হবে।

৭) **স্পীড টেস্ট —** মোটরের স্যাফ্টকে কোনরকম লোড না দিয়ে বা সম্পূর্ণ মুক্ত অবস্থায় চালিয়ে স্পীড মাপা প্রয়োজন টেকো মিটারের সাহায্যে। এর মান নেমপ্লেটে লেখা মানের সাথে সমান হওয়া উচিত।

মোটরের দোষ বার করা ও তার নিরাময় করার পদ্ধতি —

একটি মোটর যখন বসানো হয় বা যখন চালিত অবস্থা থাকে তখন বিভিন্ন কারণ বশতঃ মোটরটি যেকোন সময় নাও চলতে পারে কয়েকটি নির্দিষ্ট কারণের জন্য। এই কারণগুলি খুঁজে বার করা এবং সারানোর পদ্ধতিগুলি জানা উচিত।

১) **মোটর বসানোর পরই চালু না হওয়া —**

ক) মোটরের ওয়্যারিং দেখতে হবে সঠিক আছে কিনা।

খ) পাওয়ার সাপ্লাই, ওভারলোড রিলে, ফিউজ ইত্যাদি পরীক্ষা করতে হবে।

গ) মোটরের স্যাফ্ট মুক্ত ভাবে ঘুরছে কিনা দেখতে হবে।

২) **মোটরটি চালু অবস্থায় হঠাৎ বন্ধ হয়ে গেছে—**

ক) মোটরের ওভারলোড বা সার্কিট ব্রেকার ট্রিপ করেছে কিনা দেখতে হবে। ফিউজ দেখতে হবে ঠিক আছে কিনা।

খ) বার বার ওভার লোড ট্রিপ করলে মোটরের আর্থিং চেক করতে হবে। মোটরের ইনসুলেশন পরীক্ষা করতে হবে।

গ) সিঙ্গেল ফেজ মোটর হলে ক্যাপাসিটার সঠিক আছে কিনা দেখতে হবে। খারাপ হলে ক্যাপাসিটার বদলে দিতে হবে।

৩) **মোটর চালু অবস্থায় আস্তে আস্তে থেমে যাচ্ছে —**

ক) সাপ্লাই ভোল্টেজ ৯০ শতাংশ আছে কিনা দেখতে হবে।

খ) মোটরের লোড ক্ষমতার তুলনায় বেশী কিনা মাপতে হবে।

৪) **মোটর স্পীড নিতে খুব বেশী সময় নিচ্ছে—**

ক) সাপ্লাই ভোল্টেজ সঠিক কিনা দেখতে হবে।

খ) সিঙ্গেল ফেজ মোটরে ক্যাপাসিটার ঠিক আছে কিনা দেখতে হবে। দরকার হলে ক্যাপাসিটার বলে দিতে হবে।

গ) মোটরের বিয়ারিং ফ্রি আছে কিনা স্যাফ্ট হাতে ঘুরিয়ে দেখতে হবে।

৫) **মোটর উল্টো দিকে ঘুরছে—**

ক) মোটরের কানেকশন পরীক্ষা করতে হবে। সঠিক কানেকশন করতে হবে।

৬) **মোটরের ওভারলোড রিলে বার বার ট্রিপ করছে—**

ক) মোটরের লোড ক্ষমতার তুলনায় বেশী হতে পারে। চালু অবস্থায় মোটরের তড়িৎ প্রবাহ মাপতে হবে।

খ) পারিপার্শ্বিক তাপমাত্রা খুব বেশী হতে পারে। যা মোটরকে গরম হতে সাহায্য করছে।

গ) মোটরের ভেন্টিলেশন বা ফ্যান ঠিক কাজ করছে কিনা দেখতে হবে। ফ্যান কভার খুলে মাঝে মাঝে পরিষ্কার করা দরকার।

৭) **মোটর চলার সময় কাঁপছে—**

ক) মোটরের ফাউন্ডেশানের বোল্ট পরীক্ষা করতে হবে। দরকার হলে ভাল করে লাগাতে হবে।

খ) মোটরের স্যাফ্ট এলাইন্মেন্ট যথাযথ কিনা দেখতে হবে।

গ) মোটরের বিয়ারিং ফ্রি আছে কিনা দেখতে হবে।

৮) **মোটরের বিয়ারিং বার বার খারাপ হচ্ছে—**

ক) মোটরের লোড সঠিক কিনা বা খুব বেশী কিনা তা দেখতে হবে। প্রয়োজনে লোড কমাতে হবে।

খ) মোটরের স্যাফ্টের এলাইন্মেন্ট ঠিক আছে কিনা দেখতে হবে।

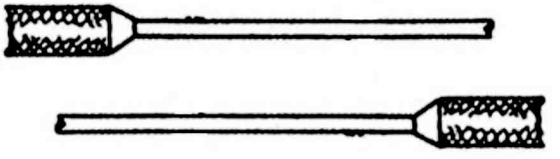
গ) বিয়ারিং-এ ইনসুলেটিং তেল বা গ্রীজ দিতে হবে।

ব্যবহারিক পাঠক্রম

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.১

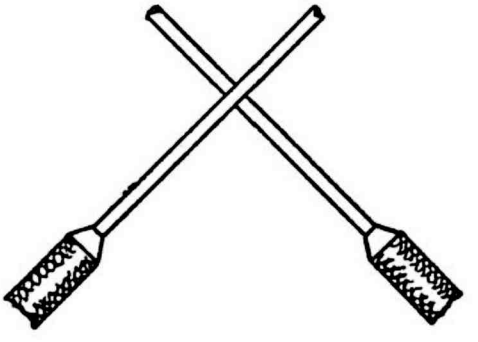
সিঙ্গেল স্ট্র্যান্ড বা একগাছা তারের স্ট্রেট টুইস্ট জয়েন্ট -

১) প্রথমে ৬ ইঞ্চি লম্বা দুটি সিঙ্গেল স্ট্র্যান্ড তারের টুকরো নিতে হবে। দুটি তারের এক প্রান্ত থেকে ৩ ইঞ্চি পরিমাণ ইনসুলেশন কেটে নিতে হবে। (চিত্র - ক)



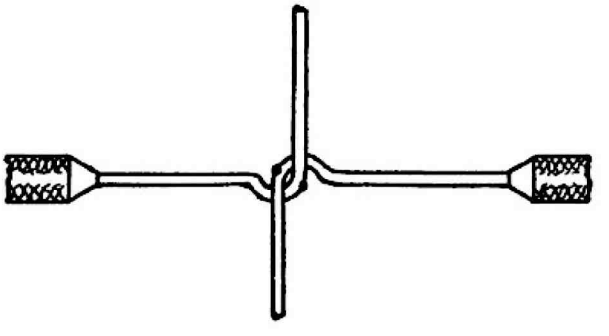
ক

২) তারপর তারদুটিকে চিত্র - খ এর মতো আড়াআড়ি ভাবে রাখতে হবে।



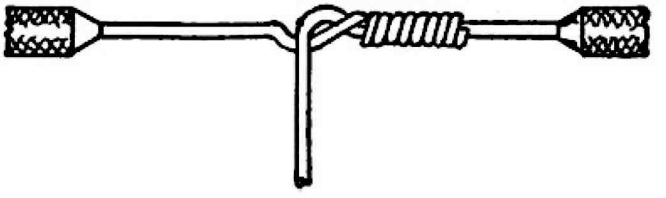
খ

৩) এবার চিত্র - গ এর মতো তার দুটির মাথার দিকটা বাঁকাতে হবে।



গ

৪) তারপর চিত্র - ঘ এর মতো ওপরে ওঠা তারের মাথাটি ডানদিকের সোজা তারটির উপর ভালো করে জড়িয়ে দিতে হবে এবং প্লায়ারের সাহায্যে আরো দৃঢ়ভাবে সেঁটে দিতে হবে।



ঘ

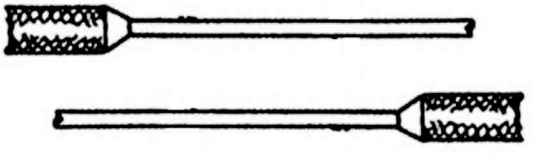
৫) এবার নীচের বাঁকানো তারের মাথাটি বাঁদিকের সোজা তারটির উপর ভালো করে জড়িয়ে দিতে হবে এবং প্লায়ারের সাহায্যে আরো দৃঢ়ভাবে সেঁটে দিতে হবে। (চিত্র - ঙ)

ঙ

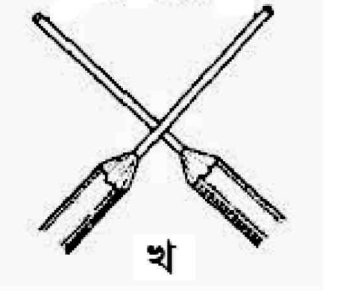
এভাবে একটি সিঙ্গেল স্ট্র্যান্ড তারের স্ট্রেট টুইস্ট জয়েন্ট তৈরি করতে হবে।

সিঙ্গেল স্ট্র্যান্ড বা একগাছা তারের র‍্যাট-টেল জয়েন্ট -

১) প্রথমে ৬ ইঞ্চি লম্বা দুটি সিঙ্গেল স্ট্র্যান্ড তারের টুকরো নিতে হবে। দুটি তারের এক প্রান্ত থেকে ২ ইঞ্চি পরিমান ইনসুলেশন কেটে নিতে হবে। (চিত্র - ক)



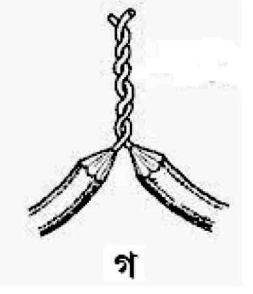
ক



খ

২) তারপর তার দুটিকে চিত্র - খ এর মতো আড়াআড়ি ভাবে রাখতে হবে।

৩) এবার চিত্র - গ এর মতো তার দুটির মাথার দিকটা প্যাঁচ দিতে হবে এবং প্লায়ারের সাহায্যে



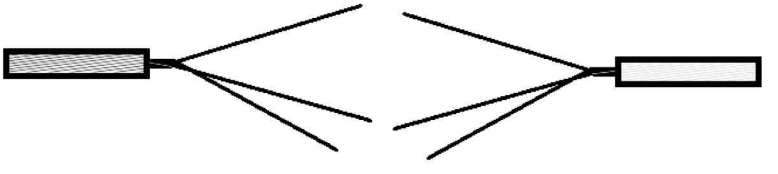
গ

আরো দৃঢ়ভাবে সেঁটে দিতে হবে।

এভাবে একটি সিঙ্গেল স্ট্র্যান্ড তারের র‍্যাট-টেল জয়েন্ট তৈরি করতে হবে।

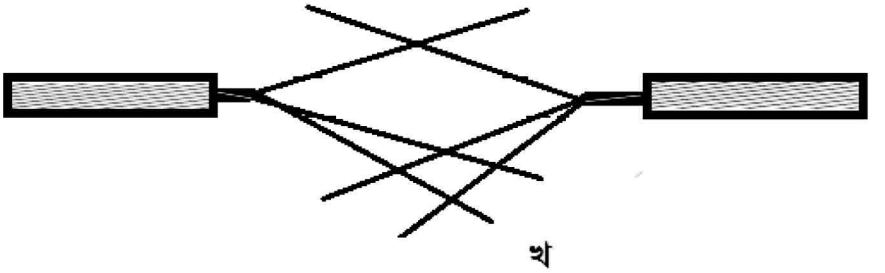
মাল্টি স্ট্র্যান্ড বা বহুগাছা তারের ম্যারেড জয়েন্ট -

১) প্রথমে ৬ ইঞ্চি লম্বা দুটি থ্রি-স্ট্র্যান্ডতারের টুকরো নিতে হবে। দুটি তারের এক প্রান্ত থেকে ৩ ইঞ্চি পরিমান ইনসুলেশন কেটে নিতে হবে। (চিত্র - ক)



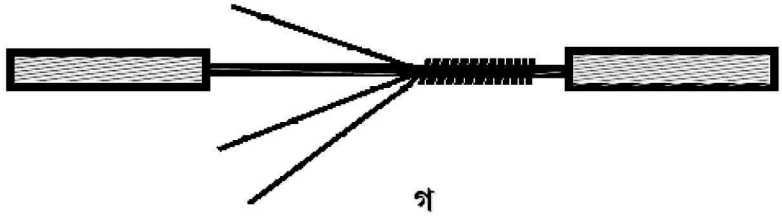
ক

২) এবার খ - চিত্রের মতো প্রথম টুকরো তারের পরিবাহীগুলির মাঝখান দিয়ে দ্বিতীয় টুকরো তারের পরিবাহীগুলি প্রবেশ করাতে হবে।



খ

৩) এবার গ - চিত্রের মতো প্রথম টুকরো তারের পরিবাহীগুলি দ্বিতীয় টুকরো তারের পরিবাহীর সোজা অংশে জড়িয়ে দিতে হবে।



গ

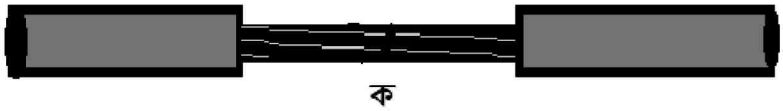
৪) তারপর ঘ - চিত্রের মতো দ্বিতীয় টুকরো তারের পরিবাহীগুলি প্রথম টুকরো তারের পরিবাহীর সোজা অংশে জড়িয়ে দিতে হবে।

ঘ

এভাবে একটি মাল্টি স্ট্র্যান্ড তারের ম্যারেড জয়েন্ট তৈরি করতে হবে।

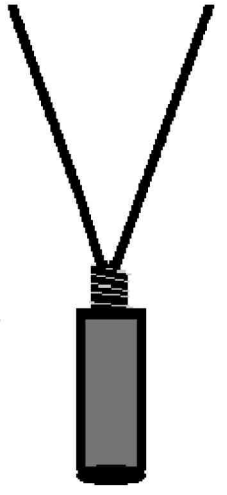
মাল্টি স্ট্র্যান্ড বা বহুগাছা তারের টি-জয়েন্ট -

১) প্রথমে ৬ ইঞ্চি লম্বা দুটি থ্রি-স্ট্র্যান্ড তারের টুকরো নিতে হবে। একটি তারের মাঝখান থেকে ৩ ইঞ্চি পরিমান ইনসুলেশন কেটে নিতে হবে। (চিত্র - ক)



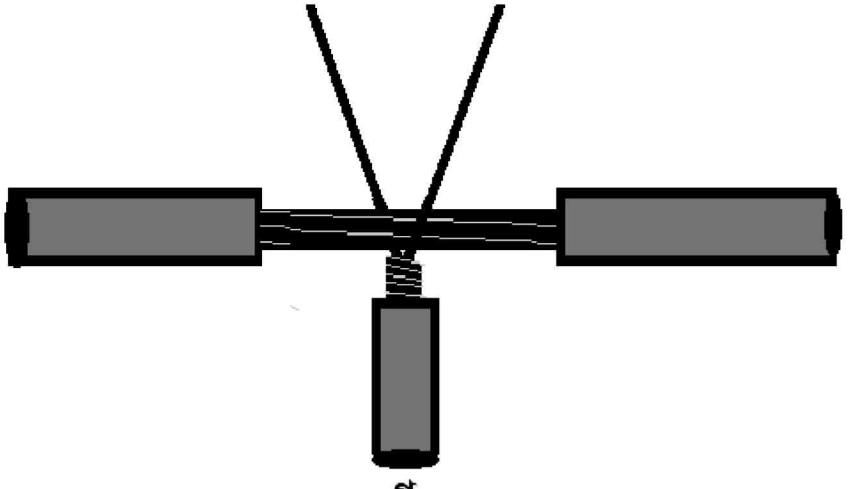
ক

দ্বিতীয় তারের এক প্রান্ত থেকে ৩ ইঞ্চি পরিমাণ ইনসুলেশন কেটে নিয়ে, একটি স্ট্র্যান্ড গোড়ার দিকে ভালো করে জড়িয়ে দিতে হবে ও বাকি দুটো স্ট্র্যান্ডকে Y-এর আকার রাখতে হবে। (চিত্র - খ)



