Competency Based Learning Materials (CBLMs)

ON

INDUSTRIAL ELECTRONICS

(LIGHT ENGINEERING-BMET)

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

মডিউল নির্দেশিকা

জেনেরিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১	SICIP-LE-IEL-01-G	কর্মক্ষেত্রে পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (ওএইচএস) অনুশীলন প্রয়োগ করা	০৯ ঘন্টা
২	SICIP-LE-IEL-02-G	অপারেট ইন এ সেলফ-ডিরেক্টেড টীম	০৯ ঘন্টা

সেক্টর স্পেসিফিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১	SICIP-LE-IEL-01-S	এপলাই গ্রীন প্রাক্টিসেস	১৮ ঘন্টা

অকুপেশন স্পেসিফিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১	SICIP-LE-IEL-01-O	এপলাই বেসিক কনসেপ্ট অফ ইলেকট্রিকাল এন্ড ইলেকট্রনিক্স	৫৪ ঘন্টা
২	SICIP-LE-IEL-02-O	ইউস ইকুইপমেন্ট এন্ড মিসারিং ডিভাইসেস ইন দি ওয়ার্কপ্লেস	৩৬ ঘন্টা
৩	SICIP-LE-IEL-03-O	এসেমব্লি ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্ট ওন দা পিসিবি	৫৪ ঘন্টা
৪	SICIP-LE-IEL-04-O	সার্ভিস আপ্লিয়েন্সেস এন্ড প্রোডাক্টস.	৯০ ঘন্টা
৫	SICIP-LE-IEL-05-O	এপলাই পিএলসি বেসিক্স ইন ইন্ডাস্ট্রিয়াল কন্ট্রোল	৪৫ ঘন্টা
৬	SICIP-LE-IEL-06-O	সার্ভিস ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এন্ড সিস্টেমস	৪৫ ঘন্টা
		মোট=	৩২৪ ঘন্টা

মডিউল-১: এপ্লাই বেসিক কনসেপ্ট অফ ইলেকট্রিক্যাল অ্যান্ড ইলেকট্রনিক্স

ইউনিট কোড: SICIP-LE-IET-01-0 **নোমিনাল আওয়ার: ৫৪ ঘন্টা**

মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলে মৌলিক বৈদ্যুতিক এবং ইলেকট্রনিক্স এর ধারণা সনাক্ত করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এতে বিশেষ ভাবে মৌলিক বিদ্যুৎ ধারণাটি বোঝা, মৌলিক ইলেকট্রনিক্স উপাদানগুলি সনাক্ত করা, ট্রান্সফরমারের কার্যকারিতা বোঝা এবং কম শক্তির তারগুলি সনাক্ত করার কাজগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখনফল (Learning Outcomes): এই মডিউল সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নের বিষয়গুলো শিখতে পারবে-

১. পদার্থ সম্পর্কে মৌলিক ধারণা লাভ করতে পারবে এবং এর প্রকারভেদ বুঝতে পারবে।
২. বাস্তব উপকরণ দেখে পরিবাহী (Conductor), অপরিবাহী (Insulator) এবং অর্ধপরিবাহী (Semiconductor) সনাক্ত করতে পারবে ।
৩. মাল্টিমিটার বা কন্টিনিউটি টেস্টার ব্যবহার করে বিভিন্ন পদার্থের পরিবাহিতা পরীক্ষা করতে পারবে ।
৪. বিদ্যুতের মৌলিক ধারণা, কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্সের মধ্যে সম্পর্ক (ওহমের সূত্র) ব্যাখ্যা করতে পারবে।
৫. অল্টারনেটিং কারেন্ট (এসি) সিস্টেমে ফ্রিকোয়েন্সির ধারণা লাভ করবে ।
৬. মৌলিক বৈদ্যুতিক পরিমাপ এবং পরিমাপক যন্ত্রের ব্যবহার সম্পর্কে জানতে পারবে ।
৭. তার ও কেবল এবং এদের প্রকারভেদ, জয়েন্টিং পদ্ধতি এবং কালার কোড সম্পর্কে জানতে পারবে ।
৮. ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদানসমূহ চিহ্নিত করতে পারবে এবং এদের কার্যকারিতা ও প্রয়োগ ব্যাখ্যা করতে পারবে ।
৯. অ্যাক্টিভ ও প্যাসিভ কম্পোনেন্টের মধ্যে পার্থক্য এবং সেমিকন্ডাক্টর ও ডোপিং প্রক্রিয়ার গুরুত্ব বর্ণনা করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া (Assessment Criteria): শিক্ষার্থীদের দক্ষতা মূল্যায়নের জন্য নিচের বিষয়গুলো যাচাই করা হবে-

১. বিদ্যুতের মৌলিক ধারণা: বিদ্যুতের মৌলিক ধারণাগুলি সঠিকভাবে বোঝা এবং ব্যাখ্যা করা হয়েছে কি না ।
২. রাশিগুলোর সম্পর্ক: কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্সের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক সঠিকভাবে স্বীকৃত হয়েছে কি না ।
৩. এসি সিস্টেম: এসি সিস্টেমে ফ্রিকোয়েন্সির ধারণা ব্যাখ্যা করা হয়েছে কি না ।
৪. ইলেকট্রনিক উপাদান: ডায়োড, ট্রানজিস্টর (NPN ও PNP), ক্যাপাসিটার এবং রেজিস্টর তাদের বৈশিষ্ট্য ও মান অনুযায়ী সঠিকভাবে চিহ্নিত ও পরীক্ষা করা হয়েছে কি না ।
৫. ট্রান্সফরমার: ট্রান্সফরমারের কার্যপ্রণালী, প্রকারভেদ (স্টেপ-আপ ও স্টেপ-ডাউন) এবং এর প্রাইমারি ও গৌণ উইন্ডিংগুলো সঠিকভাবে চিহ্নিত করা হয়েছে কি না ।
৬. ইন্ডাস্ট্রিয়াল কেবল: শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত কেবলগুলো সঠিকভাবে শ্রেণীবদ্ধ ও চিহ্নিত করা হয়েছে কি না ।
৭. যান্ত্রিক পরীক্ষা: মাল্টিমিটার ব্যবহার করে সার্কিটের কন্টিনিউটি, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স সঠিকভাবে পরিমাপ করা হয়েছে কি না

ইনফরমেশন শিট-১.১: কন্ডাক্টর, সেমিকন্ডাক্টর এবং ইনসুলেটর

শিখনফল-১.১: কন্ডাক্টর, সেমিকন্ডাক্টর এবং ইনসুলেটর সনাক্ত করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:

এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. পদার্থ সম্পর্কে মৌলিক ধারণা লাভ করবে।
২. পরিবাহী (Conductor), অপরিবাহী (Insulator) অর্ধপরিবাহী (Semiconductor) মধ্যে পার্থক্য বুজতে পারবে।
৩. বাস্তব উপকরণ দেখে পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী এবং অপরিবাহী সনাক্ত করবে।
৪. মাল্টিমিটার বা কন্টিনিউটি টেস্টার ব্যবহার করে এদের পরিবাহিতা পরীক্ষা করবে।

পদার্থ সম্পর্কে মৌলিক ধারণাঃ

পদার্থ (Matter) হলো এমন সব কিছু যার **ভর (mass)** আছে এবং **স্থান দখল করে**। সহজ ভাষায় বললে, যা আমরা দেখতে পাই, ছুঁতে পারি, এবং যার ওজন আছে সেগুলোই পদার্থ। যেমন পানি, বাতাস, পাথর ইত্যাদি। বিদ্যুৎ পরিবহন ক্ষমতা মূলত পদার্থের পরমাণুর শেষ কক্ষপথে থাকা ইলেকট্রন সংখ্যার ওপর নির্ভর করে। বিদ্যুৎ পরিবহনের ক্ষমতার ওপর ভিত্তি করে পদার্থকে প্রধানত তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

- পরিবাহী (Conductor)
- অপরিবাহী (Insulator)
- অর্ধপরিবাহী (Semiconductor)

পরিবাহী (Conductor)
যেসব পদার্থের মধ্য দিয়ে খুব সহজেই বিদ্যুৎ চলাচল করতে পারে, তাকে পরিবাহী বলে। এদের পরমাণুর শেষ কক্ষপথে সাধারণত ১ থেকে ৩টি মুক্ত ইলেকট্রন (Free Electrons) থাকে, যা বিদ্যুৎ বহনে সাহায্য করে। এদের রোধ (Resistance) খুব কম হয়। যেমন সোনা, রূপা, তামা (Copper), অ্যালুমিনিয়াম (Aluminum) ইত্যাদি।

অপরিবাহী (Insulator)
যেসব পদার্থের মধ্য দিয়ে কোনোভাবেই বিদ্যুৎ চলাচল করতে পারে না, তাকে অপরিবাহী বলে। এদের পরমাণুর শেষ কক্ষপথের ইলেকট্রনগুলো খুব শক্তভাবে আবদ্ধ থাকে, ফলে কোনো মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না। এদের রোধ (Resistance) অত্যন্ত বেশি তাই এটি শক বৈদ্যুতিক শক থেকে বাঁচায় । এটি সার্কিটের বিদ্যুৎকে সঠিক পথে প্রবাহিত হতে বাধ্য করে। যেমন রাবার, প্লাস্টিক, কাঠ, কাঁচ এবং সিরামিক।

অর্ধপরিবাহী (Semiconductor)
যেসব পদার্থের বিদ্যুৎ পরিবহন ক্ষমতা পরিবাহী এবং অপরিবাহীর মাঝামাঝি, তাদের অর্ধপরিবাহী বলে। সাধারণ তাপমাত্রায় এরা খুব কম বিদ্যুৎ পরিবহন করে, কিন্তু তাপমাত্রা বাড়ালে বা বিশেষ পদ্ধতিতে অপদ্রব্য (Impurity) মিশালে এদের

পরিবাহিতা বেড়ে যায়। যেমন সিলিকন (Si) বা জার্মেনিয়াম (Ge), কার্বন ইত্যাদি। এই অর্ধপরিবাহী পদার্থ গুলো দিয়েই সাধারণত বিভিন্ন ধারনের ইলেক্ট্রনিক্স কম্পোনেন্টস তৈরি হয়। এগুলো সাধারণত গাঢ় ধূসর বা কালো রঙের ছোট ছোট চিপের মতো হয়। এদের শেষ কক্ষপথে সাধারণত ৪ টি ইলেকট্রন থাকে।

পরিবাহী (Conductor), অপরিবাহী (Insulator) অর্ধপরিবাহী (Semiconductor) মধ্যে পার্থক্য

বিষয়	পরিবাহী	অর্ধপরিবাহী	অপরিবাহী
বিদ্যুৎ প্রবাহ	সহজে প্রবাহিত	সীমিত প্রবাহিত	প্রবাহিত হয় না
রোধ	খুব কম	মাঝারি	খুব বেশি
মুক্ত ইলেকট্রন	বেশি (১-৩)	মাঝারি (৪)	নেই
তাপমাত্রার প্রভাব	রোধ বৃদ্ধি পায়	পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়	খুব কম প্রভাব
উদাহরণ	তামা	সিলিকন	রাবার

বাস্তব উপকরণ দেখে পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী এবং অপরিবাহী সনাক্তকরণ

পরিবাহী সনাক্তকরণ

চেনার উপায়	বাস্তব উদাহরণ	ব্যবহার দেখে চেনা
সাধারণত ধাতব (Metallic) চকচকে বা রূপালি রঙের ভারী ও শক্ত তার বা পাত আকারে থাকে	তামার তার অ্যালুমিনিয়াম তার লোহার রড স্টিল স্ক্রু	বিদ্যুৎ লাইনের তার সার্কিট সংযোগ মোটরের কয়েল

অপরিবাহী সনাক্তকরণ

চেনার উপায়	বাস্তব উদাহরণ	ব্যবহার দেখে চেনা
প্লাস্টিক বা রাবার জাতীয় হালকা ও নমনীয় ধাতব নয় তারের বাইরের আবরণে ব্যবহৃত	প্লাস্টিক স্কেল রাবার কাঠ সিরামিক	সুইচ বোর্ড তারের কভার ইনসুলেটর ক্যাপ

অর্ধপরিবাহী সনাক্তকরণ

চেনার উপায়	বাস্তব উদাহরণ	ব্যবহার দেখে চেনা
ছোট আকারের কালো বা গাঢ় ধূসর। সাধারণত ইলেকট্রনিক বোর্ডে লাগানো থাকে। তিন বা দুই পা বিশিষ্ট (যেমন: ডায়োড, ট্রানজিস্টর)	ডায়োড ট্রানজিস্টর আইসি চিপ	মোবাইল ফোন টিভি কম্পিউটার পাওয়ার সাপ্লাই বোর্ড

মাল্টিমিটার বা কন্টিনিউটি টেস্টার ব্যবহার করে পরিবাহিতা পরীক্ষা

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: ডিজিটাল মাল্টিমিটার অথবা কন্টিনিউটি টেস্টার

মাল্টিমিটার ব্যবহার পদ্ধতি

- ধাপ ১: মাল্টিমিটারকে "℮ (Ohm)" অথবা "Continuity" মোডে সেট করুন।
- ধাপ ২: লাল প্রোব (Positive) ও কালো প্রোব (Common) সঠিক পোর্টে লাগান।
- ধাপ ৩: পরীক্ষাধীন বস্তুটির দুই প্রান্তে প্রোব স্পর্শ করুন।

ফলাফল বিশ্লেষণ

- যদি 'BEEP' শব্দ হয় বা রিডিং খুব কম (০–১০ ℮):
  👉 এটি পরিবাহী
- যদি কোনো রিডিং না আসে বা OL দেখায়:
  👉 এটি অপরিবাহী
- যদি একদিকে রিডিং দেখায় কিন্তু উল্টো দিকে না দেখায়:
  👉 এটি অর্ধপরিবাহী (যেমন ডায়োড)

কন্টিনিউটি টেস্টার ব্যবহার

কাজের পদ্ধতি:

- দুটি প্রোব বস্তুতে লাগান
- যদি বাতি জ্বলে বা শব্দ হয় ⟶ পরিবাহী
- যদি কোনো প্রতিক্রিয়া না হয় ⟶ অপরিবাহী

তুলনামূলক পর্যবেক্ষণ ছক

উপকরণ	মাল্টিমিটার রিডিং	শ্রেণী
তামার তার	০–১ ℮	পরিবাহী
প্লাস্টিক	OL	অপরিবাহী
ডায়োড	একদিকে রিডিং	অর্ধপরিবাহী
সিরামিক	OL	অপরিবাহী

নিরাপত্তা সতর্কতা

- লাইভ লাইনে পরীক্ষা করা যাবে না।
- মাল্টিমিটার সঠিক রেঞ্জে সেট করতে হবে।
- ভেজা হাতে পরীক্ষা করা যাবে না।
- প্রোব সঠিকভাবে ধরতে হবে।

সেলফ-চেক (Self-Check)-১.১

প্রশ্ন ১: বৈদ্যুতিক ওভারহেড লাইনে সাধারণত কোন পরিবাহী (Conductor) ব্যবহার করা হয়?
ক) তামা (Copper)
খ) অ্যালুমিনিয়াম (Aluminum)
গ) রাবার

প্রশ্ন ২: তাপমাত্রা বাড়লে কোনটির বিদ্যুৎ পরিবহন ক্ষমতা (Conductivity) বৃদ্ধি পায়?
ক) সিলিকন (Silicon)
খ) লোহা (Iron)
গ) প্লাস্টিক

প্রশ্ন ৩: ইলেকট্রিক ক্যাবলের ওপর প্লাস্টিকের আবরণ দেওয়ার প্রধান কারণ কী?
ক) তারকে সুন্দর দেখানো
খ) সার্কিটে ভোল্টেজ বাড়ানো
গ) শর্ট সার্কিট এবং ইলেকট্রিক শক থেকে সুরক্ষা দেওয়া

উত্তর পত্র (Answer key) - ১.১

১. (খ), ২. (ক), ৩. (গ)।

জব শীট (Job Sheet) - ১.১

জবের নাম: পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী এবং অপরিবাহী সনাক্তকরণ ও এদের বৈশিষ্ট্য যাচাই কর।

নির্দেশনাবলী (Instructions):

১. এই ডেমোনেস্ট্রশনটি পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী এবং অপরিবাহী সনাক্তকরণ ও এদের বৈশিষ্ট্য যাচাই করে।
২. ইহা এক বা একাদিক ইউনিটের পারফরম্যান্স ক্রাইটেরিয়ার ভিত্তিতে তৈরি।
৩. এই মুল্যায়ন কার্যক্রমটি আপনার মৌলিক দক্ষতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হবে।
৪. রির্সোসগুলোর সাথে পরিচিত হওয়ার জন্য আপনাকে পনেরো (১৫) মিনিট সময় দেওয়া হবে।

কাজের ধাপ (Work Procedure)

ধাপ ১: ল্যাব টেবিল থেকে বিভিন্ন ধরনের নমুনা (যেমন: তার, চিপ, রাবার) সংগ্রহ করুন।
ধাপ ২: মাল্টিমিটারটিকে 'Ohm' (e) বা 'Continuity' মোডে সেট করুন।
ধাপ ৩: মাল্টিমিটারের দুটি প্রোব নমুনার দুই প্রান্তে ধরুন।
ধাপ ৪: যদি মিটার 'BEEP' শব্দ করে বা খুব কম রোধ দেখায়, তবে সেটি পরিবাহী।
ধাপ ৫: যদি মিটার কোনো রেসপন্স না করে, তবে সেটি অপরিবাহী।
ধাপ ৬: যদি মিটারের মান বিশেষ দিকে রিডিং দেখায় (যেমন ডায়োডের ক্ষেত্রে), তবে সেটি অর্ধপরিবাহী।

স্পেসিফিকেশন সিট (Specification Sheet):

প্রয়োজনীয় উপকরণ (Tools & Materials)

ক্রমিক	নাম (Name)	কাজ (Visual Reference)
১	এনালগ/ডিজিটাল মাল্টিমিটার	পরিবাহিতা মাপার জন্য
২	নমুনা উপকরণ	তামার তার, সিলিকন ডায়োড, রাবার, সিরামিক, অ্যালুমিনিয়াম
৩	কানেক্টিং লিড	সংযোগ দেওয়ার জন্য

কাজের বিবরন (Description):

কাজের সময় নিচের ছকটি পূরণ করুন:

নমুনা নং	নাম	মিটারের রিডিং (লো / হাই / নাই)	শ্রেণীবিভাগ
১	তামার তার		
২	প্লাস্টিক স্কেল		
৩	ডায়োড (Diode)		
৪	সিরামিক টুকরো		

সতর্কতা (Precautions)

১. মাল্টিমিটার ব্যবহারের আগে ব্যাটারি চেক করে নিতে হবে।
২. নগ্ন তার বা লাইভ সার্কিটে কাজ করার সময় সতর্ক থাকতে হবে।
৩. সঠিক পরিমাপের জন্য প্রোবগুলো নমুনার সাথে শক্তভাবে ধরতে হবে।

ইনফরমেশন শিট-১.২: বিদ্যুৎ সম্পর্কিত মৌলিক ধারণা

শিখনফল-১.২: বিদ্যুৎ সম্পর্কিত মৌলিক ধারণাটি বুঝতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন, করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. বিদ্যুতের মৌলিক ধারণা সম্পর্কে জানতে পারবে।
২. কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্সের মধ্যে সম্পর্ক সম্পর্কে জানতে পারবে।
৩. অল্টারনেটিং কারেন্ট (এসি) সিস্টেমে ফ্রিকোয়েন্সির ধারণা লাভ করবে।
৪. মৌলিক বৈদ্যুতিক পরিমাপ

বিদ্যুতের মৌলিক ধারণা

বিদ্যুৎ হলো পরমাণুর ইলেকট্রনের প্রবাহের সাথে সম্পর্কিত এক ধরণের শক্তি, যা পরিবাহী পদাথের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। যখন এই ইলেকট্রনগুলো একটি পরমাণু থেকে অন্য পরমাণুতে স্থানান্তরিত হয়, তখন বিদ্যুতের সৃষ্টি হয়। এটি আলো, তাপ, শব্দ এবং গতির মতো বিভিন্ন শক্তি উৎপন্ন করে বিভিন্ন কাজ সম্পন্ন করে, যেমন আমাদের আধুনিক প্রযুক্তির ডিভাইস চালানো, মোবাইল চার্জিং, বৈদ্যুতিক পাখা, কম্পিউটার, এবং আলো জ্বালাতে ব্যবহৃত বিদ্যুৎ। বিদ্যুৎ প্রধানত দুই প্রকার: স্থির বিদ্যুৎ (আধানের অবস্থান নির্দিষ্ট থাকা) এবং চল বিদ্যুৎ (আধানের চলমান প্রবাহ)।

স্থির বিদ্যুৎ (Static Electricity): এটি হলো আধান বা চার্জের একটি অস্থায়ী অবস্থা, যেখানে চার্জগুলো স্থির থাকে বা একটি নির্দিষ্ট স্থানে জমা হয়। ঘর্ষণ বা আবেশের মাধ্যমে স্থির বিদ্যুৎ উৎপন্ন হতে পারে।

চল বিদ্যুৎ (Current Electricity): এটি হলো পরিবাহী পদার্থের মধ্য দিয়ে চার্জ বা ইলেকট্রনের নিরবচ্ছিন্ন প্রবাহ। আমাদের বাড়িতে ব্যবহৃত বিদ্যুৎ সাধারণত চল বিদ্যুৎ।

বৈদ্যুতিক রাশি: বৈদ্যুতিক রাশি হলো ভৌত জগতে পরিমাপযোগ্য যেকোনো কিছু যা বৈদ্যুতিক চার্জ, ক্ষেত্র বা শক্তির সাথে সম্পর্কিত। এর মধ্যে রয়েছে তড়িৎ প্রবাহ, বিভব, রোধ, আধান, ক্ষেত্রফল, ক্ষমতা ইত্যাদি, যার প্রত্যেকটির নিজস্ব একক এবং কিছু রাশির জন্য দিকও প্রয়োজন হয়। কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ বৈদ্যুতিক রাশি:

তড়িৎ প্রবাহ (Electric Current): বৈদ্যুতিক চার্জের প্রবাহের হার, যার একক অ্যাম্পিয়ার। একে I দ্বার প্রকাশ করা হয়। Electric Current দুই প্রকার। যথা- এসি (অল্টারনেটিং কারেন্ট) ও ডিসি (ডাইরেক্ট কারেন্ট) ।

বৈদ্যুতিক বিভব বা ভোল্টেজ (Electric Potential): বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র দ্বারা সৃষ্ট বিভব, যা কোনো চার্জকে স্থানান্তরিত করতে প্রয়োজনীয় কাজ নির্দেশ করে। একে দ্বার V প্রকাশ করা হয়। এর একক ভোল্ট।

বৈদ্যুতিক রোধ (Electric Resistance): বৈদ্যুতিক প্রবাহের প্রতি বস্তুর যে বাধা, তা রোধ নামে পরিচিত, যার একক ওহম (e) । একে দ্বার R প্রকাশ করা হয়।

ক্যাপাসিট্যান্স (Capacitance): একটি বস্তুর বৈদ্যুতিক চার্জ সঞ্চয় করার ক্ষমতাকে ক্যাপাসিট্যান্স বলে। এর একক হলো ফ্যারাড (F) ।

বৈদ্যুতিক আধান (Electric Charge): পদার্থের মৌলিক বৈশিষ্ট্য যা আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের কারণ। এর একক কুলম্ব।

তড়িৎ ক্ষেত্র (Electric Field): বৈদ্যুতিক আধানযুক্ত বস্তুকে ঘিরে থাকা এমন একটি ভৌত ক্ষেত্র, যা অন্য চার্জযুক্ত বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করে। এটি একটি ভেক্টর রাশি, অর্থাৎ এর মান ও দিক উভয়ই আছে।

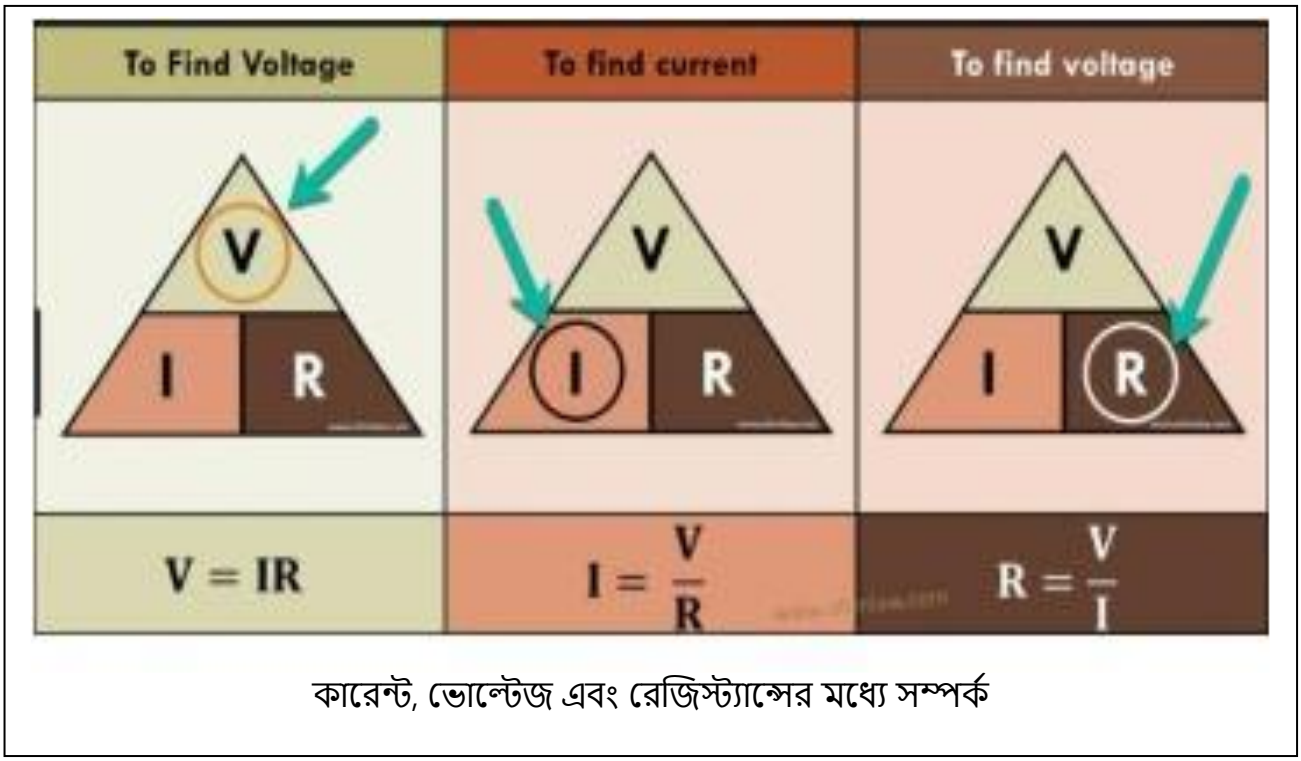
ক্ষমতা (Power): প্রতি একক সময়ে ব্যবহৃত বা রূপান্তরিত শক্তির পরিমাণ, যার একক ওয়াট।

শক্তি (Energ): কাজ করার ক্ষমতা। বৈদ্যুতিক শক্তি পরিমাপের জন্য কিলোওয়াট-ঘণ্টা একক ব্যবহৃত হয়।

ইম্পিড্যান্স (Impedance): ইম্পিড্যান্স হলো একটি পরিবর্তী বৈদ্যুতিক বর্তনীর (AC circuit) মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহের মোট বাধাকে বোঝায়। এটি শুধু রোধই নয়, এতে ক্যাপাসিটরের (ক্যাপাসিটিভ রিঅ্যাকটান্স) এবং ইন্ডাকটরের (ইন্ডাকটিভ রিঅ্যাকটান্স) কারণে সৃষ্ট বাধাও অন্তর্ভুক্ত থাকে। ইম্পিড্যান্সকে 'Z' অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং এর একক হলো ওহম (e) ।

কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্সের মধ্যে সম্পর্ক:

কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্স এর মধ্যে সম্পর্ক ওহমের সূত্রে ব্যাখ্যা করা হয়। যেমন-



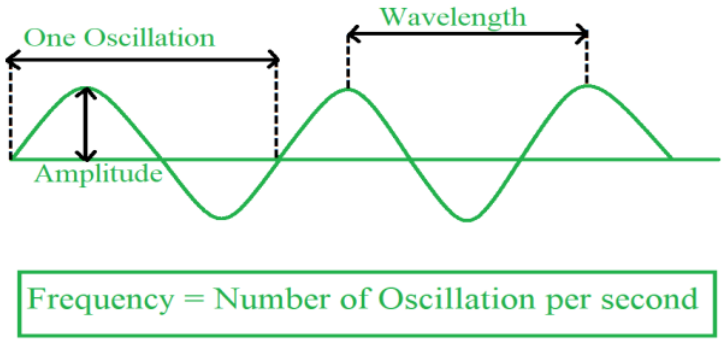
কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্সের মধ্যে সম্পর্ক

এখানে, V = ভোল্টেজ, I = কারেন্ট, R = রেজিস্ট্যান্স

যদি রেজিস্ট্যান্স Fixed থাকে, তবে ভোল্টেজ এবং কারেন্ট সরাসরি সম্পর্কিত। অর্থাৎ, ভোল্টেজ বাড়ালে কারেন্টও বাড়বে। যদি ভোল্টেজ Fixed থাকে, তবে রেজিস্ট্যান্সের মান বাড়ালে কারেন্ট কমে যাবে। একইভাবে, যদি কারেন্ট Fixed থাকে, তবে রেজিস্ট্যান্স বাড়ালে ভোল্টেজ বাড়বে।

অল্টারনেটিং কারেন্ট (এসি) সিস্টেমে ফ্রিকোয়েন্সির ধারণা

অল্টারনেটিং কারেন্ট (AC) সিস্টেমে ফ্রিকোয়েন্সি হলো কারেন্টের দিক পরিবর্তনের হার। সহজভাবে বলতে গেলে, এসি কারেন্ট প্রতি সেকেন্ডে কতবার পজিটিভ ও নেগেটিভ দিক পরিবর্তন করে, সেই সংখ্যাকেই ফ্রিকোয়েন্সি বলা হয়। একে f দ্বারা প্রকাশ করা হয়, এর একক হার্টজ (Hz) । এসি ওয়েভফর্ম সাধারণত সাইন ওয়েভ আকারে ওঠানামা করে।



Frequency = Number of Oscillation per second

একটি সম্পূর্ণ সাইকেল (Cycle) হলো: পজিটিভ জিরো নেগেটিভ আবার জিরো যতগুলো পূর্ণ সাইকেল হয় তাকে ফ্রিকোয়েন্সি (Hz) বলে। বাংলাদেশসহ অনেক দেশে এসি লাইনের ফ্রিকোয়েন্সি ৫০ Hz এবং যুক্তরাষ্ট্রে ফ্রিকোয়েন্সি ৬০ Hz।

মৌলিক বৈদ্যুতিক পরিমাপ

বৈদ্যুতিক রাশি পরিমাপ করার জন্য নির্দিষ্ট বৈদ্যুতিক পরিমাপক যন্ত্র ব্যবহার করা হয়, যেমন কারেন্ট পরিমাপের জন্য অ্যামিটার, ভোল্টেজ পরিমাপের জন্য ভোল্টমিটার, পাওয়ার পরিমাপের জন্য ওয়াটমিটার এবং শক্তি পরিমাপের জন্য এনার্জিমিটার। এই যন্ত্রগুলো বৈদ্যুতিক রাশি যেমন-ভোল্টেজ, কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স, পাওয়ার, এনার্জি ইত্যাদি পরিমাপ করে।

অ্যামিটার	ভোল্টমিটার	ওহমমিটার

ওয়াটমিটার	এনার্জিমিটার	মাল্টিমিটার

সাধারণ বৈদ্যুতিক পরিমাপক যন্ত্র ও তাদের কাজ-

- অ্যামিটার (Ammeter): বৈদ্যুতিক সার্কিটে কারেন্ট বা তড়িৎ প্রবাহ পরিমাপ করে।
- ভোল্টমিটার (Voltmeter): বৈদ্যুতিক সার্কিটে ভোল্টেজ বা বিভব পার্থক্য পরিমাপ করে।
- ওয়াটমিটার (Wattmeter): বৈদ্যুতিক পাওয়ার বা ক্ষমতা পরিমাপ করে।
- এনার্জিমিটার (Energy Meter): ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক শক্তি বা এনার্জি পরিমাপ করে, যা সাধারণত বাড়িতে ব্যবহার করা হয়
- মাল্টিমিটার (Multimeter): ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং রেজিস্ট্যান্স সহ একাধিক বৈদ্যুতিক রাশি পরিমাপ করতে পারে। একে এভিও মিটার বলে। মাল্টিমিটার এনালগ ও ডিজিটাল দুই ধরনের হয়ে থাকে।

সেলফ-চেক (Self-Check) -১.২

১. তড়িৎ প্রবাহ কী?

২. রেজিস্ট্যান্স কী?

৩. কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ বৈদ্যুতিক রাশির নাম লিখ।

৪. ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং রেজিস্ট্যান্স এর মধ্যে সম্পর্ক লিখ।

৫. ফ্রিকোয়েন্সি কী?

৬. বাংলাদেশর এসি লাইনের ফ্রিকোয়েন্সি কত?

৭. মাল্টিমিটারের সাহায্যে কোন কোন বৈদ্যুতিক রাশি পরিমাপ করা যায়?

৮. অ্যামিটার, ভোল্টমিটার, ওয়াটমিটার, এনার্জিমিটার, ওহমমিটারের সাহায্যে কিকাজ করা হয়?

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.২

১. উত্তর: বৈদ্যুতিক চার্জের প্রবাহের হারকে তড়িৎ প্রবাহ বা কারেন্ট বলে।

২. উত্তর: বৈদ্যুতিক প্রবাহের প্রতি বস্তুর বাধাকে রেজিস্ট্যান্স বলে।

৩. উত্তর: কারেন্ট, ভোল্টেজ, রেজিস্ট্যান্স, ক্যাপাসিট্যান্স, ইম্পিড্যান্স।

৪. উত্তর: $V = IR$

৫. উত্তর: এসি কারেন্ট প্রতি সেকেন্ডে কতবার পজিটিভ ও নেগেটিভ দিক পরিবর্তন করে, সেই সংখ্যাকেই ফ্রিকোয়েন্সি বলা হয়।

৬. উত্তর: ৫০ Hz

৭. উত্তর: কারেন্ট, ভোল্টেজ, রেজিস্ট্যান্স, ক্যাপাসিটেন্স।

৮. উত্তর: অ্যামিটার: কারেন্ট পরিমাপ করা হয়।
ভোল্টমিটার: ভোল্টেজ পরিমাপ করা হয়।
ওয়াটমিটার: বৈদ্যুতিক পাওয়ার পরিমাপ করা হয়।
এনার্জিমিটার: কিলো ওয়াট ঘন্টা পরিমাপ করা হয়।
ওহমমিটার: রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা হয়।

জব শিট (Task-Sheet)-১.২.১

জবের নাম (Task Name): সাধারণ বৈদ্যুতিক পরিমাপক যন্ত্র ও তাদের কাজ বর্ননা কর।

নির্দেশনাবলী (Instructions):

১. এই ডেমোনেস্ট্রশনটি সাধারণ বৈদ্যুতিক পরিমাপক যন্ত্র ও তাদের কাজ পরিমাপ করে।
২. ইহা এক বা একাদিক ইউনিটের পারফরম্যান্স ক্রাইটেরিয়ার ভিত্তিতে তৈরি।
৩. এই মুল্যায়ন কার্যক্রমটি আপনার মৌলিক দক্ষতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হবে।
৪. রির্সোসগুলোর সাথে পরিচিত হওয়ার জন্য আপনাকে পনেরো (১৫) মিনিট সময় দেওয়া হবে।

প্রক্রিয়া (Procedure):

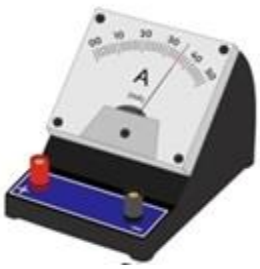
১. কাজের ধরন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় ব্যাক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম ব্যবহার ও পর্যবেক্ষণ করুন।
২. সরবরাহকৃত স্পেসিফিকেশন তথ্য পড়ুন ।
৩. কাজটি সম্পূর্ন করতে প্রয়োজনীয় সকল উপকরন সংগ্রহ করুন।
৪. নির্ধারিত সময়ের মধ্যে কাজটি সম্পূর্ন করুন।
৫. সর্বদা স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা সংক্রান্ত নির্দেশনা মেনে চলুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet):

১. প্রয়োজনীয় উপকণ, যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম সংগ্রহ করুন।
২. প্রয়োজনীয় সাধারণ বৈদ্যুতিক পরিমাপক যন্ত্র সংগ্রহ করুন।
৩. সাধারণ বৈদ্যুতিক পরিমাপক যন্ত্র পর্যবেক্ষণ করুন।
৪. সাধারণ বৈদ্যুতিক পরিমাপক যন্ত্র পরীক্ষা করে বুঝুন এটির কাজকি।
৫. ছবির সাথে মিল রেখে তাদের কাজ নিচের ছকে লিখুন।

ওয়ার্কসিট: কাজের বিবরন (Description):

কাজের সময় নিচের ছকটি পূরণ করুন:

ক্রমিক নং	পরিমাপক যন্ত্রের ছবি	পরিমাপক যন্ত্রের নাম	পরিমাপক যন্ত্রের কাজ	মন্তব্য
১				
২				

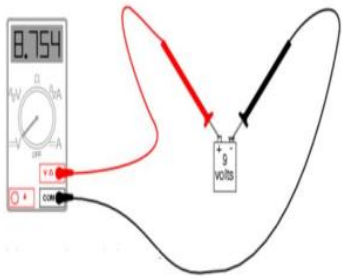
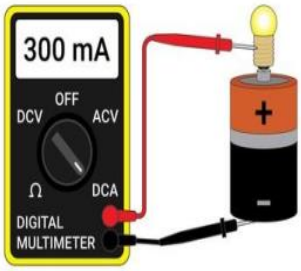
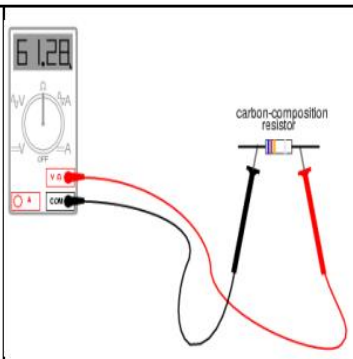
৩				
৪				
৫				
৬				

প্রয়োজনীয় রিসোর্স (Resources required):

পিপিই	টুলস	ইকুইপমেন্ট	মালামাল
এপ্রোন, মাস্ক, গগলস এবং গ্লাভস	পরিমাপক যন্ত্রের সেম্পল,	পরিমাপক যন্ত্র	রেকর্ডসীট, কলম, নোট বুক

সতর্কতা (Precautions)

- মাল্টিমিটার ব্যবহারের আগে ব্যাটারি চেক করে নিতে হবে।
- নগ্ন তার বা লাইভ সার্কিটে কাজ করার সময় সতর্ক থাকতে হবে।
- সঠিক পরিমাপের জন্য প্রোবগুলো নমুনার সাথে শক্তভাবে ধরতে হবে।

		
ভোল্টেজ পরিমাপের পদ্ধতি	কারেন্ট পরিমাপের পদ্ধতি	রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের পদ্ধতি

ইনফরমেশন শিট-১.৩: ইন্ডাস্ট্রিয়াল তার ও কেবল

শিখনফল ১.৩: ইন্ডাস্ট্রিয়াল তার ও কেবল সম্পর্কে ধারনা লাভ করা।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন, করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

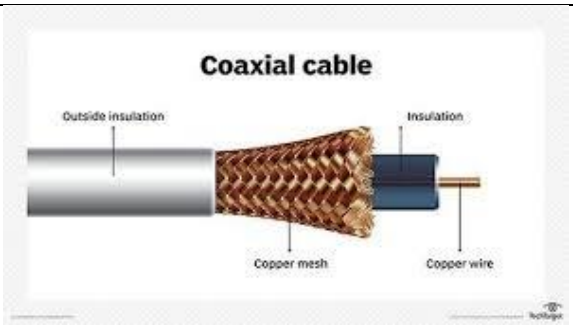
১. তার ও কেবল এবং এদের প্রকারভেদ।
২. ক্যাবল জয়েন্টিং পদ্ধতি (Cable Jointing Methods)
৩. ডমেস্টিক ও ইন্টারন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী ক্যাবল কালার কোড

তার ও কেবল এবং এদের প্রকারভেদ।

তার (Wire):
একটি একক ধাতব পরিবাহক (সাধারণত তামা বা অ্যালুমিনিয়াম) যেটি বিদ্যুৎ পরিবাহনের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি একক কন্ডাক্টর, খালি বা ইন্সুলেশনসহ হতে পারে।

তারের প্রকারভেদ (Types of Wires)

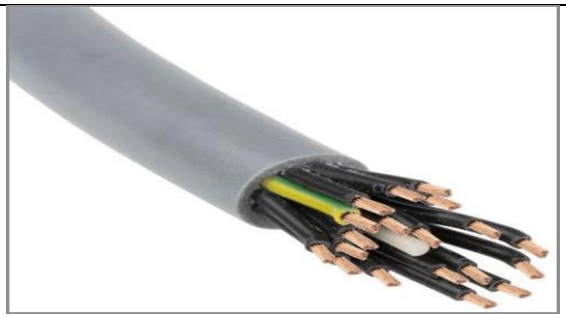
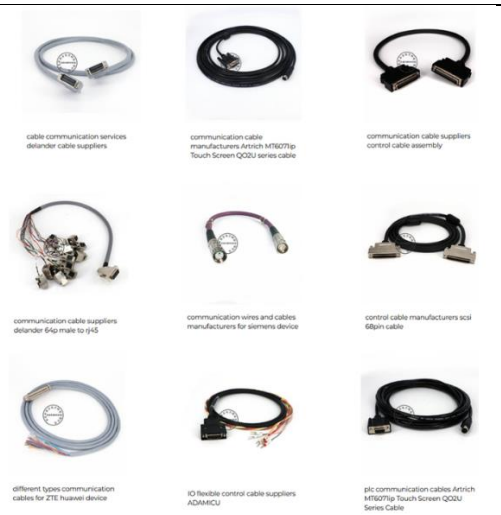
তারের ধরন	ছবি
একক-কোর তার (Single-core cable) হলো এমন এক ধরনের বৈদ্যুতিক তার, যাতে ইনসুলেশন আবরণের ভেতরে শুধুমাত্র একটি পরিবাহী কোর বা কন্ডাক্টর থাকে।	
মাল্টি-কোর তার (Multi-Core Wires) একই ইনসুলেশনের ভেতর একাধিক সূক্ষ্ম তার একত্রে পাকানো থাকে।	

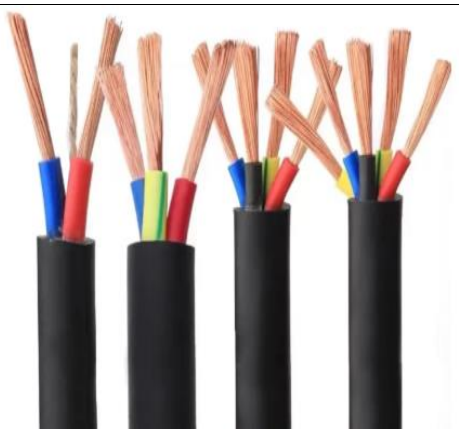
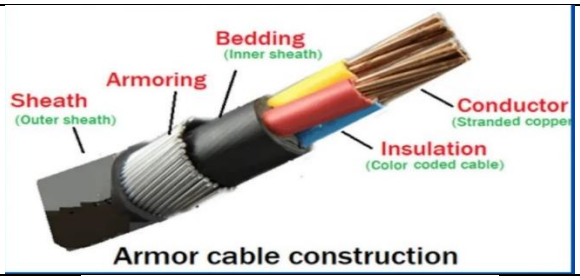
জোড়া-পাকানো তার (Twisted-Pair Wires) দুটি তার একে অপরের সাথে পেঁচানো থাকে ইন্টারনেট ক্যাবল বা LAN-এ দেখা যায়।	
কোঅ্যাক্সিয়াল কেবল, হল এক ধরণের বৈদ্যুতিক তার যা একটি অভ্যন্তরীণ পরিবাহী দ্বারা গঠিত যা একটি সমকেন্দ্রিক পরিবাহী ঢাল দ্বারা বেষ্টিত থাকে, দুটি একটি ডাইইলেক্ট্রিক (অন্তরক উপাদান) দ্বারা পৃথক থাকে।	
প্লাস্টিক/রাবার কভারযুক্ত তার (Insulated Wire) প্লাস্টিক (PVC) বা রাবার কভারযুক্ত তার হলোবৈদ্যুতিকপরিবাহকের (তামা/অ্যালুমিনিয়াম) ওপরের নিরাপত্তা আবরণ, যা শট-সার্কিট ও বিদ্যুৎস্পৃষ্ট হওয়া রোধ করে। পলিভিনাইল ক্লোরাইড (PVC) সাশ্রয়ী ও গৃহস্থালির কাজে সেরা, অন্যদিকে রাবার ইনসুলেশন অধিক নমনীয়তা, তাপ ও পানি নিরোধক ক্ষমতা প্রদান করে, যা শিল্পক্ষেত্রে উপযোগী ।	
ইন্সুলেশনবিহীন খালি তার (Bare Wire) এটি প্লাস্টিক বা রাবারের প্রতিরক্ষামূলক আবরণ (insulation) ছাড়া সরাসরি তামা, অ্যালুমিনিয়াম বা স্টিলের তৈরি বৈদ্যুতিক পরিবাহী। এটি মূলত গ্রাউন্ডিং সিস্টেম (grounding), এ ওভারহেড পাওয়ার লাইন এবং উচ্চ তাপমাত্রার স্থানে ব্যবহৃত হয়। এই তারগুলো অধিক বিদ্যুৎ প্রবাহ বহন করতে পারে এবং সাশ্রয়ী, তবে বৈদ্যুতিক শকের ঝুঁকি এড়াতে সতর্কতা প্রয়োজন।	

ক্যাবল

দুই বা ততোধিক তারকে (conductor) একত্রে সমান্তরাল বা পাকিয়ে নির্দিষ্ট ইন্সুলেশন ও প্রোটেক্টিভ কভার দিয়ে মোড়ানো অবস্থায় তৈরি পরিবাহককে ক্যাবল বলে।

ক্যাবলের প্রকারভেদ (Types of Cables)

পাওয়ার ক্যাবল (**Power Cable):** উচ্চ ভোল্টেজ ও কারেন্ট বহনের জন্য ব্যবহৃত হয় (যেমন: বাসা-বাড়ির মেইন লাইন) ।	
কন্ট্রোল ক্যাবল (Control Cable): অটোমেশন বা মেশিনারিজের সিগন্যাল নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়।	
কমিউনিকেশন ক্যাবল (Communication Cable) ডাটা বা তথ্য আদান-প্রদানের জন্য ব্যবহৃত হয় (যেমন: টেলিফোন লাইন)	

ফ্লেক্সিবল ক্যাবল (Flexible Cables) সহজে বাঁকানো যায় এমন ক্যাবল, যা পোর্টেবল ডিভাইসে ব্যবহৃত হয়।	
আর্মর্ড ক্যাবল **(Armored Cable):** যান্ত্রিক সুরক্ষা নিশ্চিত করতে স্টিলের আবরণযুক্ত শক্ত ক্যাবল।	
আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল **(Underground Cable):** মাটির নিচ দিয়ে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য বিশেষভাবে ইনসুলেটেড ক্যাবল।	
ফায়ার-রেসিস্টেন্ট ক্যাবল (**Fire-Resistant Cable):** আগুনের তাপেও নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত বিদ্যুৎ সরবরাহ সচল রাখতে পারে।	

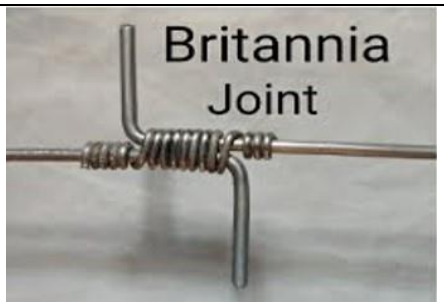
তার ও ক্যাবল এর মধ্যে পার্থক্য

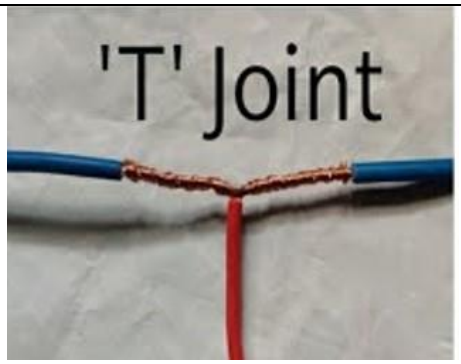
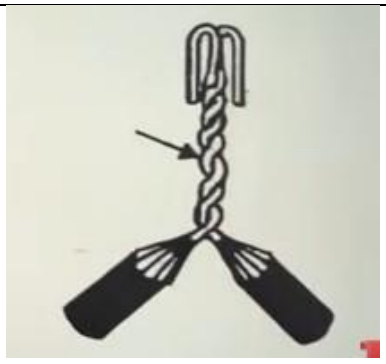
	তার	ক্যাবল
সংগঠন	একক পরিবাহক	ক্যাবল একাধিক পরিবাহকের সমষ্টি
ইন্সুলেশন	তার সাধারণত পাতলা ইন্সুলেশন থাকে বা কখনও খোলা থাকে।	ক্যাবল একাধিক স্তরের ইন্সুলেশন ও সুরক্ষা থাকে
শক্তি পরিবহন	তার স্বল্প দূরত্ব ও সাধারণ লোড বহনে উপযোগী।	ক্যাবল দীর্ঘ দূরত্ব ও বেশি লোড বহনে উপযোগী।
ব্যবহার	তার ঘরের সাধারণ সংযোগ, ছোট ডিভাইস।	ক্যাবল শিল্প কারখানা, আন্ডারগ্রাউন্ড ট্রান্সমিশন, হাই ভোল্টেজ সাপ্লাই।

ক্যাবল জয়েন্টিং পদ্ধতি (Cable Jointing Methods)

ক্যাবল জয়েন্ট হলো দুটি বা ততোধিক বৈদ্যুতিক তারকে একসাথে যুক্ত করে অবিচ্ছিন্ন পথ তৈরি করা, যা তার প্রসারিত বা মেরামতে ব্যবহৃত হয়

ক্যাবল বা তার সংযোগ করার প্রধান কয়েকটি পদ্ধতি নিচে আলোচনা করা হলো:

ব্রিটানিয়া জয়েন্ট **(Britannia Joint) :** এটি মূলত শক্ত সিঙ্গেল কোর তারের যান্ত্রিক শক্তি বৃদ্ধির জন্য ব্যবহৃত হয়।	
মেরিড জয়েন্ট **(Married Joint):** মাল্টি-স্ট্র্যান্ড বা বহু তন্তুর তারের ক্ষেত্রে এই জয়েন্ট অত্যন্ত মজবুত।	

ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট (Western Union Joint): দীর্ঘ ওভারহেড লাইনের তার সংযোগে এটি ব্যবহৃত হয়।	
টি-জয়েন্ট (T-Joint): মেইন লাইন থেকে কোনো শাখা লাইন বের করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।	
টুইস্টেড জয়েনঃ দুটি তারের ইনসুলেশন ছাড়িয়ে একে অপরের সাথে পেঁচিয়ে বা মুচড়িয়ে শক্ত বৈদ্যুতিক সংযোগ তৈরি করা। এটি মূলত তার লম্বা করতে, মেরামত বা প্যানেল বোর্ডে ব্যবহৃত হয়, যা ভালো পরিবাহিতা দেয় এবং পরে সোল্ডারিং করে আরও মজবুত করা যায়।	
পিগটেইল ক্যাবল জয়েন্ট (Pig-tail joint): হলো দুই বা ততোধিক তারের প্রান্ত ইনসুলেশন মুক্ত করে একসাথে পেঁচিয়ে লুপ বা লেজের মতো তৈরি করার মৌলিক পদ্ধতি। এটি মূলত জংশন বক্সে তার সংযোগ বা দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিতে ব্যবহৃত হয়, যা প্লায়ার দিয়ে শক্তভাবে পেঁচিয়ে, সোল্ডারিং ও টেপিং করে নিরাপদ করা হয়।	

ডমেস্টিক ও ইন্টারন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী ক্যাবল কালার কোড

ক্যাবল শনাক্তকরণের জন্য কালার কোড জানা অত্যন্ত জরুরি। নিচে বাংলাদেশে প্রচলিত (IEC স্ট্যান্ডার্ড) কালার কোড দেওয়া হলো:

সিঙ্গেল ফেজ এসি সার্কিট

ফেজ (Phase/Live): সাধারণত লাল (Red) বা বাদামী (Brown)। এটি কারেন্ট বহনকারী তার।	**নিউট্রাল (Neutral):** সাধারণত কালো (Black) বা নীল (Blue)। এটি কারেন্ট ফেরতের পথ।	**আর্থ (Earth/Ground):** সাধারণত সবুজ (Green) বা সবুজ-হলুদ (Green-Yellow)। এটি নিরাপত্তার জন্য ব্যবহৃত হয়।

থ্রি-ফেজ এসি সার্কিট

লাইন ১ (L1): লাল (Red) / বাদামী (Brown)	**লাইন ২ (L2):** হলুদ (Yellow) / কালো (Black)	**লাইন ৩ (L3):** নীল (Blue) / ধূসর (Grey)

ডিসি পাওয়ার (DC Power):

পজিটিভ (+): লাল (Red)
নেগেটিভ (-): কালো (Black)

সেলফ-চেক (Self-Check)-১.৩

১. আর্মার্ড ক্যাবল কেন ব্যবহার করা হয়?
২. মাটির নিচ দিয়ে বিদ্যুৎ নেওয়ার জন্য কোন ক্যাবল উপযুক্ত?
৩. ফেইজ এবং নিউট্রাল তারের সাধারণ রং কী কী?
৪. থ্রি-ফেজ লাইনে L1, L2, L3 এর জন্য প্রচলিত তিনটি রঙ কী কী?
৫. নিউট্রাল তারের রঙ নীল কেন ব্যবহার করা হয়?
৬. পুরোনো এবং নতুন ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ডে ফেজ তারের রঙের পরিবর্তন কী?

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.৩

১. সবুজ অথবা সবুজ-হলুদ।
২. আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল
৩. ফেইজ: লাল/বাদামী; নিউট্রাল: কালো/নীল।
৪. লাল, হলুদ এবং নীল (RYB) ।
৫. আন্তর্জাতিক স্ট্যান্ডার্ড (IEC) অনুযায়ী নিউট্রালকে আলাদাভাবে চিহ্নিত করতে নীল রঙ বরাদ্দ।
৬. পুরোনো স্ট্যান্ডার্ডে ফেজ ছিল লাল, নতুন স্ট্যান্ডার্ডে এটি বাদামী (Brown) ।

জব শিট (Task-Sheet)-১.৩.১

জবের নাম (Task Name): বিভিন্ন প্রকার ক্যাবল ও ওয়্যার শনাক্তকরণ এবং কালার কোড যাচাইকরণ।

নির্দেশনাবলী (Instructions):
১. কাজ শুরুর আগে অবশ্যই পিপিই (PPE) পরিধান করুন।
২. ক্যাবল কাটার সময় সতর্ক থাকুন যেন কন্ডাক্টর ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।
৩. প্রতিটি ক্যাবলের গায়ে থাকা লেখা (Specification) নোট করুন।

কাজের বিবরণ (Description):

১. শিক্ষার্থী বিভিন্ন ধরনের ক্যাবলের নমুনা সংগ্রহ করবে ।
২. এরপর তাদের গঠন দেখে আর্মার্ড, ফ্লেক্সিবল বা টুইস্টেড পেয়ার হিসেবে আলাদা করবে।
৩. এরপর কালার কোড অনুযায়ী তাদের কাজ চিহ্নিত করবে।

স্পেশিফিকেশন শীট

জবের নাম (Task Name): বিভিন্ন প্রকার ক্যাবল ও ওয়্যার শনাক্তকরণ এবং কালার কোড যাচাইকরণ।

প্রয়োজনীয় পিপিই:
হ্যান্ড গ্লাভস, সেফটি জুতা, অ্যাপ্রন।

প্রয়োজনীয় টুলস:
কম্বিনেশন প্লায়ার্স, ওয়্যার স্ট্রিপার, ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ।

প্রয়োজনীয় ইকুইপমেন্ট:
ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্টার (Megger) ।

প্রয়োজনীয় মালামাল (Resources required):
১.৫ আরএম পাওয়ায় ক্যাবল,
৩-কোর ফ্লেক্সিবল ক্যাবল, কো-এক্সিয়াল ক্যাবল, পিভিসি টেপ।

ইনফরমেশন শিট-১.৪: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর ধারণা

শিখনফল (Learning Outcomes)-১.৪: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর ধারণা অনুধাবন (Understand Industrial Electronics Concepts)

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন, করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর মৌলিক ধারণা
২. ভোল্টেজ, কারেন্ট ও রেজিস্ট্যান্সের সম্পর্ক (ওহমের সূত্র) ব্যাখ্যা করতে পারবে।
৩. অ্যাক্টিভ ও প্যাসিভ কম্পোনেন্টের মধ্যে পার্থক্য করতে পারবে।
৪. সেমিকন্ডাক্টর ও ডোপিং প্রক্রিয়ার গুরুত্ব বর্ণনা করতে পারবে।

ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর মৌলিক ধারণা (Basic electronics concepts)

ইলেকট্রনিক্স হলো বিজ্ঞানের সেই শাখা যা ভ্যাকুয়াম, গ্যাস বা সেমিকন্ডাক্টরের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন প্রবাহ এবং এর নিয়ন্ত্রণ নিয়ে কাজ করে।

বিজ্ঞানের যে শাখায় ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ও উৎপাদন প্রক্রিয়ার নিয়ন্ত্রণ, নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স বলে । এখানে ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহৃত পিএলসি, রোবট, সেন্সর এবং ড্রাইভের মতো প্রযুক্তির ব্যবহার ও উন্নয়ন নিয়ে আলোচনা করা হয়।

ভোল্টেজ (Voltage): এটি হলো বৈদ্যুতিক চাপ যা সার্কিটে ইলেকট্রন প্রবাহে সাহায্য করে। এর একক ভোল্ট (V) ।

কারেন্ট (Current): ইলেকট্রনের প্রবাহকে কারেন্ট বলে। এর একক অ্যাম্পিয়ার (A) ।

রেজিস্ট্যান্স (Resistance): যা কারেন্ট প্রবাহে বাধা প্রদান করে। এর একক ওহম (e) ।

ভোল্টেজ, কারেন্ট ও রেজিস্ট্যান্সের সম্পর্ক

ওহমের সূত্র (Ohm's Law): একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে পরিমান কারেন্ট (I) প্রবাহিত হয় তা ঐ পরিবাহীর দুই প্রান্তের ভোল্টেজ (V) পার্থক্যের সমানুপাতিক।

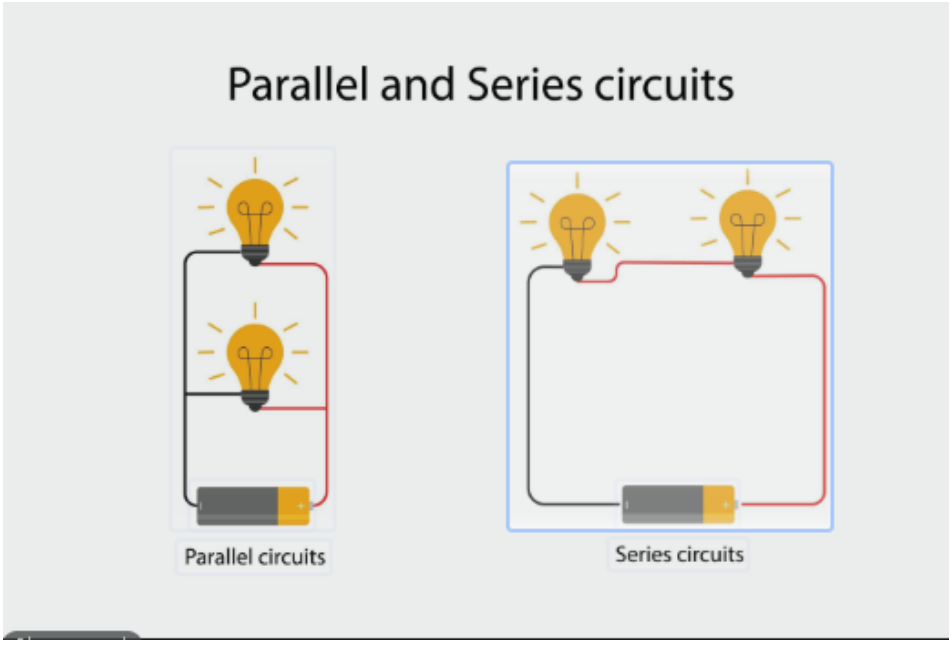
সূত্র: $I \propto V$

(যখন রোধ স্থির থাকে)

$V=IR$

সিরিজ সার্কিট: যেখানে উপাদানগুলো একটির পর একটি যুক্ত থাকে এবং কারেন্ট চলাচলের একটি মাত্র পথ থাকে।

প্যারালাল সার্কিট: যেখানে উপাদানগুলো এমনভাবে যুক্ত থাকে যাতে কারেন্ট চলাচলের একাধিক পথ থাকে।



অ্যাক্টিভ ও প্যাসিভ কম্পোনেন্ট

অ্যাক্টিভ কম্পোনেন্ট (Active Components): ইলেকট্রনিক সার্কিটের যেই সব উপাদান সার্কিটে শক্তি প্রদান করে বা ইলেকট্রিক সিগন্যালকে কন্ট্রোল/অ্যামপ্লিফাই (বর্ধিত) করতে পারে, তাদের অ্যাক্টিভ কম্পোনেন্ট বলে। যেমন

ট্রানজিস্টর (Transistor): সিগন্যাল অ্যামপ্লিফিকেশন (অডিও অ্যাম্পলিফায়ার) এবং সুইচিং হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

প্যাসিভ কম্পোনেন্ট (Passive Components): যেসব ইলেকট্রনিক উপাদান সরাসরি শক্তি প্রদান না করে, বরং বিদ্যমান শক্তি ব্যবহার করে সার্কিটের কার্যকারিতা নিয়ন্ত্রণ করে, তাদের প্যাসিভ কম্পোনেন্ট বলে। প্যাসিভ কম্পোনেন্টগুলো হলো রেজিস্টর (Resistor), ক্যাপাসিটর (Capacitor), এবং ইনডাক্টর (Inductor) ইত্যাদি।

ডায়োড (Diode): কারেন্টকে একমুখী করতে (Rectification) ব্যবহার করা হয়।

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC): কম্পিউটার প্রসেসর বা মাইক্রোকন্ট্রোলারে, যা জটিল কাজ নিয়ন্ত্রণ করে।
সোর্স (Sources): ব্যাটারি বা জেনারেটর, যা সার্কিটে ভোল্টেজ বা কারেন্ট সরবরাহ করে।

সেমিকন্ডাক্টর ও ডোপিং প্রক্রিয়ার গুরুত্ব

বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী বা সেমিকন্ডাক্টরের (যেমন সিলিকন) সাথে অতি সামান্য পরিমাণে অপদ্রব্য বা ভেজাল (impurity) মিশিয়ে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা (conductivity) ইচ্ছাকৃতভাবে বৃদ্ধি করার প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে। ডোপিং এর মাধ্যমে N-type বা P-type অর্ধপরিবাহী তৈরি করা হয়, যা ডায়োড, ট্রানজিস্টর তৈরির মূল ভিত্তি।

পি - টাইপ সেমিকন্ডাক্টরঃ বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী (যেমন- সিলিকন বা জার্মেনিয়াম) এর সাথে ৩-যোজী মৌল (যেমন- বোরন, অ্যালুমিনিয়াম, গ্যালিয়াম, ইন্ডিয়াম) অপদ্রব্য হিসেবে মিশিয়ে (ডোপিং) পি-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর গঠিত হয়।
এন-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরঃ বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী (যেমন- সিলিকন বা জার্মেনিয়াম) এর সাথে ৫-যোজী মৌল (যেমন- ফসফরাস, আর্সেনিক বা অ্যান্টিমনির) অপদ্রব্য হিসেবে মিশিয়ে (ডোপিং) এন-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর গঠিত হয়।

ডায়োড: এটি শুধুমাত্র একদিকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে দেয়, যা এসি (AC) কারেন্টকে ডিসি (DC) তে রূপান্তর করতে ব্যবহৃত হয়। ট্রানজিস্টর: এটি সুইচ হিসেবে অথবা দুর্বল সিগন্যালকে শক্তিশালী (Amplification) করতে ব্যবহৃত হয়।

সেলফ-চেক (Self-Check) - ১.৪

(সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন দিন বা উত্তর লিখুন)

১. ১. ওহমের সূত্রের গাণিতিক রূপ কোনটি?
   (ক) V = I/R (খ) V = IR (গ) I = VR
২. কোনটি প্যাসিভ কম্পোনেন্ট?
   (ক) ট্রানজিস্টর (খ) ডায়োড (গ) রেজিস্টর
৩. এসি (AC) কারেন্টকে ডিসি (DC) তে রূপান্তর করতে কী ব্যবহৃত হয়?
৪. ৫-যোজী মৌল মিশিয়ে কোন ধরনের সেমিকন্ডাক্টর তৈরি করা হয়?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ১.৪

১. (খ) V = IR
২. (গ) রেজিস্টর
৩. ডায়োড (Rectification)
৪. এন-টাইপ (N-type) সেমিকন্ডাক্টর

জব শিট (Job Sheet):১.৪.১

জবের নাম: ওহমের সূত্র যাচাইকরণ এবং বেসিক সার্কিট গঠন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি:

১. ডিজিটাল মাল্টিমিটার।
২. পাওয়ার সাপ্লাই (ব্যাটারি)।
৩. রেজিস্টর (বিভিন্ন মানের)।
৪. ব্রেডবোর্ড ও কানেক্টিং ওয়্যার।

কাজের ধাপ:

১. ব্রেডবোর্ডে একটি রেজিস্টর সংযোগ করুন।
২. রেজিস্টরের দুই প্রান্তে ব্যাটারি সংযোগ দিয়ে ভোল্টেজ মেপে নিন।
৩. সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট মাল্টিমিটার দিয়ে পরিমাপ করুন।
৪. V = IR সূত্র ব্যবহার করে প্রাপ্ত মানের সাথে হিসাব মিলিয়ে দেখুন।

ইনফরমেশন শিট-১.৫: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (রেজিস্টর)

শিখনফল-১.৫: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (রেজিস্টর) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।
শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. রেজিস্টর এর মৌলিক ধারণা লাভ করবে।
২. রেজিস্টর এর প্রকারভেদ
৩. রেজিষ্ট্যান্স গুরুপিং (Resistance Grouping) করতে পারবে।
৪. মাল্টিমিটার এবং কালার কোডের মাধ্যমে রেজিস্টরের মান নির্ণয় পদ্ধতি।
৫. অ্যানালগ মাল্টি মিটারের সাহায্যে রেজিস্টরের মান নির্নয় পদ্ধতি ।
   I. ডিজিটাল মাল্টি মিটারের সাহায্যে রেজিস্টরের মান নির্ণয় পদ্ধতি ।
   II. কালার কোডের মাধ্যমে রেজিস্টরের মান নির্নয়।
   III. ব্যান্ড রেজিস্টরের জন্য মান নির্ণয় পদ্ধতি।
   IV. ব্যান্ড রেজিস্টরের জন্য মান নির্ণয় পদ্ধ।
   V. ব্যান্ড রেজিস্টরের জন্য মান নির্ণয় পদ্ধতি।
৬. সারফেস মাউন্ট ডিভাইস (SMD) রেসিস্টর এর মান নির্ণয় করার পদ্ধতি।
৭. ৩-ডিজিট কোড (3-Digit Code)
৮. ৪-ডিজিট কোড (4-Digit Code)
৯. EIA-96 পদ্ধতি (Precision Resistors)
১০. 'R', 'M' এবং ‘0’ কোড (Low Resistance)

রেজিস্টর এর মৌলিক ধারণা

রেজিস্টর একটি দুই টার্মিনাল বিশিষ্ট প্যাসিভ ইলেকট্রিক্যাল ডিভাইস যা বৈদ্যুতিক সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহে আংশিক বাধা প্রদান করে। রেজিস্ট্যান্সের একক ওহম। এর প্রতীক e।

রেজিস্টর সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহে বাধা প্রদান করে এবং একই সাথে সার্কিটে ভোল্টেজ ড্রপ করে। রেজিস্টরের ধর্মকে রেজিস্ট্যান্স বলে। সার্কিটের বিভিন্ন পথের কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে বিভিন্ন কম্পোনেন্টকে প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ প্রদান করাই রেজিস্টরের কাজ।

রেজিস্ট্যান্সের একক ওহম। এর প্রতীক e। ওহম অনেক ছোট, তাই কিলো ওহম এবং মেগা ওহমও ব্যবহার করা হয়। রেজিস্টরের স্পেসিফিকেশনে কারেন্ট রেটিংও দেয়া থাকে। যেমনঃ 1/4 W, 1/2W, 1W, 5W বা10W, ওয়াট যত বেশি হবে, কারেন্ট বহন ক্ষমতা তত বেশি হবে এবং আকৃতি তত বড় হবে। কারেন্টকে কি পরিমাণ বাধা দিবে তা এর মান ও ম্যাটেরিয়ালের উপর নির্ভর করে। রেজিস্টর বিভিন্ন পদার্থ দিয়ে তৈরি হয়, তবে কার্বণ দিয়ে সবচেয়ে বেশি তৈরি হয়। কার্বণ রেজিস্টর ছোট এবং চিকন হয়। রেজিস্টরের দুই প্রান্তে দুটি টার্মিনাল থাকে। টার্মিনাল দুটি সার্কিটে সংযোগ করা হয়।

রেজিস্ট্যান্সঃ পরিবাহির যে বৈশিষ্টের কারণে বিদ্যুৎ প্রবাহ বাধাগ্রস্থ হয় তাকে রেজিস্ট্যান্স বলে।

রেজিস্টর এর প্রকারভেদ

রেজিস্টর (Resistor) মুলত দুই প্রকার:

- **ফিক্সড রেজিস্টর**
- **ভেরিয়েবল রেজিস্টর**

ফিক্সড রেজিস্টর

যে Resistor এর মান ফিক্সড থাকে বা যে রেজিস্টরের মান তৈরি করার সময় নির্দিষ্ট করে দেওয়া হয় এবং যার মান পরিবর্তন করা সম্ভব না তাকে ফিক্সড বা অপরিবর্তনশীল Resistor বলে।

- ✓ ফিক্সড রেজিস্টর
- ✓ কার্বন কম্পোজিট
- ✓ কার্বন পাইল
- ✓ কার্বন ফিল্ম
- ✓ প্রিন্টেড কার্বন
- ✓ থিক এবং ফিল্ম
- ✓ মেটাল ফিল্ড
- ✓ মেটাল অক্সাইড ফিল্ড
- ✓ ওয়্যার উন্ড
- ✓ ফয়েল

ভেরিয়েবল রেজিস্টর:

যে রেজিস্টরের মান প্রয়োজন অনুসারে বাড়ানো-কমানো সম্ভব তাকে ভেরিয়েবল রেজিস্টর বা পরিবর্তনশীল রেজিস্টর বলে।

- ✓ ভেরিয়েবল রেজিস্টর
- ✓ এডজাস্টেবল
- ✓ পটেনশিওমিটার
- ✓ রেজিস্ট্যান্স ডিকেড বক্স

রেজিস্টরের কাজঃ

সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহে বাধা প্রধান করা বা ভোল্টেজ ড্রপ ঘটানোই রেজিস্টরের প্রধান কাজ। এক্ষেত্রে প্রশ্ন আসতে পারে কেন সার্কিটে বা কোন পার্টসকে কম ভোল্ট বা কারেন্ট প্রবাহে বাধা প্রধান করার প্রয়োজন পরে। এ বিষয়টি একটি উদাহরনের মাধ্যমে আমরা সহজে বুঝতে পারব, ধরুন একটি সার্কিটে এল.ই.ডি.(লাইট ইমেটিং ডায়োড) আছে যার ভোল্টেজ রেঞ্জ ১.৫ থেকে ৩ ভোল্ট। এখন কোন কারনে যদি সার্কিটে সোর্স ভোল্টেজ ৩ ভোল্টের বেশি চলে আসে তখন কম্পোনেন্ট (এল ই ডি) টি নষ্ট হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এ জাতীয় বিষয় যেনো না ঘটে এর জন্য সার্কিটে রেজিস্টর ব্যবহার করা হয়। Resistor এল ই ডি এর ক্ষেত্রে ৩ ভোল্টের বেশি ভোল্টেজ কে ড্রপ করে দিবে। এছাড়া রেজিস্টর প্রয়োজন মোতাবেক কারেন্ট ও ভোল্টেজ সরবরাহ করে থাকে। আমরা এখানে শুধুমাত্র একটি এল ই ডি এর ক্ষেত্রে উদাহরণ দিলাম। কিন্তু Resistor মূলত সকল ক্ষেত্রেই এই ধরনের কাজ করে থাকে।

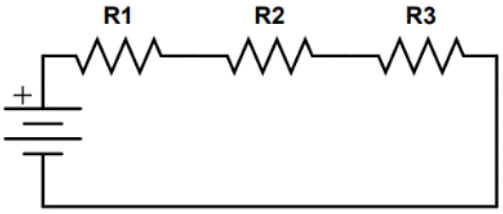
রেজিষ্ট্যান্স গুরুপিং (Resistance Grouping)

রেজিষ্ট্যান্স সার্কিটে ভোল্টেজ ড্রপ ঘাটয় এবং কারন্টে হ্রাস করে।এজন্য রেজিষ্ট্যান্সকে কখনও সিরিজে কখনও প্যারালালে আবার কখন ও সিরিজ প্যারালাল সমন্বয় করতে হয়।রেজিষ্ট্যান্স এর সমন্বয়কে রেজিষ্ট্যান্স গ্রুপিং বলে।

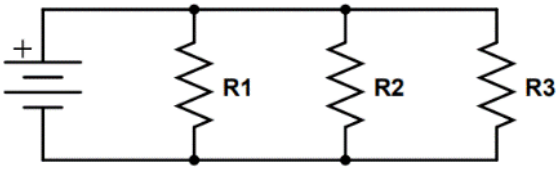
রেজিষ্ট্যান্স গুরুপিং দুই প্রকারঃ

- সিরিজ গুরুপিং (Series Grouping)
- প্যারালাল গুরুপিং ((Series Grouping)

Resistors in Series



Resistors in Parallel



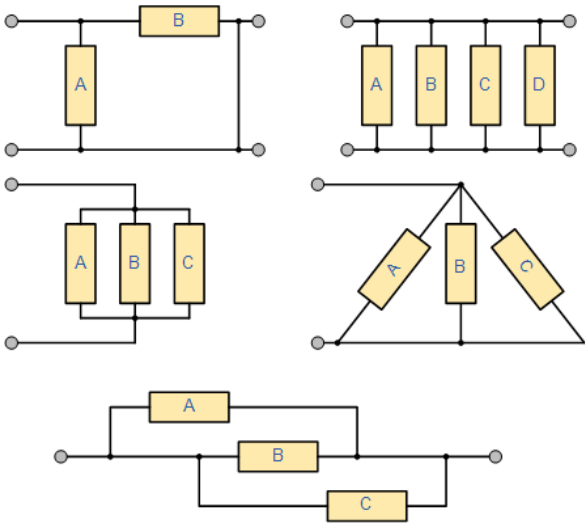
In a series circuit, the total resistance simply adds:
$R_{Total} = R1 + R2 + R3 + ... + R_N$

Parallel Resistor Equation

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} ..... + \frac{1}{R_n} \text{ etc}$$

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

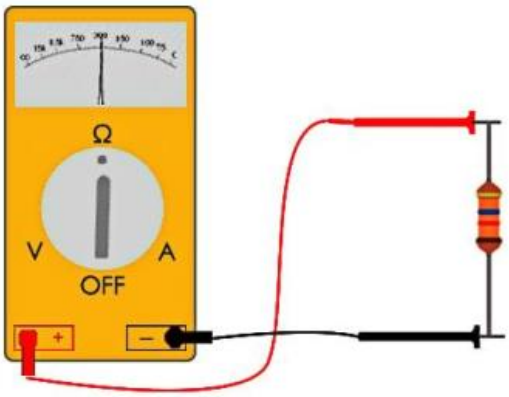
বিভিন্ন ধরণের প্যারালাল রেজিস্টর নেটওয়ার্ক (Various Parallel Resistor Networks)



মাল্টিমিটার এবং কালার কোডের মাধ্যমে রেজিস্টরের মান নির্ণয় পদ্ধতি

অ্যানালগ মাল্টি মিটারের সাহায্যে রেজিস্টরের মান নির্নয়

অ্যানালগ মাল্টিমিটারের সাহায্যে রেজিস্টরের মান নির্ণয় করা খুবই সহজ। নিচে ধাপে ধাপে পদ্ধতিটি দেওয়া হলো-



মাল্টিমিটারের রেঞ্জ সিলেকশন (e Range): মাল্টিমিটারের ডায়ালে e (ওহম) রেঞ্জ নির্বাচন করতে হবে। সাধারণত রেঞ্জ থাকে: x1, x10, ×100, ×1k ইত্যাদি। প্রায় মান অনুমান করে একটি রেঞ্জ নির্বাচন করতে হবে। যদি না জানা থাকে তাহলে মাঝামাঝি কোনো রেঞ্জ দিয়ে করতে হবে।

জিরো অ্যাডজাস্ট (Zero Adjustment): এটি অ্যানালগ মিটার ব্যবহারের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। মাল্টিমিটারের দুটি প্রোব একসাথে স্পর্শ করতে হবে। মিটার স্কেলের ডান পাশে ০ (শূন্য) ওহম দেখানোর জন্য "e ADJ" নোবটি ঘুরিয়ে সূচককে ঠিক ০-তে আনতে হবে। যদি ০ তে না আসে, তাহলে ব্যাটারির চার্জ কমে থাকতে পারে।

রেজিস্টরের সাথে প্রোব সংযোগ: রেজিস্টরের দুই প্রান্তে মাল্টিমিটারের দুই প্রোব দিন। রেজিস্টরের পোলারিটি নেই, তাই যেকোনো প্রান্তে যেকোনো প্রোব দিতে পারবেন।

স্কেল থেকে মান পড়া: অ্যানালগ মিটারে সাধারণত উপরের একটি স্কেল থাকে ওযস স্কেল নামে। সূচক যে স্থানে দাঁড়াবে, সেই স্কেলের মান দ্ধ (গুণ) করতে হবে। নির্বাচিত রেঞ্জ ফ্যাক্টর দিয়ে।

ডিজিটাল মাল্টি মিটারের সাহায্যে রেজিস্টরের মান নির্ণয়

ডিজিটাল মাল্টিমিটারের সাহায্যে রেজিস্টরের মান নির্ণয় করা অ্যানালগ মাল্টিমিটারের চেয়ে আরও সহজ ও নির্ভুল। নিচে ধাপে ধাপে পদ্ধতিটি দেওয়া হলো-

মাল্টিমিটার চালু করা: মাল্টিমিটারটি আন করতে হবে।রেজিস্ট্যান্স (e) মাপার মোড নির্বাচন: ডায়ালটি e (Ohm) চিহ্নের দিকে ঘুরিয়ে নিন। বেশিরভাগ ডিজিটাল মাল্টিমিটারে Auto-range থাকে, সেক্ষেত্রে রেঞ্জ নিজে নির্বাচন করতে হয় না। যদি ম্যানুয়াল রেঞ্জ থাকে, তবে অনুমান করে কাছাকাছি রেঞ্জ নির্বাচন করতে হবে। (যেমন 200 e, 2Ke, 20ke ইত্যাদি) ।

রেজিস্টর সার্কিট থেকে আলাদা করা: সঠিক মান পেতে রেজিস্টরটি সার্কিট থেকে কমপক্ষে এক প্রান্ড বিচ্ছিন্ন করতে হবে। সার্কিটে যুক্ত অবস্থায় অন্যান্য উপাদান রিডিংকে প্রভাবিত করতে পারে।

প্রোব সংযোগ করা: কালো প্রোব COM পোর্টে এবং লাল প্রোব VQmA পোর্টে লাগাতে হবে। এগুলো সাধারণত প্রি-সেট থাকে।

এবার মাল্টিমিটারের প্রোব দুটি রেজিস্টরের দুই প্রন্তে স্পর্শ করতে হবে। রেজিস্টরের পোলারিটি নেই। যেকোনো দিকেই প্রোব লাগাতে পারবেন।

ডিসপ্লে থেকে মান পড়া: মাল্টিমিটারের স্ক্রিনে সরাসরি রেজিস্টরের মান প্রদর্শিত হবে। যদি রেঞ্জ ছোট হয়, ডিসপ্লেতে OL বা ১ দেখাতে পারে। এর মানে রেজিস্টরের মান নির্বাচিত রেঞ্জের বাইরে। তখন উচ্চতর রেঞ্জে যান।

রিডিং স্থির হওয়া পর্যন্ত অপেক্ষা করতে হবে। রিডিং কয়েক সেকেন্ডের মধ্যে স্থিতিশীল হয়ে যায়।

কালার কোডের মাধ্যমে রেজিস্টরের মান নির্নয়

রেজিস্টরের গায়ের রং দেখে রেজিস্টরের মান নির্ণয়ের পদ্ধতিকে কালার কোড পদ্ধতি বলে। রেজিস্টরের গায়ে সাধারণত ৪, ৫, বা ৬টি রঙের ব্যান্ড থাকে। এই ব্যান্ডগুলি বাম থেকে ডানে পড়ে মান নির্ণয় করা হয়। প্রতিটি রঙের একটি নির্দিষ্ট মান, গুণক (multiplier) এবং সহনশীলতা (tolerance) থাকে।

রেজিস্টর কালার কোড চার্ট ঃ

রঙ	সংখ্যাসূচক মান	গুণক (Multiplier)	সহনশীলতা (Tolerance)
কালো	০	×১০° বা ×১ Ω	-
বাদামী	১	×১০¹ বা ×১০ Ω	± ১%
লাল	২	×১০² বা ×১০০ Ω	± ২%
কমলা	৩	×১০³ বা ×১K Ω	-
হলুদ	৪	×১০⁴ বা ×১০K Ω	-
সবুজ	৫	×১০⁵ বা ×১০০K Ω	± ০.৫%
নীল	৬	×১০⁶ বা ×১M Ω	± ০.২৫%
বেগুনি	৭	×১০⁷ বা ×১০M Ω	± ০.১%
ধূসর	৮	×১০⁸ বা ×১০০M Ω	± ০.০৫%
সাদা	৯	×১০⁹ বা ×১G Ω	-
সোনালী	-	×১০⁻¹ বা ×০.১ Ω	± ৫%
রূপালী	-	×১০⁻²বা ×০.০১ Ω	± ১০%

রেজিস্টর কালার কোড

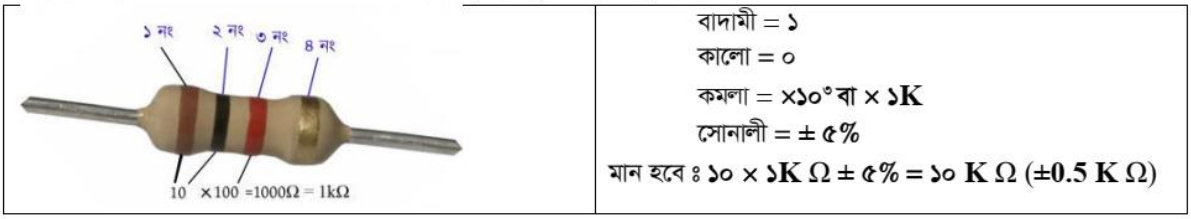
৪-ব্যান্ড রেজিস্টরের জন্য মান নির্ণয় পদ্ধতি:

সাধারণত ৪-ব্যান্ড রেজিস্টর বেশি দেখা যায়। সোনালী বা রূপালী ব্যান্ডটি সাধারণত টলারেন্স ব্যান্ড হয় এবং এটি ডানদিকে থাকে।

- প্রথম ব্যান্ড: এটি প্রথম সংখ্যা নির্দেশ করে।
- দ্বিতীয় ব্যান্ড: এটি দ্বিতীয় সংখ্যা নির্দেশ করে।
- তৃতীয় ব্যান্ড (গুণক): এই রঙের মান দিয়ে প্রথম দুটি সংখ্যা দ্বারা গঠিত মানকে গুণ করতে হবে।
- চতুর্থ ব্যান্ড (সহনশীলতা): এটি মানের শতকরা নির্ভুলতা (tolerance) নির্দেশ করে।

সূত্রঃ রেজিস্ট্যান্স = (১ম সংখ্যা, ২য় সংখ্যা) × গুণক ± সহনশীলতা

উদাহরণ-১। যদি একটি রেজিস্টরের রঙগুলি বাদামী, কালো, কমলা এবং সোনালী হয়-



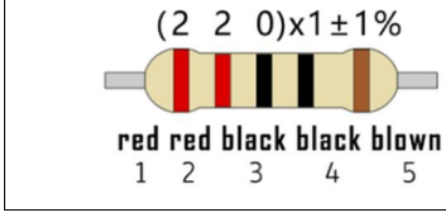
বাদামী = ১
কালো = ০
কমলা = ×১০^{৩} বা × ১K
সোনালী = ± ৫%
মান হবে ঃ ১০ × ১K Ω ± ৫% = ১০ K Ω (±0.5 K Ω)

৫-ব্যান্ড রেজিস্টরের জন্য মান নির্ণয় পদ্ধতিঃ

৫-ব্যান্ড রেজিস্টরের মান নির্ণয় পদ্ধতিটি ৪-ব্যান্ড রেজিস্টরের মতোই, তবে এখানে রঙের ব্যান্ডগুলির ভূমিকা কিছুটা ভিন্ন। এই পদ্ধতিতে রেজিস্টরের মান বের করার জন্য আপনাকে নিচের ধাপ অনুসরণ করতে হবে:

- প্রথম ব্যান্ডটি প্রথম অঙ্ক নির্দেশ করে।
- দ্বিতীয় ব্যান্ডটি দ্বিতীয় অঙ্ক নির্দেশ করে।
- তৃতীয় ব্যান্ডটি তৃতীয় অঙ্ক নির্দেশ করে।
- চতুর্থ ব্যান্ডের ভূমিকা (গুণক): চতুর্থ ব্যান্ডটি গুণক (multiplier) হিসেবে কাজ করে। প্রথম তিনটি অঙ্ক দিয়ে গঠিত সংখ্যার সাথে এই ব্যান্ডের নির্ধারিত মান (১০-এর ঘাত হিসাবে) গুণ করতে হবে।
- পঞ্চম ব্যান্ডের ভূমিকা (টলারেন্স): পঞ্চম ব্যান্ডটি টলারেন্স (tolerance) বা সহনশীলতা নির্দেশ করে, অর্থাৎ রেজিস্টরের প্রকৃত মান আদর্শ মান থেকে কত শতাংশ কম বা বেশি হতে পারে।

উদাহরণ-২: যদি একটি রেজিস্টরে বাম থেকে ডানে ব্যান্ডগুলো যথাক্রমে লাল, লাল, কালো, কালো এবং সোনালী হয়, তবে মান হবে:



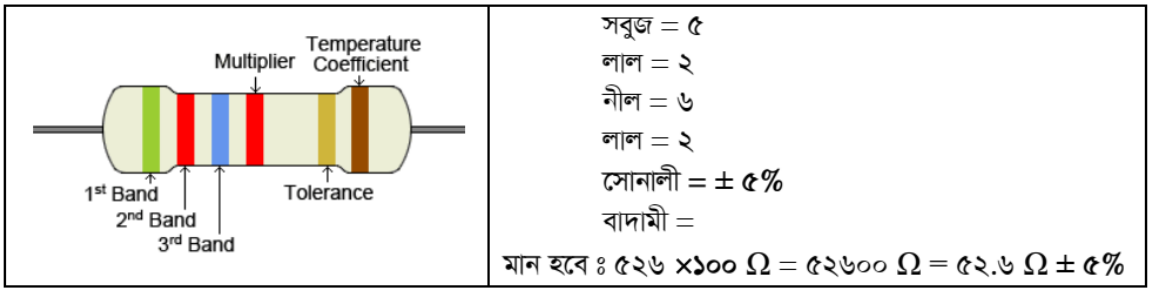
লাল = ২
লাল = ২
কালো = ০
কালো = ×১ Ω
সোনালী = ± ১%
মান হবে ঃ ২২০ ×১ Ω = ২২০ Ω (±১%)

৬-ব্যান্ড রেজিস্টরের জন্য মান নির্ণয় পদ্ধতিঃ
৬-ব্যান্ড রেজিস্টরের মান সাধারণত ব্যান্ডগুলির রঙ এবং ক্রম অনুসর নির্ণয় করা হয়। পদ্ধতিটি নিম্নরূপ:

- প্রথম ব্যান্ড (সহস্রাংশ অঙ্ক): এটি মানের প্রথম অঙ্ক নির্দেশ করে।
- দ্বিতীয় ব্যান্ড (শতাংশ অঙ্ক): এটি মানের দ্বিতীয় অঙ্ক নির্দেশ করে।
- তৃতীয় ব্যান্ড (দশমিক অঙ্ক): এটি মানের তৃতীয় অঙ্ক নির্দেশ করে।

- চতুর্থ ব্যান্ড (গুণক): এটি প্রথম তিনটি অঙ্ক দ্বারা গঠিত সংখ্যাটিকে কত দিয়ে গুণ করতে হবে তা নির্দেশ করে (১০-এর ঘাত হিসাবে) ।
- পঞ্চম ব্যান্ড (সহনশীলতা/Tolerance): এটি রেজিস্টরের মানের নির্ভুলতার শতাংশ নির্দেশ করে (যেমন ৫%, ±১%) ।
- ষষ্ঠ ব্যান্ড (তাপমাত্রার সহগ/Temperature Coefficient -TC): এটি নির্দেশ করে যে তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে রেজিস্টরের মান কতটুকু পরিবর্তিত হবে (প্রতি মিলিয়ন ভাগে পিপিএম, ppm/±C হিসাবে) ।

উদাহরণ-৩: যদি একটি রেজিস্টরের ব্যান্ডগুলো ক্রমান্বয়ে হয়: বাদামী, লাল, সবুজ, হলুদ, সোনালী, এবং নীল।



সারফেস মাউন্ট ডিভাইস (SMD) রেসিস্টর এর মান নির্ণয় করার পদ্ধতি

SMD (Surface Mount Device) রেজিস্টরের গায়ের কোড দেখে এর মান বের করার তিনটি প্রধান পদ্ধতি নিচে দেওয়া হলো:

৩-ডিজিট কোড (3-Digit Code)
এটি সাধারণ মানের রেজিস্টরের জন্য ব্যবহৃত হয়। সাধারণত ৫% টলারেন্স সম্পন্ন রেজিস্টরে এই কোড থাকে।

প্রথম ও দ্বিতীয় সংখ্যা: রেজিস্টরের 'Base Value' বা মূল মান।
তৃতীয় সংখ্যা: এটি হলো 'Multiplier' (১০-এর পাওয়ার) । অর্থাৎ প্রথম দুটি সংখ্যার পরে কয়টি শূন্য (০) বসবে।

উদাহরণ:
102: ১০ এর পর ২টি শূন্য = ১০০০ e বা ১ ke।
225: ২২ এর পর ৫টি শূন্য = ২,২০০,০০০ e বা ২.২ Me।
৪৭৩ কোড হলে, ৪৭ এর পরে ৩ টি শূন্য বসবে। অর্থাৎ ৪৭,০০০ ওহম বা ৪৭ কিলো-ওহম (47ke) ।

৪-ডিজিট কোড (4-Digit Code)
অধিক সূক্ষ্ম বা ১% টলারেন্স রেজিস্টরে এই কোড ব্যবহৃত হয়।
প্রথম ৩ নম্বর: রেজিস্টরের মূল মান।
৪র্থ নম্বর: মাল্টিপ্লায়ার বা শূন্যের সংখ্যা।
উদাহরণ: '৪৭০২' কোড হলে, ৪৭০ এর পরে ২টি শূন্য বসবে। অর্থাৎ ৪৭,০০০ ওহম বা ৪৭ কিলো-ওহম (47ke) ।
উদাহরণ:
1001: ১০০ এর পর ১টি শূন্য = ১০০০ e বা ১ ke।
4992: ৪৯৯ এর পর ২টি শূন্য = ৪৯,৯০০ e বা ৪৯.৯ ke।

EIA-96 পদ্ধতি (Precision Resistors)

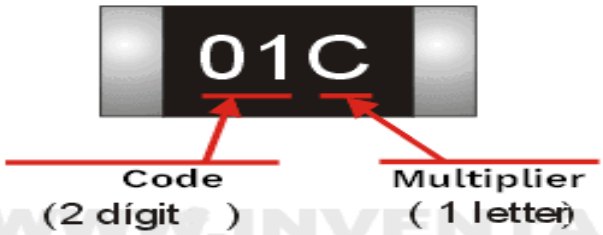
এটি ১% টলারেন্স যুক্ত অতি সূক্ষ্ম রেজিস্টরের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। এতে ২টি সংখ্যা এবং শেষে ১টি অক্ষর থাকে (যেমন- 01C)।

সংখ্যা (Code): চার্ট থেকে রেজিস্টরের মূল মান খুঁজে বের করতে হয় (যেমন: 01 মানে 100, 30 মানে 200)।

অক্ষর (Multiplier): এই অক্ষরটি নির্দিষ্ট মাল্টিপ্লায়ার নির্দেশ করে (যেমন: A=1, B=10, C=100, D=1000)।

SMD resistors with EIA-96 code

Precision SMD resistors,
with 1% tolerance and EIA-96 code



Code	Multiplier
Z	0.001
Y or R	0.01
X or S	0.1
A	1
B or H	10
C	100
D	1000
E	10000
F	100000

WWW.INVENTABLE.EU

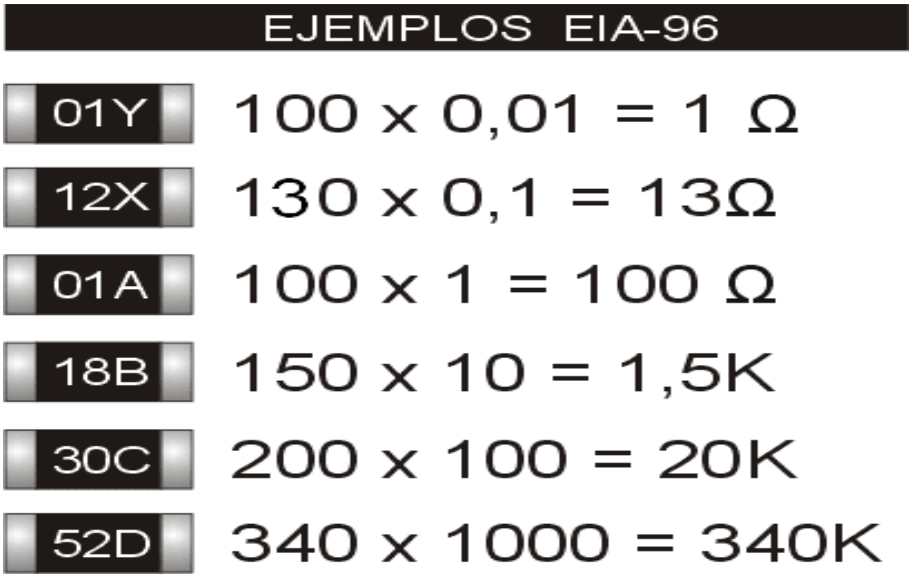
Code	Vaule	Code	Vaule	Code	Vaule	Code	Vaule
01	100	25	178	49	316	73	562
02	102	26	182	50	324	74	576
03	105	27	187	51	332	75	590
04	107	28	191	52	340	76	604
05	110	29	196	53	348	77	619
06	113	30	200	54	357	78	634
07	115	31	205	55	365	79	649
08	118	32	210	56	374	80	665
09	121	33	215	57	383	81	681
10	124	34	221	58	392	82	698
11	127	35	226	59	402	83	715
12	130	36	232	60	412	84	732
13	133	37	237	61	422	85	750
14	137	38	243	62	432	86	768
15	140	39	249	63	442	87	787
16	143	40	255	64	453	88	806
17	147	41	261	65	464	89	825
18	150	42	267	66	475	90	845
19	154	43	274	67	487	91	866
20	158	44	280	68	499	92	887
21	162	45	287	69	511	93	909
22	165	46	294	70	523	94	931
23	169	47	301	71	536	95	953
24	174	48	309	72	549	96	976

উদাহরণ: '01C' মানে চার্ট অনুযায়ী ১০০ এবং C এর জন্য ১০০ গুণ। অর্থাৎ ১০০ x ১০০ = ১০,০০০ ওহম বা ১০ কিলো-ওহম (10ke)।

EIA-96 পদ্ধতি (৩-অক্ষরের কোড)
এটি বুঝতে একটি নির্দিষ্ট লুক-আপ চার্ট প্রয়োজন হয়। আপনার আপলোড করা ছবিগুলোতে এই চার্টটি রয়েছে।
Multiplier Table (অক্ষর):

Y/S = 0.01
X/R = 0.1
A = 1
B = 10
C = 100
D = 1000

উদাহরণ: 01C মানে ০১-এর কোড ভ্যালু ১০০ এবং C মানে ১০০ দিয়ে গুণ। অর্থাৎ ১০,০০০ e বা ১০ ke।



'R', 'M' এবং '0' কোড (Low Resistance)

'R' যুক্ত কোড (Low Resistance)
যদি মানের মধ্যে 'R' থাকে, তবে সেটিকে দশমিক (Decimal Point) হিসেবে ধরতে হয়।
উদাহরণ: '1R0' = ০.১ ওহম, '4R7' = ৪.৭ ওহম।

'M' যুক্ত কোড (Low Resistance)
যদি মানের মধ্যে 'R' থাকে, তবে সেটিকে কারেন্ট সেন্সিং রেজিস্টর হিসেবে ধরতে হয়।
থাকে।
উদাহরণ: 1M0 = ১ মিলি-ওহম।

জিরো ওহম (Zero Ohm)
রেজিস্টরে শুধু '0' লেখা থাকলে সেটি জাম্পার বা তারের মতো কাজ করে। এটি সার্কিটের দুটি পয়েন্টকে যুক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।

সেলফ চেক (Self-Check)-১.৫

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. রেজিস্ট্যান্সের একক কী?
(ক) ভোল্ট
(খ) ওহম (℮)
(গ) অ্যাম্পিয়ার

২. ৪-ব্যান্ড রেজিস্টরের ৩য় ব্যান্ডটি কী নির্দেশ করে?
(ক) প্রথম সংখ্যা
(খ) টলারেন্স
(গ) মাল্টিপ্লায়ার (শূন্যের সংখ্যা)

৩. SMD রেজিস্টরের গায়ে '102' লেখা থাকলে এর মান কত?
(ক) ১০২ ওহম
(খ) ১০০ ওহম
(গ) ১০০০ ওহম বা ১ কিলো-ওহম

৪. রেজিস্টরকে সিরিজে (Series) যুক্ত করলে মোট রেজিস্ট্যান্সের কী পরিবর্তন হয়?
(ক) কমে যায়
(খ) বেড়ে যায়
(গ) একই থাকে

৫. অ্যানালগ মাল্টিমিটারে রেজিস্ট্যান্স মাপার আগে নবটি কোন অবস্থানে সেট করতে হয়?
(ক) ACV
(খ) Ohm (℮)
(গ) DCMA

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.৫

(খ) ওহম (℮) ২. (গ) মাল্টিপ্লায়ার (শূন্যের সংখ্যা) ৩. (গ) ১০০০ ওহম বা ১ কিলো-ওহম (১০ এর পরে ২ টি শূন্য) ৪. (খ) বেড়ে যায় (R = R1 + R2 + ...) ৫. (খ) Ohm (℮)

জব শিট (Task-Sheet) -১.৫

জবের নাম: কালার কোড এবং মাল্টিমিটারের সাহায্যে রেজিস্টরের মান নির্ণয় ও পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

১. কালার কোড চার্ট ব্যবহার করে রেজিস্টরের মান বের করা।
২. ডিজিটাল বা অ্যানালগ মাল্টিমিটার ব্যবহার করে রেজিস্টরের সঠিকতা যাচাই করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. বিভিন্ন মানের কার্বন কম্পোজিশন রেজিস্টর (৪-ব্যান্ড বা ৫-ব্যান্ড) ।
২. ডিজিটাল/অ্যানালগ মাল্টিমিটার।
৩. কালার কোড চার্ট।

কাজের ধাপ:

১. কালার কোড পদ্ধতি: একটি ৪-ব্যান্ড রেজিস্টর নিন। এর প্রথম দুই ব্যান্ডের রঙ থেকে সংখ্যা এবং তৃতীয় ব্যান্ডের রঙ থেকে মাল্টিপ্লায়ার নিয়ে মান গণনা করুন। চতুর্থ ব্যান্ড থেকে টলারেন্স বের করুন।
২. মাল্টিমিটার সেটআপ: মাল্টিমিটারের সিলেক্টর নব ওহম (Ω) রেঞ্জে রাখুন। অ্যানালগ মিটার হলে প্রথমে 'Zero Adjustment' করে নিন।
৩. পরিমাপ: রেজিস্টরের দুই প্রান্তে মাল্টিমিটারের দুটি প্রোব ধরুন (হাত দিয়ে প্রোবের মেটাল অংশ স্পর্শ করবেন না, এতে রিডিং ভুল আসতে পারে) ।
৪. তুলনা: কালার কোড থেকে প্রাপ্ত মান এবং মাল্টিমিটারের রিডিং তুলনা করে দেখুন এটি টলারেন্স সীমার মধ্যে আছে কি না।
৫. প্রাপ্ত তথ্য নিচের ছকে লিপিবদ্ধ করুন:

রেজিস্টরের রঙ	হিসাবকৃত মান	পরিমাপকৃত মান

সতর্কতা:

- সার্কিটে সংযুক্ত অবস্থায় রেজিস্ট্যান্স মাপার আগে পাওয়ার সাপ্লাই বন্ধ নিশ্চিত করুন।
- সঠিক রেঞ্জ নির্বাচন করুন যেন মিটারের ক্ষতি না হয়।

ইনফরমেশন শিট-১.৬: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ক্যাপাসিটর)

শিখনফল-১.৬: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ক্যাপাসিটর) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

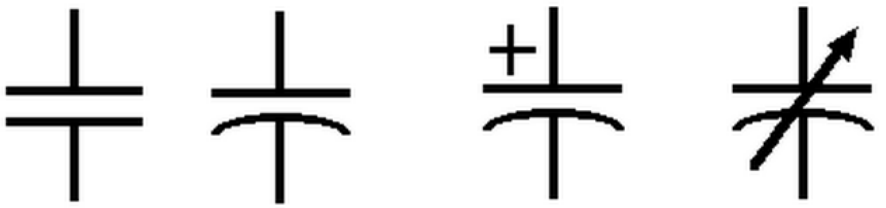
১. **ক্যাপাসিটারের ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন**
২. **ক্যাপাসিটারের প্রকারভেদ**
৩. **ক্যাপাসিটরের মান নির্ণয়ের পদ্ধতি**
৪. **ক্যাপাসিটর গ্রুপিং**

ক্যাপাসিটারের ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন

ক্যাপাসিটর (Capacitor) বা ধারক হলো একটি নিষ্ক্রিয় (passive) ইলেকট্রনিক উপাদান, যা বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে স্থির তড়িৎ শক্তি বা চার্জ সাময়িকভাবে জমা বা সঞ্চয় করে রাখে। এটি দুটি পরিবাহী পাত বা পাতের মাঝে একটি অন্তরিত পদার্থ বা ডাই-ইলেকট্রিক (dielectric) দ্বারা গঠিত। এটি খুব দ্রুত চার্জ ও ডিসচার্জ হতে পারে এবং সার্কিটে শক্তি সরবরাহ, ভোল্টেজ স্থির রাখা ও সিগন্যাল ফিল্টার করতে ব্যবহৃত হয়।

ধারক এমন একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা দুটি পরিবাহী পাতের মাঝে ডাই-ইলেক্ট্রিক অপরিবাহী পদার্থ নিয়ে গঠিত। সহজভাবে বলতে গেলে ক্যাপাসিটর বা ধারক হচ্ছে অনেকটা রি- চার্জএবল ব্যাটারির মতো। তবে এর চার্জ ধরে রাখার ক্ষমতা অনেক কম।

Capacitor এর প্রতীক



ক্যাপাসিটরের **এস আই একক ফ্যারাড (F)**। ফ্যারাড অনেক বড় হওয়ার কারনে একে প্রয়োজন মতো **মাইক্রোফ্যারাড (⁻F), পিকো-ফ্যারাড (PF) এবং ন্যানো ফ্যারাড (nF) দ্বারা প্রকাশ করা হয়ে থাকে।**