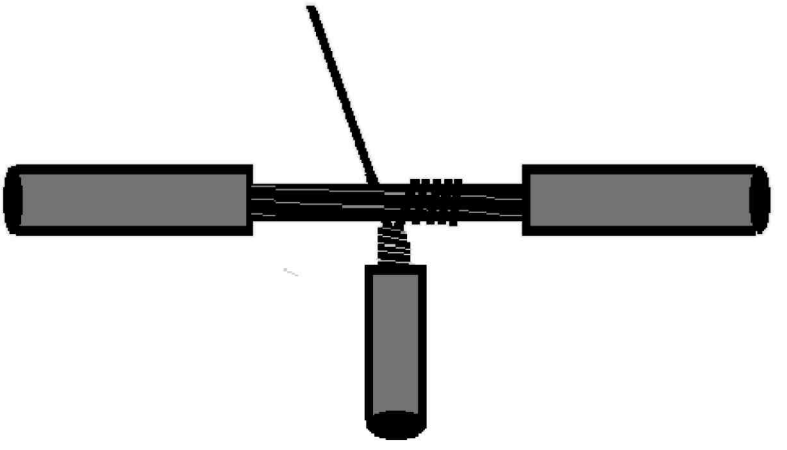
খ

২) এবার গ - চিত্রের মতো প্রথম টুকরো তারের পরিবাহীগুলির দুদিক দিয়ে দ্বিতীয় টুকরো তারের Y আকৃতি পরিবাহীগুলি প্রবেশ করাতে হবে।



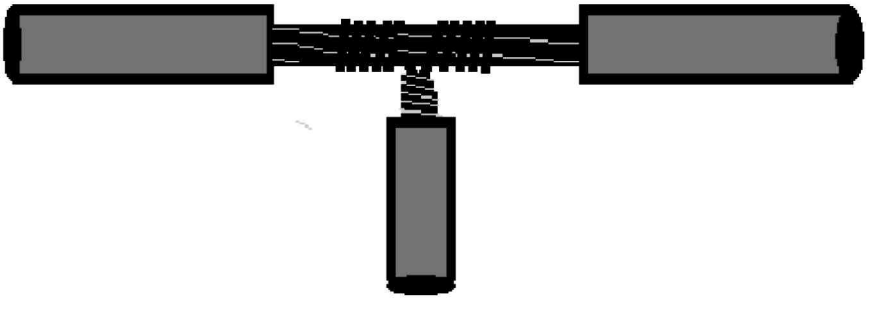
গ

৩) এবার ঘ - চিত্রের মতো Y এর একটি বাহু প্রথম পরিবাহীর সোজা অংশে জড়িয়ে দিতে হবে।



ঘ

৪) তারপর ঙ-চিত্রের মতো Y -এর অন্য বাহুটি প্রথম পরিবাহীর সোজা অংশের আরেকদিকে জড়িয়ে দিতে হবে।



ঙ

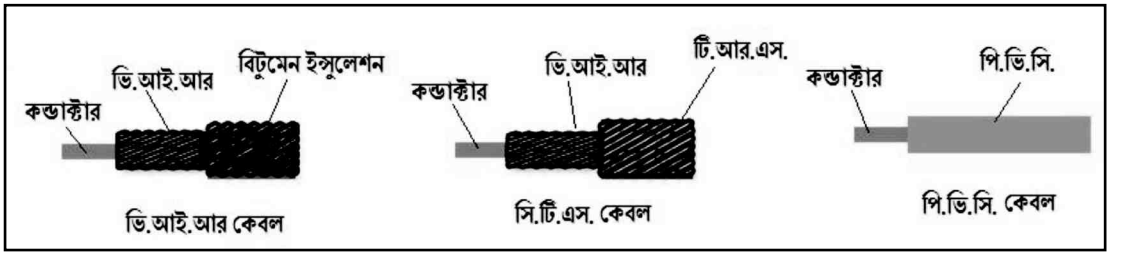
এভাবে একটি মাল্টি স্ট্র্যান্ড তারের টি-জয়েন্ট তৈরি করতে হবে।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.২

উদ্দেশ্য - ওয়্যার, কেবল সনাক্তকরণ ও সেগুলির স্পেসিফিকেশন জানা।

তড়িৎ পরিবহনের জন্য যে মাধ্যম লাগে, তাকে 'পরিবাহী' বা কন্ডাক্টর বলে। কপার (তামা) ও অ্যালুমিনিয়াম তড়িতের সুপরিবাহী। এই পরিবাহীর ওপর একটা কুপরিবাহী (ইনসুলেটর, যা তড়িৎ পরিবহনে বাধা দেয়)-র আবরণ থাকে। এই ইনসুলেটেড কন্ডাকটরকে কেবল্ বলে। আর, আবরণহীন কন্ডাক্টর ওয়্যার বলে।

ইনসুলেশনের নাম অনুযায়ী কয়েকধরনের কেবল হয়। যেমন - VIR কেবল্, CTS কেবল্, PVC কেবল্, MS কেবল্, FRLS কেবল্ ও ওয়েদার প্রুফ কেবল্।



VIR- ভলকানাইজেড ইন্ডিয়ান রবার। এই কেবলে টিনের আস্তরণযুক্ত তামা বা অ্যালুমিনিয়াম তারের ওপর ভিআইআর ইনসুলেশন থাকে। তারপর বিটুমেন (পিচ) মিশ্রিত কাপড়ের ফিতে জড়ানো থাকে।

CTS- ক্যাব টায়ার সিদড্। এই কেবলকে টাফ রবার সিদড্ কেবল বা TRS কেবল বলা হয়। এই কেবলে প্রথমে কন্ডাকটরের ওপরে ভিআইআর ইনসুলেশন দেওয়া থাকে। তার ওপরে কেবলকে সংরক্ষিত রাখার জন্য একটি টাফ রবারের আবরণ থাকে। এই কেবল জল নিরোধক, সুতরাং এটি স্যাঁতস্যাঁতে জায়গায় বেশি ব্যবহৃত হয়।

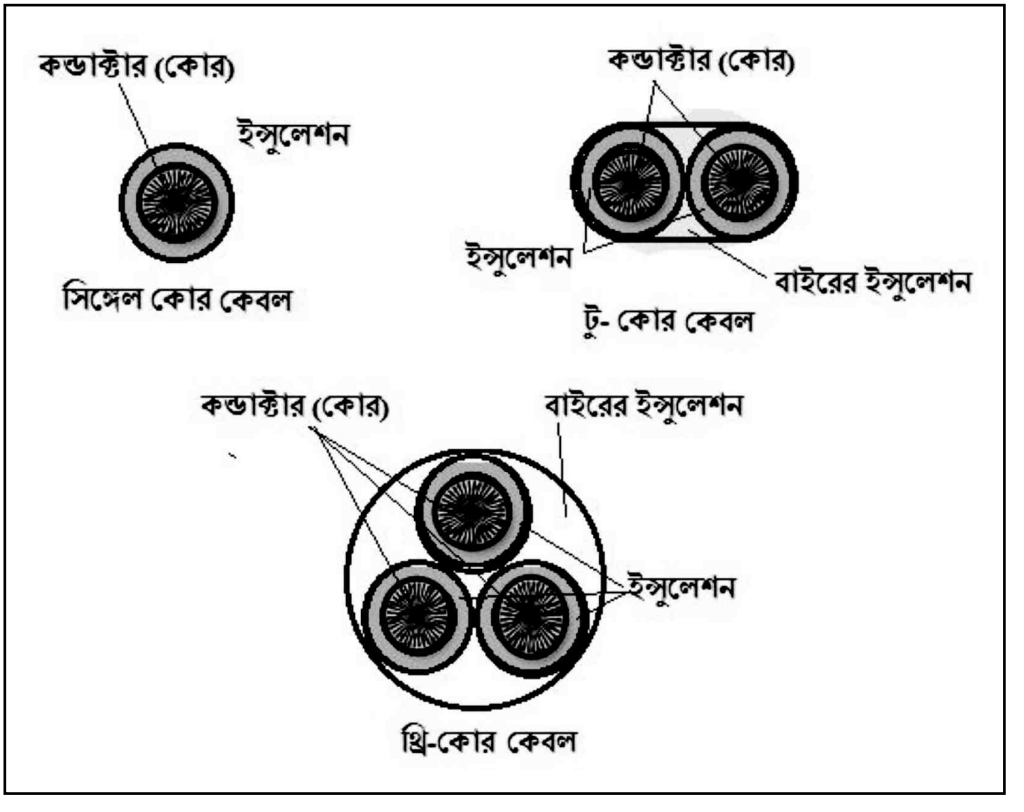
PVC- পলিভিনাইল ক্লোরাইড। এই কেবলে পরিবাহীর ওপর পিভিসি ইনসুলেশন দেওয়া থাকে। এই একটি আস্তরণই ইনসুলেশন ও সংরক্ষণের কাজ করে। এটি খুব শক্ত ও অ্যাসিড-ক্ষার প্রতিরোধ করার ক্ষমতা রাখে। কিন্তু খুব ঠাণ্ডা বা খুব গরমের জায়গায় এর ব্যবহার সীমিত।

MS- মেটাল সিদড্। এই কেবলের কন্ডাকটরের ওপর ভিআইআর ইনসুলেশন থাকে। তারপর সুরক্ষার জন্য লেড (সীসা) ধাতুর একটা চাদরের আবরণ থাকে। এটি খুব দামি, সুতরাং বাড়ির ওয়্যারিং-এ এর ব্যবহার হয় না। কিছু কিছু বিশেষ জায়গায় এর প্রচলন আছে।

FRLS- ফায়ার রিটার্ডেন্ট লো স্মোক। এটি একধরণের পিভিসি কেবল্। পিভিসি যৌগের সঙ্গে আরো কিছু রাসায়নিক পদার্থ মেশানো থাকে। ফলে এটি উচ্চ তাপমাত্রা সহ্য করতে পারে এবং আগুন লাগলেও এতে খুব কম ধোঁয়া হয়।

PVC flexible- এটি এক ধরনের পিভিসি কেবল্। এই কেবল্ কন্ডাকটরটি অনেকগুলো খুব সরু-সরু তারে বিভক্ত থাকে। ফলে কেবল্টি খুব নমনীয় বা ফ্লেক্সিবল হয়। এই কেবল্ যে-কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম যেমন - টেবিল ফ্যান, ফ্রিজ, মিক্সচার, গ্রাইন্ডার, মাইক্রোওভেন, গিজার, পোর্টেবল ড্রিল মেশিন ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়।

কোর হিসেবে কেবলের শ্রেণীবিভাগ —



যখন একটা কন্ডাকটরের ওপর ইনসুলেশনের আবরণ থাকে তখন তাকে সিঙ্গেল কোর কেবল বলে। কন্ডাকটরটি একগাছা বা সিঙ্গেল স্ট্র্যান্ড হতে পারে আবার বহুগাছা বা মাল্টি স্ট্র্যান্ড হতে পারে। যখন দুটি সিঙ্গেল কোর কেবল পাশাপাশি রেখে আরেকটি ইনসুলেশন আবরণ দেওয়া থাকে, তখন তাকে টু-কোর কেবল বলে। যখন তিনটি সিঙ্গেল কোর কেবলের ওপর আরেকটি ইনসুলেশন আবরণ থাকে, তখন তাকে থ্রি-কোর কেবল বলে। এভাবে মাল্টি কোর কেবলও হয়।

কেবলের স্পেসিফিকেশন -

কেবলের স্পেসিফিকেশনে, ১) কী ধরণের ইনসুলেশন থাকে, তা বলতে হবে: ; ২) কেবলটি কত কোরের, তা বলতে হবে; ৩) কন্ডাকটরের সাইজ বলতে হবে; ৪) কন্ডাক্টরটি কী ধাতুর, তা বলতে হবে।

উদাহরণস্বরূপ, একটি কেবলে্র স্পেসিফিকেশন বোঝাতে গেলে, বলতে হবে -PVC ইনসুলেটেড, সিঙ্গেল কোর, ১/১৮ কপার কেবল্ বা VIR ইনসুলেটেড, 2 (দুই) কোর, ৩/২২ অ্যালুমিনিয়াম কেবল্ ইত্যাদি।

কেবলের সাইজে ১/১৮, ৩/২০ বা ৭/২২ বলতে কী বোঝায়?

১/১৮ অর্থ - ১৮ গেজের একগাছা তার আছে।

৩/২০ অর্থ - ২০ গেজের তিনগাছা তার আছে।

৭/২২ অর্থ - ২২ গেজের তার সাতগাছা আছে।

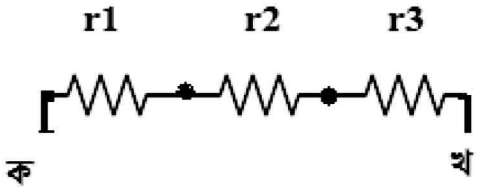
স্ট্যান্ডারড ওয়ার গেজ্

তারের গেজ মাপার জন্য একটি যন্ত্র পাওয়া যায়, যাকে SWG বা স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যার গেজ বলে। এই ওয়্যার গেজের একেকটা ছিদ্রে তার প্রবেশ করিয়ে দেখতে হয়, কোন ছিদ্রে তারটি সঠিকভাবে বসেছে। এই ছিদ্রের পাশে যে সংখ্যাটি লেখা থাকে, সেটাই ওই তারের গেজ সংখ্যা।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.৩

উদ্দেশ্য - সিরিজ, প্যারালাল ও যৌথ সার্কিটের চরিত্র নিরূপণ।

১) যদি কোনো বর্তনীতে বা সার্কিটে একাধিক রোধ বা রেজিস্টেন্সকে সরলরেখায় যোগ করা হয়, তখন ওই বর্তনীকে সিরিজ সার্কিট বলা হয়।



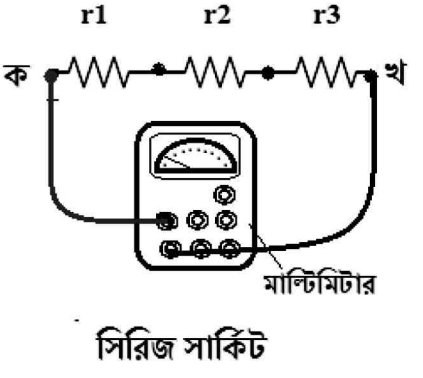
সিরিজ সার্কিট

এখানে r_1, r_2 ও r_3 তিনটি রোধকে সিরিজে যোগ করা হয়েছে। এই সার্কিটে ক ও খ দুই প্রান্তের মোট রোধ $Rs. = (r_1 + r_2 + r_3)\,\Omega$ (ওহম)

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম -

ক্রমিক সংখ্যা	যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম		পরিমাণ
১	প্লায়ার	৬ ইঞ্চি	১ টি
২	ওয়্যার স্ট্রিপার অথবা ছুরি	৬ ইঞ্চি	১ টি
৩	মাল্টিমিটার		১ টি
৪	ওয়্যার (তার)		যেমন দরকার

চিত্র – ক



সিরিজ সার্কিট

চিত্র - খ

কার্যপদ্ধতি -

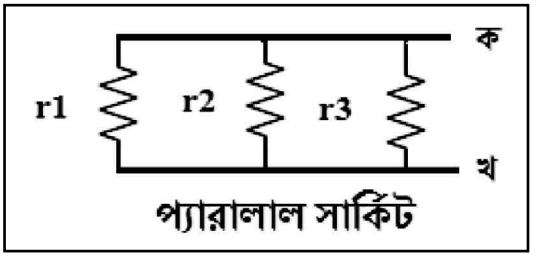
প্রথমে একটি মাল্টিমিটার নিয়ে মিটারটিকে ওহম স্কেলে সেট করতে হবে। তারপর ওপরের 'ক' ছবির মতো মাল্টিমিটার দিয়ে r_1, r_2 ও r_3-র মান বের করতে হবে। তারপর উপরের 'খ' ছবির মতো ছোট ছোট তার দিয়ে r_1, r_2 ও r_3-কে যোগ করতে হবে। এবার মাল্টিমিটারের তারদুটো 'ক' ও 'খ' প্রান্তে ধরলে, বর্তনীর মোট রোধ পাওয়া যাবে।

পর্যবেক্ষণ -

r_1 ওহম	r_2 ওহম	r_3 ওহম	$r_1 + r_2 + r_3$ ওহম	Rs ওহম

সিদ্ধান্ত - সিরিজ সার্কিটের মোট রেজিস্টেন্স, সব রেজিস্টেন্সের যোগফলের সমান।

২) যদি কোনো বর্তনীতে বা সার্কিটে একাধিক রোধ বা রেজিস্টেন্সকে সমান্তরাল ভাবে যোগ করা হয়, তখন ওই বর্তনীকে প্যারালাল সার্কিট বলা হয়।



প্যারালাল সার্কিট

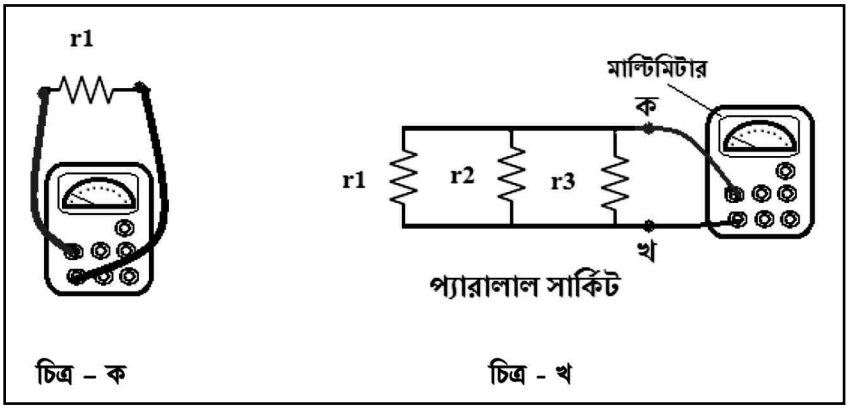
এখানে r_1, r_2 ও r_3 তিনটি রোধকে প্যারালালি যোগ করা হয়েছে। এই সার্কিটে ক ও খ দুই প্রান্তের মোট রোধ এইভাবে গণনা করা হয়।

$1/Rp = 1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3$

বা $Rp = (r_1 \times r_2 \times r_3)/(r_1r_2 + r_2r_3 + r_3r_1)$ ওহম

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম —

ক্রমিক সংখ্যা	যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম		পরিমান
১	প্লায়ার	৬ ইঞ্চি	১ টি
২	ওয়্যার স্ট্রিপার অথবা ছুরি	৬ ইঞ্চি	১ টি
৩	মাল্টিমিটার		১ টি
৪	ওয়্যার (তার)		যেমন দরকার



কার্যপদ্ধতি -

প্রথমে একটি মাল্টিমিটার নিয়ে মিটারটিকে ওহম স্কেলে সেট করতে হবে।

তারপর ওপরের 'ক' ছবির মতো মাল্টিমিটার দিয়ে r_1, r_2 ও r_3-র মান বের করতে হবে।

তারপর ওপরের 'খ' ছবির মতো ছোট ছোট তার দিয়ে r_1, r_2 ও r_3-কে যোগ করতে হবে।

এবার মাল্টিমিটারের তারদুটো 'ক' ও 'খ' প্রান্তে ধরলে, বর্তনীর মোট রোধ Rp পাওয়া যাবে।

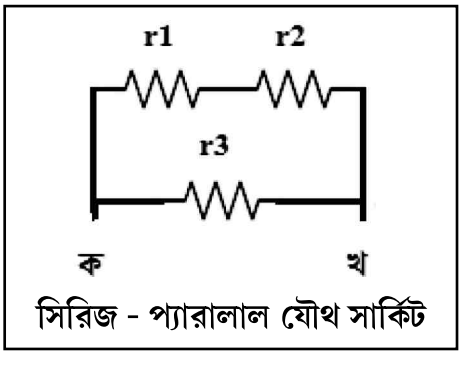
পর্যবেক্ষণ -

r_1 ওহম	r_2 ওহম	r_3 ওহম	$1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3$ ওহম	Rp ওহম

গণনা — $1/Rp = 1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3$

বা $Rp = (r_1 \times r_2 \times r_3) / (r_1r_2 + r_2r_3 + r_3r_1)$ ওহম

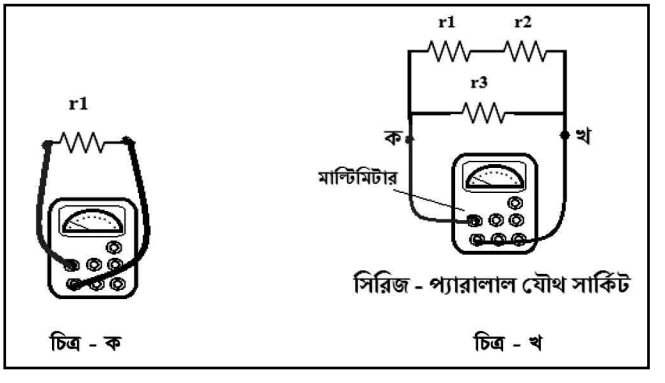
৩) যদি কোনো সার্কিটে একাধিক রোধ বা রেজিস্টেন্স সিরিজ ও প্যারালাল দুই পদ্ধতিতেই যুক্ত থাকে তবে সেই সার্কিটকে যৌথ সার্কিট বলা হয়।



এখানে r_1, r_2 সিরিজে যোগ করা হয়েছে ও r_3-কে প্যারালালে যোগ করা হয়েছে। এই সার্কিটে ক ও খ দুই প্রান্তের মোট রোধ এইভাবে গণনা করা হয় $1/Rc = 1/(r_1 + r_2) + 1/r_3\ \Omega$ (ওহম),
বা $Rc = r_3(r_1 + r_2)/(r_1 + r_2 + r_3)\ \Omega$ (ওহম)

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম -

ক্রমিক সংখ্যা	যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম		পরিমাণ
১	প্লায়ার	৬ ইঞ্চি	১ টি
২	ওয়্যার স্ট্রিপার অথবা ছুরি	৬ ইঞ্চি	১ টি
৩	মাল্টিমিটার		১ টি
৪	ওয়্যার (তার)		যেমন দরকার



কার্যপদ্ধতি -

প্রথমে একটি মাল্টিমিটার নিয়ে মিটারটিকে ওহম স্কেলে সেট করতে হবে।
তারপর ওপরের 'ক' ছবির মতো মাল্টিমিটার দিয়ে r_1, r_2 ও r_3-র মান বের করতে হবে।
তারপর ওপরের 'খ' ছবির মতো ছোট ছোট তার দিয়ে r_1, r_2 ও r_3-কে যোগ করতে হবে।
এবার মাল্টিমিটারের তারদুটো 'ক' ও 'খ' প্রান্তে ধরলে, বর্তনীর মোট রোধ Rc পাওয়া যাবে।

পর্যবেক্ষণ -

r_1 ওহম	r_2 ওহম	r_3 ওহম	$1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3$ ওহম	Rc ওহম

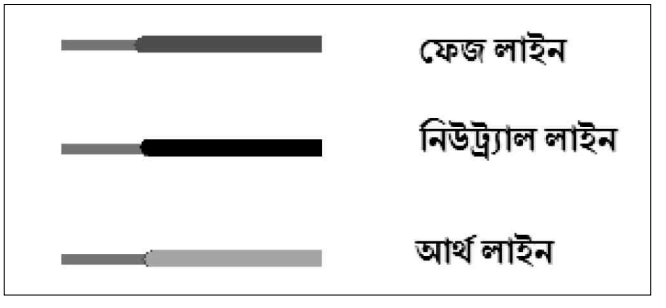
গণনা — $1/Rc = 1/(r1 + r2) + 1/r3\ \Omega$ (ওহম),
বা $Rc = \{r3(r1 + r2)\} / (r1 + r2 + r3)\ \Omega$ (ওহম)

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.৪

উদ্দেশ্য - সিঙ্গেল ফেজ সার্কিটে ফেজ, নিউট্র্যাল ও আর্থ লাইনের শনাক্তকরণ।

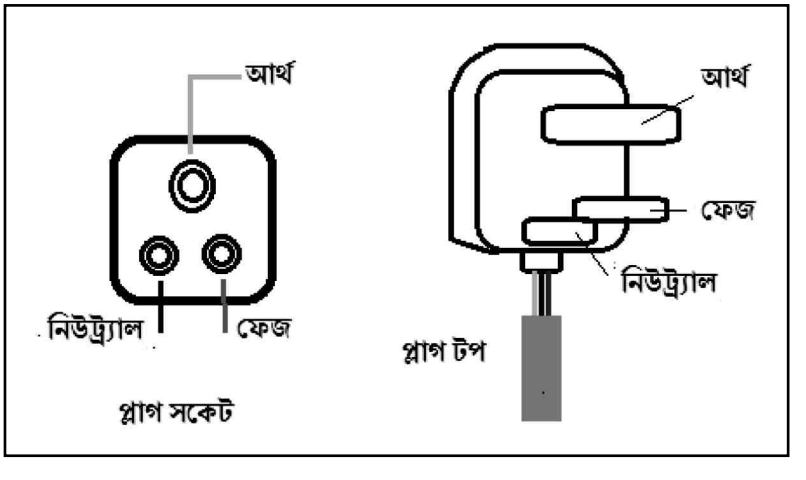
পদ্ধতি - একটি সিঙ্গেল ফেজ লাইনে তিনটি তার ব্যবহার করা হয়। প্রথমটি ফেজ বা লাইভ তার, দ্বিতীয়টি নিউট্র্যাল তার আর তৃতীয়টি আর্থ-এর তার।

কাজ শুরু করার আগে কোনটি কী তার, তা বুঝে নিতে হবে। রং দেখে তার শনাক্ত করা যায়। যেমন, লাল রং - ফেজ বা লাইভ তার, কালো রং - নিউট্র্যাল তার এবং সবুজ রং - আর্থ-এর তার।



একটি থ্রি-পিন প্লাগ সকেটে তিনটি পিন হোল থাকে। এই তিনটি পিনের ওপরেরটি বড় আর নীচের দুটি ছোট।

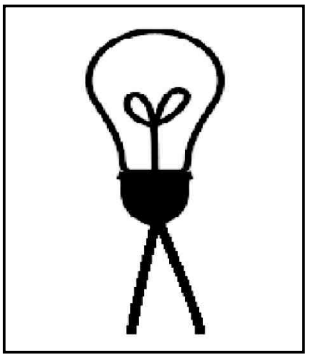
ওপরের বড় পিনটি আর্থ, নীচের ছোট দুটির ডানদিকের পিনটি ফেজ এবং বাঁদিকেরটি নিউট্র্যাল।



বিশেষ সতর্কতা - এই পরীক্ষাটি করার আগে সার্কিটে পাওয়ার অফ আছে কিনা, নিশ্চিত হতে হবে।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.৫

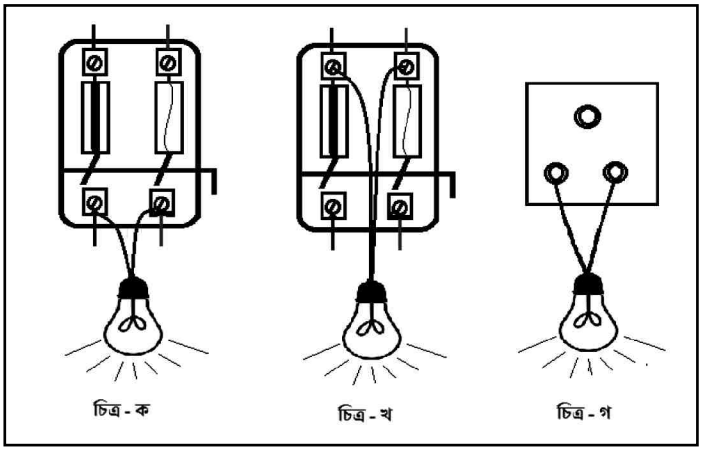
উদ্দেশ্য - টেস্ট ল্যাম্পের সাহায্যে সিঙ্গেল ফেজ লাইনের ভোল্টেজ পরীক্ষা।



পদ্ধতি - একটি ল্যাম্প, একটি হোল্ডার ও দুগাছা তারের সাহায্যে একটি টেস্ট ল্যাম্প তৈরি হয়। এই টেস্ট ল্যাম্পের সাহায্যেই আমরা সিঙ্গেল ফেজ লাইনের ভোল্টেজ পরীক্ষা করব।

টেস্ট ল্যাম্পের দুটি তার মেইন সুইচের নীচের দুটি প্রান্তে লাগানো হল (চিত্র-ক)। ল্যাম্পটি উজ্জ্বল হয়ে জ্বললে আমরা বুঝব, সিঙ্গেল ফেজ দুটি লাইনের মধ্যে পূর্ণ ভোল্টেজ বজায় আছে।

এবার টেস্ট ল্যাম্পের দুটি তার মেইন সুইচের উপরের দুটি প্রান্তে লাগানো হল এবং মেইন সুইচটি অন করা হল (চিত্র-খ)। ল্যাম্পটি উজ্জ্বল হয়ে জ্বললে আমরা বুঝব, মেইন সুইচটি ঠিক আছে ও সিঙ্গেল ফেজ দুটি লাইনের মধ্যে পূর্ণ ভোল্টেজ বজায় আছে।

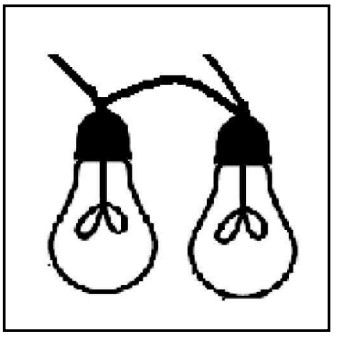


একটি থ্রি-পিন সকেটের ফেজ এবং নিউট্র্যাল - দুটি হোলে টেস্ট ল্যাম্পের দুটি প্রান্ত ধরে সকেটের সুইচটি অন করলে ল্যাম্পটি উজ্জ্বল হয়ে জ্বলবে (চিত্র-গ)। তা দেখে আমরা সিঙ্গেল ফেজ লাইনের ভোল্টেজের উপস্থিতি বুঝতে পারব।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.৬