ক্যাপাসিট্যান্সঃ

ক্যাপাসিটরের বৈদ্যুতিক এনার্জি বা চার্জ সঞ্চয় করার ধর্ম কে ক্যাপাসিট্যান্স বলে। ক্যাপাসিটরের মধ্যখানে প্লেট এর মাঝে যখন পটেনশিয়াল পার্থক্য থাকে তখন তাকে Capacitor চার্জ অবস্থায় থাকে এবং যখন পটেনশিয়াল পার্থক্য থাকে না তখন ডিসচার্জ অবস্থায় থাকে।

সূত্রঃ

- ক্যাপাসিট্যান্স = চার্জ / পটেনশিয়াল ডিফারেন্স
- **অর্থা, C = Q / V**
- এখানে,
- **C = ক্যাপাসিট্যান্স,**
- **Q = চার্জ,**
- **V = পটেনশিয়াল ডিফারেন্স,**

ক্যাপাসিটারের প্রকারভেদ

নিম্নে বিভিন্ন ধরণের ক্যাপাসিটারের বর্ণনা করা হলো-

সিরামিক ক্যাপাসিটর (Ceramic Capacitor)

		১. সাধারণত সস্তা এবং ছোট আকারে তৈরি করা হয়। ২. সাধারণত উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সি সার্কিটে ব্যবহৃত হয়। ৩. রেটিং: ১০০ ভোল্ট থেকে ১০০০ ভোল্ট পর্যন্ত হতে পারে। ৪. সিরামিক ক্যাপাসিটর সাধারণত রুটিন সার্কিট এবং সিগন্যাল ফিল্টারিং এ ব্যবহৃত হয়।

ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটার (Electrolytic Capacitor)

 	১. পোলারিটি থাকে (ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক পোল), অর্থাৎ এটি একদিকে পজিটিভ এবং অন্যদিকে নেগেটিভ পোল থাকতে হয়। ২. সাধারণত উচ্চ ক্যাপাসিটেন্স মান (যেমন, ১ মাইক্রোফ্যারাড থেকে কয়েক হাজার মাইক্রোফ্যারাড) পাওয়া যায়। ৩. ব্যবহৃত হয় পাওয়ার সাপ্লাই এবং অন্যান্য স্থির স্টোরেজ কাজে। **ওয়েট টাইপ:** এ ধরনের ক্যাপাসিটরের একটি ইলেকট্রোড অ্যালুমিনিয়ামের এবং অন্যটি ইলেকট্রোলাইটিক সলিউশন, সাধারণত অ্যামোনিয়া, বরিক এসিড এবং পানির সংমিশ্রণ গঠিত। **ড্রাই টাইপ:** এ ধরনের ক্যাপাসিটরের উভয় প্লেট অ্যালুমিনিয়ামের লম্বা ফালি দিয়ে তৈরি এবং এগুলো ইলেকট্রোলাইট দ্বারা সম্পৃক্ত বিশেষ কাগজ দ্বারা পৃথক করা থাকে। পরে এগুলোকে একত্রে গুটিয়ে দৃঢ়ভাবে বাধা হয়।

নন ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটার (Non-Electrolytic Capacitor)

	১. নন-পোলার (পোলারিটি নেই) ২. সাধারণত কম থেকে মাঝারি ক্যাপাসিটেন্স মান (pF, nF, –F পর্যন্ত) ৩. উচ্চ ফ্রিকোপডন্সিতে ভালো কাজ করে ৪. দীর্ঘস্থায়ী ও স্থিতিশীল

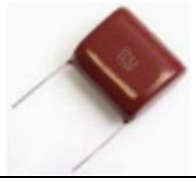
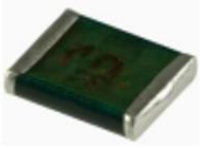
ফিল্ম ক্যাপাসিটার (Film Capacitor)

		১. প্লাস্টিক ফিল্ম (পলিপ্রোপলিন, পলিস্টায়রিন, পলিথিন) দ্বারা তৈরি। ২. উচ্চ নির্ভুলতা এবং স্থায়ীত্ব। ৩. পুশ পুল সার্কিট, অডিও এবং উচ্চ ভোল্টেজ অ্যাপ্লিকেশনে।

ট্যানডেম ক্যাপাসিটার (Tantalum Capacitor)

		১. উচ্চ ক্যাপাসিটেন্স এবং কম আকারের সুবিধা দেয়। ২. সাধারণত সিগন্যাল প্রোসেসিং এবং রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি সার্কিটে ব্যবহৃত হয়। ৩. এটি পোলার ক্যাপাসিটর, অর্থাৎ ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক পোল থাকতে হবে।

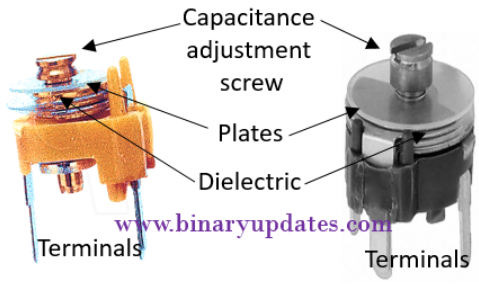
মিকা ক্যাপাসিটার (Mica Capacitor):

		১. মিকা মেটেরিয়াল দ্বারা তৈরি, যা উচ্চ তাপমাত্রা এবং বৈদ্যুতিক পরিবাহীতা সহ্য করতে পারে। ২. সাধারণত কম ক্যাপাসিটেন্স এবং সঠিকতা দরকারি সার্কিটে ব্যবহৃত হয়।

সুপার ক্যাপাসিটর (Supercapacitor):

		১. উচ্চ ক্যাপাসিটেন্স ক্যাপাসিটার ২. এটি ব্যাটারি হিসেবে ব্যবহার হতে পারে ৩. উচ্চ ক্যাপাসিটেন্স এবং শক্তির স্টোরেজ করতে সক্ষম।

ভ্যারিয়েবল ক্যাপাসিটার বা পরিবর্তনশীল ক্যাপাসিটার

	এর ধারণক্ষমতা বা ক্যাপাসিট্যান্স প্রয়োজন অনুযায়ী যান্ত্রিক বা ইলেকট্রনিকভাবে পরিবর্তন (কমানো বা বাড়ানো) করা যায় । এতে সাধারণত একটি স্থির প্লেট (stator) এবং একটি ঘূর্ণায়মান প্লেট (rotor) থাকে, যা ঘুরিয়ে প্লেটগুলোর ওভারল্যাপ এরিয়া পরিবর্তন করে ধারকত্ব নিয়ন্ত্রণ করা হয়, যেমন রেডিওর টিউনিংয়ে ব্যবহৃত হয়।

ক্যাপাসিটরের মান নির্ণয়ের পদ্ধতি

- কোডের মাধ্যমে পি এফ মান নির্ণয়
- পি এফ ক্যাপাসিটরের মান গুলোকে কোডের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

যেমন:

- ১০১ এর অর্থ এটির মান ১০০ পি এফ
- ১০২ এর অর্থ এটি ১০০০ পি এফ বা ১ ন্যানো ফ্যারাড মানের এভাবে
- ১০৫ এর অর্থ হচ্ছে ১০০০০০০ বা এটি ১ মাইক্রোফ্যারাড
- তার মানে ৩য় ঘরে যত মান দেওয়া থাকবে ঠিক ততগুলি শুন্য হবে। এতে পি এফ ক্যাপাসিটরের মান পাওয়া যাবে এবং পরবর্তীতে ন্যানো, মাইক্রো ফ্যারাডে পরিবর্তন করে নিলেই এর ব্যবহারিক মান বের হবে।

এই ক্যাপাসিটরের মান প্রয়োজনমত কমানো বা বাড়ানো যায়। এই ধরনের Capacitor একের অধিক মুভিং প্লেটের সমন্বয়ে গঠিত। প্লেটের অবস্থান পরিবর্তন করে এর মান কমানো বা বাড়ানো যায়। সাধারণত এই ধরনের Capacitor রেডিও টিউনে ব্যবহার করা হয়।

LCR মিটারের মাধ্যমে মান নির্ণয়

LCR মিটার দিয়ে ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করার জন্য প্রথমে সার্কিট থেকে ক্যাপাসিটরটি আলাদা করে পুরোপুরি ডিসচার্জ (discharge) করে নিন । মিটারটি 'C' বা ক্যাপাসিট্যান্স মোডে সেট করুন, ফ্রিকোয়েন্সি (100Hz/1kHz/10kHz) নির্বাচন করুন, এবং প্রোবগুলো ক্যাপাসিটরের টার্মিনালে লাগিয়ে ডিসপ্লেতে মান (Capacitance, ESR, D-factor) পর্যবেক্ষণ করুন ।

বিস্তারিত ধাপসমূহ:

নিরাপত্তা: ক্যাপাসিটরটি অবশ্যই কোনো পাওয়ার সোর্স বা সার্কিট থেকে খুলে নিয়ে সম্পূর্ণ ডিসচার্জ করুন।

মিটিং সেটআপ: LCR মিটারটি চালু করুন এবং মোড 'C' (Capacitance) এ সেট করুন । যদি জানা থাকে, তবে সঠিক ফ্রিকোয়েন্সি (যেমন ছোট ক্যাপাসিটরের জন্য 1 kHz বা বড়র জন্য 100Hz) নির্বাচন করুন ।

সংযোগ: মিটারের লাল প্রোব (+) এবং কালো প্রোব (-) ক্যাপাসিটরের পজিটিভ ও নেগেটিভ টার্মিনালে সংযুক্ত করুন (পোলারাইজড ক্যাপাসিটরের ক্ষেত্রে) ।

রিডিং পর্যবেক্ষণ: ডিসপ্লেতে ক্যাপাসিট্যান্সের মান (Farad/Microfarad) দেখুন ।
ভালো ক্যাপাসিটর: গায়ে লেখা মানের খুব কাছাকাছি রিডিং দেখাবে।

খারাপ ক্যাপাসিটর: রিডিং ০ (শর্ট) বা অসীম (open) দেখাবে, অথবা মান অনেক কম বা বেশি দেখাবে।

ESR চেক: উন্নত LCR মিটারে ESR (Equivalent Series Resistance) পরীক্ষা করুন; উচ্চ ESR মানে ক্যাপাসিটরটি নষ্ট । ইলেক্ট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটরের ক্ষেত্রে পোলারিটি (+/-) ঠিক রাখা জরুরি, তবে সিরামিক ক্যাপাসিটরের ক্ষেত্রে তা প্রয়োজন নেই ।

ক্যাপাসিটেন্স (Capacitance): এটি ক্যাপাসিটরের মূল বৈশিষ্ট্য। এর একক হলো ফ্যারাড (Farad), যা সাধারণত মাইক্রোফ্যারাড (uF), ন্যানোফ্যারাড (nF) বা পিকোফ্যারাড (pF) রূপে প্রকাশ করা হয়। যেমন- 10−F, 1nF ইত্যাদি।

ভোল্টেজ রেটিং (Voltage Rating): এটি ক্যাপাসিটরের সর্বোচ্চ সাপোর্টেড ভোল্টেজ। এর বেশি ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে ক্যাপাসিটরটি বিকৃত বা ভেঙে যেতে পারে। যেমন- ২৫ ভোল্ট, ১০০ ভোল্ট ইত্যাদি।

টেম্পারেচার রেটিং (Temperature Rating): এটি ক্যাপাসিটরের সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন তাপমাত্রা সহ্য করার ক্ষমতা নির্দেশ করে। যেমন-৪০±C থেকে ১০৫±C পর্যন্ত।

রেসিস্ট্যান্স (ESR-Equivalent Series Resistance): এটি ক্যাপাসিটরের অন্তর্নিহিত রেসিস্ট্যান্স। কম ESR মানের ক্যাপাসিটরগুলি উচ্চ কার্যকারিতা প্রদান করে এবং বেশি তাপ উৎপন্ন করে না।

পোলারিটি (Polarity): পোলার ক্যাপাসিটরগুলি (যেমন, ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটর) শুধুমাত্র সঠিক পোলারিটির সাথে কাজ করে। এটি ক্যাপাসিটরের পজিটিভ এবং নেগেটিভ পোল চিহ্নিত করতে সাহায্য করে।

টেম্পারেচার কোএফিসিয়েন্ট (Temperature Coefficient): ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিটেন্সের মান তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে কিভাবে পরিবর্তিত হয় তা নির্ধারণ করে।

সার্ভিস লাইফ (Service Life): ক্যাপাসিটরের দীর্ঘস্থায়ীত্ব এবং এর কার্যকরী জীবনকাল নির্ধারণ করে। এই সময়কালে ক্যাপাসিটরটি তার নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্য বজায় রাখে।

ক্যাপাসিটর গ্রুপিং

ক্যাপাসিটর গ্রুপিং (Capacitor Grouping) হলো বৈদ্যুতিক সার্কিটে নির্দিষ্ট মানের চার্জ বা ভোল্টেজ অর্জনের জন্য একাধিক ক্যাপাসিটরকে একসাথে বা সমবায়ে যুক্ত করার প্রক্রিয়া । এটি মূলত মোট ধারণক্ষমতা (Capacitance) বাড়াতে বা কমাতে ব্যবহার করা হয়। প্রধানত দুইভাবে গ্রুপিং করা হয়:
সিরিজ গ্রুপিং (Series Grouping): ধারকত্ব কমিয়ে উচ্চ ভোল্টেজ সহ্য করার জন্য।
প্যারালাল গ্রুপিং (Parallel Grouping): মোট ধারকত্ব বাড়ানোর জন্য।

ক্যাপাসিটর গ্রুপিংয়ের ধরন:

সিরিজ কানেকশন (Series Connection): যখন ক্যাপাসিটরগুলো একটির পর একটি (লেজ ধরে) সংযুক্ত থাকে। এখানে সমতুল্য ধারকত্ব কমে যায় এবং প্রতিটি ক্যাপাসিটরে একই আধান জমা হয়, কিন্তু ভোল্টেজ ভাগ হয়ে যায়।

প্যারালাল কানেকশন (Parallel Connection): যখন সবগুলোর প্রথম প্রান্ত একসাথে এবং দ্বিতীয় প্রান্ত একসাথে সংযুক্ত থাকে। এখানে সমতুল্য ধারকত্ব বৃদ্ধি পায় এবং প্রতিটি ক্যাপাসিটরে একই ভোল্টেজ থাকে, কিন্তু আধান ভিন্ন হয়।
ব্যবহার: সার্কিটে সঠিক মানের ধারণক্ষমতা নিশ্চিত করা, ভোল্টেজ রেটিং বাড়ানো এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ মসৃণ করার জন্য এই গ্রুপিং করা হয়।

ক্যাপাসিটর গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা (Necessity of Grouping of Inductors)
ক্যাপাসিটর গ্রুপিং (Groupings) বা সমবায় মূলত প্রযোজন অনুযায়ী মোট ক্যাপাসিট্যান্স বাড়ানো বা কমানো এবং ভোল্টেজ রেটিং সামঞ্জস্য করার জন্য করা হয়। সার্কিটে নির্দিষ্ট মানের ক্যাপাসিটর না থাকলে, সিরিজ বা প্যারালাল সংযোগের মাধ্যমে কাঙ্ক্ষিত মান বা কাজের ভোল্টেজ অর্জনের জন্য এই গ্রুপিং অপরিহার্য ।
ক্যাপাসিটর গ্রুপিংয়ের প্রধান প্রয়োজনীয়তাগুলো নিচে দেওয়া হলো:

ক্যাপাসিট্যান্স বাড়ানো (প্যারালাল গ্রুপিং): যখন সার্কিটে বেশি চার্জ বা বিদ্যুৎ জমানোর জন্য উচ্চ ক্যাপাসিট্যান্সের প্রয়োজন হয়, তখন ক্যাপাসিটরগুলো সমান্তরালে (Parallel) সংযুক্ত করা হয়। এতে সূত্র অনুযায়ী মোট ক্যাপাসিট্যান্স বাড়ে ।

ক্যাপাসিট্যান্স কমানো (সিরিজ গ্রুপিং): যখন কম ভ্যালুর ক্যাপাসিটর প্রয়োজন হয়, তখন সিরিজ (Series) সমবায় ব্যবহার করা হয়। এতে সূত্রানুযায়ী মোট ক্যাপাসিট্যান্স কমে যায় ।

ভোল্টেজ রেটিং বাড়ানো (সিরিজ গ্রুপিং): সার্কিটের সোর্স ভোল্টেজ যদি একটি ক্যাপাসিটরের ভোল্টেজ রেটিংয়ের চেয়ে বেশি হয়, তখন সিরিজ গ্রুপিং করে ভোল্টেজ ভাগ করে দেওয়া হয়, যাতে প্রতিটি ক্যাপাসিটর তার নিজস্ব রেটিংয়ের চেয়ে কম ভোল্টেজে কাজ করে নষ্ট না হয় ।

নির্দিষ্ট ভ্যালু অর্জন: বাজারে উপলব্ধ (Standard) মানের বাইরেও কোনো বিশেষ মানের ক্যাপাসিট্যান্স প্রয়োজন হলে তা গ্রুপিংয়ের মাধ্যমে তৈরি করা যায়।

সারসংক্ষেপ: কাঙ্ক্ষিত ক্যাপাসিট্যান্স (C) ও ভোল্টেজ (V) রেটিং নিশ্চিত করতে ক্যাপাসিটর গ্রুপিং করা হয়।

সেলফ চেক (Self-Check)-১.৬

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন

১. ক্যাপাসিট্যান্সের এস আই (SI) একক কী?
(ক) ওহম
(খ) ফ্যারাড (F)
(গ) হেনরি

২. যখন উচ্চ ক্যাপাসিট্যান্সের প্রয়োজন হয়, তখন ক্যাপাসিটরগুলোকে কীভাবে যুক্ত করা হয়?
(ক) সিরিজ গ্রুপিং
(খ) প্যারালাল গ্রুপিং
(গ) মিক্সড গ্রুপিং

৩. ক্যাপাসিটরের দুই পাতের মাঝখানের অপরিবাহী পদার্থকে কী বলা হয়?
(ক) কন্ডাক্টর
(খ) ডাই-ইলেকট্রিক
(গ) সেমিকন্ডাক্টর

৪. কোন গ্রুপিং পদ্ধতিতে মোট ক্যাপাসিট্যান্স কমে যায় কিন্তু ভোল্টেজ রেটিং বৃদ্ধি পায়?
(ক) সিরিজ গ্রুপিং
(খ) প্যারালাল গ্রুপিং
(গ) কোনোটিই নয়

৫. ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটরের গায়ে কী দেখে পোলারিটি (প্লাস-মাইনাস) চেনা যায়?
(ক) রং দেখে
(খ) লম্বা পা বা গায়ে থাকা ব্যান্ড দেখে
(গ) শুধু আকার দেখে

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.৬

১. (খ) ফ্যারাড (F)
২. (খ) প্যারালাল গ্রুপিং (এতে C = C_1 + C_2 + ... সূত্র অনুযায়ী মান বাড়ে)
৩. (খ) ডাই-ইলেকট্রিক
৪. (ক) সিরিজ গ্রুপিং
৫. (খ) লম্বা পা (পজিটিভ) বা গায়ে থাকা ব্যান্ড/চিহ্ন দেখে।

জব শিট (Task-Sheet)-১.৬

জবের নাম: ক্যাপাসিটর চিহ্নিতকরণ, পোলারিটি নির্ণয় এবং মাল্টিমিটারের সাহায্যে এর কার্যকারিতা পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

- বিভিন্ন প্রকার ক্যাপাসিটর (ইলেকট্রোলাইটিক, সিরামিক ইত্যাদি) চিহ্নিত করা।
- পোলারাইজড ক্যাপাসিটরের পজিটিভ ও নেগেটিভ টার্মিনাল শনাক্ত করা।
- মাল্টিমিটার ব্যবহার করে ক্যাপাসিটর ভালো না কি নষ্ট তা যাচাই করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. বিভিন্ন মানের ক্যাপাসিটর।
২. অ্যানালগ বা ডিজিটাল মাল্টিমিটার।
৩. কালার কোড বা নম্বর চার্ট (মান দেখার জন্য) ।

কাজের ধাপ (টেস্টিং পদ্ধতি):

১. **পোলারিটি নির্ণয়:** ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটরের ক্ষেত্রে লম্বা পা-টি অ্যানোড (+) এবং ছোট পা-টি ক্যাথোড (-) হিসেবে চিহ্নিত করুন। সিরামিক বা নন-পোলার ক্যাপাসিটরের কোনো পোলারিটি নেই।
২. **মান পর্যবেক্ষণ:** ক্যাপাসিটরের গায়ে লেখা মান (যেমন- 100uF, 25V) নোট করুন।
৩. **অ্যানালগ মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা:** মিটারটিকে R \times 1k বা R \times 100 ওহম রেঞ্জে রাখুন।
৪. প্রোব দুটি ক্যাপাসিটরের দুই প্রান্তে ধরলে যদি মিটারের কাঁটা দ্রুত সামনের দিকে গিয়ে আবার ধীরে ধীরে শূন্যের দিকে ফিরে আসে, তবে ক্যাপাসিটরটি ভালো।
৫. কাঁটা যদি একবারেই না নড়ে, তবে এটি ওপেন (Open) ।
৬. কাঁটা যদি পুরোপুরি সামনের দিকে গিয়ে আর ফিরে না আসে, তবে এটি শর্ট (Short) ।
৭. প্রাপ্ত ফলাফল ডাটা টেবিলে লিখুন।

সতর্কতা:

- পরীক্ষার আগে বড় মানের ক্যাপাসিটর অবশ্যই ডিসচার্জ (দুই পা স্পর্শ করে) করে নিতে হবে।
- মিটারের নব সঠিক রেঞ্জে সেট করা হয়েছে কি না নিশ্চিত হোন।
- ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটরের ক্ষেত্রে পোলারিটি খেয়াল রাখুন।

ইনফরমেশন শিট-১.৭: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান
(ইন্ডাক্টর)

শিখনফল-১.৭: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ইন্ডাক্টর) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:

এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **ইন্ডাক্টরের ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন**
২. **ইন্ডাক্টরের প্রকারভেদ**
৩. **ইন্ডাক্টরের মান নির্ণয়ের পদ্ধতি**
৪. **ইন্ডাকটর গ্রুপিং**

ইন্ডাক্টরের ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন

ইন্ডাক্টর (Inductor) বা আবেশক হলো একটি দুই প্রান্ত বিশিষ্ট বৈদ্যুতিক উপাদান যা বিদ্যুৎ প্রবাহের কারণে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রে শক্তি সঞ্চয় করে রাখে এবং বিদ্যুৎ প্রবাহের যেকোনো আকস্মিক পরিবর্তনকে বাধা দেয়, যা পরিবাহী তারের কয়েল (কুন্ডলী) তৈরি করে সম্পন্ন করা হয়। এর মূল কাজ হলো বিদ্যুৎ শক্তিকে চৌম্বক শক্তি হিসেবে সংরক্ষণ করা এবং প্রয়োজন অনুযায়ী তা সার্কিটে ফেরত দেওয়া, যা AC সার্কিট ও ফিল্টারিং-এ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। যে জিনিসের মধ্যে ইন্ডাকট্যান্সের ধর্ম বিদ্যমান তাকে ইন্ডাকটর বলে। ইন্ডাকটরকে ইংরেজী ক্যাপিট্যাল অক্ষর (L) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ইহার একক হেনরী।ইন্ডাক্টরের প্রতীকঃ L

ইন্ডাক্টরের গঠন

সাধারণত একটি পরিবাহী তারকে কয়েলের মতো পেঁচিয়ে ইন্ডাক্টর তৈরি করা হয়। তারের প্যাঁচের সংখ্যা যত বেশি হয়, এর ইন্ডাকট্যান্সও (Inductance) তত বাড়ে।

শক্তি সঞ্চয়: যখন এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়, তখন এটি একটি চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে এবং সেই ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক শক্তি জমা রাখে।

পরিবর্তনে বাধা: এটি বিদ্যুৎ প্রবাহের পরিবর্তনের (AC) সাথে সাথে একটি বিপরীত ভোল্টেজ তৈরি করে, যা পরিবর্তনকে প্রতিহত করে। একে "ইন্ডাক্ট্যান্স" বলা হয়।

ব্যবহার: ফিল্টার সার্কিট, পাওয়ার সাপ্লাই এবং রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি (RF) সার্কিটে ব্যবহৃত হয় অবাঞ্ছিত শব্দ কমানো ও সিগন্যাল মসৃণ করার জন্য।

ইন্ডাক্টরের প্রকারভেদ

- এয়ার কোর ইন্ডাক্টর (Air Core Inductor): কোনো কোর থাকে না, সাধারণত প্লাস্টিক বা সিরামিক ফর্মে তার পেঁচানো থাকে। উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সিতে ব্যবহৃত হয় ।
- আয়ন কোর ইন্ডাক্টর (Iron Core Inductor): লোহা বা ফেরাইট কোরের ওপর তার পেঁচানো থাকে। ফেরাইট কোর উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সি এবং আয়রন কোর কম ফ্রিকোয়েন্সিতে বেশি কার্যকর ।
- ভ্যারিয়েবল ইন্ডাক্টর (Variable Inductor): এর কোর পরিবর্তন করে আবেশন মান (inductance) কমানো বা বাড়ানো যায় ।
- টোরোয়েডাল ইন্ডাক্টর (Toroidal Inductor): ডোনাট আকৃতির কোরের ওপর পেঁচানো, যা কম ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক হস্তক্ষেপ (EMI) তৈরি করে।
- চোক ইন্ডাক্টর (Choke): বিশেষ করে হাই-ফ্রিকোয়েন্সি নয়েজ ফিল্টার করতে এবং DC কারেন্ট পাস করতে ব্যবহৃত হয় ।
- SMD বা চিপ ইন্ডাক্টর (Surface Mount Inductors): আধুনিক পিসিবি (PCB) সার্কিটে ব্যবহারের জন্য ক্ষুদ্রাকৃতির, যেমন মাল্টি-লেয়ার বা ওয়্যার-ওয়ুন্ড চিপ ইন্ডাক্টর ।
- ব্যবহারের ওপর ভিত্তি করে:
- পাওয়ার ইন্ডাক্টর: উচ্চ কারেন্ট লোড পরিচালনা করতে ব্যবহৃত হয় ।
- আরএফ (RF) ইন্ডাক্টর: রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি সার্কিটের জন্য ডিজাইন করা ।

ইন্ডাক্টরের মান নির্ণয়ের পদ্ধতি

গাণিতিক সূত্র (ডিজাইন ভিত্তিক):
একটি সাধারণ কয়েল বা সোলেনয়েডের ইন্ডাকট্যান্স (Inductance) তার ভৌত গঠনের ওপর নির্ভর করে:

- = ইন্ডাকট্যান্স (Henry - H)
- = চুম্বকীয় ভেদ্যতা (Permeability)
- = প্যাঁচ সংখ্যা (Number of turns)
- = কয়েলের ক্ষেত্রফল
- = কয়েলের দৈর্ঘ্য [১]

এলসিআর (LCR) মিটার বা পরিমাপক যন্ত্র:

এটি সবচেয়ে সঠিক পদ্ধতি। একটি ডিজিটাল LCR মিটার সরাসরি ইন্ডাক্টরের মান (Microhenry বা Millihenry) তে প্রদর্শন করে ।

অসিলেলোস্কোপ (Oscilloscope) ও সিগন্যাল জেনারেটর:

ইন্ডাক্টরটিকে একটি জানা মানের রোধের ( ) সাথে সিরিজে যুক্ত করুন। এসি সিগন্যাল প্রয়োগ করুন। ইন্ডাক্টরের আড়াআড়ি ভোল্টেজ ( ) এবং কারেন্ট ( ) পরিমাপ করুন।
সূত্র ব্যবহার করুন:, যেখানে হলো ফ্রিকোয়েন্সি ।

কোড বা মার্কিং দেখে (SMD/Physical):
ছোট ইন্ডাক্টরের গায়ে "4R7" লেখা থাকলে এর মান ৪.৭ । প্রথম দুটি সংখ্যা মান এবং তৃতীয় সংখ্যাটি শূন্যের সংখ্যা (Multiplier) নির্দেশ করে।

গুরুত্বপূর্ণ টিপস:
কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যা বাড়ালে ইন্ডাকট্যান্স বাড়ে।
লোহার কোর (Core) ব্যবহার করলে ইন্ডাকট্যান্স উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পায়।
ইন্ডাক্টিভ রিয়্যাক্ট্যান্স এসি ফ্রিকোয়েন্সি বাড়লে বাড়ে ।

ইন্ডাকটর গ্রুপিং

ইন্ডাক্টর গ্রুপিং বা সংযুক্তিকরণ বলতে সার্কিটে একাধিক ইন্ডাক্টরকে সিরিজ (Series) বা প্যারালাল (Parallel) পদ্ধতিতে যুক্ত করাকে বোঝায়, যা মোট ইন্ডাকট্যান্স পরিবর্তন করে। সিরিজে মোট ইন্ডাকট্যান্স বৃদ্ধি পায় এবং প্যারালালে হ্রাস পায়। চুম্বকীয় ফ্লাক্সের পারস্পরিক প্রভাব থাকলে তা ইন্ডাকট্যান্স কমিয়ে বা বাড়িয়ে দিতে পারে ।

ইন্ডাক্টর গ্রুপিং-এর প্রকারভেদ:
সিরিজ গ্রুপিং (Series Grouping): যখন ইন্ডাক্টরগুলোকে একটির পর একটি (end-to-end) যুক্ত করা হয়।
বৈশিষ্ট্য: মোট ইন্ডাকট্যান্স একক ইন্ডাক্টরগুলোর যোগফলের সমান। পারস্পরিক আবেশ (Mutual Inductance) না থাকলে এটি রোধের সিরিজের মতোই কাজ করে।

প্যারালাল গ্রুপিং (Parallel Grouping): যখন ইন্ডাক্টরগুলোর শুরুর প্রান্তগুলো একটি বিন্দুতে এবং শেষের প্রান্তগুলো অন্য একটি বিন্দুতে যুক্ত থাকে।
বৈশিষ্ট্য: মোট ইন্ডাকট্যান্স কমে যায়। এটি ক্যাপাসিটরের প্যারালাল সংযুক্তির মতো।

মিউচুয়াল ইনডাকট্যান্স (Series Aiding/Opposing): যখন ইন্ডাক্টরগুলো খুব কাছাকাছি থাকে, তাদের চৌম্বক ক্ষেত্র একে অপরকে প্রভাবিত করে।
যদি ফ্লাক্স একই দিকে থাকে (Aiding), তবে।
যদি ফ্লাক্স বিপরীত দিকে থাকে (Opposing), তবে ।
ইন্ডাক্টর মূলত চুম্বকীয় ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চয় করে। ফিল্টার সার্কিট বা এসি সিগন্যাল নিয়ন্ত্রণের জন্য এই গ্রুপিং ব্যবহার করা হয়।

ইন্ডাকটর গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা (Necessity of Grouping of Inductors)
যখন একটি মাত্র ইন্ডাক্টর ব্যবহার করে প্রয়োজনীয় ইন্ডাকট্যান্স বা কারেন্ট রেটিং পাওয়া যায় না, তখন কয়েকটি ইন্ডাকটরকে একত্রে গ্রুপিং করা হয়ে থাকে।

সিরিজ গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তাঃ সিরিজ গ্রুপিং এর মাধ্যমে যে কোন স্থানে ইন্ডাকট্যান্সের মান বৃদ্ধি করা যায় এবং কারেন্ট রেটিং কমানো যায়।

প্যারালাল গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তাঃ প্যারালাল গ্রুপিং করার ফলে কারেন্ট রেটিং বৃদ্ধি পায়, ইন্ডাকট্যান্সের মান কমানো যায়।

মিশ্র গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তাঃ যখন ইন্ডাকট্যান্সের মান এবং কারেন্ট রেটিং শুধু প্যারালাল গ্রুপিং এবং শুধু সিরিজ গ্রুপিং করে পাওয়া যায় না তখন কাংখিত মান পাওয়া জন্য মিশ্র গ্রুপিং প্রয়োগ করা হয়।

সেলফ চেক (Self-Check)-১.৭

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. ইন্ডাক্ট্যান্সের এস আই (SI) একক কী?
(ক) ওহম
(খ) ফ্যারাড
(গ) হেনরি (H)

২. ইন্ডাক্টর বিদ্যুৎ শক্তিকে কী হিসেবে সঞ্চয় করে রাখে?
(ক) রাসায়নিক শক্তি
(খ) চৌম্বক শক্তি
(গ) তাপ শক্তি

৩. ইন্ডাক্টরকে সিরিজের (Series) পরিবর্তে প্যারালালে (Parallel) যুক্ত করলে মোট ইন্ডাকট্যান্সের কী পরিবর্তন হয়?
(ক) বেড়ে যায়
(খ) কমে যায়
(গ) অপরিবর্তিত থাকে

৪. বিদ্যুৎ প্রবাহের আকস্মিক পরিবর্তনকে বাধা দেওয়া কোন উপাদানের ধর্ম?
(ক) রেজিস্টর
(খ) ইন্ডাক্টর
(গ) ডায়োড

৫. ইন্ডাক্টর গ্রুপিংয়ের ক্ষেত্রে যদি ফ্লাক্স একই দিকে থাকে (Aiding), তবে মিউচুয়াল ইনডাকট্যান্স কী হয়?
(ক) যোগ হয়
(খ) বিয়োগ হয়
(গ) শূন্য হয়

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.৭

(গ) হেনরি (H) ২. (খ) চৌম্বক শক্তি ৩. (খ) কমে যায় ৪. (খ) ইন্ডাক্টর ৫. (ক) যোগ হয়

জব শিট (Job-Sheet)-১.৭

জবের নাম: ইন্ডাক্টর চিহ্নিতকরণ এবং মাল্টিমিটারের সাহায্যে এর কন্টিনিউটি ও কার্যকারিতা পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

- বিভিন্ন প্রকার ইন্ডাক্টর (এয়ার কোর, আয়রন কোর ইত্যাদি) চিহ্নিত করা।
- মাল্টিমিটার ব্যবহার করে ইন্ডাক্টর ভালো না কি নষ্ট (ওপেন/শর্ট) তা যাচাই করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. বিভিন্ন মানের ইন্ডাক্টর বা কয়েল।
২. ডিজিটাল বা অ্যানালগ মাল্টিমিটার।
৩. কালার কোড চার্ট (যদি কালার কোডেড ইন্ডাক্টর হয়) ।

কাজের ধাপ:

১. পর্যবেক্ষণ: সরবরাহকৃত ইন্ডাক্টরটির গঠন এবং কোর (Core) এর ধরন দেখে এটি কোন প্রকারের ইন্ডাক্টর তা শনাক্ত করুন।
২. মাল্টিমিটার সেটআপ: মাল্টিমিটারের সিলেক্টর নব রেজিস্ট্যান্স (e) বা কন্টিনিউটি মোডে সেট করুন।
৩. টেস্টিং: ইন্ডাক্টরের দুই প্রান্তে মাল্টিমিটারের প্রোব দুটি ধরুন। যদি মিটারে খুব সামান্য রেজিস্ট্যান্স বা বিপ (Beep) শব্দ দেখায়, তবে ইন্ডাক্টরটি ভালো বা সচল। যদি মাল্টিমিটারে 'OL' বা ইনফিনিটি (অসীম) রেজিস্ট্যান্স দেখায়, তবে ইন্ডাক্টরটি ওপেন (Open) বা নষ্ট। যদি কোনো কয়েলের ইন্সুলেশন নষ্ট হয়ে বডির সাথে লেগে থাকে, তবে বডি টেস্ট করে দেখুন এটি গ্রাউন্ডেড কি না।
৪. প্রাপ্ত ফলাফল ডাটা টেবিলে লিপিবদ্ধ করুন।

সতর্কতা:

- ইন্ডাক্টরের কয়েল বা তার যেন ছিঁড়ে না যায় সেদিকে খেয়াল রাখুন।
- মাল্টিমিটারের নব সঠিক রেঞ্জে আছে কি না তা নিশ্চিত হয়ে পরিমাপ শুরু করুন।
- সার্কিটে সংযুক্ত থাকলে পাওয়ার বন্ধ করে পরীক্ষা করুন।

ইনফরমেশন শিট-১.৮: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ডায়োড)

শিখনফল-১.৮: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ডায়োড) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:

এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. ডায়োডের ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন
২. ডায়োডের প্রকারভেদ জানতে পারবে
৩. ডায়োডের পোলারিটি এবং বৈশিষ্ট্য সনাক্ত করন
৪. ডায়োডের বায়াসিং
৫. ডায়োডের গ্রুপিং

ডায়োডের ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন

ডায়োড একটি দুই প্রান্ত বিশিষ্ট ইলেক্ট্রনিক যন্ত্রাংশ যা বর্তনীতে কেবল মাত্র একদিকে তড়িৎ প্রবাহ হতে সাহায্য করে। এছাড়াও বৈদ্যুতিক উপায়ে ধারকত্ব নিয়ন্ত্রণ (ভ্যারিক্যাপ) এবং বিকিরণ, নি: সরণ ও কম্পন সংবেদী ইলেকট্রনিক সুইচ তৈরিতে ডায়োড ব্যবহৃত হয়। দুইটি সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড প্যারালালে সংযোগ করলে কারেন্ট বৃদ্ধি পায়।

ডায়োডের প্রকারভেদ

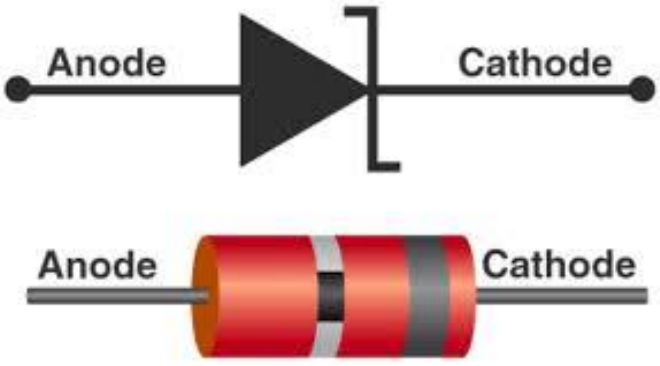
- রেকটিফায়ার ডায়োড/ জেনারেল ডায়োড
- জেনার ডায়োড
- এলডি-লাইট-এমিটিং ডায়োড
- ফটো ডায়োড
- স্কটি ডায়োড
- টানেল ডায়োড
- ভ্যারাকেটর ডায়োড
- পরিবর্তনশীল ডায়োড

রেকটিফায়ার ডায়োড

রেকটিফায়ার ডায়োড হলো এমন একটি সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস যা অল্টারনেটিং কারেন্টকে (AC) ডাইরেক্ট কারেন্টে (DC) বা একমুখী প্রবাহে রূপান্তর করে । এটি শুধুমাত্র একদিকে (Forward Bias) কারেন্ট প্রবাহিত হতে দেয় এবং বিপরীত দিকে (Reverse Bias) বাধা দেয় । এটি মূলত এসি থেকে ডিসি পাওয়ার কনভার্টার (যেমন- অ্যাডাপ্টার, পাওয়ার সাপ্লাই) হিসেবে কাজ করে ।

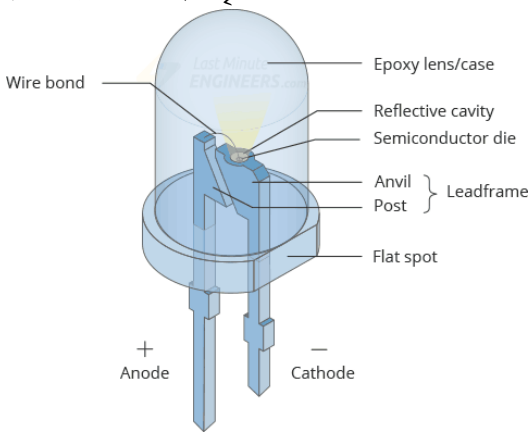
জেনার ডায়োড

জেনার ডায়োড হলো একটি বিশেষ প্রকারের ডায়োড যা সাধারণ ডায়োডের মতো তড়িৎ প্রবাহকে শুধুমাত্র সম্মুখ দিকে প্রবাহিত করে না, এটা বিপরীত দিকেও প্রবাহিত করে। জেনার ডায়োড গুলি ভোল্টেজ রেফারেন্স হিসাবে এবং ছোট সার্কিট জুড়ে ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণ করতে শান্ট নিয়ন্ত্রক হিসাবে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। যখন একটি পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ উৎসের সাথে সমান্তরালভাবে সংযুক্ত থাকে যাতে এটি বিপরীত পক্ষপাতী হয়, একটি জেনার ডায়োড পরিচালনা করে যখন ভোল্টেজ ডায়োডের বিপরীত ব্রেকডাউন ভোল্টেজে পৌঁছায়।



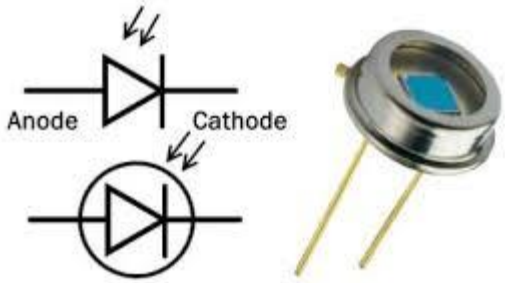
এলডি-লাইট-এমিটিং ডায়োড

এলইডি বা আলোক নি: সারী ডায়োড বা ইংরেজিতে লাইট-এমিটিং ডায়োড সংক্ষেপে বলে। ইলেকট্রনিক্স ক্ষেত্রে বহুল ব্যবহৃত একটি অর্ধপরিবাহী ডায়োড। এলইডি এমন একটি অর্ধপরিবাহী যন্ত্রাংশ যা কিনা আলোও বিকিরণ করে। এটি বিভিন্ন রঙের হয়ে থাকে, প্রায় প্রতিটি ইলেকট্রনিক্সের যন্ত্রে এর ব্যবহার দৃষ্ট যায়।



ফটো ডায়োড

ফটোডায়োড (Photodiode) হলো একটি বিশেষ ধরনের পি-এন (P-N) জংশন সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড, যা আলো শোষণ করে আলোক শক্তিকে বৈদ্যুতিক প্রবাহে (কারেন্ট) রূপান্তরিত করে। এটি মূলত বিপরীত বায়াস (Reverse Bias) মোডে কাজ করে এবং আলোক সেন্সর হিসেবে ডিজিটাল ক্যামেরা, ফাইবার অপটিক্স, রিমোট কন্ট্রোল এবং সোলার সেলে বহুল ব্যবহৃত হয়



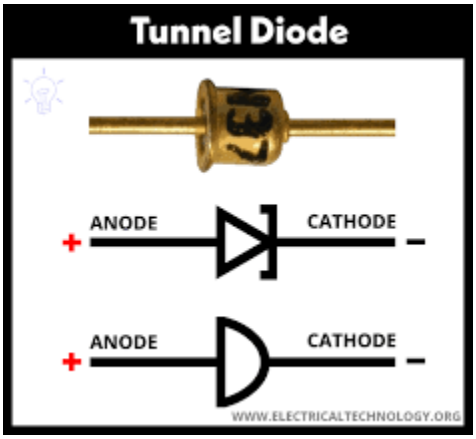
PhotoDiode

স্কটকি ডায়োড

স্কটকি ডায়োড (Schottky Diode) হলো ধাতু ও এন-টাইপ (N-type) অর্ধপরিবাহীর সংযোগে তৈরি এক বিশেষ ধরনের ডায়োড, যা দ্রুত সুইচিং এবং নিম্ন ফরোয়ার্ড ভোল্টেজ ড্রপের (ভোল্ট) জন্য পরিচিত । সাধারণ P-N ডায়োডের তুলনায় এতে কম তাপ উৎপন্ন হয়, তাই এটি উচ্চ-ফ্রিকোয়েন্সি, পাওয়ার রেকটিফায়ার এবং সোলার চার্জিং সার্কিটে ব্যবহৃত হয়।

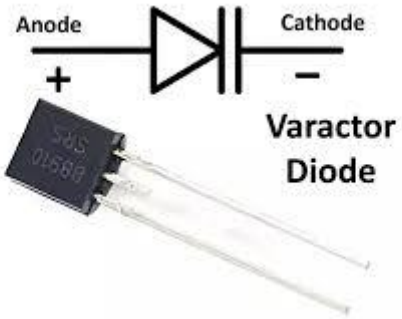
টানেল ডায়োড

টানেল ডায়োড হলো একটি অতি-উচ্চমাত্রায় ডোপড (heavily doped) P-N জংশন ডায়োড, যা কোয়ান্টাম মেকানিক্যাল 'টানেলিং' প্রভাবের কারণে নেতিবাচক প্রতিরোধ (negative resistance) প্রদর্শন করে। ১৯৫৭ সালে লিও এসাকি এটি উদ্ভাবন করেন, যার জন্য তিনি ১৯৭৩ সালে নোবেল পুরস্কার পান। এটি ন্যানোসেকেন্ডে সুইচিং করতে পারে এবং উচ্চ-ফ্রিকোয়েন্সি অসিলেটর ও অ্যাম্প্লিফায়ারে ব্যবহৃত হয়।



ভ্যারাক্টর ডায়োড

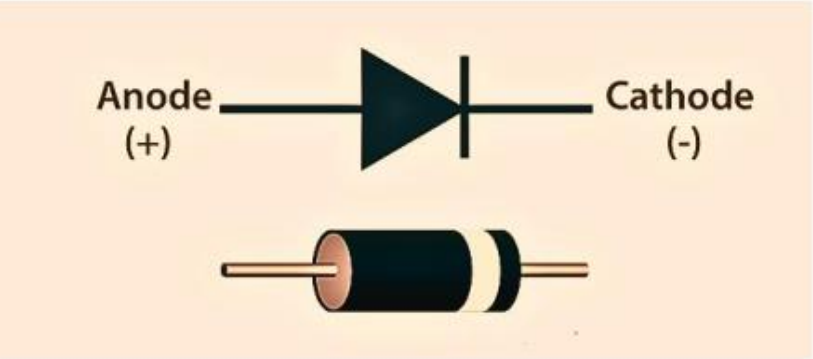
ভ্যারাক্টর ডায়োড (Varactor Diode) বা ভ্যারিক্যাপ হলো এমন এক ধরণের পি-এন জংশন সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড, যা রিভার্স বায়াসে (reverse bias) একটি ভোল্টেজ-নিয়ন্ত্রিত পরিবর্তনশীল ক্যাপাসিটর হিসেবে কাজ করে। এটি মূলত টিউনিং এবং ফ্রিকোয়েন্সি মড্যুলেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়, যেখানে রিভার্স ভোল্টেজ বাড়ালে ডিপ্লেশন অঞ্চলের প্রস্থ বেড়ে ক্যাপাসিট্যান্স কমে যায়।



ডায়োডের পোলারিটি এবং বৈশিষ্ট্য সনাক্ত করন

ডায়োডের পোলারিটি সনাক্ত করা।
ডায়োড (Diode) হলো এমন একটি সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস, যা একদিকে কারেন্ট প্রবাহিত হতে দেয় এবং অন্যদিকে বাধা দেয়। ডায়োডের পোলারিটি সনাক্ত করা খুবই গুরুত্বপূর্ণ, কারণ সঠিক পোলারিটি না জানলে ডায়োড সঠিকভাবে কাজ করবে না। ডায়োডে দুটি পা থাকে। যথা-

১. অ্যানোড (Anode) - এটি পজিটিভ টার্মিনাল।
২. ক্যাথোড (Cathode) -এটি নেগেটিভ টার্মিনাল।



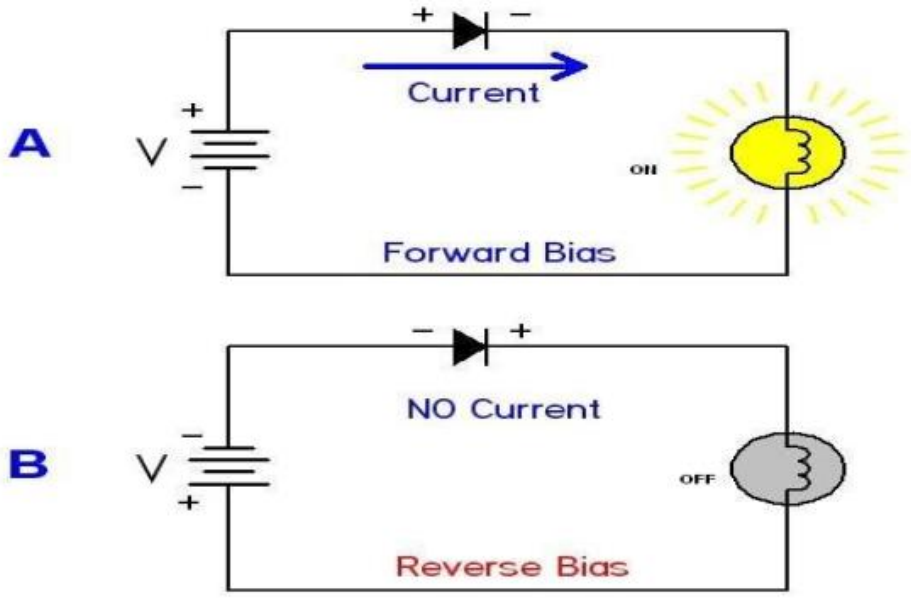
ডায়োডের ক্যাথোড সাধারণত একটি স্ট্রাইপ (Stripe) বা ব্যান্ড দ্বারা চিহ্নিত থাকে। এই স্ট্রাইপের দিকটি ক্যাথোড, অর্থাৎ নেগেটিভ টার্মিনাল। বেশিরভাগ সময় এই স্ট্রাইপের দিকে নেগেটিভ (-) সাইনও থাকতে পারে। স্ট্রাইপ বা ব্যান্ড ছাড়া অন্য দিকটি অ্যানোড।

ডায়োডের বৈশিষ্ট্যঃ

ডায়োডের প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো এর একমুখী পরিবাহিতা, অর্থাৎ এটি বিদ্যুৎকে কেবল এক দিকে প্রবাহিত হতে দেয়। ডায়োডকে একমুখী ইলেকট্রনিক ভালভ বলা হয় কারণ এটি একদিকে বিদ্যুৎ প্রবাহে বাধা দেয় না কিন্তু বিপরীত দিকে প্রবাহকে বাধা দেয়।

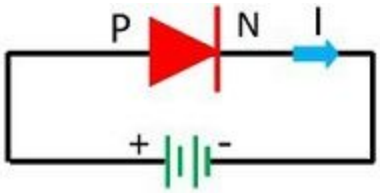
ডায়োডের বায়াসিং

ডায়োডের P-অঞ্চল (অ্যানোড) এবং N-অঞ্চল (ক্যাথোড) এর সাথে বাহ্যিক ভোল্টেজ সংযোগ করে এর কর্মক্ষমতা বা কারেন্ট প্রবাহ নির্ধারণের পদ্ধতিই হলো বায়াসিং ।
কেন করা হয়: এটি ডায়োডের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহের পথ তৈরি বা বন্ধ (One-way switch) করার জন্য প্রয়োজন ।



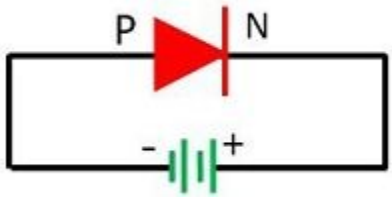
ফরওয়ার্ড বায়াসিং (Forward Biasing):

ফরওয়ার্ড বায়াসিং (Forward Biasing): যখন ব্যাটারির পজিটিভ প্রান্ত ডায়োডের P-টাইপ (অ্যানোড) এবং নেগেটিভ প্রান্ত N-টাইপ (ক্যাথোড) এর সাথে সংযুক্ত করা হয় । এতে ডিপ্লেশন লেয়ার কমে যায় এবং কারেন্ট সহজে প্রবাহিত হয় ।



রিভার্স বায়াসিং (Reverse Biasing):

যখন ব্যাটারির পজিটিভ প্রান্ত ডায়োডের N-টাইপ (ক্যাথোড) এবং নেগেটিভ প্রান্ত P-টাইপ (অ্যানোড) এর সাথে সংযুক্ত করা হয় । এতে ডিপ্লেশন লেয়ার বা ক্ষয়কারী অঞ্চল বৃদ্ধি পায়, ফলে কারেন্ট প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায় ।



টার্ন-অন ভোল্টেজ: একটি নির্দিষ্ট ভোল্টেজ (যেমন, সিলিকন ডায়োডের জন্য প্রায় 0.7V) অতিক্রম করলে ডায়োড পুরোপুরি পরিবাহী হয়ে ওঠে, যা টার্ন-অন ভোল্টেজ নামে পরিচিত।

ব্রেকডাউন ভোল্টেজ: বিপরীত ঝোঁকে, একটি নির্দিষ্ট ভোল্টেজ (ব্রেকডাউন ভোল্টেজ) অতিক্রম করলে ডায়োড বিপরীত দিকে বিদ্যুৎ পরিবহন করতে শুরু করে, যাকে ব্রেকডাউন বলা হয়।

ডায়োডের গ্রুপিং

ডায়োডের গ্রুপিং হলো এক বা একাধিক ডায়োডকে নির্দিষ্ট সার্কিট প্রয়োজনে সিরিজে (Series) বা প্যারালালে (Parallel) সংযুক্ত করা, যাতে কাঙ্ক্ষিত ভোল্টেজ রেটিং, কারেন্ট ক্যাপাসিটি বা রেকটিফিকেশন (AC to DC) অর্জন করা যায় । যেমন, ব্রিজ রেকটিফায়ারে ৪টি ডায়োড ব্যবহার করা হয় এবং উচ্চ ভোল্টেজের জন্য সিরিজ গ্রুপিং করা হয় ।

ডায়োড গ্রুপিংয়ের ধরন

সিরিজ গ্রুপিং (Series Grouping): যখন উচ্চ ভোল্টেজ বা পিআইভি (Peak Inverse Voltage) সহ্য করার প্রয়োজন হয়, তখন ডায়োডগুলো সিরিজে যুক্ত করা হয়। এতে ভোল্টেজ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

প্যারালাল গ্রুপিং (Parallel Grouping): যখন লোডে উচ্চ কারেন্ট প্রবাহের প্রয়োজন হয়, তখন ডায়োডগুলো প্যারালালে যুক্ত করা হয়, যা মোট কারেন্ট সক্ষমতা বাড়ে ।

ব্রিজ গ্রুপিং (Bridge Grouping): এসি (AC) কে ডিসি (DC)-তে রূপান্তরের জন্য ৪টি ডায়োড ব্যবহার করে ব্রিজ রেকটিফায়ার তৈরি করা হয়, এটি একটি সাধারণ গ্রুপিং ।

ব্যবহার:

রেকটিফায়ার, ভোল্টেজ রেগুলেটর, এবং পাওয়ার সাপ্লাই সার্কিটে ডায়োডের কার্যক্ষমতা বাড়াতে এই গ্রুপিং ব্যবহার করা হয়।

সেলফ চেক (Self-Check)-১.৮

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. ডায়োড সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহকে কোন দিকে চালিত করে?

(ক) উভয় দিকে
(খ) কেবল মাত্র একদিকে
(গ) কোন দিকেই নয়

২. AC-কে DC-তে রূপান্তর করার জন্য কোন ডায়োড ব্যবহৃত হয়?

(ক) জেনার ডায়োড
(খ) ফটো ডায়োড
(গ) রেকটিফায়ার ডায়োড

৩. ডায়োডের পজিটিভ টার্মিনালকে কী বলা হয়?

(ক) ক্যাথোড
(খ) অ্যানোড
(গ) গেট

৪. সিলিকন ডায়োডের টার্ন-অন ভোল্টেজ সাধারণত কত?

(ক) ০.৩ ভোল্ট
(খ) ০.৭ ভোল্ট
(গ) ১.১ ভোল্ট

৫. উচ্চ কারেন্ট প্রবাহের প্রয়োজনে ডায়োডকে কোন পদ্ধতিতে যুক্ত করা হয়?

(ক) সিরিজ গ্রুপিং
(খ) প্যারালাল গ্রুপিং
(গ) মিক্সড গ্রুপিং

উত্তর পত্র (Answer Key) - ১.৮

(খ) কেবল মাত্র একদিকে ২. (গ) রেকটিফায়ার ডায়োড ৩. (খ) অ্যানোড ৪. (খ) ০.৭ ভোল্ট ৫. (খ) প্যারালাল গ্রুপিং

জব শিট (Task-Sheet) - ১.৮

জবের নাম: ডায়োড চিহ্নিতকরণ, পোলারিটি নির্ণয় এবং পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

ডায়োডের প্রকারভেদ এবং অ্যানোড-ক্যাথোড চিহ্নিত করা।
মাল্টিমিটারের সাহায্যে ডায়োড ভালো না কি নষ্ট তা পরীক্ষা করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. বিভিন্ন প্রকার ডায়োড (রেকটিফায়ার, এলইডি, জেনার) ।
২. ডিজিটাল বা অ্যানালগ মাল্টিমিটার।
৩. ব্যাটারি ও কানেক্টিং ওয়্যার।

কাজের ধাপ:

১. প্রদত্ত ডায়োডটির গায়ে থাকা রূপালী বা কালো রঙের ব্যান্ড (Stripe) পর্যবেক্ষণ করে ক্যাথোড এবং অন্য প্রান্তটি অ্যানোড হিসেবে চিহ্নিত করুন।
২. মাল্টিমিটারটিকে ডায়োড টেস্ট মোডে সেট করুন।
৩. ফরওয়ার্ড বায়াস পরীক্ষা: মাল্টিমিটারের লাল নব (পজিটিভ) অ্যানোড এবং কালো নব (নেগেটিভ) ক্যাথোডের সাথে ধরুন। মিটারে নির্দিষ্ট ভোল্টেজ রিডিং (যেমন সিলিকনের জন্য ০.৭V) দেখালে ডায়োডটি ফরওয়ার্ডে কাজ করছে।
৪. রিভার্স বায়াস পরীক্ষা: নব দুটি উল্টে ধরুন। মিটারে 'OL' বা ইনফিনিটি দেখালে বুঝতে হবে ডায়োডটি রিভার্স বায়াসে প্রবাহ বাধা দিচ্ছে।
৫. প্রাপ্ত ফলাফল নিচের টেবিলে লিখুন।

সতর্কতা:

- ডায়োডের পা বা টার্মিনালগুলো সাবধানতার সাথে হ্যান্ডেল করুন যাতে ভেঙে না যায়।
- মাল্টিমিটারের নব সঠিক টার্মিনালে সংযুক্ত হয়েছে কি না তা নিশ্চিত হোন।

ইনফরমেশন শিট-১.৯: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ট্রানজিস্টর)

শিখনফল-১.৯: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ট্রানজিস্টর) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

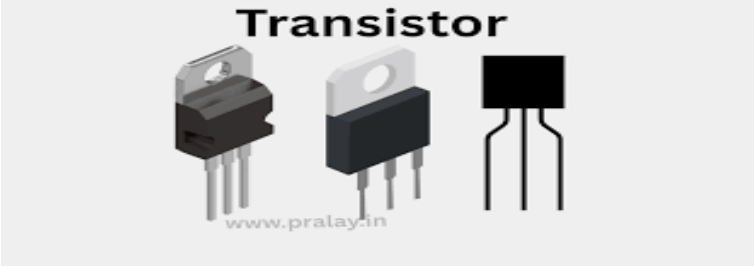
বিষয় বস্তু (Content):

১. ট্রানজিস্টরের ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন
২. ট্রানজিস্টরের প্রকারভেদ
৩. ট্রানজিস্টরের লেগ নির্ণয় পদ্ধতি
৪. ভাল- ত্রুটিপূর্ণ ট্রানজিস্টর নির্ণয় করার পদ্ধতি
৫. বাইপোলার জংশন ট্রানজিস্টর (BJT)
৬. মেটাল-অক্সাইড-সেমিকন্ডাক্টর ফিল্ড-ইফেক্ট ট্রানজিস্টর (MOSFET)

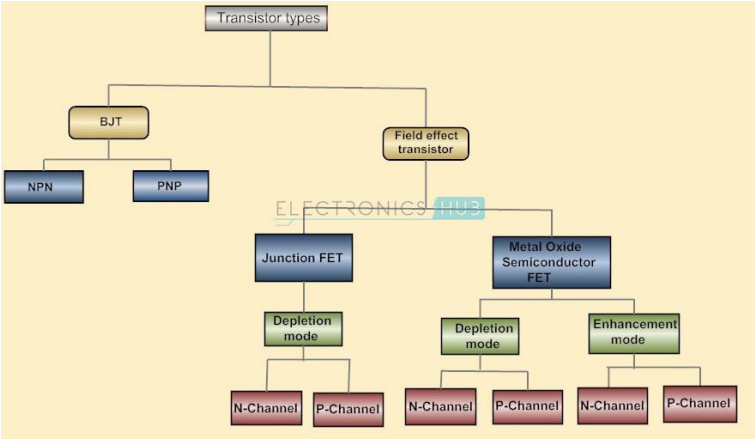
ট্রানজিস্টরের ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন

Transistor একটি ইংরেজি শব্দ। Transfer এবং Resistor এই দুটি আলাদা ইংরেজি শব্দ মিলিয়ে Transistor শব্দটি গঠিত হয়েছে। ট্রানজিস্টরকে বিংশ শতাব্দীর শ্রেষ্ঠ আবিষ্কার বলা যায়। ট্রানজিস্টরের আবিষ্কার ইলেকট্রনিক্স এর জগতে বিপ্লব সংঘটিত করেছে। ১৯৪৮ সালে যুক্তরাষ্ট্রের বেল টেলিফোন ল্যাবরেটরির তিনজন গবেষক জে. বার্ডিন (J. Bardeen), ডব্লিউ ব্রাটেন (W. Brattain) ও ডব্লিউ সকলে (W. Shockley) ট্রানজিস্টর আবিষ্কার করেন। এই গুরুত্বপূর্ণ আবিষ্কারের জন্য তিনজনকে ১৯৫৬ সালে পদার্থবিজ্ঞানে নোবেল পুরষ্কার প্রদান করা হয়। ট্রানজিস্টর দুর্বল তড়িৎ সংকেতকে বিবর্ধন করতে পারে এবং উচ্চগতিসম্পন্ন সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

দুটি একই ধরনের অর্ধপরিবাহীর (n-টাইপ অথবা p-টাইপ) মাঝখানে এদের বিপরীত ধরনের (p-টাইপ অথবা n-টাইপ) অর্ধপরিবাহী বিশেষ প্রক্রিয়ায় পরস্পরের সাথে যুক্ত করে যে যন্ত্র বা কৌশল (Device) তৈরি করা হয় তাকে ট্রানজিস্টর (Transistor) বলে।



ট্রানজিস্টরের প্রকারভেদ



ট্রান্সিস্টর ট্রি ডায়াগ্রাম

- ট্রানজিস্টর ব্যবহারের সুবিধা (Advantage of using transistor)
- কোনো হিটার বা ফিলামেন্টের প্রয়োজন হয় না।
- আকৃতি ছোট এবং ওজনে হালকা।
- খুব কম অপারেটিং ভোল্টেজ ব্যবহৃত হয়।
- শক্তি খরচ খুব কম।
- কর্মদক্ষতা বেশি।
- দীর্ঘদিন ব্যবহার করা যায়।

ট্রানজিস্টরের লেগ নির্ণয় পদ্ধতি

আমরা যে ট্রাঞ্জিস্টর বাজার থেকে কিনে থাকি সেই ট্রাঞ্জিস্টরের মডেল নাম্বার জানা থাকলে খুব সহজে গুগোল থেকে সার্চ করে আমরা ট্রাঞ্জিস্টরটির বেজ, ইমিটার, কালেক্টর জানতে পারবো।
এই সহজ পদ্ধতির একটি সমস্যা আছে, বিভিন্ন প্রস্তুতকারক কোম্পানি প্যাকেজভেদে ট্রাঞ্জিস্টরের পিনআউট অনেক সময় ভিন্ন রকম হয়। নিচের চিত্র দেখলে বুঝতে পারবেনঃ

BC547 ট্রাঞ্জিস্টর এবং 2N2222 ট্রাঞ্জিস্টর দুটির দুই রকমের পিন আউট।

প্রথমে মাল্টিমিটার দিয়ে ট্রাঞ্জিস্টরের বেজ নির্ণয় করবো। এর পরে **কালেক্টর ও ইমিটার নির্ণয় করবো।**

এন পি এন ট্রাঞ্জিস্টরের ক্ষেত্রে বেজ বের করার সহজ পদ্ধতি
সিলেক্টর নবকে ডায়োড/ওহমে রাখতে হবে।

- এবার ট্রাঞ্জিস্টরের তিনটি প্রান্তের যেকোন এক প্রান্তকে বেজ হিসেবে ধরে অনুমান করে পরীক্ষা করতে হবে।
- মাল্টিমিটারের পজিটিভ প্রোব(লাল রঙের প্রোব)যে প্রান্তকে বেজ অনুমান করা হয়েছে তার সাথে লাগিয়ে এবং নেগেটিভ প্রোব(কালো রঙের প্রোব) অন্য দুইটি প্রান্তে লাগিয়ে দেখতে হবে।
- একই পরীক্ষা ট্রাঞ্জিস্টরের অপর দুটি লেগের ক্ষেত্রে করতে হবে অর্থাৎ অপর দুটি লেগ কে বেজ অনুমান করে উপরোক্ত নিয়মে লাগাতে হবে। নিচের ছবিটি লক্ষ্য করুন-
- যদি উভয় লেগের ক্ষেত্রে কিছু রেজিস্ট্যান্স দেখায় তাহলে আমাদের বুঝতে হবে ঐ কমন লেগটিই ট্রাঞ্জিস্টরের বেজ। শর্ট হলে রেজিস্ট্যান্স শূন্য দেখাবে।

পি এন পি ট্রাঞ্জিস্টরের ক্ষেত্রে বেজ বের করার সহজ পদ্ধতি

- আগের মতোই ট্রাঞ্জিস্টরের সিলেক্টর নবকে রেজিস্ট্যান্স/ডায়োড মাপার জন্য সেট করতে হবে।
- এবার ট্রাঞ্জিস্টরের তিনটি প্রান্তের যেকোন একটিকে পিএনপি ট্রাঞ্জিস্টরের বেজ অনুমান করতে হবে এবং তা পরীক্ষা করতে হবে।
- এর জন্য মাল্টিমিটারের নেগেটিভ প্রোব (কালো রঙের) যে প্রান্তকে বেজ অনুমান করা হয়েছে তার সাথে লাগিয়ে এবং পজেটিভ প্রোব(লাল রঙের প্রোব) অন্য দুইটি প্রান্তে লাগিয়ে দেখতে হবে।
- একই দরনের পরীক্ষা অপর দুটি লেগের ক্ষেত্রেও করতে হবে। অর্থাৎ অপর দুটি লেগ কে বেজ অনুমান করে উপরোক্ত নিয়মে লাগাতে হবে।
- যদি উভয় লেগের ক্ষেত্রে কিছু রেজিস্ট্যান্স দেখায় তাহলে আমাদের বুঝতে হবে ঐ কমন লেগটিই ট্রাঞ্জিস্টরের বেজ। শর্ট হলে রেজিস্ট্যান্স শূন্য দেখাবে।

উভয় ট্রাঞ্জিস্টরের ক্ষেত্রে কালেক্টর এবং ইমিটার নির্ণয়

বেজ নির্ণয় করতে পারলে এটি বেশ সহজ কাজ। এটিও আমরা ডিজিটাল মাল্টিমিটার দিয়ে সিলেক্টর নবকে ডায়োড/রেজিস্ট্যান্স অবস্থানে রেখে খুব সহজে বের করতে পারি।

১. বেজ থেকে উভয় লেগের রেজিস্ট্যান্স তুলনা করতে হবে মাল্টিমিটার দিয়ে।
২. যে লেগের রেজিস্ট্যান্স বেশি হবে সেটি উক্ত ট্রাঞ্জিস্টরের ইমিটার
৩. অপরদিকে যে লেগের রেজিস্ট্যান্স কম দেখাবে সেটি কালেক্টর

এনালগ মাল্টিমিটার দিয়ে এটি সনাক্ত করা বেশ কঠিন এবং দুরূহ কাজ কারন এই রেজিস্ট্যান্সের মান মাত্র কয়েক ওহম হয়ে থাকে। যার ফলে এনালগ মাল্টিমিটার দিয়ে কাটার পরিবর্তন তেমন বুঝা যায় না। এছাড়া এখনকার সব এনালগ মাল্টিমিটারে ট্রাঞ্জিস্টর পরীক্ষা করার আলাদা অপশন আছে।

যে ট্রাঞ্জিস্টরের দিয়ে পরীক্ষা করেছি সেটির ফলাফল:

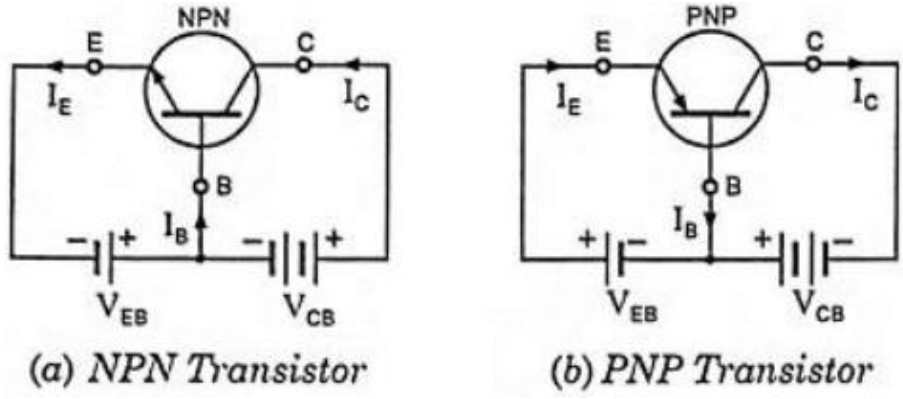
- ট্রাঞ্জিস্টরের একটি প্রান্তে (মাজখানের পায়ে) লাল প্রোব ধরার পর বাকি ২ পায়েই রেজিস্ট্যান্স পেয়েছি এর মানে এটি এন পি এন (S) টাইপ ট্রাঞ্জিস্টর এবং মাঝ খানের পা টি বেজ।
- মাজখানের বেজ থেকে বাম দিকের লেগে মাল্টিমিটার ধরে যে রিডিং পাওয়া গেছে এবং মাঝখানে বেজ থেকে ডান দিকের লেগে মাল্টিমিটারে ধরে রিডিং পাওয়া গেছে তাদের মাঝে তুলনা করতে হবে।
- তাহলে ভ্যালু অনুসারে বেজ টু বাম সাইটের লেগ=৬৪৯ এবং বেজ টু ডান সাইডের লেগ = ৬৫৫ অর্থাৎ বাম সাইডের লেগ কালেক্টর এবং ডান সাইডের লেগ ইমিটার।

ভাল- ত্রুটিপূর্ণ ট্রানজিস্টর নির্ণয় করার পদ্ধতি

মিটারের কাটাটি যদি অন্য দুইটি লিডের কোনটির ক্ষেত্রে না নড়ে তাহলে ট্রানজিস্টরটি ওপেন যেটা নষ্ট।মিটারের কাটাটি যদি সব টেস্টের ক্ষেত্রে নড়ে তাহলে ট্রানজিস্টরটি শর্ট (নষ্ট) ।
মিটারের কাটাটি যদি কোনো একটি টেস্টের ক্ষেত্রটি হাল্কা নড়ে তাহলে ট্রানজিস্টরটি লিক নষ্ট।
ট্রানজিস্টরকে কার্যক্ষম করার জন্য এতে একটি বিশেষ নিয়মে ভোল্টেজ প্রয়োগ করতে হয়, একে ট্রানজিস্টর বায়াসিং বলে।

PNP এবং NPN ট্রানজিস্টরের কার্যকারিতা এবং পরিচালনা

PNP এবং NPN ট্রানজিস্টর দুটি বাইপোলার জয়াংশ ট্রানজিস্টর (BJT) এর ধরন, যা সাধারণত এনপিএন (NPN) এবং পিপিএন (PNP) ট্রানজিস্টর হিসেবে পরিচিত। এগুলি সক্রিয়ভাবে সিগন্যাল অ্যামপ্লিফিকেশন, সুইচিং, এবং অন্যান্য ইলেকট্রনিক ফাংশন করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এনপিএন এবং পিপিএন ট্রানজিস্টরের কার্যকারিতা এবং ব্যবহার কিছুটা আলাদা, তবে উভয়টির মূল কাজ হল কারেন্ট কন্ট্রোল বা কারেন্ট অ্যাম্পিফিকেশন।



এনপিএন ট্রানজিস্টরটি কারেন্ট অ্যাম্পিফায়ার হিসেবে কাজ করে, যেখানে বেসের মাধ্যমে ছোট ভোল্টেজ বা কারেন্টকে নিয়ন্ত্রণ করা হয় এবং কলেক্টর থেকে বড় কারেন্টের আউটপুট পাওয়া যায়। পিপিএন ট্রানজিস্টরটি এনপিএন ট্রানজিস্টরের বিপরীত পোলারিটিতে কাজ করে, যেখানে বেসের মাধ্যমে ছোট পজিটিভ ভোল্টেজ বা কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করা হয় এবং কলেক্টর থেকে বৃহত্তর আউটপুট কারেন্ট প্রদান করা হয়।

NPN এবং PNP ট্রানজিস্টরের ব্যবহার:

- সুইচিং সার্কিট: NPN এবং PNP ট্রানজিস্টররা সিগন্যাল সুইচিং বা অন/অফ কন্ট্রোল করতে ব্যবহৃত হয়।
- অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট: উভয় ট্রানজিস্টরকে অ্যামপ্লিফিকেশন প্রয়োজনে ব্যবহার করা হয়, যেমন অডিও অ্যামপ্লিফায়ার বা টেলিভিশন সার্কিটে।
- লজিক গেট: NPN ও PNP ট্রানজিস্টর দ্বারা বেসিক লজিক গেট তৈরি করা যায় (যেমন AND, OR, NOT গেট) ।

বাইপোলার জংশন ট্রানজিস্টর (BJT)

বাইপোলার জংশন ট্রানজিস্টর (BJT) হলো একটি তিন-প্রান্তের (Emitter, Base, Collector) সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস, যা ইলেকট্রন এবং হোল-উভয় প্রকার চার্জ বাহক ব্যবহার করে কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে । এটি মূলত একটি কারেন্ট-নিয়ন্ত্রিত ডিভাইস, যা অ্যামপ্লিফায়ার (সতর্কতা বৃদ্ধিকারী) বা সুইচ হিসেবে ইলেকট্রনিক্স সার্কিটে ব্যবহৃত হয়। এর দুটি প্রধান প্রকার হলো NPN এবং PNP।

BJT-এর মূল বৈশিষ্ট্য ও গঠন:

গঠন: এটি দুটি PN জংশন নিয়ে গঠিত, যা NPN বা PNP বিন্যাসে থাকতে পারে ।

টার্মিনাল: ইমিটার (Emitter – হাই ডোপিং), বেস (Base - পাতলা এবং নিম্ন ডোপিং), এবং কালেক্টর (Collector - মাঝারি ডোপিং) । কার্যপদ্ধতি: বেস কারেন্ট পরিবর্তন করে কালেক্টর কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করা হয় ।

অপারেশনাল মোড: প্রধানত অ্যাক্টিভ (Active), কাট-অফ (Cutoff - সুইচ বন্ধ), এবং স্যাচুরেশন (Saturation - সুইচ চালু) মোডে কাজ করে।

সুবিধা: উচ্চ ভোল্টেজ গেইন, দ্রুত সুইচিং (MOSFET-এর তুলনায় ধীর হলেও), এবং ছোট আকার।

ব্যবহার: সিগন্যাল অ্যামপ্লিফিকেশন, সুইচিং সার্কিট, অসিলেটর এবং ফিল্টার হিসেবে ব্যবহৃত হয় ।

বিজেটি (BJT) আধুনিক ইলেকট্রনিক্স, যেমন- মোবাইল, টেলিভিশন এবং শিল্প নিয়ন্ত্রণে অপরিহার্য।

ফিল্ড-ইফেক্ট ট্রানজিস্টর (FET)

ফিল্ড-ইফেক্ট ট্রানজিস্টর (FET) হলো একটি ভোল্টেজ-নিয়ন্ত্রিত অর্ধপরিবাহী ডিভাইস, যা ইলেকট্রিক ফিল্ড ব্যবহার করে সোর্স ও ড্রেনের মধ্যে কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে । এর তিনটি টার্মিনাল থাকে: গেট (G), সোর্স (S), এবং ড্রেন (D) । এটি উচ্চ ইনপুট ইম্পিডেন্স, কম শক্তি খরচ এবং দ্রুত সুইচিং ক্ষমতার জন্য পরিচিত।

FET এর প্রধান বৈশিষ্ট্য ও প্রকারভেদ:

কার্যপদ্ধতি: গেট ভোল্টেজ ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র (electric field) তৈরির মাধ্যমে সোর্স থেকে ড্রেনে কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে, যেখানে গেট দিয়ে কোনো কারেন্ট প্রবাহিত হয় না ।

প্রকারভেদ: মূলত দুই ধরনের FET বেশি প্রচলিত:

জংশন ফেট (JFET)

মেটাল-অক্সাইড-সেমিকন্ডাক্টর ফেট (MOSFET)

চ্যানেল: কাজের উপর ভিত্তি করে এগুলো N-চ্যানেল এবং P-চ্যানেল—উভয় ধরনের হতে পারে।

সুবিধা: FET-এর ইনপুট ইম্পিডেন্স অনেক বেশি হওয়ায় এটি সিগন্যাল অ্যাম্প্লিফিকেশন বা বুফার হিসেবে খুব ভালো।

ব্যবহার: কম্পিউটার, মেমোরি চিপ, অ্যাম্প্লিফায়ার, সুইচিং সার্কিট এবং আইসি (Integrated Circuit) ডিজাইনে প্রচুর ব্যবহৃত হয়।

বিজেটি (BJT - Bipolar Junction Transistor)-এর তুলনায় FET আকারে ছোট এবং কম শক্তি খরচ করে, যা আধুনিক ইলেকট্রনিক্সকে আরও দক্ষ করেছে।

চ্যানেলঃ

সেমিকন্ডাক্টর লেয়ার কারেন্ট পথ ফর্ম করে যাকে চ্যানেল বলে। যদি এই চ্যানেল n-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরের মাধ্যমে তৈরি হয় তখন একে n-চ্যানেল FET বলে। যদি p-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরের মাধ্যমে এই চ্যানেল তৈরি করা হয় তখন একে p-চ্যানেল FET বলে।

সেলফ চেক (Self-Check)-১.৯

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. ট্রানজিস্টর মূলত কত সালে আবিষ্কৃত হয়?
(ক) ১৯৪০ সালে
(খ) ১৯৪৮ সালে
(গ) ১৯৫৬ সালে

২. বাইপোলার জাংশন ট্রানজিস্টরে (BJT) কয়টি টার্মিনাল থাকে?
(ক) ২ টি
(খ) ৩ টি
(গ) ৪ টি

৩. MOSFET-এর গেট টার্মিনাল চ্যানেল থেকে কীসের মাধ্যমে আলাদা থাকে?
(ক) মেটাল লেয়ার
(খ) ইনসুলেটেড অক্সাইড লেয়ার
(গ) পি-এন জাংশন

৪. ট্রানজিস্টরের টার্মিনালগুলো কী কী?
(ক) অ্যানোড, ক্যাথোড, গেট
(খ) ইমিটার, বেস, কালেক্টর
(গ) MT1, MT2, গেট

৫. ট্রানজিস্টর মূলত কী হিসেবে কাজ করে?
(ক) অ্যামপ্লিফায়ার ও সুইচ
(খ) রেকটিফায়ার
(গ) ক্যাপাসিটর

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.৯

(খ) ১৯৪৮ সালে ২. (খ) ৩ টি ৩. (খ) ইনসুলেটেড অক্সাইড লেয়ার ৪. (খ) ইমিটার, বেস, কালেক্টর ৫. (ক) অ্যামপ্লিফায়ার ও সুইচ

জব শিট (Task-Sheet)-১.৯

জবের নাম: ট্রানজিস্টরের পোলারিটি (PNP/NPN) এবং টার্মিনাল (E, B, C) নির্ণয় ও পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

- ট্রানজিস্টরের ধরন (PNP বা NPN) চিহ্নিত করা।
- ট্রানজিস্টরের ইমিটার, বেস এবং কালেক্টর টার্মিনাল শনাক্ত করা।
- মাল্টিমিটারের সাহায্যে ট্রানজিস্টর ভালো না কি নষ্ট তা পরীক্ষা করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. বিভিন্ন ধরনের ট্রানজিস্টর (যেমন: BC547, BD139) ।
২. ডিজিটাল/অ্যানালগ মাল্টিমিটার।
৩. ডেটাশিট (ইন্টারনেট বা ক্যাটালগ) ।

কাজের ধাপ:

১. ডেটাশিট ব্যবহার করে ট্রানজিস্টরের পিন কনফিগারেশন (Pinout) নিশ্চিত হোন।
২. মাল্টিমিটারকে ডায়োড মোডে সেট করুন।
৩. **PNP ট্রানজিস্টর পরীক্ষা:** কালো প্রোব বেস (B)-এ এবং লাল প্রোব একবার ইমিটারে (E) ও একবার কালেক্টরে (C) ধরুন। উভয় ক্ষেত্রেই নির্দিষ্ট ভোল্টেজ ড্রপ (রিডিং) দেখাবে।
৪. **NPN ট্রানজিস্টর পরীক্ষা:** লাল প্রোব বেস (B)-এ এবং কালো প্রোব একবার ইমিটারে (E) ও একবার কালেক্টরে (C) ধরুন। উভয় ক্ষেত্রেই রিডিং দেখাবে।
৫. রিডিং-এর পার্থক্যের ওপর ভিত্তি করে ইমিটার এবং কালেক্টর টার্মিনাল আলাদা করুন (ইমিটার-বেস জাংশন রিডিং কালেক্টর-বেস জাংশনের চেয়ে সামান্য বেশি হয়) ।

ফলাফল বিশ্লেষণ:

- যদি বেস এবং অন্য টার্মিনালের মধ্যে উভয় দিকেই রিডিং দেখায়, তবে ট্রানজিস্টরটি শর্ট।
- যদি কোনো টার্মিনালের মধ্যেই রিডিং না দেখায়, তবে ট্রানজিস্টরটি ওপেন বা নষ্ট।

সতর্কতা:

- ট্রানজিস্টরের টার্মিনালগুলো উল্টো সংযোগ দেওয়া থেকে বিরত থাকুন।
- কাজ শেষে মাল্টিমিটার বন্ধ করুন।

ইনফরমেশন শিট-১.১০: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (আইজিবিটি)

শিখনফল-১.১০: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (আইজিবিটি) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।
শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):
শিখনফল-১.১০: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ইনসুলেটেড গেট বাইপোলার ট্রানজিস্টর) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

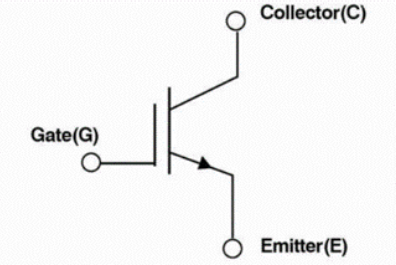
বিষয় বস্তু (Content):

১. **আইজিবিটির ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন**
২. **আইজিবিটির প্রকারভেদ**
৩. **আইজিবিটির লেগ নির্ণয় পদ্ধতি**
৪. **ভাল- ত্রুটিপূর্ণ আইজিবিটি নির্ণয় করার পদ্ধতি**
৫. **আইজিবিটির সুবিধা ও অসুবিধাগুলি**
৬. **আইজিবিটির ব্যবহার**
৭. **আইজিবিটি ও মোসফেট এর মধ্যে পার্থক্য**

আইজিবিটির ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন

IGBT এর পুরো নাম Insulated Gate Bipolar Transistor. ইহা এক ধরনের ট্রানজিস্টর। একটি Bipoler Transistor solid state device switch যাহা ব্যবহার হয় on State এ power flow করতে এবং off State এ power flow বন্ধ করতে । এটি একটি পাওয়ার সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস যা প্রাথমিকভাবে একটি ইলেকট্রনিক সুইচ হিসাবে ব্যবহৃত হয় । এটি উচ্চ দক্ষতা এবং দ্রুত স্যুইচিং ক্ষমতা সম্পন্ন | এটি তিন (০৩) টার্মিনাল বিশিষ্ট একটি পাওয়ার সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস। এর তিনটি টার্মিনাল- Emitter, Collector & Gate. এটা উচ্চ ভোল্টেজ এবং উচ্চ কারেন্ট পরিবহনের একটি দ্রুত সুইচিং ক্ষমতা সম্পন্ন সুইচ। IGBT-র Gate-এ অল্প মাত্রার Positive & Negative ভোল্টেজ প্রয়োগ করে একে On & Off করা হয়। প্রাকটিক্যাল ক্ষেত্রে Industrial Inverter/Variable Frequency Drive (VFD) তে এর ব্যাবহারের ফলে বর্তমানে IGBT-র চাহিদা প্রচুর। IGBT কে বার বার খুব দ্রুত ON-OFF করে Inverter এর Output Voltage-এর Frequency Control করা হয়।

আইজিবিটি সার্কিট প্রতীক



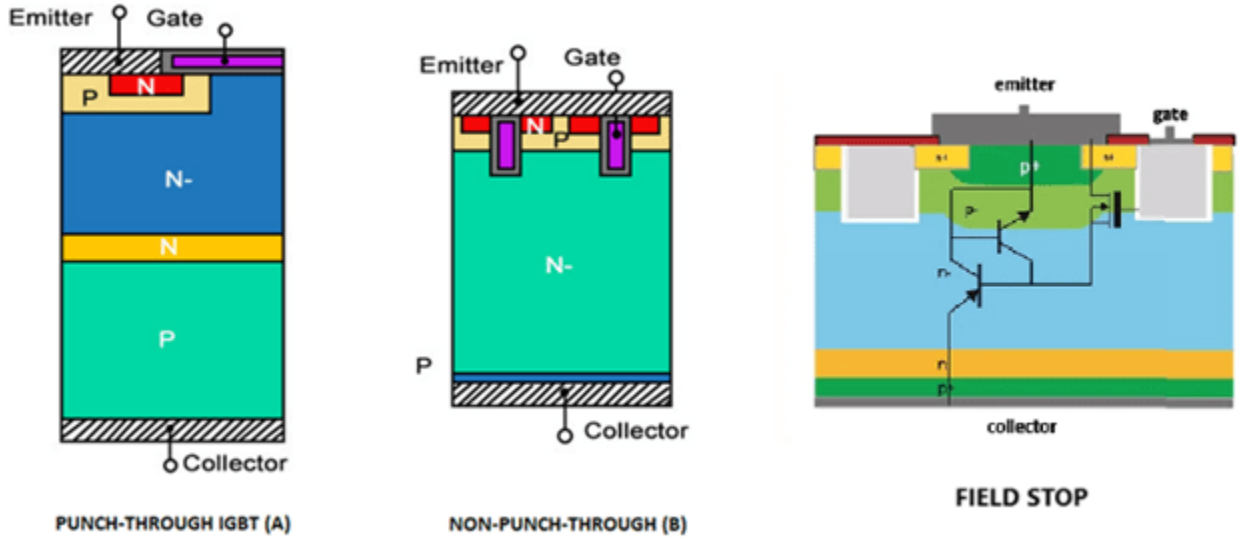
চিত্র আইজিবিটি সার্কিট প্রতীক

এই চিত্রটি দেখায় যে কীভাবে আইজিবিটি একটি সার্কিটে কাজ করে।গেটটি হ'ল কন্ট্রোল টার্মিনাল যেখানে ভিজিই (গেট-টু-এমিটার ভোল্টেজ) নামে একটি ছোট ভোল্টেজ ডিভাইসটি চালু বা বন্ধ করতে প্রয়োগ করা হয়।যখন গেটে একটি ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়, তখন আইজিবিটি চালু হয়, বর্তমান (আইসি) সংগ্রাহক থেকে ইমিটারে প্রবাহিত হতে দেয়।এই বর্তমান প্রবাহটি প্রতীকটির মাঝখানে নীচের দিকে তীর দ্বারা দেখানো হয়েছে।সংগ্রাহক এবং ইমিটার জুড়ে ভোল্টেজ ভিসিই হিসাবে লেবেলযুক্ত।যখন আইজিবিটি বন্ধ থাকে (গেটে কোনও ভোল্টেজ নেই), এই স্রোত প্রবাহিত হয় না।ইমিটার হ'ল আউটপুট টার্মিনাল, এবং বর্তমান আইই এর মাধ্যমে প্রবাহিত হয়।

আইজিবিটি কাঠামো

এই আইজিবিটি বেসিক কাঠামোটি দেখতে অনেকটা পাওয়ার মোসফেটের মতো, তবে একটি পার্থক্যের সাথে এটির নীচে একটি অতিরিক্ত পি+ স্তর রয়েছে, যাকে ইনজেকশন স্তর বলা হয়।আইজিবিটিতে বিভিন্ন ধরণের উপাদান থেকে তৈরি বেশ কয়েকটি স্তর রয়েছে।শীর্ষে, উৎস বলে এন+ অঞ্চল রয়েছে এবং নীচে সংগ্রাহক রয়েছে, যেখানে বর্তমান প্রবাহিত হয়।গেটটি, যা ডিভাইসটিকে নিয়ন্ত্রণ করে, শীর্ষে বসে এবং ধাতু, অক্সাইড এবং অর্ধপরিবাহী স্তরগুলি থেকে তৈরি করা হয় ঠিক যেমন একটি মোসফেটের মতো।আইজিবিটিগুলির দুটি প্রধান প্রকার রয়েছে: পিটি আইজিবিটি (পাঞ্চ -থ্রু) - এই ধরণের একটি অতিরিক্ত এন+ বাফার স্তর রয়েছে, যা এটিকে দ্রুত স্যুইচ করতে এবং উচ্চ ভোল্টেজগুলির সাথে আরও ভাল কাজ করতে সহায়তা করে।এনপিটি আইজিবিটি (নন-পাঞ্চ-থ্রু)-এই ধরণের বাফার স্তর নেই।

আইজিবিটি প্রকারভেদ



পাঞ্চ-মাধ্যমে আইজিবিটি (পিটি আইজিবিটি) - পাঞ্চ-থ্রু আইজিবিটি-তে বাফার স্তর নামে একটি অতিরিক্ত অংশ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।এটি ডিভাইসটিকে মাঝারি শক্তি দিয়ে সহজে এবং সুচারুভাবে কাজ করতে সহায়তা করে।পিটি আইজিবিটিএস ছোট মোটর এবং বেসিক পাওয়ার সরঞ্জামগুলির মতো সিস্টেমে ব্যবহৃত হয় যেখানে দ্রুত প্রতিক্রিয়া প্রয়োজন।

নন-পাঞ্চ-থ্রু আইজিবিটি (এনপিটি আইজিবিটি) -নন-পাঞ্চ-থ্রু আইজিবিটি-র বাফার অংশ নেই।পরিবর্তে, এটির একটি ঘন বিভাগ রয়েছে যা এটি শক্তিশালী ভোল্টেজ এবং রাউগার শর্তগুলি পরিচালনা করতে দেয়।এনপিটি প্রকারগুলি ভারী মেশিন এবং বৃহত পাওয়ার সিস্টেমে ব্যবহৃত হয় কারণ এগুলি শক্ত এবং নির্ভরযোগ্য।

ফিল্ড-স্টপ আইজিবিটি - এটি আরও দক্ষ হওয়ার জন্য তৈরি একটি নতুন ধরণের।ফিল্ড-স্টপ আইজিবিটি-র একটি বিশেষ স্তর রয়েছে যা বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রকে নিয়ন্ত্রণ করে, যা এটি দ্রুত কাজ করতে এবং কম শক্তি ব্যবহার করতে সহায়তা করে।আপনি এটি সৌর প্যানেল, বৈদ্যুতিক গাড়ি এবং বাড়ির সরঞ্জামগুলির মতো জিনিসগুলিতে খুঁজে পাবেন।

ট্রেঞ্চ আইজিবিটি - ট্রেঞ্চ আইজিবিটিএস একটি আলাদা ডিজাইন ব্যবহার করে যেখানে গেটটি "পরিখা" আকারে উল্লম্বভাবে স্থাপন করা হয়।এই নকশাটি স্থানের আরও ভাল ব্যবহার করে এবং কম ক্ষতির সাথে আরও প্রবাহকে প্রবাহিত করতে দেয়।এগুলি খুব দক্ষ, কমপ্যাক্ট এবং দ্রুত, যা তাদের উচ্চ-গতির এবং উচ্চ-বর্তমান সিস্টেমগুলির মতো পাওয়ার রূপান্তরকারী এবং উন্নত মোটর ড্রাইভের জন্য আদর্শ করে তোলে।

আইজিবিটি প্যাকেজিং ফর্ম্যাট

ইনসুলেটেড গেট বাইপোলার ট্রানজিস্টর (আইজিবিটিএস) বিভিন্ন প্যাকেজ প্রকারে আসে, প্রতিটি নির্দিষ্ট ব্যবহার এবং কাজের শর্তের জন্য ডিজাইন করা।সঠিক প্যাকেজটি নির্বাচন করা প্রয়োজনীয় কারণ এটি আইজিবিটি -র কার্যকারিতা, নির্ভরযোগ্যতা, শীতলকরণ এবং কত সহজেই এটি একটি সার্কিটের মধ্যে স্থাপন করা যেতে পারে তা প্রভাবিত করে।

স্ট্যান্ডার্ড ডিভাইস প্যাকেজ -আইজিবিটিগুলি সাধারণত টো -247, টো -220 এবং অনুরূপ প্যাকেজগুলির মতো ফর্ম্যাটে উপস্থিত হয়।এই ধরণেরগুলি উচ্চ-পাওয়ার কাজগুলি কার্যকরভাবে পরিচালনা করে এবং মোটর ড্রাইভ, ইনভার্টার এবং পাওয়ার কন্ট্রোল সিস্টেমের মতো অ্যাপ্লিকেশনগুলির জন্য উপযুক্ত।তাদের বৃহত্তর আকার আরও ভাল তাপ অপচয়কে সমর্থন করে এবং সহজে মাউন্টিংয়ের সিঙ্কগুলিতে সহায়তা করে।এই নকশাগুলি উচ্চ স্রোত এবং ভোল্টেজগুলিকে সমন্বিত করে, এগুলি শিল্প-গ্রেড অপারেশনের জন্য আদর্শ করে তোলে।

সারফেস-মাউন্ট প্যাকেজ -যখন স্থান সীমাবদ্ধ থাকে, এসসি -74 এবং এসওটি -457 এর মতো সারফেস-মাউন্ট সংস্করণগুলি কার্যকর হয়।এই কমপ্যাক্ট প্যাকেজগুলি স্বয়ংক্রিয় উৎপাদন লাইনের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে এবং সার্কিট বোর্ডের স্থান হ্রাস করতে সহায়তা করে।এগুলি পোর্টেবল ইলেকট্রনিক্স, কমপ্যাক্ট পাওয়ার ইউনিট এবং অন্যান্য স্পেস-সেভিং ডিজাইন সহ নিম্ন থেকে মাঝারি-শক্তি সিস্টেমগুলিতে প্রায়শই উপস্থিত হয়।

আইজিবিটি মডিউলগুলি - খুব উচ্চ-শক্তি সিস্টেমে, আপনি আইজিবিটি মডিউলগুলি ব্যবহার করতে পারেন।এগুলি বড় ব্লক যা এক দেহে বেশ কয়েকটি আইজিবিটি ধারণ করে।এগুলি অর্ধ-ব্রিজ, দ্বৈত বা বুস্টার সার্কিটের মতো বিভিন্ন সেটআপে আসে আপনার প্রয়োজনের উপর নির্ভর করে।মডিউলগুলি সৌর শক্তি, বায়ু টারবাইন, বৈদ্যুতিক ট্রেন এবং কারখানা মেশিনগুলির জন্য উপযুক্ত।

আইজিবিটি মডিউলগুলি জিনিসগুলি সহজ করে তোলে।এগুলি অনেকগুলি অংশকে এক ইউনিটে একত্রিত করে, যার অর্থ কম তারের এবং সমস্যার কম সম্ভাবনা।তাদের অনেকের মধ্যে তাপকে আরও ভালভাবে অপসারণ করতে অন্তর্নির্মিত কুলিং স্তরগুলিও রয়েছে।এটি তাদের অতিরিক্ত গরম না করে আরও শক্তি পরিচালনা করতে দেয় যা ভারী শুল্কের কাজের জন্য দুর্দান্ত।

ইনসুলেটেড গেট বাইপোলার ট্রানজিস্টর লেগ নির্ণয় পদ্ধতি

IGBT এর লেগ বা পিন (Gate, Collector, Emitter) সাধারণত সামনে থেকে দেখলে বাম থেকে ডানে Gate-Collector-Emitter (G-C-E) ক্রমে থাকে। মাল্টিমিটারের ডায়োড মোড ব্যবহার করে পিনগুলো নিশ্চিত করা যায়: ইমিটার ও কালেক্টরের মধ্যে অভ্যন্তরীণ ডায়োড পাওয়া যায় এবং গেট অন্য দুটি পিন থেকে সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন থাকে।

আইজিবিটি (IGBT) পিন/লেগ নির্ণয় ও টেস্ট পদ্ধতি:

১. পিন চিহ্নিতকরণ (Physical Inspection): সাধারণত, IGBT-এর সামনের দিক (যেখানে লেখা থাকে) আপনার দিকে রেখে, বাম থেকে ডান দিকের পিনগুলো যথাক্রমে গেট (G), কালেক্টর (C), এবং ইমিটার (E) ।
২. মাল্টিমিটার সেটআপ: ডিজিটাল মাল্টিমিটারকে 'ডায়োড' (Diode) বা 'কন্টিনিউটি' (Continuity) মোডে সেট করুন।
৩. অভ্যন্তরীণ ডায়োড পরীক্ষা (C-E):
রেড প্রোব (Positive) Emitter-এ এবং ব্ল্যাক প্রোব (Negative) Collector-এ ধরুন। একটি ডায়োডের ভোল্টেজ ড্রপ (সাধারণত ০.৪V থেকে ০.৯V) দেখাবে।
প্রোব উল্টে দিলে (Red on C, Black on E) কোনো রিডিং বা 'OL' (Open Line) দেখাবে।
দ্রষ্টব্য: গেট থেকে অন্য কোনো পিনের সাথে রিডিং আসবে না।
৪. গেট টেস্ট (G-E): Gate এবং Emitter বা Gate এবং Collector-এর মধ্যে সরাসরি রিডিং বা সর্ট সার্কিট (০) দেখালে IGBT-টি নষ্ট।
৫. অ্যাক্টিভেশন টেস্ট:
গেটকে 'চার্জ' করতে মাল্টিমিটারের রেড প্রোব গেটে এবং ব্ল্যাক প্রোব ইমিটারে স্পর্শ করুন। এরপর দ্রুত প্রোব পরিবর্তন করে রেড কালেক্টরে ও ব্ল্যাক ইমিটারে ধরলে রিডিং কমবে (সুইচ অন হবে) । আবার গেটকে নেগেটিভ দিয়ে 'ডিসচার্জ' করলে রিডিং আবার বাড়বে।

ভাল- ত্রুটিপূর্ণ ইনসুলেটেড গেট বাইপোলার ট্রানজিস্টর নির্ণয় করার পদ্ধতি

ভাল এবং ত্রুটিপূর্ণ ইনসুলেটেড গেট বাইপোলার ট্রানজিস্টর (IGBT) নির্ণয় করার প্রধান পদ্ধতি হলো মাল্টিমিটারের 'ডায়োড টেস্ট মোড' ব্যবহার করে এর Collector (C) ও Emitter (E) এবং Gate (G) এর মধ্যকার সংযোগ পরীক্ষা করা। একটি ভালো IGBT-তে G-E এর মধ্যে অসীম রোধ এবং C-E এর মধ্যে ডায়োড ড্রপ দেখা যায় ।

পরীক্ষা পদ্ধতিসমূহ:
প্রাথমিক প্রস্তুতি: পাওয়ার বন্ধ করুন এবং সার্কিট থেকে IGBT-টি আলাদা করুন।

ডায়োড টেস্ট (C-E টেস্ট):
মাল্টিমিটার 'ডায়োড' মোডে সেট করুন।
লাল প্রোব Emitter-এ এবং কালো প্রোব Collector-এ ধরুন। একটি ভালো IGBT-তে ডায়োড ড্রপ (সাধারণত) দেখাবে।
প্রোব উল্টে ধরলে (লাল Collector, কালো Emitter) কোন রিডিং বা 'OL' (Open Loop) দেখাবে ।
Gate-Emitter (G-E) টেস্ট:
মাল্টিমিটারের লাল প্রোব Gate-এ এবং কালো প্রোব Emitter-এ ধরুন।
সুস্থ IGBT-তে অসীম রোধ বা 'OL' দেখাবে, কারণ গেটটি ইনসুলেটেড । যদি রিডিং আসে তবে
IGBT-টি ত্রুটিপূর্ণ।

সক্রিয়করণ টেস্ট (Active Test)
মাল্টিমিটারের পজিটিভ লিড গেটে এবং নেগেটিভ লিড ইমিটারে ক্ষণিকের জন্য স্পর্শ করে চার্জ করুন (সুইচ অন) ।
এবার কালেক্টর ও ইমিটারের মধ্যে continuity পরীক্ষা করুন; ভালো হলে এটি শর্ট দেখাবে ।

ত্রুটিপূর্ণ IGBT-র লক্ষণ:

Collector-Emitter বা Gate-Emitter এর মধ্যে শর্ট সার্কিট (শূন্য বা খুব কম ওহম) থাকলে ।
পরীক্ষা করার সময় Gate এবং Emitter এর মধ্যে কোনো সংযোগ (Continuity) পাওয়া গেলে।
ডায়োড মোডে উভয় দিকেই একই ভোল্টেজ ড্রপ বা '0' রিডিং আসলে।

আইজিবিটি সুবিধা:
Control নিয়ন্ত্রণ করা সহজ - চালু বা বন্ধ করার জন্য গেটে কেবল একটি ছোট ভোল্টেজের প্রয়োজন।
High উচ্চ শক্তি পরিচালনা করে - প্রচুর পরিমাণে বর্তমান এবং ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

- উচ্চ দক্ষতা - স্যুইচিংয়ের সময় কম শক্তি অপচয় করে, যা তাপ হ্রাস করে।
- দ্রুত স্যুইচিং - আধুনিক পাওয়ার সিস্টেমগুলির জন্য দরকারী দ্রুত চালু এবং বন্ধ।

Bears সেরা বৈশিষ্ট্যগুলি একত্রিত করে - একটি মোসফেটের নিয়ন্ত্রণ এবং একটি বিজেটি -র শক্তি সরবরাহ করে।

আইজিবিটির অসুবিধাগুলিঃ

Mos মোসফেটগুলির মতো দ্রুত নয় - মোসফেটের তুলনায় আইজিবিটি'র স্যুইচিংয়ে কিছুটা ধীর।
High উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সিতে আরও তাপ - খুব দ্রুত স্যুইচিং সার্কিটগুলিতে ব্যবহার করা হলে গরম হতে পারে।
• ব্যয় - অন্যান্য স্যুইচিং ডিভাইসের চেয়ে আইজিবিটি বেশি ব্যয়বহুল হতে পারে।
• ল্যাচিং সমস্যা - বিরল ক্ষেত্রে, এটি নির্দিষ্ট ত্রুটিযুক্ত অবস্থার অধীনে "অন" অবস্থানে আটকে যেতে পারে।

আইজিবিটির ব্যবহার

আইজিবিটিগুলি মেশিন এবং সিস্টেমগুলিতে পাওয়া যায় যা তাৎক্ষণিকভাবে এবং নিরাপদে শক্তিশালী বিদ্যুৎ নিয়ন্ত্রণ করতে হবে।তারা সাধারণ:

- বৈদ্যুতিক যানবাহন (ইভিএস) - মোটর নিয়ন্ত্রণ এবং ব্যাটারি চার্জিং সিস্টেমে ব্যবহৃত আইজিবিটিএস।
- সৌর শক্তি সিস্টেম - আইজিবিটিএস ইনভার্টারগুলির মাধ্যমে সৌর শক্তি ব্যবহারযোগ্য বিদ্যুতে রূপান্তর করতে সহায়তা করে।
- বায়ু টারবাইনস - আইজিবিটিএস উৎপন্ন শক্তি পরিচালনা করে এবং এটি গ্রিডে প্রেরণ করে।
- ট্রেন এবং সাবওয়ে - মসৃণ এবং দক্ষ চলাফেরার জন্য আইজিবিটিএস নিয়ন্ত্রণ মোটর নিয়ন্ত্রণ করে।
- শিল্প মেশিন - আইজিবিটিএস ওয়েল্ডিং মেশিন, মোটর ড্রাইভ এবং অটোমেশন সিস্টেমে দুর্দান্ত।
- ইউপিএস (নিরবচ্ছিন্ন শক্তি সরবরাহ) - আইজিবিটিএস ব্ল্যাকআউটগুলির সময় একটি অবিচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ সরবরাহ নিশ্চিত করে।
- এয়ার কন্ডিশনার এবং রেফ্রিজারেটর - আইজিবিটিএস আরও ভাল মোটর নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে শক্তি দক্ষতা উন্নত করতে সহায়তা করে।

আইজিবিটি ও মোসফেট এর মধ্যে পার্থক্য

বৈশিষ্ট্য	আইজিবিটি	মোসফেট
পুরো নাম	উত্তাপ গেট বাইপোলার ট্রানজিস্টর	ধাতব-অক্সাইড-সেমিকন্ডাক্টর ফিল্ড-এফেক্ট ট্রানজিস্টর
সেরা জন্য	উচ্চ ভোল্টেজ এবং উচ্চ বর্তমান অ্যাপ্লিকেশন	কম ভোল্টেজ এবং দ্রুত-স্যুইচিং সার্কিট
স্যুইচিং গতি	ধীর মোসফেটের চেয়ে	খুব দ্রুত স্যুইচিং
শক্তি হ্যান্ডলিং	হ্যান্ডলস উচ্চ শক্তি এবং বড় বোঝা	জন্য ভাল নিম্ন শক্তি
ভোল্টেজ পরিসীমা	জন্য আদর্শ > 400 ভি	জন্য আদর্শ <250V
কারেন্ট হ্যান্ডলিং	হ্যান্ডলস উচ্চ কারেন্ট ওয়েল	মাঝারি বর্তমান ক্ষমতা
অ্যাপ্লিকেশন	মোটর ড্রাইভ, ইনভার্টার, ইউপিএস, ওয়েল্ডিং মেশিন, বৈদ্যুতিক ট্রেন	শক্তি সরবরাহ, চার্জার, রূপান্তরকারী, কম্পিউটার হার্ডওয়্যার
অন-স্টেট ভোল্টেজ ড্রপ	সামান্য উচ্চতর (কিছু শক্তি হ্রাস কারণ)	নিম্ন প্রতিরোধের সময় যখন (কম ভোল্টেজে কম শক্তি হ্রাস)
গেট ড্রাইভ শক্তি	প্রয়োজন কম ড্রাইভ শক্তি	এছাড়াও কম গেট ড্রাইভ শক্তি প্রয়োজন
গেট ইনপুট	ভোল্টেজ-নিয়ন্ত্রিত	ভোল্টেজ-নিয়ন্ত্রিত
বডি ডায়োড	দুর্বল (বাহ্যিক ডায়োড প্রায়শই প্রয়োজন)	শক্তিশালী অন্তর্নির্মিত বডি ডায়োড
তাপ পারফরম্যান্স	দৌড়াতে পারে উচ্চ স্যুইচিং অবস্থার অধীনে গরম	ভাল এ দ্রুত-স্যুইচিং লো-পাওয়ার সেটআপগুলিতে তাপ পরিচালনা করা
সমান্তরাল ক্ষমতা	আরও বর্তমান ভাগ করে নেওয়ার সমস্যার কারণে কঠিন	সহজ সমান্তরাল একাধিক ডিভাইস
ব্যয়	সাধারণত আরও ব্যয়বহুল	সস্তা
নির্ভরযোগ্যতা	উচ্চ উচ্চ-ভোল্টেজ ডিজাইনে নির্ভরযোগ্যতা	উচ্চ নিম্ন-ভোল্টেজ অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে নির্ভরযোগ্যতা

সেলফ চেক (Self-Check)-১.১০

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. IGBT-এর পূর্ণরূপ কী?