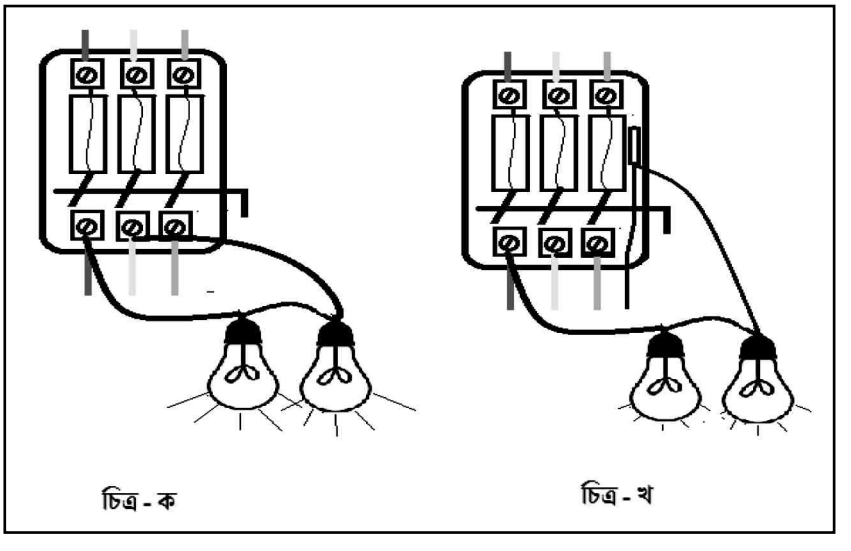
উদ্দেশ্য - টেস্ট ল্যাম্পের সাহায্যে থ্রি-ফেজ লাইনের ভোল্টেজ পরীক্ষা।

পদ্ধতি - থ্রি-ফেজ লাইন পরীক্ষার জন্য যে টেস্ট ল্যাম্পটি তৈরি হবে, তাতে দুটি ল্যাম্প, দুটি হোল্ডার এবং দুগাছা তার প্রয়োজন। এই ডাবল টেস্ট ল্যাম্পের সাহায্যেই আমরা থ্রি-ফেজ লাইনের ভোল্টেজ পরীক্ষা করব।



থ্রি-ফেজ লাইনে তিনটি ফেজ বা লাইভ তার ও একটি নিউট্র্যাল তার থাকে।

পদ্ধতি - যে কোন দুটি ফেজ তারের মধ্যে ডাবল টেস্ট ল্যাম্পের দুটি প্রান্ত লাগাতে হবে (চিত্র - ক)। টেস্ট ল্যাম্প দুটিই উজ্জ্বল হয়ে জ্বললে বুঝতে হবে যে দুটি ফেজের মঝ্যে ভোল্টেজ সঠিক আছে।



কিন্তু যে-কোনো একটি ফেজ ও নিউট্র্যালের মধ্যে টেস্ট ল্যাম্পের দুটি প্রান্ত লাগালে দুটি ল্যাম্পই অর্ধ-উজ্জ্বল হয়ে জ্বলবে (চিত্র - খ)।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.৭

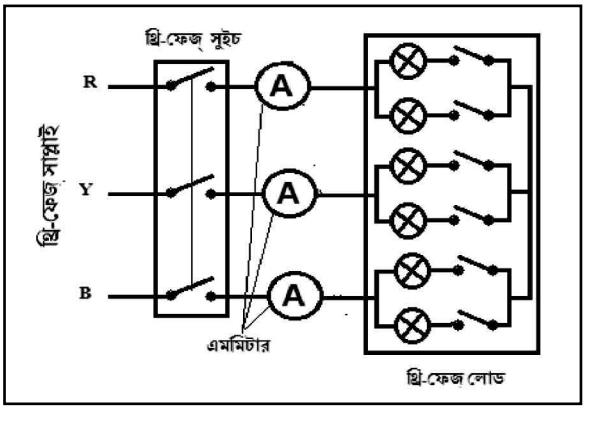
উদ্দেশ্য - থ্রি-ফেজ লাইনের কারেন্ট পরিমাপ এবং ব্যালেন্সড ও আন-ব্যালেন্সড লোডের শনাক্তকরণ

পদ্ধতি - থ্রি-ফেজ লাইনে তিনটি ফেজ বা লাইভ তার থাকে। এই থ্রি-ফেজ লাইনের কারেন্ট মাপতে হলে তিনটি অ্যামমিটার লাগে। অ্যামমিটারগুলো সাপ্লাই ও লোডের মাঝখানে সিরিজে লাগানো হয়।

যখন তিনটি ফেজেই সমান লোড থাকে অর্থাৎ থ্রি-ফেজে ব্যালেন্সড লোড থাকে, তিনটি অ্যামমিটারে সমান কারেন্ট দেখা যায়। কিন্তু যদি কোনো একটি ফেজে লোড কম বা বেশি হয় অর্থাৎ থ্রি-ফেজে আন-ব্যালেন্সড লোড হয় তখন তিনটি অ্যামমিটারে অসমান রিডিং দেখা যায়।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম -

ক্রমিক সংখ্যা	যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম		পরিমাণ
১	প্লায়ার	৬ ইঞ্চি	১ টি
২	ওয়্যার স্ট্রিপার অথবা ছুরি	৬ ইঞ্চি	১ টি
৩	স্ক্রু-ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১ টি
৪	অ্যামমিটার	0-5 A, MI	৩ টা
৫	থ্রি-ফেজ সুইচ		১ টা
৬	ল্যাম্প	200W, 240V	৬ টা
৭	ল্যাম্প হোল্ডার		৬ টা
৮	সিঙ্গেল পোল ওয়ান ওয়ে সুইচ	5A, 240V	৬ টা
৯	ওয়্যার (তার)		যেমন দরকার



পদ্ধতি - ১) ওপরের ছবির মতো সার্কিট কানেকশন করতে হবে।

২) থ্রি-ফেজ সুইচটি অন করতে হবে।

৩) লোড বক্সের সব সুইচগুলো অন করতে হবে।

৪) তিনটি মিটারের রিডিং লিখে নিতে হবে।

৫) লোড বক্সে যে-কোনো একটি ফেজে একটি সুইচ বন্ধ করে দিতে হবে।

৬) আবার তিনটি মিটারের রিডিং লিখে নিতে হবে।

পর্যবেক্ষণ -

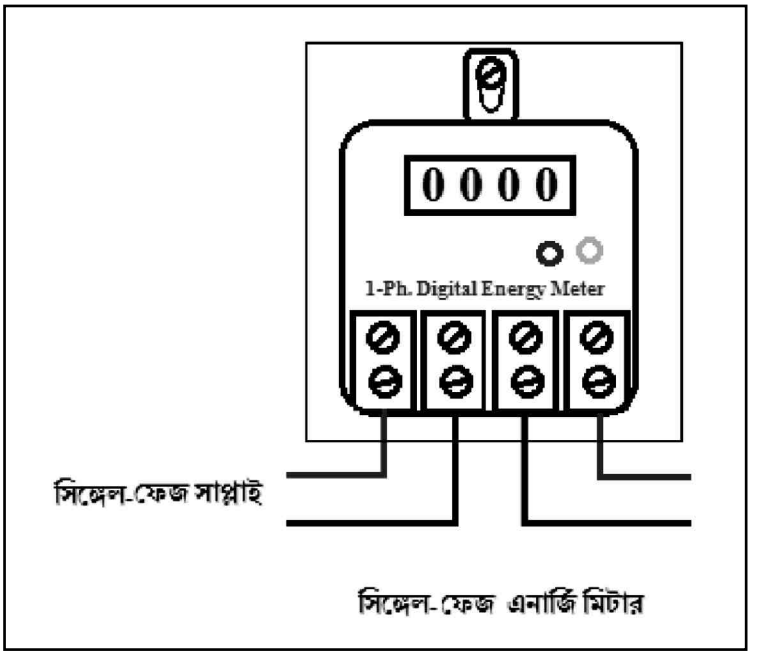
অবস্থা	A1 অ্যাম্পিয়ার	A2 অ্যাম্পিয়ার	A3 অ্যাম্পিয়ার	মন্তব্য
সমস্ত লোড সুইচ অন				ব্যালেন্সড লোড
একটি ফেজে একটি লোড সুইচ অফ				আন-ব্যালেন্সড লোড

সিদ্ধান্ত - ব্যালেন্সড লোডে তিনটি লাইনে সমান কারেন্ট যাবে। আর লোড আন-ব্যালেন্সড হলে তিনটি লাইনের কারেন্ট আলাদা হবে।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.৮

উদ্দেশ্য - এনার্জি মিটারের প্রয়োগ

এনার্জি মিটার হল এমন একটি যন্ত্র যার সাহায্যে বিদ্যুতের শক্তি মাপা হয়। বিদ্যুতের শক্তির একক কিলোওয়াট-আওয়ার।



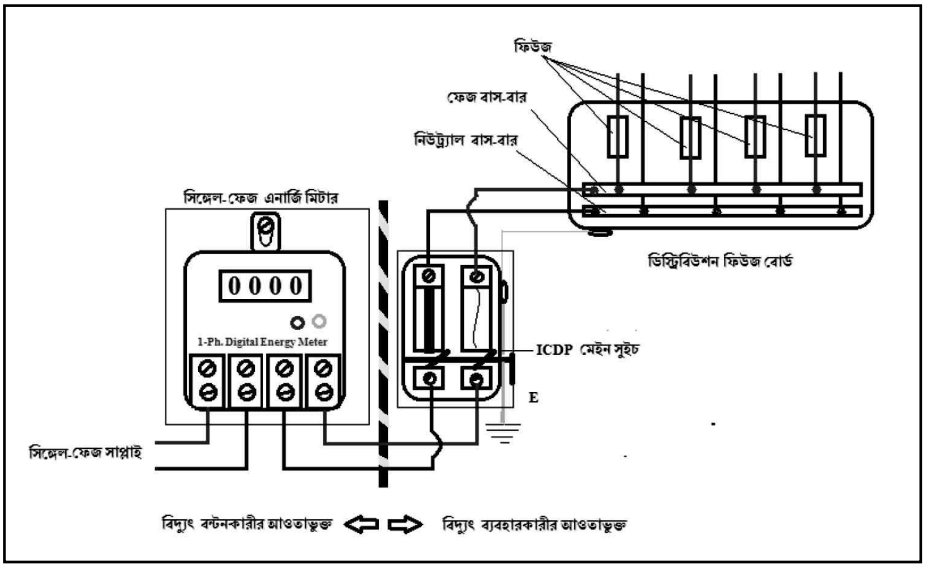
পদ্ধতি - এনার্জি মিটারের সামনের দিকে একটি রিডিং দেখার জায়গা থাকে, যার ওপরে মান ফুটে ওঠে। এর নীচে দুটো LED থাকে। একটি লাল ও অপরটি সবুজ। সবুজ লাইট্ সাপ্লাই আছে কিনা বোঝায় আর লাল লাইটটি লোড চলার সময় মিটমিট করে জ্বলে। নীচের দিকে একটা বাক্সের ভিতরে চারটে টার্মিনাল থাকে। বাঁদিকের প্রথম দুটো টার্মিনাল দিয়ে সাপ্লাই লাইন প্রবেশ করে, যার প্রথমটি লাইভ ও দ্বিতীয়টি নিউট্র্যাল। ডানদিকে পরের দুটো টার্মিনাল দিয়ে লাইন বেরিয়ে যায়, যার প্রথমটি নিউট্র্যাল ও দ্বিতীয়টি লাইভ।

প্রথমে দেওয়ালে একটি কাঠের বোর্ড বসাতে হবে। তারপর ওই বোর্ডের ওপর এনার্জি মিটারটিকে স্ক্রু-এর সাহায্যে আটকে দিতে হবে। এবার নীচের টার্মিনাল বক্সটি খুলে, সাপ্লাই থেকে দুটো তার এনে বাঁদিকের লাইভ ও নিউট্র্যালের সঙ্গে লাগাতে হবে। আর, ডানদিকের টার্মিনাল দুটো থেকে নিউট্র্যাল ও লাইভ বা ফেজ তার বের করে মেইন সুইচ বা ICDP সুইচে লাগাতে হবে।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.৯

উদ্দেশ্য - বাড়ির মেইন বোর্ড থেকে ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড পর্যন্ত সংযোগ স্থাপন।

পদ্ধতি - বাড়িতে মিটারের কাছেই একটি মেইন সুইচ বসাতে হয়। এই মেইন সুইচের কাছে বিদ্যুৎ এসে পৌঁছনোর আগে পর্যন্ত সাপ্লাই কোম্পানির অধীনে থাকে। সাপ্লাই কোম্পানি মিটার থেকে দুটো তার বের করে কনজিউমারের (বিদ্যুৎ ব্যবহারকারী) মেইন সুইচের নীচের প্রান্তে যোগ করে দেয়। এই মেইন সুইচের পরের ধাপ থেকে সকল ওয়্যারিং বিদ্যুৎ ব্যবহারকারীকে করতে হয়। যে মেইন সুইচটি ব্যবহার করা হয় তাকে ICDP (আয়রন ক্ল্যাড ডাবল পোল) সুইচ বলে।



এই মেইন সুইচের উপর দিক থেকে দুটো তার বের করে ডিস্ট্রিবিউশন ফিউজ বোর্ডে নিয়ে যেতে হবে। ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে দুটো তামা বা অ্যালুমিনিয়ামের বার বা দণ্ড থাকে যাকে বলা হয় বাস-বার। এর একটি ফেজ বাস-বার ও অপরটি নিউট্র্যাল বাস-বার। মেইন সুইচের ফেজ অর্থাৎ লাল তারটি ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের ফেজ বাস-বারে যোগ করতে হবে এবং মেইন সুইচের নিউট্র্যাল অর্থাৎ কালো তারটি ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের নিউট্র্যাল বাস-বারে যোগ করতে হবে।

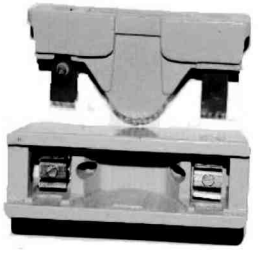
ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের ফেজ বাস-বার থেকে একটা ফিউজের মাধ্যমে একটা তার বের করতে হবে ও নিউট্র্যাল বাস-বার থেকে সরাসরি একটা তার বের করতে হবে। এই একজোড়া তার একটি সাব-সার্কিটের সিঙ্গেল ফেজ সাপ্লাই। এভাবে ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড থেকে দরকার মতো অনেক সাব-সার্কিট বার করা যায়।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.১০

উদ্দেশ্য - ফিউজের প্রকারভেদ, তাদের মান, ব্যবহার এবং MCB, ELCB ও RCCB-র অংশ শনাক্তকরণ।

ফিউজ - ফিউজ সার্কিটের একটি দুর্বল ও রক্ষাকারী অংশ যেটা সার্কিটকে অতিরিক্ত প্রবাহ থেকে রক্ষা করে।

ফিউজ নানা রকমের হয়। যেমন রিওয়ারেবল কিট-কাট ফিউজ, কার্টিজ ফিউজ, এইচ.আর.সি (হাই র‍্যাপচারিং ক্যাপাসিটি) ফিউজ, গ্লাস ফিউজ ইত্যাদি। বাড়িতে সাধারণত কিট-কাট ফিউজ ব্যবহার হয়।


কিট-কাট ফিউজ

কার্টিজ ফিউজ

এইচ.আর.সি ফিউজ

গ্লাস ফিউজ

রিওয়্যারেবল কিটকাট ফিউজের সব থেকে কম মান ৬ অ্যাম্পিয়ার, ২৪০ ভোল্ট। তারপর ১০A, ১৬A, ২০A ইত্যাদি হয়। সাধারণত বাড়ির ওয়ারিং করতে কিট-কাট ফিউজের ব্যবহার সব থেকে বেশি হয়।

কার্টিজ ফিউজ ওয়ার্কশপ ওয়্যারিং করতে ব্যবহার হয়। কার্টিজ ফিউজ ৬A থেকে শুরু করে ১০০A, ১৫০A পর্যন্ত পাওয়া যায়।

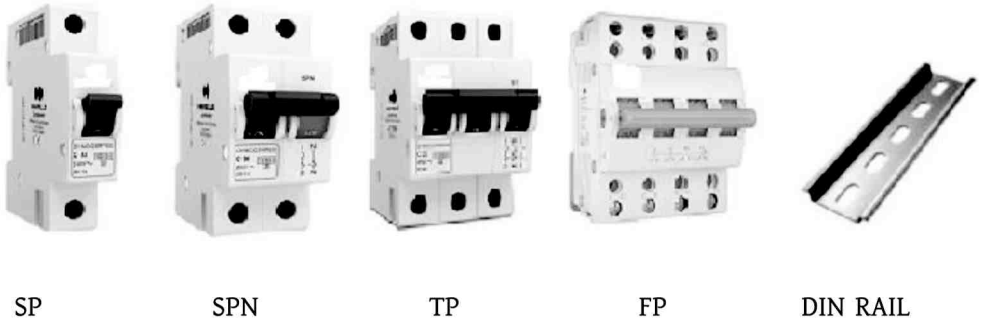
এইচ.আর.সি ফিউজ বড় বড় ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। এইচ.আর.সি ফিউজ উচ্চ অ্যাম্পিয়ার ও উচ্চ ভোল্টেজের হয়।

গ্লাস ফিউজ সাধারণত ইলেক্ট্রনিক্স সার্কিটের কাজে লাগে। ০.১A থেকে ১০A, ১৫A পর্যন্ত পাওয়া যায়।

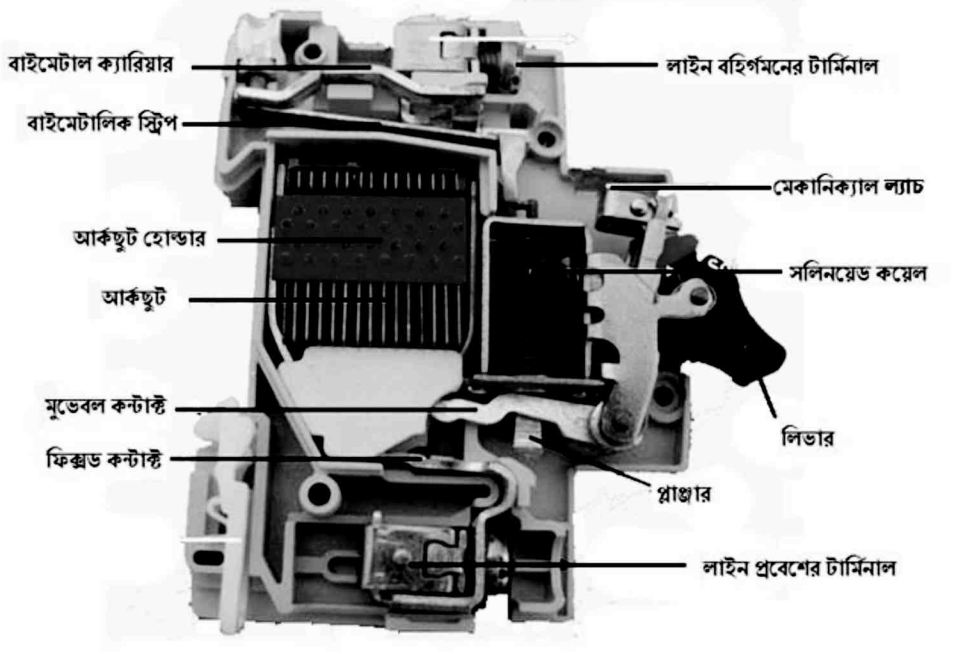
M.C.B.

M.C.B. (এম.সি.বি.)-র পুরো নাম মিনিয়েচার সার্কিট ব্রেকার। সার্কিট ব্রেকার ইচ্ছামতো অন বা অফ করা যায়, আবার সার্কিটে কোনো ত্রুটি বা ফল্ট হলে নিজে থেকেই বন্ধ হয়ে যায়।

M.C.B. সিঙ্গেল পোল (SP), সিঙ্গেল পোল ও নিউট্র্যাল (SPN), ডবল পোল (DP), থ্রি-পোল (TP), থ্রি-পোল ও নিউট্র্যাল (TPN) ও ফোর পোল (FP) হয়। বাড়ির ওয়্যারিং-এ সিঙ্গেল পোল এবং সিঙ্গেল পোল ও নিউট্র্যাল ব্যবহার করা হয়। এই (MCB) বসানোর জন্য ডি.আই.এন রেল (DIN RAIL) ব্যবহার করা হয়।



SP SPN TP FP DIN RAIL



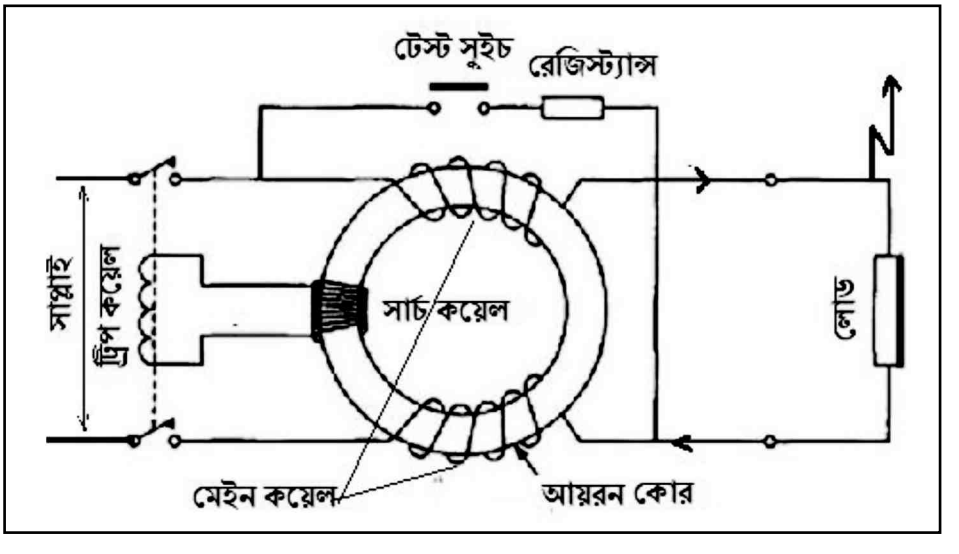
MCB

চিত্রে MCB-র বিভিন্ন অংশ দেখানো হল। একদম নীচে লাইন প্রবেশের টার্মিনাল। সেখান থেকে ফিক্সড কন্ট্যাক্ট বা স্থির সংযোগ প্রান্ত। তারপর থাকে মুভেবল কন্ট্যাক্ট বা চলনশীল সংযোগ প্রান্ত যেটাকে একটা লিভার ও মেকানিক্যাল ল্যাচ দিয়ে চালনা করা হয়। এই মুভেবল কন্ট্যাক্ট একটা

সলিনয়েড কয়েলের মাধ্যমে একটা দ্বিধাতব পাত বা বাইমেটালিক স্ট্রিপের সঙ্গে যুক্ত থাকে। বাইমেটালিক স্ট্রিপের এক মাথায় আরেকটা পাত যোগ করা থাকে যাকে বাইমেটাল ক্যারিয়ার বলে এবং ওই পাতের অপর মাথায় আরেকটা টার্মিনালের যোগ থাকে যেটা দিয়ে লাইন বেরিয়ে যেতে পারে। সলিনয়েড কয়েলের মধ্যে থাকে প্লাঞ্জার। এছাড়া কতগুলো সমান্তরাল ধাতব পাত থাকে যাকে আর্কছুট বলে। আর এই পাতগুলোকে সমান্তরাল ভাবে ধরে রাখার জন্য থাকে আর্কছুট হোল্ডার।

RCCB

RCCB বা রেসিডুয়াল কারেন্ট সার্কিট ব্রেকার। যদি ফেজ তারে লিকেজ থাকে এবং সেটা কোনো মাধ্যমে আর্থে যায় তখন এই সার্কিট ব্রেকারটি সাপ্লাই থেকে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দেবে। সুতরাং যদি লাইনে লিকেজ থাকে এবং কোনো লোক যদি না জেনে বা ভুল করে হাত দেয়, তখনই সার্কিট-ব্রেকারটি সাপ্লাই থেকে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে শক্ খাওয়ার হাত থেকে রক্ষা করবে। এটা একটা কারেন্ট পরিচালিত যন্ত্র।



RCCB -তে একটা গোলাকার আয়রন কোর থাকে যার ওপর একই গেজের সমান সংখ্যক পাকের দুটি কয়েল থাকে যাকে মেইন কয়েল বলে। এই মেইন কয়েল দুটোর একদিকে সাপ্লাই ও অন্য দিকে লোড যোগ হয়। এছাড়া ওই কোরের ওপর আরো একটা কয়েল থাকে যাকে সার্চ কয়েল বলে। এই সার্চ কয়েলের সঙ্গে ট্রিপ কয়েলের যোগ থাকে। একটা রেজিস্ট্যান্সের মাধ্যমে টেস্ট সুইচ ওপরের ছবির মতো যুক্ত থাকে।

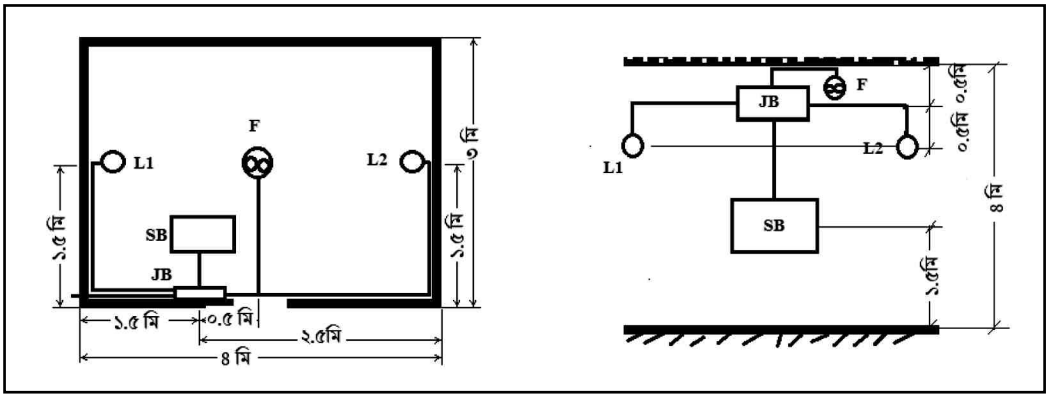
যখন লোডে কোনো লিকেজ থাকে না, দুটো মেইন কয়েল দিয়ে সমান কারেন্ট প্রবাহিত হয়। ফলে সার্চ কয়েলে কোনো ভোল্টেজ তৈরি হয় না। কিন্তু যদি লাইনে লিকেজ হয়, দুটো মেইন কয়েল দিয়ে অসমান কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং সার্চ কয়েলে ভোল্টেজ তৈরি হয়। তখন ট্রিপ কয়েল কাজ করে ও সাপ্লাই থেকে সার্কিটকে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। টেস্ট সুইচটি চাপলে সার্কিট ব্রেকারটি অফ হয়ে যায়। এভাবে যন্ত্রটি ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।

ELCB - আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার একটা ভোল্টেজ পরিচালিত যন্ত্র। এর কাজও RCCB-র মতো। তবে এটা এখন আর ব্যবহার হয় না।

এক্সপরিমিন্টে নং - ১.১১

উদ্দেশ্য—একটা ৪ মিটার x ৩ মিটার ঘরে ২ টো লাইট পয়েন্ট, একটা ফ্যান পয়েন্ট ও একটা প্লাগ পয়েন্ট করতে হবে। ঘরের উচচতা ৪ মিটার। পি.ভি.সি. কন্ডুইট ওয়্যারিং-এর জন্য প্রয়োজনীয় সরঞ্জামের তালিকা প্রস্তুত করতে হবে।

পদ্ধতি - ঘরের প্ল্যানে ২ টো লাইট পয়েন্ট, একটা ফ্যান পয়েন্ট ও সুইচ বোর্ডের অবস্থান দেখানো হয়েছে। ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড থেকে ঘরের দূরত্ব ৫ মিটার। সুইচ বোর্ডটি মেঝে থেকে ১.৫ মিটার উঁচুতে বসাতে হবে। কন্ডুইট লাইনটি ছাদ থেকে ০.৫ মিটার নীচ দিয়ে যাবে এবং লাইট পয়েন্ট দুটো কন্ডুইট লাইন থেকে ০.৫ মিটার নীচে হবে।



প্রথমে তারের হিসাব করা যাক। ঘরের মোট লোড ২০০ ওয়াট

লাইট পয়েন্ট	২ টো	৪০ ওয়াট প্রতিটি	৮০ ওয়াট
ফ্যান পয়েন্ট	১ টা	৬০ ওয়াট প্রতিটি	৬০ ওয়াট
প্লাগ সকেট	১ টা	৬০ ওয়াট প্রতিটি	৬০ ওয়াট
		মোট লোডের পরিমাণ	২০০ ওয়াট

প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ = ২০০/২৪০= ০.৮৪ অ্যাম্পিয়ার (সাপ্লাই ভোল্টেজ ২৪০ ভোল্ট)। সুতরাং ১ স্কোয়ার মিমি ফ্লেক্সিবেল কেবল্, যার কারেন্ট পরিবহন ক্ষমতা ৬ অ্যাম্পিয়ার এই কাজে ব্যবহার করতে হবে।

তারের দৈঘ্যের হিসাব— দেওয়াল থেকে JB = ১.৫ মিটার + JB থেকে L1= (১.৫+১.৫+ ০.৫) = ৩.৫মিটার+JBথেকে L2=(২.৫+১.৫+০.৫)= ৪.৫ মিটার +JBথেকে

F=(০.৫+০.৫+২)=৩ মিটার = ১২.৫ মিটার তার ২ গাছা করে, ২৫ মিটার তার এবং JB থেকে SB=২ মিটার তার, ৫ গাছা= ১০ মিটার তার, মোট ৩৫ মিটার তার লাগবে। কানেকশন ইত্যাদির জন্য ৫% অতিরিক্ত ধরতে ৩৭ মিটার তার লাগবে।

আর্থের জন্য ০.৭৫ স্কোয়ার মিমি ফ্লেক্সিবেল তার-দেওয়াল থেকে JB ১.৫ মিটার + JB থেকে L1-(১.৫+১.৫+০.৫)= ৩.৫ মিটার JB থেকে L2-(২.৫+১.৫+০.৫) = ৪.৫ মিটার+JB থেকেF-(০.৫+ ০.৫+ ২)= ৩ মিটার ও JB থেকে SB -২ মিটার, মোট ১৪.৫ মিটার তার লাগবে। কানকেশন ইত্যাদির জন্য ৫% অতিরিক্ত ধরতে ১৬ মিটার তার লাগবে।

পি.ভি.সি কন্ডুইটের হিসাব-JB থেকে SB পর্যন্ত ৫ গাছা ১ স্কোয়ার মি.মি ফ্লেক্সিবেল তার ও ১ গাছা ০.৭৫ স্কোয়ার মি.মি ফ্লেক্সিবেল তার নামবে। এর জন্য ১৫ মি.মি কন্ডুইট ব্যবহার করলেই হবে। সুতরাং দেওয়াল থেকে JB-১.৫ মিটার+ JB থেকে L1-(১.৫+১.৫+০.৫)= ৩.৫মিটার +JB থেকে L2- (২.৫+ ১.৫+ ০.৫)= ৩ মিটার ও JB থেকে SB-২ মিটার, মোট ১৪.৫ মিটার লম্বা কন্ডুইট লাগবে।

দেওয়ালে কন্ডুইট বসানোর জন্য প্রতি ০.৫ মিটার অন্তর একটা করে স্যাডেল লাগালে মোট ২৯/৩০ টা স্যাডেল প্রয়োজন।