(ক) Internal Gate Bipolar Transistor
(খ) Insulated Gate Bipolar Transistor
(গ) Integrated Gate Bipolar Transistor

২. IGBT-তে কয়টি টার্মিনাল থাকে?

(ক) ২ টি
(খ) ৩ টি
(গ) ৪ টি

৩. নিচের কোনটি IGBT-এর টার্মিনাল নয়?

(ক) Gate
(খ) Collector
(গ) Base

৪. MOSFET-এর তুলনায় IGBT-এর স্যুইচিং গতি কেমন?

(ক) দ্রুত
(খ) ধীর
(গ) সমান

৫. উচ্চ ভোল্টেজ (> 400V) অ্যাপ্লিকেশনের জন্য কোনটি সবচেয়ে আদর্শ?

(ক) MOSFET
(খ) BJT
(গ) IGBT

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.১০

১. (খ) Insulated Gate Bipolar Transistor
২. (খ) ৩ টি (Gate, Collector, Emitter)
৩. (গ) Base
৪. (খ) ধীর (MOSFET অতি দ্রুত স্যুইচিং-এর জন্য পরিচিত)
৫. (গ) IGBT

জব শিট (Task-Sheet)-১.১০

জবের নাম: আইজিবিটি (IGBT) চিহ্নিতকরণ, পিন কনফিগারেশন নির্ণয় এবং এর কার্যকারিতা পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

১. IGBT-এর টার্মিনালসমূহ (Emitter, Collector, Gate) শনাক্ত করা।
২. মাল্টিমিটারের সাহায্যে IGBT ভালো না কি নষ্ট তা পরীক্ষা করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. IGBT (যেমন: FGA25N120 বা অনুরূপ) ।
২. ডিজিটাল মাল্টিমিটার।
৩. ডেটাশিট (পিন আউট চেনার জন্য) ।

কাজের ধাপ:

১. টার্মিনাল শনাক্তকরণ:
ডেটাশিট দেখে অথবা ফিজিক্যাল স্ট্রাকচার পর্যবেক্ষণ করে গেট, কালেক্টর এবং ইমিটার পিনগুলো চিহ্নিত করুন।
২. মাল্টিমিটার সেটআপ: মাল্টিমিটারকে 'ডায়োড টেস্ট' মোডে সেট করুন।
৩. কালেক্টর-ইমিটার পরীক্ষা: - মাল্টিমিটারের লাল প্রোব কালেক্টর (C) এবং কালো প্রোব ইমিটার (E)-এ ধরুন। মিটারে 'OL' বা ইনফিনিটি রিডিং দেখানো উচিত। প্রোব উল্টে ধরুন (লাল ইমিটারে, কালো কালেক্টরে) । অনেক IGBT-তে ইন্টারনাল ডায়োড থাকে, তাই এক্ষেত্রে সামান্য ভোল্টেজ রিডিং (০.৪V - ০.৯V) দেখাতে পারে।
৪. গেট পরীক্ষা: গেট (G) পিনের সাথে অন্য কোনো পিনের (C বা E) সরাসরি কন্টিনিউটি থাকা উচিত নয়। যদি বিপ শব্দ করে বা খুব কম রেজিস্ট্যান্স দেখায়, তবে বুঝতে হবে গেটটি শর্ট হয়ে গেছে।
৫. ট্রিগারিং পরীক্ষা (ঐচ্ছিক): গেট ও ইমিটারের মধ্যে মাল্টিমিটার দিয়ে ভোল্টেজ পালস দিয়ে কালেক্টর-ইমিটার জাংশন অন হচ্ছে কি না তা পরীক্ষা করা যায়।

সতর্কতা:

- IGBT একটি ইলেকট্রোস্ট্যাটিক সেনসিটিভ ডিভাইস, তাই হাত দিয়ে পিন স্পর্শ করার সময় সতর্কতা অবলম্বন করুন।
- পরীক্ষার আগে নিশ্চিত হোন যে ডিভাইসটি কোনো সার্কিটে যুক্ত নেই।

ইনফরমেশন শিট-১.১১: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (SCR, DIAC, TRIAC)

শিখনফল-১.১০: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (SCR, DIAC, TRIAC) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. এসসিআর চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।
২. সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার এর গঠন

৩. **সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার এর কার্যপ্রণালী**
৪. **ডায়োড ফর অল্টারনেটিং কারেন্ট চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।**
৫. **ডায়োড ফর অল্টারনেটিং কারেন্ট এর কার্যপ্রণালী**
৬. **ডায়োড ফর অল্টারনেটিং কারেন্ট এর কার্যপ্রণালী**
৭. **অল্টারনেটিং কারেন্টের জন্য ট্রায়োড চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।**
৮. **ট্রায়োড এর কার্যপ্রণালী**
৯. **এসি ফেজ কন্ট্রোল করতে ট্রায়াকের ব্যবহার**
১০. **ট্রায়াক এবং থাইরিস্টর (SCR) এর তুলনা**

এসসিআর চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

কোন নির্দিষ্ট জাংশন ট্রানজিস্টরের সাথে অপর একটি পি-এন জাংশন যুক্ত করলে যে তিন জাংশন বিশিষ্ট ইলেকট্রনিক ডিভাইস উৎপন্ন হয় তাকে সিলিকন কন্ট্রোল রেকটিফায়ার বলা হয়। Silicon Controlled Rectifier একটি চার স্তর, তিন টার্মিনাল, তিন জাংশন বিশিষ্ট পি-এন-পি-এন বা এন-পি-এন-পি সেমিকন্ডাক্টর সুইচিং ডিভাইস। শিল্পক্ষেত্রে একে থাইরিস্টর নামেও আখ্যা দেয়া হয়।

সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার এর গঠন

সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার একটি পি-এন-পি ও এন-পি-এন ট্রানজিস্টরের মধ্যে আর একটি এন-টাইপ ক্রিস্টাল অথবা একটি পি-টাইপ ক্রিস্টাল যোগ করে সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার গঠন করা হয়। সুতরাং সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার এর ক্রিস্টালে থাকে ২টি পি-টাইপ ও ২টি এন-টাইপ। ইউনি জাংশন ট্রানজিস্টর এর মতো সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার এরও তিনটা টার্মিনাল আছে। যথাঃ গেট, অ্যানোড, ক্যাথোড নিচের চিত্রের সাহায্যে সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার এর গঠন ও সার্কিট সংকেত দেখানো হয়েছে।

সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার এর কার্যপ্রণালী

- এটি সাধারণত এসি ও ডিসি পাওয়ার কন্ট্রোল করতে ব্যবহৃত হয়।
- গেট টার্মিনালে সর্বদা পজিটিভ বায়াসে দেওয়া হয়।
- সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার এ একবার কারেন্ট প্রবাহ শুরু করে দিলে গেট তার নিয়ন্ত্রণ ক্ষমতা হারিয়ে ফেলে।
- অর্থাৎ তখন গেট ভোল্টেজকে শূন্য করলেও কারেন্ট প্রবাহ অব্যাহত থাকে।
- এজন্য সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ারকে সুইচিং ডিভাইস হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

সাধারণ রেক্টিফায়ার ডায়োডের সাথে এর পার্থক্য

ডায়োডের সাহায্যে যেমন এসি ভোল্টেজকে রেকটিফাই করে ডিসি ভোল্টেজে রুপান্তরিত করা যায় তেমনী ভাবে সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার দ্বারা একই কাজ করা যায়। তবে ডায়োডের থেকে সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার এর একটি বাড়তি সুবিধা আছে। ডায়োডের ক্ষেত্রে এসি ভোল্টেজের সমগ্র তরঙ্গটাই ডিসি ভোল্টেজে পরিণত হয়ে যায়, তাকে নিয়ন্ত্রণ করা যায় না। কিন্তু সিলিকন কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার এর ক্ষেত্রে এর ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে।

ডায়োড ফর অল্টারনেটিং কারেন্ট চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

(DIAC - Diode for Alternating Current) হলো একটি দ্বিমুখী (bidirectional) সেমিকন্ডাক্টর সুইচ যা অল্টারনেটিং কারেন্ট (AC) সার্কিটে ট্রাইক (TRIAC) বা থাইরিস্টর ট্রিগার করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত পজিটিভ ও নেগেটিভ উভয় অর্ধচক্রে ব্রেকওভার ভোল্টেজ অতিক্রম করলে বিদ্যুৎ পরিবাহন শুরু করে । সাধারণত লাইট ডিমার, ফ্যান রেগুলেটর, এবং মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণে এটি বহুল ব্যবহৃত। জেনার ডায়োডের যেমন নির্দিষ্ট ব্রেকডাউন ভোল্টেজ থাকে

(3.6V, 5.6V, 9.6V, 12V) তেমনি ডায়াকের ও এমনি একটি ভোল্টেজ সীমা থাকে যে ভোল্টেজে সীমায় পৌঁছালে সেটি কন্ডাক্ট করতে শুরু করে। তবে জেনার ডায়োড শুধু ডিসি তেই কাজ করে কিন্তু ডায়াক এসি তেও কাজ করতে পারে। আর ডায়াকের ব্রেকডাউন ভোল্টেজ সাধারণত 30 volt এর উপরে হয়। কিছু জনপ্রিয় ডায়াকের নাম্বার- DB3, DB4, DB3A, DB6 ইত্যাদি।

ডায়াক (Diac) হচ্ছে ২ টার্মিনাল বিশিষ্ট একপ্রকার ট্রিগারিং ডিভাইস যা নির্দিষ্ট ব্রেকডাউন ভোল্টেজে পৌঁছালে এটি কন্ডাক্ট করে। ডায়াকের দুটো টার্মিনালই পরস্পরের মধ্যে ডিরেকশন পরিবর্তন করে উভয় হাফ সাইকেলেই এনোড বা ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে ট্রিগার করতে পারে।

ডায়াকের সিম্বল

ডায়াক DB3

ডায়োড ফর অল্টারনেটিং কারেন্ট এর কার্যপ্রণালী

ডায়োড ফর অল্টারনেটিং কারেন্ট বা সাধারণত ব্যবহৃত সাধারণ ডায়োড (PN Junction Diode) এসি (AC) বা অল্টারনেটিং কারেন্টকে একদিকে প্রবাহিত হতে দিয়ে রেকটিফিকেশনের মাধ্যমে ডিসি (DC) তে রূপান্তর করে। এটি সম্মুখমুখী বায়াসে (Forward Bias) কারেন্ট চলাচল করতে দেয় এবং বিপরীতমুখী বায়াসে (Reverse Bias) তা বন্ধ করে, ফলে এসি সিগন্যালের শুধুমাত্র পজিটিভ অংশ আউটপুটে পাওয়া যায়।
ডায়োড ফর অল্টারনেটিং কারেন্ট (DIAC) এর কার্যপ্রণালী:
DIAC (Diode for Alternating Current) একটি দ্বিমুখী (Bidirectional) ট্রাইগারিং সুইচ যা উভয় দিকেই কারেন্ট পরিচালনা করতে পারে যখন এর ভোল্টেজ একটি নির্দিষ্ট ব্রেকওভার ভোল্টেজ অতিক্রম করে।

গঠন: এটি দুটি টার্মিনাল বিশিষ্ট এবং পি-এন-পি-এন (PNPN) লেয়ারের মতো থাকে, যা ব্যাক-টু-ব্যাক জেনার ডায়োডের মতো কাজ করে।

কার্যপ্রণালী: যখন এসি (AC) ইনপুট ভোল্টেজ ধনাত্মক (Positive) বা ঋণাত্মক (Negative) যে কোনো দিকেই নির্দিষ্ট থ্রেশহোল্ড অতিক্রম করে, তখন DIAC চালু (ON) হয়ে যায়।
ট্রায়াক ট্রিগারিং: এটি সাধারণত ট্রায়াক (TRIAC) এর সাথে ব্যবহার করা হয়। ডায়াক এসি সাইকেলের উভয় অর্ধেকের জন্য সমান ভোল্টেজ স্তরে ট্রায়াককে ট্রিগার করে, যা ল্যাম্প ডিমার, মোটর গতির নিয়ন্ত্রণ, এবং তাপ নিয়ন্ত্রণের মতো সার্কিটগুলোতে বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে।

সাধারণ ডায়োড (Rectifier Diode): এসি-কে ডিসি-তে রূপান্তর করে (একমুখী) ।
ডায়াক (DIAC): এসি সার্কিটে দ্বিমুখী সুইচ হিসেবে কাজ করে ট্রায়াক ট্রিগার করে।

ডায়াক (DIAC)-এর মূল বৈশিষ্ট্যসমূহ:
গঠন ও কার্যনীতি: ডায়াক হলো একটি তিন-স্তরের (three-layer) ডিভাইস, যা অনেকটা বিপরীতমুখী সংযুক্ত দুটি ডায়োডের মতো কাজ করে ।
দ্বিমুখী সুইচ: এটি এসি কারেন্টের পজিটিভ এবং নেগেটিভ উভয় দিকেই সমানভাবে কারেন্ট পরিচালনা করতে পারে ।

ব্রেকওভার ভোল্টেজ অতিক্রম করলেই এটি সক্রিয় হয়।
নেগেটিভ রেজিস্ট্যান্স: ভোল্টেজ অতিক্রম করার পর, ডায়াকের নিজস্ব রেজিস্ট্যান্স কমে যায় এবং কারেন্ট বেড়ে যায় ।

ব্যবহার: প্রধানত ট্রাইক (TRIAC)-এর সাথে মিলিত হয়ে এসি পাওয়ার কন্ট্রোলার হিসেবে ব্যবহৃত হয়, যেমন- লাইট ডিমার, ফ্যান স্পিড কন্ট্রোলার, এবং ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্পের স্টার্টার সার্কিট ।
ডায়াকের কোনো পোলারিটি (অ্যানোড/ক্যাথোড) থাকে না, তাই একে যেকোনো দিকেই সার্কিটে সংযোগ করা যায়।

অল্টারনেটিং কারেন্টের জন্য ট্রায়োড চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

ট্রায়াক তিনটি তড়িৎদ্বার বা টার্মিনাল বিশিষ্ট একটি সুইচিং সেমিকন্ডাক্টর ইলেকট্রনিক ডিভাইস । ট্রায়াক শুধুমাত্র তখনই পরিবাহী হয় যখন এর গেট (Gate) এ পজেটিভ অথবা নেগেটিভ ভোল্ট/পালস দ্বারা ট্রিগার করা হয়। এটি আগে ট্রায়োড ফর অল্টারনেটিং কারেন্ট (TrIode for Alternating Current) নামে সুপরিচিত ছিল যা কিনা SCR বা থাইরিস্টরের (thyristor) উন্নত ভার্শন। কিন্তু থাইরিস্টর (SCR) এর সবচেয়ে বড় অসুবিধা হলো এটি একমুখী অর্থাৎ ডিসি পাওয়ারকে অথবা AC এর লোডে ফরওয়ার্ড বায়াস যুক্ত হাফ-সাইকেলকে কন্ডাক্ট ও নিয়ন্ত্রন করতে পারে । অপরদিকে ট্রায়াক এসি (AC) বা অল্টারনেটিং সাপ্লাইয়ের পজেটিভ ও নেগেটিভ উভয় হাফ-সাইকেলই কন্ডাক্ট ও নিয়ন্ত্রন করতে সক্ষম। ট্রায়াক ১৯৬৩ সালে আবিষ্কার হয়। এর মূল ধারণাটি আবিষ্কার করেন বিল গুজউইলার (Bill Gutzwiller) এবং নির্মাণ করেন গর্ডন হল (Gordon Hall)। মোট তিনটি ধাপে এর আবিষ্কার সম্পন্ন হয়। ট্রায়াক ব্যবহৃত হয় এমন কয়েকটি ডিভাইসের নাম

- লাইট ডিমার
- হিটারের হিট কন্ট্রোলার
- টাইম ডিলে রিলে সার্কিট এ
- বৈদ্যুতিক ফ্যান, মোটর এর গতি নিয়ন্ত্রন
- পাওয়ার ট্রান্সফরমার এর ট্যাপ-চেঞ্জিং এ
- উচ্চ শক্তি সম্পন্ন ল্যাম্প এর সুইচ হিসাবে
- AC কন্ট্রোলের মাধ্যমে উন্নত ব্যাটারি চার্জারের কারেন্ট নিয়ন্ত্রনে
- আর্ক ওয়েল্ডিং এ কারেন্ট নিয়ন্ত্রনের ক্ষেত্রে

ট্রায়াক এর তিনটি টার্মিনাল আছে, যথা-
১. মেইন টার্মিনাল ১ (MT1),
২. মেইন টার্মিনাল ২ (MT2) এবং
৩. গেট (Gate)

MT1 এবং MT2 ব্যবহার করা হয় ফেজ এবং নিউট্রাল লাইনে সংযোগ দেবার জন্য। অন্যদিকে Gate ব্যবহার করা হয় ট্রিগারিং এর জন্য। ক্ষেত্রবিশেষে এই টার্মিনাল গুলোকে A1, A2, T1, T2 প্রভৃতি নামেও অভিহিত করা হয়।

ট্রায়াক প্রকৃতপক্ষে থাইরিস্টর/এসসিআর এর উপর ভিত্তি করেই তৈরি হয়েছে। দ্বি-মুখী সুইচিং এর জন্য দুটি SCR কে পরস্পর বিপরীত মুখী সংযোগের মাধ্যমে ট্রায়াক তৈরি হয়েছে । ট্রায়াক ইলেকট্রিক্যাল সিস্টেম এর জন্য এসি সুইচিং প্রদান করে থাকে। থাইরিস্টর এর মত এটি বিভিন্ন ইলেকট্রিক্যাল সিস্টেমে সুইচিং এর কাজে ব্যবহার করা হয়। থাইরিস্টর ডিসিতে এবং AC এর হাফ-সাইকেলে কাজ করে। কিন্তু ট্রায়াক এসি (AC) পজেটিভ ও নেগেটিভ উভয় হাফ সাইকেলে কাজ করতে পারে।

সাধারণত ট্রায়েকে ৪ ধরনের ট্রিগারিং সম্ভবঃ-

- MT2 তে পজেটিভ ভোল্টেজ এবং Gate এ পজেটিভ পালস
- MT2 তে পজেটিভ ভোল্টেজ এবং Gate এ নেগেটিভ পালস
- MT2 তে নেগেটিভ ভোল্টেজ এবং Gate এ পজেটিভ পালস
- MT2 তে নেগেটিভ ভোল্টেজ এবং Gate এ নেগেটিভ পালস

ট্রায়োড এর কার্যপ্রণালী

ট্রায়াক এর গেটে ক্যাপাসিটর এর ডিসচার্জ এর পরিমান কম-বেশি হয়ে গেট ট্রিগার পালসের ওয়াইডথ্ (Pulse Width) কম-বেশী করে দেয়। এছাড়া সার্কিট এ একটি ডায়াক ও ব্যবহার করা হয়, যার কাজ হল ট্রায়াক এর গেট এ ট্রিগারিং পালস দেওয়া। মূলত এই ধরনের ইলেকট্রনিক ফ্যান রেগুলেটর গুলোতে ভেরিয়েবল রেজিস্টর ও ক্যাপাসিটর মিলে একটি RC Timer সার্কিট তৈরি করে যার মূল কাজ হচ্ছে ভেরিয়েবল রেজিস্টরের মান অনুযায়ী ডায়াকের মাধ্যমে ট্রিগারিং পালস কে ট্রায়াকে পাঠানো।

ভেরিয়েবলের মান বেশি থাকলে ক্যাপাসিটর টি ধীরে ধীরে চার্জ হয় ফলে ট্রিগারিং পালসের ওয়াইডথ (প্রসস্থতা) কমে কিছুটা সময় নিয়ে ধীরে ধীরে ট্রিগার পালস ডায়াকের মাধ্যমে গেটে যায়। তাই ফ্যানের গতি কম হয়। অপরদিকে পটেনশিও মিটার বা ভেরিয়েবলটির মান কমিয়ে দিলে ক্যাপাসিটর খুব দ্রুত চার্জ হয়ে ট্রিগার পালসের ওয়াইডথ বাড়িয়ে দিয়ে ট্রিগারিং পালসকে ডায়াকের মাধ্যমে দ্রুত ট্রায়াকের গেট পিনে পাঠিয়ে দেয়। এতে ট্রায়াকটি দ্রুত অন হয়। যার ফলেই ফ্যান জোরে ঘুরে বা লাইট উজ্জ্বল ভাবে জ্বলে।

এসি ফেজ কন্ট্রোল করতে ট্রায়াকের ব্যবহার

১. সাধারন পদ্ধতিতে
২. মাইক্রোকন্ট্রোলার ব্যবহার করে।

সাধারন পদ্ধতির একটা উদাহরণ ফ্যান রেগুলেটর। অন্যটি হচ্ছে, UJT(ইউজেটি) ট্রিগারিং সার্কিট ব্যবহার করে ট্রায়াক এর গেট এ ট্রিগার দেয়া এবং কতক্ষণ পর ট্রিগারটি হবে সেটা ট্রিগারিং সার্কিট এর রেজিস্টর (R) এবং ক্যাপাসিটর (C) এর মানের উপর নির্ভর করবে।

মাইক্রোকন্ট্রোলার দিয়ে ট্রায়াক নিয়ন্ত্রণ

যদি এটা মাইক্রোকন্ট্রোলার এর সাহায্যে করতে চাই তাহলে প্রথমেই আমাদের দরকার হবে জিরো ক্রস (Zero Cross) ডিটেক্টর সার্কিট এর।

এসি তে জিরো ক্রস (Zero Cross)

যখন একটি সাইন ওয়েভ পজেটিভ হাফ সাইকেল থেকে নেগেটিভ হাফ সাইকেলে আথবা নেগেটিভ হাফ সাইকেল থেকে পজেটিভ হাফ সাইকেলে স্থানান্তরিত হয় তখন শূন্য (Zero) ভোল্টেজ অতিক্রম করে। এই শূন্য ভোল্টেজ অতিক্রম করাটা যে সার্কিট এর সাহায্যে নির্ণয় করা হয় তাকে জিরো ক্রস (Zero Cross) ডিটেক্টর সার্কিট বলে।

ট্রায়াকে জিরো ক্রসিং ডিটেক্টর এর ব্যবহার

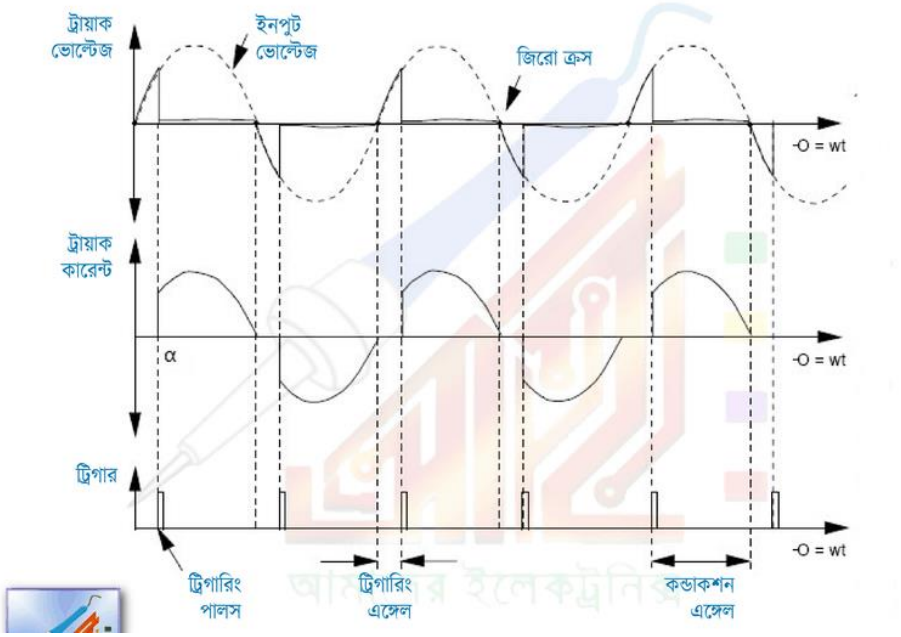
- এরফলে ট্রায়াকে কম চাপ পড়ে ফলে তা দীর্ঘস্থায়ী হয়
- ইলেকট্রো ম্যাগনেটিক ইন্টারফেয়ারেন্স বা EMI (electromagnetic interference) অনেক কম হয়। ফলে সাপ্লাই লাইনে ইলেকট্রিক্যাল নয়েজ (Noise) কমে।
- ব্যবহৃত ক্যাপাসিটরের উপরে চাপ কম পড়ে

জিরো ক্রস (Zero Cross) ডিটেক্টর সার্কিট অনেক ভাবেই করা যায় যেমনঃ-

- অপ-এম্প (Op-amp) ব্যবহার করে,
- ট্রানজিস্টর (Transistor) ব্যবহার করে,
- অপ্টোকাপলার (Optocouplar) ব্যবহার করে।

মাইক্রোকন্ট্রোলার এর সাহায্যে ফেজ কন্ট্রোল

জিরো ডিটেক্ট এর পর সেই সিগনালটি মাইক্রোকন্ট্রোলার এ পাঠাতে হবে। এখন মাইক্রোকন্ট্রোলারে সিগনালটি পাওয়ার পর যতক্ষণ না পর্যন্ত ট্রায়াক এর গেট এ ট্রিগার করবে ততক্ষণ ট্রায়াক চালু (ON) হবে না। মনেকরি জিরো ডিটেক্ট এর কিছু সময় পর আলফা (α) টাইমে ট্রায়াক এর গেট এ ট্রিগার করি (মানে ট্রায়াক অন) তাহলে ওই ট্রিগার এর পর থেকেই আউটপুট ভোল্টেজ পাব। নিচের চিত্রটি দেখলে বুঝতে অনেকটাই সুবিধা হবে।



ট্রায়াক ব্যবহার করে এসি ফেজ এঙ্গেল নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা

ট্রায়াক এবং থাইরিস্টর (SCR) এর তুলনা

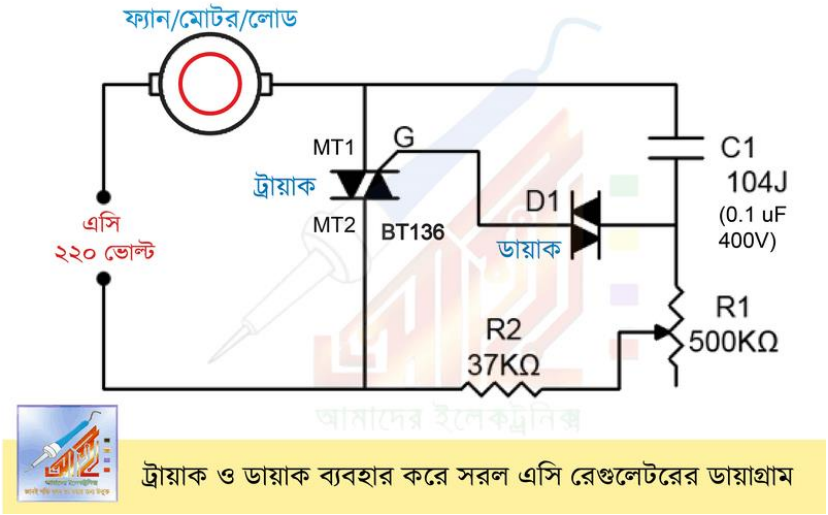
এসি সুইচিং এর জন্য ট্রায়াক একটি আদর্শ ডিভাইস। কারন এটি একটি আল্টারনেটিং সাইকেল এর উভয় অর্ধেক অর্থাৎ পজেটিভ হাফ ও নেগটিভ হাফ সাইকেল এ প্রবাহিত হওয়া কারেন্টকে কন্ট্রোল করতে পারে। কিন্তু একটি থাইরিস্টর (SCR) দিয়ে শুধুমাত্র যেকোন একটি সাইকেল নিয়ন্ত্রণ সম্ভব।

নিচের চিত্র থেকে আমরা দেখতে পাই যে থাইরিস্টর দিয়ে অবশিষ্ট অর্ধেক সময়ে কোন প্রবাহ ঘটে না তাই অর্ধেক ওয়েভ সাইকেল কে কন্ডাক্ট করা যায়। অপরদিকে ট্রায়াকের ক্ষেত্রে উভয় অর্ধেক ওয়েভ সাইকেল কেই কন্ডাক্ট করানো সম্ভব। নিচের চিত্র লক্ষ করলে বিষয়টি বুঝতে সহজ হবে-

থাইরিস্টর ও ট্রায়াকের ইনপুট আউটপুট ওয়েভ ফর্মের তুলনা

ইলেকট্রনিক ফ্যান রেগুলেটর এর সার্কিট ডায়াগ্রাম
ফ্যান রেগুলেটর সার্কিট এ ব্যবহৃত ট্রায়াক এর গেটে ট্রিগারিং পালসের ওয়াইডথ (Pulse Width) কন্ট্রোল করবার জন্য পটেনশিও মিটার/ভেরিয়েবেল রেজিস্টর ব্যবহার করা হয়।

- যখন পটেনশিও মিটার এর রেজিস্টেন্স বাড়ানো হয় তখন স্পীড কমে। এবং
- যখন পটেনশও মিটার এর রেজিস্টেন্স কমানো হয় তখন স্পীড বাড়ে।



ট্রায়াক ও ডায়াক ব্যবহার করে সরল এসি রেগুলেটরের ডায়াগ্রাম

সেলফ চেক (Self-Check)-১.১১

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. SCR-এর পূর্ণরূপ কী?
(ক) Silicon Controlled Resistor
(খ) Silicon Controlled Rectifier
(গ) Simple Controlled Rectifier

২. DIAC-এর কয়টি টার্মিনাল থাকে?
(ক) ২ টি
(খ) ৩ টি
(গ) ৪ টি

৩. TRIAC মূলত নিচের কোনটির উন্নত ভার্সন?
(ক) UJT
(খ) DIAC
(গ) SCR

৪. DIAC-এর ব্রেকডাউন ভোল্টেজ সাধারণত কত ভোল্টের উপরে হয়?
(ক) ১০ ভোল্ট
(খ) ২০ ভোল্ট
(গ) ৩০ ভোল্ট

৫. ফ্যান রেগুলেটর সার্কিটে কোনটি ট্রায়াকের গেটে ট্রিগারিং পালস দেয়?
(ক) ক্যাপাসিটর
(খ) ডায়াক
(গ) রেজিস্টর

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.১১

(খ) Silicon Controlled Rectifier ২. (ক) ২ টি ৩. (গ) SCR ৪. (গ) ৩০ ভোল্ট ৫. (খ) ডায়াক

জব শিট (Task-Sheet)-১.১১

জবের নাম: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (SCR, DIAC, TRIAC) চিহ্নিতকরণ এবং পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

১. SCR, DIAC এবং TRIAC-এর টার্মিনালসমূহ চিহ্নিত করতে পারা।
২. মাল্টিমিটারের সাহায্যে এই ডিভাইসগুলো পরীক্ষা করতে পারা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. SCR (যেমন: C106), DIAC (যেমন: DB3), TRIAC (যেমন: BT136)
২. ডিজিটাল/অ্যানালগ মাল্টিমিটার
৩. কানেক্টিং ওয়্যার
৪. ট্রেনিং বোর্ড/ব্রেডবোর্ড

কাজের ধাপ:

১. প্রদত্ত ডিভাইসগুলো পর্যবেক্ষণ করে এদের ফিজিক্যাল স্ট্রাকচার এবং টার্মিনালগুলো (Gate, Anode, Cathode অথবা MT1, MT2, Gate) চিহ্নিত করুন।
২. মাল্টিমিটারকে ওহম (Ohm) বা ডায়োড টেস্ট মোডে সেট করুন।
৩. SCR-এর ক্ষেত্রে অ্যানোড ও ক্যাথোডের মধ্যে রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করুন (উভয় দিকেই উচ্চ রেজিস্ট্যান্স দেখাবে) ।
৪. DIAC-এর ক্ষেত্রে উভয় দিকে রেজিস্ট্যান্স চেক করুন (সাধারণত এটি ওপেন দেখাবে কারণ এর ব্রেকওভার ভোল্টেজ ৩০ ভোল্টের বেশি) ।
৫. TRIAC-এর গেট ও MT1-এর মধ্যে রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করুন এবং ফলাফল ডাটা টেবিলে লিখুন।

সতর্কতা:

- ডিভাইসের টার্মিনাল যেন ভেঙে না যায় সেদিকে খেয়াল রাখা।
- সঠিক মোডে মাল্টিমিটার ব্যবহার করা।

ইনফরমেশন শিট-১.১২: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (অপারেশনাল অ্যাম্প্লিফায়ার)

শিখনফল-১.১২: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (অপারেশনাল অ্যাম্প্লিফায়ার) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. অপারেশনাল অ্যাম্প্লিফায়ার) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।
২. বহুল ব্যবহৃত Op-Amp IC 741 এর পিন কনফিগারেশন চিহ্নিত করতে পারবে।
৩. ইনভার্টিং এবং নন-ইনভার্টিং অ্যাম্প্লিফায়ার হিসেবে এর কাজ ব্যাখ্যা করতে পারবে।

অপারেশনাল অ্যাম্প্লিফায়ার) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

Op-Amp কি? অপারেশনাল অ্যাম্প্লিফায়ার বা Op-Amp হলো একটি উচ্চ গেইন (High Gain) বিশিষ্ট ডিসি কাপলড ইলেকট্রনিক ভোল্টেজ অ্যাম্প্লিফায়ার। এটি মূলত যোগ, বিয়োগ, অন্তরীকরণ এবং ব্যবকলনের মতো গাণিতিক কাজ করার জন্য তৈরি করা হয়েছিল।

বহুল ব্যবহৃত Op-Amp IC 741 এর পিন কনফিগারেশন

এটি একটি ৮ পিনের আইসি। এর ২ নং পিন ইনভার্টিং, ৩ নং পিন নন-ইনভার্টিং এবং ৬ নং পিন হলো আউটপুট।
টার্মিনালসমূহ: একটি আদর্শ Op-Amp এর ৫টি প্রধান টার্মিনাল থাকে:

১. Inverting Input (-): এখানে সিগন্যাল দিলে আউটপুট ১৮০ ডিগ্রি ফেজ শিফট হয়ে আসে।
২. Non-Inverting Input (+): এখানে সিগন্যাল দিলে আউটপুট একই ফেজে থাকে।
৩. Output: বর্ধিত সিগন্যাল পাওয়া যায়।
৪. Positive Supply (+Vcc): পাওয়ার সাপ্লাই।
৫. Negative Supply (-Vee): পাওয়ার সাপ্লাই।

ইনভার্টিং এবং নন-ইনভার্টিং অ্যাম্প্লিফায়ার

- অপারেশনাল এমপ্লিফায়ার (Op-Amp) প্রধানত দুটি মোডে সিগন্যাল বিবর্ধন (Amplify) করে: ইনভার্টিং এবং নন-ইনভার্টিং।
- ইনভার্টিং এমপ্লিফায়ার সিগন্যালকে ১৮০ ডিগ্রি ফেজ শিফট করে (ইনপুট পজিটিভ হলে আউটপুট নেগেটিভ) এবং এর গেইন
- নন-ইনভার্টিং এমপ্লিফায়ার সিগন্যালকে ইনপুট ফেজেই রাখে (পজিটিভ ইনপুটে পজিটিভ আউটপুট) এবং এর গেইন, যা উচ্চ ইনপুট ইম্পিডেন্স প্রদান করে ।

ইনভার্টিং এমপ্লিফায়ার (Inverting Amplifier)

এই কনফিগারেশনে ইনপুট সিগন্যালটি অপ-অ্যাম্পের নেগেটিভ বা ইনভার্টিং টার্মিনালে দেওয়া হয়, এবং পজিটিভ টার্মিনালটি গ্রাউন্ড করা হয় ।

কার্যপদ্ধতি: ইনপুট সিগন্যাল যদি পজিটিভ হয়, আউটপুট নেগেটিভ হয় এবং এর বিপরীত। এটি একটি ১৮০-ডিগ্রি আউট-অফ-ফেজ (out-of-phase) সিগন্যাল তৈরি করে ।
গেইন (Gain): এর ভোল্টেজ গেইন হলো ফিডব্যাক রেজিস্টর এবং ইনপুট রেজিস্টর এর অনুপাত:

ব্যবহার: যেখানে সিগন্যাল বিবর্ধনের সাথে সাথে পোলারিটি উল্টে দেওয়ার (inversion) প্রয়োজন হয়, যেমন- অডিও মিক্সার বা ইনস্ট্রুমেন্টেশন সার্কিটে ।

নন-ইনভার্টিং এমপ্লিফায়ার (Non-Inverting Amplifier)

এই কনফিগারেশনে ইনপুট সিগন্যালটি পজিটিভ বা নন-ইনভার্টিং টার্মিনালে দেওয়া হয় ।
কার্যপদ্ধতি: ইনপুট সিগন্যাল যে ফেজে থাকে, আউটপুটও সেই একই ফেজে থাকে। সিগন্যাল বিবর্ধিত হয় কিন্তু ইনভার্ট হয় না ।

গেইন (Gain): এর ভোল্টেজ গেইন সবসময় ১ এর চেয়ে বেশি হয়:

ব্যবহার: সেন্সর সিগন্যাল কন্ডিশনিং এবং বাফারিং-এর জন্য, যেখানে উচ্চ ইনপুট রেজিস্ট্যান্স প্রয়োজন হয় ।
মূল পার্থক্য:

বৈশিষ্ট্য	ইনভার্টিং এমপ্লিফায়ার	নন-ইনভার্টিং এমপ্লিফায়ার
ইনপুট টার্মিনাল	ইনভার্টিং (–)	নন-ইনভার্টিং (+)
ফেজ শিফট	১৮০°	০° (ইন-ফেজ) [১২]
গেইন সমীকরণ	$-R_f/R_{in}$	$1 + R_f/R_1$
ইনপুট ইম্পিডেন্স	কম/মাঝারি	খুব বেশি [২]

সেলফ-চেক (Self-Check) - ১.১২

১. Op-Amp এর পূর্ণরূপ কী?
২. IC 741 এর কত নম্বর পিন থেকে আউটপুট পাওয়া যায়?
৩. ইনভার্টিং ইনপুটে পজিটিভ সিগন্যাল দিলে আউটপুট কেমন হবে?
৪. একটি আদর্শ Op-Amp এর ইনপুট ইমপিডেন্স (Input Impedance) কত?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ১.১২

১. অপারেশনাল অ্যাম্প্লিফায়ার (Operational Amplifier) ।
২. ৬ নম্বর পিন।
৩. নেগেটিভ বা ১৮০ ডিগ্রি বিপরীতমুখী।
৪. অসীম (Infinity) ।

জব শিট (Task-Sheet) - ১.১২

জবের নাম (Task Name): IC 741 ব্যবহার করে একটি ইনভার্টিং অ্যাম্প্লিফায়ার সার্কিট তৈরি।

নির্দেশনাবলী (Instructions):

১. আইসি সকেটে বসানোর সময় পিন নম্বর ১ সঠিকভাবে চিহ্নিত করুন।
২. ডুয়াল পাওয়ার সাপ্লাই (+১২ভি এবং -১২ভি) ব্যবহারের সময় সাবধানতা অবলম্বন করুন।

কাজের বিবরণ (Description):

১. ব্রেডবোর্ডে IC 741 স্থাপন করুন।
২. ২ নং পিনে (Inverting) একটি ইনপুট রেজিস্টর (R1) এবং ২ ও ৬ নং পিনের মাঝে একটি ফিডব্যাক রেজিস্টর (RF) যুক্ত করুন।
৩. ৩ নং পিনটি (Non-inverting) গ্রাউন্ড করুন।
৪. ইনপুট দিয়ে আউটপুট ভোল্টেজ মাল্টিমিটার দিয়ে মেপে দেখুন।

প্রয়োজনীয় মালামাল (Resources required):

প্রযোজনীয় পিপিই: অ্যাপ্রন।

প্রযোজনীয় টুলস: কানেক্টিং ওয়্যার, লিড কাটার।

প্রযোজনীয় ইকুইপমেন্ট: IC 741, বিভিন্ন মানের রেজিস্টর, ব্রেডবোর্ড।

প্রযোজনীয় পরিমাপক যন্ত্র: ডিজিটাল মাল্টিমিটার, ডুয়াল পাওয়ার সাপ্লাই।

স্পেশিফিকেশন শীট:

রেজিস্ট্যান্স (Rf/R1)	ইনপুট ভোল্টেজ (Vin)	আউটপুট ভোল্টেজ (Vout)	গেইন (Gain)
১০k / ১k	১V		
১০০k / ১০k	১V		

ইনফরমেশন শিট-১.১৩: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (রিলে)

শিখনফল-১৩: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (রিলে) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. রিলে এর ধরণ এবং চিহ্নিত করন
২. মূল উপাদান এবং একটি রিলে কাঠামো
৩. রিলে পিন সমূহের পরিচিত
৪. রিলে এর প্রকারভেদ
৫. রিলের ব্যবহার

রিলে এর ধরণ এবং চিহ্নিত করন

রিলে এক প্রকার ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক যন্ত্র বা তড়িৎ চুম্বকীয় যন্ত্র বিশেষ। এতে একটি কয়েল থাকে যেখানে বিদ্যুৎ সাপ্লায় দেওয়ার সাথে একটি অস্থায়ী বৈদ্যুতিক চুম্বক সৃষ্টি হয় এবং সুইচটি অন/অফ করতে পারে। সুতারাং এতে দুটি অংশ থাকে। সুইচিং অংশ ও বিদ্যুৎ চুম্বকীয় অংশ।

রিলে একটি প্রোটেকটিভ ব প্রতিরক্ষামূলক ডিভাইস যা বৈদ্যুতিক পাওয়ার সিস্টেমে কোন পূর্বনির্ধারিত বৈদ্যুতিক অবস্থার পরিবর্তনে সাড়া দিয়ে সার্কিটে সংযুক্ত প্রোটেকটিভ ডিভাইস (সার্কিট ব্রেকার ও ট্রিপ কয়েল) সমূহকে অপারেট করতে সাহায্য করে থাকে।

রিলে প্রতীক

রিলের প্রতীক বিভিন্ন ধরনের হতে পারে।নিচে প্রতীক চিত্র দেখানো হয়েছে।

মূল উপাদান এবং একটি রিলে কাঠামো

পাঁচটি সাধারণ অংশ থেকে একটি রিলে নির্মিত হয়: কয়েল, আয়রন কোর, জোয়াল, আর্ম্যাচার এবং পরিচিতি।

কয়েল

কয়েলটি একটি নরম লোহার কোরের চারপাশে তারের দীর্ঘ স্ট্র্যান্ডটি শক্তভাবে ক্ষত নিয়ে গঠিত।বৈদ্যুতিক কারেন্ট যখন কয়েল দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন এটি একটি চৌম্বকীয় ক্ষেত্র তৈরি করে।এই চৌম্বকীয় ক্ষেত্রের শক্তি দুটি কারণের উপর নির্ভর করে: তারের টার্নের সংখ্যা এবং সরবরাহিত বর্তমানের পরিমাণ।একটি সঠিকভাবে ডিজাইন করা কয়েল নিশ্চিত করে যে রিলে নির্ভরযোগ্যভাবে কাজ করে, প্রয়োজনীয় চৌম্বকীয় শক্তি তৈরি করতে ন্যূনতম বৈদ্যুতিক শক্তি প্রয়োজন।

আয়রন কোর

আয়রন কোর কয়েলটির কেন্দ্রে বসে।এর প্রধান কাজটি কয়েল দ্বারা উত্পাদিত চৌম্বকীয় ক্ষেত্রকে মনোনিবেশ করা এবং গাইড করা।এটি করার মাধ্যমে, এটি বিদ্যুতের খরচ বাড়িয়ে নাটকীয়ভাবে চৌম্বকীয় প্রভাবকে বাড়িয়ে তোলে।এটি রিলে আরও দক্ষ করে তোলে, সক্রিয় হওয়ার সময় আর্মারটির দ্রুত যান্ত্রিক চলাচলকে অনুমতি দেয়।

জোয়াল

জোয়ালটি একটি দৃঢ় লোহার ফ্রেম যা কয়েল এবং কোরকে স্থানে নোঙ্গর করে।এটি দুটি উদ্দেশ্যে পরিবেশন করে: প্রথমত, এটি চৌম্বকীয় প্রবাহের জন্য একটি অবিচ্ছিন্ন নিম্ন-প্রতিরোধের পথ সরবরাহ করে;দ্বিতীয়ত, এটি চলমান অংশগুলির জন্য যান্ত্রিক সহায়তা কাঠামো হিসাবে কাজ করে।বেশিরভাগ ডিজাইনে, জোয়ালটি শক্তিশালী শারীরিক ও বৈদ্যুতিক সংযোগ নিশ্চিত করতে সরাসরি মুদ্রিত সার্কিট বোর্ডে (পিসিবি) সোল্ডার করা হয়।

আর্মার

আর্ম্যাচার একটি অস্থাবর লোহার লিভার যা যান্ত্রিক কব্জার মাধ্যমে জোয়ালের সাথে সংযুক্ত।এটি একটি বসন্তের দ্বারা অবস্থানে রাখা স্বাভাবিক অবস্থার অধীনে আয়রন কোর থেকে কিছুটা দূরে থাকে।যখন রিলে কয়েলটি উত্সাহিত হয়, চৌম্বকীয় ক্ষেত্রটি আর্মারটিটিকে মূলের দিকে টান দেয়, যার ফলে এটি দ্রুত পিভট করে।যখন বর্তমানটি বন্ধ হয়ে যায়, বসন্তটি তক্ষণাত্ আর্মারটিটিকে তার বিশ্রামের অবস্থানে ফিরে যায়, প্রয়োজন অনুসারে সংযুক্ত সার্কিটটি পুনরায় খোলার বা পুনরায় চালু করে। বিশ্রামের রাজ্যের আর্মার এবং কোরের মধ্যে একটি ছোট তবে প্রয়োজনীয় বায়ু ব্যবধান বজায় রাখা বিপথগামী চৌম্বকীয় ক্ষেত্রগুলির কারণে মিথ্যা অ্যাক্টিভেশন রোধ করে।সঠিক এবং নির্ভরযোগ্য স্যুইচিং নিশ্চিত করার জন্য বসন্তের উত্তেজনা এবং চৌম্বকীয় টানার মধ্যে সতর্কতা অবলম্বন করা গুরুত্বপূর্ণ।

পরিচিতি

পরিচিতিগুলি হ'ল সমালোচনামূলক বিষয় যেখানে প্রকৃত বৈদ্যুতিক সার্কিটটি খোলা বা বন্ধ থাকে।যোগাযোগের এক দিক স্থির করা হয়েছে, এবং অন্যটি চলমান আর্মচারের সাথে সংযুক্ত রয়েছে।যখন আর্ম্যাচারটি সরে যায়, রিলে এর উদ্দেশ্যযুক্ত ফাংশন (সাধারণত খোলা বা সাধারণত বন্ধ) উপর নির্ভর করে পরিচিতিগুলি একত্রিত হয় বা পৃথক হয়। কিছু রিলে একাধিক যোগাযোগের একাধিক সেট অন্তর্ভুক্ত রয়েছে, যা একবারে বেশ কয়েকটি সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করতে দেয়।যোগাযোগের উপাদানগুলি প্রায়শই পুনরাবৃত্ত বৈদ্যুতিক আর্সিং এবং যান্ত্রিক পরিধান সহ্য করার জন্য ডিজাইন করা হয়, দীর্ঘমেয়াদী কার্যকারিতা সংরক্ষণ করে।

যখন কোন সিস্টেমে ত্রুটি দেখা দেয় তখন Relay ক্ষতির হাত থেকে পুরো সিস্টেম কে রক্ষা করে। রিলেকে প্রহরীও বলা যেতে পারে যে সব সময় কাজে নিয়োজিত থাকে।

রিলে পিন সমূহের পরিচিত

নিচে চিত্রে SPDT রিলের পিন কনফিগারেশন দেখানো হয়েছে। লক্ষ্য করলে দেখতে পাবো একদিকে ৩ টি পিন এবং অপরদিকে ২ টি পিন রয়েছে। এর মাঝে ২ টি পিন অভ্যন্তরীণ কয়েলের জন্য এবং অপর ৩ টি প্রান্ত সুইচিং এর জন্য ব্যবহার করা হয়। SPDT রিলে

এই ধরনের Relay গুলো আমরা অনেক সময় ইলেকট্রনিক্স বিভিন্ন প্রজেক্টে ব্যবহার করতে দেখে থাকি। উপরে চিত্রে আমরা খেয়াল করলে দেখবো যে এর ৫ টি লেগ রয়েছে। রিলের গায়ে কিছু গুরুত্বপূর্ন তথ্য দেয়া আছে। আমরা এই সম্বন্ধে নিচে বিস্তারিত জানবো।

উপরে রিলের সুইচের ভোল্টেজ, কারেন্ট ও ম্যাগ্নেটিক কয়েলের ভোল্টেজ নির্দেশ করা হয়েছে।

এখানে উল্লেখ করা আছে ১০ এম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট এসি / ১৫ এম্পিয়ার ১২০ ভোল্ট এসি। এর দ্বারা অভ্যন্তরীণ সুইচের সর্বোচ্চ ভোল্ট-এম্পিয়ার সহ্য ক্ষমতা নির্দেশ করা আছে। এর নিচে ১২ ভোল্ট ডিসি লেখা আছে যার দ্বারা বুঝাচ্ছে এর মধ্যে ব্যবহিত বিদ্যুৎ চুম্বকীয় কয়েলটি ১২ ভোল্টের। এর মানে, এই Relay মধ্যে বিদ্যুৎ চুম্বকীয় অংশে ১২ ভোল্ট বা তার কিছু কম বেশি (১০-২৫)% প্রয়োগ করলে রিলেটি সক্রিয় হবে এবং তার সুইচিং কার্য সম্পন্ন করবে। এগুলোর পরিচিত সাধারণত অভ্যন্তরীণ ম্যাগনেটিক কয়েলের ভোল্ট ও তার সুইচিং ধরণ অনুসারে হয় যেমনঃ ১২ Volt SPDT রিলে। বাজারে সাধারণত Relay

এর পিন সংখ্যা দ্বারা বেশি পরিচিত যেমন বাজারে গিয়ে যদি বলা হয় ১২ ভোল্ট ৫ পিন রিলের কথা তাহলে দোকানী SPDT Relay দেবে।

পিনগুলোর নামঃ

- নরমালি ক্লোজ (NC – Normally Close)
- নরমালি ওপেন (NO – Normally Open)
- কমন (Common/Pole)
- কয়েল +/-
- কয়লে -/+

এই পিনটি প্রাথমিক অবস্থায় অন হয়ে থাকে। রিলের কয়েলে উপযুক্ত বা প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ সরবরাহ না থাকলে এটি কমন পিনের সাথে শর্ট অবস্থায় থাকে।

নরমালি ওপেন (NO - Normally Open)
এই পিনটি সাধারণ অবস্থায় বন্ধ হয়ে থাকে। রিলের কয়েলে প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ সরবরাহ না থাকলে এটি কমন পিন থেকে বিচ্যুত থাকে।
কোন ডিভাইসকে বা বাতিকে এই পিনের সাথে ও কমন পিনের সাথে সংযুক্ত করে সুইচিং করা হয়।

কমন (Common/Pole)

এই পিনটি উপরের ২ টি পিনের জন্য কমন বা পোল হিসেবে নামকরন করা হয়েছে।
কয়েল
সুইচিং করার সময় এই পিন দ্বয়ে Relay কয়েলের মাণ মতো ভোল্টেজ প্রবাহিত করা হয়। সাধারণত কোন সার্কিটে লোড বা এলইডি লাগাবার স্থানে উপযুক্ত ক্যাপাসিটর ও রেজিস্টর মাধ্যমে সংযোগ করা হয়।
Relay কয়েলের কোন পজেটিভ বা নেগেটিভ প্রান্ত থাকে না অর্থাৎ কয়েলে যেকোন ভাবেই ব্যাটারির ২ প্রান্তের সাথে লাগানো যায়। Relay পরিচিত হয় এর কয়েলের ভোল্টেজ দ্বারা। যে ভোল্টে এই Relay চালু হয় সেটি মূলত রিলের ভোল্ট হিসেবে গন্য হয়।

একটি রিলে একটি বৈদ্যুতিকভাবে পরিচালিত সুইচ যা বৃহত্তর একটি নিয়ন্ত্রণ করতে একটি ছোট বৈদ্যুতিক প্রবাহ ব্যবহার করে।এটি হয় এর নকশার উপর নির্ভর করে অন্য সার্কিট খোলে বা বন্ধ করে দেয়।কিছু রিলে শারীরিক চলাচল ব্যবহার করে-চৌম্বকীয় শক্তি দ্বারা স্থানান্তরিত ধাতব পরিচিতিগুলি-অন্যরা, সলিড-স্টেট রিলে বলা হয়, অংশগুলি না নিয়ে বৈদ্যুতিনভাবে স্যুইচিংটি সম্পাদন করে।
একটি সাধারণ যান্ত্রিক রিলে, একটি বৈদ্যুতিক স্রোত তারের কয়েল দিয়ে চৌম্বকীয় ক্ষেত্র তৈরি করে।এই চৌম্বকীয় ক্ষেত্রটি এর দিকে একটি ধাতব আর্ম্যাচারকে টানছে।আর্ম্যাচার, একটি ছোট লিভারের মতো অভিনয় করে, হয় একটি সার্কিট বন্ধ করতে পরিচিতিগুলিকে একসাথে ঠেলে দেয় বা এটি ভাঙ্গার জন্য এগুলিকে আলাদা করে দেয়।

পরিচিতিগুলির ডিফল্ট অবস্থান রিলে ধরণের উপর নির্ভর করে।একটি সাধারণভাবে খোলা (না) রিলে, কয়েলটি উত্সাহিত না হওয়া পর্যন্ত পরিচিতিগুলি পৃথক করে থাকে, আর্মারটি চলাকালীন সার্কিটটি বন্ধ করে দেয়।একটি সাধারণভাবে বন্ধ (এনসি) রিলে, পরিচিতিগুলি শক্তিশালী না হওয়া পর্যন্ত একসাথে থাকে, যেখানে চৌম্বকীয় টান তাদের সংযোগটি ভেঙে আলাদা করতে বাধ্য করে।

কয়েলটিতে স্রোত বন্ধ হয়ে গেলে চৌম্বকীয় ক্ষেত্রটি প্রায় তাৎক্ষণিকভাবে ভেঙে যায়।একটি বসন্ত, বা কেবল মাধ্যাকর্ষণ, আর্ম্যাচারকে তার বিশ্রামের অবস্থানে ফিরে বা টেনে নিয়ে যায়, যোগাযোগগুলি তাদের মূল অবস্থায় দেরি না করে ফিরিয়ে দেয়।
রিলে দ্রুত, পরিষ্কার স্যুইচিংয়ের জন্য নির্মিত হয়।দ্রুত যোগাযোগের চলাচল কম-ভোল্টেজ সার্কিটগুলিতে বৈদ্যুতিক শব্দ হ্রাস করতে সহায়তা করে এবং উচ্চ-ভোল্টেজ বা উচ্চ-বর্তমান সিস্টেমে আর্সিং নামে পরিচিত স্পার্কিংকে হ্রাস করে।
ডিসি-চালিত রিলেগুলিতে, প্রায়শই কয়েল টার্মিনাল জুড়ে একটি ডায়োড স্থাপন করা হয়।এই ডায়োডটি চৌম্বকীয় ক্ষেত্রটি ধসে পড়লে উৎপাদিত উচ্চ-ভোল্টেজ স্পাইকটি নিরাপদে শোষণ করে, কাছাকাছি সংবেদনশীল ইলেকট্রনিক্সের ক্ষতি রোধ করে।

রিলে এর প্রকারভেদ

কাজের ধরনের উপর নির্ভর করে রিলে সুইচ ৪ ধরনের হয়ে থাকে

১. ইলেক্ট্রোমেকানিক্যাল রিলে (EMR)
২. সলিড-স্টেট রিলে (SSR)
৩. রিড রিলে (Reed Relay)
৪. ওভারলোড রিলে

ইলেক্ট্রোমেকানিকাল রিলে (ইএমআরএস)

ইলেক্ট্রোমেকানিকাল রিলে একটি চৌম্বকীয় ক্ষেত্র তৈরি করতে একটি কয়েল ব্যবহার করে যা একটি ধাতব আর্ম্যাচারকে সরিয়ে দেয়, সংযোগ বা সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে।তারা উচ্চ স্রোত এবং ভোল্টেজ পরিচালনা করে, তাদের উৎপাদন, পরিবহন এবং বিল্ডিং অটোমেশনের জন্য আদর্শ করে তোলে।তবে সময়ের সাথে সাথে যান্ত্রিক পরিধান তাদের নির্ভরযোগ্যতা প্রভাবিত করতে পারে।
ইএমআরগুলিতে সাধারণত 4-পিন বা 5-পিন কনফিগারেশন থাকে।একটি 4-পিন রিলে একটি সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করে, যখন একটি 5-পিন রিলে দুটি সার্কিটের মধ্যে স্যুইচ করতে পারে (টার্মিনাল 87 এ ব্যবহার করে) । এই সেটআপগুলি তাদের স্বয়ংচালিত, শিল্প এবং বৈদ্যুতিন সিস্টেমগুলির জন্য অত্যন্ত অভিযোজ্য করে তোলে।

সলিড স্টেট রিলে (এসএসআর)

সলিড স্টেট রিলে স্যুইচ সার্কিটগুলি থাইরিস্টর বা ট্রানজিস্টরগুলির মতো সেমিকন্ডাক্টর ব্যবহার করে, অংশগুলি সরিয়ে ছাড়াই দ্রুত, নীরব অপারেশনের অনুমতি দেয়।এগুলি দীর্ঘস্থায়ী এবং চিকিৎসা বা যথার্থ নিয়ন্ত্রণ সিস্টেমের মতো ঘন ঘন বা শব্দ-মুক্ত স্যুইচিংয়ের প্রয়োজন এমন পরিবেশের সাথে স্যুট করে।
তবে, এসএসআরগুলি ভোল্টেজের ড্রপ এবং তাপ বিল্ডআপের কারণ হতে পারে, কখনও কখনও তাপের সিঙ্কের প্রয়োজন হয়।একটি নির্বাচন করার সময় কন্ট্রোল ভোল্টেজ (এসি বা ডিসি) এবং লোড প্রকারের সাথে মেলে এটি সমালোচনামূলক।শূন্য-ক্রস প্রকারগুলি বৈদ্যুতিক শব্দ হ্রাস করে; এলোমেলো টার্ন-অন প্রকারগুলি দ্রুত প্রতিক্রিয়া সরবরাহ করে।

সময় বিলম্ব রিলে

সময় বিলম্ব রিলে অভ্যন্তরীণ টাইমারগুলি ব্যবহার করে যোগাযোগগুলি খোলার বা বন্ধ করার আগে ইচ্ছাকৃত বিলম্বের পরিচয় দেয়।এগুলি অপরিহার্য, যেখানে মোটর স্টার্টআপস, অ্যালার্ম স্টেজিং বা ধাপে ধাপে শিল্প প্রক্রিয়াগুলির মতো সময় সমালোচনামূলক।

মোডগুলির মধ্যে অন-ডেলি (সক্রিয়করণের আগে অপেক্ষা করুন), অফ-ডেলি (সিগন্যাল অপসারণের পরে ধরে রাখুন), এবং অন্তর সময় সময় (সময়ে নির্ধারিত) অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।সামঞ্জস্যযোগ্য রেঞ্জগুলি মিলিসেকেন্ড থেকে কয়েক ঘন্টা পর্যন্ত পরিবর্তিত হয়, বিভিন্ন অ্যাপ্লিকেশনগুলির জন্য নমনীয়তা সরবরাহ করে।

রিড রিলে

রিড রিলে সিল করা কাচের নলের ভিতরে পাতলা ধাতব স্ট্রিপগুলি ব্যবহার করে।একটি চৌম্বকীয় ক্ষেত্র সার্কিটটি স্যুইচ করতে রিডগুলি একসাথে বা পৃথক করে।তাদের দ্রুত প্রতিক্রিয়া এবং কমপ্যাক্ট আকার তাদের পরীক্ষার সরঞ্জাম, টেলিকম এবং ক্ষুদ্রতর ইলেকট্রনিক্সের মতো স্বল্প-পাওয়ার অ্যাপ্লিকেশনগুলির জন্য নিখুঁত করে তোলে।
তারা ফর্ম এ (সাধারণত খোলা), ফর্ম বি (সাধারণত বন্ধ) এবং ফর্ম সি (চেঞ্জওভার) প্রকারগুলিতে আসে।সঠিক ফর্ম এবং ম্যাচিং ভোল্টেজ/বর্তমান রেটিং নির্বাচন করা সংবেদনশীল সার্কিটগুলিতে এমনকি নিরাপদ, স্থিতিশীল কর্মক্ষমতা নিশ্চিত করে।
প্রধানত ইলেক্ট্রোমেকানিক্যাল (EMR), সলিড-স্টেট (SSR), এবং রিড রিলে (Reed) এই তিন ধরনের রিলে বেশি ব্যবহৃত হয় । রিলে পিন ও বডি চিহ্নিতকরণে ভোল্টেজ রেটিং (যেমন- 12V DC), কারেন্ট রেটিং (যেমন- 10A), এবং পিন নম্বর (যেমন- 85, 86, 30, 87) দেখা জরুরি।

পিন সংখ্যার উপর নির্ভর করে রিলে সমূহ ৪ ধরনের হয়ে থাকে

- SPST: Single Pole Single Throw এই ধরনের Relay সাধারণত ৪ টি পিন হয়ে থাকে।
- SPDT: Single Pole Double Throw এই ধরনের Relay সাধারণত ৫ টি পিন থাকে।
- DPDT: Double pole Double Throw এই ধরনের Relay সাধারণত ৬ টি পিন থাকে।
- DPST: Double Pole Single Throw এই ধরনের Relay সাধারণত ৮ টি পিন থাকে।

রিলের ব্যবহার

বৈদ্যুতিক সিস্টেমের যেকোন অংশের ত্রুটি দেখা দিলে Relay অপারেশনের কারনে অতি দ্রুত ঐ ত্রুটিযুক্ত অংশকে সাপ্লাই হতে বিচ্ছিন্ন করা হয়। বৈদ্যুতিক সিস্টেমের কোন অংশ ত্রুটি দেখা দিলে তা খুব সহজে জানা যায় রিলের সাহায্যে। কোন কারনে ত্রুটি হয়েছে তা Relay অপারেশনের সাহায্যে জানা যায়। রিলে শিল্প অটোমেশন, টেলিযোগাযোগ, স্বয়ংচালিত ইলেকট্রনিক্স এবং গৃহস্থালীর সিস্টেমগুলিতে পাওয়া যায়।রিলে নিয়ন্ত্রণ সংকেত এবং শক্তিশালী মেশিনগুলির মধ্যে নির্ভরযোগ্য লিঙ্ক সরবরাহ করে।

শিল্প অটোমেশন

কারখানা এবং উৎপাদন লাইনে, রিলে নিয়ন্ত্রণ প্যানেল এবং ভারী যন্ত্রপাতিগুলির মধ্যে মধ্যস্থতাকারী হিসাবে কাজ করে।একটি নিয়ামকের একটি দুর্বল সংকেত একটি রিলে কয়েলকে শক্তিশালী করতে পারে, আরও শক্তিশালী বৈদ্যুতিক সার্কিট বন্ধ করতে যান্ত্রিক পরিচিতিগুলি একসাথে টানতে পারে।এই ক্রিয়াটি নিরাপদে শ্রমিক বা সংবেদনশীল ইলেকট্রনিক্সকে উচ্চ ভোল্টেজগুলিতে প্রকাশ না করে মোটর, কনভেয়র বেল্ট বা অ্যাসেম্বলি মেশিনগুলিকে নিরাপদে ট্রিগার করে।তাদের দৃ ur ় নকশা এবং স্বল্প ব্যয়ের জন্য মূল্যবান ইলেক্ট্রোমেকানিকাল রিলে (ইএমআরএস) প্রায়শই এমন পরিবেশে বেছে নেওয়া হয় যেখানে তাপ, ধূলিকণা বা কম্পনের কারণে বৈদ্যুতিন নিয়ন্ত্রণগুলি ব্যর্থ হতে পারে।পুরানো বা আরও বেশি রাগযুক্ত সিস্টেমে, রিলে সাধারণ লজিক ক্রিয়াকলাপগুলি সম্পাদন করে, যেমন ডিজিটাল প্রসেসরের প্রয়োজন ছাড়াই একাধিক শর্ত পূরণ করা হয় কেবল তখনই মেশিন শুরু করা।

স্বয়ংচালিত সিস্টেম

যানবাহনগুলিতে রিলে এমন কাজগুলি পরিচালনা করে যা গাড়ির বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা রক্ষা করে এবং পরিচালনা করে।যখন কোনও ড্রাইভার হেডলাইটগুলি চালু করে, স্যুইচ থেকে একটি ছোট স্রোত একটি রিলে কয়েলে প্রবাহিত হয়।এটি ড্যাশবোর্ড ওয়্যারিংয়ে ওভারলোড রোধ করে লাইটের সাথে একটি ভারী স্রোতকে সংযুক্ত করতে রিলে ভিতরে পরিচিতিগুলিকে ট্রিগার করে।ফিউজ বক্সগুলির পিছনে মিনিয়েচার রিলে টাকযুক্ত প্রতিবার যখন কোনও যানবাহন শুরু হয়, চালানো হয় এবং থামে তখন চুপচাপ কয়েক ডজন অপারেশন পরিচালনা করে।উদাহরণস্বরূপ, স্টার্টার সোলেনয়েড রিলে ইগনিশন কীটির একটি ছোট মোড়কে বৃহত স্টার্টার মোটর সক্রিয় করার জন্য অনুমতি দিন, ইগনিশন স্যুইচটির ক্ষতির ঝুঁকি ছাড়াই দক্ষতার সাথে উচ্চ স্রোতগুলি চ্যানেল করে।সলিড-স্টেট রিলে এখন জীবনকাল উন্নত করতে এবং সমালোচনামূলক মোটরগাড়ি ফাংশনগুলিতে যান্ত্রিক পরিধান হ্রাস করতে ব্যবহৃত হয়।

গ্রাহক ইলেকট্রনিক্স

গৃহস্থালীর সরঞ্জাম এবং অডিও সিস্টেমের অভ্যন্তরে, রিলে নীরব তবে গুরুত্বপূর্ণ কাজ সম্পাদন করে।মাইক্রোওয়েভ বা স্টেরিওতে একটি বোতাম টিপলে একটি রিলে একটি ছোট নিয়ন্ত্রণ সংকেত প্রেরণ করে, যা রান্না শুরু করতে বা সংগীত খেলতে অভ্যন্তরীণ সার্কিটগুলি স্থানান্তর করে।সলিড-স্টেট রিলে (এসএসআর) আধুনিক ডিজাইনগুলিতে আধিপত্য বিস্তার করে, নীরব স্যুইচিং, দীর্ঘতর অপারেশনাল জীবন এবং দ্রুত প্রতিক্রিয়ার সময় সরবরাহ করে।তাদের কমপ্যাক্টনেস এবং গতি নির্মাতাদের পাতলা, আরও নির্ভরযোগ্য ডিভাইস তৈরি করতে দেয়।হিটিং উপাদানগুলি স্যুইচ করা, মোটরগুলি সক্রিয় করা, বা অডিও আউটপুট নির্বাচন করা, রিলে ব্যবহারকারী কমান্ডগুলি তাত্ক্ষণিকভাবে এবং সঠিকভাবে কার্যকরভাবে কার্যকর করতে সক্ষম করে যান্ত্রিক সুইচগুলি ছাড়াই।

বিদ্যুৎ বিতরণ

পাওয়ার গ্রিডে, ত্রুটিগুলির বিরুদ্ধে রিলে গার্ড যা বিভ্রাট বা সরঞ্জামের ক্ষতির কারণ হতে পারে।তারা ক্রমাগত বৈদ্যুতিক পরামিতিগুলি যেমন ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং ফ্রিকোয়েন্সি - প্রতি সেকেন্ডে কয়েক হাজার বার ডেটা নমুনা দিয়ে পর্যবেক্ষণ করে তা পর্যবেক্ষণ করে।যদি কোনও অতিরিক্ত অতিরিক্ত বা কোনও পর্বের ভারসাম্যহীনতার মতো ত্রুটি সনাক্ত করা হয় তবে প্রতিরক্ষামূলক রিলেগুলি সার্কিট ব্রেকারগুলিতে তাত্ক্ষণিক ট্রিপ সিগন্যাল প্রেরণ করে।এটি মিলিসেকেন্ডে সমস্যার ক্ষেত্রকে বিচ্ছিন্ন করে, নেটওয়ার্ক জুড়ে ক্যাসকেডিং ব্যর্থতা রোধ করে।বিশেষায়িত প্রকারগুলি যেমন দূরত্ব রিলে এবং ডিফারেনশিয়াল রিলে, নির্দিষ্ট ধরণের ত্রুটিগুলিতে ফোকাস করে, ট্রান্সফর্মার, জেনারেটর এবং সংক্রমণ লাইনগুলি নিরাপদে কাজ করে তা নিশ্চিত করে।এই দ্রুত, স্বয়ংক্রিয় সুরক্ষা ব্যতীত পাওয়ার গ্রিডের বৃহত অংশগুলি সামান্য বাধা থেকে ভেঙে যেতে পারে।

সেলফ চেক (Self-Check)-১.১৩

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. রিলে মূলত কোন ধরনের ডিভাইস?
(ক) শুধু মেকানিক্যাল সুইচ
(খ) ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক সুইচ বা প্রোটেকটিভ ডিভাইস
(গ) সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড

২. রিলের কোন অংশে বিদ্যুৎ সরবরাহ করলে অস্থায়ী চুম্বক তৈরি হয়?
(ক) কন্টাক্ট পয়েন্ট
(খ) কয়েল (Coil)
(গ) আর্মেচার

৩. রিলের 'NC' (Normally Closed) কন্টাক্ট বলতে কী বোঝায়?
(ক) স্বাভাবিক অবস্থায় সংযোগ বিচ্ছিন্ন থাকে
(খ) স্বাভাবিক অবস্থায় সংযোগ দেওয়া থাকে
(গ) কয়েল পুড়ে গেছে

৪. পাওয়ার গ্রিডে ত্রুটি সনাক্ত করে সার্কিট ব্রেকারকে ট্রিপ সিগন্যাল পাঠায় কোনটি?
(ক) ট্রান্সফর্মার
(খ) প্রোটেকটিভ রিলে
(গ) ক্যাপাসিটর

৫. রিলের আর্মেচারকে তার আগের অবস্থায় ফিরিয়ে আনে কোনটি?
(ক) স্প্রিং (spring)
(খ) আয়রন কোর
(গ) কয়েল

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.১৩

(খ) ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক সুইচ বা প্রোটেকটিভ ডিভাইস ২. (খ) কয়েল (Coil) ৩. (খ) স্বাভাবিক অবস্থায় সংযোগ দেওয়া থাকে ৪. (খ) প্রোটেকটিভ রিলে ৫. (ক) স্প্রিং (spring)

জব শিট (Task-Sheet) - ১.১৩

জবের নাম: রিলে (Relay) চিহ্নিতকরণ, পিন বিন্যাস শনাক্তকরণ এবং কার্যকারিতা পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:
রিলের বিভিন্ন অংশ (Coil, NO, NC, COM পিন) চিহ্নিত করা।
মাল্টিমিটারের সাহায্যে রিলের কয়েল এবং কন্টাক্ট পয়েন্টগুলো পরীক্ষা করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:
১. একটি ৫-পিন বা ৮-পিন রিলে (যেমন: 12V DC Relay) ।

২. ডিজিটাল/অ্যানালগ মাল্টিমিটার।
৩. ডিসি পাওয়ার সাপ্লাই বা ব্যাটারি (রিলের ভোল্টেজ রেটিং অনুযায়ী) ।
৪. কানেক্টিং ওয়্যার।

কাজের ধাপ:

১. **পিন শনাক্তকরণ:** রিলের গায়ে থাকা ডায়াগ্রাম দেখে কয়েল পিন, কমন (COM) পিন, নরমালি ওপেন (NO) এবং নরমালি ক্লোজড (NC) পিন শনাক্ত করুন।
২. **কয়েল পরীক্ষা:** মাল্টিমিটারকে ওহম (℮) মোডে সেট করে কয়েল পিন দুটিতে ধরুন। যদি মিটারে নির্দিষ্ট কিছু রেজিস্ট্যান্স (যেমন- ৪০০-১০০০ ওহম) দেখায়, তবে কয়েলটি ভালো।
৩. **কন্টাক্ট কন্টিনিউটি পরীক্ষা:** - পাওয়ার অফ অবস্থায় COM এবং NC পিনের মধ্যে কন্টিনিউটি (Beep) থাকা উচিত।
৪. Power অফ অবস্থায় COM এবং NO পিনের মধ্যে কোনো কন্টিনিউটি থাকা উচিত নয়।
৫. **অপারেশনাল টেস্ট:** রিলের কয়েলে পাওয়ার সাপ্লাই দিন। একটি 'ক্লিক' শব্দ শোনা যাবে। এখন মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করুন-COM পিনটি NC থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে NO পিনের সাথে যুক্ত হয়েছে কি না।
৬. ফলাফল নিচের ছকে লিখুন।

সতর্কতা:

- রিলের কয়েল ভোল্টেজ (AC বা DC) যাচাই না করে পাওয়ার দেবেন না।
- মাল্টিমিটারের নব সঠিক রেঞ্জে (Ohm/Continuity) আছে কি না নিশ্চিত হোন।

ইনফরমেশন শিট ১.১৪ ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ট্রান্সফরমার)

শিখনফল-১.১৪: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ট্রান্সফরমার) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **ট্রান্সফরমার চিহ্নিত করন**
২. **ট্রান্সফরমারের কার্যপ্রণালী (Working Principle)**
৩. **ট্রান্সফরমারের প্রকারভেদ**

ট্রান্সফরমার চিহ্নিত করন

ট্রান্সফরমার হলো একটি স্থির বৈদ্যুতিক যন্ত্র, যা তড়িৎচৌম্বক আবেশ (electromagnetic induction) নীতি ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক শক্তিকে একটি বর্তনী (circuit) থেকে অন্য একটি বর্তনীতে ট্রান্সফার করে, সাধারণত ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান পরিবর্তন করার জন্য ট্রান্সফরমার ব্যবহার হয়।

ট্রান্সফরমারের মূল অংশসমূহঃ ট্রান্সফরমারে প্রধানত দুটি অংশ থাকে। যথা-

মূল কোর (Core): এটি নরম লোহার পাত দিয়ে তৈরি একটি বদ্ধ চৌম্বক পথ, যা দুটি কয়েলের মধ্যে চৌম্বক ফ্লাক্স (magnetic flux) পরিবহনে সাহায্য করে।

কয়েল বা ওয়াইন্ডিং (Coil/Winding): ট্রান্সফরমারে দুটি কয়েল বা ওয়াইন্ডিং থাকে। যে কয়েলে ইনপুট ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তাকে প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং (Primary Winding) বলে। আবার যে কয়েল থেকে আউটপুট ভোল্টেজ পাওয়া যায় তাকে সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং (ঝবপড়হফধৎ ডরহফরহম) বলে।

ট্রান্সফরমারের কার্যপ্রণালী (Working Principle)

ট্রান্সফরমারের কার্যপ্রণালী ফ্যারাডের তড়িৎচৌম্বক আবেশের সূত্রের উপর ভিত্তি করে গড়ে উঠেছে। এর কার্যপ্রণালী নিচে ব্যাখ্যা করা হলো-

এসি ভোল্টেজ প্রয়োগ: যখন প্রাইমারি কয়েলে একটি পরিবর্তনশীল বা এসি ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়, তখন এর মধ্য দিয়ে একটি পরিবর্তনশীল তড়িৎ প্রবাহ (alternating current) প্রবাহিত হয়।

চৌম্বক ফ্লাক্স তৈরি: এই পরিবর্তনশীল তড়িৎ প্রবাহ মূল কোরে একটি পরিবর্তনশীল চৌম্বক ক্ষেত্র বা চৌম্বক ফ্লাক্স তৈরি করে।

আবিষ্ট ভোল্টেজ সৃষ্টিঃ ফ্যারাডের সূত্র অনুযায়ী, যখন একটি পরিবর্তনশীল চৌম্বক ফ্লাক্স কোনো পরিবাহক (conductor, যেমন সেকেন্ডারি কয়েল) কে ছেদ করে, তখন সেই পরিবাহকে একটি তড়িচ্চালক শক্তি (electromotive force বা EMF) বা ভোল্টেজ আবিষ্ট হয়।

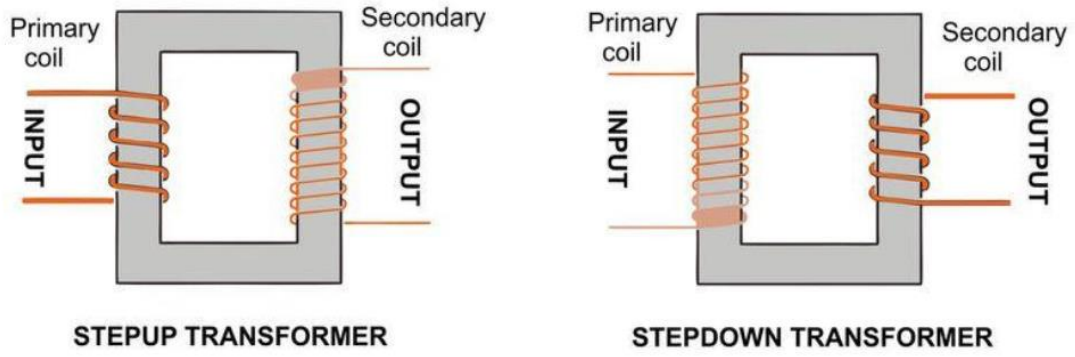
শক্তি রূপান্তর: এই আবিষ্ট ভোল্টেজের ফলে সেকেন্ডারি কয়েল থেকে আউটপুট পাওয়া যায়। এভাবে বৈদ্যুতিক শক্তি এক কয়েল থেকে অন্য কয়েলে স্থানান্তুরিত হয়।

ভোল্টেজ পরিবর্তন: ট্রান্সফরমার ভোল্টেজ বাড়াতে বা কমাতে পারে, যা প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যার (number of turns) অনুপাতের উপর নির্ভর করে।

ট্রান্সফরমারের প্রকারভেদ

সাধারণত ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান পরিবর্তন করার জন্য ট্রান্সফরমার দুই প্রকার। যথা-

১. স্টেপ-আপ ট্রান্সফরমার (Step-up Transformer)
২. স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফরমার (Step-down Transformer)



স্টেপ-আপ ট্রান্সফরমার: ইনপুট ভোল্টেজকে আউটপুট ভোল্টেজে রূপান্তরিত করে, অর্থাৎ ভোল্টেজ বৃদ্ধি করে। সেকেন্ডারি কয়েলে প্যাঁচের সংখ্যা প্রাইমারি কয়েলের চেয়ে বেশি থাকে। এর ফলে ভোল্টেজ বাড়ে, কিন্তু কারেন্ট কমে যায়। এই ট্রান্সফরমার ব্যবহার করে বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র থেকে দূরে বিদ্যুৎ পাঠানোর জন্য ভোল্টেজ অনেক বাড়ানো হয়, যা দীর্ঘ দূরত্বে বিদ্যুৎ সঞ্চালনে সাহায্য করে।

স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফরমার: ইনপুট ভোল্টেজকে আউটপুট ভোল্টেজে রূপান্তরিত করে, অর্থাৎ ভোল্টেজ হ্রাস করে। সেকেন্ডারি কয়েলে প্যাঁচের সংখ্যা প্রাইমারি কয়েলের চেয়ে কম থাকে। এর ফলে ভোল্টেজ কমে, কিন্তু কারেন্ট বেড়ে যায়। এই ট্রান্সফরমার ব্যবহার করে বিদ্যুৎ সরবরাহ কেন্দ্র থেকে বাসা বাড়ি বা শিল্পে বিদ্যুৎ আসার সময় ভোল্টেজ কমাতে ব্যবহৃত হয়, যাতে তা ব্যবহারের জন্য নিরাপদ হয়।

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি উইন্ডিংগুলি চিহ্নিত করা:
ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি উইন্ডিং হলো সেটি যা এসি উৎস থেকে শক্তি গ্রহণ করে এবং সেকেন্ডারি উইন্ডিং হলো যেটি রূপান্তরিত শক্তি লোডে সরবরাহ করে; এদের চিহ্নিত করার জন্য ভোল্টেজ প্রয়োগ করে বা মাল্টিমিটার দিয়ে রোধ (Resistance) মেপে দেখা যায়, যেখানে প্রাইমারি সাধারণত বেশি টার্ন ও বেশি রোধের হয়, কিন্তু নতুন ট্রান্সফর্মারে সাধারণত চিহ্নিত করা থাকে (যেমন, লাল তার প্রাইমারি হতে পারে, তবে সবসময় নয়) ।

যে উইন্ডিংয়ে এসি ভোল্টেজ (উৎস) সংযোগ করা হয়, সেটিই প্রাইমারি উইন্ডিং। আবার যে উইন্ডিং থেকে লোড সংযোগ করা হয় এবং ভোল্টেজ (আউটপুট) পাওয়া যায়, সেটি সেকেন্ডারি উইন্ডিং। স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি উইন্ডিংয়ে টার্নের সংখ্যা বেশি থাকে, তাই এর রোধ সেকেন্ডারি উইন্ডিংয়ের চেয়ে বেশি হবে; অথাৎ যে কয়েলের রোধ বেশি, সেটি প্রাইমারি উইন্ডিং। আবার স্টেপ-আপ ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি উইন্ডিংয়ে টার্ন কম থাকে এবং রোধও কম হয়, তাই বেশি রোধের কয়েলটি সেকেন্ডারি হবে। এই রোধ মারিমাপের জন্য মাল্টিমিটার ব্যবহার করা যায়। নতুন বা ভালো মানের ট্রান্সফর্মারে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি উইন্ডিং সাধারণত চিহ্নিত করা থাকে, যেমন- টার্মিনাল বা তারের রঙ দিয়ে। অনেক ক্ষেত্রে, লাল তার প্রাইমারি হতে পারে, কিন্তু এটি পুরোনো ট্রান্সফর্মারে ট্রান্সফর্মারে প্রযোজ্য নয়।

একটি আদর্শ ট্রান্সফরমারের জন্য (যেখানে কোনো শক্তির অপচয় হয় না), মুখ্য কুন্ডলী (primary winding) ও গৌণ কুন্ডলী (secondary winding) মধ্যে নিম্নলিখিত সম্পর্ক বিদ্যমান:

এই সম্পর্ক থেকে বোঝা যায় যে, ভোল্টেজ এবং পাক সংখ্যা একে অপরের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক, কিন্তু কারেন্টের সাথে ব্যস্তানুপাতিক।

সমস্যা-১: একটি আদর্শ স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুন্ডলীতে ২২০ ভোল্ট ইনপুট ভোল্টেজ দেওয়া হলো। মুখ্য কুন্ডলীর পাক সংখ্যা (Np) ৬০০ এবং গৌণ কুন্ডলীর পাক সংখ্যা (Ns) ৩০। গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট ভোল্টেজ (Vs) কত হবে?
সমাধান:

সুতরাং, গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট ভোল্টেজের পরিমাণ হবে ১১ ভোল্ট। যেহেতু গৌণ ভোল্টেজ মুখ্য ভোল্টেজের চেয়ে কম, এটি একটি স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফরমার।

বৈদ্যুতিক সার্কিটে ভোল্টেজের মাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাস করার জন্য ট্রান্সফরমারের ব্যবহার:

বৈদ্যুতিক সার্কিটে ভোল্টেজ বাড়ানো (স্টেপ-আপ) বা কমানোর (স্টেপ-ডাউন) জন্য ট্রান্সফরমার অপরিহার্য। স্টেপ-আপ ট্রান্সফরমার বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র থেকে দীর্ঘ দূরত্বে বিদ্যুৎ পরিবহনে ভোল্টেজ বাড়িয়ে ক্ষয় কমায়, আর স্টেপ-ডাউন

ট্রান্সফরমার গ্রাহকের কাছে পৌঁছানোর আগে ভোল্টেজ কমিয়ে ব্যবহারের উপযোগী ও নিরাপদ করে, যা ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতির উপর কাজ করে।

- ভোল্টেজ বৃদ্ধি Step-Up Transformer এর ব্যবহার: পাওয়ার প্ল্যান্টে বিদ্যুৎ উৎপাদনের পর, ট্রান্সমিশন লাইনের মাধ্যমে
- দূরবর্তী স্থানে বিদ্যুৎ পাঠাতে ভোল্টেজ অনেক বাড়ানো হয়। কারণ উচ্চ ভোল্টেজে বিদ্যুৎ পাঠালে কারেন্টের পরিমাণ কমে যায়, ফলে তারের মধ্যে তাপের কারণে শক্তির অপচয় (কপার লস) অনেক কমে এবং বিদ্যুৎ সাশ্রয় হয়।
- ভোল্টেজ হ্রাস Step-Down Transformer এর ব্যবহার: সাবস্টেশন থেকে বাড়ি বা শিল্প কারখানায় বিদ্যুৎ পৌঁছানোর আগে

ভোল্টেজ অনেক কমানো হয়। কারণ আমাদের দৈনন্দিন ব্যবহার্য যন্ত্রপাতিগুলো উচ্চ ভোল্টেজে চলতে পারে না, তাই ট্রান্সফরমার ভোল্টেজকে নিরাপদ ও ব্যবহার উপযোগী মানে নামিয়ে আনে (যেমন, ২৪০ ভোল্ট) ।

সেলফ চেক (Self-Check) -১.১৪

১. ট্রান্সফরমারের প্রধান কয়টি অংশ ও কি কি?
২. ট্রান্সফরমারের কার্যক্রম সমূহ লিখ।
৩. ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান পরিবর্তন করার জন্য ট্রান্সফরমার কত প্রকার ও কি কি?
৪. বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র থেকে দীর্ঘ দূরত্বে বিদ্যুৎ পরিবহনে -
৫. সাবস্টেশন থেকে বাড়ি বা শিল্প কারখানায় বিদ্যুৎ পৌঁছানোর আগে ভোল্টেজ অনেক কমিয়ে দেয়-

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.১৪

১। উত্তর: ট্রান্সফরমারের প্রধান ২টি অংশ। যথা- কোর এবং কয়েল।
২। উত্তর: ট্রান্সফরমারের কার্যক্রম সমূহ-

- এসি ভোল্টেজ প্রয়োগে
- চৌম্বক ফ্লাক্স তৈরিতে
- আবিষ্ট ভোল্টেজ সৃষ্টি করে
- শক্তি রূপান্তর করে
- ভোল্টেজ পরিবর্তন করে

৩। উত্তর: ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান পরিবর্তন করার জন্য ট্রান্সফরমার দুই প্রকার। যথা-

- স্টেপ-আপ ট্রান্সফরমার (Step-up Transformer)
- স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফরমার (Step-down Transformer)

৪। উত্তর: গ) স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার
৫। উত্তর: ঘ) স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার

জব শিট (Task-Sheet)-১.১৪

জবের নাম (Task Name): টান্সফরমারের বিভিন্ন টার্মের মান বাহির করা এবং টান্সফরমারের ধরন সনাক্ত করণ।

নির্দেশনাবলী (Instructions):

১. এই ডেমোনেস্ট্রশনটি টান্সফরমারের বিভিন্ন টার্মের মান বাহির করা এবং টান্সফরমারের ধরন সনাক্ত করতে হবে।
২. ইহা এক বা একাদিক ইউনিটের পারফরম্যান্স ক্রাইটেরিয়ার ভিত্তিতে তৈরি।
৩. এই মুল্যায়ন কার্যক্রমটি আপনার মৌলিক দক্ষতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হবে।
৪. রির্সোসগুলোর সাথে পরিচিত হওয়ার জন্য আপনাকে পনেরো (১৫) মিনিট সময় দেওয়া হবে।

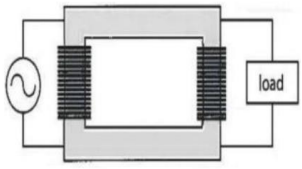
প্রক্রিয়া (Procedure):

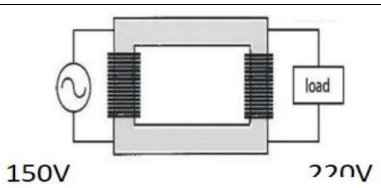
১. কাজের ধরন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় ব্যাক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম ব্যবহার ও পর্যবেক্ষণ করুন।
২. সরবরাহকৃত স্পেসিফিকেশন তথ্যপড়ুন।
৩. কাজটি সম্পূর্ন করতে প্রয়োজনীয় সকল উপকরন সংগ্রহ করুন।
৪. নির্ধারিত সময়ের মধ্যে কাজটি সম্পূর্ন করুন।
৫. সর্বদা স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা সংক্রান্ত নির্দেশনা মেনে চলুন।

কাজের স্পেসিফিকেশন তথ্য (Job Specification Information):

১. প্রয়োজনীয় উপকণ, যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম সংগ্রহ করুন।
২. প্রয়োজনীয় টান্সফরমার সংগ্রহ করুন।
৩. সাধারণ বৈদ্যুতিক পরিমাপক যন্ত্র পর্যবেক্ষণ করুন।
৪. ছবির সাথে মিলরেখে তাদের কাজ নিচের ছকে লিখুন।

ওয়ার্কসিট: কাজের বিবরন (Description):

ক্রমিক নং	রেজিস্টরে ছবি	চিত্র এবং গানিতিক টার্ম থেকে সমাধান করতে হবে এবং সেটি কি ধরনের টান্সফরমার তা উল্লেখ করতে হবে	মন্তব্য
	 450V 220 Ip=200 Np=?		

	 Ip= ? Np= 450		
	একটি ট্রান্সফরমারের প্রইমারি কুন্ডলীতে ৩০০ পাক এবং ৩০০ ভোল্টেজ দেওয়া আছে। সেকেন্ডারি কুন্ডলীতে ৬০০ পাক থাকলে, সেকেন্ডারি ভোল্টেজ কত?		