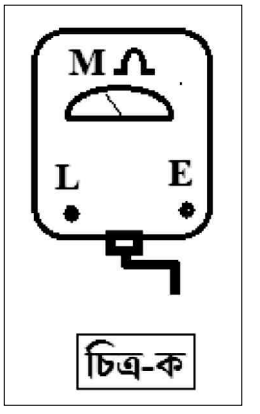
প্রয়োজনীয় সরঞ্জামের তালিকা—

ক্রমিক সংখ্যা	প্রয়োজনিয় সরঞ্জামের নাম	পরিমান
১	পি.ভি.সি. ফ্লেক্সিবল তার, ১ স্কোয়ার মি.মি ২৪০ ভোল্ট গ্রেড	৩৭ মিটার
২	পি.ভি.সি. ফ্লেক্সিবল তার, ০.৭৫ স্কোয়ার মি.মি ২৪০ ভোল্ট গ্রেড	১৬ মিটার
৩	পি.ভি.সি. কন্ডুইট পাইপ, ১৫ মি.মি.	১৫ মিটার
৪	পি.ভি.সি. স্যাডেল, ১৫ মি.মি.	৩০ টা
৫	পি.ভি.সি. এলবো, ১৫ মি.মি.	৫ টা
৬	পি.ভি.সি. টি ১৫ মি.মি.	১ টা
৭	পি.ভি.সি. জয়েন্ট বক্স ১০০ মি.মি. ১৫০ মি.মি.	১ টা
৮	পি.ভি.সি. সুইচ বোর্ড ১৫০ মি.মি. ২০০ মি.মি.	১ টা
৯	পি.ভি.সি. সিলিং রোজ্ বক্স ৩ মি.মি. ৩ মি.মি.	৩ টা
১০	সিলিং রোজ্	৩ টা
১১	ওয়ান ওয়ে সুইচ ৬ অ্যাম্পিয়ার, ২৪০ ভোল্ট	৩ টা
১২	৫-পিন প্লাগসকেট ৬ অ্যাম্পিয়ার, ২৪০ ভোল্ট	১ টা
১৩	উড স্ক্রু ৩০ মি.মি. ৭ নং	৭৫ টা
১৪	উড প্লাগ ১০০ টার প্যাকেট	১ টা

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.১২

উদ্দেশ্য—মেগারের সাহায্যে বাড়ির ওয়্যারিং পরীক্ষা

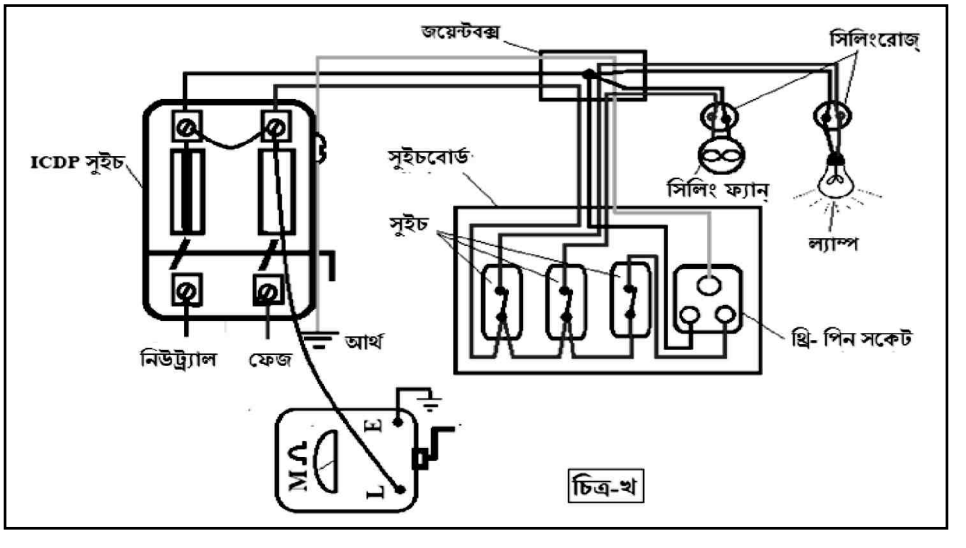
মেগারে দুটি টার্মিনাল, যার একটিতে 'L' এবং 'E' লেখা থাকে। সঙ্গে একটি হ্যান্ডেল থাকে এবং এই হ্যান্ডেলটা ঘোরালে মিটারে রিডিং পাওয়া যায়। মিটারটি মেগা ওহম স্কেলে আঁকা থাকে। এই স্কেলের একদম ডানদিকে থাকে ০ (শূন্য) ও একদম বাঁদিকে থাকে ∝ (অসীম) (চিত্র-ক)।



চিত্র-ক

একটি ওয়্যারিং-এর ইনসুলেশন রেজিস্টেন্স দুরকম পদ্ধতিতে মাপা যায়। ১) আর্থ-এর তুলনায় ওয়্যারিং-এর ইনসুলেশন রেজিস্টেন্স। ২) নিউট্র্যাল তারের তুলনায় ফেজ তারের ইনসুলেশন রেডিস্টেন্স।

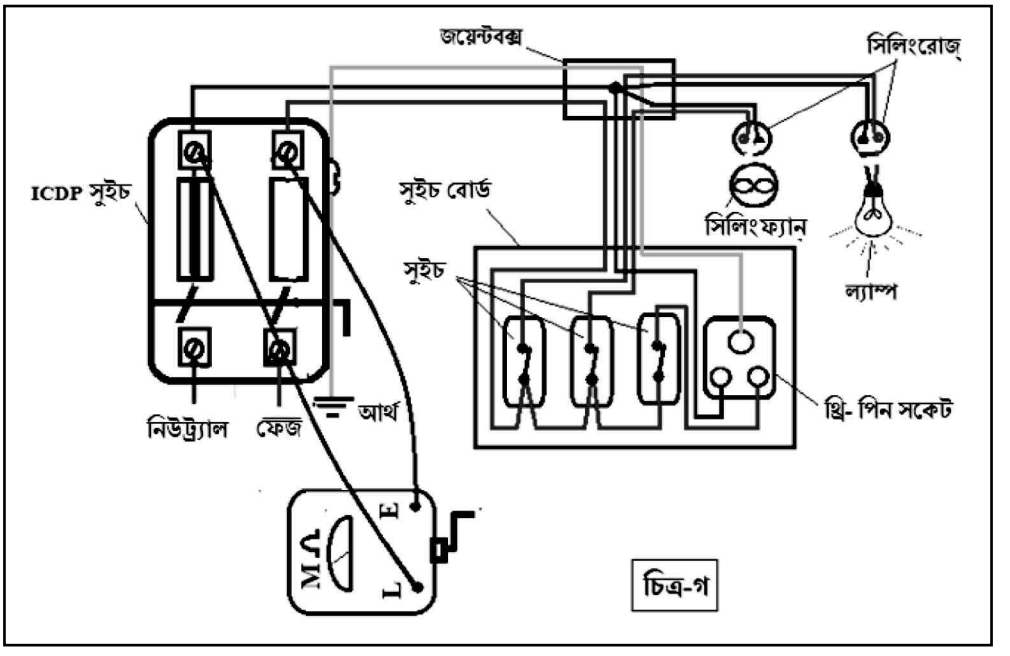
১ নং পদ্ধতি—আর্থ-এর তুলনায় ওয়্যারিং-এর ইনসুলেশন রেজিস্টেন্স



চিত্র-খ

প্রথমে ICDP সুইচ্ অফ করে ফিউজ খুলে নিতে হবে। তারপর 'চিত্র-খ' এর মত কানেকশন করতে হবে। সব সুইচ অন থাকবে এবং লাইট, ফ্যান সংযুক্ত থাকবে। এবার মিটারের হ্যান্ডেলটি ঘোরালে মিটারের স্কেল থেকে যে রিডিং পাওয়া যাবে, সেটাই হল ওই ওয়্যারিং-এর আর্থের তুলনায় ইনসুলেশন রেজিস্টেন্স। এর মান ১ মেগা-ওহমের কম হওয়া চলবে না।

২নং পদ্ধতি—নিউট্র্যাল তারের তুলনায় ফেজ তারের ইনসুলেশন রেজিস্টেন্স।



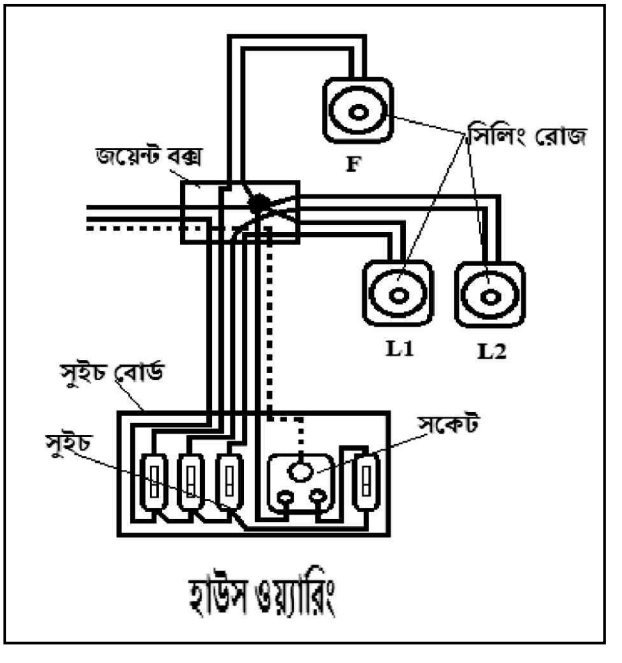
প্রথমে ICDP সুইচ অফ করে ফিউজ, খুলে নিতে হবে। তারপর 'চিত্র-গ' এর মত কানেকশন করতে হবে। সব সুইচ অন থাকবে এবং লাইট, ফ্যানের সংযোগ খুলে দিতে হবে। এবার মিটারের হ্যান্ডেলটি ঘোরালে মিটারের স্কেল থেকে যে রিডিং পাওয়া যাবে, সেটাই হল ওই ওয়্যারিং-অর নিউট্র্যাল তারের তুলনায় ফেজ তারের ইনসুলেশন রেজিস্টেন্স। এর মান ১ মেগা-ওহমের কম হওয়া চলবে না।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ১.১৩

উদ্দেশ্য—বাড়ির ওয়্যারিং করার অনুশীলন।

পদ্ধতি— দুটো লাইট পয়েন্ট, একটা ফ্যান পয়েন্ট ও একটা প্লাগ পয়েন্ট করার জন্য কেসিং ওয়্যারিং করতে হবে।

প্রথমে যে জায়গায় ওয়্যারিং করা হবে সেখানে মেজারিং টেপের সাহায্যে লাইট পয়েন্ট, ফ্যান পয়েন্ট, জয়েন্ট বক্স, সুইচ বোর্ড ও ওয়্যারিং পথের উচ্চতা এবং অবস্থানগুলো চিহ্নিত করতে হবে। তারপর লাইট পয়েন্ট, ফ্যান পয়েন্টের জন্য সিলিং রোজ, জয়েন্ট বক্স, সুইচ বোর্ড সঠিক জায়গাগুলোতে বসাতে হবে। এগুলো বসানোর জন্য প্রথমে দেওয়ালে স্ক্রু-হোলের মার্কিং করে সেখানে ড্রিল হোল কোরতে হবে। ড্রিল হোলগুলোতে কাঠের গুলি বা উড প্লাগ বসাতে হবে। এই উড প্লাগের মধ্যে উড-স্ক্রু দিয়ে সিলিং রোজ, জয়েন্ট বক্স ও সুইচ বোর্ড লাগিয়ে দিতে হবে। এবার কেসিংগুলো প্রয়োজন মতো দৈর্ঘ্যে কেটে, দেওয়ালে স্ক্রু দিয়ে বসাতে হবে।



হাউস ওয়্যারিং

- এর পর কেসিং-এর মধ্যে তারগুলো ভরে কেসিং-এর কভার বন্ধ করে দিতে হবে। এবার সুইচ বোর্ডের কভার কেটে সুইচ ও সকেটগুলো বসিয়ে নিতে হবে। শেষে ওপরের ছবির মতো সুইচ, সকেট, সিলিং রোজ ও জয়েন্ট বক্সের কানেকশন করে সুইচ বোর্ড, জয়েন্ট বক্স এ সিলিং রোজের কভার বন্ধ করতে হবে।

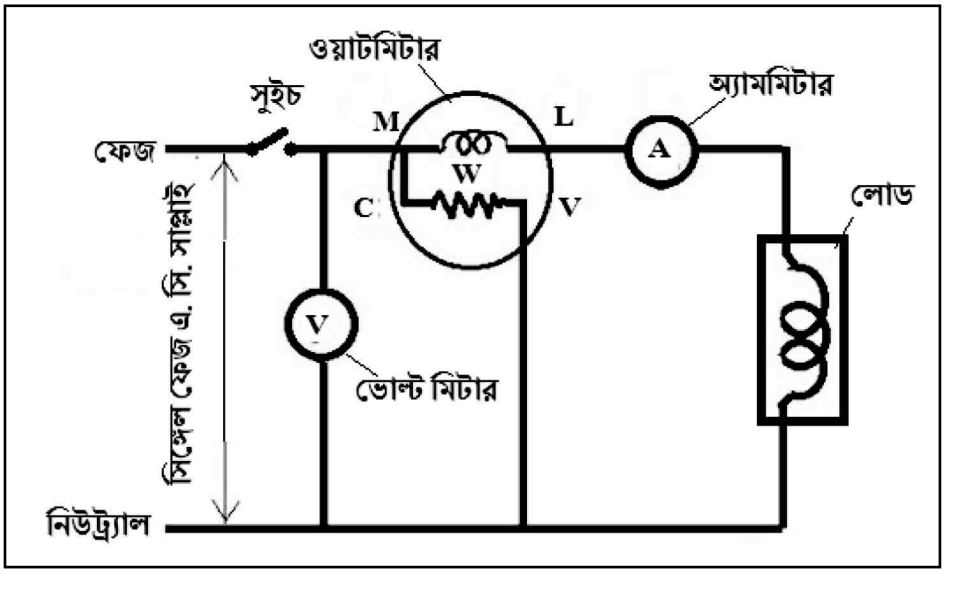
এক্সপিরিমেন্ট নং - ২.১

উদ্দেশ্য—সিঙ্গেল ফেজ লোডের কারেন্ট, ভোল্টেজ, ওয়াট ও রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা।

একটি সিঙ্গেল ফেজ লোডের কারেন্ট, ভোল্টেজ, ওয়াট মাপার জন্য নীচের সার্কিট অনুযায়ী অ্যামমিটার, ভোল্টমিটার ও ওয়াটমিটার লাগাতে হবে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম—

ক্রমিক সংখ্যা	যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম		পরিমাণ
১	প্লায়ার	৬ ইঞ্চি	১ টা
২	ওয়্যার স্ট্রিপার অথবা ছুরি	৬ ইঞ্চি	১ টা
৩	স্ক্রু-ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১ টা
৪	অ্যামমিটার	0 – 5 A	১টা
৫	ভোল্টমিটার	0 – 250V	১টা
৬	ওয়াটমিটার	5A, 250V	১টা
৭	সিঙ্গেল পোল ওয়ান ওয়ে সুইচ	5A, 250V	১ টা
৮	সিঙ্গেল ফেজ লোড		১টা
৯	ওয়্যার (তার)		যেমন দরকার



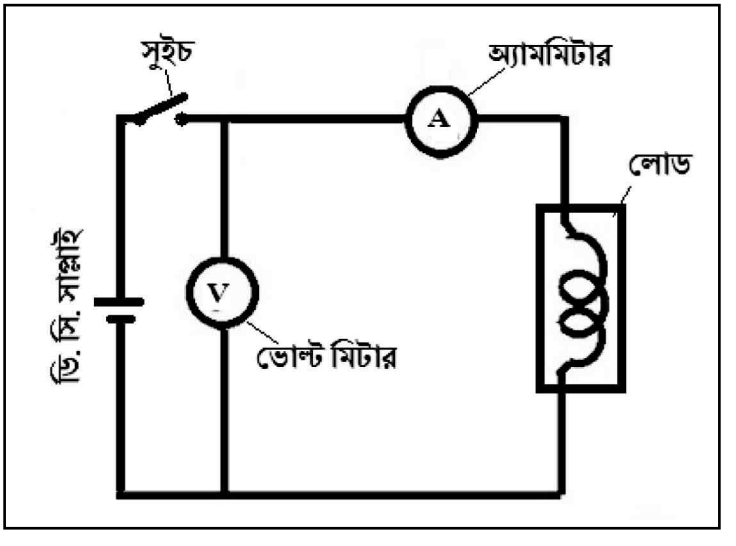
পদ্ধতি— ১) প্রথমে একটা সুইচের মাধ্যমে ওয়াটমিটারের 'M' টার্মিনালের ফেজ লাইন যোগ করতে হবে। ২) 'L' থেকে একটা তার অ্যামমিটার লাগাতে হবে। ৩) অ্যামমিটারের অপর প্রান্ত

থেকে একটা তার লোডের এক প্রান্ত যোগ করতে হবে। ৪) লোডের অপর প্রান্ত সরাসরি নিউট্র্যালে যোগ করতে হবে। ৫) ওয়াটমিটারের 'M' ও 'C' একটা তার দিয়ে যোগ করতে হবে। ৬) ওয়াটমিটারের 'V' থেকে একটা তার সরাসরি নিউট্র্যালে যোগ করতে হবে। ৭) একটা ভোল্টমিটার ফেজ ও নিউট্র্যালের মধ্যে সমান্তরাল ভাবে যোগ করতে হবে। ৮) এবার সুইচ অন করে অ্যামমিটার, ভোল্টমিটার ও ওয়াটমিটারের রিডিং নিতে হবে।

পর্যবেক্ষণ—

A অ্যামপিয়ার	V ভোল্ট	W ওয়াট

সিঙ্গেল ফেজ লোডের রেজিস্ট্যান্স মাপার জন্য নীচের সার্কিট অনুযায়ী অ্যামমিটার, ভোল্টমিটার লাগাতে হবে।



এখানে সার্কিটে লো-ভোল্টেজ ডি.সি.সাপ্লাই ব্যবহার করতে হবে। সুইচটি অন করে অ্যামমিটার ও ভোল্টমিটারের রিডিং নিতে হবে। ওহমের সূত্র অনুযায়ী $V = IxR$ বা, $R = V/I\,\Omega$

পর্যবেক্ষণ—

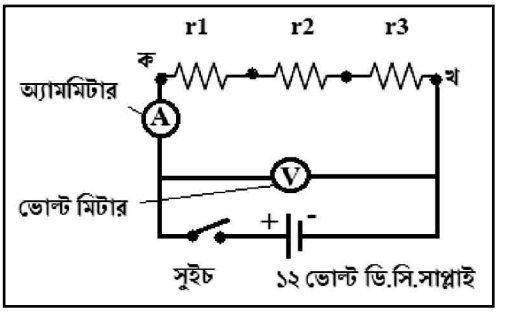
A অ্যামপিয়ার	V ভোল্ট	R = V/I ওহম

এক্সপিরিমেন্ট নং - ২.২

উদ্দেশ্য—সিরিজ, প্যারালাল ও যৌথ সারকিটের চরিত্র নিরূপণ।

ওহমের সূত্র অনুযায়ী $V = I \times R$ বা $R = V/I$ Ω (ওহম)। সুতরাং যদি কোনো বর্তনীর কারেন্ট ও ভোল্টেজ মাপা যায় তবে ওই বর্তনীর রোধ বা রেজিস্ট্যান্স $R = V/I$ সূত্র থেকে বের করা যায়। রোধ বা রেজিস্ট্যান্সের একক ওহম-এর চিহ্ন - Ω

১) সিরিজ সার্কিট



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম

ক্রমিক সংখ্যা	যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম	পরিমাণ
১	প্লায়ার ৬ ইঞ্চি	১ টা
২	ওয়্যার স্ট্রিপার অথবা ছুরি ৬ ইঞ্চি	১ টা
৩	স্ক্রু-ড্রাইভার ৬ ইঞ্চি	১ টা
৪	মাল্টিমিটার	১টা
৫	অ্যামমিটার ০ – ৩ অ্যাম্প..	১টা
৬	ভোল্টমিটার ০ – ১২ ভোল্ট	১ টা
৭	সিঙ্গেল পোল ওয়ান ওয়ে সুইচ ৫ অ্যাম্প. , ২৪০ ভোল্ট	১টা
৮	রেজিস্ট্যান্স ১Ω, ২Ω, ৩Ω,/ ২৫ ওয়াট	১ টা কোরে মোট ৩টা
৯	ডি.সি.সাপ্লাই ১২ ভোল্ট, ৫ অ্যাম্প.	১টা
১০	ওয়্যার (তার)	যেমন দরকার

পদ্ধতি — প্রথমে একটি মাল্টিমিটার দিয়ে তিনটি রেজিস্ট্যান্সের মান মেপে নিতে হবে।

তারপর ওপরের ছবির মতো সার্কিট তৈরি করতে হবে। এবার সুইচটি অন করে অ্যামমিটার ও ভোল্টমিটারের রিডিং নিতে হবে।

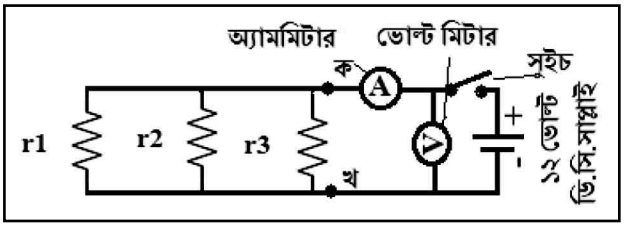
রেজিস্ট্যান্স r1 ওহম	রেজিস্ট্যান্স r2 ওহম	রেজিস্ট্যান্স r3 ওহম	ভোল্টমিটার রিডিং V ভোল্ট	অ্যামমিটার রিডিং I অ্যাম্পিয়ার

গণনা — সার্কিটের ক ও খ প্রান্তের মোট রেজিস্ট্যান্স $R = V/I$ ওহম

আবার $r1 + r2 + r3 = R$

সিদ্ধান্ত — সিরিজ সার্কিটের তুল্য রেডিস্ট্যান্স, সার্কিটের সব রেজিস্ট্যান্সের যোগফলের সমান।

২) **প্যারালাল সার্কিট —**



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম

ক্রমিক সংখ্যা	যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম	পরিমাণ
১	প্লায়ার ৬ ইঞ্চি	১ টা
২	ওয়্যার স্ট্রিপার অথবা ছুরি ৬ ইঞ্চি	১ টা
৩	স্ক্রু-ড্রাইভার ৬ ইঞ্চি	১ টা
	মাল্টিমিটার	১টা
৪	অ্যামমিটার ০ – ২৫ অ্যাম্প..	১টা
৫	ভোল্টমিটার ০ – ১২ ভোল্ট	১ টা

৬	সিঙ্গেল পোল ওয়ান ওয়ে সুইচ ৫ অ্যাম্প. , ২৪০ ভোল্ট	১টা
৭	রেজিস্ট্যান্স ১Ω, ২Ω, ৩Ω,/ ২৫ ওয়াট	১ টা করে মোট ৩টা
	ডি.সি.সাপ্লাই ১২ ভোল্ট,৫ অ্যাম্প.	১টা
৮	ওয়্যার (তার)	যেমন দরকার

পদ্ধতি—প্রথমে একটি মাল্টিমিটার দিয়ে তিনটি রেজিস্ট্যান্সের মান মেপে নিতে হবে। তারপর ওপরের ছবির মতো সার্কিট তৈরি করতে হবে। এবার সুইচটি অন করে অ্যামমিটার ও ভোল্টমিটারের রিডিং নিতে হবে।

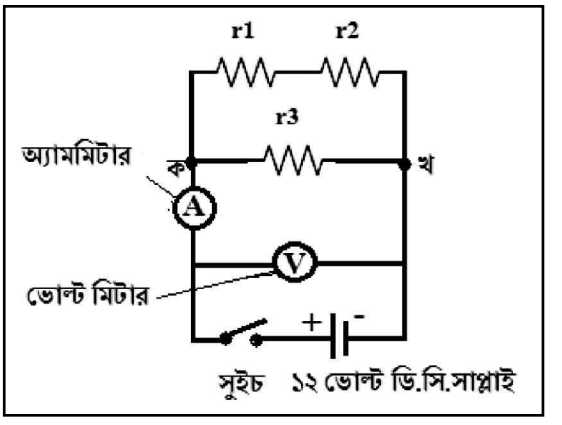
রেজিস্ট্যান্স r1 ওহম	রেজিস্ট্যান্স r2 ওহম	রেজিস্ট্যান্স r3 ওহম	ভোল্টমিটার রিডিং V ভোল্ট	অ্যামমিটার রিডিং I অ্যাম্পিয়ার

গণনা— সার্কিটের ক ও খ প্রান্তের মোট রেজিস্ট্যান্স $R=V/I$ ওহম

আবার $Rp = (r1 \times r2 \times r3)/(r1.r2+r2.r3+r3.r1)$ ওহম $= R$ ওহম

সিদ্ধান্ত—প্যারালাল সার্কিটের তুল্য রেজিস্ট্যান্স, সার্কিটের সব রেজিস্ট্যান্সের অনোন্যকের যোগফলের অনোন্যকের সমান।

৩) **সিরিজ-প্যারালাল যৌথ সার্কিট-**



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম-

ক্রমিক সংখ্যা	যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম	পরিমাণ
১	প্লায়ার ৬ ইঞ্চি	১ টা
২	ওয়্যার স্ট্রিপার অথবা ছুরি ৬ ইঞ্চি	১ টা
৩	স্ক্রু-ড্রাইভার ৬ ইঞ্চি	১ টা
	মাল্টিমিটার	১টা
৪	অ্যামমিটার ০ – ২ অ্যাম্প..	১টা
৫	ভোল্টমিটার ০ – ১২ ভোল্ট	১ টা
৬	সিঙ্গেল পোল ওয়ান ওয়ে সুইচ ৫ অ্যাম্প. , ২৪০ ভোল্ট	১টা
৭	রেজিস্ট্যান্স ১Ω, ২Ω, ৩Ω,/ ২৫ ওয়াট	১ টা করে মোট ৩টা
	ডি.সি.সাপ্লাই ১২ ভোল্ট,৫ অ্যাম্প.	১টা
৮	ওয়্যার (তার)	যেমন দরকার

পদ্ধতি— প্রথমে একটি মাল্টিমিটার দিয়ে তিনটি রেজিস্ট্যান্সের মান মেপে নিতে হবে। তারপর ওপরের ছবির মতো সার্কিট তৈরি করতে হবে। এবার সুইচটি অন করে অ্যামমিটার ও ভোল্টমিটারের রিডিং নিতে হবে।

রেজিস্ট্যান্স r1 ওহম	রেজিস্ট্যান্স r2 ওহম	রেজিস্ট্যান্স r3 ওহম	ভোল্টমিটার রিডিং V ভোল্ট	অ্যামমিটার রিডিং I অ্যাম্পিয়ার

গণনা— সার্কিটের ক ও খ প্রান্তের মোট রেজিস্ট্যান্স $R=V/I$ ওহম

আবার $Rc= r3=(r1 \times r2)/(r1+r2+r3)\Omega = R\Omega$

সিদ্ধান্ত— যৌথ সার্কিটের তুল্য রেজিস্ট্যান্স, সিরিজ ও প্যারালাল রেজিস্ট্যান্সের অনোন্যকের যোগফলের অনোন্যকের সমান।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ২.৩

উদ্দেশ্য— সিঙ্গেল ফেজ সাপ্লাই -এর ফেজ, নিউট্র্যাল ও আর্থ -এর শনাক্তকরণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম-

ক্রমিক সংখ্যা	যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম	পরিমাণ
১	প্লায়ার ৬ ইঞ্চি	১ টা
২	ওয়্যার স্ট্রিপার অথবা ছুরি ৬ ইঞ্চি	১ টা
৩	স্ক্রু-ড্রাইভার ৬ ইঞ্চি	১ টা
৪	মাল্টিমিটার	১টা
৫	নিয়ন টেস্টার	১টা
৬	ওয়্যার (তার)	যেমন দরকার

নিয়ন টেস্টার

ডিজিটাল মাল্টিমিটার

প্রথমে একটি নিয়ন টেস্টার নিয়ে, সুইচ অন করে থ্রি -পিন সকেটের ডানদিকের ছোটো পিনটিতে ধরতে হবে। যদি নিয়ন টেস্টারের লাইট জ্বলে তবে সেটা ফেজ বা লাইভ হবে।

এখন একটি মাল্টিমিটার নিয়ে, মিটারটি ৭৫০ ভোল্ট এ.সি.-তে সেট করে, মাল্টিমিটারের তারদুটো সকেটের ছোটো পিনদুটোতে ধরতে হবে। যদি পূর্ণ ভোল্টেজ ২২৫-২৩০ ভোল্ট দেখায় তবে বাঁদিকের ছোট পিনটি নিউট্র্যাল হবে।

যদি মাল্টিমিটার ফেজ ও আর্থের মধ্যে ধরা হয় তবেও ভোল্টেজ ২২৫-২৩০ ভোল্ট দেখাবে।

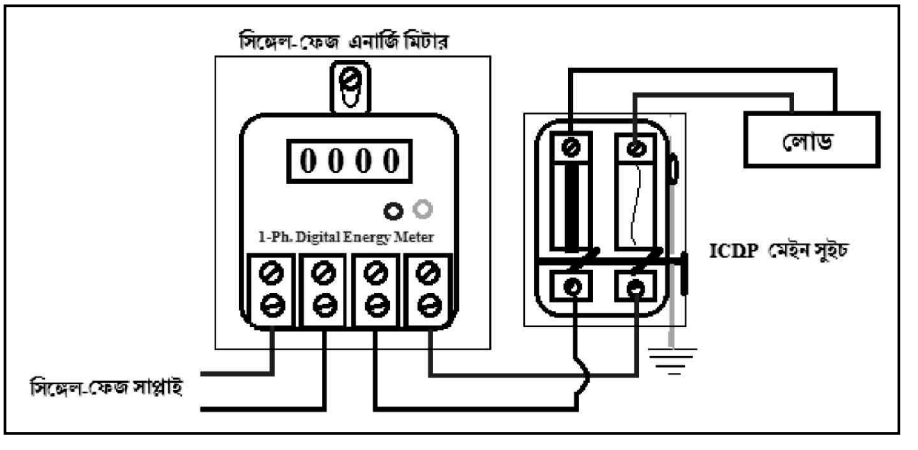
মাল্টিমিটারটি কন্টিনিউটি-তে সেট করে সকেটের বড়ো পিনটি ও আর্থ-এর মধ্যে মাল্টিমিটারের তার দুটো ধরতে হবে। যদি বাজার বাজে তবে ঐ পিনটি আর্থের পিন বুঝতে হবে।

এক্সপিরিমেন্ট নং - ২.৪

উদ্দেশ্য— সিঙ্গেল ফেজ এনার্জিমিটারের কানেকশন করা ও মিটারের রিডিং নেওয়া।

পদ্ধতি — এনার্জি মিটার হল এমন একটি যন্ত্র যার সাহায্যে বিদ্যুতের শক্তি মাপা হয়। বিদ্যুতের শক্তির একক কিলোওয়াট-আওয়ার।