প্রয়োজনীয় রিসোর্স (Resources required):

পিপিই	টুলস	ইকুইপমেন্ট	মালামাল
এপ্রোন, মাস্ক, গগলস, গ্লাভস এবং সেফটি-সু	নোস প্লায়ার্স	মাল্টিমিটার	স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার, স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার

জব শীট (Job Sheet)-১.১৪

জবের নাম: মাল্টিমিটারের সাহায্যে ট্রান্সফরমার টেস্ট।

বিশেষ নির্দেশনা: সর্বক্ষেত্রে পেশাগত নিরাপত্তা ও স্বাস্থ্যবিধি অনুসরন করতে হবে।

কাজের ধাপ:

১. কনটিনিউটি টেস্ট: এটি ট্রান্সফরমারের কয়েলগুলো সংযোগ আছে কি না তা বোঝার জন্য ধাপসমূহ:
২. মাল্টিমিটারকে রাখুন (বিপ শব্দ আসবে যদি সংযোগ থাকে) ।
৩. প্রাইমারি কয়েলের দুই প্রান্তে প্রোব ছোঁয়ান।
৪. সেকেন্ডারি কয়েলের দুই প্রান্তে প্রোব ছোঁয়ান।

ফলাফল ব্যাখ্যাঃ

১. যদি বিপ শব্দ আসে, তাহলে কয়েল ইন্ট্যাক্ট আছে (ভাঙা বা খোলা না) ।
২. যদি কোনো শব্দ না আসে, তাহলে কয়েল নষ্ট হয়ে গেছে ।

রেজিস্ট্যান্স টেস্ট:

এটি কয়েলগুলোর রেজিস্ট্যান্স যাচাইয়ের জন্য ধাপসমূহঃ

- মাল্টিমিটারকে ওযস (2) মোডে রাখুন।
- প্রাইমারি কয়েলের দুই প্রান্তে মিটার প্রোব দিন।
- সেকেন্ডারি কয়েলের দুই প্রান্তে একইভাবে করতে হবে।

ফলাফল ব্যাখ্যা:

- সাধারণত প্রাইমারি কয়েলের রেজিস্ট্যান্স সেকেন্ডারির চেয়ে বেশি হয় (কারণ এটি বেশি টার্নস থাকে) ।
- যদি রেজিস্ট্যান্স অসীম (∞) দেখায়, তাহলে কয়েল ড়ঢ়বহ হয়ে গেছে।

শর্ট সার্কিট টেস্ট: কয়েল শর্ট হয়েছে কিনা তা বোঝার জন্য ধাপসমূহঃ

১. প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি কয়েলের মধ্যে মিটার প্রোব দিন (একটি প্রোব প্রাইমারিতে, অন্যটি সেকেন্ডারিতে) ।
২. মাল্টিমিটারকে ঙযস (2) মোডে রাখুন।

ফলাফল ব্যাখ্যাঃ

১. রিডিং যদি ০০ বা খুব বেশি হয়, তাহলে কয়েলগুলো একে অপরের থেকে ইন্সুলেটেড আছে (যা ঠিক) ।
২. রিডিং যদি ০ বা খুব কম হয়, তাহলে শর্ট সার্কিট হয়েছে।
৩. আউটপুট ভোল্টেজ টেস্ট:

ধাপসমূহ:

১. এই টেস্টটি সাধারণত পাওয়ার অন অবস্থায় করা হয়, সতর্ক থাকতে হবে।
২. প্রাইমারিতে নির্দিষ্ট ইনপুট ভোল্টেজ দিন।
৩. মাল্টিমিটারকে অঈ ভোল্টেজ মোডে রাখুন।
৪. সেকেন্ডারিতে আউটপুট ভোল্টেজ মাপুন।

ফলাফল ব্যাখ্যা:

- যদি সঠিক অনুপাতে আউটপুট পাওয়া যায়, তাহলে ট্রান্সফরমার কাজ করছে।
- যদি আউটপুট না আসে, তাহলে ট্রান্সফরমারে সমস্যা আছে।

স্পেশিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-১.১৪

জবের নাম: মাল্টিমিটারের সাহায্যে ট্রান্সফরমার (Step-down বা Step-up) টেস্ট।

প্রয়োজনীয় উপকরন:

প্রয়োজনীয় রিসোর্স (Resources required):

পিপিই	টুলস	ইকুইপমেন্ট	মালামাল
এপ্রোন, মাস্ক, গগলস, গ্লাভস এবং সেফটি-সু	নোস প্লায়ার্স, স্ক্র-ড্রাইভার সেট	ডিজিটাল মাল্টিমিটার	স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার, স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার

ইনফরমেশন শিট-১.১৫০ঃ ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (অসিলেটর)

শিখনফল-১.১৫: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (অসিলেটর) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **অসিলেটর চিহ্নিত করন**
২. **অসিলেটরের কার্যপ্রণালী (Working Principle)**
৩. **অসিলেটরের প্রকারভেদ**

অসিলেটর চিহ্নিত করন

অসিলেটর এমন একটি ইলেকট্রনিক্স ডিভাইস যার মাধ্যমে বিভিন্ন ডিভাইসের চাহিদা অনুযায়ী বিভিন্ন রেঞ্জের ফ্রিকুয়েন্সি জেনারেট করে ও এমপ্লিফাই করে। যেহেতু ইলেকট্রনিক্স ডিভাইস, এটি ডিসি সোর্স থেকে প্রাপ্ত এনার্জিকে পরিবর্তনশীল আউটপুটে রূপান্তরিত করে। আউটপুট সাধারণত সাইনোসয়ডাল বা নন-সাইনোসয়ডাল হতে পারে।

অসিলেটরের কার্যপ্রণালী (Working Principle)

প্রাথমিক শুরু (Starting): সার্কিট চালু করার সাথে সাথে একটি প্রাথমিক নয়েজ (Noise) বা সিগন্যাল অ্যাম্প্লিফায়ার দ্বারা অ্যাম্প্লিফাই হয়ে আউটপুটে পৌঁছায় ।

- পজিটিভ ফিডব্যাক (Positive Feedback): আউটপুট সিগন্যালের একটি নির্দিষ্ট অংশ ফিডব্যাক নেটওয়ার্কের মাধ্যমে পুনরায় ইনপুটে পাঠানো হয়। এই ফিডব্যাক সিগন্যালটি ইনপুট সিগন্যালের সাথে এমনভাবে মেশে যে তা মূল সিগন্যালকে শক্তিশালী করে ।
- অনুরণন (Resonance): অসিলেটরে ব্যবহৃত ট্যাংক সার্কিট (বা সার্কিট) নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে দোলাচল বা দোলন সৃষ্টি করে ।
- অবিচ্ছিন্ন দোলন (Sustained Oscillation): দোলন বজায় রাখার জন্য, মোট লুপ গেইন (Loop Gain) অবশ্যই ১ (unity) বা তার বেশি হতে হবে এবং মোট ফেস শিফট (Phase Shift) (বা) হতে হয় । মূলত, ডিসি (DC) পাওয়ার ব্যবহার করে অসিলেটর সার্কিটটি একটি স্ব-নির্ভরশীল (self-sustaining) দোলন তৈরি করে ।

অসিলেটরের প্রকারভেদ

অসিলেটর প্রধানত দুই প্রকার, ১। সাইনোসয়ডাল অসিলেটর ২। নন-সাইনোসয়ডাল অসিলেটর।

- সাইনোসয়ডাল আবার দুই প্রকার, ১। ড্যাম্পড অসিলেটর ২। আন-ড্যাম্পড অসিলেটর
- আন-ড্যাম্পড আবার বিভিন্ন ভাগে বিভক্ত করা যায়ঃ-
- ক্রিস্টাল
- টিউনড
- হার্টলি
- ফেজ-শিফট
- ওয়েন-ব্রিজ

- কলপিট

অসিলেটরের সাধারন বৈশিষ্ট্যঃ

- শুধুমাত্র পজেটিভ ফিডব্যাকে কাজ করে থাকে।
- যে কোন ফ্রিকুয়েন্সি যুক্ত এসি ভোল্টেজ বা কারেন্ট উৎপন্ন করে।
- ফিকুয়েন্সি সময়ের সাপেক্ষে কনস্ট্যান্ট থাকে।
- হাই ফ্রিকুয়েন্সি থাকে।

ব্যবহারঃ

- টিভি ট্রান্সমিটার ও রিসিভারে।
- রেডিও ট্রান্সমিটার ও রিসিভারে।
- উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সিতে তাপ দেওয়ার জন্য।

সাইনোসয়ডাল অসিলেটর

যে ইলেকট্রনিক্স সার্কিটের মাধ্যমে বিভিন্ন ধরনের ফ্রিকুয়েন্সির সাইনোসয়ডাল ওয়েব উৎপন্ন করা হয় তাকে সাইনোসয়ডাল Oscillator বলে। Oscillator সার্কিট ডিসি সিগন্যালকে বিভিন্ন ধরনের ফ্রিকুয়েন্সির এসি সিগন্যাল তৈরি করে। সাইনোসয়ডাল Oscillator সাধারনত দুই প্রকার, ১। ড্যাম্পড Oscillator ২। আন-ড্যাম্পড Oscillator

ড্যাম্পড অসিলেটরঃ যে Oscillator সময়ের সাপেক্ষে উহার উৎপন্নকৃত
সিগন্যালের এমপ্লিচুয়েড কমে যায় তাকে ড্যাম্পড Oscillator বলে। নিচের
চিত্র লক্ষ্য করলে বুঝতে পারবো যে সময়ের সাথে এমপ্লিচুয়েড সিগন্যাল কমে যাচ্ছে। এই ধরনের Oscillator পাওয়ার লস হয় এবং লসকৃত পাওয়ার পূরণ করার ব্যবস্থা থাকে না।

আন-ড্যাম্পড অসিলেটরঃ যে Oscillator সময়ের সাপেক্ষে উহার উৎপন্নকৃত সিগন্যাল এর এমপ্লিচুয়েড স্থির বা কনস্ট্যান্ট থাকে তাকে আন-ড্যাম্পড Oscillator বলে। এই সকল সার্কিটে কোন পাওয়ার লস হয় না বা লস হলেও উক্ত লস পূরন করার ব্যবস্থা থাকে। এই ধরনের Oscillator টেলিকমিউনিকেশন ও ইলেকট্রনিক্সে ব্যবহারের জন্য এই আন-ড্যাম্পড অসিলেশন প্রয়োজন হয়। আন-ড্যাম্পড অসিলেটরে মূলত তিনটি কনস্ট্যান্ট থাকে

- ট্যাংক সার্কিট
- আমপ্লিফায়ার সার্কিট
- ফিডব্যাক সার্কিট

ট্যাংক সার্কিটঃ ট্যাংক সার্কিট মূলত L-C সার্কিটের সমন্বয়ে গঠিত। এটা এমন একটি নেটওয়ার্ক যা রিজেনারেটর এবং ফ্রিকুয়েন্সি নির্ধারন করে। এটা মূলত ট্যাংক সার্কিট নামেই পরিচিত।
অসিলেটরের প্রধান অংশ হচ্ছে ট্যাংক সার্কিট। এই ট্যাংক সার্কিটের উপর ভিত্তি করে Oscillator কাজ করে থাকে। একারনে ট্যাংক সার্কিটকে অসিলেটরের হার্ট বলা হয়ে থাকে। Oscillator সার্কিটে চার্জিং এবং ডিসচার্জিং এর মাধ্যমে অসিলেশন করার জন্য ট্যাংক সার্কিট ব্যবহার করা হয়।

অসিলেটর অ্যামপ্লিফায়ারঃ অসিলেটরের অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে থাইরিস্টর কাজ করে থাকে। এটা ইনপুটের সিগন্যাল আউটপুটে বর্ধিত আকারে এমপ্লিফাই করে থাকে।

ফিডব্যাকঃ যে সকল সার্কিটের আউটপুট সিগন্যালকে পুনরায় ব্যবহারের জন্য ইনপুট হিসেবে ব্যবহার করা হয় এবং তা থেকে আউটপুটে পাওয়া যায় এই ধরণের সার্কিটকে ফিডব্যাক সার্কিট বলে।

সেলফ চেক (Self-Check)-১.১৫

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. অসিলেটর মূলত কোন ধরণের ডিভাইস?
(ক) এসি-কে ডিসি-তে রূপান্তরকারী
(খ) ডিসি-কে এসি-তে রূপান্তরকারী (বিনা ইনপুটে এসি সিগন্যাল উৎপাদনকারী)
(গ) ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রক

২. অসিলেটর সার্কিটের 'হার্ট' (Heart) বলা হয় কোনটিকে?
(ক) অ্যাম্প্লিফায়ার সার্কিট
(খ) ফিডব্যাক সার্কিট
(গ) ট্যাংক সার্কিট (L-C Circuit)

৩. কোন ধরনের অসিলেটরে সময়ের সাথে উৎপন্ন সিগন্যালের অ্যাম্প্লিচুয়েড কমতে থাকে?
(ক) আন-ড্যাম্পড অসিলেটর
(খ) ড্যাম্পড অসিলেটর
(গ) পজিটিভ অসিলেটর

৪. অসিলেশন বজায় রাখার জন্য লুপ গেইন (Loop Gain) কত হতে হয়?
(ক) ০ এর সমান
(খ) ১ এর সমান বা তার বেশি
(গ) ১ এর চেয়ে কম

৫. টেলিযোগাযোগে সাধারণত কোন ধরনের অসিলেশন প্রয়োজন হয়?
(ক) ড্যাম্পড অসিলেশন
(খ) আন-ড্যাম্পড অসিলেশন
(গ) ফ্রিকোয়েন্সি লেস অসিলেশন

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.১৫

(খ) ডিসি-কে এসি-তে রূপান্তরকারী ২. (গ) ট্যাংক সার্কিট (L-C Circuit) ৩. (খ) ড্যাম্পড অসিলেটর ৪. (খ) ১ এর সমান বা তার বেশি ৫. (খ) আন-ড্যাম্পড অসিলেশন

জব শিট (Task-Sheet)-১.১৫

জবের নাম: অসিলেটর সার্কিট চিহ্নিতকরণ এবং এর প্রধান অংশসমূহ পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

- অসিলেটর সার্কিটের মূল তিনটি অংশ (ট্যাংক সার্কিট, অ্যাম্প্লিফায়ার ও ফিডব্যাক) চিহ্নিত করা।
- অসিলেটরের আউটপুট সিগন্যাল পর্যবেক্ষণ এবং এর কার্যকারিতা বোঝা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

- অসিলেটর সার্কিট বোর্ড বা মডিউল (যেমন- Hartley বা Colpitts Oscillator) ।
- ডিসি পাওয়ার সাপ্লাই।
- অসিলোস্কোপ (Output Waveform দেখার জন্য) ।
- মাল্টিমিটার।

কাজের ধাপ:

১. **উপাদান চিহ্নিতকরণ:** সার্কিট বোর্ডে থাকা ইন্ডাকটর (L) এবং ক্যাপাসিটর (C) এর সমন্বয়ে গঠিত ট্যাংক সার্কিটটি শনাক্ত করুন।
২. **অ্যাম্প্লিফায়ার ও ফিডব্যাক শনাক্তকরণ:** ট্রানজিস্টর বা অপ-এম্প ভিত্তিক অ্যাম্প্লিফায়ার এবং ফিডব্যাক নেটওয়ার্কটি চিহ্নিত করুন।
৩. **সংযোগ:** সার্কিটে নির্দিষ্ট ভোল্টেজের ডিসি পাওয়ার সাপ্লাই প্রদান করুন।
৪. **সিগন্যাল পর্যবেক্ষণ:** অসিলোস্কোপের প্রোবটি অসিলেটরের আউটপুট টার্মিনালে সংযুক্ত করুন।
৫. **বিশ্লেষণ:** আউটপুট ওয়েভফর্মটি আন-ড্যাম্পড (স্থির অ্যাম্প্লিচুয়েড) কি না তা পরীক্ষা করুন। যদি সময়ের সাথে সিগন্যাল ছোট হয়ে যায়, তবে বুঝতে হবে এটি ড্যাম্পড অসিলেশন।
৬. আপনার প্রাপ্ত ফলাফল খাতায় লিপিবদ্ধ করুন।

সতর্কতা:

- সার্কিটে পাওয়ার দেওয়ার আগে পোলারিটি চেক করে নিন।
- অসিলোস্কোপ ব্যবহারের সময় সঠিক স্কেল (Time/Div ও Volts/Div) নির্বাচন করুন।
- ট্যাংক সার্কিটের মান পরিবর্তনের সময় সতর্ক থাকুন।

ইনফরমেশন শিট-১.১৬: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (রেক্টিফায়ার)

শিখনফল-১.১৬: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (রেক্টিফায়ার) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:

এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **রেক্টিফায়ার চিহ্নিত করন**
২. **রেক্টিফায়ারের প্রকারভেদ জানতে পারবে**
৩. **ফুল ওয়েভ ব্রিজ রেকটিফায়ার টেস্টিং পদ্ধতি**

রেক্টিফায়ার চিহ্নিত করন

রেক্টিফায়ারঃ যে ইলেকট্রনিক্স ডিভাইসের সাহায্যে অল্টারনেটিং কারেন্টকে ডাইরেক্ট কারেন্টে রূপান্তরিত করা হয় তাকে রেক্টিফায়ার বলে। রেকটিফায়ার প্রধানত দুই প্রকার। যথাঃ ১) হাফ ওয়েভ রেকটিফায়ার। ২) ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ার।

হাফ ওয়েভ রেকটিফায়ার

হাফ ওয়েভ রেকটিফায়ার (Half-wave Rectifier) হলো এমন একটি ইলেকট্রনিক সার্কিট যা অল্টারনেটিং কারেন্ট (AC)-এর শুধুমাত্র একটি অর্ধেক সাইকেলকে ডিরেক্ট কারেন্টে (DC) এ রূপান্তরিত করে, অন্য অর্ধেক সাইকেলটিকে ব্লক বা বাদ দেয়, ফলে একটি পালসেটিং ডিসি আউটপুট পাওয়া যায়। এটি একটি মাত্র ডায়োড ব্যবহার করে তৈরি করা হয় এবং AC-কে DC-তে রূপান্তরের সবচেয়ে সহজ পদ্ধতি, কিন্তু এতে দক্ষতা কম কারণ একটি সাইকেল নষ্ট হয়।

ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ার

ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ার হলো এমন একটি ইলেকট্রনিক সার্কিট যা এসি (AC) ইনপুটের সম্পূর্ণ সাইকেলকে ডিসি (DC) আউটপুটে রূপান্তর করে । এটি ডায়োড ব্যবহার করে এসি ভোল্টেজের সম্পূর্ণ তরঙ্গকে রেকটিফাই করে, যা হাফ-ওয়েভ রেকটিফায়ারের তুলনায় উচ্চতর দক্ষতা এবং কম রিপল প্রদান করে ।

ফুল ওয়েভ রেক্টিফায়ারকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথাঃ ১) ফুল ওয়েভ সেন্টার টেপ রেকটিফায়ার। ২) ফুল ওয়েভ ব্রিজ রেকটিফায়ার।

সেন্টার টেপ রেকটিফায়ার

সেন্টার ট্যাপ রেকটিফায়ার (Center-Tapped Rectifier) হলো এমন এক ধরণের ফুল-ওয়েভ রেকটিফায়ার যা এসি (AC) ইনপুটের পূর্ণ সাইকেলকে ডিসি (DC) তে রূপান্তর করতে একটি সেন্টার-ট্যাপড ট্রান্সফরমার এবং মাত্র দুটি ডায়োড ব্যবহার করে । এটি ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি কয়েলের ঠিক মাঝখানে (সেন্টার ট্যাপ) থেকে আউটপুট নিয়ে কাজ করে ।

সেন্টার টেপ রেকটিফায়ারের মূল বৈশিষ্ট্যসমূহ:
কম্পোনেন্ট: একটি সেন্টার-ট্যাপড স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফরমার, ২ টি ডায়োড (D1 ও D2), এবং একটি লোড রেজিস্টর (R) ।

কার্যপদ্ধতি: এসি ইনপুটের পজিটিভ হাফ-সাইকেলে একটি ডায়োড (ধরা যাক D1) এবং নেগেটিভ হাফ-সাইকেলে অন্য ডায়োডটি (D2) কাজ করে, ফলে সবসময় লোডের মধ্য দিয়ে একই দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয় ।

ট্রান্সফরমার: এর সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং-এর মাঝখানে একটি ট্যাপ বা তার থাকে যা গ্রাউন্ড বা জিরো ভোল্ট (0V) হিসেবে কাজ করে।

সুবিধা: হাফ-ওয়েভ রেকটিফায়ারের তুলনায় এর দক্ষতা (Efficiency) বেশি এবং ডায়োড কম লাগে।

ব্যবহার: যেখানে কম ভোল্টেজ ডিসি সাপ্লাই প্রয়োজন (যেমন: পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট)।

ফুল ওয়েভ ব্রিজ রেকটিফায়ার

ফুল ওয়েভ ব্রিজ রেকটিফায়ার হলো এমন একটি ইলেকট্রনিক সার্কিট যা ৪টি ডায়োড ব্যবহার করে অল্টারনেটিং কারেন্ট (AC) কে ডাইরেক্ট কারেন্ট (DC)-এ রূপান্তর করে। এটি এসি ইনপুটের পজিটিভ এবং নেগেটিভ উভয় অর্ধ-চক্রকেই কাজে লাগিয়ে নিরবচ্ছিন্ন ডিসি আউটপুট প্রদান করে। এতে সেন্টার-ট্যাপ ট্রান্সফরমারের প্রয়োজন হয় না, যা একে সাশ্রয়ী করে তোলে।

মূল বৈশিষ্ট্য ও কার্যপদ্ধতি:

গঠন: সাধারণত ৪টি সিলিকন ডায়োড (যেমন- KBPC5010) বা একটি সিঙ্গাল-প্যাকেজ ব্রিজ রেকটিফায়ার ব্যবহার করে একটি "ব্রিজ" বা ক্লোজড-লুপ আকৃতিতে সংযুক্ত করা হয়।

কার্যপদ্ধতি: ইনপুটের পজিটিভ অর্ধ-চক্রে দুটি ডায়োড (D1, D3) এবং নেগেটিভ অর্ধ-চক্রে অন্য দুটি ডায়োড (D2, D4) বিদ্যুৎ পরিবহন করে।

সুবিধা: এর কার্যক্ষমতা (Efficiency) অনেক বেশি, প্রায় ৮১.২%, এবং এতে রিপল (Ripple) কম থাকে।

ব্যবহার: পাওয়ার সাপ্লাই, চার্জার, এবং ইলেকট্রনিক ডিভাইসগুলোতে এসি-কে ডিসি-তে রূপান্তরের জন্য ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

বাজারের প্রচলিত কিছু ব্রিজ রেকটিফায়ার হলো ২এ (2A) থেকে শুরু করে ৫০এ (50A) পর্যন্ত বিভিন্ন রেটিংয়ের, যার দাম সাধারণত ৫০ থেকে ১১৫ টাকার মধ্যে হয়ে থাকে।

ফুল ওয়েভ ব্রিজ রেকটিফায়ার টেস্টিং পদ্ধতি

ফুল ওয়েভ ব্রিজ রেকটিফায়ার টেস্টিং-এর জন্য একটি মাল্টিমিটার ডায়োড মোডে (Diode Mode) ব্যবহার করে প্রতিটি ডায়োডের ফরওয়ার্ড ও রিভার্স বায়াস পরীক্ষা করতে হয়। ব্রিজ রেকটিফায়ারের চারটি ডায়োডের সঠিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে, ইনপুট এসি ( ) এবং আউটপুট ডিসি ( ) টার্মিনালগুলোর মধ্যে ভোল্টেজ ড্রপ ও রিভার্স লিকেজ পরীক্ষা করুন।

টেস্টিং পদ্ধতি (ধাপ-ধাপ):

সার্কিট সংযোগ বিচ্ছিন্ন করুন: টেস্টিং-এর আগে অবশ্যই রেকটিফায়ারটিকে বিদ্যুৎ উৎস (ট্রান্সফরমার) থেকে আলাদা করুন।
মাল্টিমিটার সেট করুন: মাল্টিমিটারকে ডায়োড বা কন্টিনিউটি মোডে সেট করুন।

ডায়োড চেক (ডায়োড মোড):

ফরওয়ার্ড বায়াস: লাল প্রোব পজিটিভ এবং কালো প্রোব একটি এসি টার্মিনালে ধরুন, একটি ভোল্টেজ ড্রপ দেখাবে। অন্য এসি টার্মিনালেও একইভাবে পরীক্ষা করুন।

রিভার্স বায়াস (লিকেজ টেস্ট): প্রোবগুলো উল্টিয়ে দিন (কালো পজিটিভে, লাল এসি-তে)। মাল্টিমিটারে কোনো রিডিং বা "OL" (Open Loop) দেখানো উচিত।

পজিটিভ-নেগেটিভ চেক:
লাল প্রোব প্লাস টার্মিনালে এবং কালো প্রোব মাইনাস টার্মিনালে ধরুন। রিডিং 'OL' দেখানো উচিত। প্লাস থেকে এসি টার্মিনালে ফরওয়ার্ডে রিডিং এবং রিভার্সে 'OL' আসবে ।

রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা: মাল্টিমিটার ওহম মোডে রেখে এসি টার্মিনালগুলোর মধ্যে উচ্চ রেজিস্ট্যান্স এবং ডিসি সাইডে লোড রেজিস্টরের মান পরীক্ষা করুন।

ফলাফল বিশ্লেষণ:
যদি কোনো ডায়োড উভয় দিকেই রিডিং দেয়, তবে ডায়োডটি 'শর্ট' (Short) ।
যদি কোনো রিডিং না আসে বা উভয় দিকেই 'OL' দেখায়, তবে ডায়োডটি 'ওপেন' (Open) ।
সঠিক কার্যকারিতার জন্য, ডায়োডগুলি শুধুমাত্র এক দিকে রিডিং (Forward) এবং অন্য দিকে 'OL' (Reverse) দেখাবে ।

কন্ট্রোল প্রকৃতির ওপর ভিত্তি করে:
আনকন্ট্রোলড (Uncontrolled): ডায়োড ব্যবহৃত হয় ।
কন্ট্রোলড (Controlled): থাইরিস্টর বা SCR ব্যবহৃত হয় ।

ফেজ সংখ্যার ওপর ভিত্তি করে:
সিঙ্গেল-ফেজ (Single-Phase)
থ্রি-ফেজ (Three-Phase) (উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন কাজের জন্য) ।

রিপল ফ্যাক্টর এবং রেক্টিফায়ার দক্ষতা
রিপল ফ্যাক্টরঃ রেকটিফায়ারের আউটপুটে পালসেটিং ডিসি পাওয়া যায়, এর এসি কম্পোনেন্ট এর RMS value এবং ডিসি কম্পোনেন্টের মানের অনুপাতকে রিপল ফ্যাক্টর বলে।

রিপল ফ্যাক্টর= এসি কম্পোনেন্ট এর R.M.S value / ডিসি কম্পোনেন্ট এর value

রেকটিফায়ারের দক্ষতাঃ রেকটিফায়ার আউটপুটের ডিসি পাওয়ার এবং ইনপুটের এসি পাওয়ারের অনুপাতকে রেকটিফায়ারের ইফিসিয়েন্সি বলে।

Rectifier Efficiency = D.C power Input / Input A.C power

সেলফ চেক (Self-Check)-১.১৬

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. যে ইলেকট্রনিক্স ডিভাইসের সাহায্যে AC-কে DC-তে রূপান্তরিত করা হয় তাকে কী বলে?
(ক) ইনভার্টার
(খ) রেক্টিফায়ার
(গ) ট্রান্সফর্মার

২. হাফ ওয়েভ রেকটিফায়ারে কয়টি ডায়োড ব্যবহার করা হয়?
(ক) ১ টি
(খ) ২ টি
(গ) ৪ টি

৩. ব্রিজ রেকটিফায়ার পরীক্ষার সময় মাল্টিমিটারকে কোন মোডে রাখতে হয়?
(ক) হার্টজ (Hz) মোড
(খ) ডায়োড বা ওহম মোড
(গ) অ্যাম্পিয়ার মোড

৪. ফুল ওয়েভ ব্রিজ রেকটিফায়ারে কয়টি ডায়োড ব্যবহার করা হয়?
(ক) ২ টি
(খ) ৩ টি
(গ) ৪ টি

৫. যদি কোনো ডায়োড উভয় দিকেই রিডিং দেয়, তবে ডায়োডটি কী অবস্থায় আছে?
(ক) ওপেন (Open)
(খ) শর্ট (Short)
(গ) ভালো

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.১৬

(খ) রেক্টিফায়ার ২. (ক) ১ টি ৩. (খ) ডায়োড বা ওহম মোড ৪. (গ) ৪ টি ৫. (খ) শর্ট (Short)

জব শিট (Task-Sheet)-১.১৬

জবের নাম: ফুল ওয়েভ ব্রিজ রেকটিফায়ার চিহ্নিতকরণ এবং এর কার্যকারিতা পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

- রেক্টিফায়ারের প্রকারভেদ চিহ্নিত করা।
- মাল্টিমিটারের সাহায্যে ব্রিজ রেকটিফায়ারের ডায়োডগুলো পরীক্ষা করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. ব্রিজ রেকটিফায়ার আইসি বা ৪টি পৃথক ডায়োড।
২. ডিজিটাল মাল্টিমিটার। ৩. কানেক্টিং ওয়্যার।

কাজের ধাপ (টেস্টিং পদ্ধতি):

১. টার্মিনাল চিহ্নিতকরণ: ব্রিজ রেকটিফায়ারের এসি (~) ইনপুট এবং ডিসি (+ ও -) আউটপুট টার্মিনালগুলো চিহ্নিত করুন।
২. ফরওয়ার্ড বায়াস পরীক্ষা: মাল্টিমিটারের লাল প্রোব এসি (~) টার্মিনালে এবং কালো প্রোব পজিটিভ (+) টার্মিনালে ধরুন। মিটারে রিডিং দেখালে এটি ফরওয়ার্ডে আছে।
৩. রিভার্স বায়াস (লিকেজ টেস্ট): প্রোবগুলো উল্টিয়ে দিন (কালো পজিটিভে, লাল এসি-তে) । মাল্টিমিটারে কোনো রিডিং বা "OL" (Open Loop) দেখানো উচিত।
৪. পজিটিভ-নেগেটিভ চেক: লাল প্রোব প্লাস (+) টার্মিনালে এবং কালো প্রোব মাইনাস (-) টার্মিনালে ধরুন। রিডিং 'OL' আসা উচিত।
৫. প্রাপ্ত ফলাফল থেকে সিদ্ধান্ত নিন রেক্টিফায়ারটি ভালো না কি নষ্ট।

ফলাফল বিশ্লেষণ:

- যদি কোনো ডায়োড উভয় দিকে রিডিং দেয়, তবে সেটি 'শর্ট'।
- যদি উভয় দিকেই 'OL' দেখায়, তবে সেটি 'ওপেন'।
- শুধুমাত্র এক দিকে রিডিং এবং অন্য দিকে 'OL' দেখালে রেক্টিফায়ারটি সঠিক বা ভালো।

সতর্কতা:

- পরীক্ষার সময় প্রোবগুলো সঠিক টার্মিনালে স্পর্শ করছে কি না নিশ্চিত হোন।
- ভুল রিডিং এড়াতে মাল্টিমিটারের ব্যাটারি পর্যাপ্ত আছে কি না দেখে নিন।

ইনফরমেশন শিট-১.১৭: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট)

শিখনফল-১.১৭: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:

এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC) চিহ্নিত করন
২. ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC) প্রকারভেদ
৩. ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট টেস্টিংয়ের পদ্ধতি

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC) চিহ্নিত করন

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC) বা মাইক্রোচিপ হলো একটি ক্ষুদ্র অর্ধপরিবাহী (সেমিকন্ডাক্টর) সিলিকন চিপ, যাতে ট্রানজিস্টর, রেজিস্টর, ক্যাপাসিটরসহ হাজার হাজার বা লক্ষাধিক ইলেকট্রনিক উপাদান একসঙ্গে স্থাপন করা হয় । এটি আধুনিক ইলেকট্রনিক্স ডিভাইসের মস্তিষ্ক হিসেবে কাজ করে, যা ডিভাইসগুলোকে ছোট, দ্রুত, নির্ভরযোগ্য এবং সাশ্রয়ী করে তোলে । ১৯৫৮ সালে উদ্ভাবিত এই প্রযুক্তি কম্পিউটার, স্মার্টফোন থেকে শুরু করে মহাশূন্যযান পর্যন্ত সব জায়গায় ব্যবহৃত হয় ।

পিন গণনা পদ্ধতি: আইসি-র পিন নম্বর সব সময় বাম পাশের নচ (Notch) বা একটি ছোট বৃত্তাকার ডট (Dot) থেকে শুরু হয় এবং ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে (Anti-clockwise) গণনা করতে হয়।

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC) এর প্রধান বৈশিষ্ট্য ও ধরন

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট সাধারণত সিলিকন ওয়েফারের ওপর তৈরি এবং একটি ছোট প্লাস্টিক বা সিরামিক কেসিংয়ে থাকে ।

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC) প্রকারভেদ

ডিজিটাল আইসি: লজিক গেট, মেমরি (RAM, ROM), এবং মাইক্রোপ্রসেসর হিসেবে কাজ করে, যা বাইনারি সংকেত (0/1) নিয়ে কাজ করে । ডিজিটাল ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট হল আধুনিক ইলেকট্রনিক্সের জন্য গুরুত্বপূর্ণ। এগুলো কম্পিউটার এবং স্মার্টফোনের মতো জিনিসগুলিকে শক্তি দেয়। এগুলো বাইনারি সিগন্যাল ব্যবহার করে এবং বেশিরভাগই সিলিকন দিয়ে তৈরি। মাইক্রোপ্রসেসর, মেমোরি চিপস, লজিক গেটস। ডিজিটাল ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট আজকাল ইলেকট্রনিক্সে খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এগুলি বাইনারি সিগন্যাল দিয়ে কাজ করে, যা হয় চালু বা বন্ধ থাকে। এই সার্কিটগুলি ব্যবহার করে লজিক গেট যেমন AND, OR, এবং NOT। লজিক গেটগুলি এমন সার্কিট তৈরি করতে সাহায্য করে যা সহজ গণিত এবং সিদ্ধান্ত নেয়। কম্বিনেশনাল সার্কিটগুলি আউটপুট নির্ধারণের জন্য শুধুমাত্র বর্তমান ইনপুট ব্যবহার করে। সিকোয়েন্সিয়াল সার্কিটে মেমরির অংশ থাকে যা সময়ের সাথে সাথে ডেটা সংরক্ষণ এবং পরিবর্তন করে।
আপনি অনেক ডিভাইসেই ডিজিটাল ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট খুঁজে পেতে পারেন। এগুলো ভিতরে থাকে স্মার্ট টিভি, সেট-টপ বক্স এবং গেম কনসোল। স্মার্টওয়াচের মতো পরিধেয় ডিভাইসগুলি হৃদস্পন্দন পরীক্ষা করার মতো কাজে এগুলি ব্যবহার করে। ক্যামেরাগুলি ছবি প্রক্রিয়া করার জন্য এই সার্কিটগুলি ব্যবহার করে। গাড়িতে, তারা ইঞ্জিন এবং বিনোদন ব্যবস্থা নিয়ন্ত্রণ করে। চিকিৎসা সরঞ্জাম এবং কারখানার মেশিনগুলিও এগুলি ব্যবহার করে। ডিজিটাল ইন্টিগ্রেটেড সার্কিটগুলি বেশিরভাগই সিলিকন দিয়ে তৈরি। CMOS হল এগুলি তৈরির প্রধান প্রক্রিয়া যা। এই প্রক্রিয়াটি উচ্চ কর্মক্ষমতা প্রদান করে এবং খুব কম

শক্তি ব্যবহার করে। এই চিপগুলি তৈরিতে ওয়েফার প্রিপ, আয়ন ইমপ্লান্টেশন এবং ফটোলিথোগ্রাফির মতো ধাপগুলি অন্তর্ভুক্ত থাকে। প্যাকেজিং হল শেষ ধাপ। কোম্পানিগুলি অর্থ সাশ্রয়ের জন্য একসাথে অনেকগুলি চিপ তৈরি করে।

জটিলতা অনুযায়ী ডিজিটাল আইসির শ্রেণীবিভাগ

- স্মল স্কেল ইন্টিগ্রেশন (SSI-Small Scale Integration): ১ থেকে ১০০ টি ট্রানজিস্টর থাকে। লজিক গেট এবং ফ্লিপ-ফ্লপের মতো মৌলিক অংশগুলির জন্য ব্যবহৃত হয়।
- মিডিয়াম স্কেল ইন্টিগ্রেশন (MSI-Medium Scale Integration): ১০ থেকে ১০০০ টি ট্রানজিস্টর থাকে। কাউন্টার এবং ছোট মাইক্রোপ্রসেসরের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- লার্জ স্কেল ইন্টিগ্রেশন **(LSI -Large Scale Integration):** 1,000 থেকে 10,000 টি ট্রানজিস্টর থাকে। কম্পিউটার এবং গেমগুলিতে 8-বিট মাইক্রোপ্রসেসরের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- ভেরি লার্জ স্কেল ইন্টিগ্রেশন (VLSI-Very Large Scale Integration): ১0,000 থেকে ১ মিলিয়ন টি ট্রানজিস্টর থাকে। শক্তিশালী CPU এবং মেমোরি চিপগুলিতে 32-বিট মাইক্রোপ্রসেসরের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- আল্ট্রা লার্জ স্কেল ইন্টিগ্রেশন **(ULSI-Ultra Large Scale Integration)** ১ মিলিয়ন থেকে 10 মিলিয়ন টি ট্রানজিস্টর থাকে। । আধুনিক কম্পিউটারে উন্নত মাইক্রোপ্রসেসরের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- জায়ান্ট স্কেল ইন্টিগ্রেশন **(GSI- Giant Scale Integration):** ১0 মিলিয়নের বেশি ট্রানজিস্টর থাকে। AI এবং দ্রুত ডিভাইসগুলিতে SoC-এর মতো জটিল সিস্টেমের জন্য ব্যবহৃত হয়।

অ্যানালগ আইসি

অ্যানালগ আইসি হলো এমন এক ধরনের ইলেকট্রনিক চিপ যা আমাদের চারপাশের প্রাকৃতিক সংকেত (যেমন: শব্দ, তাপ বা আলো) নিয়ে কাজ করে। এই সংকেতগুলো ডিজিটাল সংকেতের মতো ১ বা ০ নয়, বরং এগুলো খুব মসৃণভাবে পরিবর্তিত হয়।

অ্যানালগ আইসি যেভাবে কাজ করে

সিগন্যাল বাড়ানো (Amplification): এটি দুর্বল সিগন্যালকে শক্তিশালী করে। যেমন: মাইকের শব্দকে লাউডস্পিকারে বড় করে শোনানো।

- **ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণ:** এটি বিদ্যুৎ প্রবাহকে স্থির রাখে যাতে ডিভাইস নষ্ট না হয়।
- **সময় নির্ধারণ (Timer):** নির্দিষ্ট সময় অন্তর কোনো কাজ করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।
- **ফিল্টারিং:** অপ্রয়োজনীয় শব্দ বা নয়েজ দূর করে আসল সিগন্যালকে পরিষ্কার রাখে।

নিচে বহুল ব্যবহৃত কিছু অ্যানালগ আইসির তালিকা দেওয়া হলো:

আইসির নাম	কাজ
LM741	এটি একটি জনপ্রিয় অপ-অ্যাম্প (Op-Amp), যা সিগন্যাল বাড়াতে ব্যবহৃত হয়।
LM7805	এটি ভোল্টেজ রেগুলেটর, যা ব্যাটারি থেকে আসা বিদ্যুৎকে স্থির 5V-এ রূপান্তর করে।
AD620	খুব সূক্ষ্ম মাপজোখ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।
AD574 (ADC)	এটি অ্যানালগ সংকেতকে (যেমন তাপ) ডিজিটাল তথ্যে রূপান্তর করে।
DAC0800	এটি ডিজিটাল সংকেতকে আবার অ্যানালগ বা শব্দে রূপান্তর করে।

ব্যবহার

- **অডিও সিস্টেম:** গান শোনার স্পিকার বা হেডফোনে।
- **রেডিও ও যোগাযোগ:** অ্যান্টেনা থেকে সিগন্যাল ধরার জন্য।
- **সেন্সর:** তাপমাত্রা বা আলোর পরিবর্তন বোঝার জন্য।
- **ঘরোয়া গ্যাজেট:** টিভি, এসি বা ফোনের ভেতরের সার্কিটে।

আমাদের চারপাশের শব্দ বা তাপের মতো পরিবর্তনশীল শক্তিকে ইলেকট্রনিক ডিভাইসের বোঝার উপযোগী করে তোলাই হলো অ্যানালগ আইসির কাজ।

মিক্সড-সিগন্যাল আইসি

মিক্সড-সিগন্যাল আইসি হলো এমন এক ধরনের চিপ যেখানে অ্যানালগ এবং ডিজিটাল-এই দুই ধরনের সার্কিটই একসাথে থাকে। এটি মূলত বাইরের জগতের প্রাকৃতিক সংকেত (অ্যানালগ) এবং কম্পিউটারের ভাষা (ডিজিটাল) এর মধ্যে সেতু হিসেবে কাজ করে।

এগুলো ব্যবহার করার সুবিধাসমূহ

ছোট আকার: আলাদা আলাদা চিপের বদলে একটি চিপেই কাজ হয়ে যায়।
সাশ্রয়ী: এটি তৈরি করতে খরচ কম এবং এটি বিদ্যুৎও কম খরচ করে।
উচ্চ ক্ষমতা: এটি খুব দ্রুত এবং নির্ভুলভাবে তথ্য আদান-প্রদান করতে পারে।

ডিজাইন

অ্যানালগ এবং ডিজিটাল সার্কিট একসাথে রাখা কিছুটা কঠিন। কারণ ডিজিটাল সিগন্যালের 'নয়েজ' বা শব্দ অ্যানালগ সিগন্যালকে নষ্ট করে দিতে পারে। তাই এগুলো তৈরির সময় কিছু বিশেষ নজর দেওয়া হয়:

- **আলাদা রাখা (Isolation):** অ্যানালগ এবং ডিজিটাল অংশগুলোকে চিপের ভেতর দূরত্বে রাখা হয়।
- **সঠিক গ্রাউন্ডিং:** বিদ্যুৎ প্রবাহকে সুশৃঙ্খল রাখতে উন্নত গ্রাউন্ডিং ব্যবস্থা করা হয়।
- **নয়েজ কমানো:** সিগন্যাল যেন পরিষ্কার থাকে সে জন্য বিশেষ রাউটিং বা পথ তৈরি করা হয়।

বর্তমান বিশ্বের প্রায় সব আধুনিক ডিভাইসে মিক্সড-সিগন্যাল আইসির ব্যবহার করা হয়। যেমন-

- **স্মার্টফোন ও ট্যাবলেট:** ফোনের শব্দ (অ্যানালগ) থেকে ইন্টারনেটের তথ্য (ডিজিটাল) সব পরিচালনা করতে।
- **আধুনিক গাড়ি:** গাড়ির সেন্সর থেকে তথ্য নিয়ে ইঞ্জিনের সাথে যোগাযোগ করতে।
- **চিকিৎসা সরঞ্জাম:** রোগীর শারীরিক অবস্থা (যেমন হৃদস্পন্দন) ডিজিটাল স্ক্রিনে নির্ভুলভাবে দেখানোর জন্য।
- **ওয়্যারলেস সিস্টেম:** ওয়াইফাই বা ব্লুটুথের মাধ্যমে সিগন্যাল পাঠানো এবং গ্রহণ করতে।

যেমন আমাদের স্মার্টফোনে আমরা কথা বলি, আমাদের গলার স্বর (অ্যানালগ) এই আইসির মাধ্যমে ডিজিটালে রূপান্তরিত হয়ে ইন্টারনেটে যায়। আবার অপর পাশ থেকে আসা ডিজিটাল তথ্যকে এই আইসিই শব্দে (অ্যানালগ) রূপান্তর করে আমাদের শোনায়।

অ্যাপ্লিকেশন-নির্দিষ্ট আইসি (ASIC)

অ্যাপ্লিকেশন-নির্দিষ্ট ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (ASIC) হলো একটি বিশেষায়িত মাইক্রোচিপ, যা সাধারণ ব্যবহারের পরিবর্তে শুধুমাত্র একটি নির্দিষ্ট কাজ (যেমন- ক্রিপ্টোকারেন্সি মাইনিং, এআই প্রসেসিং, স্মার্টফোন ক্যামেরা) অত্যন্ত দক্ষভাবে সম্পাদনের জন্য ডিজাইন করা হয় । এটি উচ্চ কার্যক্ষমতা, কম বিদ্যুৎ খরচ এবং ছোট আকারের সুবিধা প্রদান করে ।

প্যাকেজ টাইপ:

- DIP (Dual In-line Package): দুই সারিতে পিন থাকে (ব্রেডবোর্ডে ব্যবহার উপযোগী)
- SMD (Surface Mount Device): পিসিবি-র ওপরে সরাসরি সোল্ডারিং করা হয়।

আইসির সীমাবদ্ধতা: একবার নষ্ট হলে মেরামত করা যায় না, তাপমাত্রার প্রতি সংবেদনশীল এবং উচ্চ ক্ষমতার প্রয়োগে সীমাবদ্ধতা থাকে ।

আইসি এর ব্যবহার:
কম্পিউটার (CPU), স্মার্টফোন, টেলিভিশন, চিকিৎসাসরঞ্জাম, এবং অটোমোবাইলের মতো প্রায় সব আধুনিক ইলেকট্রনিক ডিভাইসে IC অপরিহার্য ।

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট টেস্টিংয়ের পদ্ধতি

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC) টেস্টিং হলো চিপের কার্যকারিতা, গুণমান এবং স্থায়িত্ব যাচাই করার প্রক্রিয়া। এর মাধ্যমে স্ট্যাটিক (শর্ট/লিকেজ চেক) এবং লাইভ (ভোল্টেজ/সিগন্যাল বিশ্লেষণ) পরীক্ষা করা হয়। সাধারণত মাল্টিমিটারের ডাটাশিট ও ডায়োড মোড ব্যবহার করে পিন সংযোগ, পাওয়ার সাপ্লাই এবং শর্ট সার্কিট সনাক্ত করা হয়।

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট টেস্টিংয়ের প্রধান পদ্ধতিসমূহ:

মাল্টিমিটার পরীক্ষা (প্রাথমিক): ডিজিটাল মাল্টিমিটারের ডায়োড মোড ব্যবহার করে পিনগুলোর মধ্যে ধারাবাহিকতা (continuity) এবং শর্ট সার্কিট চেক করা হয়। সাধারণত পিনগুলোর মধ্যে ২০০ ওহমের কম রেজিস্ট্যান্স সন্দেহজনক।
লাইভ ভোল্টেজ পরীক্ষা: আইসি'র পাওয়ার (VCC) এবং গ্রাউন্ড (GND) পিনগুলোতে সঠিক ভোল্টেজ আছে কিনা তা মেপে দেখা হয়, যা চিপের কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করে।

প্যাসিভ উপাদান পরিদর্শন: আইসি-র আশেপাশে থাকা ছোট সিরামিক ক্যাপাসিটরগুলো চেক করা, কারণ এগুলো অনেক সময় শর্ট হয়ে আইসি-র ব্যর্থতার কারণ হিসেবে কাজ করে।
উন্নত টেস্টিং মেথড:

- ওয়েফার টেস্ট: চিপ তৈরির প্রাথমিক পর্যায়ে ত্রুটি ধরা।
- বার্ন-ইন টেস্ট: চরম তাপমাত্রায় আইসি-র স্থায়িত্ব যাচাই।
- ফাংশনাল টেস্ট: ইনপুট দিয়ে আউটপুটের সঠিক প্রতিক্রিয়া যাচাই।

IC পরীক্ষা করার সময় সতর্কতা:
আইসির ওপর ডট বা নচ (notch) দেখে পিন নম্বর নির্ধারণ করুন (ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে)। ডেটাশিট ব্যবহার করে প্রতিটি পিনের কাজ নিশ্চিত হোন। IC খুব গরম হলে তা সাধারণত ত্রুটিপূর্ণ হওয়ার লক্ষণ।

সেলফ-চেক (Self-Check)-১.১৭

১. আইসি বা ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট সাধারণত কী দিয়ে তৈরি হয়?
২. আইসি-র পিন কোন দিক থেকে গণনা শুরু করতে হয়?
৩. একটি ৫৫৫ (555) টাইমার আইসি-তে মোট কয়টি পিন থাকে?
৪. VLSI-এর পূর্ণরূপ কী?

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.১৭

১. সিলিকন (সেমিকন্ডাক্টর চিপ) ।
২. নচ বা ডটের বাম পাশ থেকে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে।
৩. ৮টি।
৪. Very Large-Scale Integration।

জব শিট (Task-Sheet)-১.১৭

জবের নাম (Task Name): আইসি-র পিন শনাক্তকরণ এবং ডাটাশিট দেখে পিন আউট পরীক্ষা।

নির্দেশনাবলী (Instructions):

১. আইসি ব্যবহারের সময় অ্যান্টি-স্ট্যাটিক রিস্ট ব্যান্ড ব্যবহার করা উত্তম।
২. পিনগুলো খুব সাবধানে হ্যান্ডেল করুন যেন ভেঙে না যায়।

কাজের বিবরণ (Description):

১. একটি আইসি (যেমন- IC 741 বা IC 555) সংগ্রহ করুন।
২. এর গায়ে লেখা মডেল নম্বরটি নোট করুন।
৩. আইসি-র নচ দেখে ১ নং পিন শনাক্ত করুন।
৪. ডাটাশিট বা ম্যানুয়াল দেখে ১ নং পিন থেকে ৮ নং পিন পর্যন্ত প্রত্যেকটির কাজ (যেমন: VCC, GND, Output) চিহ্নিত করুন।
৫. পিনগুলোর মধ্যে কোনো শর্ট আছে কিনা তা মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করুন।

প্রয়োজনীয় মালামাল (Resources required):

- **প্রয়োজনীয় পিপিই:** অ্যাপ্রন।
- **প্রয়োজনীয় টুলস:** ম্যাগনিফাইং গ্লাস, আইসি পুলার (IC Puller) ।
- **প্রয়োজনীয় ইকুইপমেন্ট:** IC 555, IC 741 (Op-Amp), ব্রেডবোর্ড।
- **প্রয়োজনীয় পরিমাপক যন্ত্র:** ডিজিটাল মাল্টিমিটার।

স্পেশিফিকেশন শীট:

আইসি নম্বর	পিন সংখ্যা	১ নং পিনের কাজ	পজিটিভ সাপ্লাই পিন (+)	গ্রাউন্ড পিন (-)
NE 555	৮	Ground	৮	১
LM 741	৮	Offset Null	৭	৪

ইনফরমেশন শিট-১.১৯

শিখনফল-১.১৯: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (মাইক্রোকন্ট্রোলার) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. মাইক্রোকন্ট্রোলার ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন
২. মাইক্রোকন্ট্রোলারের প্রকারভেদ জানা
৩. মাইক্রোকন্ট্রোলার টেস্টিং পদ্ধতি

মাইক্রোকন্ট্রোলার ধরণ এবং নির্দিষ্টকরণ দ্বারা চিহ্নিত করন

মাইক্রোকন্ট্রোলার হলো একটি ক্ষুদ্র কম্পিউটার যা একটি মাত্র ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC) চিপের মধ্যে প্রসেসর, মেমোরি (RAM, ROM) এবং ইনপুট/আউটপুট পেরিফেরাল ধারণ করে। এটি মূলত নির্দিষ্ট কোনো কাজ সম্পন্ন করার জন্য ডিজাইন করা হয়।

প্রধান অংশসমূহ:

১. **CPU (Central Processing Unit):** এটি চিপের মস্তিষ্ক যা নির্দেশাবলী প্রসেস করে।
২. **Memory:** এতে প্রোগ্রাম জমা রাখার জন্য Flash Memory এবং ডাটা প্রসেসিংয়ের জন্য RAM থাকে।
৩. **I/O Ports:** যার মাধ্যমে সেন্সর বা আউটপুট ডিভাইসের সাথে যোগাযোগ করা হয়।
৪. **Timers/Counters:** সময় গণনা এবং পালস তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়।
৫. মাইক্রোপ্রসেসর বনাম মাইক্রোকন্ট্রোলার: মাইক্রোপ্রসেসরে বাহ্যিক মেমোরি যুক্ত করতে হয় (যেমন- কম্পিউটার), কিন্তু মাইক্রোকন্ট্রোলারে সবকিছু একই চিপে থাকে (যেমন- রিমোট কন্ট্রোল, ওয়াশিং মেশিন) ।

ব্যবহার: স্মার্ট হোম সিস্টেম, রোবটিক্স, অটোমোবাইল ইঞ্জিন কন্ট্রোল এবং মেডিকেল ইকুইপমেন্টে এর ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে।

মাইক্রোকন্ট্রোলারের প্রকারভেদ

বিট ক্ষমতা (Bit Configuration) অনুযায়ী:

- ৮-বিট (8-bit): সাধারণ কাজ, কম ক্ষমতা সম্পন্ন (যেমন- AVR, PIC) ।
- ১৬-বিট (16-bit): মাঝারি কাজের জন্য, উচ্চ কর্মদক্ষতা ।
- ৩২-বিট (32-bit): জটিল ও দ্রুত কাজের জন্য ব্যবহৃত হয় (যেমন- ARM Cortex-M) ।
- **ইন্সট্রাকশন সেট (Instruction Set) অনুযায়ী:**
- RISC (Reduced Instruction Set Computer): কম সময়ে নির্দেশ কার্যকর করে (যেমন- PIC, AVR)
- CISC (Complex Instruction Set Computer): জটিল নির্দেশাবলী সহজে কার্যকর করে ।

মেমোরি (Memory) অনুযায়ী:

- Embedded Memory: RAM ও ROM চিপের ভেতরেই থাকে ।
- External Memory: বাইরে থেকে মেমোরি সংযোগ করতে হয় ।

মাইক্রোকন্ট্রোলারের ব্যবহার

- Home Appliances: Washing Machine, Microwave, Air Conditioner
- Robotics & Automation
- Embedded Systems: Smart Devices, IoT
- Automotive: Engine Control, Airbag, and ABS
- Communication Systems: Modem, Sensor Networks
- Educational & Prototyping: Arduino, PIC, STM32

মাইক্রোকন্ট্রোলার টেস্টিং পদ্ধতি

মাইক্রোকন্ট্রোলার টেস্টিং মূলত হার্ডওয়্যার সংযোগ, ভোল্টেজ যাচাই, এবং কোড আপলোড করে I/O পিন পরীক্ষা করার একটি প্রক্রিয়া। এর মধ্যে মাল্টিমিটার দিয়ে VCC/Ground চেক, LED বা লজিক অ্যানালাইজার দিয়ে পিন আউটপুট যাচাই এবং সিরিয়াল মনিটরে ডেটা পর্যবেক্ষণ করা অন্যতম। প্রধান পদ্ধতিগুলো হলো:

ভোল্টেজ ও পাওয়ার সাপ্লাই চেক: মাল্টিমিটার দিয়ে VCC এবং Ground পিনে সঠিক ভোল্টেজ (বা) যাচাই করা।

লজিক অ্যানালাইজার ও অসিলেস্কোপ ব্যবহার: পিনের সিগন্যাল (হাই/লো), ক্লক স্পিড এবং সিরিয়াল প্রোটোকল (UART, I2C, SPI) ঠিক আছে কি না তা দেখা।
LED ও সাধারণ সার্কিট: মাইক্রোকন্ট্রোলারের পিনে LED এবং রেজিস্টর যুক্ত করে সিম্পল 'BlinK' কোড চালিয়ে পিনগুলো সক্রিয় কি না তা পরীক্ষা করা।
UART ও সিরিয়াল কমিউনিকেশন: কম্পিউটার বা টার্মিনাল সফটওয়্যারের সাথে সংযুক্ত করে ডেটা আদান-প্রদান (TX/RX) এর মাধ্যমে কার্যকারিতা যাচাই করা।
বুটলোডার ও প্রোগ্রামিং টেস্ট: USB-to-TTL কনভার্টার ব্যবহার করে কোড আপলোড হচ্ছে কি না তা পরীক্ষা করা।

Self-Test (সফটওয়্যার ভিত্তিক): নিজস্ব কোডের মাধ্যমে RAM, ROM এবং ALU ঠিকঠাক কাজ করছে কি না তা যাচাই করা।
যদি মাইক্রোকন্ট্রোলার কাজ না করে, তবে প্রথমে কানেকশন, তারপর কোড, এবং সর্বশেষ পিনগুলো পরীক্ষা করতে হবে। এছাড়া, রিসেট পিনটি (Reset Pin) ঠিকঠাক কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত হতে হবে।

সেলফ-চেক (Self-Check) - ১.১৯

১. মাইক্রোকন্ট্রোলারকে কেন "System on a Chip" বলা হয়?
২. মাইক্রোকন্ট্রোলারের ভেতর স্থায়ীভাবে প্রোগ্রাম জমা রাখার মেমোরির নাম কী?
৩. আরডুইনো ইউনো (Arduino Uno) বোর্ডে কোন মাইক্রোকন্ট্রোলারটি ব্যবহৃত হয়?
৪. ইনপুট/আউটপুট (I/O) পোর্টের কাজ কী?

৫. মাইক্রোকন্ট্রোলারকে কেন "System on a Chip" (SoC) বলা হয়?
(ক) এটি আকারে খুব বড় বলে
(খ) একটি মাত্র চিপের মধ্যে প্রসেসর, মেমোরি ও I/O সিস্টেম থাকে বলে
(গ) এটি শুধুমাত্র কম্পিউটারে ব্যবহৃত হয় বলে

৬. মাইক্রোকন্ট্রোলারের ভেতর স্থায়ীভাবে প্রোগ্রাম জমা রাখার মেমোরির নাম কী?
(ক) RAM
(খ) Flash Memory বা ROM
(গ) রেজিস্টার

৭. আরডুইনো ইউনো (Arduino Uno) বোর্ডে কোন মাইক্রোকন্ট্রোলারটি ব্যবহৃত হয়?
(ক) ATmega328P
(খ) 8051
(গ) PIC16F877A

৮. ইনপুট/আউটপুট (I/O) পোর্টের প্রধান কাজ কী?
(ক) বিদ্যুৎ উৎপাদন করা
(খ) সেন্সর থেকে ডাটা গ্রহণ এবং আউটপুট ডিভাইস নিয়ন্ত্রণ করা
(গ) ভোল্টেজ কমানো

৯. নিচের কোনটি মাইক্রোকন্ট্রোলারের একটি অংশ?
(ক) CPU
(খ) Timers/Counters
(গ) উপরের সবগুলো

উত্তর পত্র (Answer Key) - ১.১৯

১. কারণ একটি একক চিপের মধ্যেই প্রসেসর, মেমোরি এবং ইনপুট-আউটপুট সিস্টেম থাকে।
২. ফ্ল্যাশ মেমোরি (Flash Memory) বা ROM।
৩. ATmega328P।
৪. সেন্সর থেকে ডাটা গ্রহণ করা এবং মোটর বা এলইডির মতো আউটপুট ডিভাইস নিয়ন্ত্রণ করা।
৫. (খ) কারণ একটি একক চিপের মধ্যেই প্রসেসর, মেমোরি এবং ইনপুট-আউটপুট সিস্টেম থাকে।
৬. (খ) ফ্ল্যাশ মেমোরি (Flash Memory) বা ROM।
৭. (ক) ATmega328P।
৮. (খ) সেন্সর থেকে ডাটা গ্রহণ করা এবং মোটর বা এলইডির মতো আউটপুট ডিভাইস নিয়ন্ত্রণ করা।
৯. (গ) উপরের সবগুলো (CPU, Memory, I/O Ports, Timers) ।

জব শিট (Task-Sheet) - ১.১৯.১

জবের নাম (Task Name): মাইক্রোকন্ট্রোলারের (Arduino Uno) পিন শনাক্তকরণ এবং বেসিক এলইডি ব্লিনকিং প্রোগ্রাম লোড করা।

নির্দেশনাবলী (Instructions):

১. মাইক্রোকন্ট্রোলার বোর্ডে পাওয়ার দেওয়ার আগে পোলারিটি চেক করুন।
২. ইউএসবি ক্যাবল দিয়ে পিসির সাথে সংযুক্ত করার সময় পোর্ট সঠিক আছে কিনা নিশ্চিত হোন।

কাজের বিবরণ (Description):

১. আরডুইনো ইউনো বোর্ডের ডিজিটাল এবং এনালগ পিনগুলো শনাক্ত করুন।
২. আরডুইনো আইডিই (IDE) সফটওয়্যারটি ওপেন করুন।
৩. 'Blink' এক্সাম্পল কোডটি সিলেক্ট করুন।
৪. কোডটি কম্পাইল করে বোর্ডে আপলোড করুন এবং ১৩ নং পিনের এলইডির আচরণ পর্যবেক্ষণ করুন।

প্রয়োজনীয় মালামাল (Resources required):

প্রয়োজনীয় পিপিই: অ্যান্টি-স্ট্যাটিক রিস্ট ব্যান্ড।
প্রয়োজনীয় টুলস: ইউএসবি ক্যাবল (USB Type B) ।
প্রয়োজনীয় ইকুইপমেন্ট: Arduino Uno Board, LED, 220 Ohm Resistor, Breadboard.
প্রয়োজনীয় পরিমাপক যন্ত্র: কম্পিউটার (সফটওয়্যারসহ) ।

স্পেশিফিকেশন শীট:

পিন নম্বর	পিনের ধরণ (Digital/Analog)	ভোল্টেজ (High/Low)	ফলাফল
১৩	Digital		
A0	Analog		

জব শিট (Task-Sheet) -১.১৯.২

জবের নাম: মাইক্রোকন্ট্রোলারের (Arduino Uno) পিন শনাক্তকরণ এবং বেসিক এলইডি ব্লিনকিং (LED Blinking) প্রোগ্রাম লোড করা।

উদ্দেশ্য:
আরডুইনো ইউনো বোর্ডের বিভিন্ন পিন (Digital, Analog, Power) চিহ্নিত করা।
আরডুইনো আইডিই (IDE) ব্যবহার করে প্রোগ্রাম আপলোড করার পদ্ধতি শেখা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. আরডুইনো ইউনো বোর্ড (Arduino Uno)
২. ইউএসবি ক্যাবল (USB Cable)
৩. কম্পিউটার বা ল্যাপটপ (Arduino IDE সফটওয়্যারসহ)
৪. ব্রেডবোর্ড ও এলইডি (ঐচ্ছিক, ১৩ নং পিনের বিল্ট-ইন এলইডি ব্যবহার করা যায়)

কাজের ধাপ:

১. আরডুইনো ইউনো বোর্ডের ডিজিটাল পিন (০-১৩) এবং এনালগ ইনপুট পিন (A0-A5) গুলো শনাক্ত করুন।
২. ইউএসবি ক্যাবল দিয়ে বোর্ডটিকে পিসির সাথে সংযুক্ত করুন।
৩. কম্পিউটারে আরডুইনো আইডিই (IDE) সফটওয়্যারটি ওপেন করুন।
৪. 'File' মেনু থেকে 'Examples' -> '01.Basics' -> 'Blink' কোডটি সিলেক্ট করুন।
৫. 'Tools' মেনু থেকে সঠিক 'Board' (Arduino Uno) এবং 'Port' সিলেক্ট করুন।
৬. 'Upload' বাটনে ক্লিক করে কোডটি বোর্ডে আপলোড করুন।
৭. বোর্ডের ১৩ নং পিনের সাথে যুক্ত এলইডি-টি নির্দিষ্ট সময় পরপর জ্বলছে এবং নিভছে কি না তা পর্যবেক্ষণ করুন।

সতর্কতা:

- মাইক্রোকন্ট্রোলার বোর্ডে পাওয়ার দেওয়ার আগে পোলারিটি চেক করুন।
- ইউএসবি ক্যাবল খোলার সময় সাবধানতা অবলম্বন করুন।
- পিসি-র সাথে কানেক্ট করার সময় পোর্ট সঠিক আছে কি না তা নিশ্চিত হোন।

ইনফরমেশন শিট-১.২১: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচ)

শিখনফল-১.২১: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচ) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচের ধরণ এবং চিহ্নিত করন
২. ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের সুইচের সাথে পরিচিতি
৩. ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচ টেস্টিং পদ্ধতি

ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচের ধরণ এবং চিহ্নিত করন

ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচ হলো এমন একটি ইলেক্ট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইস যা বৈদ্যুতিক সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহ সক্রিয় (ON) বা বন্ধ (OFF) করতে এবং সংযোগ বিচ্ছিন্ন বা পুনঃস্থাপন করতে ব্যবহৃত হয় । এটি সার্কিটের পরিবাহী পথ নিয়ন্ত্রণ করে ইলেকট্রন প্রবাহ থামিয়ে বা চালু করে ডিভাইস পরিচালনা করে ।

প্রধান কাজ: বৈদ্যুতিক প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা।
কার্যনীতি: সুইচ অন করলে সার্কিট সম্পূর্ণ হয় ও বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়, অফ করলে সার্কিট ভেঙে যায় ও প্রবাহ বন্ধ হয় ।

প্রকারভেদ: সাধারণ টগল সুইচ থেকে শুরু করে পুশ বাটন, পুশ সুইচ ইত্যাদি বিভিন্ন ধরনের হয় ।
ব্যবহার: লাইট, ফ্যান, টেলিভিশন এবং যেকোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি চালু বা বন্ধ করতে এটি অপরিহার্য । মূলত, এটি বিদ্যুতের যাতায়াত নিয়ন্ত্রণকারী একটি সাধারণ 'গেট' বা সংযোগকারী যন্ত্র।

ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের সুইচের সাথে পরিচিতি

ইন্ডাস্ট্রিয়াল অপারেশনের জন্য তিন ধরনের সুইচ ব্যবহার করা হয়।

১. ম্যানুয়াল সুইচ
২. ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচ
৩. ইলেকট্রনিক্স সুইচ (সেন্সরের দ্বারা নির্মিত সুইচ)

ম্যানুয়াল সুইচ

যে সুইচ ফ্যাক্টরিতে মেশিনকে অপারেটর করার জন্য ম্যানুয়ালি ব্যবহার করা হয় তাকে ম্যানুয়াল সুইচ বলে। যেমনঃ পুশবাটন সুইচ, সিলেক্টর সুইচ, লিমিট সুইচ।

পুশবাটন সুইচ

ফ্যাক্টরিতে মেশিনের যে সুইচ ম্যানুয়ালি/হাত দ্বারা পুশ করে সুইচিং করা হয় এবং ছেড়ে দিলে স্প্রিং এর মাধ্যমে আগের অবস্থায় ফিরে আসে তাকে পুশবাটন সুইচ বলে। যেমন অন-অফ পুশবাটন সুইচ। ফ্যাক্টরিতে মেশিনে পুশবাটন সুইচে চারটি পিন থাকে- দুইটি পিন NC (Normally Close), দুইটি পিন NO (Normally Open)

NC (Normally Close) ও NO (Normally Open)

আসলে এগুলা দিয়ে সুইচ বা অটোমেটিক actionable device গুলোর টার্মিনালের contact কে নির্দেশ করে। সহজভাবে বললে, আমরা বাসা বাড়িতে যে contact/maintained সুইচ ব্যবহার করি সেগুলোতে দুটো টার্মিনাল থাকে। আমরা যখন সুইচ অফ করে রাখি তখন টার্মিনাল দুটোর contact normally open condition এ থাকে। আবার যখন অন করা হবে তখন contact দুটো ক্লোজ হবে। এখানে শুধু ক্লোজ বলতে হবে। normally close নয়। আপনি এবার সুইচ আবার অফ করবেন। এই মুহূর্তে সে normally close condition এ থাকবে। কারণ ইতোমধ্যে সে ক্লোজ হয়েই বসে আছে। যখন অফ করা হবে তখন contact open হবে। এক্ষেত্রে শুধু open use করতে হবে। normally open নয়।

ফ্যাক্টরিতে মেশিনে পুশবাটন সুইচকে অন সুইচ হিসেবে ব্যাবহার করলে কন্ট্রোল সার্কিটকে ল্যাচিং করতে হয় কারন পুশবাটন সুইচ পুশ করে ছেড়ে দিলে যখন আগের অবস্থায় ফিরে আসে তখন কন্ট্রোল সার্কিটে আর পাওয়ার থাকে না। তাই পাওয়ারকে হোল্ড করে ধরে রাখার জন্য ল্যাচিং করা হয়। ইন্ডাস্ট্রিতে মেশিনে পুশবাটন অন সুইচের কালার সবুজ হয় এবং অফ সুইচ বা ইমারজেন্সি সুইচের কালার লাল হয়।

সিলেক্টর সুইচ

ফ্যক্টরিতে মেশিনে যে সুইচের গায়ে লিখা দেখে, ম্যানুয়ালি সুইচের বাটন ঘুরিয়ে অতঃপর সুইচের পজিশন সিলেকশন করে সুইচিং করা হয় তাকে সিলেক্টর সুইচ বলে। বাসাবাড়িতে ফ্রিজের তাপমাত্রা নির্ধারণ করতে সিলেক্টর সুইচ ব্যবহার করে । ফ্যাক্টরিতে সিলেক্টর সুইচে তিনটি পিন থাকে। একটি পিন কমন, NO একটি, NC একটি।

সিলেক্টর সুইচকে অন সুইচ হিসেবে ব্যাবহার করলে সার্কিটকে ল্যাচিং করার দরকার হয়না কারন সিলেক্টর সুইচ যে পজিশনে রাখা হয় ঠিক সেই পজিশনে থাকে। পুশবাটন সুইচের মতো অবস্থার পরিবর্তন হয় না। সিলেক্টর সুইচের সাথে সার্কিটকে অফ বা অন করার জন্য আলাদা কোন সুইচের দরকার হয় না।

লিমিট সুইচ

লিমিট সুইচ হল ইলেক্ট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইস যা একটি একচুয়েটরের সাথে সংযুক্ত থাকে। কোন যন্ত্রের গতি, দুরত্ব এই সুইচের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। লিফট, টাওয়ার ক্রেনে এ ধরনের সুইচ ব্যবহার করা হয়।

ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচ

ফ্যাক্টরিতে মেশিনে যে সুইচ ব্যবহার করে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক উপায়ে সুইচিং করা হয় তাকে ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচ বলে। যেমনঃ রিলের মাধ্যমে সুইচিং এবং ম্যাগনেটিক কন্ডাকটেরের অক্সিলিরি কন্টাক্টের মাধামে সুইচিং। তবে এই ধরনের সুইচে কিছু অসুবিধা রয়েছে। যেমন মুভিং পিন থাকায় আফ ডাউন করতে করতে পিন সহজে অকেজো হয়। ইলেকট্রনিক্স সুইচের মতো দ্রুত সময়ে ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচ সুইচিং করতে পারেনা।

ইলেকট্রনিক্স সুইচ

ইন্ডাস্ট্রিতে ইলেকট্রনিক্স ইকুইপমেন্টে ইলেকট্রিক্যাল হাই সিগনাল / লো সিগন্যাল (1/0) এর মাধামে যে সুইচিং হয় তাকে ইলেকট্রনিক্স সুইচিং বলে। যেমনঃ পিএলসি আউটপুট ট্রানজিস্টর টাইপ হলে ট্রানজিস্টর বায়াসিং এর মাধামে সুইচিং হয়। এই সুইচের সুবিধা হলঃ

ট্রানজিস্টর দ্বারা সুইচিং খুবই দ্রুত করা য়ায়। ইলেকট্রনিক্স সুইচিং এ কোন ধরনের মুভিং পিন না থাকয় সহজে অকেজো হয় না।

সেন্সর বেইজ সুইচ

ফ্যাক্টরিতে মেশিনকে পরিচালনা করার জন্য যখন সেন্সর ব্যবহার করে সুইচিং করা হয় তখন তাকে সেন্সর বেইজড সুইচিং বলে। যেমনঃ ফটোইলেকট্রিক সেন্সর বেইজড সুইচ।

ফ্যাক্টরিতে মেশিনে সেন্সর দ্বারা সুইচিংকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

এনালগ সেন্সর সুইচিং: যে সেন্সর সুইচিং নির্দিষ্ট গাণিতিক সংখ্যার উপর ভিত্তি করে সুইচিং সিস্টেম পরিচালনা করে তাকে এনালগ সেন্সর বেইজড **সেন্সর বেইজ সুইচ**
সুইচ বলে।

ডিজিটাল সেন্সর সুইচিং

যে সেন্সর সুইচিং কোন গাণিতিক সংখার উপর নয়, ডিজিটাল মানে অর্থাৎ সরাসরি 0 বা 1 এর উপর নির্ভর করে সুইচিং করে তাকে ডিজিটাল সেন্সর সুইচ বলে। যেমনঃ প্রক্সিমিটি সেন্সর, মেটাল সেন্সর দ্বারা সুইচিং।

ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচ টেস্টিং পদ্ধতি

ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচ (যেমন: ব্রেকার, কন্টাক্টর, আইসোলেটর) টেস্টিংয়ের প্রধান পদ্ধতিগুলো হলো—নিরাপদ আইসোলেশন নিশ্চিত করে দৃশ্যমান পরিদর্শন, কন্টিনিউটি টেস্ট, মাল্টিমিটার দিয়ে ভোল্টেজ ড্রপ পরিমাপ, এবং ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স (মেগার) টেস্ট । এই পরীক্ষাগুলো সুইচের কার্যকারিতা, ইনসুলেশন অখন্ডতা এবং যান্ত্রিক ত্রুটি সনাক্ত করতে সাহায্য করে ।

ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচ টেস্টিং এর ধাপসমূহ:

নিরাপত্তা ও দৃশ্যমান পরিদর্শন (Visual Inspection): সুইচটি বিদ্যুৎ উৎস থেকে সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন (Lockout/Tagout) করুন। ফিজিক্যাল ড্যামেজ, পোড়া দাগ, লুজ কানেকশন, এবং ময়লা আছে কিনা পরীক্ষা করুন ।

কন্টিনিউটি টেস্ট (Continuity Test): মাল্টিমিটারকে ওহম বা কন্টিনিউটি মোডে সেট করে সুইচটি 'ON' পজিশনে থাকলে কন্টিনিউটি আছে (বীপ শব্দ) এবং 'OFF' পজিশনে থাকলে কন্টিনিউটি নেই—তা নিশ্চিত হোন ।

ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট (Megger Test): সুইচগিয়ারের ইনসুলেশন অখণ্ডতা নিশ্চিত করতে বা মেগার ব্যবহার করে ফেজ-টু-গ্রাউন্ড এবং ফেজ-টু-ফেজ প্রতিরোধের মান পরিমাপ করুন ।

ভোল্টেজ ড্রপ টেস্ট (Voltage Drop Test): লোড চালু থাকা অবস্থায় সুইচের ইনপুট ও আউটপুট টার্মিনালে ভোল্টেজ মেপে দেখুন। বেশি ড্রপ মানেই সুইচটি ত্রুটিপূর্ণ ।

মেকানিক্যাল ও ইন্টারলক চেক (Mechanical Check): সুইচটি স্মুথলি কাজ করছে কিনা এবং ইন্টারলকিং সিস্টেম ঠিকঠাক ইন্টারলক করছে কিনা তা যাচাই করুন ।

সেলফ চেক (Self-Check)-১.২১

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচ মূলত কোন ধরণের ডিভাইস?

(ক) ইলেকট্রনিক ডিভাইস
(খ) ইলেক্ট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইস
(গ) স্ট্যাটিক ডিভাইস

২. সুইচের প্রধান কাজ কী?

(ক) ভোল্টেজ বৃদ্ধি করা
(খ) বৈদ্যুতিক প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ বা অন-অফ করা
(গ) বিদ্যুৎ সাশ্রয় করা

৩. মাল্টিমিটার দিয়ে সুইচের কার্যকারিতা পরীক্ষার জন্য কোন মোড ব্যবহার করা হয়?

(ক) ভোল্টেজ মোড
(খ) কন্টিনিউটি বা ওহম মোড
(গ) হার্টজ মোড

৪. সুইচ 'OFF' পজিশনে থাকলে মাল্টিমিটারে কী ফলাফল পাওয়া উচিত?

(ক) বীপ শব্দ হবে
(খ) কন্টিনিউটি থাকবে না (OL বা ইনফিনিটি)
(গ) জিরো ওহম রিডিং দেখাবে

৫. সুইচের ইনসুলেশন অখণ্ডতা নিশ্চিত করতে কোনটি ব্যবহার করা হয়?

(ক) অ্যামিটার
(খ) মেগার (Megger)
(গ) ওয়াটমিটার

উত্তর পত্র (Answer Key) -১.২১

১. (খ) ইলেক্ট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইস
২. (খ) বৈদ্যুতিক প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ বা অন-অফ করা
৩. (খ) কন্টিনিউটি বা ওহম মোড
৪. (খ) কন্টিনিউটি থাকবে না (OL বা ইনফিনিটি)
৫. (খ) মেগার (Megger)

জব শিট (Task-Sheet) -১.২১

জবের নাম: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক সুইচ চিহ্নিতকরণ এবং এর কন্টিনিউটি ও কার্যকারিতা পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

১. বিভিন্ন প্রকার ইন্ডাস্ট্রিয়াল সুইচ (পুশ বাটন, টগল, ব্রেকার) চিহ্নিত করা।
২. মাল্টিমিটারের সাহায্যে সুইচের অন-অফ কন্ডিশন পরীক্ষা করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. বিভিন্ন প্রকার ইন্ডাস্ট্রিয়াল সুইচ।
২. ডিজিটাল/অ্যানালগ মাল্টিমিটার।
৩. কানেক্টিং ওয়্যার।

কাজের ধাপ (টেস্টিং পদ্ধতি):

১. **দৃশ্যমান পরিদর্শন (Visual Inspection):** সুইচটির বডিতে কোনো পোড়া দাগ, ফাটল বা লুজ কানেকশন আছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
২. **নিরাপত্তা:** নিশ্চিত করুন যে সুইচটি কোনো পাওয়ার সোর্সের সাথে যুক্ত নেই (Lockout/Tagout) ।
৩. **কন্টিনিউটি টেস্ট:**

- মাল্টিমিটারকে কন্টিনিউটি বা ওহম (e) রেঞ্জে সেট করুন।
- সুইচের ইনপুট ও আউটপুট টার্মিনালে প্রোব দুটি ধরুন।
- সুইচ 'ON' করুন: মাল্টিমিটারে বীপ শব্দ হওয়া উচিত বা জিরো ওহমের কাছাকাছি মান দেখাতে হবে।
- সুইচ 'OFF' করুন: মাল্টিমিটারে 'OL' বা অসীম রেজিস্ট্যান্স দেখাতে হবে।

৪. ফলাফল: প্রাপ্ত রিডিং পর্যবেক্ষণ করে সিদ্ধান্ত নিন সুইচটি ভালো না কি নষ্ট।

সতর্কতা:

১. লাইভ বা বিদ্যুৎ সংযোগ থাকা অবস্থায় কন্টিনিউটি টেস্ট করবেন না।
২. মাল্টিমিটারের নব সঠিক রেঞ্জে আছে কিনা নিশ্চিত হয়ে নিন।

ইনফরমেশন শিট-১.২২: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ব্যাটারি)

শিখনফল-১.২২: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ব্যাটারি) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **সেল ও ব্যাটারি চিহ্নিত করন**
২. **ব্যাটারির প্রকারভেদ**
৩. **ব্যাটারি পরীক্ষা পদ্ধতি**

সেল ও ব্যাটারি চিহ্নিত করন

সেল (Cell) হলো একটি একক ইউনিট যা রাসায়নিক শক্তিকে সরাসরি বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে । সেল দুটি ভিন্ন ধাতব ইলেক্ট্রোড (অ্যানোড ও ক্যাথোড) এবং একটি ইলেক্ট্রোলাইট নিয়ে গঠিত। সেল ছোট ও হালকা হয়।

সেল দুই প্রকার

প্রাইমারিঃ রিচার্জ করা যায় না, যেমন- ড্রাই সেল । সেকেন্ডারিঃ রিচার্জ করা যায়, যেমন- লিথিয়াম-আয়ন।
ব্যবহার: ঘড়ি, রিমোট কন্ট্রোল, খেলনা।

ব্যাটারি (Battery)

একের অধিক সেল সিরিজ বা প্যারালালে যুক্ত হয়ে যে শক্তির উৎস তৈরি করে তাকে ব্যাটারি বলে। সেলের তুলনায় ব্যাটারি ভোল্টেজ বেশি, কারণ এটি একাধিক সেলের ভোল্টেজের যোগফল । ব্যাটারি বড় ও ভারী হয় ।
ব্যবহার: স্মার্টফোন, ল্যাপটপ, কার, ফ্লাশলাইট ।

রেটিং: ব্যাটারির ক্ষমতা Ah (Ampere-Hour) এককে প্রকাশ করা হয়। যেমন- ১০০Ah এর ব্যাটারি মানে এটি ১ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট টানা ১০০ ঘণ্টা পর্যন্ত দিতে পারবে।

ব্যাটারির প্রকারভেদ

প্রাইমারি ব্যাটারি (Non-rechargeable): যা একবার ব্যবহার করে ফেলে দিতে হয়। যেমন: জিঙ্ক-কার্বন বা অ্যালকালাইন ব্যাটারি।

সেকেন্ডারি ব্যাটারি (Rechargeable): যা চার্জ শেষ হলে পুনরায় চার্জ দিয়ে ব্যবহার করা যায়। যেমন: লিথিয়াম-আয়ন (Li-ion), লেড-অ্যাসিড ব্যাটারি।

ব্যাটারি সংযোগ পদ্ধতির বিস্তারিত

সিরিজ সংযোগ (Series Connection):

উদ্দেশ্য: ভোল্টেজ (Voltage) বৃদ্ধি করা ।
পদ্ধতি: প্রথম ব্যাটারির পজিটিভ (+) টার্মিনাল দ্বিতীয় ব্যাটারির নেগেটিভ (-) টার্মিনালের সাথে সংযোগ করুন। দ্বিতীয় ব্যাটারির পজিটিভ (+) তৃতীয়টির নেগেটিভের সাথে যুক্ত করুন ।
আউটপুট: ভোল্টেজ যোগ হয়, কিন্তু Ah একই থাকে।

প্যারালাল সংযোগ (Parallel Connection):
উদ্দেশ্য: ক্ষমতা (Ah) বা ব্যাকআপ সময় বাড়ানো ।
পদ্ধতি: সব ব্যাটারির পজিটিভ (+) টার্মিনাল একসাথে এবং সব নেগেটিভ (-) টার্মিনাল একসাথে সংযুক্ত করুন ।
আউটপুট: ক্ষমতা যোগ হয়, কিন্তু ভোল্টেজ একই থাকে।

ব্যাটারি পরীক্ষা পদ্ধতি

ব্যাটারি পরীক্ষায় ভোল্টেজ, অভ্যন্তরীণ প্রতিরোধ এবং গুরুত্বপূর্ণভাবে লোড ধরে রাখার ক্ষমতা পরীক্ষা করে ব্যাটারির অবস্থা, কর্মক্ষমতা এবং ক্ষমতা মূল্যায়ন করা হয়। এই প্রক্রিয়ার মধ্যে রয়েছে শারীরিক পরিদর্শন, বিশ্রামের ভোল্টেজ পরীক্ষা (একটি সুস্থ 12V ব্যাটারির জন্য 12.6V+), এবং গাড়ির ব্যাটারির জন্য, লোড পরীক্ষা যা ক্র্যাঙ্কিংকে অনুকরণ করে নিশ্চিত করে যে এটি 10V এর নিচে নেমে না যায়।

ব্যাটারি পরীক্ষার ধাপ গুলো
চাক্ষুষ পরিদর্শন: ফাটল, টার্মিনালের ক্ষয়, ফুটো বা ফোলাভাবের মতো শারীরিক ক্ষতি পরীক্ষা করুন।
প্রস্তুতি: সঠিক রিডিং নিশ্চিত করতে ইঞ্জিন এবং সমস্ত বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম বন্ধ করুন।

ভোল্টেজ পরীক্ষা (ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ): ব্যাটারি টার্মিনাল পরিমাপ করতে ডিসি ভোল্টেজ সেট করা একটি মাল্টিমিটার ব্যবহার করুন। একটি সম্পূর্ণ চার্জযুক্ত, সুস্থ লিড-অ্যাসিড ব্যাটারির মান 12.6V থেকে 12.8V হওয়া উচিত। 12.2V এর নিচে রিডিং ব্যাটারিটি ডিসচার্জ বা ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার ইঙ্গিত দেয়।

লোড টেস্ট (ক্র্যাঙ্কিং টেস্ট): এটি নির্ধারণ করে যে উচ্চ চাহিদার মধ্যে ব্যাটারি কীভাবে কাজ করে।
পদ্ধতি A (DIY): দ্বিতীয় ব্যক্তি গাড়ি চালু করার সময় মাল্টিমিটার দিয়ে ভোল্টেজ পরিমাপ করুন। ক্র্যাঙ্কিংয়ের সময় যদি ভোল্টেজ ১০ ভোল্টের নিচে নেমে যায়, তাহলে ব্যাটারির স্বাস্থ্য হ্রাস পাচ্ছে।

পদ্ধতি B (লোড টেস্টার): একটি বিশেষ লোড টেস্টার ব্যবহার করে, উদাহরণস্বরূপ, 15-সেকেন্ডের, উচ্চ-ডিসচার্জ লোড প্রয়োগ করুন, যাতে ব্যাটারি পর্যাপ্ত ভোল্টেজ ধরে রাখে।

অভ্যন্তরীণ প্রতিরোধ পরীক্ষা: আধুনিক, পেশাদার ব্যাটারি পরীক্ষকরা উচ্চ অভ্যন্তরীণ প্রতিরোধ পরীক্ষা করে, যা একটি পুরাতন, অদক্ষ ব্যাটারির একটি শক্তিশালী সূচক।

চার্জিং সিস্টেম পরীক্ষা: ব্যাটারি খারাপ হলে, অল্টারনেটরটি পরীক্ষা করে দেখুন এটি সঠিকভাবে চার্জ হচ্ছে কিনা।

মূল নির্দেশক
>১২.৬ ভোল্ট: চার্জ করা হয়েছে
১২.২V - ১২.৪V: আংশিকভাবে ডিসচার্জড
<12.0V: ডিসচার্জড বা ব্যর্থ
<10V লোডের নিচে: প্রতিস্থাপন প্রয়োজন

দ্রষ্টব্য: AA/AAA ব্যাটারির জন্য, 1.5V-1.6V স্বাস্থ্যকর, যেখানে 1.2V এর নিচে থাকলে মৃত বলে বিবেচিত হয়।

সেলফ-চেক (Self-Check)-১.২২

১. ব্যাটারি কোন ধরণের বিদ্যুৎ (AC না DC) সরবরাহ করে?
২. প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ব্যাটারির প্রধান পার্থক্য কী?
৩. দুটি ১২ ভোল্টের ব্যাটারি সিরিজে যুক্ত করলে মোট ভোল্টেজ কত হবে?
৪. আইপিএস (IPS)-এ সাধারণত কোন ধরণের ব্যাটারি ব্যবহৃত হয়?

উত্তর পত্র (Answer Key)-১.২২

১. ডিসি (DC) বিদ্যুৎ।
২. প্রাইমারি ব্যাটারি চার্জ করা যায় না, কিন্তু সেকেন্ডারি ব্যাটারি রিচার্জেবল।
৩. ২৪ ভোল্ট (১২ + ১২ = ২৪) ।
৪. লেড-অ্যাসিড (Lead-Acid) ডিপ সাইকেল ব্যাটারি।

জব শিট (Task-Sheet)-১.২২

জবের নাম (Task Name): মাল্টিমিটারের সাহায্যে ব্যাটারির ভোল্টেজ পরীক্ষা এবং সিরিজ-প্যারালাল সংযোগ তৈরি।

নির্দেশনাবলী (Instructions):

১. ব্যাটারির পজিটিভ ও নেগেটিভ টার্মিনাল খেয়াল করে কানেকশন দিন।
২. লিথিয়াম ব্যাটারি শর্ট-সার্কিট হওয়া থেকে সাবধান থাকুন (বিস্ফোরণের ঝুঁকি থাকে)।

কাজের বিবরণ (Description):

১. মাল্টিমিটারকে 'DC Voltage' রেঞ্জে সেট করুন।
২. একটি ড্রাই সেল এবং একটি রিচার্জেবল ব্যাটারির ভোল্টেজ মেপে দেখুন।
৩. দুটি ব্যাটারিকে সিরিজে যুক্ত করে মোট ভোল্টেজ পরীক্ষা করুন।
৪. ব্যাটারির গায়ে লেখা Ah এবং ভোল্টেজ রেটিং একটি ছকে লিখুন।

প্রয়োজনীয় মালামাল (Resources required):

প্রযোজনীয় পিপিই: সেফটি চশমা, গ্লাভস (লেড-অ্যাসিডের ক্ষেত্রে এসিড থেকে সুরক্ষা)।
প্রযোজনীয় টুলস: কানেক্টিং ওয়্যার, ওয়্যার কাটার।
প্রযোজনীয় ইকুইপমেন্ট: ড্রাই সেল (১.৫ভি), লি-আয়ন সেল (৩.৭ভি), লেড-অ্যাসিড ব্যাটারি।
প্রযোজনীয় পরিমাপক যন্ত্র: ডিজিটাল মাল্টিমিটার।

স্পেশিফিকেশন শীট:

ব্যাটারির ধরণ	গায়ের রেটিং (V / Ah)	পরিমাপকৃত ভোল্টেজ	অবস্থা (চার্জড/ডিসচার্জড)
ড্রাই সেল	১.৫V		

লিথিয়াম-আয়ন সেল	৩.৭V		

ইনফরমেশন শিট-১.২৩: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ফিউজ)

শিখনফল-১.২৩: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (ফিউজ) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

1. **ফিউজের ধরণ এবং চিহ্নিত করন**
2. **ফিউজের কার্যপদ্ধতি**
3. **ফিউজের সুবিধা ও অসুবিধা সমূহ**

ফিউজের ধরণ এবং চিহ্নিত করন

ফিউজ হচ্ছে স্বল্পদৈর্ঘ্যের অনেক সরু ও কম গলনাঙ্ক বিশিষ্ট পরিবাহী তার যা বৈদ্যুতিক সার্কিটে সংযুক্ত থেকে নির্দিষ্ট পরিমান কারেন্ট অনির্দিষ্টকাল বহন করতে পারে। নির্ধারিত পরিমানের চেয়ে অতিরিক্ত বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হলেই ফিউজ নিজে গলে গিয়ে বর্তনীর ত্রুটিপূর্ণ অংশকে সোর্স থেকে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। সুতারাং, ফিউজ হলো একটি ইলেকট্রিক্যাল নিরাপত্তা প্রদানকারী ডিভাইস।

ফিউজের কার্যপদ্ধতি

Fuse তারের কাজ হলো অতিরিক্ত তাপমাত্রা উৎপন্ন না করে নির্দিষ্ট পরিমান কারেন্ট বা স্বাভাবিক কারেন্ট বহন করা। যখন সার্কিটে অতিরিক্ত পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহ হয় তখন Fuse তার অপারেশন শুরু করে। ফিউজ অপারেশন শেষ হলে এটিকে পুনরায় খুলে মেটাল তার লাগিয়ে খুব সহজে আবার ব্যবহার করা যায়। ফিউজ তারের জন্য টিন, লিড, জিংক, সিলভার, এন্টিমনি, কপার, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ম্যাটেরিয়াল ব্যবহার করা হয়।

ফিউজিং কারেন্ট

ফিউজের মধ্যে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহিত হলে ফিউজের তার গলে যায়। সর্বনিম্ম যে কারেন্ট প্রবাহিত হলে ফিউজের তার গলে যায় তাকে ফিউজিং কারেন্ট বলে। এই কারেন্টের মাণ ফিউজিং এলিমেন্ট কারেন্ট রেটিং এর বেশি হয়।

ফিউজ এর কাট-অফ কারেন্ট

শর্ট সার্কিটের ফলে কারেন্টের সর্বোচ্চ যে মানে পৌছার পূর্বে Fuse তার গলে যায় তাকে সাধারণত ফিউজের কাট-অফ কারেন্ট বলে।

কারেন্ট রেটিং অফ ফিউজিং এলিমেন্ট

Fuse তারে যখন অতিরিক্ত পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয় তখন অনেক গরম হয়ে যায়। এই অতিরিক্ত গরম অবস্থায় Fuse তার গলে না গিয়ে ম্যাক্সিমাম যে পরিমাণ কারেন্ট বহন করতে পারে তাকে ঐ ফিউজের কারেন্ট রেটিং বলে।

ফিউজিং ফ্যাক্টর

ফিউজের মিনিমাম ফিউজিং কারেন্ট ও কারেন্ট রেটিংয়ের ফিউজ-এর অনুপাতকে ফিউজিং ফ্যাক্টর বলে। তাহলে, ফিউজিং ফ্যাক্টর = সর্বনিম্ন ফিউজিং কারেন্ট / কারেন্ট রেটিংয়ের ফিউজ এলিমেন্ট। এর মান সব সময় 1 এর চেয়ে বড় হয়।

ফিউজের সুবিধা ও অসুবিধা সমূহ

ফিউজের সুবিধাসমূহ

১. প্রটেকডিভাইস এর মধ্যে Fuse সবচেয়ে সহজ ও সরল পদ্ধতি।
২. এটার রক্ষণাবেক্ষণ প্রয়োজন হয় না।
৩. এর অপারেটিং টাইম সার্কিট ব্রেকারের তুলনায় খুব কম।
৪. প্রয়োজন অনুযায়ী ফিউজের তার পরিবর্তন করা যায়।
৫. এটা দামে অনেক সস্তা।
৬. এটি ওভার কারেন্ট প্রটেকশনে বেশ উপযোগী।
৭. কোন প্রকার শব্দ, ধোঁয়া বা গ্যাস ছাড়াই শর্ট সার্কিট কারেন্টের প্রবাহকে বিরত রাখে।

ফিউজের অসুবিধাসমূহ

১. এর সঠিক নির্দিষ্ট রেটিং নির্ধারন করা প্রায় অসম্ভব বিঁধায় অনেক ক্ষেত্রে ঠিক মূহুর্তে Fuse পুড়ে যায় না।
২. Fuse তারের সাইজ কখনো মোটা হওয়া উচিৎ না। অনেকেই না জেনে মোটা তার লাগায় ফলে শর্ট সার্কিট অবস্থায়ও ফিউজের তার গলে যায় না।
৩. ফিউজের কাট অফ ইফেক্ট গুন থাকায় উচ্চ ভোল্টেজের রিয়্যাক্টিভ সার্কিটে মারাত্মক ইনডিউসড ভোল্টেজ উৎপন্ন হওয়ার সম্ভবনা থাকে।
৪. আর্ক নির্ভাপনের তেমন কোন ব্যবস্থা থাকে না ফলে ৩৩ কেভির উপরে হাই ভোল্টেজ লাইনে ইহা ব্যবহার করা হয় না।

সেলফ চেক (Self-Check)-১.২৩

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১। ফিউজ মূলত কোন ধরণের ডিভাইস?
(ক) কন্ট্রোলিং ডিভাইস
(খ) নিরাপত্তা প্রদানকারী (Safety) ডিভাইস
(গ) আউটপুট ডিভাইস

২। ফিউজের ফিউজিং ফ্যাক্টর এর মান সব সময় কত হয়?
(ক) ১ এর সমান
(খ) ১ এর চেয়ে কম
(গ) ১ এর চেয়ে বড়

৩। শর্ট সার্কিটের ফলে কারেন্টের যে সর্বোচ্চ মানে পৌঁছানোর আগেই ফিউজ তার গলে যায় তাকে কী বলে?
(ক) কাট-অফ কারেন্ট
(খ) ফিউজিং কারেন্ট

(গ) রেটেড কারেন্ট

৪। ফিউজ তার তৈরিতে সাধারণত কোন ম্যাটেরিয়াল ব্যবহার করা হয় না?
(ক) সিলভার
(খ) তামা (Copper)
(গ) কাঠ

৫। সার্কিট ব্রেকারের তুলনায় ফিউজের অপারেটিং টাইম কেমন?
(ক) অনেক বেশি
(খ) খুব কম
(গ) সমান

উত্তর পত্র (Answer Key) -১.২৩

১. (খ) নিরাপত্তা প্রদানকারী (Safety) ডিভাইস
২. (গ) ১ এর চেয়ে বড় (মিনিমাম ফিউজিং কারেন্ট / রেটেড কারেন্ট)
৩. (ক) কাট-অফ কারেন্ট
৪. (গ) কাঠ
৫. (খ) খুব কম

জব শিট (Task-Sheet) -১.২৩

জবের নাম: ফিউজ (Fuse) চিহ্নিতকরণ এবং মাল্টিমিটারের সাহায্যে এর কার্যকারিতা পরীক্ষা।

উদ্দেশ্য:

১।বিভিন্ন প্রকার ফিউজ (কার্টিজ ফিউজ, রিওয়্যারেবল ফিউজ) চিহ্নিত করা।
২। মাল্টিমিটারের সাহায্যে ফিউজ ভালো না কি পুড়ে গেছে (Blown) তা যাচাই করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. বিভিন্ন রেটিংয়ের ফিউজ।
২. ডিজিটাল বা অ্যানালগ মাল্টিমিটার।
৩. কানেক্টিং ওয়্যার।

কাজের ধাপ (টেস্টিং পদ্ধতি):

১. **দৃশ্যমান পরিদর্শন:** প্রথমে ফিউজটির গ্লাস বা বডি পরীক্ষা করুন। যদি ভেতরে তারটি ছেঁড়া দেখা যায় বা কালচে দাগ থাকে, তবে ফিউজটি নষ্ট।
২. **মাল্টিমিটার সেটআপ:** মাল্টিমিটারকে কন্টিনিউটি (Beep) বা ওহম (Ω) মোডে সেট করুন।
৩. **পরিমাপ:** ফিউজের দুই প্রান্তের মেটাল অংশে মাল্টিমিটারের প্রোব দুটি ধরুন।
   যদি মাল্টিমিটার থেকে বীপ (Beep) শব্দ আসে বা রেজিস্ট্যান্সের মান খুব কম (০.১ - ১ ওহম) দেখায়, তবে ফিউজটি ভালো। যদি মাল্টিমিটারে 'OL' (Open Loop) বা অসীম রেজিস্ট্যান্স দেখায়, তবে বুঝতে হবে ফিউজটি পুড়ে গেছে বা নষ্ট।
৪. **ফলাফল:** প্রাপ্ত তথ্য নিচের ছকে লিখুন এবং ফিউজটির কারেন্ট রেটিং নোট করুন।

ইনফরমেশন শিট-১.২৩: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (হিট সিঙ্ক)

শিখনফল-১.৯: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সের মৌলিক উপাদান (হিট সিঙ্ক) চিহ্নিত ও পরীক্ষা করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. হিট সিঙ্ক এর ধরণ এবং চিহ্নিত করন
২. হিট সিঙ্ক এর প্রকারভেদ

হিট সিঙ্ক এর ধরণ এবং চিহ্নিত করন

হিট সিঙ্ক হলো একটি কুলিং ডিভাইস, যা ইলেকট্রনিক যন্ত্র থেকে উৎপন্ন অতিরিক্ত তাপ শোষণ করে, সেই তাপ আশেপাশের বাতাস বা তরলে ছড়িয়ে দিয়ে ডিভাইসকে অতিরিক্ত গরম হওয়া থেকে রক্ষা করে। হিট সিঙ্ক সাধারণত ধাতুর যেমন অ্যালুমিনিয়াম বা তামা দিয়ে তৈরি হয়, এর প্রধান কাজ হলো CPU, GPU, পাওয়ার ট্রানজিস্টর এর গরম হওয়া অংশ ঠান্ডা রাখা। হিট সিঙ্ক এর কার্যকারিতা বৃদ্ধি করার জন্য হিট সিঙ্ক এর সাথে একটি ফ্যান লাগানো থাকে। আধুনিক ইলেকট্রনিক ডিভাইস ছোট হলেও শক্তিশালী হয় , তাই এগুলো অনেক তাপ উৎপন্ন করে। এই অতিরিক্ত তাপ হিট সিঙ্ক নিয়ন্ত্রণ করে ডিভাইকে দীর্ঘস্থায়ী ও নিরাপদ করে।

হিট সিঙ্ক এর প্রকারভেদ

হিট সিঙ্ক প্রধানত দুই প্রকার-যথা

১. অ্যাক্টিভ হিট সিঙ্ক
২. প্যাসিভ হিট সিঙ্ক

অ্যাক্টিভ হিট সিঙ্ক
অ্যাক্টিভ হিট সিঙ্কে ফ্যান, পানির পাম্প বা এয়ার ব্লোয়ারের মতো মোভিং ডিভাইস থাকে, যা হিটকে দ্রুত অপসারণ করে। এই ডিভাইসগুলো হিট সিঙ্কের ওপর দিয়ে বাতাস বা তরল প্রবাহিত করে হিট ছড়িয়ে দেয়। এগুলো চিপ, এলইডি, আইসি, CPU ও GPU ঠান্ডা রাখতে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। প্যাসিভ হিট সিঙ্কের তুলনায় অ্যাক্টিভ হিট সিঙ্ক আকারে ছোট ও বেশি কার্যকর। ভালো হিট পরিবাহিতার জন্য হিট সিঙ্ক ও চিপের মাঝে থার্মাল পেস্ট ব্যবহার করা হয়।

প্যাসিভ হিট সিঙ্ক
প্যাসিভ হিট সিঙ্কে ফ্যান বা অন্য কোনো মোভিং অংশ থাকে না। এগুলো সাধারণত আকারে বড় হয়, যাতে বেশি জায়গায় হিট বাতাসে ছড়িয়ে দিতে পারে। এগুলোর দাম তুলনামূলক ভাবে কম হলেও, বসানোর জন্য ইলেকট্রনিক যন্ত্রে যথেষ্ট খালি জায়গা দরকার। এগুলো সাধারণত কম শক্তির ইলেকট্রনিক যন্ত্রে বেশি ব্যবহার করা হয়। এই হিট সিঙ্ক ব্যবহারে যন্ত্রে কোন শব্দ হয় না এবং ফ্যান নষ্ট হওয়ার কোন ঝুঁকিও থাকে না ।

সেলফ চেক (Self-Check)-১.২৫

সঠিক উত্তরটিতে টিক (∞) চিহ্ন দিন:

১. হিট সিঙ্ক মূলত কী ধরণের ডিভাইস?

(ক) এনার্জি স্টোরেজ ডিভাইস
(খ) কুলিং ডিভাইস (তাপ শোষণকারী)
(গ) ভোল্টেজ রেগুলেটর

২. হিট সিঙ্ক সাধারণত কোন উপাদান দিয়ে তৈরি হয়?

(ক) লোহা বা ইস্পাত
(খ) অ্যালুমিনিয়াম বা তামা
(গ) কাঠ বা প্লাস্টিক

৩. অ্যাক্টিভ হিট সিঙ্ক (Active Heat Sink) এ তাপ দ্রুত অপসারণের জন্য কী ব্যবহৃত হয়?

(ক) ফ্যান বা ফ্যান-কুলিং সিস্টেম
(খ) শুধুমাত্র বড় সারফেস এরিয়া
(গ) থার্মাল পেস্ট

৪. হিট সিঙ্ক ও ইলেকট্রনিক চিপের মাঝে তাপ পরিবাহিতা বৃদ্ধির জন্য কী ব্যবহার করা হয়?

(ক) আঠা
(খ) থার্মাল পেস্ট
(গ) ইনসুলেটর

৫. প্যাসিভ হিট সিঙ্ক (Passive Heat Sink) এর প্রধান বৈশিষ্ট্য কী?

(ক) এতে কোনো ঘূর্ণায়মান অংশ (যেমন ফ্যান) থাকে না
(খ) এটি খুবই ছোট আকারের হয়
(গ) এটি বিদ্যুৎ খরচ করে

উত্তর পত্র (Answer Key) -১.২৫

১. (খ) কুলিং ডিভাইস (তাপ শোষণকারী)
২. (খ) অ্যালুমিনিয়াম বা তামা (ভালো তাপ পরিবাহী হওয়ায়)
৩. (ক) ফ্যান বা ফ্যান-কুলিং সিস্টেম
৪. (খ) থার্মাল পেস্ট
৫. (ক) এতে কোনো ঘূর্ণায়মান অংশ (যেমন ফ্যান) থাকে না

জব শিট (Task-Sheet) -১.২৫

জবের নাম: পাওয়ার ট্রানজিস্টর বা সিপিইউ-তে (CPU) হিট সিঙ্ক স্থাপন এবং থার্মাল পেস্ট প্রয়োগ।

উদ্দেশ্য:

১. ইলেকট্রনিক ডিভাইসের অতিরিক্ত তাপ দূর করার জন্য সঠিক হিট সিঙ্ক নির্বাচন করা।
২. হিট সিঙ্ক এবং চিপের সংযোগস্থলে থার্মাল পেস্ট সঠিকভাবে প্রয়োগ করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল:

১. হিট সিঙ্ক (প্যাসিভ বা অ্যাক্টিভ) ।
২. থার্মাল পেস্ট (Thermal Paste/Compound) ।
৩. পাওয়ার ট্রানজিস্টর বা CPU।
৪. স্ক্রু-ড্রাইভার বা ক্লিপ (হিট সিঙ্ক আটকের জন্য) ।
৫. পরিষ্কার করার কাপড় বা আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল।

কাজের ধাপ:

১. **পরিষ্কারকরণ**: চিপের (CPU/Transistor) উপরিভাগ এবং হিট সিঙ্কের নিচের অংশ পরিষ্কার কাপড় দিয়ে ভালোভাবে পরিষ্কার করুন যেন কোনো পুরনো পেস্ট বা ধুলো না থাকে।
২. **থার্মাল পেস্ট প্রয়োগ:** চিপের কেন্দ্রে সামান্য পরিমাণে (মটর দানার মতো) থার্মাল পেস্ট দিন। অতিরিক্ত পেস্ট দেওয়া যাবে না।
৩. **হিট সিঙ্ক স্থাপন:** হিট সিঙ্কটিকে চিপের ওপর আলতো করে বসান এবং পেস্টটিকে সমভাবে ছড়িয়ে পড়ার জন্য সামান্য চাপ দিন।
৪. **ফিক্সিং:** স্ক্রু বা ক্লিপের সাহায্যে হিট সিঙ্কটিকে চিপের সাথে শক্তভাবে আটকে দিন।
৫. **অ্যাক্টিভ কুলিং চেক:** যদি অ্যাক্টিভ হিট সিঙ্ক হয়, তবে ফ্যানের ক্যাবলটি মাদারবোর্ডের সঠিক পোর্টে (CPU FAN) সংযুক্ত করুন।

সতর্কতা:

১. থার্মাল পেস্ট যেন মাদারবোর্ড বা অন্য কোনো ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্টের ওপর না পড়ে।
২. হিট সিঙ্কটি যেন চিপের ওপর সঠিকভাবে এবং সমতলে বসে, তা নিশ্চিত হোন।

মডিউল-২: ইউজ ইকুইপমেন্ট এন্ড মেজারিং ডিভাইস ইন দ্যা ওয়ার্কপ্লেস

ইউনিট কোড: SICIP-LE-IET-02-0 **নোমিনাল আওয়ার: ৩৬ ঘন্টা**

মডিউলের বিবরণ (Module Descriptor):
এই মডিউলটি শিক্ষার্থীদের কর্মক্ষেত্রে ব্যবহৃত বিভিন্ন ইলেকট্রনিক হ্যান্ড টুলস, পাওয়ার টুলস এবং পরিমাপক যন্ত্রপাতির (Measuring Devices) সঠিক ও নিরাপদ ব্যবহার সম্পর্কে প্রয়োজনীয় জ্ঞান এবং দক্ষতা প্রদান করবে। এতে টুলস শনাক্তকরণ, যথাযথ রক্ষণাবেক্ষণ, পরিমাপের নির্ভুলতা যাচাই এবং সোল্ডারিং ও ডি-সোল্ডারিং প্রক্রিয়ার কারিগরি ধাপগুলো অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখনফল (Learning Outcomes): এই মডিউল সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নের বিষয়গুলো শিখতে পারবে-

১. ইলেকট্রনিক কাজে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার হ্যান্ড টুলস এবং পাওয়ার টুলস শনাক্ত ও তাদের কাজ ব্যাখ্যা করতে পারবে।
২. বিভিন্ন ইলেকট্রনিক ইকুইপমেন্ট (যেমন: সোল্ডারিং আয়রন, হট এয়ার গান) এবং এদের ব্যবহার বিধি সম্পর্কে জানতে পারবে।
৩. পরিমাপক যন্ত্রের (যেমন: মাল্টিমিটার, অসিলোস্কোপ) মাধ্যমে ইলেকট্রনিক সার্কিটের বিভিন্ন প্যারামিটার নির্ভুলভাবে পরিমাপ করতে পারবে।
৪. সোল্ডারিং ও ডি-সোল্ডারিং পদ্ধতির সঠিক কৌশল ও ধাপসমূহ আয়ত্ত করতে পারবে।
৫. পিসিবি (PCB) ক্লিনিং এবং কম্পোনেন্ট স্থাপনের সঠিক নিয়ম অনুসরণ করতে পারবে।
৬. সোল্ডারিং করার সময় সাধারণ ত্রুটিসমূহ (যেমন: কোল্ড জয়েন্ট, সোল্ডার ব্রিজ) শনাক্ত ও সমাধান করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া (Assessment Criteria): শিক্ষার্থীদের দক্ষতা মূল্যায়নের জন্য নিচের বিষয়গুলো যাচাই করা হবে-

১. টুলস শনাক্তকরণ: নির্দিষ্ট কাজের জন্য সঠিক হ্যান্ড টুলস বা পাওয়ার টুলসটি সঠিকভাবে বাছাই ও শনাক্ত করা হয়েছে কি না।
২. নিরাপদ ব্যবহার: পাওয়ার টুলস এবং হিটিং ডিভাইস (যেমন সোল্ডারিং আয়রন) ব্যবহারের সময় নিরাপত্তা বিধি মেনে চলা হয়েছে কি না।
৩. সোল্ডারিং দক্ষতা: সোল্ডারিং জয়েন্টগুলো মসৃণ, উজ্জ্বল এবং শঙ্কু আকৃতির (Cone shape) হয়েছে কি না তা যাচাই করা।
৪. ডি-সোল্ডারিং প্রক্রিয়া: ডি-সোল্ডারিং পাম্প বা উইক ব্যবহার করে পিসিবি বা কম্পোনেন্টের ক্ষতি না করে সফলভাবে রাং অপসারণ করা হয়েছে কি না।
৫. পরিমাপের নির্ভুলতা: মাল্টিমিটার বা অন্যান্য ডিভাইস ব্যবহার করে ভোল্টেজ, কারেন্ট বা রেজিস্ট্যান্সের মান সঠিকভাবে পাঠ (Reading) নেওয়া হয়েছে কি না।
৬. ত্রুটি শনাক্তকরণ: কোল্ড জয়েন্ট বা প্যাড লিফটিংয়ের মতো ত্রুটিগুলো চিহ্নিত করতে পারা এবং তা সংশোধনের সক্ষমতা।

ইনফরমেশন শিট- ২.১: ইলেকট্রনিক সিস্টেমে ব্যবহৃত টুল্স ও যন্ত্রপাতি

শিখনফল ২.১: ইলেকট্রনিক সিস্টেমে ব্যবহৃত টুল্স ও যন্ত্রপাতি সম্পর্কে জানতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:

এই ইনফরমেশন শিট সম্পন, করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **হ্যান্ড টুলস্ ও এদের ব্যবহার**
২. **পাওয়ার টুল ও এদের ব্যবহার**
৩. **ইকুইপমেন্ট ও এদের ব্যবহার (Different type Equipment)**

হ্যান্ড টুলস্ ও এদের ব্যবহার

টুলস বা যন্ত্রপাতি হলো এমন সব বস্তু বা মাধ্যম যা মানুষের কাজকে সহজ, দ্রুত এবং আরও নিখুঁতভাবে করতে সাহায্য করে। যেমন – স্ক্রু- ড্রাইভার, প্লায়ার, সোল্ডারিং আয়রন ইত্যাদি।
চালিকাশক্তির ওপর ভিত্তি করে টুলস ২ প্রকার।

১. হ্যান্ড টুলস্
২. পাওয়ার টুলস্

ইলেকট্রনিক্স কাজের ক্ষেত্রে হাতের মাধ্যমে ব্যবহার উপযোগী টুলস্ কে ইলেকট্রনিক্স হ্যান্ড টুলস্ বলে। যেমনঃ ওয়্যার স্ট্রিপার, নিয়ন টেষ্টার, স্প্যানার ইত্যাদি।
বিভিন্ন প্রকার হ্যান্ড টুলস্ এর নাম চিত্র সহ ব্যবহার নিম্নে দেওয়া হইলঃ

ওয়্যার স্ট্রিপার	
সাইড কাটিং প্লায়াস ডায়াগনাল কাটিং প্লায়াস এর সাহায্যে পাটস এর লেগ, তার কাটা হয়।	

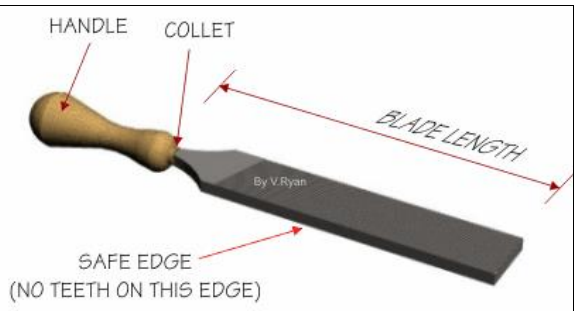
হ্যাক-স হ্যাক “স” কোন বস্তু যেমন কাঠ, লোহা ইত্যাদি কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়।	
সোলডার সাকার গলিত সোল্ডারকে শোষন করে টানা হয়। ডি সোল্ডরিং গান এর সাহায্যে একই সাথে সোল্ডর সাকার ও সোল্ডারিং আয়রণের কাজ করা হয়।	
সোল্ডারিং রজন	
কম্বিনেশন প্লেয়ার	

নিয়র ল্যাম্পটেস্টার হল কারেন্ট চেক করার যন্ত্র। আপনার পরিবাহিত লাইনে কারেন্ট আছে কি না সেটা টেস্টার দিয়ে টেস্ট করা যায়।	
সোল্ডারিং লিড রাং বা সোল্ডারিং লিড হলো এক ধরণের সংকর পদার্থ , এটি ৬০ ভাগ টিন (Tin) এবং ৪০ ভাগ সীসা (Zing) দিয়ে তৈরী, এটির গলনাংক ৮০ থেকে ৯০ ডিগ্রী সেলসিয়াস। সংকরায়নের অনুপাতের তারতম্য এর কারনে গলনাংক আরো বেশী হতে পারে। এটা একটি তারের সাথে আরেকটি তার সংযোগের দেওয়ার জন্য ব্যবহার করা হয়।	
সোল্ডারিং স্ট্যান্ড সোল্ডারিং স্ট্যান্ড সোল্ডারিং আয়রন বা তাতালকে রাখার জন্য ব্যবহার করে থাকি।	
স্ক্রু ড্রাইভার স্ক্রু-ড্রাইভার এর সাহায্যে নাট, বোল্ট, স্ক্রু আটকানো এবং খোলা হয়।	

ওয়্যার ব্রাশ	
নাইফ ক্যাবল বা তারের ইন্সুলেশন ছাড়াবার জন্য, কোন কিছু কাটার জন্য, দাগ দেয়া ইত্যাদির জন্য ব্যবহার করা হয়।	
ইনস্পেকশ গগল্স	
মেটাল স্ক্রাইবার ধাতব বা প্লাষ্টিক এর বস্তুর উপর প্যাটণ লে-আউট করার সময় তাতে দাগ কাটার কাজে ব্যবহৃত হয়।	

ডেন্টাল মিরর সোল্ডার করা সংযোগ পরীক্ষা করার কাজে ব্যবহৃত হয়।	
ডায়াগনাল কাটিংপ্লায়াস	
নোজ প্লায়াস	
ভাইস কোন বস্তুকে শক্তভাবে আটকানোর জন্য ব্যবহার করা হয়।	

স্ক্রু-ড্রাইভার এটির সাহায্যে খুব সহজেই স্ক্রু লাগানো বা খোলা যায়।	
PRECISION SCREWDRIVER	
হেক্সাগন	
অফসেট স্ক্রুড্রাইবার	

ফাইল	
অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ	
বলপিন হ্যামার ইহার সাহায্যে শক্ত কনো কিছুকে পিটিয়ে বাকা করার কাজে ও দেয়ালে রিভেট বসানোর কাজে ব্যাবহার করা হয়।	
বেন্ড নোজ প্লায়ার্স	

হ্যান্ড টুলস্ এর প্রয়োজনীয়তা (Necessity of Hand Tools)

যে কোন কারিগরি কাজ করতে গেলে খালি হাতে তা সুসম্পন্ন করা যায় না। যেমনঃ লিখতে গেলে কলমের প্রয়োজন হয়, কোন রোগীর জ্বর পরীক্ষা করতে গেলে প্রয়োজন হয় থামোমিটার। তেমনি কোন বৈদ্যুতিক বা ইলেকট্রিক কাজ করতে গেলে কোন টুলস্ এর প্রয়াজন হয়। প্রায় সকল কারিগরি র্কমক্ষেত্রে টুলস্ বা যন্ত্রপাতির প্রয়োজন রয়েছে। কোন বৈদ্যুতিক লাইনে কাজ করতে গেলে শুধূমাত্র হাত পা দ্বারা সম্ভব নয়, খালি হাতে কাজ করতে গেলে দুঘটনা ঘটবে। যেমন বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম,

টাম্বলার সুইচ ব্যাটেন হোল্ডার, টু-পিন সকেট, কাট আউট ও প্লাগ ইত্যাদি। খোলা বা তারে সংযোগ করা এবং লাইন কারেন্টের পরীক্ষা প্রভৃতি কাজ যন্ত্র ছাড়া মোটেই সম্ভব নয়। খালি হাতে কাজ করলে কর্মরত ব্যাক্তির বিপদ হতে পারে। এই কাযক্ষেত্রে সঠিক ভাবে নিরাপদে কাজ সম্পাদন করতে গেলে যন্ত্রপাতি বা সাধারণ হ্যান্ড টুলস্ এর প্রয়োজন।

পাওয়ার টুল ও এদের ব্যবহার

পাওয়ার টুল (Power Tool) হলো এমন সব যন্ত্রপাতি যা মানুষের শারীরিক শক্তির বদলে বাহ্যিক কোনো উৎস থেকে শক্তি নিয়ে কাজ করে। যে যন্ত্রটি চালাতে গায়ের জোর খাটাতে হয় না, বরং সুইচ টিপলেই কাজ শুরু হয়, সেটিই পাওয়ার টুল। ইলেকট্রনিক্স ল্যাব বা মেকানিক্যাল ওয়ার্কশপে কাজ দ্রুত এবং নিখুঁত করার জন্য এগুলো অপরিহার্য। পাওয়ার টুল ব্যবহারের সময় সতর্কতা অবলম্বন করা জরুরি। যেমন: সোল্ডারিং আয়রন বা হট গান ব্যবহারের সময় হাত যেন পুড়ে না যায় সেদিকে খেয়াল রাখা এবং কাজ শেষে সুইচ বন্ধ করা।

পাওয়ার টুলের প্রধান বৈশিষ্ট্যসমূহ

১. উচ্চ গতি: মানুষের হাতের চেয়ে অনেক দ্রুত কাজ করতে পারে।
২. নির্ভুলতা (Precision): হাতের কাজের চেয়ে অনেক বেশি ফিনিশিং বা নিখুঁত আউটপুট দেয়।
৩. শক্তির উৎস: এগুলো সাধারণত তিনটি মাধ্যমে চলে: বিদ্যুৎ (Electric): সরাসরি প্লাগ লাগিয়ে। ব্যাটারি (Cordless):

রিচার্জেবল ব্যাটারি দিয়ে। সংকুচিত বাতাস (Pneumatic): বাতাসের চাপের মাধ্যমে।

ইলেকট্রনিক্সের কাজে আমরা সাধারণত নিচের পাওয়ার টুলগুলো বেশি ব্যবহার করি:

সোল্ডারিং আয়রন বা **সোল্ডারিং স্টেশন** (Soldering Station) এটি বিদ্যুতের মাধ্যমে আয়রনকে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গরম করে।	
SMD REWORK STATION	

মিনি ড্রিল মেশিন **মিনি ড্রিল মেশিন (Mini Drill):** সার্কিট বোর্ড বা পিসিবি-তে ছোট ছোট ছিদ্র করার জন্য ব্যবহৃত হয়।	
গ্লু গান **গ্লু গান (Glue Gun):** ইলেকট্রিক হিটারের মাধ্যমে আঠার কাঠি গলিয়ে শক্তভাবে কোনো কিছু আটকানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।	
হট এয়ার গান (Hot Air Gun): এটি দিয়ে গরম বাতাস বের হয়, যা মোবাইল বা কম্পিউটারের সূক্ষ্ম আইসি (IC) খোলা বা লাগানোর কাজে লাগে।	
ভেরিয়েবল ডিসি পাওয়ার সাপ্লাই **ভেরিয়েবল পাওয়ার সাপ্লাই (DC Power Supply):** ব্যাটারির বদলে সরাসরি এসি বিদ্যুৎ থেকে প্রয়োজনমতো ডিসি ভোল্টেজ নেওয়ার জন্য এটি একটি পাওয়ার টুল হিসেবে গণ্য হয়।	

ইকুইপমেন্ট ও এদের ব্যবহার (Different type Equipment)

ওয়ার্কশপ বা ল্যাবরেটরীতে ব্যবহৃত হ্যান্ড টুল্স ব্যতীত অন্য সমস্ত মেশিনারী এবং applience কে ইকুইপমেন্ট বলে। যেমনঃ ভোল্টমিটার, AVO মিটার, ড্রিল মেশিন, টিভি, রিসিভার ইত্যাদি। র্কাযক্রম অনুযায়ী ইলেকট্রনিক্স ইকুইপমেন্ট চার প্রকার। **যেমনঃ**

১. **সিগন্যাল জেনারেটিং ইকুইপমেন্ট** যথাঃ আরএফ সিগনাল জেনারেটর, প্যাটর্ন জেনারেটর
২. **মেজারিং ইকুইপমেন্ট** যথাঃ ভোল্টমিটার, অ্যামিটার, ওয়াট মিটার, এলসিআর মিটার, আভো মিটার, অসিলোস্কোপ
৩. **রিসিভিং এবং ট্রান্সমিটিং ইকুইপমেন্ট** যথাঃ রেডিও, ট্রান্সমিটার, টেলিফোন রিসিভার
৪. **টেষ্টিং ইকুইপমেন্ট** যথাঃ টিউব টেষ্টার, ট্রানজিষ্টর টেষ্টার ইত্যাদি।

বিভিন্ন প্রকার হ্যান্ড টুল্স ও ইকুইপমেন্টের রক্ষণাবেক্ষণ (Maintenance of Different types of Hand Tools and Equipments)

টুলস্ ও ইকুইপমেন্ট সবর্দা সচল ও ভাল রাখতে হলে এটি সঠিকভাবে রক্ষণাবেক্ষণ করতে হয়। সঠিকভাবে রক্ষণাবেক্ষণ না করলে উক্ত যন্ত্রপাতি গুলো তাড়াতাড়ি নষ্ট হয়ে যেতে পারে। সঠিকভাবে রক্ষণাবেক্ষণের কাজে আমরা নিম্নের পদক্ষেপ গুলো গ্রহণ করতে পারি।

১. যে স্থানে টুল্স ও ইকুইপটমেন্ট রাখব সেটা সবর্দা পরিষ্কার রাখা উচিত।
২. যে কক্ষে টুল্স ও ইকইপমেন্ট থাকবে, তা সবর্দা পরিস্কার পরিচ্ছন্ন রাকা উচিত।
৩. অব্যবহৃত ও পুরাতন নষ্ট মালামালগুলো দূরে সরিয়ে রাখতে হবে।
৪. মাঝে মাঝে কাপড় দিয়ে উক্ত মালামাল পরিস্কার করতে হবে।
৫. নরম বুরুশ ও লম্বা সরু ভ্যাকুয়াম ক্লিনার নজেল দিয়ে অভ্যন্তরীণ যন্ত্রাংশ ও বর্তনী পরিস্কার করতে হবে।
৬. কোন টুল্স বা ইকুইপমেন্ট ক্ষয় প্রকÖয়া শুরু হলে তা প্রতিরোধ করতে হবে।
৭. টুলস বা ইকুইপমেন্টর প্যাকেট ব্যবহার করতে হবে।
৮. টুলস বা ইকুইপমেন্টের ব্যবহার কালে সঠিক পদ্ধতি অবলম্বন করতে হবে।
৯. মালমাল রাখার সঠিক স্থান নিবার্চন করতে হবে।
১০. ভেজা স্থানে টুল্স বা ইকুইপমেন্ট যাতে না রাখা হয় সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে।

সেলফ চেক (Self-Check) -২.১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. প্রশ্ন ১: টুলস বা যন্ত্রপাতি কাকে বলে?
২. প্রশ্ন ২: চালিকাশক্তির ওপর ভিত্তি করে টুলস কত প্রকার?
৩. প্রশ্ন ৩: সোল্ডারিং লিড বা রাং কী দিয়ে তৈরি?
৪. প্রশ্ন ৪: ওহম মিটার দিয়ে কী পরিমাপ করা হয়?
৫. প্রশ্ন ৫: পাওয়ার টুল বলতে কী বোঝায়? ইলেকট্রনিক্স ল্যাবে ব্যবহৃত ৩টি পাওয়ার টুলের নাম লিখুন।
৬. প্রশ্ন ৬: ইকুইপমেন্ট কাকে বলে? উদাহরণ দিন।
৭. প্রশ্ন ৭: সোল্ডার সাকার এবং সোল্ডারিং রজন-এর কাজ কী?
৮. প্রশ্ন ৮. সোল্ডারিং লিডে টিন ও সীসার অনুপাত সাধারণত কত থাকে?
(ক) ৫০:৫০ (খ) ৬০:৪০ (গ) ৭০:৩০ (ঘ) ৪০:৬০

৯. প্রশ্ন ৯. সার্কিট থেকে লিড বা রাং শুষে নেওয়ার জন্য কোনটি ব্যবহৃত হয়?
(ক) সোল্ডারিং আয়রন (খ) সোল্ডার সাকার (গ) সোল্ডারিং রজন (ঘ) ভোল্টমিটার

১০. প্রশ্ন ১০. নিচের কোনটি পাওয়ার টুল (Power Tool) হিসেবে পরিচিত?