এনার্জি মিটারের সামনের দিকে একটি রিডিং দেখার জায়গা বা ডিসপ্লে বোর্ড থাকে, যার ওপরে কত বিদ্যুৎ খরচ হল তার মান ফুটে ওঠে। এর নীচে দুটো LED থাকে। একটি লাল ও অপরটি সবুজ। সবুজ লাইট সাপ্লাই আছে কিনা বোঝায় আর লাল লাইটটি লোড চলার সময় মিটমিট করে জ্বলে। নীচের দিকে একটা বাক্সের ভিতরে চারটে টার্মিনাল থাকে। বাঁদিকের প্রথম দুটো টার্মিনাল দিয়ে সাপ্লাই লাইন প্রবেশ করে,যার প্রথমটি লাইভ ও দ্বিতীয়টি নিউট্র্যাল। ডানদিকে পরের দুটো টার্মিনাল দিয়ে লাইন বেরিয়ে যায়, যার প্রথমটি নিউট্র্যাল ও দ্বিতীয়টি লাইভ।



প্রথমে এনার্জি মিটারের ১নং টার্মিনালে সাপ্লাই-এর ফেজ তার ও ২ নং টার্মিনালে সাপ্লাই-এর নিউট্র্যাল তারটি লাগাতে হবে।

মিটারের ৩নং টার্মিনাল থেকে নিউট্র্যাল তার বের করে মেইন সুইচের বাঁদিকের নিচে টার্মিনালে এবং মিটারের ৪ন ং টার্মিনাল থেকে ফেজ তার বের করে মেইন সুইচের ডানদিকের নিচে টার্মিনালে লাগাতে হবে।

এবার মেইন সুইচের ওপরের টার্মিনাল থেকে দুটো তার বের করে লোডের সাথে যোগ করতে হবে। এখন মেইন সুইচ অন করলে এনার্জি মিটারের রিডিং দেখতে পাওয়া যাবে।

যদি ১০০০ ওয়াট লোড ১ ঘণ্টা ধরে চলে তবে ১ কিলোওয়াট-আওয়ার শক্তি খরচ হয়। এই ১ কিলোওয়াট-আওয়ার শক্তিই এনার্জি মিটারে ১ ইউনিট হিসাবে দেখা যায়।

এক্সপিরিমেন্ট - ২.৫

উদ্দেশ্য— মাল্টিমিটারের ব্যবহার

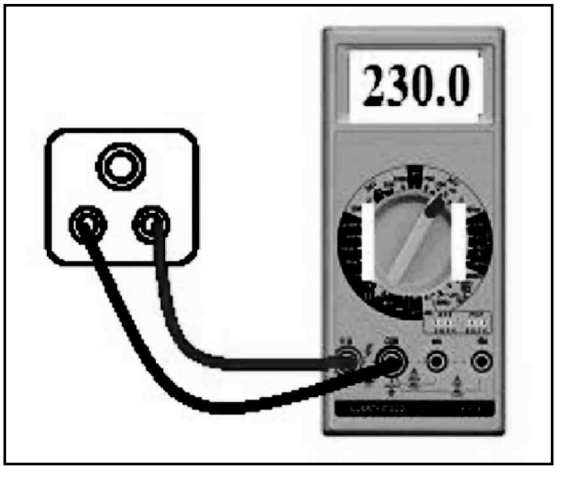
পদ্ধতি — মাল্টিমিটার একটি পরিমাপক যন্ত্র যার সাহায্যে এ.সি.ও ডি.সি কারেন্ট (তড়িৎ প্রবাহ), এ.সি. ও ডি.সি. ভোল্টেজ (বিভব প্রভেদ), রেজিস্ট্যান্স (রোধ), ট্র্যানজিস্টার, ক্যাপসিটার ইত্যাদির মান মাপা যায়।

প্রথমে মিটারটি নিয়ে তার বিভিন্ন স্কেলগুলি ভালো করে দেখে বুঝে নিতে হবে।

তারপর রেজিস্ট্যান্স মাপতে হলে, মিটারটি রেজিস্ট্যান্স রেঞ্জে সেট করতে হবে। এবার মিটারের দুটি তার (একটি লাল ও একটি কালো) রেজিস্ট্যান্সটির দুই প্রান্তে ধরতে হবে। মিটারটি যে মান দেখাবে সেটাই ওই রেজিস্ট্যান্সের পরিমাণ। এর একক ওহম। (চিত্র-ক)

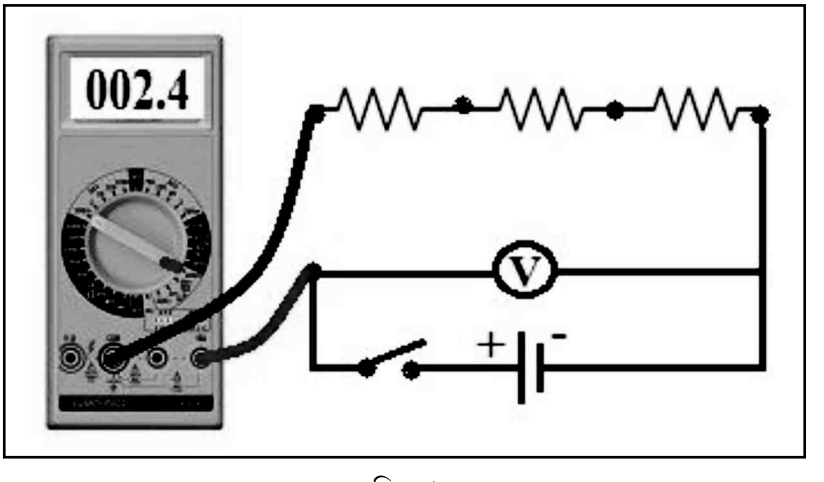
চিত্র-ক

যদি কোনো লাইনের ভোল্টেজ মাপতে হয়, তা এ.সি. না ডি. সি. —জেনে সেই অনুযায়ী ভোল্টেজ রেঞ্জে মিটারটিকে সেট করতে হবে। এবার মিটারের তার দুটো লাইনে লাগালে মিটার থেকে যে রিডিং পাওয়া যাবে, সেটাই ওই লাইনের ভোল্টেজ। (চিত্র-খ)



চিত্র-খ

যখন কোনো লাইনের কারেন্ট মাপতে হয়, তখন এ.সি. বা ডি.সি. অনুসারে মিটারের রেঞ্জটিকে সেট করে নিতে হবে এবং লাইনের সঙ্গে মিটারটিকে সিরিজে যোগ করতে হবে। মিটার যে মান দেখাবে, সেটাই হল ওই সার্কিটের কারেন্টের পরিমাপ। (চিত্র - গ)



চিত্র-গ

এক্সপিরিমেন্ট নং— ৩.১

উদ্দেশ্য—ফ্যানের আর্মেচার ওয়াইন্ডিং-এর টেস্ট এবং কোরের প্রতি স্লটে ইনুসলেটিং পেপার ও কাঠের/ ইনসুলেটিং স্টিকের ব্যবহার করা।

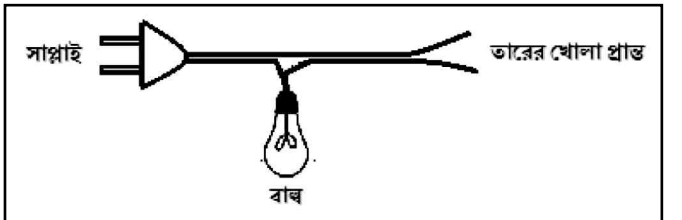
একটা ফ্যানের আর্মেচার ওয়াইন্ডিং করার পর নিচের পরীক্ষাগুলো করতে হয়।

১) ওয়াইন্ডিং কয়েলের তার কোথাও খোলা আছে কিনা (ওপেন সার্কিট টেস্ট)।

২) আর্মেচার ওয়াইন্ডিং-এর কোনো কয়েল অন্য কোনো কয়েলের সাথে শর্ট হয়েছে কিনা (শর্ট সার্কিট টেস্ট)।

৩) ওয়াইন্ডিং কয়েলের কোনো অংশ কোরের সাথে যুক্ত হয়েছে কিনা (আর্থ ফল্ট)।

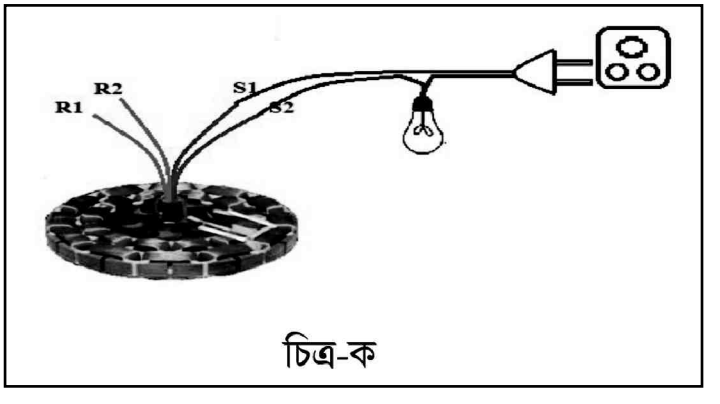
এই টেস্টগুলো করার জন্য একটা সিরিজ টেস্ট ল্যাম্পের দরকার। দুগাছা তারের এক প্রান্তে সাপ্লাই ও অপর প্রান্তদুটো খোলা রেখে, যে কোনো একটা তারের মাঝে যদি একটা বাল্ব লাগানো হয় তবেই একটা সিরিজ টেস্টল্যাম্প তৈরি হবে।



সিরজ টেস্ট ল্যাম্প

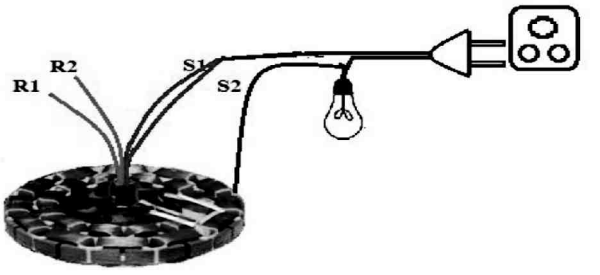
টেস্টের পদ্ধতি—

একটা সিরিজ টেস্টল্যাম্প নিয়ে প্ল্যাগের সঙ্গে যোগ করে সুইচটা অন করতে হবে। টেস্টল্যাম্পের খোলা প্রান্ত দুটো পরস্পর ঠেকালে বাল্বটা জ্বলে উঠবে। এবার টেস্টল্যাম্পের লিড দুটো স্ট্যার্টিং ওয়াইন্ডিং -এর দুটো লিডে ধরতে হবে (চিত্র-ক)। যদি বালবটি অল্প উজ্জ্বলতায় জ্বলে, তবে ওয়াইন্ডিংটি ঠিক আছে। যদি ও ওয়াইন্ডিংটি খোলা আছে। একইভাবে রানিং ওয়াইন্ডিং টেস্ট করতে হবে।



চিত্র-ক

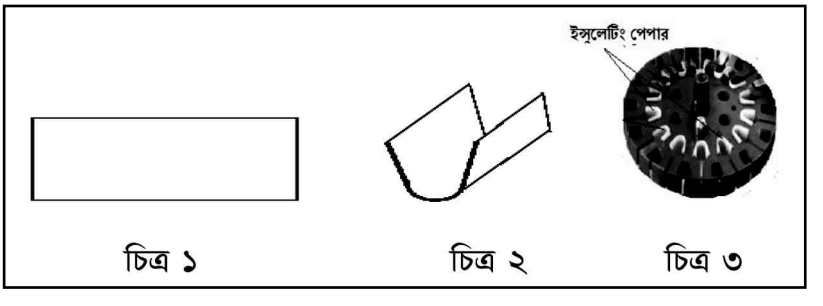
ওয়াইন্ডিং-এর কোনো অংশ কোরের সাথে যুক্ত হয়েছে কিনা টেস্ট করার জন্য প্রথমে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং-এর দুটো লিড এক করে (চিত্র-খ)-র মতো টেস্ট ল্যাম্পের একটা লিডে লাগাতে হবে, টেস্ট আরকটা লিড কোরের গায়ে ধরতে হবে।



চিত্র-খ

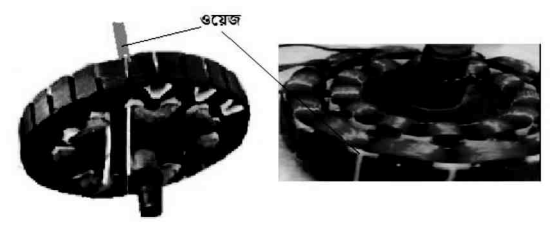
যদি বাল্‌বটি না জ্বলে, তবে বুঝতে হবে যে ওয়াইন্ডিং ও কোরের মধ্যে কোনো শর্ট নেই। যদি বাল্‌বটি অল্প উজ্জ্বলতায় বা খুব উজ্জ্বল হয়ে জ্বলে, তবে বুঝতে হবে যে ওয়াইন্ডিং ও কোরের মধ্যে কোনো শর্ট আছে। একইভাবে রানিং ওয়াইন্ডিং-এর টেস্ট করতে হবে।

আর্মেচারের কোরে কয়েল বসানোর আগে প্রতিটা স্লটে ইন্সুলেটিং পেপার দিতে হয়, যেন কয়েল ও কোরের মধ্যে কোনো সংযোগ না থাকে। ল্যামিনা পেপার, লেদারয়েড পেপার, সিন্থেটিক ফিল্ম প্রভৃতি এই স্লট ইন্সুলেশনের জন্য ব্যবহার হয়ে থাকে। প্রথমে কোরের বেধ বা থিকনেস মেপে নিয়ে, তার থেকে একটু বেশি চওড়া পেপার নিতে হবে। কোরের গভীরতা অনুযায়ী পেপারের দৈর্ঘ্য নিতে হবে। (চিত্র-১)।



চিত্র ১ চিত্র ২ চিত্র ৩

পেপারটিকে চিত্র-২ এর মত করে ভাঁজ দিয়ে, স্লটে বসাতে হবে (চিত্র-৩)। স্লটে কয়েল বসানোর পর ওপরের বারতি পেপারটা কয়েলের ওপর ভাঁজ করে দিতে হবে। তারপর স্লটের মধ্যে কয়েলের ওপর দিয়ে কাঠের বা ফাইবারের চিপ, যাকে ওয়েজ বলে, চাপ দিয়ে বসিয়ে দিতে হবে। (চিত্র-৪)।



চিত্র-৪

এক্সপিরিমেন্ট নং - ৩.২

উদ্দেশ্য— ওয়াইন্ডিং-এর জন্য কয়েল তৈরি করা।

প্রথমে কোরের থিক্‌নেস বা বেধ ও পরপর দুটো স্লটের দূরত্ব মেপে নিতে হবে। তারপর একটা কাঠের ফর্মা তৈরি করতে হবে। কাঠের ফর্মার চওড়া হবে স্লটের দূরত্বের সমান, এবং দৈর্ঘ্য হবে কোরের থিক্‌নেসের দেড়গুণ। এই ফর্মার ওপরে একটা ইনসুলেটিং পেপার জড়িয়ে তার ওপর কয়েলের তার জড়াতে হবে। ডিজাইন অনুযায়ী নির্দিষ্ট গেজের তার নিয়ে নির্দিষ্ট সংখ্যার পাক দিতে হবে। নির্দিষ্ট সংখ্যক পাক দেওয়া হয়ে গেলে, ঐ কয়েলটিকে ফর্মা থেকে সাবধানে খুলে নিয়ে একটা সুতো দিয়ে বেঁধে রাখতে হবে।