নিচের শূন্যস্থানগুলো পূরণ করুন:

১১. সোল্ডারিং আয়রনকে নিরাপদভাবে রাখার জন্য _____ ব্যবহার করা হয়।
১২. _____ এর সাহায্যে ছোট ছোট স্ক্রু সহজে লাগানো বা খোলা যায়।
১৩. মানুষের শারীরিক শক্তির বদলে বাহ্যিক উৎস থেকে যে যন্ত্র শক্তি পায় তাকে _____ বলে।
১৪. মেটাল স্ক্রাইবার সাধারণত _____ এর ওপর দাগ কাটার কাজে ব্যবহৃত হয়।
১৫. ডেন্টাল মিরর দিয়ে সোল্ডার করা সংযোগ _____ করা হয়।

উত্তরপত্র (Answer Sheet) - ২.১

১। উত্তর: টুলস বা যন্ত্রপাতি হলো এমন সব বস্তু যা মানুষের কাজকে সহজ, দ্রুত এবং আরও নিখুঁতভাবে করতে সাহায্য করে।
২। উত্তর: চালিকাশক্তির ওপর ভিত্তি করে টুলস ২ প্রকার। যথা: ১. হ্যান্ড টুলস এবং ২. পাওয়ার টুল।
৩। উত্তর: সোল্ডারিং লিড একটি সংকর ধাতু, যা ৬০% টিন (Tin) এবং ৪০% সীসা (Lead) দিয়ে তৈরি।
৪। উত্তর: ওহম মিটারের সাহায্যে কোনো পদার্থের রেজিস্ট্যান্স (রোধ) এবং কন্টিনিউটি পরিমাপ করা হয়।
৫। উত্তর: যে সমস্ত টুলস মানুষের শারীরিক শক্তির বদলে বাহ্যিক উৎস (বিদ্যুৎ, ব্যাটারি বা বাতাস) থেকে শক্তি নিয়ে চলে, তাদের পাওয়ার টুল বলে।
উদাহরণ: ১. সোল্ডারিং আয়রন, ২. হট এয়ার গান, ৩. মিনি ড্রিল মেশিন।
৬। উত্তর: ল্যাবরেটরিতে ব্যবহৃত হ্যান্ড টুলস ব্যতীত অন্য সমস্ত মেশিনারি এবং অ্যাপ্লায়েন্সকে ইকুইপমেন্ট বলে।
উদাহরণ: মাল্টিমিটার, অসিলোস্কোপ, টিভি রিসিভার ইত্যাদি।
৭। উত্তর: সোল্ডার সাকার সার্কিট থেকে অতিরিক্ত বা গলিত লিড শুষে নেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়। আর রজন সোল্ডারিং করার সময় ধাতব পৃষ্ঠ পরিষ্কার রাখতে সাহায্য করে।
৮. (খ) ৬০:৪০ ২. (খ) সোল্ডার সাকার ৯. (গ) হট এয়ার গান ১০. (গ) নিয়ন টেস্টার
শূন্যস্থান পূরণ: ১১. সোল্ডারিং স্ট্যান্ড ১২. স্ক্রু-ড্রাইভার ১৩. পাওয়ার টুল ১৪. ধাতু বা প্লাস্টিক ১৫. পরীক্ষা/পর্যবেক্ষণ

জব শিট (Job Sheet)-২.১: ইলেকট্রনিক্স হ্যান্ড টুলস ও পাওয়ার টুলস শনাক্তকরণ এবং এদের সঠিক ব্যবহার পদ্ধতি অনুশীলন।

উদ্দেশ্য:
বিভিন্ন প্রকার হ্যান্ড টুলস ও পাওয়ার টুলস শনাক্ত করতে পারা।
টুলস ও ইকুইপমেন্টের মধ্যে পার্থক্য বুঝতে পারা।
নিরাপদভাবে টুলস ব্যবহারের দক্ষতা অর্জন করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম (Tools & Equipments):
হ্যান্ড টুলস: কম্বিনেশন প্লায়ার্স, সাইড কাটিং প্লায়ার্স, নোজ প্লায়ার্স, স্ক্রু-ড্রাইভার সেট, তার কাটার নাইফ, সোল্ডার সাকার, সোল্ডারিং স্ট্যান্ড।
পাওয়ার টুলস: সোল্ডারিং আয়রন, হট এয়ার গান, মিনি ড্রিল মেশিন।
ইকুইপমেন্ট: মাল্টিমিটার/অ্যাভোমিটার, নিয়ন টেস্টার।

কাজের ধাপ (Work Steps):

১. ল্যাবরেটরিতে সংরক্ষিত টুলস বক্স থেকে প্রয়োজনীয় হ্যান্ড টুলসগুলো সংগ্রহ করুন।
২. প্রতিটি টুলের বাহ্যিক অবস্থা (যেমন ইনসুলেশন ঠিক আছে কি না) পরীক্ষা করুন।
৩. একটি সোল্ডারিং আয়রন নিন এবং একে সোল্ডারিং স্ট্যান্ডে স্থাপন করে বৈদ্যুতিক সংযোগ দিন।
৪. নিয়ন টেস্টারের মাধ্যমে এসি লাইনে বিদ্যুৎ আছে কি না তা পরীক্ষা করুন।
৫. সোল্ডার সাকারের স্প্রিং লোড চেক করুন এবং এটি কীভাবে সোল্ডার শোষণ করে তা অনুশীলন করুন।
৬. কাজ শেষে প্রতিটি টুলস পরিষ্কার করে নির্দিষ্ট স্থানে গুছিয়ে রাখুন।

সতর্কতা (Safety Measures):

সোল্ডারিং আয়রন গরম থাকা অবস্থায় সাবধানে নাড়াচাড়া করুন।
ইনসুলেশন ছাড়া কোনো হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করবেন না।
পাওয়ার টুলস ব্যবহারের পর অবশ্যই মেইন সুইচ বন্ধ করে দিন।

ইনফরমেশন শিট-২.২: সোল্ডারিং ও ডি-সোল্ডারিং পদ্ধতি এবং ত্রুটি

শিখনফল-২.২: সোল্ডারিং ও ডি-সোল্ডারিং পদ্ধতি এবং ত্রুটি সম্পর্কে জানতে পারবে।
শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন, করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **সোল্ডারিং ও ডি-সোল্ডারিং বা কম্পোনেন্ট খোলার সঠিক সরঞ্জাম চিনতে পারবেন।**
২. **সোল্ডারিং ও ডি-সোল্ডারিংয়ের সঠিক ধাপগুলো অনুসরণ করা।**

সোল্ডারিং ও ডি-সোল্ডারিং বা কম্পোনেন্ট খোলার সঠিক সরঞ্জাম

যে প্রক্রিয়ার মাধ্যমে দুই বা ততো ধিক ধাতব বস্তুকে (যেমন: তার বা ইলেকট্রনিক পার্টস) একটি বিশেষ সংকর ধাতু গলিয়ে স্থায়ীভাবে জোড়া দেওয়া হয় তাকে সোল্ডারিং বলে । ইলেকট্রনিক্স সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহ নিশ্চিত করতে এবং পার্টসগুলোকে বোর্ডের সাথে মজবুতভাবে আটকে রাখতে সোল্ডারিং অপরিহার্য।

সোল্ডারিং করার জন্য প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম

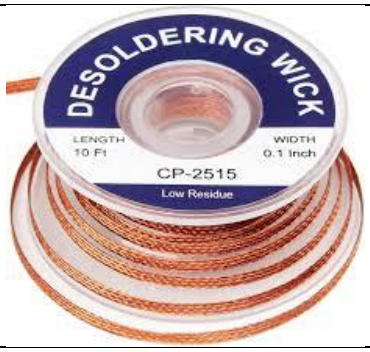
সোল্ডারিং আয়রন (তাতাল): সোল্ডারিং আয়রন বা তাতাল হলো ইলেকট্রনিক্স পার্টস ও তার জোড়া দেওয়ার (ঝালাই) একটি গুরুত্বপূর্ণ বৈদ্যুতিক টুল, যা তাপের মাধ্যমে রাং (Solder) গলিয়ে সংযোগ তৈরি করে । সাধারণত ৬০ ওয়াট বা তার বেশি ক্ষমতার তাতাল (220V) ভারী কাজ বা বড় কানেকশনের জন্য বেশি জনপ্রিয়। এর প্রধান অংশগুলো হলো মেটাল টিপ/বিট, হিটিং কয়েল, বডি ও ইলেকট্রিক তার।

সোল্ডারিং লিড (Solder Wire): সোল্ডারিং লিড বা রাং (Solder Wire) হলো ইলেকট্রনিক্স ও বৈদ্যুতিক কাজের জন্য ব্যবহৃত একটি সংকর ধাতু, যা প্রধানত টিন (Sn) ও সীসা (Pb) দিয়ে তৈরি (সাধারণত ৬০/৪০ অনুপাতে) । এটি কম গলনাঙ্কবিশিষ্ট (প্রায় ১৮৩±C to ২০০±C) এবং এর ভেতরে ফ্লাক্স (Flux) থাকে, যা পিসিবি (PCB) ও ইলেকট্রনিক্স পার্টস জোড়া দেওয়ার সময় অক্সাইড দূর করে এবং মসৃণ ঝালাই নিশ্চিত করে।

সোল্ডারিং ফ্লাক্স বা রজন: সোল্ডারিং ফ্লাক্স বা রজন (Rosin) হলো ইলেকট্রনিক্স ও ধাতব কাজে ব্যবহৃত একটি রাসায়নিক পরিষ্কারক, যা মেটালের ওপর থেকে অক্সাইড ও ময়লা দূর করে। এটি সোল্ডারকে (রাঙ) গলিত অবস্থায় দ্রুত প্রবাহিত হতে ও ধাতব পৃষ্ঠের সাথে শক্তভাবে লেগে থাকতে সাহায্য করে। রজন মূলত পাইন গাছ থেকে প্রাপ্ত একটি প্রাকৃতিক উপাদান।

ডি-সোল্ডারিং

পিসিবি (PCB) থেকে কোনো কম্পোনেন্ট খোলার প্রক্রিয়াকে ডি-সোল্ডারিং বলে। এটি সাধারণত নষ্ট পার্টস পরিবর্তন বা ভুল সংযোগ ঠিক করতে করা হয়। ডি-সোল্ডারিং করার সময় অসতর্কতার কারণে পিসিবির কপার লাইন (Track) উঠে যেতে পারে। তাই ডি-সোল্ডারিং করার সময় সতর্ক থাকতে হয় যেন, অতিরিক্ত তাপে পিসিবির প্যাড নষ্ট হয়ে না যায়। কম্পোনেন্ট আলগা না হওয়া পর্যন্ত টানাটানি না করা, এতে পিসিবি ছিঁড়ে যেতে পারে। কাজ শেষে ডি-সোল্ডারিং পাম্প সরাসরি বন্ধ না করা এতে ভেতরের গরম বাতাসে এসএমডি রিওয়ার্ক স্টেশন নষ্ট হতে পারে।

ডি-সোল্ডারিং করার জন্য প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম	
ডি-সোল্ডারিং পাম্প (Sucker): ডি-সোল্ডারিং পাম্প (যাকে সোল্ডার সাকার বা সাকার বলা হয়) হলো ইলেকট্রনিক্স সার্কিট থেকে গলিত সোল্ডার বা রাং অপসারণ করার একটি অত্যন্ত কার্যকর হ্যান্ড টুল। এটি মূলত সার্কিট বোর্ড মেরামতের সময় পুরনো যন্ত্রাংশ (Component) সরিয়ে নতুন যন্ত্রাংশ লাগাতে বা ত্রুটি সারাতে ব্যবহৃত হয়।	
ডি-সোল্ডারিং উইক (Desoldering Wick/Braid): হলো ফ্লাক্সযুক্ত তামার তারের একটি বিনুনি, যা ইলেকট্রনিক্স মেরামতে প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ড (PCB) থেকে অতিরিক্ত সোল্ডার বা সোল্ডার ব্রিজ সরাতে ব্যবহৃত হয়। এটি সোল্ডারিং আয়রনের তাপে গলিত সোল্ডার শোষণ করে নেয়। এটি মূলত PCB থেকে নষ্ট উপাদান (component) অপসারণ বা পিন পরিষ্কার করতে ব্যবহৃত হয়।	
হট ইয়ার গান (Hot Air Gun): হট ইয়ার গান (Hot Air Gun) হলো একটি শক্তিশালী বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম যা উচ্চ তাপমাত্রার (সাধারণত 400±F থেকে 1200± F'বা তার বেশি) বাতাস প্রবাহ তৈরি করে। এটি মূলত পেইন্ট রিমুভাল, পাইপ বেন্ডিং, প্লাস্টিক ওয়েল্ডিং, হিট-শ্রিংকিং, এবং ইলেকট্রনিক্স মেরামতে (SMD/BGA desoldering) ব্যবহৃত হয়। বাংলাদেশে এগুলোর দাম সাধারণত ১,৫০০ থেকে ১৫,০০০ টাকার মধ্যে হয়ে থাকে।	

SMD রিওয়ার্ক স্টেশন একটি SMD (সারফেস মাউন্ট ডিভাইস) রিওয়ার্ক স্টেশন হল একটি বিশেষায়িত টুল যা PCB-তে সোল্ডারিং, ডি-সোল্ডারিং এবং সারফেস-মাউন্টেড উপাদান মেরামতের জন্য ব্যবহৃত হয়, যা সাধারণত মোবাইল ফোন এবং ইলেকট্রনিক্স মেরামতে ব্যবহৃত হয়। জনপ্রিয় 858A বা 2-in-1 8586-এরমতো এই স্টেশনগুলিতে সামঞ্জস্যযোগ্য হট এয়ার বন্দুক (100-480±C), সুনির্দিষ্ট বায়ুপ্রবাহ নিয়ন্ত্রণ রয়েছে এবং প্রায়শই IC, BGA এবং ঠান্ডা জয়েন্ট মেরামতের জন্য সোল্ডারিং আয়রন অন্তর্ভুক্ত থাকে।	

সোল্ডারিং ও ডি-সোল্ডারিংয়ের সঠিক ধাপগুলো অনুসরণ

সোল্ডারিং করার সঠিক ধাপ

সার্কিট পরিষ্কার করা: পিসিবি বোর্ড এবং কম্পোনেন্টের লেগগুলো পরিষ্কার কাপড় বা থিনার দিয়ে মুছে নিতে হয়।

টিপ টিনিং: সোল্ডারিং আয়রন গরম হলে এর আগায় সামান্য রাং লাগিয়ে নিতে হয়, একে টিনিং বলে।
গরম করা (Heating): আয়রনের টিপটি সংযোগস্থলে ২-৩ সেকেন্ড ধরে জায়গাটি গরম করতে হয়।

লিড প্রয়োগ (Feeding Solder): গরম থাকা অবস্থায় সেখানে সোল্ডারিং লিড স্পর্শ করতে হয়। লিড গলে গিয়ে জয়েন্টের চারপাশে ছড়িয়ে পড়বে।

ঠান্ডা হওয়া: লিড গলে যাওয়ার পর আয়রন সরিয়ে নিতে হয় এবং কয়েক সেকেন্ড স্থির রাখতে হয় যাতে জোড়াটি ঠান্ডা হয়ে শক্ত হয়।

সোল্ডারিং এর ত্রুটি

একটি আদর্শ সোল্ডারিং জয়েন্ট দেখতে উজ্জ্বল, মসৃণ এবং অনেকটা পাহাড়ের চূড়ার (Cone shape) মতো হবে। যদি জয়েন্টটি ধূসর বা দানাদার দেখায়, তবে বুঝতে হবে এটি 'কোল্ড সোল্ডার' (Cold Solder), যা খুব দ্রুত ভেঙে যেতে পারে। এক্ষেত্রে পুনরায় গরম করে নতুন লিড দিতে হয়।

ডি-সোল্ডারিং করার সঠিক ধাপ:

১. সোল্ডারিং আয়রন দিয়ে জয়েন্টের রাং গলিয়ে নিন।
২. রাং গলে গেলে দ্রুত ডি-সোল্ডারিং পাম্পের নজল জয়েন্টের কাছে এনে বাটন টিপুন।
৩. পাম্পটি গলিত রাং চুষে নেবে এবং কম্পোনেন্টের পা আলগা হয়ে যাবে।
৪. যদি ছিদ্র পরিষ্কার না হয়, তবে পুনরায় সামান্য নতুন রাং দিয়ে আবার চেষ্টা করুন।

ডি-সোল্ডারিং এর ত্রুটি

পিসিবি প্যাড বা ট্র্যাক উঠে যাওয়া (Pad or Track Lifting)

এটি ডি-সোল্ডারিংয়ের সবচেয়ে সাধারণ এবং ক্ষতিকর ত্রুটি।
কারণ: সোল্ডারিং আয়রন দিয়ে পিসিবি-তে দীর্ঘক্ষণ ধরে অতিরিক্ত তাপ দিলে প্যাডের আঠা নষ্ট হয়ে যায় এবং প্যাডটি বোর্ড থেকে আলগা হয়ে উঠে আসে।
ফলাফল: সার্কিটের কানেকশন বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় এবং বোর্ডটি ব্যবহারের অনুপযোগী হয়ে পড়ে।

ড্রাই জয়েন্ট বা কোল্ড জয়েন্ট (Dry/Cold Joint)

ডি-সোল্ডারিং করার পর পুনরায় সোল্ডার করার সময় এই সমস্যাটি বেশি হয়।
কারণ: যদি ডি-সোল্ডারিংয়ের সময় পুরনো রাং (Solder) পুরোপুরি পরিষ্কার না করা হয়, তবে নতুন রাং পুরনোটির সাথে ঠিকমতো মিশতে পারে না।
ফলাফল: সংযোগটি নড়বড়ে থাকে এবং বিদ্যুৎ প্রবাহে বাধা সৃষ্টি করে।

শর্ট সার্কিট বা সোল্ডার ব্রিজ (Solder Bridge)

কারণ: সাকার বা পাম্প দিয়ে রাং শোষন করার সময় যদি গলিত রাং ছিটকে পাশের অন্য কোনো পয়েন্টে গিয়ে পড়ে এবং শক্ত হয়ে যায়।
ফলাফল: দুটি আলাদা পয়েন্ট যুক্ত হয়ে শর্ট সার্কিট তৈরি হয়, যা পুরো ডিভাইসটি নষ্ট করে দিতে পারে।

কম্পোনেন্ট পুড়ে যাওয়া (Heat Damage to Components)

কারণ: আইসি (IC) বা সেনসিটিভ পার্টস খোলার সময় যদি অনেকক্ষণ ধরে তাপ দেওয়া হয়। প্রতিটি কম্পোনেন্টের একটি নির্দিষ্ট তাপ সহনক্ষমতা থাকে।
ফলাফল: কম্পোনেন্টটি ভেতর থেকে নষ্ট হয়ে যায়, যদিও বাইরে থেকে দেখতে ভালো মনে হতে পারে।

পি হোল জ্যাম হওয়া (Plated-through Hole Clogging)

কারণ: অনেক সময় সাকার দিয়ে টানার পরেও ছিদ্রের ভেতরে কিছুটা রাং থেকে যায় এবং তা দ্রুত শক্ত হয়ে ছিদ্রটি বন্ধ করে দেয়।
ফলাফল: নতুন কম্পোনেন্ট লাগানোর সময় এর লেগ আর ছিদ্র দিয়ে ভেতরে ঢোকানো যায় না।

সেলফ চেক (Self-Check) -২.২

১. একটি ভালো সোল্ডারিং জয়েন্টের আকার কেমন হওয়া উচিত? (ক) গোল বলের মতো (খ) পাহাড়ের চূড়ার বা শঙ্কুর মতো (গ) চ্যাপ্টা (ঘ) লম্বা
২. 'কোল্ড জয়েন্ট' (Cold Joint) হওয়ার প্রধান কারণ কী? (ক) অতিরিক্ত তাপ (খ) সঠিক তাপমাত্রায় না পৌঁছানো (গ) ভালো রাং ব্যবহার করা (ঘ) দ্রুত কাজ করা
৩. পিসিবি থেকে আইসি বা কম্পোনেন্ট খোলার প্রক্রিয়াকে কী বলে? (ক) সোল্ডারিং (খ) ডি-সোল্ডারিং (গ) মাউন্টিং (ঘ) স্ক্রুয়িং
৪. ডি-সোল্ডারিং উইক (Wick) সাধারণত কী দিয়ে তৈরি হয়? (ক) প্লাস্টিক (খ) সিলিকন (গ) তামা বা কপার (ঘ) রাবার
৫. এসটিডি (SMD) কম্পোনেন্ট খোলার জন্য নিচের কোনটি ব্যবহার করা সবচেয়ে সুবিধাজনক? (ক) হাতুড়ি (খ) হট এয়ার গান (গ) চিমটা (ঘ) সোল্ডারিং গান

৬. ডি-সোল্ডারিংয়ের সময় অনেকক্ষণ তাপ দিলে পিসিবির কী ক্ষতি হতে পারে? (ক) পিসিবি শক্ত হয় (খ) কপার ট্র্যাক বা প্যাড উঠে যেতে পারে (গ) ভোল্টেজ বাড়ে (ঘ) কোনো ক্ষতি হয় না
৭. পাম্পের ভেতরে জমা হওয়া রাং পরিষ্কার করা কেন জরুরি? (ক) পাম্পের ওজন কমাতে (খ) পরবর্তী কাজে ভ্যাকুয়াম বা টান বজায় রাখতে (গ) পাম্প গরম করতে (ঘ) সৌন্দর্য বাড়াতে

উত্তর পত্র (Answer Key) – ২.২

১. (খ) পাহাড়ের চূড়ার বা শঙ্কুর মতো (Cone Shape) ২. (খ) সঠিক তাপমাত্রায় না পৌঁছানো
২. (খ) ডি-সোল্ডারিং ৪. (গ) তামা বা কপার ৫. (খ) হট এয়ার গান
৩. (খ) কপার ট্র্যাক বা প্যাড উঠে যেতে পারে ৭. (খ) পরবর্তী কাজে ভ্যাকুয়াম বা টান বজায় রাখতে

জব শীট-২.২: সঠিক পদ্ধতিতে সোল্ডারিং এবং ডি-সোল্ডারিং অনুশীলন এবং ত্রুটি শনাক্তকরণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও উপকরণঃ
যন্ত্রপাতি: সোল্ডারিং আয়রন (২৫/৩৫ ওয়াট), ডি-সোল্ডারিং পাম্প (সাকার), ডি-সোল্ডারিং উইক, হট এয়ার গান (SMD-এর জন্য), সোল্ডারিং স্ট্যান্ড, টুইজার।

উপকরণ: সোল্ডারিং লিড (৬০/৪০), সোল্ডারিং ফ্লাক্স/রজন, ভেরো বোর্ড বা পিসিবি, রেজিস্টর/ক্যাপাসিটর (প্র্যাকটিসের জন্য), থিনার ও কাপড়।

কাজের ধাপঃ
ধাপ ১: সোল্ডারিং প্রক্রিয়া (Soldering Process)
১. প্রথমে পিসিবি এবং কম্পোনেন্টের লেগ থিনার বা কাপড় দিয়ে পরিষ্কার করে নিন।
২. সোল্ডারিং আয়রন গরম করে এর টিপে সামান্য রাং লাগিয়ে 'টিনিং' করে নিন।
৩. কম্পোনেন্টের লেগ পিসিবি ছিদ্র দিয়ে প্রবেশ করিয়ে উল্টো পাশে আয়রনের টিপ ২-৩ সেকেন্ড ধরে জয়েন্টটি গরম করুন।
৪. গরম অবস্থায় সোল্ডারিং লিড স্পর্শ করুন। লিড গলে জয়েন্টের চারপাশে ছড়িয়ে পড়লে আয়রন সরিয়ে নিন।
৫. জয়েন্টটি স্থির রেখে ঠান্ডা হতে দিন এবং দেখুন এটি উজ্জ্বল ও শঙ্কু আকৃতির (Cone shape) হয়েছে কি না।

ধাপ ২: ডি-সোল্ডারিং প্রক্রিয়া (De-soldering Process)
১. সোল্ডারিং আয়রন দিয়ে পুরনো জয়েন্টের রাং গলিয়ে নিন।
২. রাং গলে তরল হওয়া মাত্রই দ্রুত ডি-সোল্ডারিং পাম্পের (Sucker) নজেল জয়েন্টের কাছে এনে বাটন টিপুন।
৩. যদি রাং পুরোপুরি পরিষ্কার না হয়, তবে পুনরায় সামান্য নতুন রাং দিয়ে আবার চেষ্টা করুন।
৪. সূক্ষ্ম জায়গার জন্য ডি-সোল্ডারিং উইক ব্যবহার করুন (উইকটি জয়েন্টের ওপর রেখে আয়রন দিয়ে চাপ দিন, তামা রাং শুষে নেবে) ।

সতর্কতা (Safety Precautions):
- সোল্ডারিং আয়রন ব্যবহারের সময় এর মেটাল অংশ স্পর্শ করবেন না।
- কাজ শেষে হট এয়ার গান বা এসএমডি রিওয়ার্ক স্টেশন সরাসরি বন্ধ করবেন না, অটো-কুলিং মোড ব্যবহার করুন।
- কম্পোনেন্ট পুরোপুরি আলগা না হওয়া পর্যন্ত টানাটানি করবেন না, এতে পিসিবি ছিঁড়ে যেতে পারে।

মডিউল-৩: এসেম্বল ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্টস অন পিসিবি

ইউনিট কোড: SICIP-LE-IET-03-0 **নোমিনাল আওয়ার: ৫৪ ঘন্টা**

মডিউলের বিবরণ (Module Descriptor):
এই মডিউলে বিভিন্ন ইলেকট্রনিক অ্যাপ্লায়েন্স এবং পণ্যের পরিচিতির জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। বিশেষ করে প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ড (PCB)-এ বিভিন্ন ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্ট সঠিকভাবে মাউন্টিং করা, ইলেকট্রনিক মডিউল সম্পর্কে ধারণা লাভ এবং ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সে ব্যবহৃত বিভিন্ন সিম্বল বা প্রতীক শনাক্ত করার প্রক্রিয়াগুলো এখানে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে।

শিখনফল (Learning Outcomes): এই মডিউল সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নের বিষয়গুলো শিখতে পারবে-

১. পিসিবি (PCB) এবং ইলেকট্রনিক মডিউল সম্পর্কে পরিষ্কার ধারণা লাভ করবে।
২. প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ডে কম্পোনেন্ট মাউন্টিং করার আগে প্রয়োজনীয় প্রস্তুতি ও করণীয় বিষয়গুলো জানতে পারবে।
৩. থ্রু-হোল (Through-hole) এবং এসএমডি (SMD) কম্পোনেন্ট মাউন্টিংয়ের মধ্যে পার্থক্য করতে পারবে।
৪. ইলেকট্রনিক মডিউলের কার্যকারিতা সম্পর্কে ধারণা লাভ করবে।
৫. ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সে ব্যবহৃত বিভিন্ন সিম্বল (যেমন: থাইরিস্টর, অপ-অ্যাম্প, ট্রানজিস্টর, সুইচ ইত্যাদি) শনাক্ত ও ব্যাখ্যা করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া (Assessment Criteria):

১. পিসিবি এবং ইলেক্ট্রনিক মডুল সম্পর্কে ধারনা করা।
২. প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ড এ কম্পোনেন্ট মাউন্টিংয়ের আগে করণীয় বিষয়গুলো জানতে পারবে।
৩. থ্রু-হোল (Through-hole) এবং এসএমডি (SMD) কম্পোনেন্ট মাউন্টিংয়ের পার্থক্য করা।
৪. ইলেক্ট্রনিক মডুল সম্পর্কে ধারনা করা ।
৫. ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সে ব্যবহৃত সিম্বল সম্পর্কে জানা।

ইনফরমেশন শিট-৩.১: অ্যাসেম্বলিংয়ের জন্য প্রয়োজনীয় পিসিবি, ইলেকট্রনিক মডিউল এবং ম্যাটেরিয়াল

শিখনফল-৩.১: অ্যাসেম্বলিংয়ের জন্য প্রয়োজনীয় পিসিবি, ইলেকট্রনিক মডিউল এবং ম্যাটেরিয়ালস সম্পর্কে ধারনা লাভ করবে।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

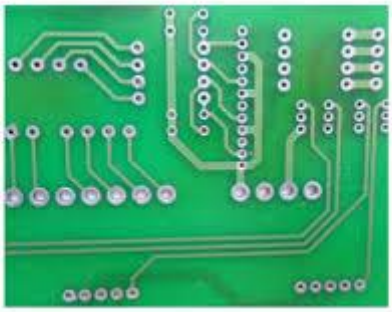
১. **পিসিবি এবং ইলেক্ট্রনিক মডুল সম্পর্কে ধারনা লাভ করবে।**
২. **প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ড এ কম্পোনেন্ট মাউন্টিংয়ের আগে করণীয় বিষয়গুলো জানতে পারবে।**
৩. **থ্রু-হোল (Through-hole) এবং এসএমডি (SMD) কম্পোনেন্ট মাউন্টিংয়ের পার্থক্য**
৪. **ইলেক্ট্রনিক মডুল সম্পর্কে ধারনা**

পিসিবি এবং ইলেক্ট্রনিক মডুল সম্পর্কে ধারনা

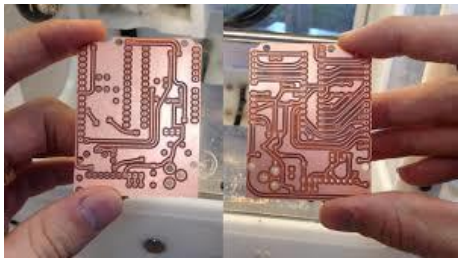
পিসিবি এটি একটি ইনসুলেটিং বোর্ড যার ওপর তামার চিকন স্তর বা 'ট্র্যাক' (Track) থাকে। এই ট্র্যাকগুলোই তারের কাজ করে এবং বিভিন্ন কম্পোনেন্টকে একে অপরের সাথে যুক্ত করে। সুবিধা: কম জায়গা লাগে, তারের সংযোগ কমায়, রক্ষণাবেক্ষণ সহজ এবং দ্রুত সার্কিট তৈরি করা যায় ।কম্পিউটার, মোবাইল, টেলিভিশন, মেডিকেল যন্ত্রপাতি (সিটি স্ক্যানার, মনিটর) এবং সব ধরনের আধুনিক ইলেকট্রনিক ডিভাইসে পিসিবি অপরিহার্য ।

পিসিবির ধরণ

সিঙ্গেল লেয়ার পিসিবি: বোর্ডের কেবল এক পাশে তামা থাকে।



ডাবল লেয়ার পিসিবি: বোর্ডের দুই পাশেই তামা এবং সংযোগ থাকে।



মালটি লেয়ার পিসিবি

প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ড এ কম্পোনেন্ট মাউন্টিংয়ের নিয়ম

প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ড এ কম্পোনেন্ট মাউন্টিংয়ের আগে করণীয় বিষয়গুলো

প্রিপারেশন: অ্যাসেম্বলিংয়ের আগে পিসিবিতে কোনো ফাটল বা শর্ট সার্কিট আছে কি না তা 'কন্টিনিউটি টেস্ট' (Continuity Test) এর মাধ্যমে যাচাই করতে হয়।

কন্টিনিউটি টেস্ট (Continuity Test): মাল্টিমিটারকে 'বাজার' (Buzzer) মোডে রেখে পরীক্ষা করা হয় যে পিসিবি ট্র্যাকের এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে বিদ্যুৎ পৌঁছাচ্ছে কি না। এটি শর্ট সার্কিট বা ওপেন সার্কিট খুঁজে বের করতে সাহায্য করে।
কোল্ড টেস্টিং (Cold Testing): পাওয়ার অফ থাকা অবস্থায় রেজিস্ট্যান্স এবং ডায়োড পরীক্ষা করা।
হট টেস্টিং (Hot Testing): সার্কিটে পাওয়ার দিয়ে বিভিন্ন পয়েন্টে ভোল্টেজ মাপা।

সতর্কতা: হট টেস্টিংয়ের সময় অবশ্যই ইনসুলেটেড গ্লাভস ব্যবহার করা বা সাবধানতা অবলম্বন করা উচিত।

পিসিবি ড্রিলিং এবং কম্পোনেন্ট প্লেসমেন্ট (PCB Drilling and Component Placement)

ড্রিলিং (Drilling): থ্রু-হোল (Through-hole) কম্পোনেন্ট বসানোর জন্য পিসিবিতে সূক্ষ্ম ছিদ্র করতে হয়। ড্রিল বিটের সাইজ কম্পোনেন্টের পায়ের পুরুত্ব অনুযায়ী হতে হবে (সাধারণত ০.৮ মিমি থেকে ১.২ মিমি) ।

প্লেসমেন্ট গাইড

সিল্কস্ক্রিন **(Silkscreen):** পিসিবির ওপর সাদা রঙের যে লেখা বা চিহ্ন থাকে (যেমন- R1, C1, D1) তাকে সিল্কস্ক্রিন বলে। এটি দেখে সঠিক স্থানে কম্পোনেন্ট বসাতে হয়।

মডিউল মাউন্টিং: মডিউলগুলো সরাসরি পিসিবিতে সোল্ডার করা যায় অথবা 'ফিমেল হেডার পিন' (Female Header Pins) ব্যবহার করে প্লাগ-ইন সিস্টেমে বসানো যায় যাতে প্রয়োজনে মডিউল পরিবর্তন করা সহজ হয়

অ্যাসেম্বলিংয়ের সময় কম্পোনেন্টগুলো পিসিবিতে বসানোর কিছু স্ট্যান্ডার্ড নিয়ম

লিড ফর্মিং: কম্পোনেন্টের পা সরাসরি গোড়া থেকে বাঁকানো উচিত নয়। এতে ইন্টারনাল কানেকশন নষ্ট হতে পারে। লং নোজ প্লায়ার্স ব্যবহার করে নির্দিষ্ট দূরত্বে ৯০ ডিগ্রি কোণে বাঁকাতে হবে।
বসানোর ক্রম: সাধারণত ছোট এবং নিচু কম্পোনেন্টগুলো (যেমন: রেজিস্টর, ডায়োড) আগে বসাতে হয় এবং বড় কম্পোনেন্টগুলো (যেমন: ট্রান্সফরমার, বড় ক্যাপাসিটর) শেষে বসাতে হয়।
পোলারিটি (Polarity): ক্যাপাসিটর, ডায়োড এবং আইসি বসানোর সময় তাদের পজিটিভ-নেগেটিভ বা পিন নম্বর অবশ্যই পিসিবির মার্কিং অনুযায়ী মেলাতে হবে।
পোলারিটি (Polarity): ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটর, ডায়োড, ট্রানজিস্টর এবং এলইডি (LED) এর নির্দিষ্ট পজিটিভ ও নেগেটিভ দিক থাকে। পিসিবি সিল্কস্ক্রিনের চিহ্ন দেখে এগুলো সঠিক দিকে বসাতে হবে। ভুল দিকে বসালে সার্কিট জ্বলে যেতে পারে।
আইসি মাউন্টিং: আইসি সরাসরি সোল্ডার করা ঝুঁকির্পূণ হতে পারে। তাই সাধারণত পিসিবিতে প্রথমে একটি IC Base/Socket সোল্ডার করা হয় এবং তার ওপর আইসি বসানো হয়।

পিন ১ শনাক্তকরণ: প্রতিটি আইসিতে একটি খাঁজ (Notch) বা ডট (Dot) থাকে যা দিয়ে ১ নম্বর পিন শনাক্ত করা হয়।

উচ্চতা: রেজিস্টর বা ডায়োড পিসিবির সাথে একদম লাগিয়ে (Flush mount) বসানো হয়। তবে যেসব কম্পোনেন্ট গরম হয় (যেমন- পাওয়ার রেজিস্টর), সেগুলো পিসিবি থেকে ১-২ মিমি উপরে রাখা হয় যাতে বাতাস চলাচল করতে পারে।

সমান্তরাল বিন্যাস: সার্কিটের সৌন্দর্য এবং মেরামতের সুবিধার জন্য কম্পোনেন্টগুলো একে অপরের সমান্তরালে বা নির্দিষ্ট লাইনে সাজানো উচিত।

ট্রিম (Trimming): সোল্ডারিং শেষ হওয়ার পর কম্পোনেন্টের বাড়তি পাগুলো সাইড কাটার দিয়ে সোল্ডারের খুব কাছ থেকে কেটে ফেলতে হয়। সতর্ক থাকতে হবে যেন কাটার সময় সোল্ডার জয়েন্টে চাপ না লাগে।
পরিষ্কার করা (Cleaning): সোল্ডারিংয়ের পর পিসিবিতে ফ্লাক্সের অবশিষ্টাংশ লেগে থাকে। এটি পরিষ্কার করতে আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল (IPA) এবং একটি ব্রাশ ব্যবহার করা হয়। এটি সার্কিটকে জং ধরা (Corrosion) থেকে রক্ষা করে।

ভিজ্যুয়াল ইনস্পেকশন: ম্যাগনিফাইং গ্লাস দিয়ে পরীক্ষা করতে হয় যেন দুটি জয়েন্ট রাং দিয়ে একে অপরের সাথে লেগে না যায় (যাকে Solder Bridge বলে)।

পিসিবিতে কম্পোনেন্ট বসানোর প্রক্রিয়াকে মাউন্টিং বলা হয়। এটি মূলত দুই প্রকার:

থ্রু-হোল মাউন্টিং (Through-hole Mounting): কম্পোনেন্টের পাগুলো পিসিবির ছিদ্র দিয়ে ঢুকিয়ে অন্য প্রান্তে সোল্ডারিং করা হয়। বড় কম্পোনেন্ট এবং পাওয়ার সার্কিটে এটি বেশি
ব্যবহৃত হয়।

সারফেস মাউন্ট টেকনোলজি (SMT/SMD): কম্পোনেন্টগুলো পিসিবির ছিদ্র ছাড়াই সরাসরি তামার স্তরের (Pad) ওপর বসিয়ে সোল্ডারিং করা হয়। এটি আধুনিক এবং ছোট ইলেকট্রনিক ডিভাইসে (যেমন- মোবাইল, ল্যাপটপ) ব্যবহৃত হয়।

একটি ইলেকট্রনিক সার্কিট সফলভাবে অ্যাসেম্বল করার জন্য নিচের প্রস্তুতিগুলো প্রয়োজন:

পিসিবি (PCB) নির্বাচন ও পরিষ্কারকরণ: কাজের শুরুতেই নিশ্চিত করতে হবে পিসিবিতে কোনো শর্ট লাইন বা ময়লা নেই। প্রয়োজনে পিসিবি ক্লিনার বা আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল দিয়ে প্যাডগুলো পরিষ্কার করতে হবে।

কম্পোনেন্ট যাচাই (Testing Components): সার্কিটে বসানোর আগে প্রতিটি কম্পোনেন্ট (যেমন: রেজিস্টর, ক্যাপাসিটর, ডায়োড) মাল্টিমিটার বা কম্পোনেন্ট টেস্টার দিয়ে মেপে নিতে হবে যাতে নষ্ট পার্টস সার্কিটে না ঢোকে।

টুলস চেকআপ: সোল্ডারিং আয়রনের বিট পরিষ্কার আছে কি না এবং কাটিং প্লায়ার্সের ধার ঠিক আছে কি না তা দেখে নিতে হবে।

বিওএম (BOM - Bill of Materials) অনুসরণ: সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সব কম্পোনেন্ট সঠিক মানে ও পরিমাণে আছে কি না তা মিলিয়ে নিতে হবে।

ভ্যারিয়েবলস (Variables): ইন্ডাস্ট্রিতে বড় পরিসরে কাজের সময় ছোট ছোট বিন (Bin) বা বক্সে কম্পোনেন্টগুলো আলাদা করে সাজিয়ে রাখা হয় যাতে ভুল হওয়ার সম্ভাবনা না থাকে।

ভিজ্যুয়াল ইনস্পেকশনঃ পাওয়ার দেওয়ার আগে সার্কিটটি চোখ দিয়ে ভালো করে পরীক্ষা করাকে ভিজ্যুয়াল ইনস্পেকশন বলে।

সোল্ডার ব্রিজ (Solder Bridge): দুটি জয়েন্ট একে অপরের সাথে লেগে গিয়ে শর্ট সার্কিট তৈরি করেছে কি না তা পরীক্ষা করা।

ড্রাই জয়েন্ট (Dry Joint): কোনো জয়েন্ট নড়বড়ে বা অমসৃণ আছে কি না তা দেখা।

পোলারিটি চেক (Polarity Check): ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটর, ডায়োড এবং ট্রানজিস্টরগুলো সঠিক দিকে বসানো হয়েছে কি না তা নিশ্চিত করা।

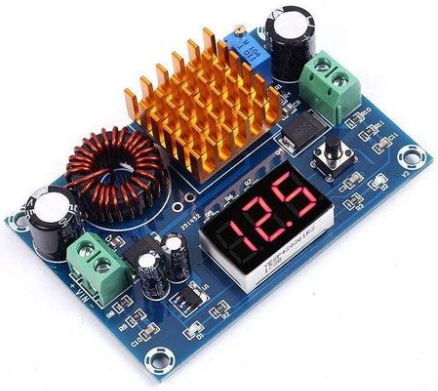
পরিচ্ছন্নতা: পিসিবিতে অতিরিক্ত রাংয়ের কণা বা ফ্লাক্স লেগে আছে কি না তা দেখা।

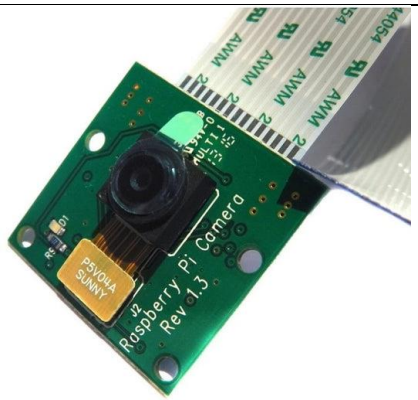
ইলেক্ট্রনিক মডুল সম্পর্কে ধারনা

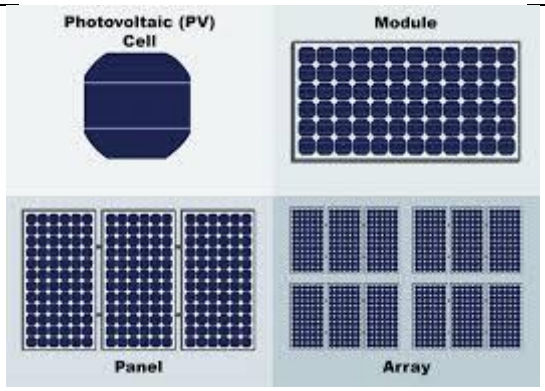
ইলেক্ট্রনিক মডুল মুলত অনেকগুলো কম্পোনেন্ট দিয়ে তৈরি একটি ছোট রেডিমেড সার্কিট যা নির্দিষ্ট একটি কাজ করে। যেমন- পাওয়ার সাপ্লাই মডিউল, ব্লুটুথ মডিউল বা সেন্সর মডিউল।

জনপ্রিয় ইলেকট্রনিক মডিউলের উদাহরণ:

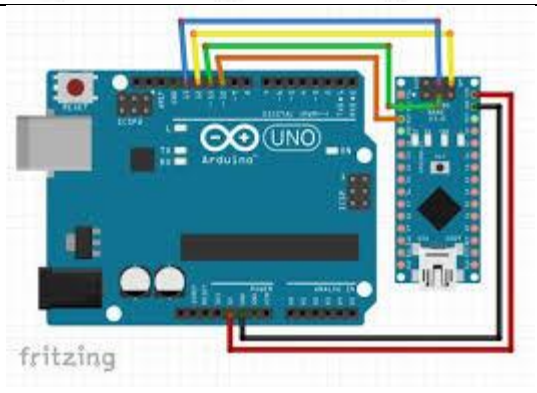
ইলেকট্রনিক মডিউলের নাম	ছবি
টাচ সেন্সর মডিউল মানুষের আঙুলের স্পর্শ বা উপস্থিতি সনাক্তকারী ছোট ইলেকট্রনিক ডিভাইস, যা প্রথাগত মেকানিক্যাল সুইচের বিকল্প হিসেবে কাজ করে। এগুলো সাধারণত ২-৫.৫V DC-তে কাজ করে এবং স্মার্ট সুইচ, রোবোটিক্স, লাইটিং কন্ট্রোল ও Arduino প্রজেক্টে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। এগুলোর দ্রুত রেসপন্স টাইম (৬০-২২০ms) এবং উচ্চ সংবেদনশীলতা রয়েছে। যেমন TTP223.	
আলট্রাসনিক দূরত্ব সেন্সর শব্দতরঙ্গ ব্যবহার করে কোনো বস্তুর দূরত্ব পরিমাপ করে। এটি উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির শব্দ প্রেরণ করে এবং বস্তুতে বাধা পেয়ে ফিরে আসা প্রতিধ্বনি (Echo) গ্রহণ করে দূরত্ব নির্ণয় করে। এটি মূলত রোবোটিক্স, পার্কিং সেন্সর এবং বাধা সনাক্তকরণের জন্য Arduino-র মতো মাইক্রোকন্ট্রোলারের সাথে ব্যবহৃত হয়। (যেমন HC-SR04.	

তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা সেন্সর এটি এমন ইলেকট্রনিক যন্ত্র যা পরিবেশের উষ্ণতা এবং বাতাসের জলীয় বাষ্পের পরিমাণ (আপেক্ষিক আর্দ্রতা) পরিমাপ করে সেগুলোকে বৈদ্যুতিক সংকেতে রূপান্তর করে । এগুলো মূলত ক্যাপাসিটিভ বা রেজিস্টিভ প্রযুক্তি ব্যবহার করে, এবং স্মার্ট হোম, শিল্প, কৃষি ও আবহাওয়া পর্যবেক্ষণে ব্যবহৃত হয় যেমন- DHT11, DHT22, AM2320।	
IR (ইনফ্রারেড) সেন্সর মডিউল এটি একটি সক্রিয় অবস্ট্যাকল ডিটেকশন ডিভাইস, যা IR LED (ট্রান্সমিটার) এবং একটি রিসিভারের সাহায্যে বাঁধা সনাক্ত করে।এটিপ্রতিফলিত ইনফ্রারেড আলো ব্যবহার করে ২-৮০ সেমি দূরত্বের মধ্যে বস্তু সনাক্ত করতে পারে। এটি ৩.৩V-৫V-এ কাজ করে, এতে সংবেদনশীলতা নিয়ন্ত্রণের জন্য একটি পটেনশিওমিটার থাকে এবং অবস্ট্যাকল থাকলে ডিজিটাল LOW (0) আউটপুট দেয়।	
ভোল্টেজ রেগুলেটর মডিউল (Voltage Regulator Module - VRM) এটি হলো ইলেকট্রনিক সার্কিট যা ইনপুট ভোল্টেজ পরিবর্তন হলেও আউটপুটে একটি সুনির্দিষ্ট ও স্থিতিশীল ভোল্টেজ বজায় রাখে । এটি সাধারণত উচ্চ ভোল্টেজ (যেমন: ১২V বা ৫V) কমিয়ে কম ভোল্টেজে (যেমন: মাইক্রোপ্রসেসরের জন্য ১.৫V-৩.৩V) রূপান্তর করতে ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত Buck converter বা লিনিয়ার রেগুলেটর প্রযুক্তি ব্যবহার করে।	

অডিও মডিউল (Audio Module) এটি হলো ছোট ইলেকট্রনিক বোর্ড যা শব্দ তৈরি, পরিবর্ধন (amplify), বা ব্লুটুথ রিসিভার হিসেবে কাজ করে। জনপ্রিয় মডিউলগুলোর মধ্যে Bluetooth 5.0 (VHM-314/XY-BT), 5W PAM8403, TDA2030, এবং MH-M18 উল্লেখযোগ্য, যা স্পিকার সিস্টেম, DIY প্রজেক্ট, বা ওয়্যারলেস মিউজিক সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়। এগুলোর দাম সাধারণত ১৩০-২০০ টাকার মধ্যে হয়ে থাকে।	
কীপ্যাড মডিউল (Keypad Module) এটি হলো এমন একটি ইনপুট ডিভাইস, যা সারি (rows) এবং কলামে (columns) সাজানো কতগুলো পুশ-বাটন বা সুইচের সমন্বয়ে গঠিত (সাধারণত 4x4 বা 4x3)। এটি খুব কম সংখ্যক পিন ব্যবহার করে মাইক্রোকন্ট্রোলারে (যেমন: আরডুইনো) ডাটা, পাসওয়ার্ড বা নির্দেশ ইনপুট দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়। এগুলো মূলত এক্সেস কন্ট্রোল, নিরাপত্তা সিস্টেম, বা ডিজিটাল ক্যালকুলেটরের মতো প্রজেক্টে ব্যাপকভাবে জনপ্রিয়।	
ক্যামেরা মডিউল এটি হলো একটি সমন্বিত ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা লেন্স, ইমেজ সেন্সর, ফ্লেক্সিবল প্রিন্টেড সার্কিট (FPC) এবং কন্ট্রোল সার্কিট নিয়ে গঠিত, যা ডিজিটাল ছবি বা ভিডিও ক্যাপচার করে । এটি স্মার্টফোন, ড্রোন, আইওটি (IoT) ডিভাইস এবং নিরাপত্তা ক্যামেরায় ব্যবহৃত হয়। জনপ্রিয় মডিউলগুলোর মধ্যে Raspberry Pi Camera, OV2640, এবং ESP32 Cam অন্যতম।	
লেজার মডিউল এটি হলো একটি সমন্বিত ডিভাইস, যা লেজার ডায়োড, ড্রাইভার সার্কিট এবং অপটিক্যাল লেন্স ব্যবহার করে নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের লেজার রশ্মি তৈরি করে। এগুলো মূলত খোদাই (engraving), কাটা (cutting), পরিমাপ, এলাইনমেন্ট এবং শখের প্রজেক্টে ব্যবহৃত হয়। উচ্চ-ক্ষমতার মডিউল (যেমন- LaserTree K30) দ্রুত কাটিংয়ের জন্য উপযোগী, আর ছোট মডিউলগুলো (যেমন- 5mW Red Line module) ডট বা লাইন তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।	

RTC (Real-Time Clock) মডিউল এটি হলো একটি ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা মেইন পাওয়ার বন্ধ থাকলেও সময় এবং তারিখ (ঘণ্টা, মিনিট, সেকেন্ড, দিন, মাস, বছর) নির্ভুলভাবে ট্র্যাক করে। এটি সাধারণত একটি ছোট ব্যাটারি (যেমন- CR2032) দ্বারা চালিত হয় এবং I2C বা SPI প্রোটোকল ব্যবহার করে Arduino বা Raspberry Pi-এর সাথে যুক্ত হয়ে সময়-ভিত্তিক প্রজেক্টে ডেটা লগার হিসেবে কাজ করে ।	
সোলার প্যানেল মডিউল (Solar Panel Module) এটি হলো বেশ কয়েকটি সিলিকন-ভিত্তিক ফটোভোলটাইক (PV) সেলকে একসাথে যুক্ত করে তৈরি একটি ফ্রেমযুক্ত ইউনিট, যা সূর্যালোক থেকে সরাসরি বিদ্যুৎ উৎপাদন করে । এগুলো সাধারণত গ্লাস, ইভিএ (EVA) এবং ব্যাকশিট দ্বারা সুরক্ষিত থাকে এবং ১২-২২% পর্যন্ত কার্যক্ষমতা সম্পন্ন হতে পারে ।	
সোলার প্যানেল চার্জ কন্ট্রোলার মডিউল এটি হলো সোলার সিস্টেমের একটি অপরিহার্য ইলেকট্রনিক্স সার্কিট, যা সোলার প্যানেল থেকে প্রাপ্ত ভোল্টেজ ও কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করে ব্যাটারিকে ওভারচার্জিং ও ড্যামেজ থেকে রক্ষা করে। এটি সাধারণত ১২ভি/২৪ভি অটো-ডিটেকশন, 10A-60A পর্যন্ত ক্ষমতা এবং PWM বা উন্নত MPPT প্রযুক্তিতে পাওয়া যায়। বাংলাদেশে এ ধরনের মডিউল কম দামে পাওয়া যায়।	
ব্রেকআউট বোর্ড (Breakout Board) মডিউল এটি হলো একটি ছোট প্রিন্টেড সার্কিট বোর্ড (PCB), যা ছোট বা জটিল আইসি (IC) ও সেন্সরের পিনগুলোকে সহজে ব্যবহারযোগ্য পিন হেডার বা কানেক্টরে রূপান্তর করে। এটি ব্রেডবোর্ড বা মাইক্রোকন্ট্রোলারের (যেমন- Arduino, ESP32) সাথে প্রোটোটাইপিং সহজ করে তোলে এবং পিন সংযোগ সহজতর করে	

ডিসপ্লে মডিউল এটি হলো ইলেকট্রনিক প্রজেক্ট, বিজ্ঞাপন বা তথ্য প্রদর্শনের জন্য ব্যবহৃত একটি স্বয়ংসম্পূর্ণ স্ক্রিন ইউনিট। এটি মূলত LCD, OLED, LED বা P10 প্যানেল হিসেবে আসে যা Arduino বা মাইক্রোকন্ট্রোলারের সাথে সংযুক্ত করে টেক্সট, গ্রাফিক্স বা ভিডিও প্রদর্শন করে। বাংলাদেশে ১৬x২ LCD মডিউল ১৫০-৫০০ টাকা এবং P10 LED মডিউলগুলো সুলভে পাওয়া যায়। জনপ্রিয় ডিসপ্লে মডিউলের প্রকারভেদ: LCD মডিউল (16x2, 20x4): সাধারণ টেক্সট ও ক্যারেক্টার দেখানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। OLED ডিসপ্লে (0.96 inch): ছোট এবং হাই-কন্ট্রাস্ট গ্রাফিক্সের জন্য উপযুক্ত । LED Dot Matrix (MAX7219): স্ক্রলিং টেক্সট বা কাস্টম আইকন প্রদর্শনে ব্যবহৃত হয় [১]। P10 LED প্যানেল: বড় আকারের বিজ্ঞাপন বা ডিজিটাল নোটিশ বোর্ডের জন্য জনপ্রিয় [১৫]। TFT LCD ডিসপ্লে: রঙিন গ্রাফিক্স এবং টাচ ইন্টারফেসের জন্য ব্যবহৃত হয়	
মোটর মডিউল (Motor Module/Driver) এটি হলো এমন একটি ইলেকট্রনিক সার্কিট যা অ Arduino, Raspberry Pi বা অন্যান্য কন্ট্রোলারের সংকেত ব্যবহার করে ডিসি (DC) বা স্টেপার মোটরের গতি (Speed) এবং দিক (Direction) নিয়ন্ত্রণ করে। এটি উচ্চ কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করতে সক্ষম, যা সরাসরি মাইক্রোকন্ট্রোলার থেকে সম্ভব নয়। জনপ্রিয় মডিউলগুলোর মধ্যে L298N, L293D, এবং DRV8833 উল্লেখযোগ্য।	
পাওয়ার মডিউল এটি হলো একটি কমপ্যাক্ট ইলেকট্রনিক প্যাকেজ, যা পাওয়ার সেমিকন্ডাক্টর (যেমন- MOSFET, IGBT), কন্ট্রোল সার্কিট এবং প্যাসিভ উপাদান (ইন্ডাক্টর, ক্যাপাসিটর) একত্রিত করে ডিসি-ডিসি কনভার্টার বা পাওয়ার সাপ্লাই হিসেবে কাজ করে । এটি মূলত ছোট আকারে উচ্চ কার্যক্ষমতা, নির্ভরযোগ্যতা এবং সহজ ডিজাইনের সুবিধা দেয়, যা ইন্ডাস্ট্রিয়াল কন্ট্রোল, অ্যারোস্পেস এবং হ্যান্ডহেল্ড ইলেকট্রনিক্সে ব্যবহৃত হয়।	

বাক কনভার্টার (Buck Converter) মডিউল এটি হলো একটি দক্ষ DC-to-DC স্টেপ-ডাউন (Step-down) রূপান্তরকারী, যা উচ্চ ইনপুট ভোল্টেজকে কম আউটপুট ভোল্টেজে রূপান্তর করে । সাধারণত LM2596 বা XL4015 আইসি (IC) ভিত্তিক এই মডিউলগুলো ৯০% এর বেশি দক্ষতা (efficiency) প্রদান করে এবং পোর্টেবল ইলেকট্রনিক্স, ব্যাটারি চার্জিং, ও প্রজেক্টে ৫V/৩.৩V পাওয়ার সাপ্লাই হিসেবে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।	
কমিউনিকেশন মডিউল এটি হলো একটি ইলেকট্রনিক হার্ডওয়্যার উপাদান যা বিভিন্ন ডিভাইসের মধ্যে (যেমন: IoT, মোবাইল, রাউটার) তারযুক্ত বা তারবিহীন (wireless) প্রযুক্তির মাধ্যমে ডেটা আদান-প্রদান করতে সক্ষম করে । এটি Wi-Fi, ব্লুটুথ, জিএসএম (GSM), এবং 4G/5G নেটওয়ার্ক ব্যবহার করে ডেটা আদান-প্রদান ও সিগন্যাল প্রসেস করে ।	
GSM/GPRS মডিউল এটি একটি ছোট ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন বোর্ড, যা মাইক্রোকন্ট্রোলার (Arduino, Raspberry Pi) ব্যবহার করে GSM নেটওয়ার্কের মাধ্যমে SMS, ভয়েস কল এবং ইন্টারনেট (GPRS) ডেটা আদান-প্রদান করে। এটি সাধারণত 3.7V-4.2V এ চলে, কোয়াড-ব্যান্ড (850/900/1800/1900MHz) সমর্থন করে এবং IoT ও রিমোট মনিটরিং প্রকল্পে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।যেমন- SIM800L।	
কন্ট্রোল ও প্রসেসিং মডিউল (Control Modules): কন্ট্রোল ও প্রসেসিং মডিউল গুলো মাইক্রোচিপ ATmega328P-ভিত্তিক জনপ্রিয় ওপেন-সোর্স মাইক্রোকন্ট্রোলার বোর্ড, যা Arduino IDE দিয়ে সহজেই প্রোগ্রাম করা যায় । Uno আকারে বড় এবং প্রোটোটাইপিংয়ের জন্য সুবিধাজনক, অন্যদিকে Nano ছোট, ব্রেডবোর্ড-ফ্রেন্ডলি এবং কমপ্যাক্ট প্রজেক্টের জন্য আদর্শ। উভয় বোর্ডই ৫ ভোল্টে (5V) কাজ করে এবং রোবোটিক্স বা IoT প্রজেক্টে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। উভয় বোর্ডই একই কর্মক্ষমতা প্রদান করে, তাই কাজের ধরন অনুযায়ী সুবিধাজনক বোর্ডটি বেছে নেওয়া যায়।	

ওয়াইফাই মডিউল এটি হল কম্প্যাক্ট, এমবেডেড ডিভাইস যা মাইক্রোকন্ট্রোলার, আইওটি ডিভাইস এবং এমবেডেড সিস্টেমে ওয়্যারলেস ইন্টারনেট সংযোগ (IEEE 802.11 b/g/n) যোগ করতে ব্যবহৃত হয়, যার মধ্যে প্রায়শই UART, SPI, অথবা I^3C ইন্টারফেস থাকে। ESP8266(যেমন, ESP-01S, NodeMCU) এবং ESP32 এর মতো জনপ্রিয়, কম খরচের বিকল্পগুলি স্মার্ট হোম অটোমেশনের জন্য ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়, যা বিল্ট-ইন TCP/IP প্রোটোকল, ডেটা প্রসেসিং এবং 400m পর্যন্ত রেঞ্জ অফার করে	

ব্যবহার:

এই মডিউলগুলো মূলত রোবটিক্স, আইওটি (IoT) প্রজেক্ট, স্মার্ট হোম সিস্টেম, এবং অটোমেশন প্রোডাকশন লাইনে (PLC) ব্যবহৃত হয়

Information Sheet: ৩.৩: কার্যকারিতা যাচাই এবং রিপোর্ট তৈরি

শিখনফল ৩.৩: কার্যকারিতা যাচাই এবং রিপোর্ট তৈরি করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **সার্কিটটি তার নির্ধারিত কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করা।**
২. **পরীক্ষার ফলাফল লিপিবদ্ধ করা।**

সার্কিটটি তার নির্ধারিত কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করা।

ফাংশনাল টেস্ট: যদি এটি একটি পাওয়ার সাপ্লাই সার্কিট হয়, তবে আউটপুটে সঠিক ভোল্টেজ পাওয়া যাচ্ছে কি না এবং লোড দিলে ভোল্টেজ ঠিক থাকছে কি না তা দেখা।

ত্রুটি সংশোধন (Troubleshooting): যদি আউটপুট না পাওয়া যায়, তবে ধাপে ধাপে কম্পোনেন্টগুলো চেক করা এবং ফল্ট খুঁজে বের করা।

ফাইনাল ইন্সপেকশন রিপোর্ট: প্রতিটি পরীক্ষার ফলাফল একটি চেকলিস্টে লিপিবদ্ধ করা হয় যাতে মান নিয়ন্ত্রণ (Quality Control) নিশ্চিত হয়।

পরীক্ষার ফলাফল লিপিবদ্ধ করা।

ইলেকট্রনিক্স পরীক্ষার ফলাফল একটি সুসংগঠিত টেস্ট রিপোর্ট (Test Report) আকারে লিপিবদ্ধ করতে হয়, যাতে পরীক্ষার উদ্দেশ্য, পদ্ধতি (ভোল্টমিটার, অহোমমিটার ব্যবহার), প্রাপ্ত মান এবং চূড়ান্ত মন্তব্য অন্তর্ভুক্ত থাকে । তথ্য ও যোগাযোগ প্রযুক্তি আইন অনুযায়ী, এই ফলাফলগুলো ডিজিটাল কম্পিউটার সিস্টেম বা সফটওয়্যার এ সংরক্ষণ করা যায় ।

ফলাফল লিপিবদ্ধকরণের মূল উপাদানসমূহ:

- পরীক্ষার তথ্য: তারিখ, পরীক্ষার নাম, এবং পরীক্ষক।
- সার্কিট বা ডিভাইস বিবরণ: পরীক্ষার আওতাভুক্ত যন্ত্রাংশের বিস্তারিত।
- পরিমাপের ফলাফল: ভোল্টেজ, রেজিস্ট্যান্স, বা কারেন্টের প্রকৃত মান (যেমন-

সেলফ চেক (Self-Check) -৩.৩

১. সার্কিট তৈরির আগে কম্পোনেন্টগুলো কী দিয়ে পরীক্ষা করা উচিত?
(ক) হাতুড়ি (খ) মাল্টিমিটার বা কম্পোনেন্ট টেস্টার (গ) টেস্টার (ঘ) স্ক্রু-ড্রাইভার

২. পিসিবির প্যাড পরিষ্কার করতে সাধারণত কী ব্যবহার করা হয়?
(ক) সাবান পানি (খ) আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল বা পিসিবি ক্লিনার (গ) তেল (ঘ) লোহা

৩. BOM (Bill of Materials) এর কাজ কী?
(ক) টাকা হিসাব করা (খ) প্রয়োজনীয় পার্টসের তালিকা ও মান মিলিয়ে দেখা
(গ) ভোল্টেজ মাপা (ঘ) ছবি তোলা

৪. পিসিবিতে কম্পোনেন্ট কোথায় বসবে তা বোঝার জন্য যে চিহ্ন বা নাম থাকে তাকে কী বলে? (ক) কপার ট্র্যাক (খ) সিল্কস্ক্রিন (গ) ইনসুলেশন (ঘ) মাস্কিং

৫. ড্রিলিং করার সময় বিটের সাইজ কিসের ওপর নির্ভর করে?
(ক) পিসিবির ওজন (খ) কম্পোনেন্টের পায়ের পুরুত্ব (গ) ভোল্টেজ (ঘ) ড্রিল মেশিনের দাম

৬. পিসিবি (PCB) এর পূর্ণরূপ কী?
(ক) Printed Conductive Board (খ) Printed Circuit Board
(গ) Power Circuit Board (ঘ) Plastic Circuit Board

৭. কোনো নির্দিষ্ট কাজ করার জন্য তৈরি রেডিমেড ছোট সার্কিটকে কী বলা হয়?
(ক) রেজিস্টর (খ) ট্রান্সফরমার (গ) মডিউল (ঘ) ব্যাটারি

৮. আইসি (IC) পিসিবিতে বসানোর সময় ১ নম্বর পিন কীভাবে চেনা যায়? (ক) লাল রং দেখে (খ) খাঁজ (Notch) বা ডট চিহ্ন দেখে (গ) বড় পিন দেখে (ঘ) কোনো চিহ্ন থাকে না

৯. সরাসরি সোল্ডার না করে আইসি বসানোর জন্য কোনটি ব্যবহার করা হয়?
(ক) আইসি সকেট (খ) আঠা (গ) ক্লিপ (ঘ) তার

১০. বড় কম্পোনেন্ট বা যেগুলোতে বেশি মেকানিক্যাল শক্তির প্রয়োজন হয়, সেখানে কোন মাউন্টিং পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়?
(ক) SMD (খ) থ্রু-হোল (Through-hole) (গ) পেস্ট মাউন্টি (ঘ) কোনোটিই নয়

১১. আধুনিক ছোট ইলেকট্রনিক ডিভাইসে (যেমন স্মার্টফোন) কোন টেকনোলজি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়? (ক) SMT/SMD (খ) থ্রু-হোল (গ) কেবল মডিউল (ঘ) আইসি মাউন্টিং

১২. সোল্ডারিংয়ের পর পিসিবি পরিষ্কার করতে নিচের কোনটি ব্যবহার করা হয়?
(ক) পানি (খ) কেরোসিন (গ) আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল (ঘ) সয়াবিন তেল

১৩. 'সোল্ডার ব্রিজ' (Solder Bridge) বলতে কী বোঝায়?
(ক) শক্ত জয়েন্ট (খ) ভুল করে দুটি জয়েন্ট রাং দিয়ে জোড়া লেগে যাওয়া
(গ) তার ছিঁড়ে যাওয়া (ঘ) পিসিবি ভেঙে যাওয়া

১৪. সার্কিটে কোনো সংযোগ বিচ্ছিন্ন আছে কি না তা মাল্টিমিটারের কোন মোড দিয়ে বোঝা যায়? (ক) ওহম মোড (খ) কন্টিনিউটি/বাজার মোড (গ) এসি মোড (ঘ) ফ্রিকুয়েন্সি মোড

১৪. পাওয়ার অন থাকা অবস্থায় সার্কিট পরীক্ষা করাকে কী বলা হয়?
(ক) কোল্ড টেস্টিং (খ) হট টেস্টিং (গ) ড্রাই টেস্টিং (ঘ) আইসোলেশন টেস্টিং

১৫. কোনো সার্কিট তার নির্ধারিত কাজ সঠিকভাবে করছে কি না তা যাচাই করাকে কী বলে?
(ক) ফাংশনাল টেস্ট (খ) কালার টেস্ট (গ) ওজন টেস্ট (ঘ) ড্রিল টেস্ট

উত্তর পত্র (Answer Key) -৩.৩

১. (খ) মাল্টিমিটার বা কম্পোনেন্ট টেস্টার
২. (খ) আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল বা পিসিবি ক্লিনার
৩. (খ) প্রয়োজনীয় পার্টসের তালিকা ও মান মিলিয়ে দেখা
৪. (খ) সিল্কস্ক্রিন
৫. (খ) কম্পোনেন্টের পায়ের পুরুত্ব
৬. (খ) Printed Circuit Board
৭. (গ) মডিউল
৮. (খ) খাঁজ (Notch) বা ডট চিহ্ন দেখে
৯. (ক) আইসি সকেট
১০. (খ) থ্রু-হোল (Through-hole)
১১. (ক) SMT/SMD
১২. (গ) আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল
১৩. (খ) ভুল করে দুটি জয়েন্ট রাং দিয়ে জোড়া লেগে যাওয়া
১৪। ১. (খ) কন্টিনিউটি/বাজার মোড
১৫। (খ) হট টেস্টিং
১৬. (ক) ফাংশনাল টেস্ট

ইনফরমেশন শিট-৩.২: ইলেকট্রনিক্সে ব্যবহৃত সিম্বল

শিখনফল-৩.২: ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সে ব্যবহৃত সিম্বল গুলি অঙ্কন করতে পারবে এবং সিম্বল-এর সাথে কম্পোনেন্ট-এর নাম/পরিচিতি জানতে পারব।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন, করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

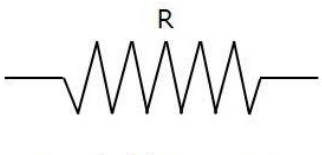
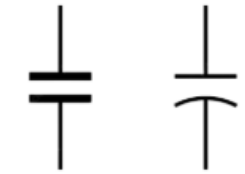
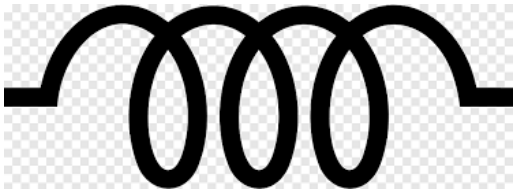
বিষয় বস্তু (Content):

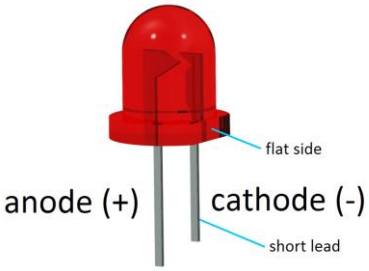
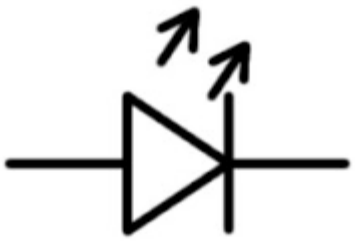
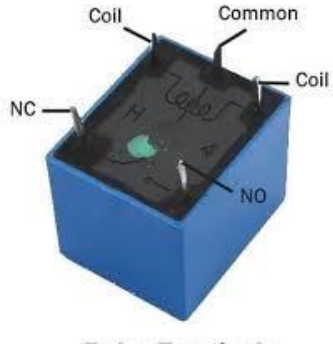
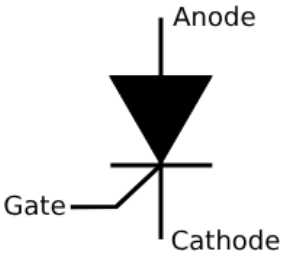
১. **ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সে ব্যবহৃত সিম্বল**

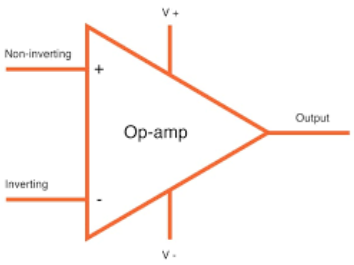
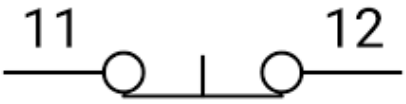
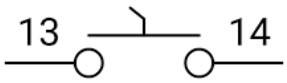
ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্সে ব্যবহৃত সিম্বল

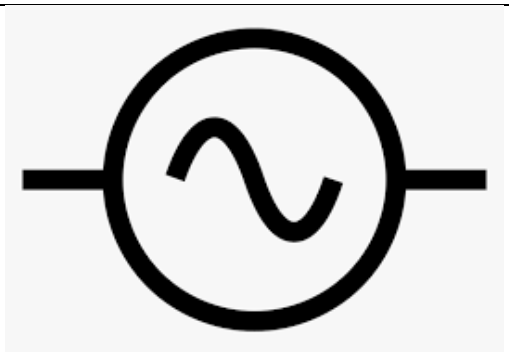
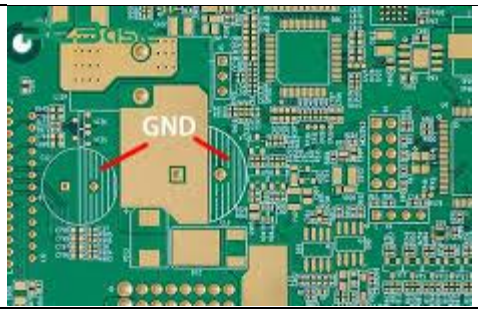
ইলেকট্রনিক সিম্বল হচ্ছে এক ধরনের সাংকেতিক চিহ্ন যা কোন জটিল ইলেকট্রিক সার্কিটকে ডায়াগ্রাম এর মাধ্যমে সহজে বুঝাতে ব্যবহার করা হয়। ইলেকট্রনিক কম্পনেন্ট গুলোর সিম্বল আন্তর্জাতিকভাবে স্বীকৃত হলেও দেশভেদে এটি পরিবর্তিত হতে পারে।

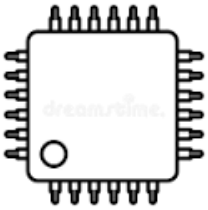
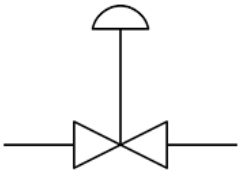
বিভিন্ন প্রকার ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্টের সিম্বল নিম্নে দেওয়া হলো-

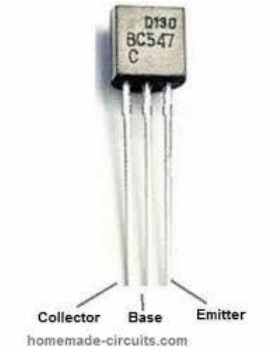
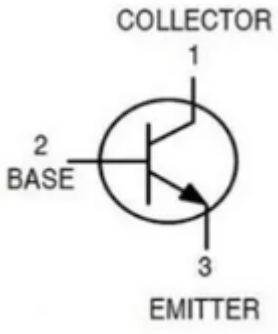
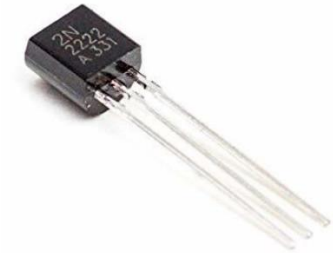
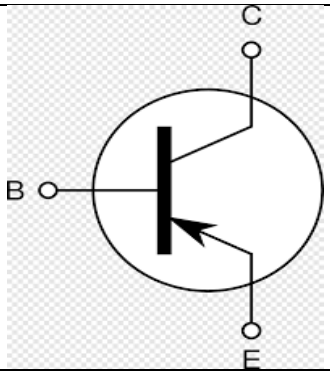
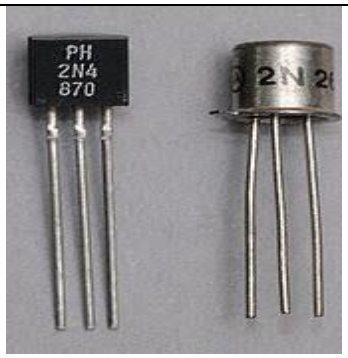
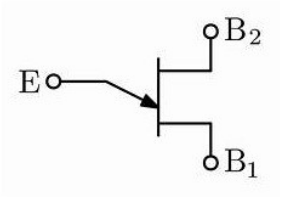
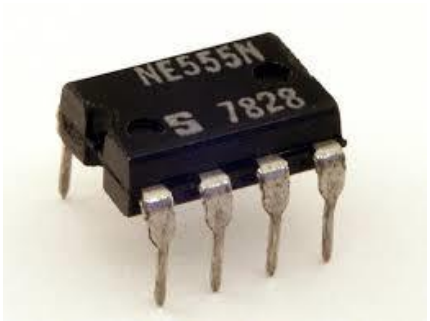
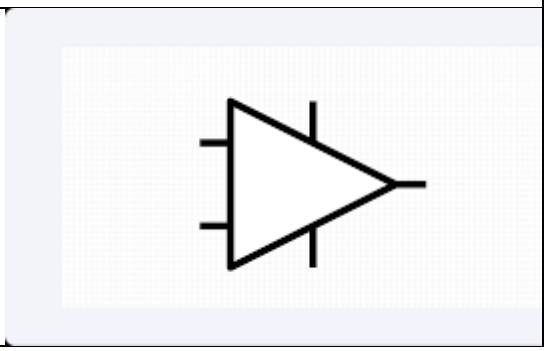
নাম	**কম্পোনেন্টের** ছবি	**কম্পোনেন্টের সিম্বল**
রেসিস্টর		 Symbol for a resistor
ক্যাপাসিটর		
ইন্ডাক্টর (Inductor)		

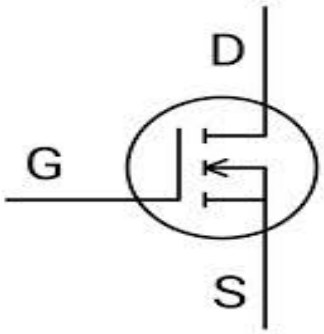
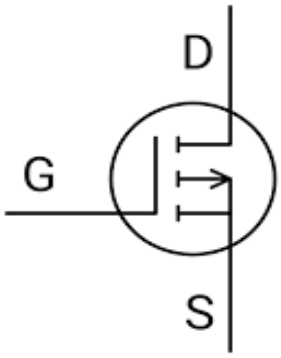
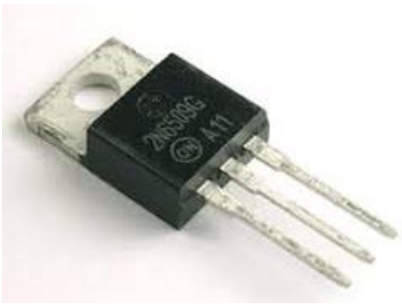
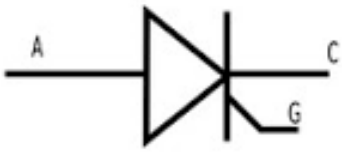
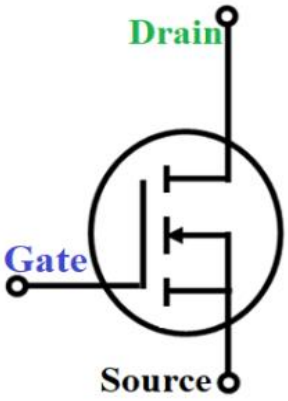
ডায়োড Diode		
লাইট ইমিটিং ডায়োড		
রিলে		
থাইরিস্টর		

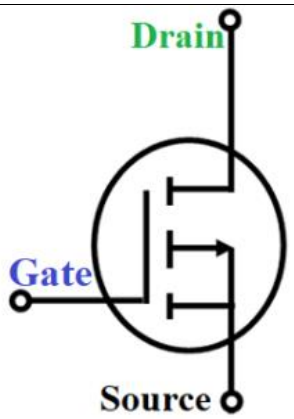
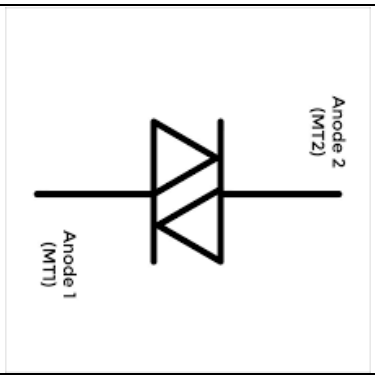
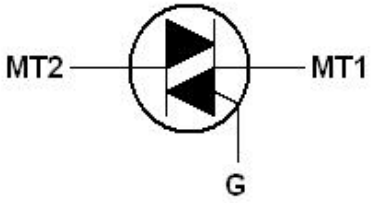
অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার (অপ-অ্যাম্প)		
সুইচ (নরমালি ওপেন)		
সুইচ (নরমালি ক্লোস)		
সিলেক্টর সুইচ		

পুশ বাটন সুইচ (নরমালি ওপেন)		
পুশ বাটন সুইচ (নরমালি ক্লোস)		
এসি সোর্স		
ডিসি সোর্স		
গ্রাউন্ড		

ফিউজ		
মাইক্রোকন্ট্রোলার		
সিঙ্গেল-ফেজ মোটর		
থ্রি ফেজ মোটর		
অ্যাকচুয়েটর		

বাইপোলার জংশন ট্রানজিস্টর (এনপিএন)		
বাইপোলার জংশন ট্রানজিস্টর (পিএনপি)		
ইউনিজংশন ট্রানজিস্টর		
ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট		

মেটাল-অক্সাইড-সেমিকন্ডাক্টর ফিল্ড-ইফেক্ট ট্রানজিস্টর - এন চ্যানেল মসফেট		
মেটাল-অক্সাইড-সেমিকন্ডাক্টর ফিল্ড-ইফেক্ট ট্রানজিস্টর - পি চ্যানেল মসফেট		
সিলিকন কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার (এসসিআর)		
ইনসুলেটেড গেট বাইপোলার ট্রানজিস্টর (আইজিবিটি)- এন চ্যানেল		

ইনসুলেটেড গেট বাইপোলার ট্রানজিস্টর (আইজিবিটি)- পি চ্যানেল		
ডায়োড ফর অল্টারনেটিং কারেন্ট ডায়াক		
ট্রায়োড ফর অল্টারনেটিং কারেন্টে (ট্রায়াক)		 Triac Symbol

মডিউল-৪: সার্ভিস আপ্লিয়েন্সেস এন্ড প্রোডাক্টস

ইউনিট কোড : SICIP-LE-IET-04-0 **নোমিনাল আওয়ার: ৯০ ঘন্টা**

মডিউলের বিবরণ (Module Descriptor):

এই মডিউলে বিভিন্ন ইলেকট্রনিক ও বৈদ্যুতিক অ্যাপ্লায়েন্স এবং পণ্যের পরিচিতি, কার্যপ্রণালী এবং মেরামত সংক্রান্ত প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা ও মনোভাব অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। বিশেষ করে নিত্যব্যবহার্য গৃহস্থালী যন্ত্রপাতি যেমন—এলইডি টেলিভিশন, মাইক্রোওয়েভ ওভেন, রাইস কুকার, ইলেকট্রিক কেটলি, ব্লেন্ডার, গ্রাইন্ডার এবং আইপিএস (IPS)-এর প্রধান অংশসমূহ শনাক্ত করা, এদের সাধারণ সমস্যাগুলো চিহ্নিত করা এবং তা সমাধান বা সার্ভিসিং করার কৌশলগুলো এই মডিউলে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হয়েছে।

শিখনফল (Learning Outcomes): এই মডিউল সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নের বিষয়গুলো শিখতে পারবে-

১. বিভিন্ন প্রকার বৈদ্যুতিক অ্যাপ্লায়েন্স এবং পণ্যের সাথে পরিচিত হতে পারবে।
২. এলইডি (LED) টেলিভিশনের কার্যপ্রণালী বুঝতে পারবে এবং এর সাধারণ সমস্যাগুলো সমাধান করতে পারবে।
৩. মাইক্রোওয়েভ ওভেনের প্রধান অংশসমূহ শনাক্ত করতে পারবে এবং এর ত্রুটি নিরসন করতে পারবে।
৪. ইলেকট্রিক রাইস কুকার এবং ইলেকট্রিক কেটলির গঠন ও মেরামত পদ্ধতি সম্পর্কে ধারণা লাভ করবে।
৫. ব্লেন্ডার এবং ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডারের কার্যপ্রণালী ও সাধারণ সমস্যা সমাধান করতে পারবে।
৬. আইপিএস (IPS)-এর কার্যপ্রণালী, ব্যাটারি রক্ষণাবেক্ষণ এবং এর সাধারণ ত্রুটিগুলো শনাক্ত ও সমাধান করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া (Assessment Criteria): শিক্ষার্থীদের দক্ষতা মূল্যায়নের জন্য নিচের বিষয়গুলো যাচাই করা হবে:

১. অ্যাপ্লায়েন্স পরিচিতি: বিভিন্ন অ্যাপ্লায়েন্স এবং এদের ইলেকট্রনিক পণ্য হিসেবে শনাক্ত করতে পারছে কি না।
২. কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা: এলইডি টিভি, মাইক্রোওয়েভ ওভেন এবং আইপিএস-এর মতো জটিল যন্ত্রপাতির কাজ করার মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারছে কি না।
৩. পার্টস শনাক্তকরণ: প্রতিটি যন্ত্রের প্রধান প্রধান পার্টস বা অংশগুলো (যেমন: থার্মোস্ট্যাট, হিটিং এলিমেন্ট, ম্যাগনেট্রন, ইনভার্টার সার্কিট ইত্যাদি) সঠিকভাবে চিহ্নিত করতে পারছে কি না।
৪. ত্রুটি শনাক্তকরণ ও সমাধান: মাল্টিমিটার বা অন্যান্য টুলস ব্যবহার করে যন্ত্রপাতির সাধারণ সমস্যাগুলো (যেমন: ফিউজ কেটে যাওয়া, সংযোগ ঢিলা হওয়া, পাওয়ার না আসা) সঠিকভাবে নির্ণয় ও মেরামত করতে পারছে কি না।
৫. নিরাপত্তা বিধি: সার্ভিসিং বা মেরামতের সময় যথাযথ পিপিই (PPE) ব্যবহার এবং বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা নিশ্চিত করছে কি না।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet):

শিখনফল-৪.১: LED TV-র প্রতিটি পার্টসের কাজ, সাধারণ সমস্যাগুলো শনাক্ত ও মেরামত করতে পারবেন।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **অ্যাপ্লায়েন্স এবং পণ্যের পরিচিতি লাভ করবে ।**
২. **LED টেলিভিশন এর পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা লাভ করবে।**
৩. **সাধারণ সমস্যা, লক্ষণ, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা লাভ করবে।**

অ্যাপ্লায়েন্স এবং পণ্যের পরিচিতি ও স্পেসিফিকেশন (Identify Appliances and Specifications)

অ্যাপ্লায়েন্স: যে বৈদ্যুতিক বা ইলেকট্রনিক যন্ত্র দৈনন্দিন কাজে সরাসরি ব্যবহার করা হয়, তাকে অ্যাপ্লায়েন্স বলে। এগুলো সাধারণত বিদ্যুৎ বা ব্যাটারি দিয়ে চলে এবং ব্যবহারকারী সরাসরি অপারেট করে। যেমন এলইডি টিভি, রাইস কুকার, ইলেকট্রিক কেটলি, ব্লেন্ডার, জুসার, গ্রাইন্ডার, ভ্যাকুয়াম ক্লিনার, মাইক্রোওয়েভ ওভেন।

রাইস কুকার	ইলেকট্রিক কেটলি	মাইক্রোওয়েভ ওভেন

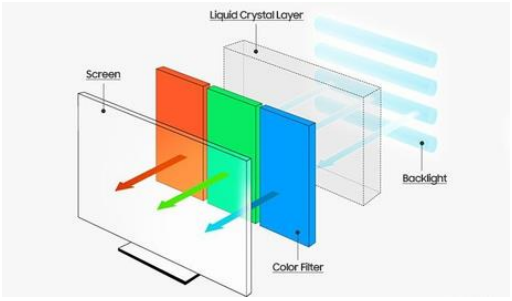
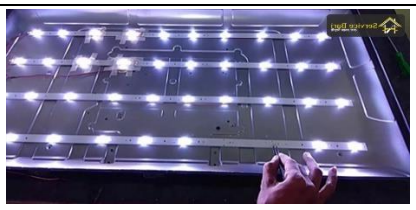
পণ্য (Product): যে কোনো জিনিস যা উৎপাদন করে বাজারে বিক্রি করা হয়, তাকে পণ্য বলে। এগুলো বৈদ্যুতিক হতে পারে বা নাও হতে পারে। এগুলো ব্যবহারযোগ্য বা সহায়ক বস্তু হতে পারে। যেমন বাল্ব, তার (Cable), সুইচ, ব্যাটারি, IPS, ফ্যান, মোবাইল ফোন, ফ্রিজ, এমনকি সাবান বা চেয়ারও পণ্য।

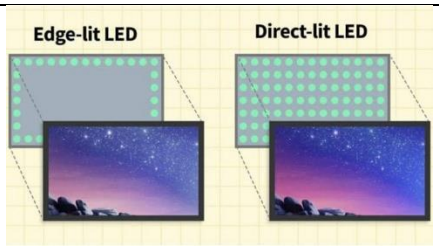
মোবাইল ফোন	IPS	বাল্ব

LED টেলিভিশন এর পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী

একটি LED টিভি মূলত একটি LCD টিভি, যার প্রধান পার্থক্য হলো এতে আলোর উৎস হিসেবে Light Emitting Diode (LED) ব্যবহার করা হয়।

প্রতিটি প্রধান অংশ নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

ক্রম	পার্টসের নাম	কাজ	চিত্র
১	ডিসপ্লে প্যানেল (Display Panel/Screen)	এটি টিভির সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ এবং ব্যয়বহুল অংশ। এটি কয়েকটি স্তরে বিভক্ত থাকে: লিকুইড ক্রিস্টাল লেয়ার: এই স্তরটি নিজে কোনো আলো তৈরি করে না, বরং পর্দার পেছনে থাকা আলোকে নিয়ন্ত্রণ করে (শাটারের মতো খুলে বা বন্ধ হয়ে)। কালার ফিল্টার: এতে লাল, সবুজ এবং নীল (RGB) সাব-পিক্সেল থাকে যা ছবিকে রঙিন করে। পোলারাইজার: এটি আলোক তরঙ্গকে নির্দিষ্ট দিকে চালিত করে ছবিকে স্পষ্ট করে তোলে।	
২	**LED ব্যাকলাইট (Backlight Unit)** পর্দার পেছনে ছবি দেখার জন্য যে আলোর প্রয়োজন হয়, তা এই ব্যাকলাইট থেকে আসে।	**আলো সরবরাহ করা:** LCD প্যানেল নিজে আলো তৈরি করতে পারে না, তাই LED ব্যাকলাইট পেছনের দিক থেকে আলো দিয়ে ছবি দৃশ্যমান করে । **উজ্জ্বলতা ও কন্ট্রাস্ট:** এটি পর্দার বিভিন্ন অংশে সঠিক মাত্রায় আলো ফেলে উজ্জ্বল (bright)	

	Edge-lit: পর্দার ধারের দিকে LED লাগানো থাকে। **Direct-lit:** পর্দার ঠিক পেছনে অনেকগুলো LED স্ট্রিপ লাগানো থাকে।	এবং অন্ধকার (dark) অংশের মধ্যে ভারসাম্য বজায় রাখে। **শক্তি সাশ্রয় ও পাতলা ডিজাইন:** সনাতন CCFL (ফ্লুরোসেন্ট) এর চেয়ে কম বিদ্যুৎ খরচ করে এবং ডিসপ্লে প্যানেল পাতলা করতে সাহায্য করে। **উন্নত ভিজ্যুয়াল এফেক্ট:** আধুনিক লোকাল ডিমিং (Local Dimming) প্রযুক্তির মাধ্যমে এটি কালোর গভীরতা (deep blacks) বৃদ্ধি করে ছবির মান উন্নত করে।	
৩	মেইন বোর্ড (Main Board/Motherboard) একে টিভির **'মস্তিষ্ক'** বলা হয়।	এটি HDMI, USB বা ডিশ লাইন থেকে আসা সংকেত গ্রহণ করে এবং সেগুলোকে ভিডিও ও অডিও সিগন্যালে রূপান্তর করে। এটি প্রসেসর, র ম এবং বিভিন্ন ইনপুট-আউটপুট পোর্ট ধারণ করে।	
৪	পাওয়ার সাপ্লাই বোর্ড (Power Supply Board)	আমাদের দেয়ালের সকেটের ২২০ ভোল্ট এসি (AC) বিদ্যুৎকে এটি কম ভোল্টেজের ডিসি (DC) বিদ্যুতে (যেমন: ৫V, ১২V, ২৪V) রূপান্তর করে। এই বিদ্যুৎ মেইন বোর্ড এবং ব্যাকলাইট জ্বালাতে ব্যবহৃত হয়।	
৫	**টিকন (T-CON) বোর্ড বা টাইমিং কন্ট্রোলার বোর্ড** মূল বোর্ড থেকে ভিডিও সংকেত গ্রহণ করে প্যানেলের পিক্সেলগুলোকে সঠিক সময়ে চালু ও বন্ধ করার মাধ্যমে ডিসপ্লেতে ছবি ফুটিয়ে তোলে। এটি LVDS সংকেতকে ডিসপ্লে প্যানেল (Panel) উপযোগী সংকেতে রূপান্তর করে এবং স্ক্রিনে কালার,	**সিগন্যাল প্রসেসিং:** মেইন বোর্ড থেকে আসা ভিডিও সিগন্যাল গ্রহণ করা। **টাইমিং নিয়ন্ত্রণ:** এলসিডি/এলইডি প্যানেলের পিক্সেলগুলো কখন ও কতক্ষণ জ্বলবে, তা নিয়ন্ত্রণ করা। ছবি প্রদর্শন: প্যানেলকে ছবি বা ভিডিও সিগন্যাল প্রদান করে স্ক্রিনে দৃশ্যমান করা। **ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণ:** প্যানেলের জন্য প্রয়োজনীয় ছোট ছোট ভোল্টেজ (VGH, VGL, AVDD) তৈরি করা।	

	ব্রাইটনেস ও ইমেজ তৈরির কাজ করে।		
৬	**ইনভার্টার বা LED ড্রাইভার (LED Driver)** পাওয়ার সাপ্লাই থেকে আসা লো-ভোল্টেজকে (১২-১৮ ভোল্ট) উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তরিত করে টিভির ডিসপ্লে বা প্যানেলকে আলোকিত করার জন্য সিরিজ এলইডি (LED)-গুলোকে জ্বালিয়ে রাখে। এটি মূলত পর্দার পেছনের আলো বা 'ব্যাকলাইট' নিয়ন্ত্রণ করে।	**ব্যাকলাইট চালু রাখা:** এলসিডি/এলইডি প্যানেলের পেছনে থাকা এলইডি বাতিগুলোকে প্রজ্বলিত করার জন্য সঠিক ভোল্টেজ ও কারেন্ট সরবরাহ করে। **ভোল্টেজ রূপান্তর:** এটি সাধারণত ১২ ভোল্ট (12V) বা ২৪ ভোল্ট (24V) ডিসি (DC) ইনপুটকে উচ্চ ডিসি ভোল্টেজে রূপান্তর করে, যা LED ব্যাকলাইট ড্রাইভ করতে প্রয়োজন। **আলো নিয়ন্ত্রণ (Dimming):** টিভির ব্রাইটনেস বা উজ্জ্বলতা সামঞ্জস্য করতে বা কমানো-বাড়ানোর কাজটি ইনভার্টার বোর্ডের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রিত হয়। **সুরক্ষা (Protection):** এলইডি বাতিগুলো যেন অতিরিক্ত ভোল্টেজে নষ্ট না হয়, সে জন্য এটি প্রোটেকশন সার্কিট হিসেবে কাজ করে।	
৭	স্পিকার (Speakers)	মেইন বোর্ড থেকে আসা ইলেকট্রিক্যাল অডিও সিগন্যালকে এটি শব্দে রূপান্তর করে। সাধারণত টিভির নিচের দিকে বা পেছনে দুটি স্পিকার থাকে।	
৮	এলভিডিএস কেবল (LVDS Cable)	এটি একটি চ্যাপ্টা রিবন কেবল যা মেইন বোর্ড থেকে ডিজিটাল ডাটা টি-কন বোর্ডে পাঠায়। এটি ঢিলে হয়ে গেলে বা ময়লা জমলে ছবিতে ঝিরঝির (Noise) হতে পারে।	

৯	**কিপ্যাড (Keypad) বা বাটন বোর্ড** হলো টিভির বডিতে থাকা ছোট ছোট বাটন, যা দিয়ে রিমোট ছাড়াও টিভি চালু/বন্ধ, ভলিউম, চ্যানেল পরিবর্তন এবং মেনু নিয়ন্ত্রণ করা যায়। সাধারণত এতে ৫ থেকে ৭টি বাটন (Power, Menu, Input, Vol+, Vol-, CH+, CH-) থাকে।	রিমোট হারিয়ে গেলে বা ব্যাটারি শেষ হলে এই বাটনগুলো দিয়ে সরাসরি টিভি চালানো যায়। পাওয়ার (Power): টিভি চালু বা বন্ধ করা। ভলিউম (Volume +/–): শব্দ কমানো বা বাড়ানো। চ্যানেল (Channel +/–): চ্যানেল পরিবর্তন করা (পরবর্তী বা পূর্ববর্তী চ্যানেল)। মেনু (Menu): সেটিংস বা মেনু অপশন ওপেন করা। ইনপুট/সোর্স (Input/Source): HDMI, AV, বা TV মোডের মধ্যে সুইচ করা। এছাড়াও, LG বা অন্যান্য স্মার্ট টিভিতে কিপ্যাড লক হয়ে গেলে তা আনলক করার জন্যও নির্দিষ্ট কিছু বোতামের সমন্বয় ব্যবহার করা হয়।	
১০	**রিমোট** LED টিভি রিমোট হলো একটি ওয়্যারলেস ইনফ্রারেড (IR) বা ব্লুটুথ ডিভাইস, যা টিভির সামনে না গিয়েই দূর থেকে চ্যানেল পরিবর্তন, ভলিউম কন্ট্রোল, অন/অফ এবং সেটিং পরিবর্তনের কাজ করে। এটি ইনফ্রারেড সিগন্যাল পাঠিয়ে টিভির রিসিভারকে নির্দেশ দেয়। আধুনিক রিমোটে ভয়েস কন্ট্রোল ও টাচপ্যাডও থাকে।	**পাওয়ার (Power):** টিভি চালু বা বন্ধ করা। **চ্যানেল পরিবর্তন (Channel Control):** চ্যানেল পরিবর্তন বা আপ/ডাউন করা। **ভলিউম (Volume Control):** আওয়াজ বাড়ানো বা কমানো। **ইনপুট/সোর্স (Input/Source):** HDMI, USB বা AV মোড পরিবর্তন করা। **সেটিংস ও মেনু (Settings & Menu):** টিভির ছবি, শব্দ বা অন্যান্য সেটিংস পরিবর্তন করা। **স্মার্ট ফিচার (Smart Features):** স্মার্ট টিভির ক্ষেত্রে ইউটিউব, নেটফ্লিক্স বা ভয়েস সার্চ ব্যবহার করা।	
১১	**সেন্ট্রাল প্রসেসিং ইউনিট (সিপিইউ)** এটি পুরো সিস্টেম পরিচালনা করে। এটি ইনপুট সংকেত (HDMI, USB, Tuner) প্রসেস করে, ছবি ও শব্দের সিগন্যাল নিয়ন্ত্রণ করে, ডিসপ্লে প্যানেল (LVDS) এবং ব্যাকলাইট চালু রাখে এবং ব্যবহারকারীর	**সংকেত প্রক্রিয়াকরণ (Signal Processing):** ইনপুট হিসেবে আসা অডিও ও ভিডিও সংকেত প্রসেস করে ছবি ও শব্দে রূপান্তর করা। **ডিসপ্লে নিয়ন্ত্রণ:** LVDS (Low-Voltage Differential Signaling) সিগন্যাল তৈরির মাধ্যমে প্যানেলে ছবি ফুটিয়ে তোলা। **পাওয়ার ম্যানেজমেন্ট ও স্ট্যান্ডবাই:** টিভির পাওয়ার অন/অফ এবং স্টান্ডবাই মোড পরিচালনা করা। **নির্দেশনা কার্যকর করা:** রিমোট কন্ট্রোল বা বোতামের মাধ্যমে ব্যবহারকারীর দেওয়া কমান্ড	

	নির্দেশাবলী কার্যকর করে। এটিই মূলত টিভির হার্ডওয়্যার ও সফটওয়্যারের মধ্যে যোগসূত্র স্থাপন করে ।	(যেমন- চ্যানেল পরিবর্তন, ভলিউম, সেটিংস) কার্যকর করা । **ইনপুট/আউটপুট পরিচালনা:** USB, HDMI, Tuner, এবং Wi-Fi বা অন্যান্য পেরিফেরাল ডিভাইসের সাথে যোগাযোগ রক্ষা করা ।	
১২	Audio Video (AV) Port সাধারণত হলুদ, সাদা ও লাল রঙের এই পোর্টগুলো অ্যানালগ সংযোগের মাধ্যমে ছবি ও শব্দ প্রদর্শন করতে ব্যবহৃত হয়।	অ্যানালগ ডিভাইস সংযোগ: পুরোনো সেট-টপ বক্স, ভিসিআর (VCR) বা ডিভিডি প্লেয়ার কানেক্ট করা অডিও-ভিডিও সিগন্যাল আদান-প্রদান: হলুদ পোর্টটি ভিডিওর জন্য, এবং সাদা ও লাল পোর্টগুলো অডিও (left/right) এর জন্য কাজ করে যদিও বর্তমানে HDMI পোর্ট উচ্চমানের ডিজিটাল অডিও/ভিডিওর জন্য ব্যবহৃত হয়, তবুও AV পোর্ট সাধারণ কাজের জন্য এখনো দরকারী	
১৩	**IR (Infrared Ray) Circuit** এটি রিমোট কন্ট্রোল থেকে আসা অদৃশ্য ইনফ্রারেড সিগন্যাল গ্রহণ করে এবং সেটিকে ইলেকট্রিক সিগন্যালে রূপান্তর করে টিভির মেইনবোর্ড বা মাইক্রোকন্ট্রোলারে পাঠায়।	**রিমোট সিগন্যাল রিসিভ করা (Receiving Signal):** রিমোট কন্ট্রোল যখন কোনো বাটন চাপা হয়, তখন এটি IR রিসিভার (যেমন- TSOP1738) এর মাধ্যমে সংকেত গ্রহণ করে। **ডিকোড করা (Decoding):** রিমোট থেকে আসা পালস বা সিগন্যালকে ডিকোড করে প্রসেসরের বোঝার উপযোগী বাইনারি ডেটায় রূপান্তর করে। **কমান্ড কার্যকর করা (Command Execution):** রিমোটের নির্দেশ অনুযায়ী টিভি অন/অফ, ভলিউম, চ্যানেল পরিবর্তন ইত্যাদি কাজগুলো মেইনবোর্ডে পাঠায়। **অ্যাম্বিয়েন্ট লাইট ফিল্টার করা:** আশেপাশের আলোর (যেমন- সূর্যের আলো বা ঘরের লাইট) বাধা দূর করে শুধুমাত্র রিমোটের সিগন্যাল শনাক্ত করে, যাতে ভুল নির্দেশ কাজ না করে।	

সাধারণ সমস্যা, লক্ষণ, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান

নো ডিসপ্লে কিন্তু সাউন্ড আছে (No Picture, Sound OK)

এটি LED টিভির সবচেয়ে সাধারণ সমস্যা।
লক্ষণ: টিভির স্ক্রিন একদম অন্ধকার থাকে, কিন্তু চ্যানেলের শব্দ শোনা যায়।
সম্ভাব্য কারণ: সাধারণত টিভির ভেতরের **LED Backlight** স্ট্রিপ নষ্ট হয়ে গেলে বা **LED Driver Circuit** ফেইল করলে এমন হয়।
পরীক্ষা: অন্ধকার রুমে টিভির স্ক্রিনে টর্চলাইটের আলো ফেললে যদি ভেতরে আবছা ছবি দেখা যায়, তবে নিশ্চিত হওয়া যায় যে ব্যাকলাইট নষ্ট।

টিভি অন হচ্ছে না (Dead/No Power)
লক্ষণ: পাওয়ার ক্যাবল লাগানো থাকলেও টিভির ইন্ডিকেটর লাইট (লাল বাতি) জ্বলছে না এবং টিভি অন হচ্ছে না।
কারণ: মূলত **Power Supply Board**-এ সমস্যা। হাই ভোল্টেজের কারণে ফিউজ পুড়ে যাওয়া বা ক্যাপাসিটর ফুলে যাওয়া এর প্রধান কারণ হতে পারে।
সমাধান: পাওয়ার বোর্ডের আউটপুট ভোল্টেজ (৫V, ১২V) মাল্টিমিটার দিয়ে চেক করতে হবে।

স্ক্রিনে খাড়া বা আড়াআড়ি দাগ (Vertical or Horizontal Lines)
লক্ষণ: স্ক্রিনের ওপর থেকে নিচ পর্যন্ত বা একপাশ থেকে অন্যপাশে এক বা একাধিক রঙিন বা কালো দাগ দেখা যায়।
কারণ: **T-Con Board** বা **LVDS Cable** ঢিলে হয়ে গেলে।
প্যানেলের ভেতরে থাকা **COF (Chip on Film)** আইসি ক্ষতিগ্রস্ত হলে।
ডিসপ্লে প্যানেলে পানি ঢুকলে (Liquid Damage)।

লোগো হ্যাং বা অটো রিস্টার্ট (Logo Hang / Auto Restart)
লক্ষণ: টিভি চালু করলেই কোম্পানির লোগো এসে আটকে থাকে অথবা বারবার বন্ধ হয়ে নিজে নিজে চালু হয়।
কারণ: এটি সাধারণত **Main Board**-এর সফটওয়্যার বা ফার্মওয়্যার (Firmware) জনিত সমস্যা। মেইন আইসি অতিরিক্ত গরম হলেও এমন হতে পারে।
সমাধান: টিভির ফার্মওয়্যার নতুন করে ফ্ল্যাশ করতে হয়।

ছবির রঙ পরিবর্তন বা নেগেটিভ ইমেজ (Solarized / Negative Picture)
লক্ষণ: ছবির রঙ অদ্ভুত দেখায়, যেন এক্স-রে করা নেগেটিভ ছবি। মানুষের মুখ নীল বা সবুজ দেখায়।
কারণ: এটি মূলত **T-Con Board** বা **Gamma IC**-র ত্রুটি। মেইন বোর্ড থেকে প্যানেলে সিগন্যাল ঠিকমতো না গেলেও এমন হতে পারে।

স্ক্রিনে সাদা পর্দা (White Screen/No Video)
লক্ষণ: টিভি অন করলে পুরো স্ক্রিন সাদা হয়ে থাকে, কোনো ছবি দেখা যায় না।
কারণ: টি-কন বোর্ডে পাওয়ার সাপ্লাই না পৌঁছালে বা প্যানেলের ফিউজ কেটে গেলে এটি ঘটে।

স্ক্রিন ঝিরঝির করা বা কাঁপানো (Screen Flickering)
লক্ষণ: স্ক্রিনের ছবি বারবার কাঁপছে অথবা নিচ থেকে উপরে উঠছে।

কারণ: পাওয়ার সাপ্লাই থেকে মেইন বোর্ডে ভোল্টেজ ঠিকমতো না পৌঁছালে বা প্যানেলের গেট সিগন্যালে সমস্যা থাকলে এটি হয়।

সতর্কতা: টি-কন বোর্ডের টেস্ট পয়েন্টগুলো খুব ছোট হয়। পরিমাপ করার সময় প্রোব যেন স্লিপ করে পাশের পার্টসের সাথে লেগে না যায়, অন্যথায় বোর্ডটি চিরতরে নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

LED টিভির বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ ভোল্টেজ

একটি LED টিভির সার্কিট বোর্ডের বিভিন্ন পয়েন্টে সঠিক ভোল্টেজ মেপে দেখা মেরামত বা ট্রাবলশুটিংয়ের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। নিচে একটি স্ট্যান্ডার্ড LED টিভির বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ ভোল্টেজ সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো।

পাওয়ার সাপ্লাই বোর্ড (Power Supply Board) ভোল্টেজ

পাওয়ার বোর্ড এসি বিদ্যুৎকে ডিসিতে রূপান্তর করে মেইন বোর্ড এবং ব্যাকলাইটের জন্য সরবরাহ করে।

Standby Voltage (5V বা 3.3V): এটি টিভির সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ভোল্টেজ। টিভি বন্ধ থাকা অবস্থায়ও মেইন বোর্ডকে চালু করার সংকেতের জন্য এই ভোল্টেজ উপস্থিত থাকে।
12VDC: এটি সাধারণত মেইন বোর্ডের সাউন্ড আইসি এবং অন্যান্য ছোট সার্কিট চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।
24V DC: বড় সাইজের টিভিতে ইনভার্টার বা ব্যাকলাইট ড্রাইভার সেকশনের জন্য এই ভোল্টেজ ব্যবহৃত হয়।

মেইন বোর্ড (Main Board) ভোল্টেজ

মেইন বোর্ডে বিভিন্ন রেগুলেটর আইসি থাকে যা ভোল্টেজকে আরও কমিয়ে বিভিন্ন চিপের উপযোগী করে।
1.1V - 1.8V (Core Voltage): এটি টিভির প্রধান প্রসেসর বা CPU চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

3.3V (EEPROM/Flash IC): টিভির মেমোরি আইসি বা বায়োস (BIOS) চিপটি এই ভোল্টেজে চলে।

5V (USB/Tuner): ইউএসবি পোর্ট এবং ডিশ লাইনের সিগন্যাল রিসিভারের জন্য এই ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়।

টি-কন বোর্ড এবং প্যানেল ভোল্টেজ (T-Con Board/Panel)

টি-কন বোর্ডে মূলত প্যানেলের ছবি তৈরির জন্য কিছু বিশেষ ভোল্টেজ তৈরি হয়। একে ডিসি-টু-ডিসি (DC-to-DC) সেকশন বলা হয়।

ভোল্টেজের নাম	আদর্শ মান (Range)	কাজ
VCC/VIN	12V বা 5V	মেইন বোর্ড থেকে আসা প্রধান ইনপুট ভোল্টেজ।
VDD / AVDD **AVDD / VDA:** এটি প্যানেলের এনালগ ভোল্টেজ। **মান:** সাধারণত **14V থেকে 17V**। এটি না থাকলে ছবিতে রঙ আসবে না।	15V থেকে 17V	প্যানেলের সোর্স ড্রাইভার এবং কালার সার্কিটের জন্য।

VGH (V-Gate High) **VGH (Voltage Gate High):** একে অনেক সময় **VON** বলা হয়। **মান: 20V থেকে 30V**। যদি এই ভোল্টেজ না থাকে, তবে ছবি স্লো-মোশন হয়ে যাবে বা স্ক্রিন সাদা হয়ে থাকবে।	20V থেকে 30V	পিক্সেল অন করার জন্য (প্যানেলের গেট সিগন্যাল)
VGL (V-Gate Low) **VGL (Voltage Gate Low):** একে অনেক সময় **VOFF** বলা হয়। এটি একটি **নেগেটিভ (-)** ভোল্টেজ। **মান: -5V থেকে -10V**। এটি না থাকলে স্ক্রিনে খাড়া দাগ বা ছবি কাঁপতে পারে।	5V থেকে 15V	পিক্সেল অফ করার জন্য (এটি নেগেটিভ ভোল্টেজ হয়)
VCOM **VCOM:** এটি কমন রেফারেন্স ভোল্টেজ। **মান:** সাধারণত **5V থেকে 7V**। এটি ছবির কন্ট্রাস্ট ঠিক রাখে।	5V থেকে 7V	

8. ব্যাকলাইট ভোল্টেজ (Backlight/LED Driver)

এটি টিভির স্ক্রিনের সাইজ এবং কয়টি LED স্ট্রিপ আছে তার ওপর নির্ভর করে।
ভোল্টেজ রেঞ্জ: ছোট টিভিতে এটি **30V থেকে 60V** এবং বড় টিভিতে **100V থেকে 200V** বা তার বেশি হতে পারে।

সতর্কতা: ব্যাকলাইট কানেক্টরে মাল্টিমিটার দিয়ে মাপার সময় সাবধান থাকতে হবে, কারণ এখানে উচ্চ ভোল্টেজ থাকে।

ভোল্টেজ চেক করার নিয়ম (Troubleshooting Tips):

- **গ্রাউন্ড (Ground) ঠিক করুন:** মাল্টিমিটারের কালো প্রোবটি টিভির বডির সাথে বা মেটাল চেসিসের সাথে ধরুন।
- **পাওয়ার অন করুন:** প্রথমে স্ট্যান্ডবাই ভোল্টেজ (5V) চেক করুন। এটি না থাকলে পাওয়ার বোর্ড মেরামত করতে হবে।
- **পাওয়ার অন বাটন চাপুন:** রিমোট দিয়ে অন করার পর দেখুন 12V এবং প্যানেল ভোল্টেজ (VGH, VGL) তৈরি হচ্ছে কি না।
- **টি-কন ফিউজ:** অনেক সময় টি-কন বোর্ডের প্রবেশমুখে একটি ছোট ফিউজ থাকে, সেটি কেটে গেলে প্যানেলে কোনো ভোল্টেজ যায় না এবং স্ক্রিন সাদা হয়ে থাকে।

টিভির রক্ষণাবেক্ষণ:

নরম এবং শুকনো মাইক্রোফাইবার কাপড় দিয়ে স্ক্রিন পরিষ্কার করুন।
কখনো সরাসরি স্ক্রিনে পানি বা কেমিক্যাল স্প্রে করবেন না।

সেলফ চেক (Self-Check) -৪.১

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন (MCQ) – ৫টি

১। LED টিভিতে আলো সরবরাহ করে-

ক) স্পিকার
খ) ব্যাকলাইট
গ) রিমোট
ঘ) কীপ্যাড

২। স্ট্যান্ডবাই ভোল্টেজ সাধারণত কত?

ক) 220V
খ) 110V
গ) 5V
ঘ) 50V

৩। স্ক্রিনে খাড়া দাগ দেখা গেলে সাধারণত কোন বোর্ডে সমস্যা হয়?

ক) পাওয়ার বোর্ড
খ) T-Con বোর্ড
গ) স্পিকার
ঘ) রিমোট

৪। USB পোর্ট সাধারণত কোন ভোল্টেজে কাজ করে?

ক) 3.3V
খ) 5V
গ) 12V
ঘ) 24V

৫। VGH ভোল্টেজের কাজ হলো-

ক) শব্দ বৃদ্ধি
খ) পিক্সেল অন করা
গ) টিভি চালু করা
ঘ) রিমোট সিগন্যাল গ্রহণ

শূন্যস্থান পূরণ করুন – ৫টি

৬। LED টিভির ‘মস্তিষ্ক’ হলো _____ বোর্ড।
৭। পাওয়ার সাপ্লাই বোর্ড AC ভোল্টেজকে _____ ভোল্টেজে রূপান্তর করে।
৮। VGL একটি _____ ভোল্টেজ।
৯। মেইন বোর্ড থেকে T-Con বোর্ডে ডাটা যায় _____ কেবলের মাধ্যমে।
১০। শব্দকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল থেকে শব্দে রূপান্তর করে _____।

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন-৫টি

১১। LED Driver-এর কাজ কী?
১২। T-Con বোর্ডের পূর্ণরূপ লিখুন।
১৩। টিভিতে শব্দ আছে কিন্তু ছবি নেই – সম্ভাব্য একটি কারণ লিখুন।
১৪। VCOM ভোল্টেজের কাজ কী?
১৫। টিভি অন না হলে প্রথমে কোন বোর্ড পরীক্ষা করতে হয়?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.১

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন (MCQ)

১। খ) ব্যাকলাইট
২। গ) 5V
৩। খ) T-Con বোর্ড
৪। খ) 5V
৫। খ) পিক্সেল অন করা

শূন্যস্থান পূরণ

৬। মেইন বোর্ড
৭। DC
৮। নেগেটিভ
৯। LVDS
১০। স্পিকার

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন
১১। ব্যাকলাইট LED-কে নির্দিষ্ট ভোল্টেজ ও কারেন্ট সরবরাহ করা।
১২। Timing Controller Board।
১৩। ব্যাকলাইট নষ্ট।
১৪। ছবির কন্ট্রাস্ট ঠিক রাখা।
১৫। পাওয়ার সাপ্লাই বোর্ড।

জব শিট (Task-Sheet) - ৪.১.১: এলইডি টিভির বিভিন্ন পার্টস সনাক্তকরণ।

নির্দেশাবলী (Instructions):

- নির্দেশাবলী মনোযোগ সহকারে পড়ুন এবং বুঝুন।
- এই প্র্যাকটিক্যাল ডেমনস্ট্রেশনটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর দক্ষতামানের সকল বা কিছু ইউনিটের উপর ভিত্তি করে করা হয়েছে।
- ব্যবহার করার জন্য রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হতে আপনি পনেরো (১৫) মিনিট সময় পাবেন।

কাজের ধাপ (Work Steps):

১. ট্রেইনারের নির্দেশনা মেনে চলুন।
২. প্রয়োজনীয় পিপিই ব্যবহার করুন।
৩. প্রয়োজনীয় টুলস ইকুইপমেন্ট ও ম্যাটেরিয়াল সংগ্রহ করুন।
৪. পার্টস গুলো চিহ্নিত করুন এবং নাম গুলো খাতায় লিখুন।
৫. ভিতরের পার্টস গুলো চিন্নিহিত করুন এবং তারপর পার্টস ফিটিং করে টিভিটি পুনরায় অন করুন।
৬. পাওয়ার সংযোগ দিয়ে বাল্বটি পরীক্ষা করুন।
৭. কাজ শেষে ট্রেইনারকে অবহিত করুন।
৮. নিয়মানুযায়ী জবটি জমা দিন।
৯. কর্মস্থল পরিষ্কার করুন ও টুলস যথাস্থানে জমা দিন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet)

প্রয়োজনীয় পিপিই

১। প্লাস্টিক বা রাবারের জুতা বা স্যান্ডেল (১ জোড়া)
২। হ্যান্ড গ্লাপ্স (১ জোড়া)
৩। মাস্ক (১টি)

প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্ট

১। স্টার ক্রু ড্রাইভার
২। ফ্লাট ক্রু ড্রাইভার
৩। মাল্টি মিটার
৪। **এলইডি টিভির ব্যাক লাইট** টেস্টর
৫। পাওয়ার সাপ্লাই

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়াল

১. এলইডি টিভির ১ টি।

এলইডি টিভির বিভিন্ন পার্টস সনাক্ত করুন

সতর্কতা

- ভেজা হাতে কোন পার্টস ধরা যাবে না ।
- সার্কিট বোর্ড অবশ্যই কোন পরিস্কার ও শুকনো ইন্সুলেটরের উপর রাখতে হবে।
- পার্টস সংযোগ করতে গিয়ে কোনকিছু যেন হাত থেকে না পড়ে বা না ভাঙ্গে সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet): ৪.২ মাইক্রোওয়েভ ওভেন

শিখনফল-৪.২: মাইক্রোওয়েভ ওভেনের প্রতিটি পার্টসের কাজ, সাধারণ সমস্যাগুলো শনাক্ত ও মেরামত করতে পারবেন।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

মাইক্রোওয়েভ ওভেনের এর পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা ।
সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা ।

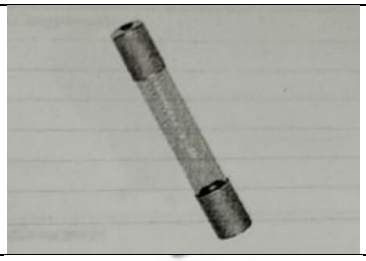
মাইক্রোওয়েভ ওভেনের এর পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা

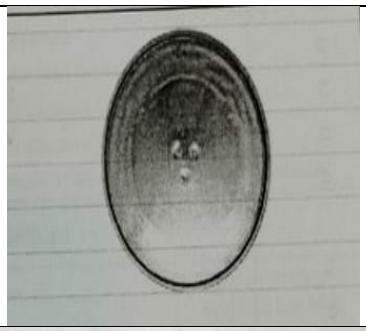
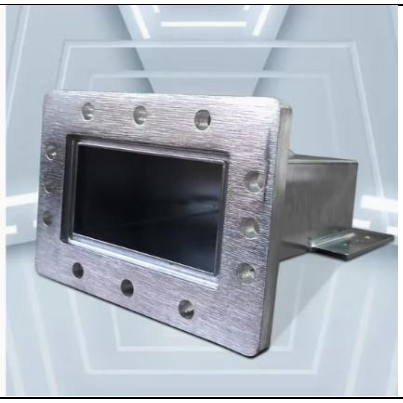
এটি একটি ইলেকট্রনিক যন্ত্র যা অতি উচ্চ তড়িৎচৌম্বকীয় ফ্রিকোয়েন্সি (২.৪৫ গিগাহার্টজ মাইক্রোওয়েভ) ব্যবহার করে খুব দ্রুত খাবার গরম বা রান্না করে। এই তরঙ্গ খাবারের ভেতরে থাকা পানির অণুগুলোকে খুব দ্রুত কম্পিত করে, ফলে ঘর্ষণের মাধ্যমে তাপ উৎপন্ন হয় এবং খাবার ভেতর থেকে গরম হয়।

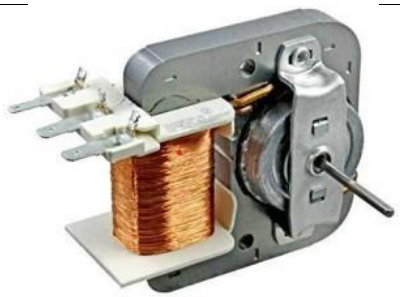
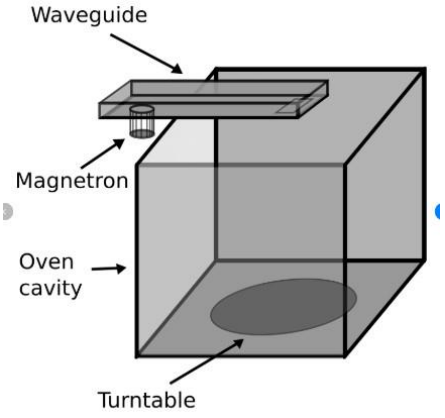
মাইক্রো ওয়েভ ওভেন

প্রতিটি প্রধান অংশ নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

ক্রম	পার্টসের নাম	কাজ	ছবি
১	হাই ভোল্টেজ ক্যাপাসিটর High Voltage Capacitor	মাইক্রোওয়েভ ওভেনের হাই ভোল্টেজ ক্যাপাসিটর মূলত ট্রান্সফরমার থেকে আসা এসি (AC) ভোল্টেজকে ডায়োডের সহায়তায় দ্বিগুণ ও ডিসি (DC)-তে রূপান্তর করে ম্যাগনেট্রনে পাঠায় এবং ভোল্টেজ স্মুথ (স্থির) রাখে [৩, ৮]। এটি শক্তি সঞ্চয় করে ম্যাগনেট্রনকে কার্যকরভাবে মাইক্রোওয়েভ তৈরি করতে সাহায্য করে, যা ছাড়া খাবার গরম বা রান্না সম্ভব হতো না।	

২	ক্যাভিটি মাগনেট্রন Cavity Magnetron	এটি ওভেনের হৃৎপিণ্ড। এটি বিদ্যুৎ শক্তিকে উচ্চ-ফ্রিকোয়েন্সির মাইক্রোওয়েভে রূপান্তর করে, যা খাবার গরম করে।	
৩	কন্ট্রোল প্যানেল Control panel	কন্ট্রোল প্যানেল ব্যবহারকারীকে রান্নার সময় নির্ধারণ, পাওয়ার লেভেল অ্যাডজাস্ট, ডিফ্রস্টিং, এবং বিভিন্ন মোড (বেকিং, গ্রিলিং, রিহিট) সেট করতে সাহায্য করে । বোতাম বা ডায়ালের মাধ্যমে এটি ওভেনের কার্যকারিতা সহজ ও সুনির্দিষ্ট করে তোলে।	
৪	হাই ভোল্টেজ ডায়োড High Voltage Diode	ট্রান্সফরমার থেকে আসা উচ্চ ভোল্টেজের অল্টারনেটিং কারেন্ট (AC) কে ডাইরেক্ট কারেন্টে (DC) রূপান্তর করা এবং ভোল্টেজ দ্বিগুণ করতে সাহায্য করা। এটি ক্যাপাসিটরের সাথে মিলে ম্যাগনেট্রনকে সঠিক DC পাওয়ার সরবরাহ করে মাইক্রোওয়েভ তৈরি ও খাবার গরম নিশ্চিত করে	
৫	কার্টিস্ট ফিউজ Cartist Fuse	১। এটি অতিরিক্ত বিদ্যুৎ প্রবাহ, শর্ট সার্কিট বা ত্রুটিপূর্ণ দরজার সুইচজনিত সমস্যায় সার্কিট ভেঙে দিয়ে ওভেনকে পুড়ে যাওয়া ও অগ্নিকাণ্ড থেকে রক্ষা করে। ২। এটি বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে প্রধান যন্ত্রাংশগুলোকে বাঁচায় ।	
৬	ম্যাগনেট্রন টিউব Magneton Tube	বৈদ্যুতিক শক্তিকে উচ্চ-কম্পাঙ্কের মাইক্রোওয়েভ শক্তিতে (তরঙ্গে) রূপান্তর করে । এটি একটি শক্তিশালী ভ্যাকুয়াম টিউব যা চুম্বক ও ইলেকট্রন ব্যবহার করে তরঙ্গ তৈরি করে, যা খাবারের জলের অণুতে কম্পন সৃষ্টি করে তাপ উৎপন্ন করে এবং দ্রুত রান্না বা খাবার গরম করতে সাহায্য করে	

৭	টার্ন টেবিল Turn table	এটি একটি ঘোরানো কাঁচের প্লেট যা খাবারকে সমানভাবে সবদিক থেকে গরম হতে সাহায্য করে	
৮	সিনক্রোনাস মোটর Synchronous Motor	ওভেনের ভেতরের টার্নটেবল বা কাঁচের প্লেটটিকে ধীরগতিতে ও সমভাবে ঘোরানো, যাতে খাবার সবদিকে সমানভাবে তাপ পায় এবং সুষমভাবে রান্না হয় । এটি গিয়ার মেকানিজমের সাহায্যে কম শক্তিতেও ভালো টর্ক তৈরি করে প্লেট ঘোরায়।	
৯	হাই ভোল্টেজ ট্রান্সফরমার H.V Transformer	সাধারণ এসি ভোল্টেজকে (১১০/২২০ ভোল্ট) কয়েক হাজার ভোল্টে (সাধারণত ২০০০+ ভোল্ট) উন্নীত করে । এটি মূলত ম্যাগনেটিক লিকেজ ট্রান্সফরমার হিসেবেও কাজ করে।	
১০	ওয়েভ গাইড Wave guide	ম্যাগনেট্রন থেকে উৎপন্ন মাইক্রোওয়েভ গুলোকে রান্নার গহ্বর বা চেম্বারে পৌঁছে দেয়	

১১	থার্মাল ফিউস Thermal Fuse	ওভেন অস্বাভাবিক গরম হলে বা কোনো কারণে তাপমাত্রা সীমা ছাড়িয়ে গেলে, এটি বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন (blown) করে আগুন লাগা বা বড় ক্ষতি রোধ করে । এটি একবার নষ্ট হলে পরিবর্তন করতে হয়।	
১২	ডোর লক সুইচ (লিমিট সুইচ) Door Lock Switch (Limit Switch)	ডোর ও সেফটি সুইচ (Door & Safety Switches): দরজা খাবার দেখার সুবিধা দেয় এবং সেফটি সুইচ নিশ্চিত করে যে দরজা বন্ধ না থাকলে ওভেন চালু হবে না	
১৩	কুলিং ফ্যান (Cooling Fan):	ওভেনের অভ্যন্তরীণ যন্ত্রাংশগুলোকে অতিরিক্ত গরম হওয়া থেকে রক্ষা করে এবং বাতাস চলাচল স্বাভাবিক রাখে	
১৪	কুকিং ক্যাভিটি/গহ্বর (Cooking Cavity):	এটি ভেতরের ধাতব চেম্বার যেখানে খাবার রাখা হয়। ধাতব দেয়ালগুলো মাইক্রোওয়েভ প্রতিফলিত করে খাবার দ্রুত গরম করে	

সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা ।

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	মাইক্রোওয়েভ ওভেন চালু হচ্ছে না	বিদ্যুৎ সংযোগ নেই, পাওয়ার কর্ড বা প্লাগ নষ্ট, ডোর সুইচ খারাপ, ফিউজ পুড়ে গেছে।	পাওয়ার সাপ্লাই চেক করুন, কর্ড ও প্লাগ পরীক্ষা করুন, ডোর সুইচ ও ফিউজ পরিবর্তন করুন।
২	ওভেন চালু হয় কিন্তু গরম করে না	ম্যাগনেট্রন নষ্ট, হাই ভোল্টেজ ডায়োড/ক্যাপাসিটর সমস্যা, ট্রান্সফরমার নষ্ট।	ম্যাগনেট্রন, ডায়োড ও ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করে প্রয়োজনে পরিবর্তন করুন।
৩	খাবার ঠিকভাবে গরম হয় না	পাওয়ার লেভেল কম, টার্নটেবিল ঘুরছে না, খাবার সঠিকভাবে রাখা হয়নি।	সঠিক পাওয়ার সেট করুন, টার্নটেবিল মোটর চেক করুন, খাবার মাঝখানে রাখুন।
৪	ভিতরে স্পার্ক বা আগুনের মতো দেখা যায়	ধাতব পাত্র ব্যবহার, অ্যালুমিনিয়াম ফয়েল, ওয়েভগাইড কভার নষ্ট।	ধাতব পাত্র ব্যবহার বন্ধ করুন, ওভেন পরিষ্কার করুন, ওয়েভগাইড কভার পরিবর্তন করুন।
৫	দরজা বন্ধ করলেও কাজ করে না	ডোর লক সুইচ নষ্ট, দরজা ঠিকমতো ফিট নয়।	ডোর সুইচ ও হিঞ্জ পরীক্ষা করে ঠিক করুন।
৬	অতিরিক্ত শব্দ হয়	ফ্যান মোটর নষ্ট, টার্নটেবিল মোটর সমস্যা, ঢিলা স্ক্রু।	ফ্যান ও মোটর চেক করুন, ঢিলা পার্টস টাইট করুন।
৭	নিজে নিজে বন্ধ হয়ে যায়	অতিরিক্ত তাপ, ভেন্টিলেশন বন্ধ, থার্মাল সুইচ সক্রিয়।	বাতাস চলাচলের ব্যবস্থা করুন, ফ্যান চেক করুন, ঠান্ডা হলে আবার চালান।
৮	ডিসপ্লে কাজ করছে না	ডিসপ্লে বোর্ড নষ্ট, PCB সমস্যা, পাওয়ার সাপ্লাই ত্রুটি।	ডিসপ্লে ও PCB চেক করুন, প্রয়োজনে পরিবর্তন করুন।

সতর্কতা

বিষয়	নির্দেশনা
হাই ভোল্টেজ ক্যাপাসিটর	সার্ভিসের আগে অবশ্যই ডিসচার্জ করতে হবে।
সার্ভিসিং	প্রশিক্ষণ ছাড়া খুলবেন না।
পাওয়ার	কাজের আগে প্লাগ খুলে নিন
পাত্র	শুধুমাত্র মাইক্রোওয়েভ-সেফ (কাঁচ বা সিরামিক) পাত্র ব্যবহার করুন।
টাইমার এবং পাওয়ার	খাবারের ধরন অনুযায়ী টাইমার এবং পাওয়ার লেভেল সেট করুন।
ব্যবহারের পর	প্রতিবার ব্যবহারের পর ভেতরের দেয়াল পরিষ্কার করুন যাতে তেলের ছিটা জমে শক্ত না হয়।

সেলফ চেক (Self-Check) -৪.২

প্রশ্ন–১ মাইক্রোওয়েভ ওভেন কী?
প্রশ্ন–২ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের হৃৎপিন্ড কোনটি এবং কেন?
প্রশ্ন–৩ হাই ভোল্টেজ ক্যাপাসিটরের কাজ কী?
প্রশ্ন–৪ মাইক্রোওয়েভ ওভেনে ডোর লক সুইচের গুরুত্ব কী?
প্রশ্ন–৫ টার্নটেবিলের কাজ কী?
প্রশ্ন–৬ মাইক্রোওয়েভ ওভেন চালু হচ্ছে না—এর দুটি সম্ভাব্য কারণ লেখো।
প্রশ্ন–৭ ওভেন চালু হলেও খাবার গরম না হলে কোন পার্টস বেশি সন্দেহজনক?
প্রশ্ন–৮ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের ভিতরে স্পার্ক হলে প্রধান কারণ কী?
প্রশ্ন–৯ থার্মাল ফিউজের কাজ কী?
প্রশ্ন–১০ মাইক্রোওয়েভ ওভেন সার্ভিসিংয়ের সময় দুটি নিরাপত্তা সতর্কতা লেখো।

প্রশ্ন–১১ মাইক্রোওয়েভ ওভেনে সাধারণত কোন ফ্রিকোয়েন্সির তরঙ্গ ব্যবহার করা হয়?
A. ৫০ হার্টজ
B. ১ কিলোহার্টজ
C. ২.৪৫ গিগাহার্টজ
D. ১০ গিগাহার্টজ

প্রশ্ন–১২মাইক্রোওয়েভ ওভেনের হৃৎপিন্ড বলা হয় কোন পার্টসকে?
A. হাই ভোল্টেজ ট্রান্সফরমার
B. ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রন
C. টার্নটেবিল
D. কন্ট্রোল প্যানেল

প্রশ্ন–১৩ হাই ভোল্টেজ ক্যাপাসিটরের প্রধান কাজ কোনটি?
A. খাবার ঘোরানো
B. তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ
C. ভোল্টেজ দ্বিগুণ ও শক্তি সঞ্চয়
D. দরজা লক করা

প্রশ্ন–১৪ মাইক্রোওয়েভ ওভেনে ধাতব পাত্র ব্যবহার করলে কী হতে পারে?
A. দ্রুত গরম হবে
B. কোনো সমস্যা হবে না
C. স্পার্ক বা আগুনের মতো দেখা যেতে পারে
D. বিদ্যুৎ সাশ্রয় হবে

প্রশ্ন–১৫ থার্মাল ফিউজের কাজ কী?
A. খাবার গরম করা
B. ভোল্টেজ বাড়ানো
C. অতিরিক্ত তাপে বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা
D. ডিসপ্লে নিয়ন্ত্রণ করা

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.২

প্রশ্ন–১ **উত্তর:** মাইক্রোওয়েভ ওভেন একটি ইলেকট্রনিক যন্ত্র যা ২.৪৫ গিগাহার্টজ মাইক্রোওয়েভ ব্যবহার করে খাবারের ভেতরের পানির অণুকে কম্পিত করে তাপ উৎপন্ন করে দ্রুত খাবার গরম বা রান্না করে।

প্রশ্ন–২ **উত্তর:** ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রন (Cavity Magnetron) ওভেনের হৃৎপিণ্ড, কারণ এটি বৈদ্যুতিক শক্তিকে উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির মাইক্রোওয়েভে রূপান্তর করে।

প্রশ্ন–৩ **উত্তর:** হাই ভোল্টেজ ক্যাপাসিটর ভোল্টেজ দ্বিগুণ করতে সাহায্য করে, শক্তি সঞ্চয় করে এবং ম্যাগনেট্রনে স্থির DC ভোল্টেজ সরবরাহ করে।

প্রশ্ন–৪ **উত্তর:** ডোর লক সুইচ নিশ্চিত করে যে দরজা বন্ধ না থাকলে ওভেন চালু হবে না, ফলে ব্যবহারকারীর নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়।

প্রশ্ন–৫ **উত্তর:** টার্নটেবিল খাবারকে ধীরে ধীরে ঘোরায়, যাতে খাবার সবদিক থেকে সমানভাবে গরম হয়।

প্রশ্ন–৬ **উত্তর:** ১) বিদ্যুৎ সংযোগ বা পাওয়ার কর্ড নষ্ট ২) ফিউজ পুড়ে যাওয়া বা ডোর সুইচ খারাপ

প্রশ্ন–৭ **উত্তর:** ম্যাগনেট্রন, হাই ভোল্টেজ ডায়োড, হাই ভোল্টেজ ক্যাপাসিটর।

প্রশ্ন–৮ **উত্তর:** ধাতব পাত্র বা অ্যালুমিনিয়াম ফয়েল ব্যবহার, অথবা ওয়েভগাইড কভার নষ্ট হওয়া।

প্রশ্ন–৯ **উত্তর:** ওভেন অতিরিক্ত গরম হলে থার্মাল ফিউজ বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে আগুন বা বড় ক্ষতি থেকে রক্ষা করে।

প্রশ্ন–১০ **উত্তর:** ১) পার্টস খোলার আগে অবশ্যই পাওয়ার সংযোগ খুলতে হবে। ২) হাই ভোল্টেজ ক্যাপাসিটর ডিসচার্জ না করে কাজ করা যাবে না।

প্রশ্ন–১১ C. ২.৪৫ গিগাহার্টজ

প্রশ্ন–B. ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রন

প্রশ্ন–১৩ C. ভোল্টেজ দ্বিগুণ ও শক্তি সঞ্চয়

প্রশ্ন–১৪ C. স্পার্ক বা আগুনের মতো দেখা যেতে পারে

প্রশ্ন–১৫ C. অতিরিক্ত তাপে বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা

জব শিট (Task-Sheet) - ৪.২: মাইক্রো ওয়েভ ওভেনের বিভিন্ন পার্টস সনাক্ত কর ও প্রধান প্রধান পার্টস গুলো খুলে পুনরায় সংযোগ কর।

নির্দেশাবলী (Instructions):

- নির্দেশাবলী মনোযোগ সহকারে পড়ুন এবং বুঝুন।
- এই প্র্যাকটিক্যাল ডেমনস্ট্রেশনটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর দক্ষতামানের সকল বা কিছু ইউনিটের উপর ভিত্তি করে করা হয়েছে।
- ব্যবহার করার জন্য রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হতে আপনি পনেরো (১৫) মিনিট সময় পাবেন।

কাজের ধাপ (Work Steps):

১. ট্রেইনারের নির্দেশনা মেনে চলি।
২. প্রয়োজনীয় পিপিই ব্যবহার করি।
৩. প্রয়োজনীয় টুলস, ইকুইপমেন্ট ও ম্যাটেরিয়াল সংগ্রহ করি।
৪. মাইক্রো ওয়েভ ওভেনের কভারের সাথে সংযুক্ত স্ক্রু গুলো ভালোভাবে খুলে নিরাপদ স্থানে রাখুন।
৫. কভারটি খুলে নিরাপদ স্থানে রাখুন।
৬. নিম্নের ছবিতে উল্লেখিত পার্টস গুলো চিহ্নিত কর এবং নাম গুলো খাতায় লিখ।
৭. Magnetron, Capacitor, Fuse, Turntable ও Diode খুল এবং নিরাপদ স্থানে রাখ।
৮. পুনরায় নির্দিষ্ট স্থানে স্থাপন করে তারের সংযোগ দাও।
৯. পাওয়ার সংযোগ দিয়ে ১ কাপ পানি গরম কর।
১০. কাজ শেষে ট্রেইনারকে অবহিত কর।
১১. নিয়মানুযায়ী কাজটি জমা দাও।
১২. কর্মস্থল পরিষ্কার কর, টুলস, ইকুইপমেন্ট ও ম্যাটেরিয়াল যথাস্থানে জমা দাও।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet)

প্রয়োজনীয় পিপিই

১. প্লাস্টিক বা রাবারের জুতা বা স্যান্ডেল (১ জোড়া)
২. হ্যান্ড গ্লাব্স (১ জোড়া)
৩. মাস্ক (১টি)

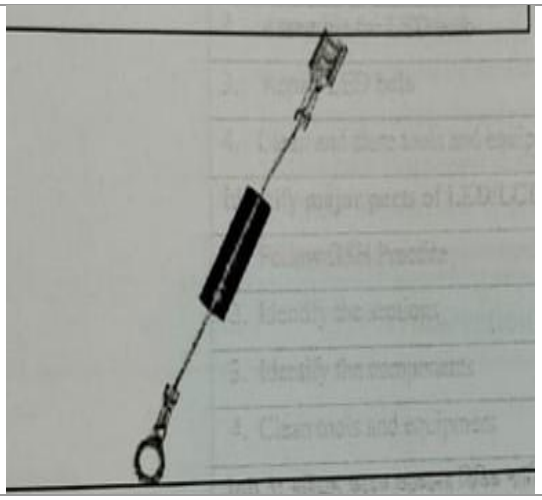
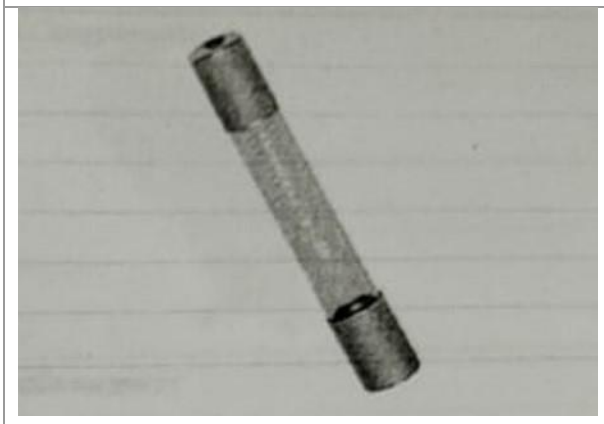
প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্ট

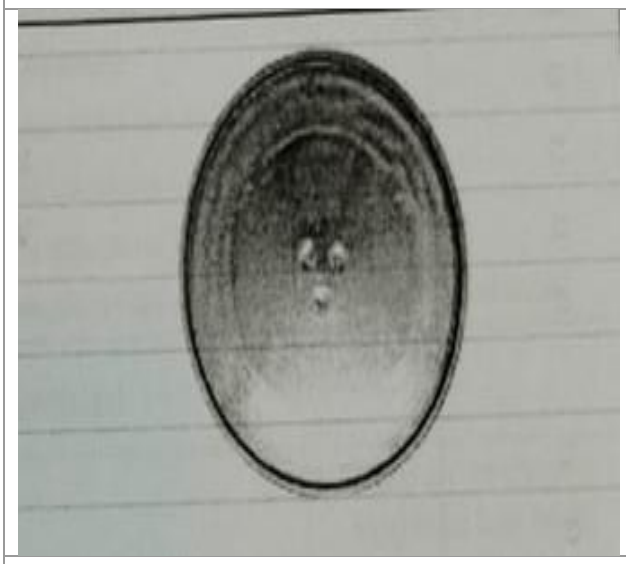
১. স্টার ক্রু ড্রাইভার
৩. ফ্লাট ক্রু ড্রাইভার
২. মাল্টি মিটার
৪. মাইক্রো ওয়েভ ওভেন টেস্ট করার জন্য পাওয়ার সাপ্লাই

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়াল

১. মাইক্রো ওয়েভ ওভেন ১ টি।
২. ওভেন প্রুফ ১ টি কাপ ও ১ কাপ পানি।

মাইক্রো ওয়েভ ওভেনের বিভিন্ন পার্টস সনাক্ত করুন

	SYNCHRONOUS MOTOR 49TYZ AC:30V 50/60Hz 4/5RPM 3.5/4W CW/CCW CLASS B MADE IN CHINA

নিরাপত্তা সতর্কতা (Safety Instructions)

১. ভেজা হাতে কোন পার্টস ধরব না।
২. পার্টস খুলে পরিস্কার ও শুকনো ইন্সুলেটরের উপর রাখি।
৩. পার্টস সংযোগ করতে গিয়ে কোনকিছু যেন হাত থেকে না পড়ে বা না ভাঙ্গে সেদিকে খেয়াল রাখি ।
৪. কভার খোলার পর এটি একটি নির্দিষ্ট স্থানে রাখি এবং খেয়াল রাখতে হবে যেন খোলার সময় পড়ে গিয়ে হারিয়ে না যাই।
৫. পাওয়ার সাপ্লাই বন্ধ অবস্থায় পার্টস খুলতে হবে।
৬. পার্টস খোলার আগে অবশ্যই ক্যাপাসিটর ডিসচার্জ করে নিতে হবে।
৭. পার্টস খোলা বা লাগানোর সময় যেন টার্মিনাল ভেঙ্গে না যায় সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।

ইনফরমেশন শিট: ৪.৩ ইলেকট্রিক রাইস কুকার

শিখনফল-৪.৩: ইলেকট্রিক রাইস কুকার এর প্রতিটি পার্টসের কাজ, সাধারণ সমস্যাগুলো শনাক্ত ও মেরামত করতে পারবেন।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।
বিষয় বস্তু (Content):

ইলেকট্রিক রাইস কুকারের পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা ।
সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা ।

ইলেকট্রিক রাইস কুকারের পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা

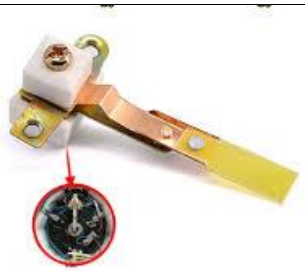
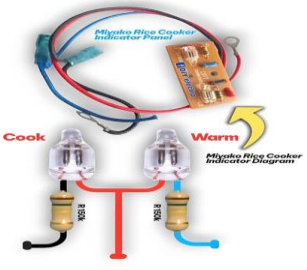
ইলেকট্রিক রাইস কুকার হলো একটি বৈদ্যুতিক গৃহস্থালি যন্ত্র, যা বিদ্যুৎ শক্তিকে তাপ শক্তিতে রূপান্তর করে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ভাত রান্না করার জন্য ব্যবহৃত হয় । এটি তাপমাত্রা ও সময় নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে চাল ভাত হওয়ার পর নিজে থেকেই "Warm" মোডে চলে যায় । এটি সাধারণত বাড়ি, হোস্টেল, অফিস ও ক্যান্টিনে ব্যবহৃত হয় ।

ইলেকট্রিক রাইস কুকার এর কাজের নীতি

রাইস কুকার বৈদ্যুতিক হিটিং প্রিন্সিপলে কাজ করে। যখন কুকার "Cook" মোডে থাকে, তখন হিটিং এলিমেন্ট চালু হয়ে পানি ফুটিয়ে চাল রান্না করে। পানি সম্পূর্ণ শোষিত বা বাষ্প হয়ে গেলে তাপমাত্রা হঠাৎ বেড়ে যায়, তখন থার্মোস্ট্যাট সক্রিয় হয়ে কুকারকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে "Warm" মোডে নিয়ে যায়।

ইলেকট্রিক রাইস কুকার এর প্রতিটি প্রধান অংশ নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

ক্রম	নাম	কাজ	চিত্র
১	বাহ্যিক বডি Outer Body	১। কুকারের বাইরের কাঠামো। ২।সাধারণত ধাতু বা তাপ সহনশীল প্লাস্টিক দিয়ে তৈরি।	

২	ইনার পট Inner Pot	চাল ও পানি রাখার পাত্র। নন-স্টিক কোটেড বা অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি।	
৩	হিটিং প্লেট / হিটিং এলিমেন্ট Heating Plate / Heating Element	১। বিদ্যুৎ পেলে তাপ উৎপন্ন করে। ২। ইনার পটের নিচে অবস্থান করে।	
৪	থের্মোস্টেট / টেম্পারেচার সেন্সর (Thermostat / Temperature Sensor)	তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে। ভাত রান্না শেষ হলে কুকারকে "Cook" থেকে "Warm" মোডে নেয়।	
৫	কন্ট্রোল সুইচ (কুক/ওয়ার্ম সুইচ) Control Switch (Cook/Warm Switch)	রান্না শুরু ও শেষ নিয়ন্ত্রণ করে।	
৬	ইনডিকেটর লাইট (কুক/বর্ম ইনডিকেটর) Indicator Light (Cook/Warm Indicator)	কুকারের বর্তমান অবস্থা নির্দেশ করে।	

৭	মাইক্রো সুইচ Micro Switch	মাইক্রো সুইচের প্রধান কাজ হলো রান্নার মোড (Cook) থেকে গরম রাখার মোডে (Warm) স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিবর্তন করা । এটি তাপমাত্রা বা চাপের পরিবর্তন সনাক্ত করে জল বাষ্পীভূত হওয়ার পর সুইচটি বন্ধ করে দেয়, যা অতিরিক্ত রান্না বা পুড়ে যাওয়া রোধ করে।	
৮	পাওয়ার কর্ড এবং প্লাগ Power Cord & Plug	বৈদ্যুতিক সংযোগ প্রদান করে।	
৯	(ঢাকনা Lid / Cover	ভেতরের তাপ ও বাষ্প ধরে রাখে।	
১০	Magnetic Switch	ভাত রান্না হয়ে গেলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে 'কুক' (Cook) মোড থেকে 'ওয়ার্ম' (Warm) মোডে পরিবর্তন করা এবং অতিরিক্ত তাপমাত্রায় নিরাপত্তা নিশ্চিত করা। এটি হিটিং প্লেটের কেন্দ্রে থাকে এবং ম্যাগনেটিক প্রপার্টি ব্যবহার করে কুকারের তাপমাত্রা 100oC এর উপরে গেলেই বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে ভাত পোড়া থেকে রক্ষা করা।	

১১	থার্মাল ফিউজ Thermal Fuse	অতিরিক্ত তাপমাত্রা থেকে কুকারটিকে রক্ষা করা এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করা। এটি একটি সুরক্ষা ডিভাইস যা একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় (সাধারণত (185০C এর আশেপাশে পৌঁছালে বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দেয় । এর ফলে রাইস কুকার অতিরিক্ত গরম (Overheat) হয়ে পুড়ে যাওয়া বা আগুন লাগার ঝুঁকি কমে।	
১২	হাই রেজিস্ট্যান্স কয়েল High resistance Coil	বিদ্যুৎ শক্তিকে তাপে রূপান্তরিত করে চাল ও পানি গরম করে এবং ভাত রান্না করে । এটি সাধারণত নি ক্রোম (nichrome) তারের তৈরি, যা উচ্চ প্রতিরোধ সৃষ্টি করে দ্রুত তাপ উৎপন্ন করে এবং রান্নার পর নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় খাবার গরম রাখে ।	

সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	কুকার চালু হচ্ছে না	পাওয়ার নেই	সকেট ও পাওয়ার সাপ্লাই পরীক্ষা করা
		পাওয়ার কেবল বা প্লাগ নষ্ট	কেবল বা প্লাগ পরিবর্তন করা
		থার্মাল ফিউজ কাটা	থার্মাল ফিউজ রিপ্লেস করা
২	ভাত রান্না হচ্ছে না	হিটিং এলিমেন্ট নষ্ট	হিটিং এলিমেন্ট পরীক্ষা ও পরিবর্তন করা
		ইনার পট ঠিকভাবে বসানো নেই	ইনার পট সঠিকভাবে বসানো
৩	কুকার অটো “Warm” এ যাচ্ছে না	থার্মোস্ট্যাট নষ্ট	থার্মোস্ট্যাট পরিবর্তন করা
৪	কুকার অতিরিক্ত গরম হচ্ছে	থার্মোস্ট্যাট কাজ করছে না	থার্মোস্ট্যাট চেক ও প্রয়োজনে পরিবর্তন করা
		ভেতরে ময়লা বা চাল জমে আছে	কুকারের ভেতর ভালোভাবে পরিষ্কার করা
৫	Indicator Light জ্বলছে না	ইন্ডিকেটর লাইট নষ্ট	ইন্ডিকেটর লাইট পরিবর্তন করা
		সংযোগ ঢিলা	সংযোগ ঠিক করা

নিরাপত্তা নির্দেশনা (Safety Instructions):

১। কুকার খুলে কাজ করার আগে অবশ্যই প্লাগ খুলতে হবে।
২। ভেজা হাতে ব্যবহার করা যাবে না।
৩। খালি কুকার চালু করা যাবে না।
৪। শিশুদের নাগালের বাইরে রাখতে হবে।

সেলফ চেক (Self-Check) -৪.৩

১. রাইস কুকার কোন শক্তিকে তাপ শক্তিতে রূপান্তর করে?
২. রান্না শেষ হওয়ার পর কুকার নিজে থেকে কোন মোডে চলে যায়?
৩. রাইস কুকারের বাইরের বডি সাধারণত কী দিয়ে তৈরি হয়?
৪. ইনার পট বা ভেতরের পাত্রটি কীসের তৈরি?
৫. থার্মোস্ট্যাট-এর প্রধান কাজ কী?
৬. রাইস কুকারে হিটিং প্লেট কোথায় থাকে?
৭. থার্মাল ফিউজ কেন ব্যবহার করা হয়?
৮. কুকার চালু না হওয়ার একটি সম্ভাব্য কারণ কী?
৯. কুকার খুলে কাজ করার আগে প্রথম কাজ কী?
১০. খালি কুকার চালু করলে কী সমস্যা হতে পারে?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.৩

১. বিদ্যুৎ শক্তিকে ।
২. "Warm" মোডে ।
৩. ধাতু বা তাপ সহনশীল প্লাস্টিক ।
৪. নন-স্টিক কোটেড বা অ্যালুমিনিয়াম ।
৫. তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা এবং মোড পরিবর্তন করা ।
৬. ইনার পটের নিচে ।
৭. অতিরিক্ত তাপ থেকে রক্ষা করতে সার্কিট কেটে দেওয়ার জন্য ।
৮. পাওয়ার কেবল নষ্ট বা থার্মাল ফিউজ কাটা ।
৯. পাওয়ার প্লাগ খুলে নেওয়া ।
১০. এটি কুকারের ক্ষতি করতে পারে (নিরাপত্তা নির্দেশনার পরিপন্থী)

জব শিট (Task-Sheet) - ৪.৩: মাইক্রো ওয়েভ ওভেনের বিভিন্ন পার্টস সনাক্ত কর ও প্রধান প্রধান পার্টস গুলো খুলে পুনরায় সংযোগ কর।

নির্দেশাবলী (Instructions):

- নির্দেশাবলী মনোযোগ সহকারে পড়ুন এবং বুঝুন।
- এই প্র্যাকটিক্যাল ডেমনস্ট্রেশনটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর দক্ষতামানের সকল বা কিছু ইউনিটের উপর ভিত্তি করে করা হয়েছে।
- ব্যবহার করার জন্য রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হতে আপনি পনেরো (১৫) মিনিট সময় পাবেন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম:

১। মাল্টিমিটার (হিটিং এলিমেন্ট ও ফিউজ চেক করার জন্য) ।
২। স্ক্রু-ড্রাইভার সেট (কুকার খোলার জন্য) ।
৩। ক্লিনিং ব্রাশ বা কাপড়।
৪। নতুন থার্মাল ফিউজ বা থার্মোস্ট্যাট (প্রয়োজন সাপেক্ষে) ।

কাজের ধাপ (Work Steps):

১. ট্রেইনারের নির্দেশনা মেনে চলি।
২. প্রয়োজনীয় পিপিই ব্যবহার করি।
৩. প্রয়োজনীয় টুলস, ইকুইপমেন্ট ও ম্যাটেরিয়াল সংগ্রহ করি।
৪। মেরামত করার সময় নিচের অংশগুলো সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করুন:
ইনার পট (Inner Pot): এটি ঠিকভাবে বসানো আছে কি না এবং নন-স্টিক কোটিং ঠিক আছে কি না তা দেখুন।
হিটিং এলিমেন্ট (Heating Element): এটি বিদ্যুৎ পেলে সঠিক তাপ উৎপন্ন করছে কি না পরীক্ষা করুন।
থার্মোস্ট্যাট (Thermostat): এটি রান্নার পর "Warm" মোডে নিতে সক্ষম কি না যাচাই করুন।
থার্মাল ফিউজ (Thermal Fuse): সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহ সচল রাখছে কি না দেখুন।

সাধারণ সমস্যা ও সমাধান

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	কুকার চালু হচ্ছে না		
২	ভাত রান্না হচ্ছে না		
৩	অটো "Warm" হচ্ছে না		
৪	অতিরিক্ত গরম হচ্ছে		
৫	ইন্ডিকেটর জ্বলছে না		

নিরাপত্তা সতর্কতা (Safety Instructions)

১। কুকার খুলে কাজ করার আগে অবশ্যই বিদ্যুৎ সংযোগ বা প্লাগ খুলে নিতে হবে।
২। কোনোভাবেই ভেজা হাতে কুকার বা এর বৈদ্যুতিক অংশ স্পর্শ করা যাবে না।
৩। ইনার পটে চাল-পানি না দিয়ে খালি কুকার চালু করা সম্পূর্ণ নিষেধ।
৪। কাজ শেষে কুকারটি শিশুদের নাগালের বাইরে নিরাপদ স্থানে রাখুন।

ইনফরমেশন শিট: ৪.৪ ইলেকট্রিক কেটলি (Electric Kettle)

শিখনফল-৪.৪: ইলেকট্রিক কেটলি এর প্রতিটি পার্টসের কাজ, সাধারণ সমস্যাগুলো শনাক্ত ও মেরামত করতে পারবেন।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।
বিষয় বস্তু (Content):

ইলেকট্রিক কেটলির পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা ।
সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা ।

ইলেকট্রিক কেটলির পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা

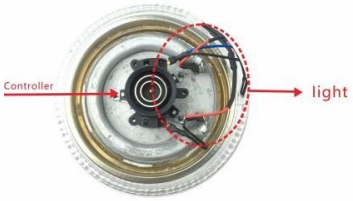
ইলেকট্রিক কেটলি হলো একটি বৈদ্যুতিক গৃহস্থালি যন্ত্র, যা বিদ্যুৎ শক্তিকে তাপ শক্তিতে রূপান্তর করে দ্রুত পানি গরম বা ফুটানোর জন্য ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত বাড়ি, অফিস, হোস্টেল ও ক্যান্টিনে চা, কফি বা ইনস্ট্যান্ট খাবার তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়।

ইলেকট্রিক কেটলি এর কাজের নীতি

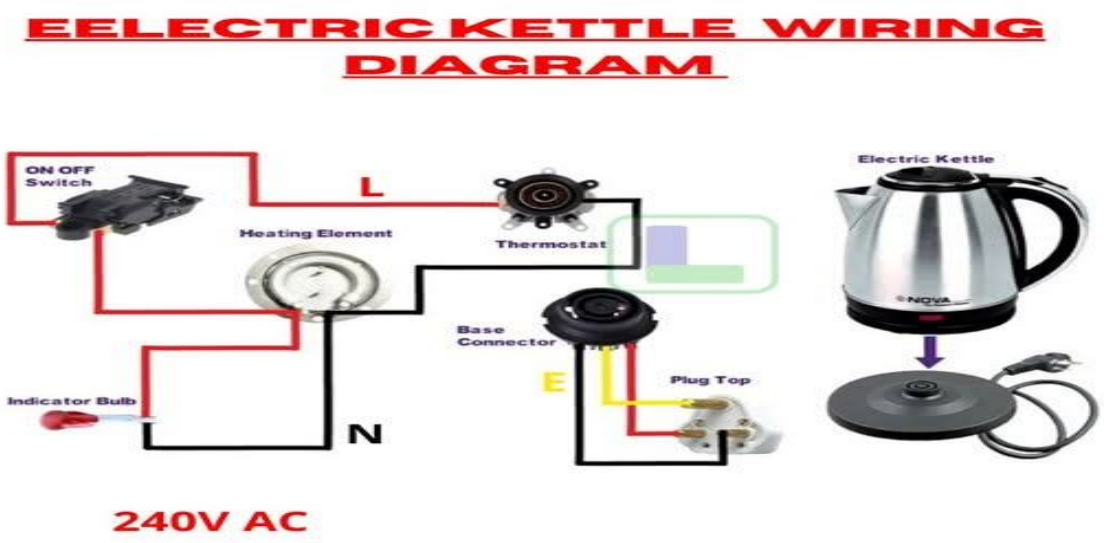
ইলেকট্রিক কেটলি বৈদ্যুতিক রেজিস্ট্যান্সের নীতিতে কাজ করে।হিটিং এলিমেন্ট এর মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে রেজিস্ট্যান্সের কারণে তাপ উৎপন্ন হয়। এই তাপ পানিকে ধীরে ধীরে গরম করে এবং নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পৌঁছালে থের্মোস্টেটে বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দেয়।

ইলেকট্রিক কেটলি এর প্রতিটি প্রধান অংশ নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

ক্রম	নাম	কাজ	চিত্র
১	Heating Element	বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তাপ উৎপন্ন করে।	
২	Body (পাত্র)	পানি ধারণ করে; স্টেইনলেস স্টিল বা প্লাস্টিক দিয়ে তৈরি।	
৩	Lid (ঢাকনা)	পানি ঢালা ও নিরাপত্তার জন্য ব্যবহৃত।	
৪	Handle	কেটলি ধরার জন্য ব্যবহৃত।	

৫	Thermostat / Auto Cut Switch	পানি ফুটে গেলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিদ্যুৎ সংযোগ বন্ধ করে।	
৬	Power Cord & Plug	বিদ্যুৎ সংযোগের জন্য ব্যবহৃত।	
৭	Indicator Light	কেটলি ON/OFF অবস্থা নির্দেশ করে।	

ইন্টারনাল ডায়াগ্রাম Internal Diagram



সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	কেটলি চালু হচ্ছে না	পাওয়ার সাপ্লাই নেই প্লাগ বা কেবল নষ্ট সুইচ বা থার্মোস্ট্যাট নষ্ট	সকেট ও পাওয়ার পরীক্ষা করা কেবল ও প্লাগ পরিবর্তন করা থার্মোস্ট্যাট চেক/পরিবর্তন করা
২	পানি গরম হচ্ছে না	হিটিং এলিমেন্ট পুড়ে গেছে ঢিলা সংযোগ	হিটিং এলিমেন্ট পরীক্ষা ও পরিবর্তন অভ্যন্তরীণ সংযোগ ঠিক করা থার্মোস্ট্যাট রিপ্লেস করা
৩	কেটলি অটো অফ হচ্ছে না	থার্মোস্ট্যাট কাজ করছে না	
৪	Indicator Light জ্বলছে না	ইন্ডিকেটর ল্যাম্প নষ্ট সংযোগ বিচ্ছিন্ন	ল্যাম্প পরিবর্তন করা সংযোগ ঠিক করা
৫	শর্ট সার্কিট বা শক লাগা	ইনসুলেশন নষ্ট আর্থিং নেই	তার পরিবর্তন করা সঠিক আর্থিং নিশ্চিত করা

নিরাপত্তা নির্দেশনা (Safety Instructions):

১. কেটলি খুলে কাজ করার আগে অবশ্যই প্লাগ খুলতে হবে।
২. ভেজা হাতে ব্যবহার করা যাবে না।
৩. খালি কেটলি চালু করা যাবে না।
৪. শিশুদের নাগালের বাইরে রাখতে হবে।

সেলফ চেক (Self-Check) -৪.৪

১. ইলেকট্রিক কেটলি কোন নীতিতে (Principle) কাজ করে?
২. কেটলির কোন অংশটি বিদ্যুৎকে তাপে রূপান্তর করে?
৩. থার্মোস্ট্যাট বা অটো কাট সুইচের কাজ কী?
৪. কেটলির বডি বা পাত্র সাধারণত কী দিয়ে তৈরি হয়?
৫. পানি গরম হচ্ছে না-এর একটি প্রধান কারণ কী হতে পারে?
৬. ইন্ডিকেটর লাইট জ্বলছে না কিন্তু পানি গরম হচ্ছে-এর সমাধান কী?
৭. ইলেকট্রিক কেটলি কোন কোন কাজে ব্যবহৃত হয়?
৮. কেটলি থেকে ইলেকট্রিক শক লাগলে প্রথমেই কী পরীক্ষা করা উচিত?
৯. ইনসুলেশন নষ্ট হলে কী করণীয়?
১০. মেরামত করার সময় প্রধান নিরাপত্তা সতর্কতা কী?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.৪

১. ইলেকট্রিক রেজিস্ট্যান্সের নীতিতে কাজ করে।
২. হিটিং এলিমেন্ট (Heating Element) ।
৩. পানি ফুটে গেলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিদ্যুৎ সংযোগ বন্ধ করা।
৪. স্টেইনলেস স্টিল বা তাপ সহনশীল প্লাস্টিক।
৫. হিটিং এলিমেন্ট পুড়ে যাওয়া বা ঢিলা সংযোগ।
৬. ইন্ডিকেটর ল্যাম্প পরিবর্তন করা বা এর সংযোগ ঠিক করা।
৭. পানি ফুটানো, চা, কফি বা ইনস্ট্যান্ট খাবার তৈরির কাজে।
৮. আর্থিং ঠিক আছে কি না এবং তারের ইনসুলেশন পরীক্ষা করা উচিত।
৯. ইনসুলেশন নষ্ট হওয়া তারটি দ্রুত পরিবর্তন করতে হবে।
১০. অবশ্যই পাওয়ার প্লাগ খুলে বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে নিতে হবে।

জব শিট (Task-Sheet) - ৪.৪: ইলেকট্রিক কেটলির সাধারণ ত্রুটি শনাক্তকরণ এবং সমাধান করা।

নির্দেশাবলী (Instructions):

- নির্দেশাবলী মনোযোগ সহকারে পড়ুন এবং বুঝুন।
- এই প্র্যাকটিক্যাল ডেমনস্ট্রেশনটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর দক্ষতামানের সকল বা কিছু ইউনিটের উপর ভিত্তি করে করা হয়েছে।
- ব্যবহার করার জন্য রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হতে আপনি পনেরো (১৫) মিনিট সময় পাবেন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম:

১. মাল্টিমিটার (হিটিং এলিমেন্ট ও সংযোগ পরীক্ষা করতে)
২. স্ক্রু-ড্রাইভার সেট।
৩. ক্লিনিং ব্রাশ বা কাপড়।
৪. খুচরা যন্ত্রাংশ (প্রয়োজন হলে): নতুন থার্মোস্ট্যাট, হিটিং এলিমেন্ট বা পাওয়ার কর্ড।

কাজের ধাপ (Work Steps):

১. ট্রেইনারের নির্দেশনা মেনে চলি।
২. প্রয়োজনীয় পিপিই ব্যবহার করি।
৩. প্রয়োজনীয় টুলস, ইকুইপমেন্ট ও ম্যাটেরিয়াল সংগ্রহ করি।
৪. প্রাথমিক পরীক্ষা: প্রথমে পাওয়ার কর্ড এবং প্লাগটি মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করুন যে তাতে বিদ্যুৎ সরবরাহ ঠিক আছে কি না।
৫. মেরামত করার সময় নিচের অংশগুলো সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করুন:

কেটলি খোলা: কেটলির নিচের স্ক্রুগুলো খুলে সাবধানে এর অভ্যন্তরীণ সংযোগগুলো দেখুন।
এলিমেন্ট পরীক্ষা: হিটিং এলিমেন্টের দুই প্রান্তে মাল্টিমিটার ধরুন। যদি কোনো রিডিং না দেখায়, তবে বুঝবেন এলিমেন্টটি নষ্ট এবং এটি পরিবর্তন করতে হবে।
থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা: পানি ফুটে গেলে সুইচ নিজে থেকে বন্ধ হচ্ছে কি না তা দেখুন। না হলে থার্মোস্ট্যাট পরিবর্তন করুন।
সংযোগ পরিষ্কার: যদি ভেতর কোনো তার ঢিলা থাকে বা ময়লা জমে থাকে, তবে তা পরিষ্কার করে শক্তভাবে লাগিয়ে দিন।

প্রাপ্ত সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান গুলো লিখুন

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	চালু হচ্ছে না		
২	পানি গরম হচ্ছে না		
৩	অটো অফ হচ্ছে না		
৪	শক লাগছে		

নিরাপত্তা নির্দেশনা (Safety Instructions):

১. কেটলি খুলে কাজ করার আগে অবশ্যই প্লাগ খুলতে হবে।
২. ভেজা হাতে ব্যবহার করা যাবে না।
৩. খালি কেটলি চালু করা যাবে না।
৪. শিশুদের নাগালের বাইরে রাখতে হবে।

ইনফরমেশন শিট ৪.৫: ব্লেন্ডার (Blender)

শিখনফল-৪.৫: ব্লেন্ডার এর প্রতিটি পার্টসের কাজ, সাধারণ সমস্যাগুলো শনাক্ত ও মেরামত করতে পারবেন।
শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।
বিষয় বস্তু (Content):

ব্লেন্ডার পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা ।
সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা ।

ব্লেন্ডার পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা

ব্লেন্ডার হলো একটি বৈদ্যুতিক গৃহস্থালি যন্ত্র যা খাদ্য কেটে, ব্লেন্ড করে বা মিশ্রণ তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। এটি ঘর, হোটেল বা রেস্তোরাঁতে বিভিন্ন ধরনের খাবার, স্মুদি ও সস প্রস্তুত করতে ব্যবহার করা হয়।

ব্লেন্ডার এর কাজের নীতি
মোটর ও ব্লেড: বেস-এ থাকা বৈদ্যুতিক মোটরটি উচ্চ বেগে ব্লেড ঘোরায় ।

ঘূর্ণি তৈরি (Vortex Effect): ব্লেডের দ্রুত ঘূর্ণন একটি ঘূর্ণি তৈরি করে, যা খাদ্য উপাদানগুলোকে ক্রমাগত ব্লেডের দিকে নিয়ে আসে ।

মিক্সিং ও কাটিং: ঘূর্ণি উপাদানগুলোকে বারবার ব্লেডের সংস্পর্শে এনে ছোট ছোট টুকরো করে এবং মিশ্রিত করে ।

তরলীকরণ: ব্লেডগুলো সাধারণত কৌণিক হয়, যা খাদ্য উপাদানগুলোকে নিচের দিক থেকে উপরের দিকে নিক্ষেপ করে এবং পুনরায় নিচে টেনে আনে, এভাবে একটি সমজাতীয় মিশ্রণ বা পিউরি তৈরি হয় ।

গতির ভিন্নতা: বেশিরভাগ ব্লেন্ডারে বিভিন্ন গতি (Speed Settings) থাকে, যা বিভিন্ন ধরণের খাবারের টেক্সচার নিয়ন্ত্রণ করতে সাহায্য করে ।

ব্লেন্ডার এর প্রতিটি প্রধান অংশ নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

নাম	কাজ	চিত্র
মোটর Motor	ব্লেড ঘোরানো এবং খাদ্য কেটে মিশ্রণ তৈরি।	
ব্লেড Blade	খাদ্য কাটা বা ব্লেন্ড করা।	
Jar (Glass or Plastic)	খাদ্য ধারণ ও মিশ্রণ করার পাত্র।	
কন্ট্রোল প্যানেল Control Panel	গতির নিয়ন্ত্রণ।	

লিড Lid	খাদ্য বা তরল বের না হওয়া নিশ্চিত করা।	

সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	Motor কাজ করছে না	পাওয়ার কেবল সমস্যা, সুইচ নষ্ট	কেবল বা সুইচ পরীক্ষা/পরিবর্তন
২	Blade ঘোরছে না	Motor Shaft ব্লক, Blade jam	Blade পরীক্ষা ও মুক্ত করা
৩	লিকেজ বা স্পিল	Lid ঠিকভাবে বসানো নেই	Lid সঠিকভাবে বসানো

নিরাপত্তা নির্দেশনা (Safety Instructions):

১. ব্লেড চলাকালীন সরাসরি স্পর্শ না করা।
২. Lid না থাকলে চালু করা যাবে না।
৩. পানিতে বা তরলে Motor অংশ স্পর্শ করা যাবে না।

সেলফ চেক (Self-Check) -৪.৫

১. ব্লেন্ডার প্রধানত কোন কাজে ব্যবহার করা হয়?
২. ব্লেন্ডারের কাজের নীতিটি সংক্ষেপে লিখুন।
৩. ব্লেন্ডারের 'Control Panel'-এর কাজ কী?
৪. ব্লেন্ডারের ব্লেড ঘোরে না—এর একটি সম্ভাব্য কারণ কী?
৫. লিকেজ বা স্পিল (spill) কেন হতে পারে?
৬. ব্লেন্ডারের জার (Jar) সাধারণত কী কী উপাদান দিয়ে তৈরি হয়?
৭. মোটরের সাথে ব্লেডকে সংযুক্ত করে কোন অংশটি?
৮. ব্লেন্ডার ব্যবহারের সময় একটি গুরুত্বপূর্ণ নিরাপত্তা সতর্কতা লিখুন।
৯. মোটর কাজ না করলে প্রথমে কী পরীক্ষা করতে হবে?
১০. ব্লেড জ্যাম হয়ে গেলে সমাধান কী?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.৫

১. খাদ্য কাটা, ব্লেন্ড করা বা বিভিন্ন উপাদানের মিশ্রণ (স্মুদি, সস ইত্যাদি) তৈরি করতে।
২. মোটর চালু হলে ব্লেড অ্যাসেম্বলি দ্রুত ঘোরে এবং জারে রাখা খাদ্যবস্তুকে ছোট ছোট টুকরো করে বা ব্লেন্ড করে মিশ্রণ তৈরি করে।
৩. ব্লেন্ডারের ঘূর্ণন গতি (Speed) নিয়ন্ত্রণ করা।
৪. মোটরের শ্যাফট ব্লক হওয়া বা ব্লেড জ্যাম হয়ে যাওয়া।
৫. ঢাকনা (Lid) ঠিকভাবে বসানো না থাকলে বা জারের সিল নষ্ট হলে।
৬. কাচ (Glass) বা প্লাস্টিক।
৭. মোটর শ্যাফট এবং কাপলার।
৮. ব্লেড চলাকালীন বা চালু অবস্থায় হাত দিয়ে ব্লেড স্পর্শ করা যাবে না।
৯. পাওয়ার কেবল, প্লাগ এবং অন-অফ সুইচ পরীক্ষা করতে হবে।
১০. ব্লেড পরীক্ষা করে পরিষ্কার করা এবং প্রয়োজনে লুব্রিকেটিং অয়েল ব্যবহার করে মুক্ত করা।

জব শিট (Task-Sheet) - ৪.৫: ব্লেন্ডারের সাধারণ ত্রুটি শনাক্তকরণ এবং মেরামত করা।

নির্দেশাবলী (Instructions):

- নির্দেশাবলী মনোযোগ সহকারে পড়ুন এবং বুঝুন।
- এই প্র্যাকটিক্যাল ডেমনস্ট্রেশনটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর দক্ষতামানের সকল বা কিছু ইউনিটের উপর ভিত্তি করে করা হয়েছে।
- ব্যবহার করার জন্য রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হতে আপনি পনেরো (১৫) মিনিট সময় পাবেন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম:

১. মাল্টিমিটার (মোটর এবং সুইচের কন্টিনিউটি চেক করার জন্য)।
২. স্ক্রু-ড্রাইভার সেট (বেস খোলার জন্য)।
৩. লুব্রিকেটিং অয়েল বা গ্রিজ (জ্যাম হওয়া ব্লেড বা শ্যাফটের জন্য)।
৪. পরিষ্কার করার ব্রাশ এবং শুকনো কাপড়।

কাজের ধাপ (Work Steps):

১. ট্রেইনারের নির্দেশনা মেনে চলি।
২. প্রয়োজনীয় পিপিই ব্যবহার করি।
৩. প্রয়োজনীয় টুলস, ইকুইপমেন্ট ও ম্যাটেরিয়াল সংগ্রহ করি।
৪. প্রাথমিক পরীক্ষা: প্রথমে পাওয়ার কর্ড এবং প্লাগটি মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করুন যে তাতে বিদ্যুৎ সরবরাহ ঠিক আছে কি না।
৫. মেরামত করার সময় নিচের অংশগুলো সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করুন:

সার্কিট পরীক্ষা: ব্লেন্ডার চালু না হলে প্রথমেই পাওয়ার কেবল এবং প্লাগ মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করুন।
মোটর এবং সুইচ পরীক্ষা: ব্লেন্ডারের নিচের অংশ খুলে কন্ট্রোল প্যানেলের সুইচ এবং মোটরের ওয়াইন্ডিং ঠিক আছে কি না তা যাচাই করুন।

ব্লেড অ্যাসেম্বলি চেক: যদি মোটর ঘোরে কিন্তু ব্লেড না ঘোরে, তবে ব্লেড অ্যাসেম্বলি বা কাপলার (Coupler) পরীক্ষা করুন। প্রয়োজনে লুব্রিকেটিং অয়েল দিয়ে ব্লেডটি ফ্রি করুন।

জার (Jar) পরীক্ষা: জারের নিচের অংশ দিয়ে তরল চুইয়ে পড়ছে কি না বা লিকেজ আছে কি না তা দেখুন। থাকলে সিল (Gasket) পরিবর্তন করুন।

নিরাপত্তা লক: অনেক ব্লেন্ডারে সেফটি লক থাকে, সেটি ঠিকভাবে বসছে কি না তা নিশ্চিত করুন।

প্রাপ্ত সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান গুলো লিখুন

ক্রমিক	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	Motor কাজ করছে না		
২	Blade ঘোরছে না		
৩	লিকেজ বা স্পিল		

নিরাপত্তা নির্দেশনা (Safety Instructions):

১. ব্লেড চলাকালীন সরাসরি স্পর্শ করা যাবে না ।
২. Lid না থাকলে চালু করা যাবে না।
৩. পানিতে বা তরলে Motor অংশ স্পর্শ করা যাবে না।

ইনফরমেশন শিট - ৪.৬ ইলেকট্রিক জুসার

শিখনফল-৪.৬: ইলেকট্রিক জুসার এর প্রতিটি পার্টসের কাজ, সাধারণ সমস্যাগুলো শনাক্ত ও মেরামত করতে পারবেন।

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):
ইলেকট্রিক কেটলির পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা ।
সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা ।

ইলেকট্রিক কেটলির পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা

জুসার হলো একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা ফল বা সবজি থেকে রস আলাদা করে সংগ্রহ করতে ব্যবহার করা হয়। দ্রুত গতির ব্লেড দিয়ে কেটে বা ধীরে চেপে ফলের নির্যাস বের করে এটি একটি ছেঁকনি বা মেশের মাধ্যমে তরল ও কঠিন অংশ আলাদা করে। এটি মূলত দুই ধরনের:

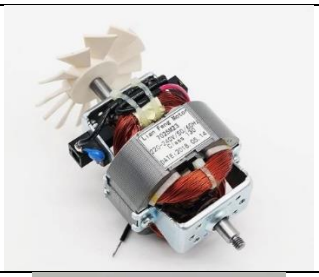
সেন্ট্রিফিউগাল জুসার (Centrifugal Juicer): এই জুসার খুব উচ্চ গতিতে ঘুরে। এটি একটি দ্রুত ঘূর্ণনশীল ব্লেড দিয়ে ফল বা সবজিকে গ্রাট বা কুচি করে । উৎপন্ন কেন্দ্রাতিগ বলের সাহায্যে রস একটি সূক্ষ্ম ছেঁকনির মধ্য দিয়ে বেরিয়ে আসে এবং পাল্প বা অবশিষ্টাংশ আলাদা পাত্রে চলে যায় ।

ম্যাস্টিকেটিং জুসার (Masticating Juicer - Cold Press): এই জুসার ধীর গতিতে কাজ করে (৮০-১০০ RPM) । এতে একটি শক্তিশালী অগার (Auger/Screw) থাকে যা ফল চিবিয়ে বা পিষে ফেলে । এটি উপাদানগুলোকে একটি ধারালো স্ক্রিন বা চালনির বিরুদ্ধে উচ্চ চাপে চেপে রস বের করে, যা পুষ্টিগুণ বেশি বজায় রাখে ।

জুসার এর কাজের নীতি

১. ফল/সবজি ফিডিং পোর্টের মাধ্যমে ভেতরে ফেলা হয়।
২. মোটরচালিত ব্লেড বা অগার তা গুঁড়ো/চূর্ণ করে ।
৩. ছাঁকনির মাধ্যমে রস বের হয়ে আসে।
৪. পাল্প ও রস আলাদা পাত্রে জমা হয় ।

জুসার - এর প্রতিটি প্রধান অংশ নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

ক্রম	নাম	কাজ	চিত্র
১	মোটর Motor	ব্লেড ঘোরানো ও রস বের করা।	
২	জুস কালেক্টর Juice Collector	রস সংগ্রহ করা	
৩	পাল্প কন্টেইনার Pulp Container	বাকি ছাই বা pulp জমা হয়।	

৪	ফিড টিউব Feed Tube	ফল/সবজি প্রবেশের জন্য।	
৫	ব্লেড অ্যাসেম্বলি Blade Assembly	রস আলাদা করা।	
৬	লিড Lid	খাদ্য নিরাপদ রাখা।	

সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	Motor কাজ করছে না	পাওয়ার কেবল/সুইচ সমস্যা	কেবল বা সুইচ পরীক্ষা/পরিবর্তন
২	রস বের হচ্ছে না	Blade jam, Pulp Container ভর্তি	Blade পরিষ্কার, Pulp Container খালি করা
৩	লিকেজ	Lid ঠিকমতো বসানো নেই	Lid সঠিকভাবে বসানো

নিরাপত্তা নির্দেশনা (Safety Instructions):

১. চলমান Blade-এ হাত রাখবেন না।
২. Lid না থাকলে চালু করবেন না।
৩. Motor অংশ ভিজা হাত দিয়ে স্পর্শ করবেন না।

সেলফ চেক (Self-Check) -৪.৬

১. জুসার কেন ব্যবহার করা হয়?
২. জুসারের কাজের নীতিটি কী?
৩. 'Feed Tube'-এর কাজ কী?
৪. ফলের বাকি অংশ বা ছিবড়ে কোথায় জমা হয়?
৫. জুসারের মোটর কাজ না করলে প্রথমে কী চেক করবেন?
৬. রস বের না হওয়ার একটি কারণ উল্লেখ করুন।
৭. 'Juice Collector'-এর কাজ কী?
৮. ব্লেড পরিষ্কার করার সময় কী সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত?
৯. কেন ঢাকনা (Lid) ছাড়া জুসার চালানো উচিত নয়?
১০. মোটরের সাথে পানি স্পর্শ করলে কী হতে পারে?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.৬

১. ফল বা সবজি থেকে রস আলাদা করে সংগ্রহ করার জন্য।
২. মোটর চালু হলে ব্লেড ঘোরে এবং ফিড টিউব দিয়ে ঢোকানো ফল থেকে রস আলাদা করে কালেক্টরে পাঠায়।
৩. ফল বা সবজি জুসারের ভেতরে প্রবেশ করানোর জন্য।
৪. পাল্প কন্টেইনারে (Pulp Container) ।
৫. পাওয়ার কেবল এবং সুইচ ঠিক আছে কি না তা পরীক্ষা করতে হবে।
৬. ব্লেড জ্যাম হয়ে যাওয়া অথবা পাল্প কন্টেইনার অতিরিক্ত ভর্তি হয়ে যাওয়া।
৭. বের হওয়া রস সংগ্রহ করা।
৮. চলমান ব্লেডে হাত দেওয়া যাবে না এবং হাত সাবধানে রাখতে হবে যেন কেটে না যায়।
৯. নিরাপত্তার জন্য এবং রস বা ময়লা বাইরে ছিটে পড়া রোধ করার জন্য।
১০. বৈদ্যুতিক শর্ট সার্কিট হতে পারে বা ব্যবহারকারী শক খেতে পারেন।

জব শিট (Task-Sheet) - ৪.৬: জুসারের সাধারণ ত্রুটি শনাক্তকরণ এবং সমাধান করা।

নির্দেশাবলী (Instructions):

- নির্দেশাবলী মনোযোগ সহকারে পড়ুন এবং বুঝুন।
- এই প্র্যাকটিক্যাল ডেমনস্ট্রেশনটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর দক্ষতামানের সকল বা কিছু ইউনিটের উপর ভিত্তি করে করা হয়েছে।
- ব্যবহার করার জন্য রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হতে আপনি পনেরো (১৫) মিনিট সময় পাবেন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম:

১. মাল্টিমিটার (কন্টিনিউটি পরীক্ষার জন্য) ।
২. স্ক্রু-ড্রাইভার সেট।
৩. ক্লিনিং ব্রাশ (ব্লেড ও ফিল্টার পরিষ্কারের জন্য) ।
৪. লুব্রিকেটিং অয়েল।

কাজের ধাপ (Work Steps):

১. ট্রেইনারের নির্দেশনা মেনে চলি।
২. প্রয়োজনীয় পিপিই ব্যবহার করি।
৩. প্রয়োজনীয় টুলস, ইকুইপমেন্ট ও ম্যাটেরিয়াল সংগ্রহ করি।
৪. প্রাথমিক পরীক্ষা: প্রথমে পাওয়ার কর্ড এবং প্লাগটি মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করুন যে তাতে বিদ্যুৎ সরবরাহ ঠিক আছে কি না।
৫. মেরামত করার সময় নিচের অংশগুলো সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করুন:

মোটর (Motor): এটি ঠিকমতো ঘোরে কি না তা যাচাই করুন।
ব্লেড অ্যাসেম্বলি (Blade Assembly): ব্লেডের ধার ঠিক আছে কি না এবং এটি জ্যাম হয়ে আছে কি না দেখুন।
পাল্প কন্টেইনার (Pulp Container): এটি ময়লা বা ছিবড়ে দিয়ে ভর্তি হয়ে আছে কি না চেক করুন।

প্রাপ্ত সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান গুলো লিখুন

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	মোটর কাজ করছে না		
২	রস বের হচ্ছে না		
৩	লিকেজ বা রস বাইরে পড়া		
৪	অতিরিক্ত শব্দ হওয়া		

নিরাপত্তা নির্দেশনা (Safety Instructions):

১. চলমান Blade-এ হাত রাখবেন না।
২. Lid না থাকলে চালু করবেন না।
৩. Motor অংশ ভিজা হাত দিয়ে স্পর্শ করবেন না।

ইনফরমেশন শিট ৪.৭ ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার (Grinder)

শিখনফল-৪.৭: ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার এর প্রতিটি পার্টসের কাজ, সাধারণ সমস্যাগুলো শনাক্ত ও মেরামত করতে পারবেন।
শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা ।
সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা ।

ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা

গ্রাইন্ডার হলো একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা শুকনো ফল/মসলা চূর্ণ বা গুঁড়ো করতে ব্যবহৃত হয়।

এটি মূলত দুই ধরনের:

মিক্সার/ব্লেড গ্রাইন্ডার: সাধারণত ধারালো ব্লেড ব্যবহার করে শুকনো বা ভিজা উপাদান পিষে ।

ওয়েট গ্রাইন্ডার: সাধারণত পাথর বা ভারী চাকা ব্যবহার করে ভেজা উপাদান (যেমন চাল/ডাল) ঘর্ষণের মাধ্যমে মিহি পেস্টে পরিণত করে ।

ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার এর কাজের মূলনীতি:

মোটর ও বিদ্যুৎ: গ্রাইন্ডারে একটি ইউনিভার্সাল মোটর থাকে যা এসি বা ডিসি উভয় সর্বরাহে কাজ করতে পারে, যা বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র ব্যবহার করে ব্লেড বা চাকা ঘোরায় ।

উচ্চ গতির ঘূর্ণন: মোটরের শ্যাফটটি ধারালো ব্লেড বা গ্রাইন্ডিং চাকাটিকে খুব দ্রুত গতিতে (হাই স্পিড) ঘোরায় ।

পিষে ফেলা (Grinding): ব্লেড বা চাকাটি খাদ্য উপাদান বা মশলার উপর কাজ করে, সেগুলোকে ছোট ছোট টুকরোয় কাটে এবং ঘর্ষণের ফলে পাউডার বা পেস্টে রূপান্তরিত করে ।

সেন্ট্রিফিউগাল ফোর্স: জার বা পাত্রের ভেতরে উপাদানগুলো ঘূর্ণনের ফলে বাইরের দিকে ছিটকে পড়ে, যা দ্রুত ও সমানভাবে পিষতে সাহায্য করে ।

ইলেকট্রিক গ্রাইন্ডার -এর প্রতিটি প্রধান অংশ নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

ক্রম	নাম	কাজ	চিত্র
১	মোটর Motor	ব্লেড ঘোরানো ও গ্রাইন্ড করা।	
২	গ্রাইন্ডার বোউল Grinding Bowl	খাদ্য কাটা/গ্রাইন্ড করা।	
৩	ব্লেড Blade	খাদ্য কেটে বা গ্রাইন্ড করে।	
৪	কন্ট্রোল সুইচ Control Switch	চালু/বন্ধ করা।	
৫	লিড Lid	খাদ্য বাইরে না ফেলা	

সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	মোটর কাজ করছে না	পাওয়ার কেবল/সুইচ সমস্যা	কেবল বা সুইচ পরীক্ষা/ পরিবর্তন
২	ব্লেড ঘোরছে না	মোটর জ্যাম বা ব্লেড আটকানো	ব্লেড পরীক্ষা ও মুক্ত করা
৩	লিকেজ	লিড ঠিকভাবে বসানো নেই	লিড সঠিকভাবে বসানো

নিরাপত্তা নির্দেশনা (Safety Instructions):

১. চলমান Blade-এ হাত রাখবেন না।
২. Lid না থাকলে চালু করবেন না।
৩. Dry/ Moisture-sensitive Motor অংশ স্পর্শ করবেন না।

সেলফ চেক (Self-Check) -৪.৭

১. গ্রাইন্ডার প্রধানত কোন কাজে ব্যবহৃত হয়?
২. গ্রাইন্ডারের কাজের নীতি সংক্ষেপে লিখুন।
৩. গ্রাইন্ডারের প্রধান ৪টি অংশের নাম লিখুন।
৪. গ্রাইন্ডারের ব্লেড না ঘোরার একটি প্রধান কারণ কী?
৫. কন্ট্রোল সুইচের কাজ কী?
৬. গ্রাইন্ডিং বোল (Grinding Bowl)-এর কাজ কী?
৭. গ্রাইন্ডার ব্যবহারের সময় ঢাকনা (Lid) ব্যবহারের গুরুত্ব কী?
৮. গ্রাইন্ডারে শক লাগা এড়াতে কোন অংশ স্পর্শ করা যাবে না?
৯. মোটর জ্যাম হলে করণীয় কী?
১০. একটি গুরুত্বপূর্ণ নিরাপত্তা সতর্কতা (Safety Precaution) উল্লেখ করুন।

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.৭

১. শুকনো বা ভেজা মসলা/ফল কেটে গ্রাইন্ড বা গুঁড়ো করতে ব্যবহৃত হয়।
২. মোটর চালু হলে ব্লেড ঘোরে এবং গ্রাইন্ডিং বোলে রাখা খাদ্যবস্তুকে ছোট করে বা গ্রাইন্ড করে।
৩. মোটর, গ্রাইন্ডিং বোল, ব্লেড এবং কন্ট্রোল সুইচ।
৪. মোটরের শ্যাফট জ্যাম হওয়া বা ব্লেডে খাদ্যবস্তু আটকে থাকা।
৫. গ্রাইন্ডার চালু বা বন্ধ করা।
৬. খাদ্যবস্তু ধারণ করা এবং এর ভেতরেই খাদ্য কাটা বা গ্রাইন্ড করা হয়।
৭. খাদ্যবস্তু বা গুঁড়ো যেন বাইরে না পড়ে এবং নিরাপত্তার জন্য ঢাকনা ব্যবহার করা হয়।
৮. মোটরের অভ্যন্তরীণ বৈদ্যুতিক অংশ বা আর্দ্রতাযুক্ত (Moisture-sensitive) অংশ।
৯. ব্লেড এবং শ্যাফট পরীক্ষা করে তা মুক্ত করতে হবে।
১০. চলমান ব্লেডে কখনো হাত রাখা যাবে না এবং ঢাকনা ছাড়া যন্ত্র চালু করা যাবে না।

জব শিট (Task-Sheet) - ৪.৭: গ্রাইন্ডারের সাধারণ ত্রুটি শনাক্তকরণ এবং মেরামত করা।

নির্দেশাবলী (Instructions):

- নির্দেশাবলী মনোযোগ সহকারে পড়ুন এবং বুঝুন।
- এই প্র্যাকটিক্যাল ডেমনস্ট্রেশনটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর দক্ষতামানের সকল বা কিছু ইউনিটের উপর ভিত্তি করে করা হয়েছে।
- ব্যবহার করার জন্য রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হতে আপনি পনেরো (১৫) মিনিট সময় পাবেন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম:

১. মাল্টিমিটার (পাওয়ার কেবল এবং মোটরের কন্টিনিউটি চেক করার জন্য) ।
২. স্ক্রু-ড্রাইভার সেট (বেস বা বডি খোলার জন্য) ।
৩. লুব্রিকেটিং অয়েল (জ্যাম ছাড়ানোর জন্য) ।
৪. শুকনো নরম কাপড় এবং ছোট ব্রাশ।

কাজের ধাপ (Work Steps):

১. ট্রেইনারের নির্দেশনা মেনে চলি।
২. প্রয়োজনীয় পিপিই ব্যবহার করি।
৩. প্রয়োজনীয় টুলস, ইকুইপমেন্ট ও ম্যাটেরিয়াল সংগ্রহ করি।
৪. প্রাথমিক পরীক্ষা: প্রথমে পাওয়ার কর্ড এবং প্লাগটি মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করুন যে তাতে বিদ্যুৎ সরবরাহ ঠিক আছে কি না।
৫. মেরামত করার সময় নিচের অংশগুলো সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করুন:

পাওয়ার চেক: গ্রাইন্ডার কাজ না করলে প্রথমেই প্লাগ এবং পাওয়ার কেবলটি মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করুন।

কন্ট্রোল সুইচ পরীক্ষা: সুইচটি সঠিকভাবে অন-অফ হচ্ছে কি না এবং সংযোগ বিচ্ছিন্ন আছে কি না তা দেখুন।

ব্লেড এবং মোটর শ্যাফট পরীক্ষা: যদি মোটর গোঁ গোঁ শব্দ করে কিন্তু ব্লেড না ঘোরে, তবে দেখুন ব্লেড কোনো শক্ত মসলার কারণে আটকে আছে কি না। প্রয়োজনে ব্লেডটি খুলে পরিষ্কার করুন এবং শ্যাফটে সামান্য লুব্রিকেটিং অয়েল দিন।

গ্রাইন্ডিং বোল পরিষ্কার: গ্রাইন্ডিং বোল (Bowl) বা পাত্রটি পরিষ্কার করুন যেন এর লকগুলো মোটরের সাথে ঠিকভাবে বসে।

লিকেজ চেক: ঢাকনা (Lid) ঠিকভাবে না বসলে বা সিল নষ্ট হলে লিকেজ হতে পারে, তাই এটি নিশ্চিত করুন।

প্রাপ্ত সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান গুলো লিখুন

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	Motor কাজ করছে না		
২	Blade ঘোরছে না		
৩	লিকেজ		

নিরাপত্তা নির্দেশনা (Safety Instructions):

১। চলমান Blade-এ হাত রাখবেন না।
২। Lid না থাকলে চালু করবেন না।
৩। Dry/ Moisture-sensitive Motor অংশ স্পর্শ করবেন না।

ইনফরমেশন শিট - ৪.৮ আইপিএস (IPS)

শিখনফল-৪.৮: আইপিএস (IPS) এর প্রতিটি পার্টসের কাজ, সাধারণ সমস্যাগুলো শনাক্ত ও মেরামত করতে পারবেন।
শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

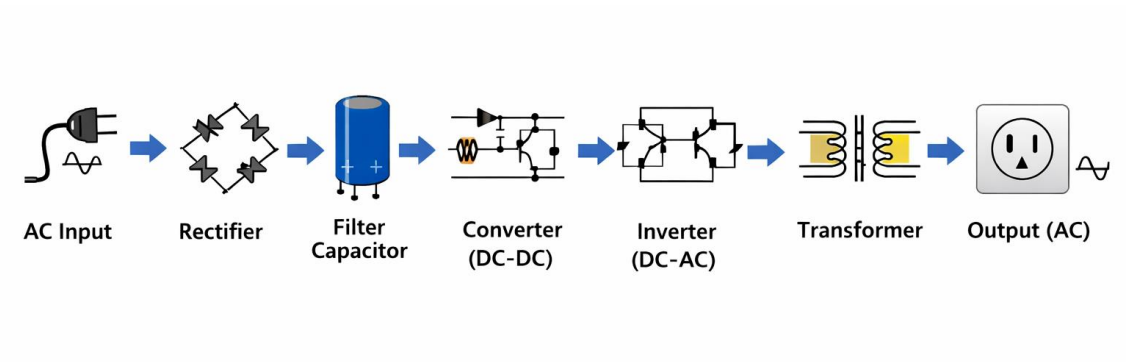
আইপিএস (IPS) পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা ।
আইপিএস (IPS) এর প্রতিটি প্রধান অংশ নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:
সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা ।

আইপিএস (IPS) পরিচিতি ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে ধারনা

আইপিএস (Instant Power Supply) হলো একটি বিদ্যুৎ সরবরাহ ব্যবস্থা, যা বিদ্যুৎ চলে গেলে তাৎক্ষণিকভাবে ব্যাটারির মাধ্যমে লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহ করে। এটি সাধারণত বাসা, অফিস, দোকান ও ছোট প্রতিষ্ঠানে লাইট, ফ্যান, টিভি, কম্পিউটার ইত্যাদি চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

আইপিএস মূলত চার্জার, ব্যাটারি এবং ইনভার্টার-এর সমন্বয়ে কাজ করে।

আইপিএস মূলত **চার্জার, ব্যাটারি এবং ইনভার্টার**—এর সমন্বয়ে কাজ করে।



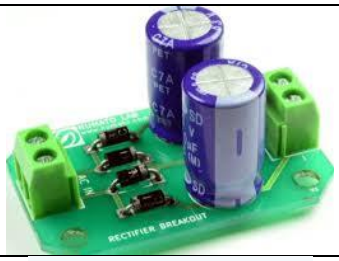
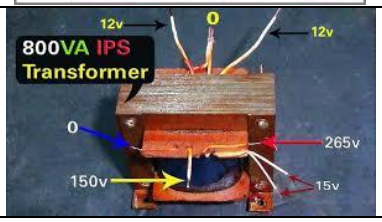
আইপিএস (IPS) এর কাজের নীতি

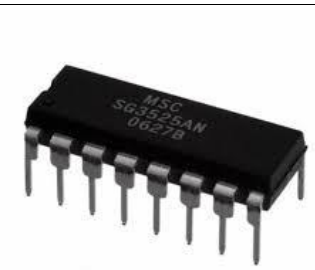
আইপিএস AC to DC এবং DC to AC রূপান্তর নীতিতে কাজ করে।
মেইন লাইনের বিদ্যুৎ থাকলে ⟶ AC বিদ্যুৎ রেক্টিফায়ারের মাধ্যমে DC তে রূপান্তরিত হয়ে ব্যাটারি চার্জ করে।
বিদ্যুৎ চলে গেলে ⟶ ব্যাটারির DC বিদ্যুৎ ইনভার্টারের মাধ্যমে AC তে রূপান্তরিত হয়ে লোডে সরবরাহ হয়।
বিদ্যুৎ আসা-যাওয়ার সময় চেঞ্জওভার সার্কিট স্বয়ংক্রিয়ভাবে কাজ করে।

AC Input: প্রধান বৈদ্যুতিক শক্তি IPS-এ প্রবেশ করে।

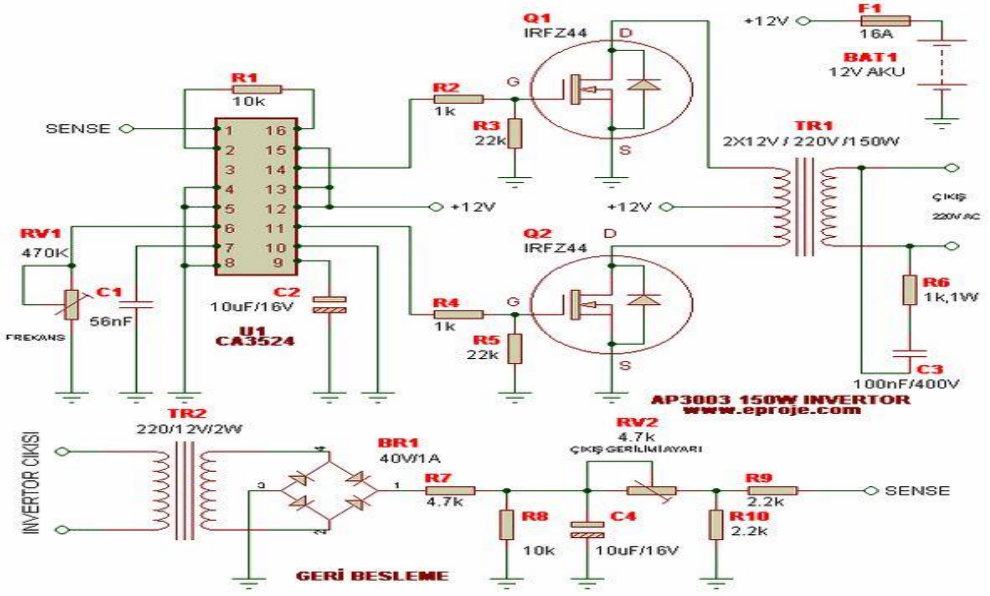
Rectification: AC Input রেক্টিফায়ার সার্কিটের মাধ্যমে DC তে রূপান্তরিত হয়।
Filtering: Filter Capacitor DC ভোল্টেজকে স্থিতিশীল করে।
Conversion & Inversion: Converter ও Inverter সার্কিট প্রয়োজন অনুযায়ী ভোল্টেজ পরিবর্তন করে এবং পুনরায় AC আউটপুট তৈরি করে।
Battery Backup: AC পাওয়ার বন্ধ হলে ব্যাটারি স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু হয় এবং লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহ করে।
Control & Protection: Control Circuit ব্যাকআপ ব্যবস্থাকে নিয়ন্ত্রণ করে এবং Protection Circuit যন্ত্রকে ওভারলোড ও শর্ট সার্কিট থেকে রক্ষা করে।
Cooling System: ফ্যান বা হিট সিঙ্ক দ্বারা ওভারহিট প্রতিরোধ করা হয়।
DC & AC Output: স্থিতিশীল ও নিয়ন্ত্রিত বিদ্যুৎ লোডে সরবরাহ করা হয়।

আইপিএস (IPS) এর প্রতিটি প্রধান অংশ নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

ক্রম	নাম	কাজ	চিত্র
১	Battery (ব্যাটারি)	বিদ্যুৎ সংরক্ষণ করে এবং পাওয়ার ব্যাকআপ সরবরাহ করে।	
২	AC Input (AC ইনপুট সার্কিট)	প্রধান বৈদ্যুতিক সরবরাহ গ্রহণ করে।	
৩	Rectifier Circuit (রেক্টিফায়ার সার্কিট)	AC কে DC তে রূপান্তরিত করে।	
৪	Filter Capacitor (ফিল্টার ক্যাপাসিটার)	DC ভোল্টেজকে স্থিতিশীল ও ফ্লাকচুয়েশন মুক্ত রাখে।	
৫	Converter Circuit (কনভার্টার সার্কিট)	DC ভোল্টেজকে প্রয়োজন অনুযায়ী পরিবর্তন করে।	
৬	Inverter Circuit (ইনভার্টার সার্কিট)	DC কে পুনরায় AC তে রূপান্তর করে।	
৭	Transformer (ট্রান্সফর্মার)	ভোল্টেজ বৃদ্ধি বা হ্রাস করে আউটপুটে পাঠায়।	

৮	Pulse Width Modulation (PWM) Controller	আউটপুট ভোল্টেজ ও ফ্রিকোয়েন্সি নিয়ন্ত্রণ করে।	
৯	Output Capacitor (আউটপুট ক্যাপাসিটার)	আউটপুট AC স্থিতিশীল রাখতে সাহায্য করে।	
১০	Protection Circuit (প্রোটেকশন সার্কিট)	ওভারলোড, শর্ট সার্কিট ও অতিরিক্ত তাপ থেকে সুরক্ষা দেয়।	
১১	Cooling System (কুলিং সিস্টেম)	ওভারহিট প্রতিরোধ করে ফ্যান বা হীট সিঙ্কের মাধ্যমে তাপ কমায়।	
১২	Control (Switching) Circuit	সার্কিট নিয়ন্ত্রণ ও ব্যাকআপ স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিচালনা করে।	
১৩	DC Output (ডিসি আউটপুট)	ব্যাটারি বা লোডে সরবরাহিত স্থিতিশীল DC।	
১৪	মেইন সার্কিট বোর্ড		
১৫	স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার		

আইপিএস ইন্টারনাল সার্কিট ডায়াগ্রামঃ



সাধারণ সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান সম্পর্কে ধারনা

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	IPS চালু হচ্ছে না	পাওয়ার কেবল/সুইচ সমস্যা	কেবল বা সুইচ চেক/পরিবর্তন
২	ব্যাটারি চার্জ হচ্ছে না	ব্যাটারি নষ্ট / চার্জিং সার্কিট সমস্যা	ব্যাটারি পরিবর্তন / চার্জিং সার্কিট পরীক্ষা
৩	আউটপুট ভোল্টেজ অনিয়মিত	PWM Controller সমস্যা, ইনভার্টার ত্রুটি	PWM Controller চেক, ইনভার্টার মেরামত
৪	অডিও এলার্ম	লোড সমস্যা বা ব্যাটারি ত্রুটি	লোড ঠিক করা, ব্যাটারি চেক
৫	ওভারহিটিং	ফ্যান বা কুলিং সিস্টেম সমস্যা	কুলিং সিস্টেম ঠিক করা, ফ্যান পরিবর্তন
৬	শর্ট সার্কিট	লোড বা আউটপুট সার্কিট সমস্যা	শর্ট সার্কিট ঠিক করা, লোড পরীক্ষা

সেলফ চেক (Self-Check) -৪.৮

১. আইপিএস কী?
২. আইপিএস কোন নীতিতে কাজ করে?
৩. আইপিএস-এ ব্যাটারির কাজ কী?
৪. ইনভার্টার সার্কিটের কাজ কী?
৫. ব্যাটারি চার্জ না হলে সম্ভাব্য কারণ কী?
৬. চেঞ্জওভার রিলে কেন প্রয়োজন?
৭. আইপিএস-এ ট্রান্সফরমারের কাজ কী?
৮. আইপিএস থেকে শক লাগার প্রধান কারণ কী?
৯. ব্যাকআপ কম হলে কী পরীক্ষা করতে হবে?
১০. আইপিএস মেরামতের সময় প্রধান নিরাপত্তা কী?

উত্তর পত্র (Answer Key) - ৪.৮

১. বিদ্যুৎ চলে গেলে ব্যাটারির মাধ্যমে বিদ্যুৎ সরবরাহকারী যন্ত্র।
২. AC–DC ও DC–AC রূপান্তর নীতিতে।
৩. বিদ্যুৎ সংরক্ষণ করে।
৪. DC কে AC তে রূপান্তর করা।
৫. চার্জার সার্কিট বা ব্যাটারি নষ্ট।
৬. মেইন ও ব্যাটারির মধ্যে স্বয়ংক্রিয় পরিবর্তনের জন্য।
৭. ভোল্টেজ বাড়ানো বা কমানো।
৮. আর্থিং ও ইনসুলেশন নষ্ট।
৯. ব্যাটারি ও লোড পরীক্ষা করতে হবে।
১০. মেইন সুইচ বন্ধ করে কাজ করা।

জব শিট (Task-Sheet) - ৪.৮: আইপিএস এর সাধারণ ত্রুটি শনাক্তকরণ এবং সমাধান করা।

নির্দেশাবলী (Instructions):

- নির্দেশাবলী মনোযোগ সহকারে পড়ুন এবং বুঝুন।
- এই প্র্যাকটিক্যাল ডেমনস্ট্রেশনটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স এর দক্ষতামানের সকল বা কিছু ইউনিটের উপর ভিত্তি করে করা হয়েছে।
- ব্যবহার করার জন্য রিসোর্সগুলোর সাথে পরিচিত হতে আপনি পনেরো (১৫) মিনিট সময় পাবেন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম:

১. মাল্টিমিটার (হিটিং এলিমেন্ট ও সংযোগ পরীক্ষা করতে)
২. স্ক্রু-ড্রাইভার সেট।
৩. ক্লিনিং ব্রাশ বা কাপড়।
৪. খুচরা যন্ত্রাংশ (প্রয়োজন হলে): নতুন থার্মোস্ট্যাট, হিটিং এলিমেন্ট বা পাওয়ার কর্ড।

কাজের ধাপ (Work Steps):

১. ট্রেইনারের নির্দেশনা মেনে চলি।
২. প্রয়োজনীয় পিপিই ব্যবহার করি।
৩. প্রয়োজনীয় টুলস, ইকুইপমেন্ট ও ম্যাটেরিয়াল সংগ্রহ করি।
৪. প্রাথমিক পরীক্ষা: প্রথমে পাওয়ার কর্ড এবং প্লাগটি মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করুন যে তাতে বিদ্যুৎ সরবরাহ ঠিক আছে কি না।
৫. ব্যাটারি ভোল্টেজ মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করি।
৬. ফিউজ, চার্জার ও ইনভার্টার সার্কিট পরীক্ষা করি।
৭. ঢিলা সংযোগ শক্ত করি।

প্রাপ্ত সমস্যা, সম্ভাব্য কারণ ও সমাধান লিখুন

ক্রম	সমস্যা	সম্ভাব্য কারণ	সমাধান
১	চালু হচ্ছে না		
২	চার্জ হচ্ছে না		
৩	ব্যাকআপ কম		
৪	শক লাগছে		

নিরাপত্তা নির্দেশনা (Safety Instructions):

১. লাইভ সার্কিটে সরাসরি স্পর্শ করা যাবে না।
২. Multimeter ব্যবহার করার সময় সঠিক সেটিং ব্যবহার করুন।
৩. ব্যাটারি সংযোগ ও ডিসকানেক্ট করার সময় সতর্ক থাকুন।
৪. Safety Gloves ও Goggles ব্যবহার করুন।

মডিউল ৫: এপলাই পিএলসি বেসিক ইন ইন্ডাস্ট্রিয়াল কন্ট্রোল

ইউনিট কোড: SICIP-LE-IEL-05-O নোমিনাল আওয়ার: ৪৫ ঘন্টা

মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলটি শিল্প-কারখানায় ব্যবহৃত পিএলসি (PLC) বা প্রোগ্রামেবল লজি কন্ট্রোলারের মৌলিক কাজগুলো শেখার জন্য তৈরি করা হয়েছে। এখানে পিএলসি সিস্টেমের বিভিন্ন অংশ চেনা, প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার ব্যবহার করা এবং কীভাবে সেন্সর বা সুইচের মাধ্যমে মোটর বা অন্য যন্ত্রপাতি নিয়ন্ত্রণ করা যায়, সে সম্পর্কে বিস্তারিত ধারণা দেওয়া হয়েছে।

শিখনফল (Learning Outcomes):

এই মডিউলটি সফলভাবে শেষ করার পর একজন শিক্ষার্থী নিচের কাজগুলো করতে সক্ষম হবে:

১. পিএলসি সিস্টেমের প্রধান হার্ডওয়্যার অংশগুলো (যেমন: CPU, পাওয়ার সাপ্লাই, মেমোরি) চিনতে পারবে এবং তাদের কাজ ব্যাখ্যা করতে পারবে।
২. পিএলসি-র সাথে বিভিন্ন ইনপুট ডিভাইস (যেমন: সেন্সর, সুইচ) এবং আউটপুট ডিভাইস (যেমন: মোটর, ল্যাম্প) কীভাবে সংযোগ করতে হয় তা জানবে।
৩. বেসিক প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজ ব্যবহার করে পিএলসির জন্য লজিক বা প্রোগ্রাম তৈরি করতে পারবে।
৪. টাইমার এবং কাউন্টার ফাংশন ব্যবহার করে স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা তৈরি করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া: (Assessment Criteria):

শিক্ষার্থী বিষয়টি কতটুকু শিখল তা যাচাই করার জন্য কিছু নির্দিষ্ট মানদণ্ড ব্যবহার করা হয়, যেমন:

১. সঠিকভাবে পিএলসি-র হার্ডওয়্যার অংশগুলো শনাক্ত করা এবং সেগুলোর কাজ সঠিকভাবে বলতে পারা।
২. প্রদত্ত লজিক অনুযায়ী ল্যাডার ডায়াগ্রাম (Ladder Diagram) তৈরি করতে পারা এবং তা পিএলসিতে সফলভাবে ডাউনলোড করা।
৩. কমিউনিকেশন পোর্টের মাধ্যমে পিএলসি ও কম্পিউটারের মধ্যে সংযোগ স্থাপন করা।
৪. সিস্টেমের কোনো ভুল বা সমস্যা (Troubleshooting) খুঁজে বের করে তা সমাধান করতে পারা।

ইনফরমেশন শিট ৫.১: পিএলসি সিস্টেমের কম্পনেন্ট সমূহ সনাক্তকরণ ও তাদের কার্যাবলী

শিখনফল ৫.১: পিএলসি সিস্টেমের কম্পনেন্ট সমূহ সনাক্তকরণ ও তাদের কার্যাবলী বুঝতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **PLC-এর প্রধান হার্ডওয়্যার অংশগুলো সনাক্তকরণ এবং কাজ**
২. **কমিউনিকেশন পোর্ট ও যোগাযোগ প্রোটোকল**
৩. **সিঙ্কিং বনাম সোর্সিং (ডিসি ইনপুট) কানেকশন**
৪. **পিএলসি মডিউলের সাথে সংযুক্ত বিভিন্ন ইনপুট ডিভাইস**
৫. **পিএলসি মডিউলের সাথে সংযুক্ত বিভিন্ন আউটপুট ডিভাইস**
৬. **বিভিন্ন ধরনের কন্ট্রোল সিস্টেম**

PLC-এর প্রধান হার্ডওয়্যার অংশগুলো সনাক্ত এবং কাজ

পিএলসি (Programmable Logic Controller) মূলত একটি শিল্প-গ্রেড কম্পিউটার। এটি সেন্সর থেকে ইনপুট নিয়ে, প্রোগ্রাম অনুযায়ী প্রসেস করে মোটর, ভালভ বা অন্যান্য অ্যাকচুয়েটরে আউটপুট পাঠায়। এটি সাধারণ কম্পিউটারের চেয়ে অনেক বেশি টেকসই ও নির্ভরযোগ্য। পিএলসি এর বিভিন্ন উপাদানগুলো একত্রে মেশিনের কার্যকারিতা ও স্বয়ংক্রিয়তা নিয়ন্ত্রণ করে।

পিএলসি এর প্রধান হার্ডওয়্যার অংশগুলো হলো:

১. সেন্ট্রাল প্রসেসিং ইউনিট -সিপিইউ (Central Processing Unit- CPU)
২. পাওয়ার সাপ্লাই (Power Supply)
৩. মেমোরি (Memory)
৪. ইনপুট মডিউল (Input Module)
৫. আউটপুট মডিউল (Output Module)
৬. প্রোগ্রামিং ডিভাইস (Programming Device)
৭. কমিউনিকেশন মডিউল (Communication Module)
৮. Chassis/Rack/Rail (চেসিস/রেক/রেল)

সেন্ট্রাল প্রসেসিং ইউনিট -সিপিইউ (Central Processing Unit- CPU)

এটি PLC এর মস্তিষ্ক। এটি প্রোগ্রাম নির্বাহ করে এবং সিদ্ধান্ত নেয়। এটি নির্দেশাবলী সম্পাদন করে, গাণিতিক ও যৌক্তিক কাজ (Logic) সম্পন্ন করে এবং মেমোরি থেকে ডেটা প্রসেস করে। ইনপুট হতে আগত তথ্যগুলোকে লেডার ডায়াগ্রাম অনুযায়ী আউটপুট ডিভাইসের বিভিন্ন অংশে পাঠানো হয়ে থাকে। এছাড়া ইনপুট ডিভাইস থেকে প্রাপ্ত তথ্যের সাথে সিপিইউ ডায়াগ্রাম অনুযায়ী নিজস্ব কিছু তথ্য সংযোগ করতে পারে। সেন্ট্রাল প্রসেসিং ইউনিট এর উপর নির্ভর করে PLC সিস্টেম দুই প্রকার। ক) কম্পাক্ট পিএলসি খ) মডুলার পিএলসি।

ক) কম্পাক্ট পিএলসি (Compact PLC):

কমপ্যাক্ট পিএলসি (Compact PLC) বা ফিক্সড পিএলসি হলো এমন একটি ছোট আকারের কন্ট্রোলার, যেখানে CPU, পাওয়ার সাপ্লাই এবং ইনপুট/আউটপুট (I/O) মডিউল একটিমাত্র বডিতে বা ইউনিটে তৈরি থাকে। এটি সাধারণত ছোট থেকে মাঝারি কাজের জন্য সাশ্রয়ী, কম জায়গা নেয় এবং এর I/O সংখ্যা স্থির থাকে ।

কমপ্যাক্ট পিএলসির মূল বৈশিষ্ট্য:

সবকিছু এক জায়গায়: এতে আলাদা করে ইনপুট/আউটপুট মডিউল যোগ করা যায় না, সবকিছু একসাথে থাকে ।
ইনপুট/আউটপুট সংখ্যা: এর ইনপুট/আউটপুট সংখ্যা প্রস্তুতকারক আগেই ঠিক করে দেয় ।
কম জায়গা: ছোট আকারের হওয়ায় কম জায়গায় বা ছোট কন্ট্রোল প্যানেলে সহজে স্থাপন করা যায় ।
সাশ্রয়ী: মডুলার পিএলসির তুলনায় এটি সস্তা ।
ব্যবহার: ছোট মেশিন, কনভেয়র সিস্টেম, প্যাকেজিং এবং সাধারণ অটোমেশনের ক্ষেত্রে এর ব্যবহার বেশি ।
সীমাবদ্ধতা: এটি সহজে মেরামত করা যায় না এবং এর মেমোরি ক্ষমতা মডুলার পিএলসির চেয়ে কম। উদাহরণস্বরূপ, Siemens S7-200 বা Mitsubishi FX series হলো সাধারণ কমপ্যাক্ট বা মাইক্রো পিএলসি ।

খ) মডুলার পিএলসিঃ

মডুলার পিএলসি হলো নিজের প্রয়োজন অনুযায়ী সাজিয়ে নেওয়ার মতো একটি ফ্লেক্সিবল অটোমেশন সিস্টেম।
মডুলার পিএলসির প্রধান বৈশিষ্ট্য ও সুবিধাসমূহ:

- ফ্লেক্সিবিলিটি ও স্কেলেবিলিটি: প্রয়োজনমতো ইনপুট/আউটপুট (I/O) সংখ্যা বৃদ্ধি করা যায়, যা বড় বা জটিল ইন্ডাস্ট্রিয়াল কাজে অত্যন্ত উপযোগী।
- সহজ রক্ষণাবেক্ষণ: প্রতিটি মডিউল আলাদা হওয়ায়, কোনো একটি মডিউল নষ্ট হলে পুরো সিস্টেম বন্ধ না করে শুধু সেই মডিউলটি পরিবর্তন বা মেরামত করা যায়।
- কাস্টমাইজেশন: প্রয়োজন অনুযায়ী নির্দিষ্ট মডিউল (যেমন- কমিউনিকেশন কার্ড) যোগ করে সিস্টেমটিকে কাস্টমাইজ করা যায়।

ব্যবহার: বড় ম্যানুফ্যাকচারিং প্রসেস, কমপ্লেক্স মেশিন কন্ট্রোল, এবং অটোমেশন সিস্টেমে এই পিএলসি ব্যবহৃত হয় ।

২। পাওয়ার সাপ্লাই (Power Supply):

এটি এসি (AC) ভোল্টেজকে ডিসি (DC)-তে রূপান্তর করে PLC-এর অভ্যন্তরীণ সার্কিটকে সচল রাখে। এটি মেইন এসি পাওয়ারকে পিএলসি এর জন্য প্রয়োজনীয় ডিসি ভোল্টেজে (যেমন ২৪ ভোল্ট) রূপান্তরিত করে, যা CPU এবং অন্যান্য মডিউলকে শক্তি যোগায়। পাওয়ার সাপ্লায়ের কাজ মূলত ইনপুট, সিপিইউ এবং আউটপুটকে প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ সরবরাহ করা। পাওয়ার সাপ্লাই এ অবশ্যই আর্থিং থাকতে হবে। আর্থিং না করা থাকলে প্রোগ্রাম ঠিকমত রান নাও করতে পারে এমনকি ডিলিট হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে।
বিভিন্ন পিএলসির ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় পাওয়ার কম বেশি হতে পারে। যেমন অনেক পিএলসি আছে যাদের অপারেট করতে ১১৫ ভোল্ট থেকে ২৪০ ভোল্ট এসি/ডিসি প্রয়োজন হয়। আবার অনেক পিএলসি রয়েছে শুধু ডিসি ২৪ ভোল্টে অপারেট করা যাবে।

৩। মেমোরি (Memory):
পিএলসি এর মেমোরি তার "মস্তিষ্ক" হিসেবে কাজ করে, যা নির্দেশাবলী মনে রাখে এবং কাজের ডেটা সংরক্ষণ করে।

এটি PLC এর এমন একটি স্টোরেজ ব্যবস্থা যা কন্ট্রোলারের অপারেটিং সিস্টেম, ব্যবহারকারীর তৈরি করা ল্যাডার লজিক প্রোগ্রাম, ইনপুট/আউটপুট স্ট্যাটাস, টাইমার/কাউন্টার ভ্যালু এবং অন্যান্য ডেটা সংরক্ষণ করে । এটি মূলত RAM (অস্থায়ী মেমোরি) এবং ROM/EEPROM (স্থায়ী মেমোরি) এর সমন্বয়ে গঠিত, যা শিল্প কারখানায় স্বয়ংক্রিয় কাজের নিশ্চয়তা দেয় ।

PLC মেমোরির প্রধান প্রকারভেদ ও কাজ:
RAM (Random Access Memory): এটি ভোলটাইল (Volatile) মেমোরি, যা বিদ্যুৎ চলে গেলে ডেটা হারিয়ে ফেলে। সাধারণত প্রোগ্রাম রানিং এবং সাময়িক ডেটা সংরক্ষণে ব্যবহৃত হয় ।

ROM/EEPROM (Non-volatile Memory): এটি নন-ভোলটাইল (Non-volatile) মেমোরি, যা বিদ্যুৎ চলে গেলেও ডেটা ধরে রাখে। এখানে PLC-এর
মূল অপারেটিং সিস্টেম (Firmware) এবং স্থায়ী প্রোগ্রাম সংরক্ষণ করা হয় ।
Data Files (ডেটা ফাইল): ইনপুট, আউটপুট, টাইমার, কাউন্টার এবং মেমোরি বিট (Internal relay) এর মত ভেরিয়েবল বা ডেটা এখানে সংরক্ষিত থাকে ।
Program Files (প্রোগ্রাম ফাইল): ব্যবহারকারীর ল্যাডার লজিক বা অন্য কোনো ল্যাঙ্গুয়েজে লেখা মূল প্রোগ্রাম এখানে জমা থাকে ।

ইনপুট মডিউল (Input Modules):
ইনপুট মডিউল হলো পিএলসি (PLC) বা কন্ট্রোল সিস্টেমের এমন একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা বাইরের বিভিন্ন ফিল্ড ডিভাইস (যেমন- সেন্সর, পুশ বোতাম, সুইচ) থেকে সংকেত গ্রহণ করে এবং সেটিকে প্রসেসর বা সিপিইউ-এর (CPU) বোঝার উপযোগী ডিজিটাল সংকেতে রূপান্তর করে । এটি মূলত উচ্চ ভোল্টেজকে লো-ভোল্টেজ লজিকে (৫ ভোল্ট ডিসি) রূপান্তর করে এবং সিস্টেমকে সুরক্ষিত রাখে ।

ইনপুট মডিউলের মূল কাজ এবং বৈশিষ্ট্য:
সংকেত গ্রহণ: বিভিন্ন সেন্সর, সুইচ, বা পুশ বোতাম থেকে 'অন' (On) বা 'অফ' (Off) সংকেত সংগ্রহ করা ।

সিগন্যাল কনভার্সন: বাইরের উচ্চ ভোল্টেজ (যেমন- ১১০/২২০ ভোল্ট) সিগন্যালকে পিএলসির কাজের উপযোগী কম ভোল্টেজে (যেমন- ২৪ ভোল্ট ডিসি বা ৫ ভোল্ট লজিক) রূপান্তর করা।

আইসোলেশন (Isolation): অপটিক্যাল আইসোলেটর ব্যবহার করে ফিল্ড ডিভাইসের ভোল্টেজ ফ্লাকচুয়েশন থেকে পিএলসির সিপিইউকে সুরক্ষিত রাখে।
ডেটা পাঠানো: রূপান্তরিত সংকেতটি প্রসেসরের কাছে পৌঁছে দেওয়া, যা প্রোগ্রাম অনুযায়ী পরবর্তী পদক্ষেপ গ্রহণ করে ।

প্রকারভেদ:

১. ডিজিটাল ইনপুট মডিউল (Digital Input Module): পুশ বোতাম বা লিমিট সুইচের মতো অন/অফ সিগন্যাল পরিচালনা করে।
২. অ্যানালগ ইনপুট মডিউল (Analog Input Module): তাপমাত্রা, চাপ বা ভোল্টেজের মতো পরিবর্তনশীল সংকেত (Variable Signal) গ্রহণ করে।

ইনপুট মডিউলগুলো শিল্প-কারখানার অটোমেশন, ফায়ার অ্যালার্ম সিস্টেম এবং বিভিন্ন মেশিন নিয়ন্ত্রণে অপরিহার্য ভূমিকা পালন করে।

৫। আউটপুট মডিউল (Output Modules):

এটি কম্পিউটার বা পিএলসি-র নির্দেশ বাস্তবায়নকারী (Actuator) ডিভাইসগুলোকে নিয়ন্ত্রণ করে। এটি পিএলসি (PLC) বা নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার একটি অপরিহার্য উপাদান, যা প্রসেসর থেকে সংকেত গ্রহণ করে এবং বাহ্যিক ডিভাইস (যেমন- মোটর, ভালভ, ল্যাম্প, রিলে) চালু বা বন্ধ করে। এটি ৫-ভোল্ট ডিসি সিগন্যালকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তর করে লোড বা অ্যাকচুয়েটর পরিচালনা করে।

আউটপুট মডিউলের মূল বৈশিষ্ট্য ও কাজ

ডিভাইস নিয়ন্ত্রণ: এটি PLC-র লজিক বা প্রোগ্রামের ওপর ভিত্তি করে বাস্তব জগতের আউটপুট ডিভাইস নিয়ন্ত্রণ করে।
সিগন্যাল রূপান্তর: ক্ষুদ্র অভ্যন্তরীণ সিগন্যালকে বাহ্যিক ডিভাইসের উপযোগী উচ্চ ভোল্টেজ বা কারেন্টে রূপান্তরিত করে।
আইসোলেশন: সাধারণত অপটিক্যাল আইসোলেশন ব্যবহার করে, যা উচ্চ ভোল্টেজের বাহ্যিক ডিভাইস থেকে PLC-র সংবেদনশীল প্রসেসরকে রক্ষা করে।
প্রকারভেদ: ডিজিটাল আউটপুট (অন/অফ সুইচিং, যেমন- ভালভ) এবং অ্যানালগ আউটপুট (ভ্যারিয়েবল সিগন্যাল, যেমন- গতি নিয়ন্ত্রণ) মডিউল হয়ে থাকে।

উদাহরণ: মোটর স্টার্টার, সোলেনয়েড ভালভ, সংকেত বাতি (Lights/Lamps), এবং রিলে কয়েল।

আউটপুট মডিউল হলো একটি ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা কন্ট্রোলার (যেমন PLC বা ফায়ার অ্যালার্ম প্যানেল) থেকে সংকেত গ্রহণ করে বাহ্যিক যন্ত্রপাতি (যেমন মোটর, ভালভ, লাইট বা এলার্ম) চালু বা বন্ধ করে। এটি সিস্টেমের লজিক থেকে লো-ভোল্টেজ সংকেতকে হাই-ভোল্টেজ বা প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করে।

৬। প্রোগ্রামিং ডিভাইস (Programming Device):

PLC প্রোগ্রামিং ডিভাইস হলো এমন একটি হার্ডওয়্যার ও সফটওয়্যার সংমিশ্রণ, যা ব্যবহার করে PLC (Programmable Logic Controller) -এ কন্ট্রোল লজিক বা প্রোগ্রাম লেখা, এডিট, টেস্ট এবং ডাউনলোড করা হয়। এটি মূলত একটি পিসি, ল্যাপটপ বা হ্যান্ডহেল্ড টার্মিনাল, যা Ethernet বা সিরিয়াল পোর্টের (RS-232/485) মাধ্যমে PLC-এর সাথে সংযুক্ত হয়ে থাকে।

PLC প্রোগ্রামিং ডিভাইসের মূল বৈশিষ্ট্য ও প্রকারভেদ:

PC/Laptop (পার্সোনাল কম্পিউটার): বর্তমানে সবচেয়ে জনপ্রিয়, যেখানে বিশেষ সফটওয়্যার (যেমন- CX-Programmer, TIA Portal, Studio 5000) ব্যবহার করে ল্যাডার লজিক (Ladder Logic) বা অন্যান্য ভাষায় প্রোগ্রাম লেখা হয়।

হ্যান্ডহেল্ড প্রোগ্রামিং ডিভাইস (Handheld Device): ছোট আকারের পোর্টেবল ডিভাইস, যা সরাসরি PLC-তে যুক্ত করে সাধারণ প্রোগ্রামিং বা ট্রাবলশুটিংয়ের জন্য ব্যবহার করা হয়।
প্রধান কাজ: প্রোগ্রাম তৈরি: নতুন কন্ট্রোল লজিক তৈরি করা। ডাউনলোড/আপলোড: পিসি থেকে পিএলসিতে প্রোগ্রাম স্থানান্তর বা পিএলসি থেকে পিসিতে নেওয়া।

মনিটরিং ও ট্রাবলশুটিং: লাইভ ইনপুট-আউটপুট অবস্থা পর্যবেক্ষণ করা এবং ত্রুটি নির্ণয় করা।
এই ডিভাইসগুলোর মাধ্যমে, ব্যবহারকারীরা সহজে ল্যাডার লজিক, ফাংশন ব্লক ডায়াগ্রাম (FBD), বা স্ট্রাকচার্ড টেক্সট (ST) ব্যবহার করে শিল্প কারখানার মেশিন নিয়ন্ত্রণ করতে পারেন।

৭। কমিউনিকেশন মডিউল (Communication Module)

PLC (Programmable Logic Controller) কমিউনিকেশন মডিউল হলো একটি বিশেষ হার্ডওয়্যার যা পিএলসি-কে বাইরের বিভিন্ন ডিভাইস (যেমন- HMI, SCADA, VFD, সেন্সর, বা অন্য PLC) এর সাথে তথ্য আদান-প্রদান করতে সাহায্য করে। এটি পিএলসি-র নিজস্ব কমিউনিকেশন পোর্ট বা প্রোটোকলের পরিধি বাড়িয়ে দেয়।

প্রধান কাজ ও কার্যাবলী

১. ডেটা আদান-প্রদান (Data Exchange): পিএলসি সিস্টেম এবং অন্যান্য কন্ট্রোল ডিভাইসের মধ্যে ডেটা শেয়ার করে।
২. মনিটরিং ও কন্ট্রোল: সিস্টেমের অবস্থা পর্যবেক্ষণ করা এবং দূরবর্তী ডিভাইস নিয়ন্ত্রণ করা (যেমন- VFD কন্ট্রোল করা) ।
৩. নেটওয়ার্কিং: একাধিক PLC-কে একসাথে সংযুক্ত করে জটিল অটোমেশন সিস্টেম তৈরি করা।
৪. ডেটা সংগ্রহের (Data Acquisition): সেন্সর বা যন্ত্র থেকে সংগৃহীত ডেটা কম্পিউটার বা ক্লাউড সার্ভারে পাঠানো।

কমিউনিকেশন মডিউলের ধরন (Types)

ইথারনেট মডিউল (Ethernet Module): হাই-স্পিড এবং দীর্ঘ দূরত্বের যোগাযোগের জন্য (Profinet, Modbus TCP/IP) ।
সিরিয়াল মডিউল (Serial Module): RS-232, RS-485, RS-422 প্রোটোকল ব্যবহার করে।
ফিল্ডবাস মডিউল (Fieldbus Module): Profibus, CANopen, DeviceNet ইত্যাদি।
ওয়্যারলেস মডিউল (Wireless Module): GSM, GPRS, Wi-Fi বা ব্লুটুথ এর মাধ্যমে ডেটা স্থানান্তর।

8. Chassis/Rack:

একটি পিএলসি চ্যাসিস/র্যাক হল একটি মডুলার, প্যানেল-মাউন্ট করা কাঠামো যা একটি ব্যাকপ্লেনের মাধ্যমে প্রোগ্রামেবল লজিক কন্ট্রোলার (পিএলসি) উপাদানগুলিকে নিরাপদে রাখে, শক্তি দেয় এবং সংযুক্ত করে।এটি মডিউলগুলির জন্য স্লট-ভিত্তিক সংগঠন প্রদান করে, যা স্বয়ংক্রিয় সিস্টেমে স্থানীয় এবং দূরবর্তী উভয় I/O কনফিগারেশন সম্প্রসারণ এবং সমর্থন করার অনুমতি দেয়।

মূল বৈশিষ্ট্য এবং কার্যাবলী:

মডুলার সাপোর্ট: র‍্যাকগুলি নির্দিষ্ট আকারে আসে (যেমন, 4, 7, 10, 13, 17 স্লট) যা গাইড রেলের মাধ্যমে মডিউলগুলিকে স্থানে ধরে রাখে।
ব্যাকপ্লেন যোগাযোগ: চ্যাসিসটি বৈদ্যুতিক "ব্যাকপ্লেন" প্রদান করে যা CPU-কে বিভিন্ন I/O মডিউলের সাথে যোগাযোগ করতে দেয়।
মজবুত মাউন্টিং: কঠোর পরিবেশে স্থিতিশীলতার জন্য এগুলি শিল্প নিয়ন্ত্রণ প্যানেলের (প্রায়শই 19-ইঞ্চি র্যাক) ভিতরে মাউন্ট করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।
সম্প্রসারণ: অনেক সিস্টেম একাধিক র‍্যাককে একসাথে সংযুক্ত করার মাধ্যমে মোট I/O স্লটের সংখ্যা বৃদ্ধি করে।
সাধারণ নির্মাতা এবং মডেল:
অ্যালেন-ব্র্যাডলি (রকওয়েল অটোমেশন): কন্ট্রোললজিক্স (যেমন, ১৭৫৬ সিরিজ) এবং এসএলসি ৫০০ (যেমন, ১৭৪৬ সিরিজ) ।
সিমেন্স: সিম্যাটিক S7-300, S7-400 (যেমন, 6ES74031JA110AA0) ।
অন্যান্য: মিত্সুবিশি, ওমরন, জিই ফ্যানুক, স্নাইডার ইলেকট্রিক।
ইনস্টলেশন বিষয়বস্তু:
মডিউলগুলি স্লটে ঢোকানো হয়, সরাসরি ব্যাকপ্লেনের সাথে সংযুক্ত থাকে এবং সংযোগকারী পিনের ক্ষতি এড়াতে সাবধানে সারিবদ্ধ করা উচিত। প্রোগ্রামিং পরিবেশে সফ্টওয়্যার কনফিগারেশনের জন্য স্লট নম্বর অপরিহার্য।

PLC এর জনপ্রিয় ব্র্যান্ডগুলোর সাথে পরিচিত

বর্তমানে বিভিন্ন কোম্পানির পিএলসি বাজারে রয়েছে। তবে এদের মধ্যে কিছু পরিচিত পিএলসির তালিকা নিচে দেওয়া হলো।

- ডেল্টা পিএলসি
- এলেন ব্র্যাডলি
- মিটসুবিশি (Mitsubishi)
- ফুজি
- হিটাচি
- এলজি
- মেডিকন
- টশিবা
- সিমেন্স

কমিউনিকেশন পোর্ট ও যোগাযোগ প্রোটোকল

কমিউনিকেশন পোর্টস:
পিএলসি যোগাযোগ পোর্ট (ইথারনেট, আরএস-২৩২, আরএস-৪৮৫, ইউএসবি) কন্ট্রোলার, এইচএমআই, ড্রাইভ এবং এসসিএডিএ সিস্টেমের মধ্যে ডেটা আদান-প্রদান সক্ষম করে। ইথারনেট উচ্চ-গতির, দীর্ঘ-দূরত্বের নেটওয়ার্কিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়, যখন সিরিয়াল পোর্ট (আরএস-৪৮৫/আরএস-২৩২) মডবাসের মতো শিল্প প্রোটোকল পরিচালনা করে। এই পোর্টগুলি সিস্টেম ইন্টিগ্রেশন, মনিটরিং এবং অটোমেশনে প্রোগ্রামিংয়ের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

মূল পিএলসি যোগাযোগ পোর্ট এবং মানদন্ড

ইথারনেট (RJ45): উচ্চ-গতির ডেটার জন্য আধুনিক মান, PROFINET, Modbus TCP/IP, এবং EtherNet/IP এর মতো প্রোটোকল সমর্থন করে যা PLC গুলিকে নেটওয়ার্ক এবং HMI গুলির সাথে সংযুক্ত করে।

RS-485: দীর্ঘ-দূরত্ব (১২০০ মিটার পর্যন্ত) এবং মাল্টি-ড্রপ (১২৮টি ডিভাইস পর্যন্ত) নেটওয়ার্কিংয়ের জন্য একটি স্ট্যান্ডার্ড সিরিয়াল পোর্ট, যা Modbus RTU ব্যবহার করে ইনভার্টার এবং সেন্সরের জন্য আদর্শ।

RS-232: স্বল্প-দূরত্বের, পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়, প্রায়শই প্রোগ্রামিং বা পুরানো সরঞ্জামের সাথে সংযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়।

USB: দ্রুত, সরাসরি প্রোগ্রামিং বা ডেটা স্থানান্তরের জন্য ব্যবহৃত হয়, সাধারণত টাইপ B, মিনি, অথবা মাইক্রো USB সংযোগকারীর সাথে।
RS-422: RS-485 এর অনুরূপ একটি সিরিয়াল স্ট্যান্ডার্ড, যা প্রায়শই মাঝারি দূরত্বের যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়।
ক্যানবাস/ক্যানওপেন: একটি শক্তিশালী নেটওয়ার্কিং সিস্টেম যা রিয়েল-টাইম নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়, বিশেষ করে গতি নিয়ন্ত্রণ এবং যন্ত্রপাতিতে।
বিশেষ/ঐচ্ছিক পোর্ট: কিছু পিএলসি নির্দিষ্ট শিল্প নেটওয়ার্কিং প্রয়োজনীয়তার জন্য "প্লাগেবল অপশন মডিউল" (POM) যোগ করার অনুমতি দেয়।

সাধারণ যোগাযোগ প্রোটোকল

১. মডবাস আরটিইউ/টিসিপি: ক্লায়েন্ট/সার্ভার যোগাযোগের জন্য একটি ব্যাপকভাবে সমর্থিত শিল্প মান।
২. ইথারনেট/আইপি এবং প্রোফিনেট: শিল্প অটোমেশনের জন্য সাধারণ ইথারনেট-ভিত্তিক প্রোটোকল।
৩. সিমেন্স এস৭ প্রোটোকল: সিমেন্স সিস্টেমের মধ্যে যোগাযোগের জন্য বিশেষায়িত।

মূল বিবেচ্য বিষয়গুলি
ডেটা স্পিড: ইথারনেট সর্বোচ্চ গতি প্রদান করে, যেখানে সিরিয়াল পোর্টগুলি ধীর।

দূরত্ব: RS-485/RS-422 RS-232 এর তুলনায়
দীর্ঘ দূরত্ব (পর্যন্ত) সমর্থন করে ।

টপোলজি: RS-485 মাল্টি-ড্রপ, এক লাইনে একাধিক ডিভাইস সংযুক্ত করার অনুমতি দেয়।

প্রয়োগ: পরিবেশগত পরিস্থিতি এবং সংযুক্ত ডিভাইসগুলির নির্দিষ্ট প্রয়োজনীয়তার উপর ভিত্তি করে নির্বাচন করুন।

জনপ্রিয় ব্র্যান্ডসমূহের কমিউনিকেশন মডিউল

Siemens: S7-1200/1500 কমিউনিকেশন মডিউল (যেমন- CM 1241) ।
Mitsubishi: FX series communication modules (যেমন- FX3U-485BD, FX3U-232BD) ।
ProSoft: Modbus Master/Slave Modules।
মূল সুবিধা: এটি পিএলসি সিস্টেমের স্কেলেবিলিটি (scalability) বাড়ায় এবং রিমোট মনিটরিং ও ডায়াগনস্টিকস সহজ করে।

পিএলসি মডিউলের সাথে সংযুক্ত বিভিন্ন ইনপুট ডিভাইস

একটি প্রোগ্রামেবল লজিক কন্ট্রোলার (PLC) সিস্টেম এ ইনপুট ডিভাইসগুলি হল অপরিহার্য ফিল্ড উপাদান। এই ইনপুট ডিভাইসগুলি ইনপুট মডিউলকে স্ট্যাটাস সিগন্যাল বা কমান্ড প্রদান করে, যা পরে এই সিগন্যালগুলিকে PLC-এর কেন্দ্রীয় প্রসেসরের জন্য কার্যকর ডেটাতে রূপান্তর করে। এই ডিভাইসগুলিকে বিস্তৃতভাবে ডিজিটাল (ডিসক্রিট)শ্রেণীতে ভাগ করা হয়েছে , যা ON/OFF সিগন্যাল প্রদান করে এবং অ্যানালগ, যা মানের ক্রমাগত পরিসর প্রদান করে।

পিএলসি মডিউলের সাথে সংযুক্ত বিভিন্ন ইনপুট ডিভাইস

পুশ বাটন এবং সুইচ: PLC (Programmable Logic Controller) সিস্টেমে পুশ বাটন এবং সুইচ হলো প্রধান ইনপুট ডিভাইস, যা কায়িক চাপে (manually) বৈদ্যুতিক সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করে । এগুলো PLC-এর ইনপুট মডিউলে সিগন্যাল পাঠিয়ে মোটর বা বাতি সহ বিভিন্ন আউটপুট চালু (ON) বা বন্ধ (OFF) করে । সাধারণত Normally Open (NO) বাটন চালু এবং Normally Closed (NC) বাটন বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। যেমন স্টার্ট/স্টপ বাটন, ইমার্জেন্সি স্টপ বাটন, সিলেক্টর সুইচ এবং টগল সুইচ।

PLC-তে পুশ বাটন এবং সুইচের ব্যবহার ও ধরন:
কার্যপ্রণালী: পুশ বাটন হলো ক্ষণস্থায়ী (momentary), চাপলে সংযোগ তৈরি হয় এবং ছেড়ে দিলে পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে।

ধরন:
Normally Open (NO): সাধারণত 'START' বাটনে ব্যবহৃত হয় ।
Normally Closed (NC): সাধারণত 'STOP' বাটনে ব্যবহৃত হয় ।
Latching/Maintained: সুইচ একবার চাপলে অন থাকে, পুনরায় চাপলে অফ হয় ।

PLC লজিক:
PLC-তে লেডার লজিক (Ladder Logic) ব্যবহার করে এই বাটনগুলোর মাধ্যমে মোটর বা লোড নিয়ন্ত্রণ করা হয় । উদাহরণস্বরূপ, একটি বাটন দিয়ে স্টার্ট এবং অন্যটি দিয়ে স্টপ করার লজিক, বা একটি বাটন দিয়েই টগল (অন/অফ) করার লজিক । নিচে কিছু লেডার লজিক ইনপুট ইন্সট্রাকশন সম্পর্কে আলোচনা করা হল:

ক. কন্টাক্ট (Contacts): কন্টাক্ট হল এক প্রকার সিম্বল যা ইনপুটগুলোকে রিপ্রেজেন্ট করে। যেমন -সুইচ, সেন্সর, বাটন প্রভৃতি। কন্টাক্ট আবার দুই প্রকারের হয়ে থাকে।
Make Contact /নরমালি ওপেন (NO) কন্টাক্ট:

একটি নরমালি ওপেন কন্টাক্ট সার্কিটে সুইচটি চালু না করা পর্যন্ত কারেন্ট ফ্লো হবে না। অর্থাৎ সুইচটি যখন নরমাল অবস্থায় থাকে তখন সার্কিটটি ওপেন অবস্থায় থাকে। যখন কোন এক্সটারনাল ফোর্স বা ইনপুট প্রয়োগ করা হয় না তখন কন্টাক্টগুলো আলাদা থাকে এবং এর মধ্য দিয়ে কারেন্ট ফ্লো হতে পারে না।

খ। Break Contact /নরমালি ক্লোজ (NC) কন্টাক্ট:

একটি নরমালি ক্লোজ কন্টাক্ট সার্কিটে সুইচটি চালু না করা পর্যন্ত কারেন্ট ফ্লো হবে। অর্থাৎ সুইচটি যখন নরমাল অবস্থায় থাকে তখন সার্কিটটি ক্লোজ অবস্থায় থাকে। যখন কোন এক্সটারনাল ফোর্স বা ইনপুট প্রয়োগ করা হয় না তখন কন্টাক্টগুলো একসাথে যুক্ত অবস্থায় থাকে এবং এর মধ্য দিয়ে কারেন্ট ফ্লো হতে থাকে।

গ। টাইমার (Timer): সার্কিট কন্ট্রোলের জন্য কন্টাক্টগুলো ওপেন এবং ক্লোজ করতে ডিলে প্রদানের ক্ষেত্রে টাইমার ব্যবহৃত হয়।

On Delay Timer/ অন ডিলে টাইমার: পিএলসি

প্রোগ্রামিং এ একটি অন ডিলে টাইমার ইন্সট্রাকশন একটি প্রোগ্রামিং নির্দিষ্ট সময়ের জন্য ক্ষণস্থায়ী ডিলে শুরু করতে ব্যবহৃত হয়। সার্কিট কন্ট্রোলের জন্য কন্টাক্টগুলো ওপেন এবং ক্লোজ করতে নির্দিষ্ট সময়ের জন্য ডিলে প্রদানের ক্ষেত্রে অন ডিলে টাইমার ব্যবহৃত হয়।

Off Delay Timer/ অফ ডিলে টাইমার:

প্রোগ্রামিং এ একটি অফ ডিলে টাইমার ইন্সট্রাকশন একটি প্রোগ্রামিং নির্দিষ্ট সময়ের পর ডিলে করতে ব্যবহৃত হয়। সার্কিট কন্ট্রোলের জন্য কন্টাক্টগুলো ওপেন এবং ক্লোজ করতে নির্দিষ্ট সময়ের পর ডিলে প্রদানের ক্ষেত্রে অফ ডিলে টাইমার ব্যবহৃত হয়।

ঘ। কাউন্টার (Counter): যখন কোন সেন্সর বা ইনপুট সিগন্যাল পায় তখন তা কাউন্টারের মাধ্যমে এক এক করে মান বৃদ্ধি বা হ্রাস করে।

Up Counter/ আপ কাউন্টার: পিএলসি

প্রোগ্রামিংএ আপ কাউন্টার ইন্সট্রাকশন বেশিরভাগ ক্ষেত্রে পালস বা ইউনিটের জন্য বৃদ্ধি গণনা করতে ব্যবহৃত হয়। সেন্সর বা ইনপুট সিগন্যাল পায় তখন তা কাউন্টারের মাধ্যমে এক এক করে মান বৃদ্ধি করে। আপ কাউন্টার 'CTU' বা 'CNT' বা 'CC' বা 'CTR' নামে পরিচিত।

Down Counter/ ডাউন কাউন্টার: পিএলসি

প্রোগ্রামিংএ ডাউন কাউন্টার ইন্সট্রাকশন বেশিরভাগ ক্ষেত্রে পালস বা ইউনিটের জন্য হ্রাস গণনা করতে ব্যবহৃত হয়। সেন্সর বা ইনপুট সিগন্যাল পায় তখন তা কাউন্টারের মাধ্যমে এক এক করে মান হ্রাস করে। ডাউন কাউন্টার 'CTD' বা 'CD' নামে পরিচিত।

Up-Down Coounter/ আপ-ডাউন কাউন্টার:

পিএলসি প্রোগ্রামিংএ আপ-ডাউন কাউন্টার ইন্সট্রাকশন বেশিরভাগ ক্ষেত্রে পালস বা ইউনিটের জন্য বৃদ্ধি এবং হ্রাস গণনা করতে ব্যবহৃত হয়। সেন্সর বা ইনপুট সিগন্যাল পায় তখন তা কাউন্টারের মাধ্যমে এক এক করে মান বৃদ্ধি বা হ্রাস করে। আপ-ডাউন কাউন্টার 'CTUD' নামে পরিচিত।

ঙ। আউটপুট ইন্সট্রাকশন: এই ইন্সট্রাকশনগুলো ফিজিক্যাল আউটপুট যেমন – মোটর, সলিনয়েড, ভাল্ড প্রভৃতি নিয়ন্ত্রণ করে। নিচে কিছু আউটপুট ইন্সট্রাকশন সম্পর্কে আলোচনা করা হল:

চ। Relay Coil / রিলেকয়েল

কয়েল হল এক প্রকার সিম্বল যা আউটপুটকে রিপ্রেসেন্ট করে। যেমন মোটর, ভাল্ড, ল্যাম্প প্রভৃতি।

ছ। সেট (Set) / রিসেট (Reset)
এটি ল্যাচ। আনল্যাচ নামেও পরিচিত। নির্দিষ্ট ইনপুট কন্ডিশনের উপর ভিত্তি করে আউটপুট স্ট্যাটাস কন্ট্রোল করতে এটি ব্যবহৃত হয়।

জ। Inverted Output Coil/ ইনভারটেড আউটপুট কয়েল
পিএলসি প্রোগ্রামিংএ ইনভারটেড আউটপুট কয়েল ইন্সট্রাকশন আউটপুট এ একটি প্রোগ্রামিং মান বিপরীত প্রদান করে।

ঝ। ম্যাথম্যাটিক্যাল (Mathematical) ইন্সট্রাকশন: কোন প্রোগ্রামে যোগ, বিয়োগ, গুণ এবং ভাগ করতে এই ইন্সট্রাকশনটি ব্যবহৃত হয়। এটি পিএলসি প্রোগ্রামের ভেতরে এর ক্যালকুলেশন করে থাকে।
যোগ (Addition)
বিয়োগ (Subtraction)
গুণ (Multiplication)
ভাগ (Division)

ঞ। কম্পারিসন (Comparison) ইন্সট্রাকশন:
এই ইন্সট্রাকশনগুলো বিভিন্ন ভ্যালু তুলনা করে এবং নির্দিষ্ট কন্ডিশন পূরণ হয় কি না তা নির্ধারণ করে। নিচে কিছু বহুল ব্যবহৃত কম্পারিসন ইন্সট্রাকশন দেয়া হল:

ক. = (সমান)
খ. ≥ (সমান নয়)
গ. □ (সমান থেকে বড়)
ঘ. □ (সমান থেকে কম)

ট। মুভ (Move) ইন্সট্রাকশন: এই ইন্সট্রাকশনগুলো এক মেমোরি লোকেশন থেকে অন্য মেমোরি লোকেসনে ডেটা ট্রান্সফার করতে সাহায্য করে।

অ্যাপ্লিকেশন: ইন্ডাস্ট্রিয়াল মেশিনারী, কন্ট্রোল প্যানেল, এবং অটোমেশন সিস্টেমে মোটর চালু/বন্ধ করা বা জরুরি অবস্থাতে মেশিন বন্ধ করতে (Emergency Stop) এগুলো ব্যবহার করা হয়।

প্রক্সিমিটি সেন্সর:
প্রক্সিমিটি সেন্সর (Proximity Sensor) হলো একটি স্পর্শহীন ইনপুট ডিভাইস যা কোনো বস্তুর উপস্থিতি বা অনুপস্থিতি শনাক্ত করে পিএলসি (PLC) সিস্টেমে সংকেত পাঠায় [৩, ৪, ৯]। এটি সাধারণত ইন্ডাক্টিভ (ধাতুর জন্য) বা ক্যাপাসিটিভ (অপরিবাহী বস্তুর জন্য) ধরনের হয় [৪, ১৩]। পিএলসি-তে এটি ৩-তারের (ব্রাউন: +২৪ ভোল্ট , নীল ০ ভোল্ট, , ব্ল্যাক: আউটপুট) সংযোগে এনপিএন (NPN) বা পিএনপি (PNP) মোডে কাজ করে [৭, ১৪]। স

পিএলসি-তে প্রক্সিমিটি সেন্সরের কার্যপদ্ধতি:
শনাক্তকরণ: সেন্সরটি একটি চৌম্বকীয় ক্ষেত্র তৈরি করে, যখন কোনো বস্তু এর কাছাকাছি আসে, তখন সংকেত উৎপন্ন হয় । এই সংকেতটি পিএলসি-র ইনপুট মডিউলে (যেমন 10.0, 10.1) পাঠানো হয়।

প্রসেসিং: পিএলসি-র প্রোগ্রাম (Ladder Logic) সেই ইনপুট অনুযায়ী আউটপুট ঠিক করে।
আউটপুট: পিএলসি-র আউটপুট (যেমন Q 0.0) কোনো মোটর, ভালভ বা কনভেয়র বেল্ট চালু বা বন্ধ করে।

সাধারণ ব্যবহার:
অটোমেশন লাইনে বস্তুর উপস্থিতি বা গণনা করা।
মেশিনের মুভমেন্ট লিমিট বা পজিশন ডিটেকশন ।

সংযোগের নিয়ম (Wiring):
PNP Sensor: পজিটিভ সিগন্যাল পিএলসি-তে পাঠায় ।
NPN Sensor: নেগেটিভ সিগন্যাল পিএলসি-তে পাঠায় ।

পিএলসিতে সাধারণত DC প্রক্সিমিটি সেন্সর সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। শারীরিক সংস্পর্শ ছাড়াই কোনও বস্তুর উপস্থিতি সনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়। সাধারণ প্রকারের মধ্যে রয়েছে ইন্ডাকটিভ (ধাতুর জন্য) এবং ক্যাপাসিটিভ (ধাতুবিহীনের জন্য) ।

লিমিট সুইচ:

লিমিট সুইচ হলো একটি ইলেক্ট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইস যা যান্ত্রিক গতি বা বস্তুর উপস্থিতি সনাক্ত করে PLC সিস্টেমে সংকেত (Input) পাঠায়। এটি মেশিনের নির্দিষ্ট অবস্থান (যেমন- কনভেয়র বেল্টের শেষ প্রান্ত, ভালভ ওপেন/ক্লোজ) নির্ধারণ, নিরাপত্তা ইন্টারলক এবং কাউন্টিং-এর জন্য ব্যবহৃত হয় । PLC-তে এগুলো সাধারণত 'Normally Open' (NO) বা 'Normally Closed' (NC) কন্টাক্ট হিসেবে কাজ করে ।

PLC সিস্টেমে লিমিট সুইচের মূল ভূমিকা:
পজিশন ডিটেকশন: রোবোটিক আর্ম, ক্রেন বা মেশিনের মুভিং পার্টস সঠিক জায়গায় পৌঁছেছে কিনা তা নিশ্চিত করে ।

সেফটি ইন্টারলক: কোনো মেশিন বিপজ্জনক সীমার বাইরে চলে গেলে তাৎক্ষণিক মোটর বন্ধ করতে PLC-কে সংকেত দেয়।

প্রসেস কন্ট্রোল: কনভেয়র বেল্টে কোনো বস্তুর উপস্থিতি সনাক্ত করে ড্রিলিং, প্যাকিং বা লেবেলিং প্রক্রিয়া চালু বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয় ।

PLC তে সংযোগ ও কাজ:

লিমিট সুইচ সরাসরি PLC-র ইনপুট মডিউলে (Input Module) সংযুক্ত থাকে। যখন কোনো অবজেক্ট বা মেকানিক্যাল পার্ট সুইচের অ্যাকচুয়েটর (Actuator)-এ ধাক্কা দেয়, তখন সুইচটির ভেতরের কন্টাক্ট পরিবর্তিত হয় (NO থাকলে NC, NC থাকলে NO) । এই পরিবর্তনটি PLC-র লজিক প্রোগ্রামে একটি ডিজিটাল সংকেত হিসেবে পাঠানো হয়, যার ওপর ভিত্তি করে PLC আউটপুট (যেমন- মোটর বা ভালভ) নিয়ন্ত্রণ করে ।

সুবিধা:

উচ্চ নির্ভরযোগ্যতা এবং নির্ভুলতা। সহজ ইনস্টলেশন । Industrial পরিবেশে টেকসই । সাধারণত, লিমিট সুইচগুলোতে যান্ত্রিক পার্টস থাকে, যা দীর্ঘমেয়াদে ধূলিময় বা কঠিন পরিবেশে প্রক্সিমিটি সুইচ থেকে বেশি কার্যকর হতে পারে ।

চলমান অংশের উপস্থিতি দ্বারা সক্রিয় যান্ত্রিক সুইচ, প্রায়শই অবস্থান সনাক্তকরণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

আলোক-বিদ্যুৎ সেন্সর: আলোক রশ্মি ভেঙে বা প্রতিফলিত করে বস্তু সনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।

এনকোডার: পিএলসি (PLC) সিস্টেমে এনকোডার হলো একটি অপরিহার্য সেন্সর, যা যান্ত্রিক ঘূর্ণন বা রৈখিক অবস্থানকে (Position/Speed) বৈদ্যুতিক পালস সিগন্যালে রূপান্তর করে পিএলসি-তে পাঠায়। এটি সাধারণত হাই-স্পিড কাউন্টার (HSC) ইনপুটের মাধ্যমে সংযুক্ত হয়ে সুনির্দিষ্ট পজিশনিং, গতি নিয়ন্ত্রণ, এবং পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়।

পিএলসি-তে এনকোডারের প্রধান দিকসমূহ:
কার্যপদ্ধতি: এনকোডার (বিশেষ করে ইনক্রিমেন্টাল) A এবং B ফেজের মাধ্যমে ৯০ ডিগ্রি ফেজ পার্থক্যে পালস উৎপন্ন করে, যা পিএলসি-র হাই-স্পিড ইনপুট (যেমন- Delta, Siemens S7-1200) দ্বারা গণনা করা হয় ।
সংযোগ (Connection): সাধারণত ২৪ V DC পাওয়ার সাপ্লাইয়ের মাধ্যমে এনকোডারের পজিটিভ/নেগেটিভ এবং সংকেত তারগুলো (A, B) PLC-র হাই-স্পিড ইনপুট টার্মিনালে সংযুক্ত করা হয় ।

প্রোগ্রামিং ও কনফিগারেশন: পিএলসি সফটওয়্যারে (যেমন- TIA Portal, WPLSoft) এনকোডারের ধরণ, কাউন্টার মোড (Linear/Ring) এবং পিএলসি-র নির্দিষ্ট HSC চ্যানেল কনফিগার করতে হয় ।
ব্যবহার: কনভেয়র বেল্ট, রোবোটিক্স, সিএনসি (CNC) মেশিন এবং এজিভি (AGV) তে সঠিক অবস্থান ও গতির জন্য এনকোডার ব্যবহার করা হয়।
প্রকারভেদ: ইনক্রিমেন্টাল (পরিমাপের জন্য) এবং অ্যাবসোলিউট (নির্দিষ্ট অবস্থান জানার জন্য) এনকোডার বেশি ব্যবহৃত হয় । উচ্চ-গতির গণনা, কৌণিক বা রৈখিক স্থানচ্যুতি পরিমাপ এবং অবস্থান ট্র্যাকিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।

প্রক্রিয়া ট্রান্সমিটার (অ্যানালগ):
অ্যানালগ প্রসেস ট্রান্সমিটার (যেমন- প্রেসার, তাপমাত্রা, ফ্লো) ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রসেস ভেরিয়েবলকে 4-20mA বা 0-10v এর মতো স্ট্যান্ডার্ড ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করে পিএলসি (PLC)-তে পাঠায় । পিএলসি-র এনালগ ইনপুট মডিউল এই সংকেত গ্রহণ করে এবং ডিজিটাল ভ্যালুতে (0-27648) রূপান্তর করে, যা প্রোগ্রামে স্কেলিং (Scaling) এর মাধ্যমে বাস্তব ইঞ্জিনিয়ারিং ইউনিটে ব্যবহৃত হয় ।
মূল দিকগুলো:
সংকেতের ধরন: সবচেয়ে সাধারণ হলো 4- 20mA কারেন্ট লুপ, তবে 0-10v, 1- 5 v ba -10 to +10v ও ব্যবহৃত হয়।
ট্রান্সমিটার: সেন্সর থেকে প্রাপ্ত ভৌত পরিমাণকে (Pressure/Temp) একটি সুনির্দিষ্ট সংকেতে রূপান্তর করে ।

পিএলসি সংযোগ: ২-তারের (2-wire) সিস্টেমে পাওয়ার এবং সিগন্যাল একই সাথে প্রবাহিত হয়, যা প্রায়শই 4- 20mA হয়.

স্কেলিং (Scaling): পিএলসি-র ও, ইনপুট সিগন্যালকে (4- 20mA) বাস্তব পরিমাপে (যেমন- 0- 100 bar) রূপান্তর করতে NORM_X এবং SCALE_X এর মতো ফাংশন ব্যবহার করা হয় ।
সমস্যা সমাধান: মাল্টিমিটার ব্যবহার করে লুপের কারেন্ট (mA) মেপে ট্রান্সমিটার বা তারের ত্রুটি পরীক্ষা করা হয় ।

উদাহরণ: একটি ট্যাঙ্কের লেভেল ট্রান্সমিটার 0-50 মিটার লেভেলের জন্য 4- 20mA সিগন্যাল পাঠালে, পিএলসি তা গ্রহণ করে এবং FC106 বা SCALE ফাংশন ব্যবহার করে ডিজিটাল মানকে মিটারে রূপান্তর করে।

এগুলি পরিবেশগত বা প্রক্রিয়ার অবস্থা পরিমাপ করে এবং পরিবর্তনশীল সংকেত পাঠায় (যেমন, 4-20 mA বা 0-10 V)।

তাপমাত্রা সেন্সর: থার্মোকল এবং আরটিডি।

চাপ ট্রান্সমিটার: জলবাহী বা বায়ুসংক্রান্ত চাপ পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়।
লেভেল সেন্সর: ট্যাঙ্কে তরলের মাত্রা পর্যবেক্ষণ করুন।

ফ্লো মিটার: পাইপে প্রবাহের হার পরিমাপ করুন।
ফ্লো মিটার (Flow Meter) PLC (Programmable Logic Controller) সিস্টেমের সাথে যুক্ত হয়ে তরল বা গ্যাসের প্রবাহ সঠিক পরিমাপ, মনিটরিং এবং নিয়ন্ত্রণ করে । এটি ৪-২০ mA অ্যানালগ বা পালস সংকেতের মাধ্যমে প্রবাহের হার (Flow Rate) পিএলসিতে পাঠায়, যা স্কেলিং (Scaling) ও পিআইডি (PID) লজিক ব্যবহার করে ভালভ বা পাম্প নিয়ন্ত্রণ করে।

ফ্লো মিটার ও PLC সিস্টেমের কার্যপদ্ধতি

সিগন্যাল সংগ্রহ:
ফ্লো মিটার থেকে প্রাপ্ত সংকেত PLC-এর অ্যানালগ ইনপুট মডিউলে (AI) আসে, যা `FC105` বা `Scale_X` ব্লকের মাধ্যমে প্রকৃত ফ্লো রেটে রূপান্তরিত হয় ।
নিয়ন্ত্রণ (Control): PLC-তে পিআইডি (PID) কন্ট্রোলার ব্যবহার করে সেটপয়েন্টের সাথে প্রকৃত প্রবাহ তুলনা করা হয় এবং আউটপুট ভালভ বা পাম্পের গতি নিয়ন্ত্রণ করা হয় ।
টোটালিজার (Totalizer): `OB35` বা সাইক্লিক ইন্টারাপ্ট ব্যবহার করে প্রতি সেকেন্ডে ফ্লো রেট যোগ করে মোট তরলের পরিমাণ (Total Volume) হিসাব করা হয় ।
ব্যবহার: পেট্রোলিয়াম, কেমিক্যাল, এবং বিভিন্ন শিল্প কারখানায় নির্ভুল ফ্লো মনিটরিং ও অটোমেশনের জন্য এটি অপরিহার্য। এই সিস্টেম ব্যবহার করে দ্রুত পরিমাপ, সহজ প্রোগ্রামিং এবং উচ্চ মাত্রার নির্ভুলতা নিশ্চিত করা সম্ভব ।

সংযোগ পদ্ধতি এবং বিবেচনা
ইনপুট ডিভাইসগুলি ইনপুট মডিউলের টার্মিনালের সাথে সরাসরি সংযুক্ত হয়। সঠিক পরিচালনার জন্য ডিভাইস এবং মডিউল উভয়ের বৈদ্যুতিক বৈশিষ্ট্যের দিকে মনোযোগ দেওয়া প্রয়োজন:

ভোল্টেজের স্তর: সাধারণ ইনপুট ভোল্টেজের মধ্যে রয়েছে 24V DC, 120V AC, অথবা 5V DC (TTL) ।

পিএলসি মডিউলের সাথে সংযুক্ত বিভিন্ন আউটপুট ডিভাইস

পিএলসি (PLC) মডিউলের আউটপুট মডিউলগুলি প্রসেসরের নির্দেশ অনুযায়ী বিভিন্ন ফিল্ড ডিভাইস বা অ্যাকচুয়েটর নিয়ন্ত্রণ করে, যা মূলত সিস্টেমের 'মাসল' বা পেশী হিসেবে কাজ করে। সাধারণ আউটপুট ডিভাইসগুলোর মধ্যে রিলে (Relays), সোলেনয়েড ভালভ (Solenoid valves), কন্টাক্টর (Contactors), মোটর স্টার্টার, ইন্ডিকেটর ল্যাম্প (Pilot lights/LEDs), এবং ভেরিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) অন্যতম।

পিএলসি মডিউলের সাথে সংযুক্ত প্রধান আউটপুট ডিভাইসসমূহ:

রিলে এবং কন্ট্রাক্টর (Relays & Contactors): উচ্চ ভোল্টেজ বা কারেন্ট লোড (যেমন- বড় মোটর) চালু/বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়। এগুলো পিএলসি এবং লোডের মধ্যে আইসোলেশন প্রদান করে RealPars।

সোলিনয়েড ভালভ (Solenoid Valves): পিএলসি থেকে সিগন্যাল পেয়ে বাতাস (Pneumatic) বা তরল (Hydraulic) প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে, যা সিলিন্ডার বা রোবটিক হাত চালনায় ব্যবহৃত হয়

ইন্ডিকেটর বা পাইলট ল্যাম্প (Pilot Lamps/LEDs): মেশিনের অবস্থা (যেমন- চালু/বন্ধ, ত্রুটি) নির্দেশ করতে ইন্ডিকেটর লাইট বা প্যানেল ল্যাম্প ব্যবহার করা হয়

মোটর ড্রাইভ (VFD/Motor Drives): এনালগ বা ডিজিটাল আউটপুট মডিউলের মাধ্যমে মোটরের গতি এবং দিক নিয়ন্ত্রণের জন্য ভেরিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) ব্যবহার করা হয় Tooling U-SME।

অ্যালার্ম বা সাইরেন (Alarms/Sirens): কোনো জরুরি অবস্থা বা ত্রুটি (Fault) হলে সতর্কবার্তা দেওয়ার জন্য ব্যবহার করা হয়।

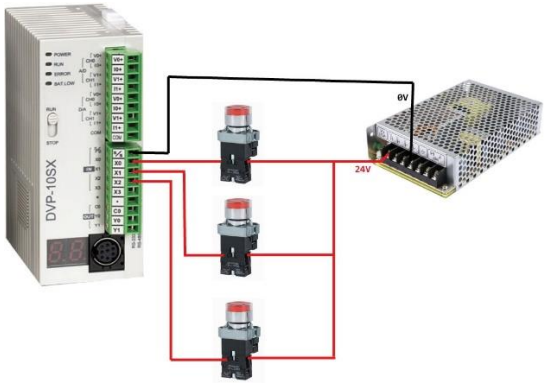
হিটার (Heaters):
ইন্ডাস্ট্রিয়াল ওভেনে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য সলিড স্টেট রিলে (SSR) এর মাধ্যমে হিটার সংযোগ দেওয়া হয়।

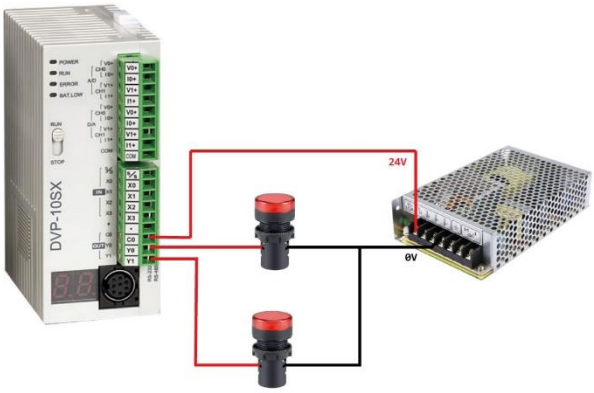
আউটপুট মডিউলের ধরন অনুযায়ী সংযোগ:
ডিজিটাল আউটপুট (DO): রিলে, সোলেনয়েড, ল্যাম্প (On/Off কাজের জন্য)।

অ্যানালগ আউটপুট (AO): ড্রাইভের গতি বা ভালভের পজিশন নিয়ন্ত্রণের জন্য (০-১০ ভোল্ট বা ৪-২০ মিলিঅ্যাম্প সিগন্যাল)। সাধারণত, ডিজিটাল আউটপুট মডিউলগুলি ট্রানজিস্টর, রিলে বা ট্রায়াক (Triac) প্রযুক্তির হয়ে থাকে, যা বিভিন্ন লোড নিয়ন্ত্রণ করে।

সিঙ্কিং বনাম সোর্সিং (ডিসি ইনপুট) কানেকশন:

সোর্সিং (PNP) সেন্সর: সেন্সরটি PLC ইনপুটে +24V সরবরাহ করে।
সিঙ্কিং (NPN) সেন্সর: সেন্সরটি PLC ইনপুটের সাথে গ্রাউন্ড (0V) সংযোগ সম্পূর্ণ করে।
অপটোআইসোলেশন: আধুনিক ইনপুট মডিউলগুলি উচ্চ-ভোল্টেজ ফিল্ড ডিভাইসগুলিকে কম-ভোল্টেজ প্রসেসর সার্কিট থেকে নিরাপদে পৃথক করতে অপটোআইসোলেশন ব্যবহার করে।
দুই-তারের সেন্সর সমস্যা: দুই-তারের সেন্সর ব্যবহার করলে, লিকেজ কারেন্ট পরিচালনা করতে এবং মিথ্যা সংকেত এড়াতে ইনপুট টার্মিনালের সমান্তরালে একটি বাইপাস রেজিস্টর (ব্লিডার রেজিস্টর) প্রয়োজন হতে পারে।





বিভিন্ন ধরনের কন্ট্রোল সিস্টেম

রিলে কন্ট্রোল সিস্টেম (Relay Control System)

রিলে কন্ট্রোল সিস্টেম (Relay Control System) হলো এমন একটি বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা, যেখানে ছোট কোনো সংকেত বা কম ভোল্টেজ ব্যবহার করে বড় কোনো ইলেকট্রিক্যাল ডিভাইস (যেমন- মোটর, হিটার, বড় লাইট) অন বা অফ করা হয়। এটি মূলত একটি স্বয়ংক্রিয় সুইচ হিসেবে কাজ করে।

সহজ কথায়, আপনি যদি একটি ছোট সুইচ দিয়ে একটি বড় ফ্যান বা মটর চালাতে চান, তবে মাঝখানে যে ডিভাইসটি দিয়ে কাজটি করা হয়, সেটিই হলো রিলে।
রিলে কন্ট্রোল সিস্টেমের মূল কাজ ও বৈশিষ্ট্য:
ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক সুইচ: এটি ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ইনডাকশন বা চুম্বকত্বের নীতিতে কাজ করে।
আইসোলেশন (Isolation): এটি কন্ট্রোল সার্কিট (যেমন- ৫ ভোল্ট) এবং হাই-পাওয়ার লোড সার্কিট (যেমন- ২২০ ভোল্ট)-এর মধ্যে নিরাপদ দূরত্ব বজায় রাখে।
স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ: এটি কোনো মানুষের সরাসরি হাত না লাগিয়েই বা কোনো সেন্সরের মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিদ্যুৎ সংযোগ চালু বা বন্ধ করতে পারে।
সুরক্ষা: এটি মোটর বা অন্যান্য ডিভাইসে ওভারকারেন্ট বা ত্রুটি হলে সার্কিট বন্ধ করে দিয়ে ডিভাইসকে রক্ষা করে (Protective Relays)।

রিলে কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রধান অংশসমূহ:

১. কয়েল (Coil): যখন কম ভোল্টেজ দেওয়া হয়, তখন এটি চুম্বকে পরিণত হয়।
২. আর্মেচার (Armature): কয়েলের চুম্বকত্বে আকৃষ্ট হয়ে এটি নড়ে এবং সুইচ অন/অফ করে।
৩. কন্টাক্টস (Contacts): এগুলো হলো সংযোগকারী বিন্দু যা (Normally Open - NO বা Normally Closed - NC) সার্কিট তৈরি করে।

ব্যবহার ক্ষেত্র:

ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন: বড় মেশিনারি, Conveyor বেল্ট, মোটর স্টার্টার।
হোম অ্যাপ্লায়েন্সেস: এসি, পানির পাম্প, ফ্রিজ।
অটোমোবাইল: গাড়ির হর্ন, হেডলাইট।
নিরাপত্তা ব্যবস্থা: ফায়ার অ্যালার্ম, এক্সেস কন্ট্রোল সিস্টেম।
রিলে বনাম কন্টাক্টর:
ছোটখাটো লোডের জন্য 'রিলে' (Relay) ব্যবহার করা হয়, আর বড় ভারী লোড বা মোটরের জন্য 'কন্টাক্টর' (Contactor) ব্যবহার করা হয়, যা রিলে-র একটি শক্তিশালী সংস্করণ।

পিএলসি কন্ট্রোল সিস্টেম

PLC (Programmable Logic Controller) Control System হলো একটি বিশেষায়িত শিল্প কম্পিউটার (Industrial Computer), যা কল-কারখানা ও উৎপাদন শিল্পে যন্ত্রপাতি এবং প্রক্রিয়া স্বয়ংক্রিয় (automate) করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি হার্ড-ওয়্যার্ড রিলে লজিকের (hard-wired relay logic) আধুনিক ও উন্নত সংস্করণ।

পিএলসি কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধাসমূহ

- সহজ প্রোগ্রামিং ও পরিবর্তন: রিলে লজিকের মতো নতুন করে তার (wiring) পরিবর্তন করতে হয় না, শুধু সফটওয়্যারের মাধ্যমে প্রোগ্রাম পরিবর্তন করা যায়।
- উচ্চ নির্ভরযোগ্যতা: শিল্পক্ষেত্রে ধুলো, আর্দ্রতা, তাপ, এবং কম্পন সহ্য করার মতো শক্তপোক্ত (Rugged) করে তৈরি।
- দ্রুত কাজ করার ক্ষমতা: মাইক্রোসেকেন্ডে ইনপুট বিশ্লেষণ করে আউটপুট প্রদান করতে পারে।
- ট্রাবলশুটিং সহজ: এর বিল্ট-ইন ডায়াগনস্টিক টুলের মাধ্যমে সহজেই কোনো ত্রুটি শনাক্ত করা যায়।

পিএলসি এর প্রোগ্রামিং ভাষা

IEC 61131-3 স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী PLC-তে ৫টি ভাষা ব্যবহার করা যায়। একই প্রজেক্টে বিভিন্ন ভাষা ব্যবহার করা যায়, যা কাজের ধরন অনুযায়ী সবচেয়ে উপযুক্ত ভাষাটি নির্বাচন করতে হয়। তবে সবচেয়ে জনপ্রিয় হলো ল্যাডার লজিক (Ladder Logic - LD), যা দেখতে অনেকটা ইলেকট্রিক্যাল ডায়াগ্রামের মতো।

- ল্যাডার ডায়াগ্রাম (Ladder Diagram - LD): এটি সবচেয়ে জনপ্রিয় ভাষা, যা বৈদ্যুতিক রিলে সার্কিটের মতো দেখতে। এটি মূলত সুইচ এবং রিলে লজিকের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- ফাংশন ব্লক ডায়াগ্রাম (Function Block Diagram - FBD): এই ভাষাটি ডিজিটাল লজিক গেটের মতো গ্রাফিক্যাল ব্লক ব্যবহার করে জটিল কন্ট্রোল লজিক সহজেই তৈরি করতে সাহায্য করে।
- স্ট্রাকচার্ড টেক্সট (Structured Text - ST): এটি Pascal বা C-এর মতো একটি উচ্চ-স্তরের প্রোগ্রামিং ভাষা, যা জটিল গাণিতিক গণনা এবং ডেটা প্রসেসিংয়ের জন্য অত্যন্ত কার্যকর।
- ইনস্ট্রাকশন লিস্ট (Instruction List - IL): এটি একটি লো-লেভেল বা অ্যাসেম্বলি ভাষার মতো, যা মূলত ছোট ছোট কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়। দ্রষ্টব্য: IEC 61131-3 এর সাম্প্রতিক ভার্সনগুলোতে (v4) এটিকে আর অন্তর্ভুক্ত করা হচ্ছে না।

- সিকোয়েন্সিয়াল ফাংশন চার্ট (Sequential Function Chart - SFC): এই ভাষাটি বড় এবং জটিল ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রসেস বা সিকোয়েন্স কন্ট্রোলকে ধাপে ধাপে (steps) ভাগ করে লাইজ করতে ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহারের ক্ষেত্র (Applications)

উৎপাদন শিল্প (Manufacturing): অ্যাসেম্বলি লাইন, প্যাকেজিং মেশিন, এবং রোবোটিক অপারেশন।
প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ (Process Control): কেমিক্যাল, ফার্মাসিউটিক্যাল, এবং খাবার ও পানীয় শিল্প।
পাওয়ার জেনারেশন ও ডিস্ট্রিবিউশন: পাওয়ার প্ল্যান্ট এবং গ্রিড ম্যানেজমেন্ট।
বিল্ডিং অটোমেশন: লিফট, এসকেলেটর, এবং HVAC সিস্টেম কন্ট্রোল।
জনপ্রিয় ব্র্যান্ড: Siemens, Allen-Bradley (Rockwell Automation), Mitsubishi, Omron, Delta ইত্যাদি।

ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম
ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম হলো এমন একটি নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা যেখানে আউটপুট বা ফলাফলের ওপর ভিত্তি করে ইনপুট বা কাজের কোনো পরিবর্তন বা সংশোধন (Feedback) করা হয় না। এটি মূলত টাইমার বা পূর্বনির্ধারিত নির্দেশনার ওপর নির্ভর করে কাজ করে, তাই এতে কোনো সেন্সর থাকে না এবং নির্ভুলতা কম হতে পারে ।

ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের মূল বৈশিষ্ট্য ও উদাহরণ:
ফিডব্যাকের অভাব: এই সিস্টেমে কন্ট্রোলার আউটপুট যাচাই করে না ।
সহজ গঠন ও কম খরচ: এটি নকশা করা সহজ এবং সাধারণত কম খরচ সাশ্রয়ী ।
নির্ভুলতা: এটি খুব একটা নির্ভুল নয়, কারণ বাহ্যিক কোনো পরিবর্তনের ফলে আউটপুট পরিবর্তিত হলে তা সিস্টেম বুঝতে পারে না।
উদাহরণ: টোস্টার, ওয়াশিং মেশিন, ট্রাফিক লাইট, এবং সাধারণ বৈদ্যুতিক পাখা (যেখানে টাইমার বা সেট করা ইনপুট অনুযায়ী কাজ হয়) ।

সুবিধা ও অসুবিধা:
সুবিধা: সহজ গঠন, কম খরচ, এবং খুব নির্ভরযোগ্য যদি কাজের পরিবেশ স্থির থাকে।
অসুবিধা: কম নির্ভুলতা, বাইরের অস্থিরতায় কাজ নষ্ট হওয়ার ঝুঁকি, এবং অটোমেটিক ত্রুটি সংশোধন করতে পারে না ।
একটি রোবটিক বাহু যদি শুধু একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে বারবার হাত তোলে (নিজে থেকে যাচাই না করে যে বস্তুটি ধরা হয়েছে কিনা), তবে সেটি ওপেন লুপ সিস্টেমের উদাহর

ক্লোজড-লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম
ক্লোজড-লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Closed-Loop Control System) হলো এমন একটি স্বয়ংক্রিয় ব্যবস্থা যেখানে আউটপুট বা ফলাফল থেকে ফিডব্যাক নিয়ে ইনপুট বা কাজের গতিবিধি নিয়ন্ত্রণ করা হয়। এতে সেন্সরের মাধ্যমে কাঙ্ক্ষিত লক্ষ্যের সাথে প্রকৃত ফলাফলের তুলনা করে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ত্রুটি (Error) সংশোধন করা হয়। এটি উচ্চ নির্ভুলতা ও নির্ভরযোগ্যতা প্রদান করে, যেমন- এসি (AC) বা থার্মোস্ট্যাট ।

ক্লোজড-লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রধান বৈশিষ্ট্য ও উপাদানসমূহ:
ফিডব্যাক (Feedback): এটি সিস্টেমের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা আউটপুট পর্যবেক্ষণ করে এবং তা আবার ইনপুটে পাঠায়
এরর ডিটেক্টর (Error Detector): কাঙ্ক্ষিত ইনপুট এবং ফিডব্যাকের মধ্যে পার্থক্য বা ত্রুটি নির্ধারণ করে।
কন্ট্রোলার (Controller): ত্রুটির ওপর ভিত্তি করে সিস্টেমকে সামঞ্জস্য করে

অ্যাকচুয়েটর (Actuator): কন্ট্রোলারের নির্দেশে কাজ করে আউটপুট পরিবর্তন করে ।
উচ্চ নির্ভুলতা (High Accuracy): ফিডব্যাকের কারণে এই সিস্টেমের নির্ভুলতা ওপেন-লুপের চেয়ে অনেক বেশি ।
স্বয়ংক্রিয় ত্রুটি সংশোধন: পরিবেশগত পরিবর্তন বা গোলযোগ (Disturbance) থাকলেও এই সিস্টেম তা কাটিয়ে উঠতে পারে
জটিল ও ব্যয়বহুল: অতিরিক্ত সেন্সর এবং ফিডব্যাক সিস্টেমের কারণে এটি তৈরি ও রক্ষণাবেক্ষণ খরচ বেশি।
উদাহরণ:
এয়ার কন্ডিশনার (AC): ঘরের তাপমাত্রা সেট করা তাপমাত্রার চেয়ে বাড়লে এসি স্বয়ংক্রিয়ভাবে ঠান্ডা করা শুরু করে এবং কাঙ্ক্ষিত তাপমাত্রায় পৌঁছালে বন্ধ বা ধীর হয়ে যায়।
অটোমেটিক ক্রুজ কন্ট্রোল (গাড়ি): গাড়ির গতি নির্দিষ্ট করে দিলে, চড়াই-উতরাই পথেও তা সেই গতি বজায় রাখে।
ওয়াটার লেভেল কন্ট্রোলার: ট্যাংক পূর্ণ হলে পাম্প স্বয়ংক্রিয়ভাবে বন্ধ হয়ে যায় ।

সেলফ-চেক (Self-Check) ৫.১

১. PLC-এর 'মস্তিষ্ক' বলা হয় কোন অংশকে?
২. ইনপুট মডিউলের কাজ কী?
৩. PLC-তে কেন পাওয়ার সাপ্লাই ব্যবহার করা হয়?
৪. দুটি কমিউনিকেশন পোর্টের নাম লিখুন।

উত্তর পত্র (Answer Key)-৫.১

১. CPU (Central Processing Unit) ।
২. ইনপুট মডিউল ফিল্ড ডিভাইস (যেমন সুইচ, সেন্সর) থেকে সিগন্যাল গ্রহণ করে CPU-তে পাঠায়।
৩. PLC-এর অভ্যন্তরীণ ইলেকট্রনিক্স পার্টসগুলো চালানোর জন্য প্রয়োজনীয় DC ভোল্টেজ সরবরাহ করতে।
৪. Ethernet পোর্ট এবং RS-485 পোর্ট।

জব সিট:৫.১.১: ডেল্টা (Delta) PLC হার্ডওয়্যার কম্পোনেন্টসমূহ সনাক্তকরণ।

শিখন উদ্দেশ্য:

১। ডেল্টা PLC-এর নির্দিষ্ট মডেল (যেমন: DVP-SS2/SX2/SE) সনাক্ত করা।

২। ডেল্টা PLC এর ডিজিটাল ও অ্যানালগ I/O পয়েন্টগুলোর কাজ বুঝতে পারা।

বিষয় বস্তু (Content):

ডেল্টা PLC সাধারণত দুই ধরণের হয়: Compact (সব মডিউল একসাথে থাকে) এবং Modular (আলাদা আলাদা মডিউল যোগ করা যায়) ।

Main Unit (MPU): এটি প্রধান কন্ট্রোল ইউনিট। যেমন: DVP-14SS2।

Input Terminals (X): ডেল্টা PLC-তে ইনপুটগুলোকে 'X' দ্বারা চিহ্নিত করা হয় (X0, X1, X2...) ।

Output Terminals (Y): আউটপুটগুলোকে 'Y' দ্বারা চিহ্নিত করা হয় (Y0, Y1, Y2...) ।

Status Indicators: দেখে কারন গুলো লিখ

RUN: (সবুজ বাতি জ্বলে)-

ERROR: (লাল বাতি জ্বলে)-

BAT.LOW: (বাতি জ্বলে)-

টাস্ক শিট (Task Sheet) - ৫.১.২: পিএলসির ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রয়োজনীয় প্রোগ্রামিং উপাদানগুলি সনাক্ত করা

উদ্দেশ্য: যথাযথ ভাবে পিএলসির ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রয়োজনীয় প্রোগ্রামিং উপাদানগুলি সনাক্ত করতে পারবে।

কাজের ধারাবাহিকতা:

১. কাজের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী PPE সংগ্রহ এবং পরিধান করুন।
২. পিএলসি ইনস্টলেশন এবং কমিশনিংয়ের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরন করুন।
৩. পিএলসি ইনস্টলেশন এবং কমিশনিংয়ের জন্য পিএলসি উপাদানগুলি চিহ্নিত করুন।
৪. প্রয়োজনীয় উপকরন এবং পিএলসি ম্যানুয়াল বা ক্যাটালগ সংগ্রহ করুন।
৫. পিএলসির পিন/ টার্মিনাল সনাক্ত করুন।
৬. পিএলসির ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রয়োজনীয় প্রোগ্রামিং উপাদানগুলি সনাক্ত করুন।
৭. সাব-প্রোগ্রাম, ফাংশন, ফাংশন ব্লক এবং ডেটা ব্লকের জন্য টেবিল চার্ট প্রস্তুত করুন।
৮. পিএলসির ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রয়োজনীয় প্রোগ্রামিং উপাদানগুলি সনাক্ত করুন।
৯. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, সরঞ্জাম ও উপকরণ সমূহ নির্বাচন করুন।
১০. কর্মক্ষেত্র কাজের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী প্রস্তুত করুন।
১১. টাস্ক শেষে টুলস, ইকুইপমেন্ট এবং ম্যাটারিয়ালস নির্দিষ্ট স্থানে রাখুন।
১২. কাজের শেষে জায়গা পরিস্কার পরিচ্ছন্ন করুন।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) - ১: পিএলসি ভিত্তিক বেসিক কন্ট্রোল সিস্টেম তৈরি করণ

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন, করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী পিএলসি প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার নির্বাচন।
২. বেসিক প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজ ব্যবহার করে পিএলসি প্রোগ্রাম স্ট্রাকচার তৈরি।
৩. সেলফ-ল্যাচিং (Self-Latching) বা হোল্ডিং সার্কিট তৈরি করা।
৪. টাইমার (Timer) এবং কাউন্টার (Counter) ফাংশন ব্যবহার করা।
৫. স্টপ এবং স্টার্ট পুশ বাটনের মাধ্যমে মোটর কন্ট্রোল লজিক বোঝা।
৬. পিএলসি প্রোগ্রাম সংরক্ষণ এবং ডকুমেন্টেশন।

সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী পিএলসি প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার নির্বাচন।

PLC প্রোগ্রামিং সাধারণত বিভিন্ন সফটওয্যার ব্যবহার করে করা হয়, যা বিভিন্ন প্রোগ্রামিং ভাষা সমর্থন করে। সবচেয়ে জনপ্রিয় প্রোগ্রামিং ভাষাগুলি হল

- Ladder Logic (LD),
- Function Block Diagram (FBD),
- Structured Text (ST),
- Instruction List (IL), এবং
- Sequential Function Charts (SFC) ।

নিচে PLC প্রোগ্রাম করার সাধারণ পদক্ষেপগুলো উল্লেখ করা হলো:

প্ল্যানিং এবং ডিজাইন:

অ্যাপ্লিকেশন বিশ্লেষণ: প্রথমে, আপনি কোন ধরনের কাজ বা প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করতে চান তা বিশ্লেষণ করুন।
লজিক ডিজাইন: আপনার সিস্টেমের ইনপুট এবং আউটপুট নির্ধারণ করুন এবং লজিক্যাল ফ্লো ডিজাইন করুন।

সফটওয্যার ইনস্টল করা:
আপনার PLC এর জন্য প্রযোজ্য প্রোগ্রামিং সফটওয্যার (যেমন Siemens TIA Portal, Allen-Bradley RSLogix, অথবা Mitsubishi GX Works) অথবা Delta PLC এর জন্য WPL Soft ইনস্টল করুন।

প্রোগ্রামিং:
নতুন প্রজেক্ট তৈরি: সফটওয্যার খুলে একটি নতুন প্রজেক্ট তৈরি করুন। হার্ডওয্যার কনফিগারেশন: আপনার PLC মডেল নির্বাচন করুন এবং প্রয়োজনীয় ইনপুট এবং আউটপুট ডিভাইস কনফিগার করুন।

লজিক প্রোগ্রামিং:
Ladder Logic: সিঁড়ির আকারে লজিক গঠন করুন। ইনপুট এবং আউটপুট নির্ধারণ করুন এবং সঠিক নিয়ম ও শর্তাবলী তৈরি করুন।

Function Block Diagram: ফাংশন ব্লকের মাধ্যমে লজিক তৈরি করুন, যা ভিজ্যুয়ালভাবে বিভিন্ন ব্লককে সংযুক্ত করে। অন্যান্য ভাষা (যেমন ST) ব্যবহার করেও প্রোগ্রামিং করা যায় ।

সিমুলেশন এবং টেস্টিং:
প্রোগ্রাম সম্পন্ন হলে, সিমুলেটর ব্যবহার করে তা পরীক্ষা করুন। এটি ভুল এবং ত্রুটি চিহ্নিত করতে সাহায্য করবে।

ডাউনলোড এবং ডিবাগিং:
প্রোগ্রামটি PLC তে ডাউনলোড করুন।
ডিবাগিং করা প্রয়োজন হলে, বিভিন্ন প্যারামিটার ও লজিক পরীক্ষা করুন এবং প্রয়োজনে সংশোধন করুন।

মনিটরিং:
প্রোগ্রাম চালানোর সময় ইনপুট এবং আউটপুটের কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি সঠিকভাবে কাজ করছে।

ডকুমেন্টেশন:
আপনার প্রোগ্রামের জন্য একটি ডকুমেন্টেশন তৈরি করুন যাতে ভবিষ্যতে রক্ষণাবেক্ষণ এবং আপডেট করা সহজ হয়।

PLC প্রোগ্রামিং করার জন্য প্রযুক্তিগত দক্ষতা এবং যৌক্তিক চিন্তা প্রয়োজন। প্রোগ্রাম তৈরি এবং সংশোধন করার সময় বাস্তব সময়ে সিস্টেমের আচরণ পর্যবেক্ষণ করা গুরুত্বপূর্ণ।

বেসিক প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজ ব্যবহার করে পিএলসি প্রোগ্রাম স্ট্রাকচার তৈরি।

PLC প্রোগ্রামিং শুধু একটি ইনপুট দিয়ে একটি আউটপুট চালানো নয়, বরং এতে বিভিন্ন লজিক্যাল ফাংশন থাকে:
Latching (ল্যাচিং): যখন একটি পুশ বাটন একবার চেপে ছেড়ে দেওয়ার পরও আউটপুট চালু রাখতে হয়, তখন ল্যাচিং ব্যবহার করা হয়। ডেল্টাতে আউটপুট Y কে ইনপুট X এর সমান্তরালে বসিয়ে এটি করা হয়।
Timer (T): কোনো কাজ নির্দিষ্ট সময় পর শুরু বা বন্ধ করার জন্য টাইমার ব্যবহৃত হয়। ডেল্টা PLC-তে টাইমারের ফরমেট হলো: TMR T1 K100 (এখানে K100 মানে ১০ সেকেন্ড, কারণ ১ ইউনিট = ০.১ সেকেন্ড)।
Counter (C): কোনো ইভেন্ট বা বস্তু গণনা করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়। ফরমেট: CNT C1 K5 (৫ বার পালস পেলে এটি সক্রিয় হবে) ।

পিএলসি প্রোগ্রামিং এনভায়রনমেন্টে আই/ও (I/O) কনফিগারেশন।

WPLSoft:
বৈশিষ্ট্য: এটি অত্যন্ত হালকা এবং সহজ। মূলত ল্যাডার ডায়াগ্রাম (LD) প্রোগ্রামিংয়ের জন্য এটি সেরা।
উপযুক্ততা: DVP সিরিজের সাধারণ পিএলসি (যেমন: DVP-SS2, SX2, 10SX) এর জন্য।
সিস্টেম রিকোয়ারমেন্ট: Windows XP/7/8/10/11, RAM: 512MB+.

ISPSoft:
বৈশিষ্ট্য: এটি আধুনিক এবং শক্তিশালী সফটওয়্যার। এটি 'Function Block Diagram' (FBD) এবং 'Structured Text' (ST) সাপোর্ট করে। এতে ভেরিয়েবল ম্যানেজমেন্ট অনেক সহজ।
উপযুক্ততা: জটিল প্রজেক্ট এবং ডেল্টার হাই-এন্ড পিএলসি (যেমন: AH500, AS Series) এর জন্য।

সিস্টেম রিকোয়ারমেন্ট: Windows 7/10/11, RAM: 2GB+, COMMGR (কমিউনিকেশন ড্রাইভার) প্রয়োজন হয়।

বেসিক প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজ ব্যবহার করে পিএলসি প্রোগ্রাম স্ট্রাকচার তৈরি।

ল্যাডার লজিক প্রোগ্রামিংয়ের গঠন।
পিএলসি প্রোগ্রাম মূলত কতগুলো সমান্তরাল লাইনের সমষ্টি, যাকে Rung বলা হয়। একটি বেসিক প্রোগ্রামের গঠনে নিচের উপাদানগুলো থাকে:

- Left Rail (Power Rail): এখান থেকে কাল্পনিক বিদ্যুৎ প্রবাহ শুরু হয়।
- Contacts (Inputs): এগুলো কন্ডিশন হিসেবে কাজ করে।
- LD (Normally Open - NO): সুইচ চাপলে সিগন্যাল পাস করে।
- LDI (Normally Closed - NC): সুইচ চাপলে সিগন্যাল বন্ধ করে।
- Coils (Outputs): এটি কন্ডিশন সত্য হলে অ্যাক্টিভেট হয় (ইন্সট্রাকশন: OUT)।
- Right Rail: যেখানে সার্কিটটি সম্পন্ন হয়।

প্রোগ্রামিং লজিক স্ট্রাকচার:

AND Logic: যখন দুটি ইনপুট শ্রেণীবদ্ধভাবে (Series) থাকে।
OR Logic: যখন দুটি ইনপুট সমান্তরালে (Parallel) থাকে।

পিএলসি প্রোগ্রামিং এনভায়রনমেন্টে আই/ও (I/O) কনফিগারেশন।

আই/ও কনফিগারেশন ও অ্যাড্রেসিং।
পিএলসি প্রোগ্রামিং এনভায়রনমেন্টে ডিভাইস কনফিগার করার অর্থ হলো সফটওয়্যারকে জানানো যে কোন পিনটি কী কাজ করবে।

ডিজিটাল আই/ও কনফিগারেশন:
ডেল্টা পিএলসিতে ডিফল্টভাবে ইনপুটগুলো X0, X1, X2... এবং আউটপুটগুলো Y0, Y1, Y2... হিসেবে থাকে। এগুলো কনফিগার করার প্রয়োজন হয় না, তবে এগুলোর নাম বা কমেন্ট (Comment) লিখে রাখা ভালো।

এনালগ আই/ও কনফিগারেশন (DVP10SX এর জন্য):
DVP10SX মডেলে এনালগ ইনপুট ও আউটপুট ব্যবহারের জন্য বিশেষ ডি-রেজিস্টার (D-Register) ব্যবহার করতে হয়।

Input Mode: ভোল্টেজ (-10V ~ +10V) নাকি কারেন্ট (-20mA ~ +20mA) মোডে কাজ করবে, তা D1115 রেজিস্টারের ভ্যালু সেট করে কনফিগার করতে হয়।

সেলফ-ল্যাচিং (Self-Latching) বা হোল্ডিং সার্কিট তৈরি করা।

সেলফ-ল্যাচিং বা হোল্ডিং সার্কিট হলো এমন একটি বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা, যা একটি ক্ষণস্থায়ী সিগন্যাল (যেমন পুশ বাটন) দ্বারা সক্রিয় (ON) হয় এবং বাটন ছেড়ে দিলেও তা চালু থাকে । এটি তৈরি করতে একটি NO (Normally Open) স্টার্ট বোতাম, NC (Normally NC (Normally Closed) স্টপ বোতাম এবং একটি কন্টাক্টর বা রিলে (অক্সিলিয়ারি কন্টাক্ট

সহ) ব্যবহার করা হয়, যেখানে কন্টাক্টরের কয়েল স্টার্ট বাটনটির সাথে সমান্তরালে বা 'সিল-ইন' (seal-in) হিসেবে যুক্ত থাকে।

প্রয়োজনীয় উপকরণ

১. **কন্টাক্টর (Contactor) বা রিলে** (১টি) - কয়েল ভোল্টেজ অনুযায়ী (যেমন ২২০V AC) ।
২. **পুশ বাটন সুইচ (NO - Normally Open)** - স্টার্ট করার জন্য (সবুজ) ।
৩. **পুশ বাটন সুইচ (NC - Normally Closed)** - স্টপ করার জন্য (লাল) ।
৪. তার, সুইচ বক্স এবং মেইন পাওয়ার সাপ্লাই।

সার্কিট তৈরির ধাপসমূহ
পাওয়ার সংযোগ: মেইন পাওয়ার সাপ্লাই (Phase) কে NC স্টপ বাটনের ইনপুটে সংযুক্ত করুন ।

স্টপ থেকে স্টার্ট: NC স্টপ বাটনের আউটপুট থেকে একটি তার নিয়ে NO স্টার্ট বাটনের ইনপুটে সংযুক্ত করুন।
স্টার্ট থেকে কয়েল: NO স্টার্ট বাটনের আউটপুট থেকে তার নিয়ে কন্টাক্টরের কয়েল টার্মিনাল এ যুক্ত করি ।
কয়েল নিউট্রাল: কন্টাক্টরের কয়েল টার্মিনালকে সরাসরি নিউট্রাল (Neutral) লাইনে সংযোগ করুন।

হোল্ডিং কন্টাক্ট (ল্যাচিং): কন্টাক্টরের সহায়ক NO কন্টাক্ট (13-14 নম্বর টার্মিনাল সাধারণত) নিন । এই 13-14 কন্টাক্টটিকে স্টার্ট বোতামের (NO) সমান্তরালে (Parallel) সংযুক্ত করুন ।

পরীক্ষা: স্টার্ট বাটন টিপলে কন্টাক্টর চালু হবে, এবং বাটন ছেড়ে দিলেও 13-14 কন্টাক্টের মাধ্যমে কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ বজায় থাকবে (ল্যাচ) । স্টপ বাটন টিপলে কয়েলের পাওয়ার বিচ্ছিন্ন হয়ে সার্কিট বন্ধ হবে ।

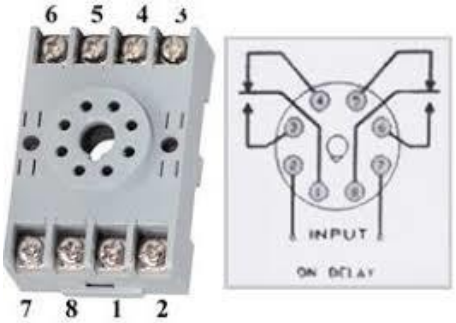
কাজের নীতি
চালু (ON): স্টার্ট বাটন টিপলে কয়েল (KM) এনার্জাইজ হয়, যা কন্টাক্টরের মেইন কন্টাক্ট এবং সহায়ক (13-14) কন্টাক্ট বন্ধ করে দেয় ।
হোল্ড (Hold): স্টার্ট বাটন ছেড়ে দিলেও, বন্ধ হয়ে যাওয়া সহায়ক কন্টাক্ট (13-14) কয়েলের জন্য একটি বিকল্প পথ তৈরি করে, যা কয়েলটিকে চালু রাখে ।
বন্ধ (OFF): স্টপ বাটন (NC) টিপলে পুরো সার্কিট ভেঙে যায় এবং কয়েল ডি-এনার্জাইজ হয়ে যায়।
Closed) স্টপ বোতাম এবং একটি কন্টাক্টর বা রিলে (অক্সিলিয়ারি কন্টাক্ট সহ) ব্যবহার করা হয়, যেখানে কন্টাক্টরের কয়েল স্টার্ট বাটনটির সাথে সমান্তরালে বা 'সিল-ইন' (seal-in) হিসেবে যুক্ত থাকে ।

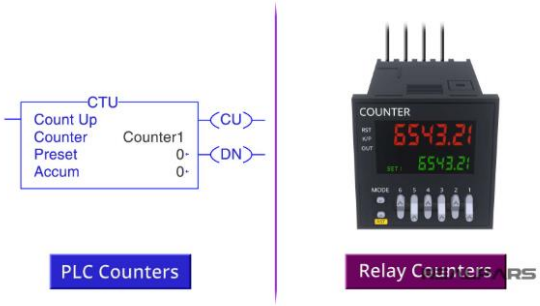
টাইমার (Timer) এবং কাউন্টার (Counter) ফাংশন ব্যবহার করা।

পিএলসি (PLC) বা মাইক্রোকন্ট্রোলারে টাইমার ও কাউন্টার ফাংশন ব্যবহার করে নির্দিষ্ট সময় বিলম্ব (Delay) এবং ইভেন্ট গণনা (Counting) নিয়ন্ত্রণ করা হয়। টাইমার নির্দিষ্ট সময় পর আউটপুট চালু/বন্ধ করে (যেমন- TON, TOFF), এবং কাউন্টার ডাল (Pulse) বা ইভেন্ট গণনা করে (যেমন- CTU, CTD) । এই ফাংশনগুলো স্বয়ংক্রিয় প্রসেস নিয়ন্ত্রণে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

টাইমার (Timer) ফাংশন ব্যবহার:

TON (Timer On-Delay): ইনপুট সক্রিয় হওয়ার পর নির্দিষ্ট সময় delay করে আউটপুট চালু করে।
TOFF (Timer Off-Delay): ইনপুট বন্ধ হওয়ার পর নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত আউটপুট চালু রাখে ।
ব্যবহার: মোটর ডেল্টা স্টার্টার, লাইটিং কন্ট্রোল, এবং শিল্প প্রক্রিয়ায় নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে যন্ত্র চালু/বন্ধ করা ।
কাউন্টার (Counter) ফাংশন ব্যবহার:
CTU (Count Up): ইনপুট পালস বা ঘটনার সংখ্যা বৃদ্ধি (Increment) করে ।
CTD (Count Down): ইনপুট পালস বা ঘটনার সংখ্যা হ্রাস (Decrement) করে ।
ব্যবহার: প্রোডাকশন লাইনে পণ্য গণনা (Product counting), প্যাকেজিং, এবং নির্দিষ্ট সংখ্যক ইভেন্টের পর মেশিন বন্ধ করা ।
পদ্ধতি:
PLC সফটওয়্যার (যেমন- RSLogix, TIA Portal) এ টাইমার (T) বা কাউন্টার (C) ইন্সট্রাকশন নির্বাচন করুন।
প্রিসেট ভ্যালু (Preset Value - PV) নির্ধারণ করুন (কত সময় বা কত গণনা) ।
একটি ইনপুট (Sensor/Switch) সংযুক্ত করুন।
টাইমার/কাউন্টার সক্রিয় হলে একটি আউটপুট (Load/Relay) চালু করার জন্য লজিক তৈরি করুন।





স্টপ এবং স্টার্ট পুশ বাটনের মাধ্যমে মোটর কন্ট্রোল লজিক বোঝা।

স্টপ (NC) এবং স্টার্ট (NO) পুশ বাটনের মাধ্যমে মোটর কন্ট্রোল হলো একটি সাধারণ ইন্ডাস্টিয়াল লজিক, যেখানে কন্টাক্টরের সাথে একটি হোল্ডিং কন্টাক্ট (Latched) ব্যবহার করে মোটর চালু ও বন্ধ করা হয় । স্টার্ট বাটন চাপলে কন্টাক্টর কয়েল সক্রিয় হয়ে মোটর চালায়, আর স্টপ বাটন সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে মোটর বন্ধ করে।

মোটর কন্ট্রোল লজিকের মূল উপাদানসমূহ:

স্টার্ট বাটন (Start Push Button): সাধারণত খোলা (Normally Open - NO) থাকে। চাপলে কন্টাক্টর কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহ তৈরি করে।
স্টপ বাটন (Stop Push Button): সাধারণত বন্ধ (Normally Closed - NC) থাকে। চাপলে বিদ্যুৎ প্রবাহ বিচ্ছিন্ন করে।
কন্টাক্টর (Contactor - KM1): বিদ্যুৎ চৌম্বকীয় সুইচ যা মোটরের পাওয়ার সাপ্লাই সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন করে।
সেলফ-হোল্ডিং/ল্যাচিং কন্টাক্ট (Auxiliary Contact): স্টার্ট বাটনের সমান্তরালে সংযুক্ত থাকে (NO 13-14) । স্টার্ট বাটন ছেড়ে দেওয়ার পরও মোটর চালু রাখার জন্য এটি কন্টাক্টরকে ধরে রাখে।

ওভারলোড রিলে (O/L Relay): মোটরকে অতিরিক্ত কারেন্ট থেকে রক্ষা করে।

কাজের প্রক্রিয়া (Working Principle):

১. **স্টার্ট (Start):** স্টার্ট বাটন চাপলে কন্ট্রোল সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং কন্টাক্টর (KM1) সক্রিয় হয়। ফলে মোটর চালু হয়।
২. **হোল্ডিং (Holding):** স্টার্ট বাটনটি ছেড়ে দিলেও কন্টাক্টরের নিজস্ব সাহায্যকারী কন্টাক্ট (Auxiliary NO) এর মাধ্যমে কয়েলটি সক্রিয় থাকে (একে সেলফ-হোল্ডিং বলে) ।
৩. **স্টপ (Stop):** স্টপ বাটন (NC) টিপলে পুরো কন্ট্রোল সার্কিটটি বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। কন্টাক্টর কয়েল অকার্যকর হয়ে পড়ে এবং মোটর বন্ধ হয়ে যায়। এই সার্কিটটি মূলত নিরাপত্তা এবং দূরবর্তী নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহার করা হয়, যেখানে স্টপ বাটন টিপলে কোনো অবস্থাতেই মোটর চলতে পারবে না।

পিএলসি প্রোগ্রাম সংরক্ষণ এবং ডকুমেন্টেশন।

পিএলসি (PLC) প্রোগ্রাম সংরক্ষণ এবং ডকুমেন্টেশন হলো শিল্পকারখানার অটোমেশন সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা ও রক্ষণাবেক্ষণ নিশ্চিত করার চাবিকাঠি। প্রোগ্রামটি CPU, SD কার্ড, বা ক্লাউড স্টোরেজে (ব্যাকআপ) সংরক্ষণ করা হয় এবং ডকুমেন্টেশনে আই/ও (I/O) তালিকা, ল্যাডার ডায়াগ্রাম, ও তারের সংযোগ চিত্র (Wiring diagram) অন্তর্ভুক্ত থাকে।

PLC প্রোগ্রাম সংরক্ষণ (Backup & Storage):
মেমোরি ব্যাকআপ: পিএলসি-র নিজস্ব ব্যাটারি চালিত মেমোরি থাকে, তবে দীর্ঘস্থায়ী সুরক্ষার জন্য ফ্লাশ মেমোরি ব্যবহার করা হয়।

SD কার্ড/স্টোরেজ: CompactLogix বা Allen-Bradley-এর মতো সিস্টেমে SD কার্ডের মাধ্যমে সহজেই প্রোগ্রাম লোড বা স্টোর করা যায়।
ডিজিটাল স্টোরেজ: প্রোগ্রাম সফটওয়্যার ফাইল (ACD, GWC ইত্যাদি) ক্লাউড, নেটওয়ার্ক ড্রাইভ, বা পেনড্রাইভে নিরাপদ রাখতে হয়।

ডকুমেন্টেশন (Documentation):

- সিস্টেম বিবরণ: কন্ট্রোল অপারেশনের বিস্তারিত বর্ণনা এবং ব্লক ডায়াগ্রাম।
- I/O তালিকা: প্রতিটি ইনপুট এবং আউটপুট ডিভাইসের নাম, অ্যাড্রেস এবং অবস্থান।
- ওয়্যার্ড ডায়াগ্রাম: মডিউল ওয়্যারিং চিত্র এবং আই/ও পয়েন্টের বিস্তারিত।
- ল্যাডার লজিক: ফাংশন, রাং (rung) বর্ণনা এবং কমেন্টসহ প্রোগ্রাম লজিক।

ডকুমেন্টেশনের প্রয়োজনীয়তা:
সঠিক ডকুমেন্টেশন ও ব্যাকআপ থাকলে মেশিনে ত্রুটি (Troubleshooting) দ্রুত নির্ণয় করা যায়, ডাউনটাইম কমে এবং ভবিষ্যতে রক্ষণাবেক্ষণ সহজ হয়।

সেলফ-চেক (Self-Check)-৫.২

প্রশ্ন ও উত্তরপত্র নির্দেশনা: নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর আপনার অর্জিত জ্ঞান থেকে প্রদান করুন।
প্রশ্নাবলি:

১. PLC-তে ল্যাচিং (Latching) কেন ব্যবহার করা হয়?
২. ডেল্টা PLC তে টাইমারের ফরমেট কী এবং K100 বলতে কত সময় বোঝায়?
৩. কাউন্টার (Counter) ফাংশনের প্রধান কাজ কী?
৪. ল্যাডার লজিকে AND এবং OR লজিক কীভাবে গঠিত হয়?
৫. PLC প্রোগ্রামিংয়ের জন্য ব্যবহৃত কয়েকটি জনপ্রিয় সফটওয়্যারের নাম লিখুন।
৬. Normally Open (NO) এবং Normally Closed (NC) কন্টাক্টের মধ্যে পার্থক্য কী?
৭. পিএলসি প্রোগ্রামের 'Rung' বলতে কী বোঝায়?
৮. ডেল্টা PLC-তে ডিজিটাল ইনপুট এবং আউটপুটকে সাধারণত কী নামে অ্যাড্রেসিং করা হয়?
৯. সিমুলেশন এবং ডিবাগিং করার প্রয়োজনীয়তা কী?
১০. PLC প্রোগ্রামের সঠিক ডকুমেন্টেশন কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তরপত্র (Answer Sheet)-৫.২

১. উত্তর: যখন একটি পুশ বাটন একবার চেপে ছেড়ে দেওয়ার পরও আউটপুট চালু রাখতে হয়, তখন ল্যাচিং ব্যবহার করা হয়।

২. উত্তর: ডেল্টা PLC-তে টাইমারের ফরমেট হলো: TMR T1 K100; এখানে K100 মানে ১০ সেকেন্ড (যেহেতু ১ ইউনিট = ০.১ সেকেন্ড) ।

৩. উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট ইভেন্ট বা বস্তু গণনা করার জন্য এবং নির্দিষ্ট সংখ্যার পর মেশিন বা আউটপুট নিয়ন্ত্রণ করতে কাউন্টার ব্যবহৃত হয়।

৪. উত্তর: যখন দুটি ইনপুট শ্রেণীবদ্ধভাবে (Series) থাকে তখন AND লজিক এবং যখন ইনপুটগুলো সমান্তরালে (Parallel) থাকে তখন OR লজিক গঠিত হয়।

৫. উত্তর: Siemens TIA Portal, Allen-Bradley RSLogix, Mitsubishi GX Works এবং Delta PLC-এর জন্য WPLSoft বা ISPSoft।

৬. NO সুইচ চাপলে সিগন্যাল পাস করে (সক্রিয় হয়), আর NC সুইচ চাপলে সিগন্যাল প্রবাহ বন্ধ করে দেয়। উত্তর: পিএলসি প্রোগ্রামের প্রতিটি সমান্তরাল লাইন বা যুক্তি বিন্যাসকে 'Rung' বলা হয়।

৭. উত্তর: ইনপুটগুলো X0, X1, X2... এবং আউটপুটগুলো Y0, Y1, Y2... হিসেবে থাকে।

৮. উত্তর: সিমুলেশন প্রোগ্রামের ভুল এবং ত্রুটি চিহ্নিত করতে সাহায্য করে এবং ডিবাগিংয়ের মাধ্যমে বাস্তব সময়ে লজিক সংশোধন করা যায়।

৯. উত্তর: সঠিক ডকুমেন্টেশন থাকলে মেশিনে ত্রুটি (Troubleshooting) দ্রুত নির্ণয় করা যায় এবং ভবিষ্যতে রক্ষণাবেক্ষণ বা আপডেট করা সহজ হয়।

জব শিট (Job Sheet) –৫.২.১: একটি স্টার্ট-স্টপ ল্যাচিং সার্কিট এবং ৫ সেকেন্ডের টাইমার প্রোগ্রাম তৈরি।

প্রয়োজনীয় রিসোর্স (Resources required): পিপিই (PPE): এপ্রোন। টুলস: ল্যাপটপ/পিসি, ডেল্টা প্রোগ্রামিং ক্যাবল।
ইকুইপমেন্ট: Delta DVP-14SS2/SX2 PLC।
মালামাল:

- WPLSoft সফটওয়্যার,
- ২ টি পুশ সুইচ (Start/Stop) ।

লজিক ডিজাইন (Ladder Logic):প্রোগ্রামটি নিচের তিনটি রাং (Row) এ সম্পন্ন করতে হবে:

Row 1: LD X0, OR Y0, ANI X1, OUT Y0 (স্টার্ট-স্টপ ল্যাচিং লজিক)।
Row 2: LD Y0, TMR T0 K50 (Y0 চালু হলে ৫ সেকেন্ডের টাইমার সক্রিয় হবে)।
Row 3: LD T0, OUT Y1 (টাইমার শেষ হলে Y1 আউটপুট জ্বলবে)।

কাজের ধাপসমূহ (Procedure):

১। WPLSoft ওপেন করে একটি নতুন প্রজেক্ট তৈরি করুন এবং সঠিক PLC মডেল নির্বাচন করুন।
২। উপরে বর্ণিত ল্যাডার লজিকটি ইনপুট দিন।
৩। স্টার্ট বাটন হিসেবে X0 এবং স্টপ বাটন হিসেবে X1 (NC) অ্যাড্রেস ব্যবহার নিশ্চিত করুন। ৪। প্রোগ্রামটি কম্পাইল করুন এবং PLC-তে ডাউনলোড দিন। সিমুলেটর বা ফিজিক্যাল PLC-তে প্রোগ্রামটি রান করুন।

ফলাফল যাচাই (Observation):

X0 চাপলে Y0 সাথে সাথে চালু হচ্ছে কি না দেখুন। X0 ছেড়ে দেওয়ার পরও Y0 চালু থাকে কি না (ল্যাচিং) তা পরীক্ষা করুন। Y0 চালু হওয়ার ৫ সেকেন্ড পর Y1 আউটপুট জ্বলে কি না তা যাচাই করুন।

বিশেষ সতর্কতা: টাইমার বা কাউন্টার ব্যবহারের সময় মেমোরি অ্যাড্রেস (যেমন: T0, T1) ডুপ্লিকেট করা যাবে না।

ইনফরমেশন শিট ৫.৩: পিএলসি-র বেসিক ফল্ট বা ত্রুটিসমূহ

শিখনফল ৫.৩: পিএলসির বেসিক ফল্ট বা ত্রুটিসমূহ সনাক্তকরণ।

শিখন উদ্দেশ্য:

এই ইনফরমেশন শিট সম্পন করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. **পিএলসির বিভিন্ন ইনডিকেটর লাইট দেখে ত্রুটি নির্ণয়**
২. **ইনপুট এবং আউটপুট জনিত সাধারণ সমস্যাগুলো চিহ্নিত করা।**
৩. **কমিউনিকেশন এরর বা যোগাযোগের ত্রুটি সমাধান করা।**

পিএলসির বিভিন্ন ইনডিকেটর লাইট দেখে ত্রুটি নির্ণয়

পিএলসি (PLC) এর ইন্ডিকেটর লাইট (LEDs) সিস্টেমের অবস্থা এবং ত্রুটি (Fault) নির্ণয়ের সবচেয়ে দ্রুততম উপায়। প্রধান লাইটগুলো হলো RUN (অপারেশন), ERR/FAULT (ভুল), PWR (পাওয়ার), এবং I/O (ইনপুট/আউটপুট) । PWR বন্ধ থাকলে বিদ্যুৎ সরবরাহ, ERR জ্বললে বা ফ্ল্যাশ করলে প্রোগ্রাম বা হার্ডওয্যার ত্রুটি, এবং I/O না জ্বললে কানেকশন বা সেন্সর সমস্যা নির্দেশ করে।

ইন্ডিকেটর লাইট দেখে ত্রুটি নির্ণয়:

PWR (Power) LED:

বন্ধ (OFF): পিএলসিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ নেই। পাওয়ার সাপ্লাই বা ফিউজ পরীক্ষা করুন।
সবুজ/অন (ON): পাওয়ার ঠিক আছে।

RUN LED:

বন্ধ (OFF): পিএলসি 'Stop' মোডে আছে বা কাজ করছে না।
সবুজ/অন (ON): পিএলসি স্বাভাবিকভাবে প্রোগ্রাম রান করছে।
ফ্ল্যাশিং (Flashing): প্রোগ্রাম লোড বা স্টপ মোডে পরিবর্তনের সময়।

ERR/FAULT LED:

বন্ধ (OFF): কোন ত্রুটি নেই, সিস্টেম সুস্থ।
লাল/অন (ON): এটি অভ্যন্তরীণ গুরুতর ত্রুটি (Internal Error) নির্দেশ করে। সিপিইউ (CPU) বা মেমরি নষ্ট হতে পারে।
ফ্ল্যাশিং (Flashing): সাধারণত কনফিগারেশন ত্রুটি, ভুল প্রোগ্রাম, বা পেরিফেরাল ডিভাইসে সমস্যা নির্দেশ করে।

I/O LED (Input/Output):

না জ্বললে: সেন্সর বা অ্যাকচুয়েটরের সাথে তারের সংযোগ বিচ্ছিন্ন (Broken wire)।
সবুজ (ON): ইনপুট বা আউটপুট সিগন্যাল সক্রিয়।

লাল/ফ্ল্যাশিং: শর্ট সার্কিট, ওভারলোড, বা ভুল ভোল্টেজ সরবরাহ।

Comm/Link LED (Communication):
বন্ধ বা ফ্ল্যাশিং (অস্বাভাবিক): নেটওয়ার্ক বা ক্যাবল সংযোগে সমস্যা। পিএলসি এবং এইচএমআই (HMI) বা কম্পিউটার যোগাযোগ করতে পারছে না।

সাধারণ ত্রুটি সমাধানের টিপস:
ERR বা Fault লাইট জ্বললে প্রথমে পিএলসি পাওয়ার বন্ধ করে আবার চালু (Restart) করে দেখুন।
I/O লাইট না জ্বললে ফিল্ড ডিভাইস (সেন্সর/সুইচ) ও তারের সংযোগ পরীক্ষা করুন।
RUN মোডে না থাকলে সফটওয্যারের মাধ্যমে প্রসেসর মোড 'Run' এ সেট করুন।

ইনপুট এবং আউটপুট জনিত সাধারণ সমস্যাগুলো চিহ্নিত করা।

পিএলসি (PLC)-র ইনপুট এবং আউটপুট (I/O) জনিত সাধারণ সমস্যাগুলোর মধ্যে আলগা তারের সংযোগ, ত্রুটিপূর্ণ সেন্সর/অ্যাকচুয়েটর, মডিউল ফেইলিওর, পাওয়ার সাপ্লাইয়ের অস্থিরতা, এবং ভুল প্রোগ্রাম লজিক প্রধান । এই সমস্যাগুলো সাধারণত সরঞ্জামের অতিরিক্ত তাপমাত্রা, ধূলিকণা, বা যান্ত্রিক কম্পনের কারণে ঘটে, যা সিগন্যাল নষ্ট বা ভুল হওয়ার কারণ হয় ।

ইনপুট (Input) জনিত সাধারণ সমস্যা:
সেন্সর ফেইলিওর: সেন্সরটি সঠিকভাবে কাজ না করা বা নষ্ট হয়ে যাওয়া ।
তারের আলগা সংযোগ (Loose Wiring): ইনপুট মডিউলের টার্মিনালগুলো আলগা হয়ে সিগন্যাল মিস হওয়া।
ভুল ভোল্টেজ বা পাওয়ার সাপ্লাই: সেন্সরের জন্য প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ না পাওয়া।
ইলেক্ট্রিক্যাল নয়েজ: অ্যানালগ ইনপুটের ক্ষেত্রে ইলেকট্রিক্যাল ইন্টারফিয়ারেন্সের কারণে সিগন্যাল বিকৃত হওয়া।

আউটপুট (Output) জনিত সাধারণ সমস্যা:
রিলে বা ট্রানজিস্টর ফেইলিওর: আউটপুট মডিউলের রিলে আটকে যাওয়া বা ট্রানজিস্টর পুড়ে যাওয়া।
লোড জনিত সমস্যা: অ্যাকচুয়েটর বা লোড ডিভাইস (যেমন- সোলেনয়েড, মোটর কন্টাক্টর) থেকে কোনো সিগন্যাল না পাওয়া।

কমন (Common) তারের সংযোগ: আউটপুট মডিউলের কমন টার্মিনাল বা পাওয়ার গ্রাউন্ড সংযোগ বিচ্ছিন্ন থাকা।
প্রোগ্রামিংয়ের ভুলের কারণে: ভুল লজিকের কারণে আউটপুট ভুল সময়ে চালু বা বন্ধ হওয়া।

সনাক্তকরণের উপায়:
LED ইন্ডিকেটর: I/O মডিউলের LED লাইট চেক করে সিগন্যাল আসছে কিনা বোঝা।
পিএলসি সফটওয়্যার (Monitoring): সফটওয়্যারের মাধ্যমে রিয়েল-টাইম ইনপুট/আউটপুট অবস্থা পর্যবেক্ষণ করা।
মাল্টিমিটার ব্যবহার: ভোল্টেজ মেপে তারের সংযোগ বা ভোল্টেজ লেভেল যাচাই করা।

কমিউনিকেশন এরর বা যোগাযোগের ত্রুটি সমাধান করা।

পিএলসি (PLC) কমিউনিকেশন এরর বা যোগাযোগের ত্রুটি সমাধানে প্রথমে ফিজিক্যাল ক্যাবল সংযোগ (ঢিলা বা ভাঙা), পাওয়ার সাপ্লাই, এবং নেটওয়ার্ক অ্যাড্রেস (IP, Subnet Mask) পরীক্ষা করুন। নিশ্চিত করুন যে সঠিক প্রোটোকল (Modbus/Profibus/Ethernet) ব্যবহৃত হচ্ছে এবং ডিভাইসগুলো একই সাবনেটে আছে। প্রয়োজন হলে ক্যাবল পরিবর্তন, ড্রাইভার আপডেট বা মডিউল রিস্টার্ট করুন।

পিএলসি কমিউনিকেশন এরর সমাধানের ধাপসমূহ:

ভৌত সংযোগ পরীক্ষা (Physical Connection):

কমিউনিকেশন ক্যাবলগুলো (Ethernet, RS485/RS232) ঠিকমতো লাগানো আছে কিনা তা নিশ্চিত করুন, লুজ কানেকশন বা ক্যাবল ছিঁড়ে গেলে তা পরিবর্তন করুন। কানেক্টরে কোনো জং বা ক্ষয় (Corrosion) আছে কিনা দেখুন।

নেটওয়ার্ক কনফিগারেশন যাচাই (Network Configuration):

IP অ্যাড্রেস এবং সাবনেট মাস্ক (Subnet Mask) পরীক্ষা করুন। কম্পিউটার এবং পিএলসি একই নেটওয়ার্ক সাবনেটে থাকতে হবে ।

প্রোটোকল সেটিংস (যেমন- Baud rate, Parity, Station ID) সঠিক কিনা তা নিশ্চিত করুন।

পাওয়ার এবং হার্ডওয়্যার পরীক্ষা (Power & Hardware):

পিএলসি-র পাওয়ার সাপ্লাই ভোল্টেজ স্বাভাবিক আছে কিনা তা যাচাই করুন।

কমিউনিকেশন মডিউল বা প্রসেসরে কোনো 'Fault' লাইট জ্বলছে কিনা দেখুন।

সফটওয়্যার এবং ফার্মওয়্যার (Software & Firmware):

PLC এবং HMI-এর মধ্যকার, বা PLC ও পিসির মধ্যকার ড্রাইভার আপডেট করুন।

পিএলসি-র প্রোগ্রাম ও কনফিগারেশন ফাইলটি পুনরায় চেক করুন।

ইন্টারফারেন্স (Noise Interference):

হাই-ভোল্টেজ লাইনের কাছ থেকে কমিউনিকেশন ক্যাবল দূরে রাখুন (Shielded cable ব্যবহার করুন) ।

সাধারণ সমস্যার সমাধান:

লাল 'X' চিহ্ন (Red X): নেটওয়ার্ক ক্যাবল বিচ্ছিন্ন অথবা আইপি অ্যাড্রেস পরিবর্তিত হয়েছে ।

হলুদ প্রশ্নবোধক চিহ্ন (Yellow Question Mark): ড্রাইভার বা EDS ফাইলের সমস্যা (নতুন ডিভাইস হলে) ।

সেলফ-চেক (Self-Check)-৫.৩

১. ডেল্টা PLC-তে 'ERROR' LED লাল হয়ে থাকলে কী বুঝায়?
২. PLC-তে প্রোগ্রাম রান থাকা অবস্থায় কোন ইনডিকেটরটি সবুজ হয়ে জ্বলে থাকে?
৩. PLC এবং পিসির মধ্যে ডাটা আদান-প্রদান না হলে প্রথম করণীয় কী?

উত্তর পত্র (Answer Key)-৫.৩

১. প্রোগ্রামে কোনো ভুল আছে বা সিস্টেম এরর হয়েছে।
২. RUN LED।
৩. কমিউনিকেশন ক্যাবল চেক করা এবং সফটওয়্যারে সঠিক COM Port সেট করা আছে কি না তা দেখা।

জব শিট-৫.৩.১: পিএলসি-র হার্ডওয়্যার এবং কমিউনিকেশন এরর সনাক্তকরণ।

নির্দেশনাবলী (Instructions):
লাইভ পিএলসিতে কাজ করার সময় ইনসুলেটেড টুলস ব্যবহার করুন।
কোনো মডিউল খোলার আগে অবশ্যই মেইন পাওয়ার অফ করুন।

প্রক্রিয়া (Procedure):

১. PLC-তে পাওয়ার দিয়ে LED ইনডিকেটরগুলো পর্যবেক্ষণ করুন।
২. সফটওয়্যারে 'Communication Setting' চেক করুন।
৩. মাল্টিমিটার দিয়ে ইনপুট টার্মিনালে ভোল্টেজ (24V DC) মেপে দেখুন।
৪. PLC-কে 'STOP' মোড থেকে 'RUN' মোডে নিয়ে পরিবর্তন লক্ষ্য করুন।

ওয়ার্কসিট: কাজের বিবরন (Description):
শিক্ষার্থী একটি চেক-লিস্ট তৈরি করবে যেখানে POWER, RUN, এবং ERROR লাইটের বর্তমান অবস্থা লিখে সমস্যা চিহ্নিত করবে।

প্রয়োজনীয় রিসোর্স (Resources Required)

পিপিই: এপ্রোন, সেফটি মাস্ক।
টুলস: ডিজিটাল মাল্টিমিটার, স্ক্রু-ড্রাইভার।
ইকুইপমেন্ট: Delta DVP PLC, 24V DC Power Supply, Programming Cable।
মালামাল: অতিরিক্ত ফিউজ, কানেক্টিং ওয়্যার।

জব শিট-৫.৩.২: পিএলসি ট্রাবলশুটিং কর।

বিশেষ নির্দেশনা: ERROR LED স্থির হয়ে থাকলে বা জ্বলে থাকলে সেটি বড় ধরনের হার্ডওয়্যার ফেইলর হতে পারে, সেক্ষেত্রে বিশেষজ্ঞের পরামর্শ নিন।

কাজের ধাপঃ

পাওয়ার কানেকশন চেক করুন (L, N বা +, -) ।

যদি RUN LED না জ্বলে, তবে সফটওয়্যার থেকে PLC-কে 'RUN' কমান্ড দিন।

ইনপুট সুইচ চেপে দেখুন সংশ্লিষ্ট 'X' LED জ্বলে কি না।

যদি কমিউনিকেশন না হয়, তবে 'Device Manager'-এ গিয়ে পোর্টের নম্বর (COM1/COM2) মিলিয়ে দেখুন।

স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)

জবের নাম: পিএলসি ট্রাবলশুটিং (Troubleshooting) ।

সমস্যা (Problem)	সম্ভাব্য কারণ (Cause)	সমাধান (Solution)
No Power		
Communication Error		
I/O not working		

মডিউল-৬: সার্ভিস ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এন্ড সিস্টেমস

ইউনিট কোড: SICIP-LE-IEL-06-O **নোমিনাল আওয়ার: ৪৫ ঘন্টা**

মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এবং সিস্টেমের সার্ভিসিং বা রক্ষণাবেক্ষণ সংক্রান্ত প্রয়োজনীয় জ্ঞান ও দক্ষতা প্রদানের জন্য তৈরি করা হয়েছে। এর মধ্যে ইন্ডাস্ট্রিয়াল কাজের নিরাপত্তা নিশ্চিত করা (PPE ও LOTO), টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম বিশ্লেষণ, সিস্টেমের জটিল ফল্ট খুঁজে বের করার লজিক্যাল মেথড এবং মেরামত পরবর্তী কার্যকারিতা পরীক্ষার বিষয়গুলো অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। মূলত শিল্প কারখানার যন্ত্রপাতি সচল রাখা এবং সঠিক পদ্ধতিতে ত্রুটিমুক্ত করার কৌশলসমূহ এই মডিউলের মূল ভিত্তি।

শিখনফল (Learning Outcomes):

এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর শিক্ষার্থীরা সক্ষম হবে: ১. ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এবং সিস্টেম সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে। ২. ইন্ডাস্ট্রিয়াল কাজের পূর্বে প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) এবং লোটো (LOTO) পদ্ধতি নিশ্চিত করতে। ৩. টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম এবং কাজের অর্ডার (Work Order) বুঝতে ও ব্যাখ্যা করতে। ৪. ইন্ডাস্ট্রিয়াল সিস্টেমে জটিল ত্রুটি বা ফল্ট খুঁজে বের করার জন্য লজিক্যাল মেথড প্রয়োগ করতে। ৫. ত্রুটিপূর্ণ প্রোডাক্ট এবং সিস্টেম মেরামত বা প্রতিস্থাপন করতে। ৬. মেরামত শেষে সিস্টেমের কার্যকারিতা যথাযথভাবে পরীক্ষা করতে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া (Assessment Criteria): শিক্ষার্থীদের যোগ্যতা মূল্যায়নের জন্য নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বিবেচনা করা হবে:

১. ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE) সঠিক পদ্ধতিতে ব্যবহার করা হয়েছে কি না।
২. বিপজ্জনক যন্ত্রপাতি মেরামতের সময় লোটো (Lockout/Tagout) পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়েছে কি না।
৩. সার্কিট বা টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম দেখে কম্পোনেন্টের অবস্থান এবং সংযোগ শনাক্ত করতে পারা।
৪. মাল্টিমিটার বা ক্ল্যাম্প মিটার ব্যবহার করে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং কন্ট্রোল সিগন্যাল সঠিকভাবে পরিমাপ করা।
৫. ত্রুটি শনাক্তকরণের লজিক্যাল ধাপসমূহ (যেমন: আইসোলেশন পদ্ধতি) অনুসরণ করা হয়েছে কি না।
৬. প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুযায়ী সঠিক পার্টস ব্যবহার করে মেরামত সম্পন্ন করা।
৭. মেরামত পরবর্তী নো-লোড এবং লোড টেস্ট পরিচালনার দক্ষতা।
৮. এমারজেন্সি স্টপ বা সেফটি ইন্টারলক ঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করা।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) -৬.১ ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এন্ড সিস্টেম

শিখন উদ্দেশ্য:
এই ইনফরমেশন শিট সম্পন, করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এন্ড সিস্টেমস সম্পর্কে ধারনা
২. ইন্ডাস্ট্রিয়াল কাজের আগে নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE) নিশ্চিত করা
৩. টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম এবং কাজের অর্ডার (Work Order)
৪. ইন্ডাস্ট্রিয়াল সিস্টেমে জটিল ফল্ট খুঁজে বের করার জন্য লজিক্যাল মেথড
৫. প্রোডাক্ট এবং সিস্টেম মেরামত (Repair Products and Systems)
৬. সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষা (Test Products and Systems)

ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এন্ড সিস্টেমস সম্পর্কে ধারনা

ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এন্ড সিস্টেমস (শিল্প পণ্য এবং সিস্টেম) বলতে কারখানায় উৎপাদিত বিভিন্ন পণ্য, যন্ত্রাংশ এবং সেইসব পণ্য তৈরির সম্পূর্ণ উৎপাদন প্রক্রিয়া বা পদ্ধতিকে বোঝায়। এটি প্রধানত শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি, উৎপাদন প্রযুক্তি, এবং উৎপাদনশীলতা ও গুণমান বাড়ানোর জন্য প্রয়োজনীয় ব্যবস্থাপনা পদ্ধতি বা সিস্টেমের (যেমন: অটোমেশন, সাপ্লাই চেইন) সমষ্টি । এর প্রধান লক্ষ্য হল কম খরচে, কম সময়ে, সর্বোচ্চ গুণমান নিশ্চিত করে উৎপাদন করা। এটি ইলেকট্রিক্যাল, ইলেকট্রনিক্স, গার্মেন্টস, অটোমেশন এবং কনস্ট্রাকশনসহ বিভিন্ন খাতে এর ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে।

ইন্ডাস্ট্রিয়াল কাজের আগে নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE) নিশ্চিত করা

ইন্ডাস্ট্রিয়াল পরিবেশে কাজ করা সাধারণ ইলেকট্রনিক্স কাজের চেয়ে অনেক বেশি ঝুঁকিপূর্ণ। তাই প্রস্তুতির ধাপগুলো অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ:
ব্যক্তিগত নিরাপত্তা (PPE): উচ্চ ভোল্টেজের কাজ করার সময় ইনসুলেটেড গ্লাভস, সেফটি জুতো এবং হেলমেট ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
ডকুমেন্টেশন সংগ্রহ: মেশিনের Circuit Diagram, User Manual এবং Service History সংগ্রহ করতে হবে। এতে আগের সমস্যাগুলো সম্পর্কে জানা যায়।
টুলস ও সরঞ্জাম প্রস্তুতি: মাল্টিমিটার, ক্ল্যাম্প মিটার, সোল্ডারিং স্টেশন এবং নির্দিষ্ট পাওয়ার টুলস (যেমন ড্রিল বা গ্রাইন্ডার) সচল আছে কি না দেখে নেওয়া।

লোটো (LOTO) পদ্ধতি: এটি একটি সুরক্ষামূলক কৌশল যা 'লক' এবং 'সতর্কীকরণ ট্যাগ' এর মাধ্যমে কর্মীদের নিরাপদ কর্মপরিবেশ নিশ্চিত করে। লকআউট ট্যাগআউট বা লোটো (LOTO - Lockout/Tagout) হলো কর্মক্ষেত্রে বিপজ্জনক যন্ত্রপাতি মেরামত বা রক্ষণাবেক্ষণের সময় দুর্ঘটনা রোধে ব্যবহৃত একটি নিরাপত্তা ব্যবস্থা । এটি যন্ত্রের শক্তির উৎস (বিদ্যুৎ, বাষ্প, ইত্যাদি) বন্ধ করে, তালা (Lock) লাগিয়ে এবং ট্যাগ (Tag) ঝুলিয়ে নিশ্চিত করে যে, কাজ শেষ না হওয়া পর্যন্ত মেশিনটি কেউ চালু করতে পারবে না ।

লোটো (LOTO) পদ্ধতির ধাপ

লকআউট (Lockout)**:** একটি ভৌত তালা ব্যবহার করে শক্তির উৎস বা সুইচ বন্ধ করে দেওয়া ।
ট্যাগআউট (Tagout)**:** তালার সাথে একটি সতর্কীকরণ ট্যাগ লাগানো, যাতে লেখা থাকে কে, কেন এবং কখন এটি লক করেছে ।

টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম এবং কাজের অর্ডার (Work Order)

টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম (Technical Diagram)

কোনো জটিল সিস্টেম, যন্ত্র, সার্কিট বা প্রক্রিয়ার গাঠনিক এবং কার্যকারী উপাদানগুলোকে সাংকেতিক চিহ্নের মাধ্যমে ফুটিয়ে তোলার ভিজ্যুয়াল উপস্থাপন কে টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম বলে। এটি ইঞ্জিনিয়ারিং, সফটওয়্যার বা নির্মাণ শিল্পে নকশা বোঝা, তৈরি এবং রক্ষণাবেক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়, যা কোনো বস্তুর ভৌত বিন্যাস ও উপাদানগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক নির্দেশ করে। এটি কোনো প্রোজেক্ট বা যন্ত্রের নির্মাণ প্রক্রিয়া সহজতর করে এবং ভুল বোঝাবুঝি কমিয়ে সঠিক কাজের নিশ্চয়তা প্রদান করে

টেকনিক্যাল ডায়াগ্রামের মূল বৈশিষ্ট্য ও প্রকারভেদ:

স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম (Schematic Diagram):
এটি কোনো ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের মূলনীতি এবং সংযোগগুলো প্রতীকের (symbols) সাহায্যে দেখায়, তবে বাস্তব অবস্থান দেখায় না ।

সিঙ্গেল লাইন ডায়াগ্রাম (Single Line Diagram - SLD): জটিল থ্রি-ফেজ পাওয়ার সিস্টেমকে একটি মাত্র লাইনের সাহায্যে সহজভাবে প্রকাশ করা হয় (যেমন: পাওয়ার ডিস্ট্রিবিউশন) ।

- **ব্লক ডায়াগ্রাম (Block Diagram):** একটি জটিল সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলোকে ব্লকের মাধ্যমে সংযুক্ত করে দেখায়
  পিক্টোরিয়াল ডায়াগ্রাম (Pictorial Diagram): বাস্তব যন্ত্রাংশের মতো দেখতে প্রতীক ব্যবহার করে সংযোগ দেখানো হয়
- **প্যানেল লেআউট ড্রয়িং (Panel Layout Drawing):** সুইচবোর্ড বা প্যানেলের ভেতরে যন্ত্রাংশগুলোর স্থাপন বা পজিশন দেখায়।
- **ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম (Wiring Diagram):** উপাদানগুলোর প্রকৃত অবস্থান এবং সংযোগের বিস্তারিত চিত্র দেখায়, যা তারের সংযোগ বুঝতে সাহায্য করে
- **প্রোডাক্ট এবং সিস্টেম ইনস্টলেশন (Install Products and Systems)**
  একটি নতুন সিস্টেম বা মডিউল (যেমন- VFD বা PLC) ইনস্টল করার সময় নিচের বিষয়গুলো অনুসরণ করতে হবে:
- **মাউন্টিং (Mounting):** প্যানেলের ভেতরে **DIN Rail** ব্যবহার করে কম্পোনেন্টগুলো শক্ত করে বসাতে হবে যেন ভাইব্রেশনে আলগা না হয়।
- **ক্যাবলিং ও টার্মিনেশন:** সঠিক রেটিংয়ের তার ব্যবহার করতে হবে। তারের মাথায় অবশ্যই **Lugs/Ferrules** ব্যবহার করতে হবে এবং টাইট করে কানেকশন দিতে হবে। লুজ কানেকশন থেকে আর্কিং বা আগুন লাগতে পারে।

আর্থিং (Earthing): প্রতিটি মেশিনের বডি বা মেটাল পার্টস অবশ্যই প্রপার আর্থিং লাইনের সাথে যুক্ত করতে হবে যেন শক হওয়ার ঝুঁকি না থাকে।

ভেন্টিলেশন: পাওয়ার কম্পোনেন্টগুলো এমনভাবে বসাতে হবে যেন কুলিং ফ্যান বাতাস চলাচলের জন্য যথেষ্ট জায়গা পায়।

ইন্ডাস্ট্রিয়াল সিস্টেমে জটিল ফল্ট খুঁজে বের করার জন্য লজিক্যাল মেথড

লক্ষণ পর্যবেক্ষণ (Observing Symptoms): মেশিনের ডিসপ্লেতে কোনো **Error Code** দেখাচ্ছে কি না (যেমন- Overload, Phase Loss) তা দেখা।
পাওয়ার চেক: ক্ল্যাম্প মিটার দিয়ে প্রতিটি ফেজের কারেন্ট এবং ভোল্টেজ ব্যালেন্স আছে কি না তা দেখা।
কন্ট্রোল সিগন্যাল চেক: PLC থেকে আউটপুট সিগন্যাল (যেমন ২৪ভি ডিসি) আসছে কি না তা পরীক্ষা করা।
আইসোলেশন পদ্ধতি: সিস্টেমের প্রতিটি অংশ আলাদা করে চেক করা (যেমন প্রথমে পাওয়ার সাপ্লাই, তারপর কন্ট্রোল সার্কিট, শেষে মোটর) ।

প্রোডাক্ট এবং সিস্টেম মেরামত (Repair Products and Systems)

- **পার্টস পরিবর্তন:** কোনো মডিউল বা সেন্সর নষ্ট হলে প্রস্তুতকারকের দেওয়া একই পার্ট নম্বর অনুসরণ করে পরিবর্তন করতে হবে।
- **সফটওয়্যার রিকভারি:** পিএলসি বা এইচএমআই (HMI) এর ক্ষেত্রে যদি প্রোগ্রাম মুছে যায়, তবে ব্যাকআপ ফাইল থেকে পুনরায় আপলোড করতে হবে।
- **ওয়্যারিং মেরামত:** পুড়ে যাওয়া তার বা কানেক্টর দ্রুত পরিবর্তন করতে হবে এবং ইনসুলেশন ঠিক করতে হবে।
- **পরিষ্কারকরণ:** ধুলোবালির কারণে অনেক সময় শর্ট সার্কিট হয়, তাই ইলেকট্রনিক ক্লিনার (Contact Cleaner) ব্যবহার করে পিসিবি পরিষ্কার করতে হবে।

সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষা (Test Products and Systems)

মেরামত শেষে সরাসরি মেশিন চালানো বিপজ্জনক। তাই ধাপে ধাপে পরীক্ষা করতে হবে:

- **নো-লোড টেস্ট (No-load Test):** মোটর বা ভারী লোড সংযোগ না দিয়ে কন্ট্রোল সিস্টেমটি চালিয়ে দেখা যে সব টাইমিং এবং কমান্ড ঠিক আছে কি না।
- **লোড টেস্ট:** ধাপে ধাপে লোড বাড়িয়ে দেখা যে সিস্টেমটি কারেন্ট সহ্য করতে পারছে কি না।
- **সেফটি ইন্টারলক চেক:** এমারজেন্সি স্টপ (Emergency Stop) সুইচ কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করা।
- **রিপোর্ট প্রদান:** কাজ শেষে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং তাপমাত্রার রিডিং নিয়ে একটি সার্ভিস রিপোর্ট তৈরি করতে হবে।

সেলফ চেক (Self-Check)-৬.১

১. ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এন্ড সিস্টেমস বলতে কী বোঝায়?
২. ইন্ডাস্ট্রিয়াল কাজের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত লোটো (LOTO) পদ্ধতির পূর্ণরূপ কী?
৩. টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম কেন ব্যবহার করা হয়? ৪. স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম ও ওয়্যারিং ডায়াগ্রামের মধ্যে মূল পার্থক্য কী?
৪. নতুন সিস্টেম ইনস্টল করার সময় আর্থিং কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৫. কোনো সিস্টেমে জটিল ফল্ট খুঁজে বের করার একটি লজিক্যাল পদ্ধতি উল্লেখ করো।
৬. নো-লোড টেস্ট (No-load Test) বলতে কী বোঝায়?
৭. প্যানেলের ভেতরে ক্যাবল টার্মিনেশনের সময় কী ব্যবহার করা বাধ্যতামূলক?

উত্তর পত্র (Answer Key)-৬.১

১. **উত্তর:** ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এন্ড সিস্টেমস বলতে কারখানায় উৎপাদিত পণ্য, যন্ত্রাংশ এবং সেই পণ্য তৈরির সম্পূর্ণ উৎপাদন প্রক্রিয়া বা পদ্ধতিকে বোঝায়।
২. **উত্তর:** লোটো (LOTO) এর পূর্ণরূপ হলো লকআউট/ট্যাগআউট (Lockout/Tagout)।
৩. **উত্তর:** কোনো জটিল সিস্টেম বা সার্কিটের উপাদানগুলোকে সাংকেতিক চিহ্নের মাধ্যমে ভিজ্যুয়াল উপস্থাপন করার জন্য টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম ব্যবহার করা হয়।
৪. **উত্তর:** স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম মূলনীতি ও সংযোগগুলো প্রতীকের সাহায্যে দেখায় কিন্তু বাস্তব অবস্থান দেখায় না, অন্যদিকে ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম উপাদানগুলোর প্রকৃত অবস্থান এবং সংযোগের বিস্তারিত চিত্র দেখায়।
৫. **উত্তর:** প্রতিটি মেশিনের বডি বা মেটাল পার্টস প্রপার আর্থিং লাইনের সাথে যুক্ত থাকলে ইলেকট্রিক শকের ঝুঁকি থাকে না, তাই এটি গুরুত্বপূর্ণ।
৬. **উত্তর:** আইসোলেশন পদ্ধতি; যেখানে সিস্টেমের প্রতিটি অংশ (যেমন: পাওয়ার সাপ্লাই, কন্ট্রোল সার্কিট, মোটর) আলাদা করে চেক করা হয়।
৭. **উত্তর:** মোটর বা ভারী লোড সংযোগ না দিয়ে কন্ট্রোল সিস্টেমটি চালিয়ে সব টাইমিং এবং কমান্ড ঠিক আছে কি না তা যাচাই করাকে নো-লোড টেস্ট বলে।
৮. **উত্তর:** তারের মাথায় অবশ্যই লাগস (Lugs) বা ফেরুলস (Ferrules) ব্যবহার করা বাধ্যতামূলক।

জব শিট (Job Sheet)-৬.১: ইন্ডাস্ট্রিয়াল কন্ট্রোল প্যানেলের নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ এবং ফল্ট শনাক্তকরণ।

উদ্দেশ্য:

- লোটো (LOTO) পদ্ধতির যথাযথ প্রয়োগ শিখা।
- টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম দেখে সিস্টেমের সংযোগ বুঝতে পারা।
- ফল্ট খুঁজে বের করার লজিক্যাল পদ্ধতি অনুশীলন করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও উপকরণ:

১. ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE): গ্লাভস, সেফটি জুতো, হেলমেট।
২. পরিমাপক যন্ত্র: মাল্টিমিটার, ক্ল্যাম্প মিটার।
৩. লক এবং ট্যাগ (LOTO Kit)।
৪. টেকনিক্যাল ডায়াগ্রাম (Circuit Diagram)।

কাজের ধাপ (Procedure):

১. **নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ:** কাজ শুরু করার আগে যথাযথ PPE পরিধান করুন এবং লোটো (LOTO) পদ্ধতি ব্যবহার করে শক্তির উৎস লক করুন।
২. **ডকুমেন্ট পর্যবেক্ষণ:** মেশিনের সার্কিট ডায়াগ্রাম এবং ইউজার ম্যানুয়াল সংগ্রহ করে সিস্টেমটি বুঝে নিন।
৩. **ভিজ্যুয়াল ইন্সপেকশন:** কন্ট্রোল প্যানেলের ভেতরে কোনো পোড়া তার, লুজ কানেকশন বা ধুলোবালি আছে কি না তা পর্যবেক্ষণ করুন।
৪. **পাওয়ার চেক:** ক্ল্যাম্প মিটার দিয়ে প্রতিটি ফেজের ভোল্টেজ এবং কারেন্ট ব্যালেন্স আছে কি না পরীক্ষা করুন।
৫. **ফল্ট আইসোলেশন:** কোনো সমস্যা পাওয়া গেলে আইসোলেশন পদ্ধতিতে পাওয়ার সাপ্লাই থেকে শুরু করে প্রতিটি অংশ আলাদাভাবে পরীক্ষা করুন।
৬. **টেস্ট রান:** মেরামত শেষে প্রথমে নো-লোড টেস্ট এবং পরবর্তীতে লোড টেস্টের মাধ্যমে কার্যকারিতা যাচাই করুন।

সতর্কতা:

১. কাজ করার সময় অবশ্যই লোটো পদ্ধতি অনুসরণ করতে হবে যেন কেউ ভুল করে মেশিন চালু না করে।
২. উচ্চ ভোল্টেজের লাইনে কাজ করার সময় ইনসুলেটেড টুলস ব্যবহার করুন।
৩. প্যানেলের ভেন্টিলেশন বা বাতাস চলাচলের জায়গা যেন বন্ধ না হয় সেদিকে খেয়াল রাখুন।

ইনফরমেশন শিট ৬.২: সেন্সর ভিত্তিক বেসিক কন্ট্রোল সিস্টেম প্রয়োগ করণ।

শিখন উদ্দেশ্য:

এই ইনফরমেশন শিট সম্পন, করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

- **সেন্সর ভিত্তিক বেসিক কন্ট্রোল সিস্টেম সম্পর্কে ধারনা**
- **স্টেপ কন্ট্রোলারের সাহায্যে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার পদ্ধতি**

সেন্সর ভিত্তিক বেসিক কন্ট্রোল সিস্টেম সম্পর্কে ধারনা

সেন্সর হচ্ছে অটোমেশন সিস্টেমের স্নায়ুকেন্দ্র। মানুষের সেন্সর যেমন চক্ষু, কর্ণ, জিহ্বা, ত্বক এবং নাসিকা তেমনি পিএলসি কন্ট্রোলিংএর মূল ইনপুট ডিভাইস বা প্রধান অনুভূতির উৎস হচ্ছে সেন্সর প্রতিটা কন্ট্রোল সিস্টেমেই ব্যবহৃত হয় নানা ধরণের, নানা কাজের, নানা পদ্ধতির সেন্সর। সেন্সর থেকে পরিবেশ সম্পর্কে তথ্য নিয়ে তা বিশ্লেষণের মাধ্যমে যথাযথ আউটপুট প্রদানের মাধ্যমে গড়ে উঠে পুরো অটোমেশন প্রক্রিয়া। তাই বলা যায় সেন্সরই হচ্ছে পুরো সিস্টেমের উৎসমূল।

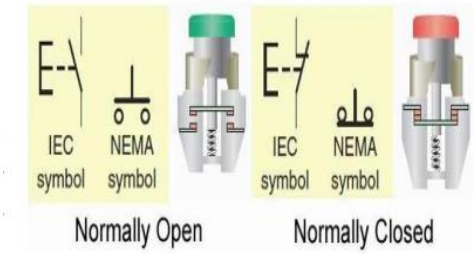
হরেক রকম সেন্সরে ভরে আছে আমাদের চারপাশ। প্রতিনিয়ত গবেষণা চলে নতুন নতুন সেন্সরের প্রযুক্তি আবিষ্কারের। এখানে আমি শুধু ইন্ডাষ্ট্রিয়াল অটোমেশন এর জন্য পিএলসি কন্ট্রোলিংএর বহুল ব্যবহৃত কিছু সেন্সর সম্পর্কে আলোচনা করবো।

পিএলসি ভিত্তিক বেসিক কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহৃত বিভিন্ন সেন্সর সম্পর্কে ধারনা

প্রক্সিমিটি সেন্সর (Proximity Sensor) সাধারনভাবে এই ধরনের সেন্সর একটি তড়িৎচুম্বকীয় ক্ষেত্র তৈরী করে বা তড়িৎচুম্বকীয় বিকিরণ নিঃসরণ করে এবং তার পরিবর্তন থেকে বস্তু কতটা কাছে, দূরে বা এর প্রকৃতি কি তা নির্ধারণ করে। নানা ধরনের প্রক্সিমিটি সেন্সর নানা ধরণের বস্তুর প্রকৃতি নির্ণয় করতে ব্যবহার করা হয়, যেমন Capacitive প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহার করা হয় প্লাস্টিক কাঠ বা নানা অপরিবাহী/পরিবাহী বস্তু সনাক্ত করতে, Inductive প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহার করা হয় ধাতব চৌম্বকীয় পদার্থ সনাক্ত করতে, এই জন্য অবস্থাভেদে ব্যবস্থা নিতে হয় সেন্সর ব্যবহারের। এ ধরণের সেন্সর মূলত ব্যবহার করা হয় কোন বস্তুর উপস্থিতি বোঝাতে বা কতটা কাছে তা বোঝাতে।	
ফটোইলেকট্রিক সেন্সর (Photoelectric sensor) এটা মূলত এক ধরণের প্রক্সিমিটি সেন্সর। যেকোন ফ্যাক্টরি / ইন্ডাস্ট্রিতে এর বহুল ব্যবহার দেখা যায়। এ ধরণের সেন্সর আলো (দৃশ্যমান বা ইনফ্রারেড) নিঃস্বরণ করে এবং আলোর প্রতিফলন বা বাধা প্রাপ্তির সময়/পরিমান নির্ণয় করে, যা থেকে জানা যায় কোন পদার্থ কাছে আসলো বা তার প্রকৃতিই বা কি। বিভিন্ন ধরণের প্রোডাক্ট গননা কাজে, প্রোডাক্টের রং নির্ণয়ের কাজে বা প্রোডাক্টের অবস্থান, ডাইমেনশেন নির্নয়ের কাজে এর বেশী ব্যবহার দেখা যায়।	
রোটারি ইনকোডার রোটারি এনকোডার হচ্ছে একটি ইলেক্ট্রো-মেক্যানিক্যাল যন্ত্র। যন্ত্রটির একটি নব কিংবা শ্যাফট থাকে। রোটারি এনকোডারের কাজ হল, এই শ্যাফটের অ্যাঙ্গুলার পজিশনকে ইলেক্ট্রিক্যাল সিগন্যালে রুপান্তর করা। ঘূর্ণমান এনকোডারগুলি হল সেন্সর যা ঘূর্ণন যান্ত্রিক স্থানচ্যুতিগুলিকে বৈদ্যুতিক সংকেতে রূপান্তর করে এবং সেই সংকেতগুলিকে প্রক্রিয়াকরণ করে অবস্থান এবং গতি সনাক্ত করে। সরল রেখার জন্য যান্ত্রিক স্থানচ্যুতি সনাক্তকারী সেন্সরগুলিকে লিনিয়ার এনকোডার বলা হয়।	

পটেনশিও মিটার পটেনশিওমিটারের ৩ টি পিন থাকে। পটেনশিওমিটার একটি পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ বিভাজক। ২টি বাইরের পিন তাদের Vcc বলি এবং Gnd হল সাপ্লাই ভোল্টেজ এবং গ্রাউন্ড টার্মিনাল। তৃতীয়, ভিতরের পিন হল বিভক্ত ভোল্টেজ আউটপুট যা আপনি শ্যাষ্ট বা লিভারের অবস্থান পরিবর্তন করার সময় পরিবর্তিত হয়। এনালগ সেন্সর হিসাবে ব্যবহার করা হয়।	
টেম্পারেচার সেন্সর (Temperature Sensor) টেম্পারেচার সেন্সর প্রধানত দুই ধরণের RTD (Resistance Temperature Detector) এবং Thermocouple। প্রথম প্রকার কাজ করে পদার্থের রোধের মাত্রা নির্ণয়ের মাধ্যমে এবং Thermocouple এর কার্যপ্রণালী যেকোন বিজ্ঞানের ছাত্র-ছাত্রী মাত্রই জানে তাপমাত্রার হ্রাসবৃদ্ধিতে তড়িৎপ্রবাহের পরিমাপে। টেম্পারেচার সেন্সর এর জন্য আলাদা টেম্পারেচার কন্ট্রোলার পাওয়া যায়। পিএলসি এর জন্য আলাদা ডেডিকেটেড মডিউল থাকে টেম্পারেচার সেন্সর ব্যবহার করার জন্য।	
লোড সেল একটি লোড সেল হল একটি ইলেক্ট্রো-মেকানিক্যাল সেন্সর যা বল বা ওজন পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। এটির একটি সহজ অথচ কার্যকরী ডিজাইন রয়েছে যা প্রয়োগকৃত শক্তি, উপাদানের বিকৃতি এবং বিদ্যুতের প্রবাহের মধ্যে স্থানান্তরের উপর নির্ভর করে। লোড সেলগুলি কয়েক গ্রাম থেকে কয়েক হাজার টন পর্যন্ত ক্ষমতার রয়েছে।	
প্রেসার সেন্সর (Pressure Sensor) সিস্টেমের প্রেসার পরিমাপের জন্য এই ধরণের সেন্সর ব্যবহার করা হয়। একটি প্রেসার সেন্সর এমন একটি ডিভাইস যা চাপ সেন্স করে এবং পরিমাণ প্রেসার প্রয়োগের উপর নির্ভর করে। এটিকে বৈদ্যুতিক সংকেতে রূপান্তরিত করে। বোতল এবং সরঞ্জাম লিক সনাক্তকরণ, পরিবর্তনশীল এয়ার ভলিউম (ভিএভি) সিস্টেম, এয়ার ব্লেড, সংকুচিত বায়ুচাপ পর্যবেক্ষণ, ইন্ডাষ্ট্রিয়াল প্রবাহ পর্যবেক্ষণ, ফিল্টার চাপ পর্যবেক্ষণ, বায়ুপ্রবাহ, গ্যাস সনাক্তকরণ, বায়ুসংক্রান্ত নিয়ন্ত্রণ, খনি সুরক্ষার মতো অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে প্রেসার সেন্সরগুলি ক্রমবর্ধমানভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে।	

রিলে রিলে মূলত এক ধরনের ইলেকট্রো মেকানিক্যাল সুইচ যা কোন সার্কিটের পাওয়ার অন এবং অফ করার মাধ্যমে সুইচ হিসাবে কাজ করে। ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর এর মত রিলের অভ্যন্তরে কয়েল এবং সুইচিং কন্টাক্ট NO, NC থাকে। রিলের সাথে ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের এর পার্থক্য হচ্ছে রিলের কন্টাক্ট দ্বয়ের মধ্য দিয়ে কম কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে। ইহা কন্ট্রোল সার্কিটে ব্যবহার করা হয়।	
সুইচ পিএলসি কন্ট্রোলিংএর মূল ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস হিসেবে বিভিন্ন সুইচ ব্যবহার করা হয়। সুইচিং করার জন্য সিলেক্টর সুইচ, পুশ বাটন সুইচ, ইমারজেন্সি পুশ বাটন সুইচ ইনপুট ডিভাইস হিসেবে ব্যবহার করা হয়। আউটপুট ডিভাইস হিসেবে বিভিন্ন সুইচিং ডিভাইস যেমন ইলেকট্রো মেকানিক্যাল সুইচ, রিলে, ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর, সলিনয়েড ভাল্ব, মোটর ষ্টার্টার লোড আউটপুট টার্মিনালে ব্যবহার করা হয়।	
ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর রিলের উন্নত সংস্করন। এটি একটি ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক সুইচিং ডিভাইস যেখানে একাধিক সুইচকে একসাথে অন বা অফ করা যায়। ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর এর দুটি অংশ একটি কয়েল এবং অপরটি সুইচিং কন্টাক্ট। ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরকে কন্ট্রোল সার্কিটে এবং পাওয়ার সার্কিটে এক সাথে ব্যবহার করা যায়। ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর এর কয়েলকে লো ভোল্টেজ রিলিস কয়েল বলা হয়। এই কয়েলের সাপ্লাই ভোল্টেজ ২২০ অথবা ৪০০ ভোল্ট হয়ে থাকে। বাজারে সাধারনত ৬-৮০০ এ্যাম্পিয়ারের ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর পাওয়া যায়।	
ফ্লেম সেন্সর ফ্লেম সেন্সর নিশ্চিত করে যে আপনার চুল্লির ভিতরে জ্বলন্ত শিখা আছে । একটি চুল্লির বার্নারের ভিতরের আগুনের শিখা আছে কিনা তা নির্ণয় করতে ফ্লেম সেন্সর ব্যবহার করা হয়। বার্নার অন না হলে গ্যাস ঘর পূর্ণ করতে পারে, যার ফলে কার্বন মনোক্সাইড বিষক্রিয়া বা এমনকি একটি বিস্ফোরণ হতে পারে।	 Flame Sensor (3-Pin)

অন/ অফ পুশ বাটন সুইচ পুশ বাটন সুইচ সাধারণ সুইচের মত নয় এই সুইচের ২টি পজিশন থাকে। Normally Open(NO) এবং Normally Closed (NC)| Normally Open(NO) পুশ বাটন সুইচ বোতামটি চাপ দিলে ক্লোজ হয়ে সার্কিট সম্পূর্ন হয় এবং বোতামটি ছেড়ে দিলে আগের অবস্থানে ফিরে আসে। Normally Closed (NC) পুশ বাটন সুইচ চাপ দিলে চাপ দিলে ওপেন হয়ে সার্কিট বিচ্ছিন্ন হয় এবং বোতামটি ছেড়ে দিলে আগের অবস্থানে ফিরে আসে।	
ভিএফডি/ইনভার্টার ভিএফডি (VFD) এর পূর্ণ অর্থ হচ্ছে ভেরিযেবল ফ্রিকোযেন্সি ড্রাইভ (Variable Frequency Drive) তাই আমরা বলতে পারি যে কোন ধরনের ফ্রিকুয়েন্সি কে পরিবর্তন করার জন্য এই ডিভাইস টি ব্যবহার করা হয়। শুধুমাত্র AC ইন্ডাকশন মোটরের ক্ষেত্রে ভিএফডি (VFD) ব্যবহার করা হয়।	 চিত্র : ভিএফডি/ইনভার্টার
মোটর স্টার্টার মোটর কেন্ট্রোলার হিসেবে আমরা বিভিন্ন প্রকার ষ্টার্টার ব্যবহার করি যা মোটরকে লাইনে চালু অবস্থায় নিরাপদে রাখে এবং মোটরকে নিরাপদে চালু করে। বৈদ্যুতিক মেশিন ও ইকুইপমেন্টস পরিচালনা করার জন্য বিভিন্ন প্রকার কন্ট্রোলিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, যেন আমরা নিরাপদে উক্ত মেশিন বা ইকুইপমেন্টস নিয়ন্ত্রন করতে পারি। সমগ্র পৃথিবীর উৎপাদিত বিদ্যুতের ৫০% (শতাংশই) ব্যবহৃত হয় মটর পরিচালনার জন্য। মটর কন্ট্রোলার একটি	
টাইমার রিলে টাইমার একধরনরে টাইম সুইচিং ডভিাইস যা বদ্যৈুতকি সার্কিট এবং ইককেট্রক্যিাল অ্যান্ড ইলকেট্রনক্সি ডিভাইস কে টাইম সুইচিং এর মাধ্যমে (অন/অফ) কন্ট্রোল ও নিয়নন্ত্রন করে থাকে। টাইমার মূলত ৮, ১১, ১৪ পিনের রাউন্ড টাইপ হয়ে থাকে এবং তার বেস ও ৮, ১১, ১৪ পিনের হয়। টাইমার মূলত অন/অফ প্রক্রিয়ায় কাজ করে। ৮ পিন টাইমারের দুইটি কমন প্রান্ত থাকে এবং প্রতিটা কমন প্রান্তে নরমালি ক্লোজ (NC) ও নরমালি ওপেন (NO) টার্মিনাল থাকে। যখন টাইমার কে টাইম দ্বারা সেট করা হয়, টাইমার ঐ টাইম শেষে সে সুইচিং করে এবং কমন এর সাথে নরমালি ক্লোজ(NC) কে ওপেন (Open) করে দেয় এবং নরমালি ওপেন (NO) কে ক্লোজ (Close)	 চিত্র : টাইমার রিলে

করে দেয়। এই ভাবে টাইমার কাজ করে। টাইমার (Timer) প্রধানত দুই প্রকার। অন ডিলে টাইমার এবং অফ ডিলে টাইমার।	
কাউন্টার কাউন্টার এমন এক প্রকার ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা ইনপুট পালসের সংখ্যা গননা করতে পারে। নিম্নতম বাইনারি থেকে পর্যায়ক্রমে নির্দিষ্ট উচ্চতম সংখা পর্যন্ত গননা করে এবং উচ্চতম সংখায় পৌছার পর তা আবার ধারাবাহিক ভাবে বিপরীতক্রমে নিম্নতর গননা করতে পারে এ ধরনের ডিভাইস কে কাউন্টার বলে। কাউন্টার (Counter) প্রধানত দুই প্রকার। আপ কাউন্টার (Up counter) এবং ডাউন কাউন্টার (Down কাউন্টার)	 চিত্র : কাউন্টার
লিমিট সুইচ লিমিট সুইচ এক ধরনের বিশেষ সুইচ যা যান্ত্রিক শক্তি ব্যবহার করে কোন মেশিনের গতি এবং কার্যকলাপ নিয়ন্ত্রণ করে থাকে। ইন্ডাস্ট্রিতে টাওয়ার ক্রেন, বৈদ্যুতিক মোটর, হাইড্রোলিক বা নিউমেটিক পিস্টন, লিফটের গতির নিয়ন্ত্রক হিসেবে এই লিমিট সুইচ ব্যবহার করা হয়। লিমিট সুইচগুলি অপারেটিং লিভারের গতি দ্বারা সরাসরি যান্ত্রিকভাবে পরিচালিত হয়।	
প্রেসার সুইচ একটি চাপ সুইচ হল একটি যান্ত্রিক বা ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা তরল, বায়ুবা গ্যাসের চাপ দ্বারা সক্রিয় হয় যখন তরল, বায়ু বা গ্যাসগুলি একটি প্রান্তিক বা সেট পয়েন্টে পৌঁছায়। প্রেসার সুইচের ডিজাইনের মধ্যে রয়েছে বোর্ডন টিউব, পিস্টন, ডায়াফ্রাম বা ঝিল্লি যা সিস্টেমের চাপের পরিমাণের সাথে নড়াচড়া করে বা সুইচিং করে।	
ফ্লোট সুইচ একটি ফ্লোট সুইচ হল এক ধরণের লিকুইড লেভেল সেন্সর। যা একটি মেকানিক্যাল সুইচ লিকুইড লেভেল সনাক্ত করতে ফ্লোট সুইচ ব্যবহার করা হয়। ফ্লোট সুইচগুলি সাধারণত অন্যান্য ডিভাইস যেমন অ্যালার্ম এবং পাম্প নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়, যখন একটি তরল স্তর বেড়ে যায় বা একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে পড়ে তখন ফ্লোট সুইচ সুইচিং করে।	

সলিনয়েড ভালভ (Solenoid Valve) সলিনয়েড ভালভ হলো একটি ইলেকট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইস। যা কারেন্ট দিয়ে নিয়ন্ত্রন করা যায়। সলিনয়েড ভালভের মূল কাজ হচ্ছে ম্যাগনেটের সাহায্যে কোন গেট খুলে দেওয়া। এটার দুটি অংশ আছে যথা ইলেকট্রিক্যাল ও মেকানিক্যাল। ইলেকট্রিক্যাল অংশে পরিবাহীর প্যাচানো একটি কয়েল থাকে যাকে বলা হয় (সলিনয়েড কয়েল) যার কাজ হচ্ছে ম্যাগনেট তৈরি করা। নিউমেটিক সিস্টেম এবং হাইড্রোলিক সিস্টেম এক্টিব রাখার জন্য সলিনয়েড ভাল্ব এর গুরুত্ব অপরিসীম। ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন কাজে সলিনয়েড ভালভ এর ব্যবহার করা হয়।	

স্টেপ কন্ট্রোলারের সাহায্যে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার পদ্ধতি

তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রন করতে পিআইডি কন্ট্রোলার ব্যবহৃত হয়। তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রকে টেম্পারেচার কন্ট্রোলার বলা হয়। টেম্পারেচার কন্ট্রোলারের আউটপুট ইনপুটের তারতম্যের কারণে পরিবর্তিত হয়। আউটপুট এর কারনে ইনপুটের পরিবর্তন করতে থার্মকাপল বা থার্মোট্যাট সেন্সর ব্যবহার করা হয়। যে কন্ট্রোল সিস্টেম কন্ট্রোলারের আউটপুট সিগন্যাল বিচ্ছিন্ন অবস্থায় দুই ধাপ সম্পূর্ণ হয় তাকে দুই স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম বলা হয়। কন্ট্রোলারের ধাপ দুইটি হলো অন এবং অফ বা ০ এবং ১ বা লো এবং হাই অর্থাৎ এই সিস্টেম আউটপুট সিগন্যাল সর্বদাই থাকে না। এ পদ্ধতি বোঝানোর জন্য একটি থার্মকাপল বা থার্মোট্যাট কন্ট্রোল সিস্টেম বিবেচনা করা যায় যা কোন সিস্টেমের তাপমাত্রা কে অটোমেটিক্যালি নিয়ন্ত্রণ করে। অর্থাৎ ইহা একটি অনেক সুইচ যা তাপমাত্রা পরিমাণ হিসাবের অন অফ হয়। তিনটি মৌলিক ধরনের কন্ট্রোলার রয়েছে। যেমন অন-অফ, আনুপাতিক এবং পিআইডি। নিয়ন্ত্রণ করা সিস্টেমের উপর নির্ভর করে, অপারেটর প্রক্রিয়াটি নিয়ন্ত্রণ করতে এক প্রকার বা অন্য ব্যবহার করতে পারবে।

 চিত্র: টেম্পারেচার কন্ট্রোলার	 চিত্র: টেম্পারেচার সেন্সর

টেম্পারেচার কন্ট্রোলার:

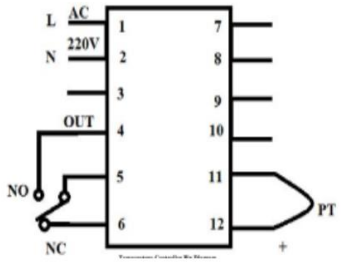
টেম্পারেচার কন্ট্রোলার এমন একটি ডিভাইস যার মাধ্যমে তাপমাত্রাকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। টেম্পারেচার কন্ট্রোলার কোন টেম্পারেচার সেন্সর হতে আগত আউটপুট কে তার ইনপুট হিসাবে গ্রহণ করে এবং সেটকৃত তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে লোড কে কন্ট্রোল করে।

টেম্পারেচার কন্ট্রোলারের কাপ্রনালী:

টেম্পারেচার কন্ট্রোলারের ১ ও ২ নাম্বার পিনে এসি ২২০ ভোল্ট পাওয়ার সাপ্লাই দিন। পাওয়ার দিলে কন্ট্রোলারটি অ্যাক্টিভ হবে। এবং ১১ ও ১২ নাম্বার পিনে টেম্পারেচার সেন্সর সংযোগ করুন এবং ৪ ও ৬ নাম্বার পিনে লোড সংযোগ করুন।

টেম্পারেচার কন্ট্রোলারের এর মধ্যে দুইটি ভেলু আছে যার ভিতর একটা ভেলু আমাদের সেট করে দিতে হয়। পিন ডায়াগ্রামে আমরা দেখেছি ৪, ৫, ৬ তিনটি পিন আছে যার মধ্যে ৫ নাম্বার পিনটি কমন । ৬ নাম্বার পিনটি নরমালি ক্লোজ, এবং ৪ নাম্বার পিনটি নরমালি ওপেন । আমরা এখানে যে ভেলু সেট করে দিব তাপমাত্রা সেই ভেলু অতিক্রম করার সাথে সাথেই আমাদের ওপেন পিনটি ক্লোজ হবে এবং ক্লোজ পিনটি ওপেন হবে। এখানে যে লোড ব্যবহার করবো সেটি অন বা অফ হবে।

ধরি এই টেম্পারেচার কন্ট্রোলারে টেম্পারেচার ৫০ সেট করা আছে | PT-100 temperature সক্ত করছে । এই অবস্থায় এখানে লাম্প-১ জ্বলবে এবং লাম্প-২ বন্ধ থাকবে । যখন তাপমাত্রা ৫০ পার করবে তখন লাম্প-১ বন্ধ হবে এবং লাম্প-২ জ্বলবে। এভাবেই এটি কাজ করে থাকে।



চিত্র: টেম্পারেচার কন্ট্রোলারের পিন ডায়াগ্রাম

চিত্র: টেম্পারেচার কন্ট্রোলার

২-স্টেপ কন্ট্রোলারের সাহায্যে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ

- টেম্পারেচার সেন্সর -ve এবং +ve লিড চেক করুন।
- সঠিক ধরনের তারের ব্যবহার করছেন তা নিশ্চিত করতে পরীক্ষা করুন।
- রিডিং প্রভাবিত স্থানীয় তাপ উৎস পরীক্ষা করুন।
- টেম্পারেচার কন্ট্রোলারের / রিডআউট সেটআপ পরীক্ষা করুন।
- সীমার বাইরের ত্রুটিগুলি সমাধান করুন।
- সেন্সর ব্রেক/ওপেন সার্কিট ত্রুটিগুলি সমাধান করুন।
- ফিজিক্যাল সেন্সর পরিদর্শন করুন।
- তাপমাত্রা ট্রান্সমিটার চেক করুন।
- একটি মাল্টিমিটার দিয়ে ত্রুটিপূর্ণ থার্মোকাল পরীক্ষা করুন।
- একটি মাল্টিমিটার দিয়ে ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার পরীক্ষা করুন।

সেলফ চেক (Self Check) – ৬.২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. পিআইডি (PID) কন্ট্রোলার আসলে কী?
২. অটোমেশন সিস্টেমের স্নায়ুকেন্দ্র কাকে বলা হয়?
৩. প্রক্সিমিটি সেন্সর প্রধানত কত ধরনের হয়ে থাকে এবং কী কী?
৪. রোটারি এনকোডারের প্রধান কাজ কী?
৫. লোড সেল কেন ব্যবহার করা হয়?
৬. টেম্পারেচার সেন্সর সাধারণত কত প্রকারের হয়ে থাকে?
৭. পিআইডি কন্ট্রোলারের অপর নাম কী?
৮. প্রেসার সেন্সর কোন কোন কাজে ব্যবহৃত হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৯. চাপ নিয়ন্ত্রক কি কি ধরনের হয়?
১০. পিআইডি কন্ট্রোলার কি?
১১. টেম্পারেচার কন্ট্রোরারে কি কি সেন্সর ব্যবহৃত হয়?
১২. পিআইডি কন্ট্রোলারের অপর নাম কি?
১৩. টেম্পারেচার কন্ট্রোলার কি?
১৪. টেম্পারেচার কন্ট্রোলার এ কয়টি ভ্যালু দেখা যায়?

উত্তরপত্র (Answer Key)-৬.২

১. উত্তর: পিআইডি কন্ট্রোলার (প্রোপোরশনাল-ইন্ট্রিগ্রাল-ডেরিভেটিভ) একটি থ্রি-পিরিওড কন্ট্রোলার যা একটি লুপ কন্ট্রোল প্রক্রিয়া। এটি ফিডব্যাক প্রদানের মাধ্যমে ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন ও প্রসেস নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় ব্যবহৃত হয়।
২. উত্তর: সেন্সরকে অটোমেশন সিস্টেমের স্নায়ুকেন্দ্র বলা হয়।
৩. উত্তর: প্রক্সিমিটি সেন্সর প্রধানত দুই ধরনের; যথা: ক্যাপাসিটিভ (Capacitive) এবং ইনডাক্টিভ (Inductive) প্রক্সিমিটি সেন্সর।
৪. উত্তর: রোটারি এনকোডারের কাজ হলো শ্যাফটের অ্যাঙ্গুলার পজিশনকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করা এবং এর মাধ্যমে অবস্থান ও গতি শনাক্ত করা।
৫. উত্তর: লোড সেল একটি ইলেক্ট্রো-মেকানিক্যাল সেন্সর যা বল বা ওজন পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়।
৬. উত্তর: টেম্পারেচার সেন্সর প্রধানত দুই ধরনের; যথা: RTD (Resistance Temperature Detector) এবং থার্মোকাপল (Thermocouple) ।
৭. উত্তর: পিআইডি কন্ট্রোলারের অপর নাম হলো থ্রি-পিরিওড কন্ট্রোলার।
৮. উত্তর: প্রেসার সেন্সর লিক শনাক্তকরণ, এয়ার ভলিউম সিস্টেম, সংকুচিত বায়ুচাপ পর্যবেক্ষণ এবং বায়ুসংক্রান্ত নিয়ন্ত্রণসহ বিভিন্ন ইন্ডাস্ট্রিয়াল কাজে ব্যবহৃত হয়।
৯. উত্তর: ম্যানুয়াল এবং ইলেকট্রনিক উভয় প্রকারে হয়।
১০. উত্তর: পিআইডি কন্ট্রোলার (প্রোপোরশনাল-ইন্ট্রিগ্রাল-ডেরিভেটিভ) একটি থ্রী-পিরিওড কন্ট্রোলার যা একটি লুপ কন্ট্রোল প্রক্রিয়া। ফিডব্যাক প্রদান করার মাধ্যমে ব্যাপকভাবে ইন্ডাস্ট্রিয়ার অটোমেশন ও প্রসেস নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় ব্যবহৃত হয়।
১১. উত্তর: টেম্পারেচার কন্ট্রোরারে থার্মকাপল বা থার্মোট্যাট সেন্সর ব্যবহৃত হয়।

১২. উত্তর: পিআইডি কন্ট্রোলারের অপর নাম স্ত্রী-পিরিওড কন্ট্রোলার।
১৩. উত্তর: টেম্পারেচার কন্ট্রোলার এমন একটি ডিভাইস যার মাধ্যমে তাপমাত্রাকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। টেম্পারেচার কন্ট্রোলার কোন টেম্পারেচার সেন্সর হতে আগত আউটপুট কে তার ইনপুট হিসাবে গ্রহণ করে এবং সেটকৃত তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে লোড কে কন্ট্রোল করে।
১৪. উত্তর: টেম্পারেচার কন্ট্রোলার ২ টি ভ্যালু দেখা যায় সেট টেম্পারেচার ভ্যালু এবং রিয়েল টেম্পারেচার ভ্যালু।

জব শিট (Job Sheet)-৬.২: বিভিন্ন ধরনের সেন্সর শনাক্তকরণ এবং এদের কার্যপদ্ধতি পর্যবেক্ষণ।

উদ্দেশ্য:

১. ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশনে ব্যবহৃত বিভিন্ন সেন্সর চিনতে পারা।
২. সেন্সরসমূহের কাজের ধরণ সম্পর্কে ব্যবহারিক ধারণা লাভ করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও উপকরণ:

১. প্রক্সিমিটি সেন্সর (ইনডাক্টিভ ও ক্যাপাসিটিভ)
২. ফটোইলেকট্রিক সেন্সর
৩. লোড সেল ও টেম্পারেচার সেন্সর
৪. মাল্টিমিটার ও কানেক্টিং ওয়্যার
৫. পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট।

কাজের ধাপ (Procedure):

১. ল্যাবে সরবরাহকৃত সেন্সরগুলো ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করুন।
২. সেন্সরগুলোর ডাটাশিট দেখে পিন কনফিগারেশন নিশ্চিত করুন।
৩. মাল্টিমিটার ব্যবহার করে ত্রুটিপূর্ণ থার্মোকাপল বা সেন্সর পরীক্ষা করুন।
৪. সেন্সরগুলো পাওয়ার সাপ্লাইয়ের সাথে যুক্ত করে নির্দিষ্ট বস্তুর (ধাতব বা অধাতব) উপস্থিতি শনাক্ত করছে কি না তা যাচাই করুন।
৫. প্রাপ্ত ফলাফল খাতায় লিপিবদ্ধ করুন।

সতর্কতা:

১. সঠিক ধরনের তার ব্যবহার নিশ্চিত করুন।
২. সেন্সর কানেকশন দেওয়ার সময় পোলারিটি (পজিটিভ-নেগেটিভ) ঠিক আছে কি না দেখে নিন।
৩. তাপমাত্রা সেন্সর পরীক্ষার সময় স্থানীয় তাপ উৎস থেকে সাবধান থাকুন।

ইনফরমেশন শিট ৬.৩: ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোডাক্টস এন্ড সিস্টেম (মোটর কন্ট্রোল এন্ড ড্রাইভ)

শিখন উদ্দেশ্য:

এই ইনফরমেশন শিট সম্পন, করার পর, শিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয় বস্তু সমুহ ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞায়িত করতে এবং বুঝাইতে সক্ষম হবে।

বিষয় বস্তু (Content):

১. রিলে ব্যবহার করে ল্যাচড সার্কিট তৈরী
২. স্টার্ট এবং স্টপ অপারেশনগুলি কার্যকর করা
৩. ডাইরেক্ট অনলাইন (ডিওএল) সার্কিট তৈরী
৪. রিভার্স- ফরোয়ার্ড স্টার্টার
৫. স্টার ডেল্টা ষ্টার্টার সার্কিট তৈরী
৬. স্টার ডেল্টা ষ্টার্টারের অসুবিধা

রিলে ব্যবহার করে ল্যাচড সার্কিট তৈরী

রিলে ব্যবহার করে ল্যাচড সার্কিটের মাধ্যমে একটি রিলে কিভাবে কাজ করে, ল্যাচিং, নরমালি ওপেন, নরমালি ক্লোজ কিভাবে কাজ করে আমরা বুঝতে পারবো। পুশ বাটন সুইচ পুশ করলে রিলে তার নিজ NO এর মাধ্যমে নিজেই অন হয় এবং আউটপুট পাওয়ারর দ্বারা ছোট ছোট লোড যমেন: লাইট, রিলে টাইমার, ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর চালু করার কাজে ব্যবহার করা হয়। বন্ধ করার প্রযোজন হলে আবার অফ পুশ বাটন সুইচ এর মাধ্যমে অফ করা যায় তাকে রিলের ল্যাচিং বলে।

রিলে ল্যাচড সার্কিটে ব্যবহৃত মালামাল:

- এমসিবি (ডিপি)
- অন পুশ বাটন সুইচ
- অফ পুশ বাটন সুইচ
- রিলে ও রিলে বেস
- লোড

রিলে ল্যাচড সার্কিটে কার্যপ্রনালী:

রিলের দুইটি কয়েল সোর্স পিন ২ ও ৭ নং এবং সেই সোর্স পিনে কয়েল যুক্ত থাকে। অন(On) পুশ বাটন সুইচ ব্যবহার করা সার্কিটে অন পুশ বাটন সুইচ পেস করলে কয়েলে ২ ও ৭ নং পিনে ভোল্টেজ পৌছায় তখন এই কয়েলে এ ম্যাগনেট তৈরি হয়। ম্যাগনেট তৈরি হওয়ার ফলে পাশে থাকা লোহার পাতকে সেই কয়েলটি আকর্ষন করে এবং টান দেয়। এতে রিলে অন হয়। নরমালি ওপেন কন্টাক্ট ৩ নং পিন এবং কমন কন্টাক্ট ১ নং পিনের দ্বারা লোড টি জ্বলে। অন পুশ বাটন সুইচের সাথে রিলের নরমালি ওপেন কন্টাক্ট ৬ নং পিন এবং কমন কন্টাক্ট ৮ নং পিন প্যারালাল কানেকশরন থাকে এবং রিলে কয়েলের ২ নং সংযুক্ত থাকে। ফলে রিলের নরমালি ওপেন কন্টাক্ট ৬ নং পিন এবং কমন কন্টাক্ট ৮ নং পিনের দ্বারা ল্যাচিং হয়। রিলে অন থাকে এবং লোড টি জ্বলে থাকে। বন্ধ করার প্রয়োজন হয় তখন অফ পুশ বাটন সুইচ এক চাপ দিলে রিলের ল্যাচিং ছেড়ে দেয় ফলে রিলের কয়েল অফ হয়ে যায় এবং ল্যাচড সার্কিট বন্ধ হয়ে যায় তখন লোড অফ হয়।

স্টার্ট এবং স্টপ অপারেশন গুলি কার্যকর করা

রিলে স্টার্ট এবং স্টপ অপারেশনের মাধ্যমে একটি রিলে কিভাবে কাজ করে আমরা বুঝতে পারবো। রিলে স্টার্ট এবং স্টপ অপারেশনে ব্যবহৃত মালামাল

- ওভার লোড রিলে এমসিবি(ডিপি)
- সুইচ
- রিলে ও রিলে বেস
- লোড

কার্যপ্রনালী:

রিলের দুইটি কয়েল সোর্স পিন ২ ও ৭ নং এবং সেই সোর্স পিনে কয়েল যুক্ত থাকে। কমন কন্টাক্ট ১ ও ৮ নং পিনের লাইন সরাসরি পাওয়ার প্রদান করা হয়। নরমালি ওপেন কন্টাক্ট ৩ ও ৬ নং পিনে লোড (বাতি ৪ ও বাতি ১) সংযুক্ত আছে। নরমালি ক্লোজ কন্টাক্ট ৪ ও ৫ নং পিনে লোড (বাতি ৩ ও বাতি ২) সংযুক্ত আছে। একটি সুইচের দ্বারা কয়েল সোর্স পিন ২ নং পিনে পাওয়ার সরবরাহ করা হয়। এখন সরবরাহের সাথে যুক্ত হলে নরমালি ক্লোজ কন্টাক্ট ৪ ও ৫ নং পিনে লোড (বাতি ৩ ও বাতি ২) জ্বলবে। সুইচ অন করলে রিলে কয়েল এনারজাইড হবে এবং নরমালি ক্লোজ কন্টাক্ট ৪ ও ৫ নং পিনে লোড (বাতি ৩ ও বাতি ২) জ্বলবে।

ডাইরেক্ট অনলাইন (ডিওএল) সার্কিট তৈরী

মোটর কেন্ট্রোলার হিসেবে আমরা বিভিন্ন প্রকার ষ্টার্টার ব্যবহার করি যা মোটরকে লাইনে চালু অবস্থায় নিরাপদে রাখে এবং মোটরকে নিরাপদে চালু করে। বৈদ্যুতিক মেশিন ও ইকুইপমেন্টস পরিচালনা করার জন্য বিভিন্ন প্রকার কন্ট্রোলিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, যেন আমরা নিরাপদে উক্ত মেশিন বা ইকুইপমেন্টস নিয়ন্ত্রন করতে পারি। সমগ্র পৃথিবীর উৎপাদিত বিদ্যুতের ৫০% (শতাংশই) ব্যবহৃত হয় মটর পরিচালনার জন্য। মটর কন্ট্রোলার একটি ডিভাইস যা প্রথমত মটরকে স্টাট এবং স্টপ করার জন্য দ্বিতীয়ত ম্যানুয়ালি এবং অটোমেটিক পরিচালনা করার জন্য ব্যবহার করা হয়। মোটর কন্ট্রোলার মটরকে ফরোয়ার্ড-রিভার্স রোটেশনে ঘুরানোর জন্য ব্যবহার করা হয়। এছাড়া বিভিন্ন প্রকার ম্যাকানিজম এবং ইহার ব্যবহার ক্ষেত্র অনুয়ায়ী আলাদা হয়। যথাযথ তথ্য ও উপাত্তের উপর ভিত্তি করে আমাদের নির্ধারন করতে হয় কোন ধরনের মটর কন্ট্রোলার কোথায় ব্যাবহার করতে হবে। বিভিন্ন প্রকার কল-কারখানায় ব্যবহৃত মোটর ব্যবহার করা হয় এবং মোটরগুলো সরাসরি উৎপাদন প্রক্রিয়ার সাথে জড়িত ফলে মোটরের কোন সমস্যা হলে উৎপাদন ব্যাহত হতে পারে এবং অনেক আর্থিক সমস্যার হতে পারে। তাই সকল সমস্যা দূর করে মোটরগুলোকে নিরাপদে চালু করার জন্য এবং নিয়ন্ত্রন করবার জন্য মোটর কেন্ট্রোলার ব্যবহার করা প্রয়োজন।

মোটর স্টার্টার ছাড়াও একটি মোটরকে শুধু মাত্র সার্কিট ব্রেকার দিয়ে চালু করা যায়। কিন্তু তা নিরাপদ নয় কেননা একটি মোটর স্টার্টার হওয়ার সময় তার স্টাটিং কারেন্ট রানিং কারেন্টের ৫-৬ গুন বেশি নেয়। এবং কোন কোন ক্ষেত্রে লাইন ভোল্টেজ কম থাকলে মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট ০৮-১০ গুন বেশি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। ফলে মোটরটি বেশি কারেন্ট গ্রহণ করার জন্য পুড়ে যেতে পারে। তাই যে কোন প্রকার বৈদ্যুতিক দূর্ঘটনা থেকে মোটরকে রক্ষা করার জন্য অর্থাৎ মোটরকে লাইনে চালু অবস্থায় নিরাপদে রাখে এবং মোটরকে নিরাপদে চালু করে। মোটর স্টার্টার প্রয়োজনীয়তা অনেক বেশী।

থ্রী-ফেজ মোটর স্টার্টিং পদ্ধতি অনুযায়ী বিভিন্ন প্রকার মোটর স্টার্টার ব্যবহার করা হয়। যেমন-

- ক্যাম সুইচ (Cam Switch)
- ডাইরেক্ট অনলাইন (ডিওএল) স্টার্টার (Direct on line Starter/ Dol Starter)
- রিভার্স- ফরোয়ার্ড স্টার্টার (Reverse-Forward Starter)
- অটোমেটিক স্টার ডেল্টা ষ্টার্টার (Automatic-Star Delta Starter)
- অটো ট্রান্সফরমার ষ্টার্টার (Auto Transformer Starter)
- প্রাইমারি রেজিষ্টান্স ষ্টার্টার (Primery Resistance Starter)

ডাইরেক্ট অনলাইন (ডিওএল) সার্কিট তৈরী

ডিওএল স্টার্টারের মাধ্যমে মোটর সরাসরি সাপ্লাই দেওয়া হয়। এ পদ্ধতিতে স্টার্টিং কারেন্ট কমাবার জন্য কোন যন্ত্র ব্যবহার করা হয়না। শুধুমাত্র সুইচ অন করে মোটরে সরাসরি সরবরাহ দেওয়া হয়। ডিওএল স্টার্টারের সাহায্যে সবোর্চ্চ ৭ হর্স পাওয়ার পর্যন্ত মোটর পরিচালনা করা হয়। এর চেয়ে বেশি হর্স পাওয়ারের মোটর পরিচালা করলে স্টাটিং কারেন্ট বেশি নিয়ে পুরো যাওয়ার সম্ভবনা থাকে। ছোট ছোট ইন্ডাকশন মোটর এর স্টাটিং টর্ক ফুল-লোড টর্কের প্রায় দ্বিগুন হয়। ফলে স্টার্টিং এর সময় কাল শুধুমাত্র কয়েক সেকেন্ড স্থায়ী হয়।

ডাইরেক্ট অন-লাইন স্টার্টার ব্যবহার করলে লাইন ভোল্টেজ পুরো অংশই মোটরের টার্মিনালে প্রয়োগ করা যায়। কিন্তু সে ক্ষেত্রে চালু করার সময় মোটর লাইন থেকে যে পরিমাণ কারেন্ট গ্রহণ করে তা ফুললোড কারেন্টের ৫ থেকে ৬ গুন বেশী। এইসব দিক বিবেচনা করে ডিওএল এর সাহায্যে যে সব ইন্ডাকশন মোটর পরিচালনা করা সেগুলোর টার্মিনাল কানেকশন হয় স্টার কানেকশন। এ ক্ষেত্রে লাইন ভোল্টেজের ১/১৩ অংশ মোটরের টার্মিনালে প্রয়োগ করা হয়। ফলে স্টার্টিং কারেন্ট এর পরিমান কমে যায়। সাথে সাথে মোটরে স্টাটিং টর্ক ও কমে যায়।

ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টারে ব্যবহৃত মালামাল সমূহ

১. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর
২. অন পুশ বাটন সুইচ
৩. অফ পুশ বাটন সুইচ
৪. ওভার লোড রিলে

ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টারের কার্যপ্রনালী:

তিনটি ফেজ লাইন R, Y,B ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের ইনপুট প্রান্ত L1,L2, L3 এ সংযোগ করা হয়। ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের সাথে ওভার লোড রিলে ম্যাকানিক্যালি সংযোগ করা হয়। ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের আউটপুট অর্থাৎ ওভারলোড রিলের আউটপুট প্রান্ত T1, T2, T3 থেকে মোটরের টার্মনাল U,V,W এ সংযোগ করা হয়। ডিওএল স্টার্টার চালু করার জন্য অন (On) পুশ বাটন সুইচ ব্যবহার করা হয়। অন (On) পুশ বাটন সুইচের সাথে ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের অক্সলারি কন্টাক্ট NO প্যারালাল কানেকশরন থাকে এবং ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের হোল্ডিং কয়েলের A1 সংযুক্ত থাকে। ফলে এক বার অন (On) পুশ বাটন সুইচ চাপ দিয়ে ছেড়ে দিলেও ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের অক্সলারি কন্টাক্ট হোল্ডিং কয়েলকে অন (On) করে রাখে। এই কারনে ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের ইনপুট প্রান্ত L1,L2, L3 থেকে আউটপুট প্রান্ত T1, T2, T3 এ বিদ্যুৎ প্রবাহ শুরু হয় এবং মোটর চলতে শুরু করে। যখন ডিওএল স্টার্টার বন্ধ করার প্রয়োজন হয় তখন অফ (Off) পুশ বাটন সুইচ এক চাপ দিলে ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের অক্সলারি কন্টাক্ট ল্যাচিং ছেড়ে দেয় ফলে ম্যাগনেটিক
কন্টাক্টরের হোল্ডিং কয়েল অফ (Off) হয়ে যায় এবং ডিওএল স্টার্টার বন্ধ হয়ে যায় তখন মোটর অফ (Off) হয়ে যায়।

- ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টার ব্যবহারের সুবিধা
- দাম কম ও কন্টোল সার্কিট সহজ।
- রক্ষনাবেক্ষন নিয়ন্ত্রন ও পরিচালনা সহজ।
- স্থাপনে কম যায়গা প্রয়োজন।
- ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টার ব্যবহারের অসুবিধা
- স্টার্টিং কারেন্ট নিয়ন্ত্রন করা যায় না।
- মোটরে তাপ আবেশিত হয়, ফলে আয়ুস্কাল কমে যায়।

রিভার্স- ফরোয়ার্ড স্টার্টার

একটি থ্রী ফেজ ইন্ডাকশন মোটরকে ক্লক ওয়াইজ এবং এন্টি ক্লক ওয়াইজ ঘুরান যায় তাকে ফরওয়ার্ড রিভার্স স্টার্টার ব্যবহার করা হয়। এই স্টার্টারের মূল কাজ হলে একটি থ্রী ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের টার্মিনালে ফেজ সিকোয়েন্স পরিবর্তন করে মোটরের ঘোরার দিক পরিবর্তন করা। যদি কোন মোটরের টার্মিনালে ফেজ গুলোকে R,Y,B ক্রমঅনুসারে টার্মিনালে সংযোগ দেওয়া হয় তাহলে মোটরটি ক্লক ওয়াইজ ঘুরবে এবং ফেজগুলোকে R,B,Y/B,Y,R/Y,R,B ক্রম অনুসারে টার্মিনালে সংযোগ দিলে মোটরটি এন্টিক্লক ওয়াইজ ঘুরবে। এই স্টার্টার তৈরীতে ছোট মোটরের ক্ষেত্রে ক্যাম সুইচ ও ব্যবহার করা হয় তবে বর্তমানে ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের সাহায্যে এই স্টার্টার তৈরী করা হয়।

ক্যাম সুইচ ব্যবহার করা স্ত্রী ফেজ মোটরের রিভার্স- ফরোয়ার্ড ঘূর্ণন

ক্যাম সুইচকে স্টার্টার হিসেবে ব্যবহার করে উক্ত স্টার্টারের সাহায্যে ইন্ডাকশন মোটরে ফেজ সিকোয়েন্স পরিবর্তন করে মোটরের ঘূর্ণন দিক পরিবর্তন করাকেই ক্যাম স্টার্টার বলে।

চেঞ্জ ওভার সুইচ এবং ক্যাম স্টার্টারে গঠন প্রায় একই শুধু পার্থক্য ব্যবহার ক্ষেত্রে। চেঞ্জ ওভার সুইচ এবং ক্যাম স্টার্টারের তিনটি পয়েন্ট সরবরাহ লাইনের জন্য যেমন L1, L2, L3 এবং ৬টি পয়েন্ট দুটি লোডের জন্য।

রিভার্স- ফরোয়ার্ড স্টার্টারে ব্যবহৃত মালামাল সমূহ:

- ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর
- অন পুশ বাটন সুইচ
- অফ পুশ বাটন সুইচ
- ওভার লোড রিলে

- টাইমার ও টাইমার বেস (যদি স্বংক্রিয় রিভার্স- ফরোয়ার্ড হয়)

রিভার্স- ফরোয়ার্ড স্টার্টারের কার্যপ্রনালী:

তিনটি ফেজ লাইন R, Y, B দুইটি ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের ইনপুট
প্রান্ত L1,L2, L3 এ সংযোগ করা হয়। প্রথম ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের সাথে ওভার লোড রিলে ম্যাকানিক্যালি সংযোগ করা হয়। প্রথম ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের আউটপুট অর্থাৎ ওভারলোড রিলের আউটপুট প্রান্ত T1, T2, T3 থেকে দ্বিতীয় ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের আউটপুট T1,T2,T3 এর মধ্যে কানেকশন পরিবর্তন করে দেওয়া হয় যথাক্রমে T1, T3,T2,/ T3, T2, T1/ T2, T1,T3 রের করে কানেকশন করা হয়। ওভারলোড রিলের আউটপুট

প্রান্ত T1,T2,T3 থেকে মোটরের টার্মিনাল U,V,W এ সংযোগ করা হয়। রিভার্স- ফরোয়ার্ড স্টার্টার চালু করার জন্য দুইটি অন (On) পুশ বাটন সুইচ ব্যবহার করা হয়। কয়েল অফ (Off) হয়ে যায় এবং ডিওএল স্টার্টার বন্ধ হয়ে যায় তখন মোটর অফ (Off) হয়ে যায়। এই স্টার্টারের জন্য দুটি ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর ব্যবহার করা হয়েছে। এই স্টার্টারের ব্যবহৃত তিনটি পুশ বাটন সুইচের একটি অফ (Off) পুশ বাটন সুইচ এবং অপর দুটি (ফরোয়ার্ড) অন এবং (রিভার্স) অন সুইচ। এখানে ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর Mc1 (ফরোয়ার্ড) এবং ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর Mc2 (রিভার্স) এর জন্য ব্যবহার করা হয়েছে। যখন পুশ বাটন সুইচ (ফরোয়ার্ড) দিয়ে Mc1 (ফরোয়ার্ড) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর অন করব তখন Mc2 (রিভার্স) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর অন হবে না অফ (Off) পুশ বাটন সুইচ দিয়ে Mc1 (ফরোয়ার্ড)

ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর অফ (Off) না করা পর্যন্ত। অর্থাৎ যখন অফ সুইচ দিয়ে ফরওয়ার্ড ম্যাগনেটিক কন্টাক্টকে অফ করব তখন রিভার্স সুইচ অন করলে ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর Mc2 (রিভার্স) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর অণ হবে। আবার যখন পুশ বাটন সুইচ (রিভার্স) দিয়ে Mc1 (ফরোয়ার্ড) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর অন করব তখন Mc1 (ফরোয়ার্ড) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর অন হবে না। অর্থাৎ দুটি ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর এর মধ্যে ইন্টালকিং কানেকশন থাকে।

স্টার ডেল্টা ষ্টার্টার সার্কিট তৈরী

সাধারনত ৭.৫ অশ্বশক্তির উপরের মোটরকে যখন হ্রাসকৃত ভোল্টেজে স্টার্ট করা হয়, এবং কয়েক সেকেন্ড পরে মোটরের টার্মিনাল ভোল্টেজকে স্বংক্রিয়ভাবে হ্রাসকৃত ভোল্টেজ থেকে পূর্ণ ভোল্টেজে রূপান্তর করে সার্বক্ষনিক চালু রাখাতে স্টার-ডেল্টা স্টার্টার ব্যবহার করা হয়। আমরা জানি থ্রি ফেজ এল. টি সিস্টেমে লাইন ভোল্টেজ ৪০০ ভোল্ট। স্ত্রী ফজে ইন্ডাকশন মোটর এর টার্মিনালে সরাসরি ৪০০ ভোল্ট প্রয়োগ করলে মোটরটি পূর্ণ স্টার্টিং টর্কে স্টার্ট হবে।

যেহেতু স্টার্টিং টর্ক মোটরের টার্মিনাল ভোল্টেজের বর্গফলের সমানুপাতিক। আবার মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট ৫-৬ গুন বেশি হওয়ায়, মোটরকে সরাসরি ডেল্টায় সংযোগ দিলে মোটররের টার্মিনাল ভোল্টেজ লাইন ভোল্টেজের সমান হবে অর্থাৎ পূর্ন ভোল্টেজ মোটরটি লোড অবস্থায় চালু হবে। পূর্ণ ভোল্টেজে লোড অবস্থায় চালু হলে ইন্ডাকশন মোটরের ফুল লোড স্টার্টিং কারেন্ট ৮-১০ গুন বেশি হতে পারে। এ অবস্থায় লাইন থেকে স্টার্টিং কারেন্ট বেশি গ্রহণ করে মোটরটি পুড়ে যেতে পারে। তাই স্ত্রী ফজে ইন্ডাকশন মোটরকে প্রথমে স্টার কানেকশনে স্টার্ট করা হয় এবং মোটরটির গতী সম্পূর্ণ হলে তার টার্মিনাল কানেকশন ডেল্টায় রূপান্তর করে সার্বক্ষনিক চালু রাখা হয়। আর এই কাজটি সম্পন্ন করার জন্য টাইমার রিলে ব্যবহার করা হয়।

স্টার ডেল্টা স্টার্টারে ব্যবহৃত মালামাল সমূহ

- ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর
- অন পুশ বাটন সুইচ
- অফ পুশ বাটন সুইচ
- ওভার লোড রিলে
- টাইমার
- টাইমার বেস
- ইন্ডিকেটর ল্যাম্প

স্টার ডেল্টা স্টার্টারে স্টার্টারের কার্যপ্রনালী

স্টার ডেল্টা স্টার্টারের তিনটি ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর একটি কমন (Comon), একটি স্টার (Star) এবং একটি ডেল্টা (Delta) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর হিসাবে ব্যবহার করা হয়। স্টার ডেল্টা স্টার্টারের টাইমারটি মোটর প্রথমে স্টার এবং পরে মোটরের

গতিবেগ ৭০%-৮০% পৌঁছালে ডেল্টা সংগে চালু করার জন্য ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ স্টার্টিং কারেন্ট হ্রাস করার জন্য মোটরকে প্রথমে স্টার কানেকশনে স্টার্ট করা হয় এবং মোটরের গতিবেগ ও দক্ষতা বৃদ্ধির জন্য ডেল্টা কানেশনে তা সার্বক্ষনিক চালু রাখা হয়।

তিনটি ফেজ লাইন R, Y,B কমন (Comon) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের ইনপুট প্রান্ত L1,L2,L3 এ সংযোগ করতে হবে। ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের সাথে ওভার লোড রিলে ম্যাকানিক্যালি সংযোগ করতে হবে। ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের আউটপুট অর্থাৎ ওভারলোড রিলের আউটপুট প্রান্ত T1,T2,T3 থেকে মোটরের টার্মনাল U2,V2, W2 এ সংযোগ করা হয়। কমন (Comon) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের ইনপুট প্রান্ত L1,L2,L3 এর সাথে ডেল্টা (Delta) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের ইনপুট প্রান্ত L1,L2,L3 এ সংযোগ করতে হবে। এরপর সাথে ডেল্টা (Delta) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের আউটপুট প্রান্ত T1,T2,T3 থেকে স্টার (Star) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের আউটপুট প্রান্ত T1,T2,T3 এ সংযোগ করতে হবে এবং স্টার (Star) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের ইনপুট প্রান্ত L1,L2,L3 শর্ট করে সংযোগ করতে হবে। সর্বশেষ ডেল্টা (Delta) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের আউটপুট প্রান্ত T1,T2,T3 থেকে মোটরের টার্মনাল U2, V2, W2 এ সংযোগ করতে হবে।

স্টার ডেল্টা স্টার্টার চালু করার জন্য অন (On) পুশ বাটন সুইচ ব্যবহার করা হয়। অন (On) পুশ বাটন সুইচের সাথে কমন (Comon) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের অক্সলারি কন্টাক্ট NO প্যারালাল কানেকশন থাকে এবং কমন (Comon) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের হোল্ডিং কয়েলের Al সংযুক্ত থাকে। ফলে এক বার অন (On) পুশ বাটন সুইচ চাপ দিয়ে ছেড়ে দিলেও কমন (Comon) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের অক্সলারি কন্টাক্ট হোল্ডিং কয়েলকে অন (On) করে রাখে একই সাথে স্টার (Star) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর টাইমারের মাধ্যমে অন (On) হয় এবং মোটরটি স্টার কানেকশনে স্টার্ট হয়।

টাইমারে সেটিং করা টাইম পর ডেল্টা (Delta) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর টাইমারের মাধ্যমে অন (On) হয় এবং মোটরটি ডেল্টা কানেশনে রান করে। যখন স্টার ডেল্টা স্টার্টার বন্ধ করার প্রয়োজন হয় তখন অফ (Off) পুশ বাটন সুইচ এক চাপ দিলে কমন (Comon) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের অক্সলারি কন্টাক্ট ল্যাচিং ছেড়ে দেয় ফলে ম্যাগনেটিক কন্টাক্টরের হোল্ডিং কয়েল অফ (Off) হয়ে যায় এবং স্টার ডেল্টা স্টার্টার বন্ধ হয়ে যায় তখন মোটর অফ (Off) হয়ে যায়। স্টার ডেল্টা স্টার্টারের স্টার (Star) এবং ডেল্টা (Delta) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর ইলেকট্রিক্যালি ইন্টারলকিং কানেকশন করা থাকে ফলে স্টার (Star) এবং ডেল্টা (Delta) ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর একই সময়ে চালু হতে পারে না।

স্টার ডেল্টা স্টার্টার ব্যবহারের সুবিধা	স্টার ডেল্টা স্টার্টারের অসুবিধা
কম স্টাটিং কারেন্টে স্টার্ট করা যায়।	• ৬ টার্মিনাল বিশিষ্ট মোটর প্রয়োজন।
সমকক্ষিয় পদ্ধতির চেয়ে দাম কম।	• ১/০০৩ অংশ স্টাটিং টর্ক কমায় (স্টাটিং টর্ক কম)
	• ২ সেট ক্যাবলের প্রয়োজন।
	• স্থাপনে বেশি যায়গা প্রয়োজন।

সেলফ চেক (Self Check) - ৬.৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. মোটর স্টার্টার কেন ব্যবহার করা হয়?
২. থ্রী ফেজ মোটর স্টার্টিং পদ্ধতি অনুযায়ী কি কি স্টার্টার ব্যবহার করা হয়?
৩. কাউন্টার কি?
৪. ফরওয়ার্ড রিভার্স স্টার্টার কেন ব্যবহার করা হয়?
৫. স্টার ডেল্টা স্টার্টার ব্যবহারের অসুবিধা কি?

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৬.৩

১. উত্তর: বৈদ্যুতিক দূর্ঘটনা থেকে মোটরকে রক্ষা করার জন্য অর্থাৎ মোটরকে লাইনে চালু অবস্থায় নিরাপদে রাখে এবং মোটরকে নিরাপদে চালু করার জন্য মোটর স্টার্টার ব্যবহার করা হয়।

২. উত্তর: থ্রী ফেজ মোটর স্টার্টিং পদ্ধতি অনুযায়ী বিভিন্ন প্রকার মোটর স্টার্টার ব্যবহার করা হয়।যেমন-
ক্যাম সুইচ (Cam Switch)
ডাইরেক্ট অনলাইন (ডিওএল) স্টার্টার (Direct on line Starter/ Dol Starter)
রিভার্স- ফরোয়ার্ড স্টার্টার (Reverse-Forward Starter)
অটোমেটিক স্টার ডেল্টা ষ্টার্টার (Automatic-Star Delta Starter)
অটো ট্রান্সফরমার স্টার্টার (Auto Transformer Starter)
প্রাইমারি রেজিষ্টান্স ষ্টার্টার (Primery Resistance Starter)

৩. উত্তর: ডাইরেক্ট অন লাইন স্টার্টারে ব্যবহৃত মালামাল সমূহ:
ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর
অন পুশ বাটন সুইচ
অফ পুশ বাটন সুইচ
ওভার লোড রিলে

৪. উত্তর: একটি স্ত্রী ফেজ ইন্ডাকশন মোটরকে ক্লক ওয়াইজ এবং এন্টি ক্লক ওয়াইজ ঘুরানোর যায় তাকে ফরওয়ার্ড রিভার্স স্টার্টার ব্যবহার করা হয়।

৫. উত্তর: স্টার ডেল্টা স্টার্টার ব্যবহারের অসুবিধা:

- ৬ টার্মিনাল বিশিষ্ট মোটর প্রয়োজন।
- ১/০০৩ অংশ স্টার্টিং টর্ক কমায় (স্টার্টিং টর্ক কম)।
- ২ সেট ক্যাবলের প্রয়োজন।
- স্থাপনে বেশি যায়গা প্রয়োজন।

জব শীট (Job Sheet)-: ৬.৩ ডিওএল ষ্টার্টার তৈরি করা

উদ্দেশ্য: যথাযথ ভাবে ডিওএল ষ্টার্টার তৈরি করে একটি থ্রী ফেজ মোটর পরিচালনা করতে পারবে।
প্রয়োজনীয় মালামালঃ

কন্ট্রোল সার্কিট ওয়ারিং ডায়াগ্রাম এর জন্য কাজের পদ্ধতি

১. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী PPE সংগ্রহ এবং পরিধান করুন।
২. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর নির্বাচন কর এবং সংগ্রহ করুন।
৩. ম্যানুয়াল বা ক্যাটালগ সংগ্রহ কর এবং কন্টাক্ট সংখ্যা সনাক্ত করুন।
৪. প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, সরঞ্জাম ও উপকরণ সমূহ নির্বাচন করুন।
৫. কর্মক্ষেত্র কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী প্রস্তুত করুন।
৬. ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কন্ট্রোল সার্কিট ওয়্যারিং করুন।
৭. কাজ শেষে টুলস, ইকুইপমেন্ট এবং ম্যাটারিয়ালস নির্দিষ্ট স্থানে রাখুন।
৮. কাজের শেষে জায়গা পরিস্কার পরিচ্ছন্ন করুন।

পাওয়ার সার্কিট ওয়্যারিং এর জন্য কাজের পদ্ধতি

১. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী PPE সংগ্রহ এবং পরিধান করুন।
২. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর নির্বাচন কর এবং সংগ্রহ করুন।
৩. ম্যানুয়াল বা ক্যাটালগ সংগ্রহ কর এবং কন্টাক্ট সংখ্যা সনাক্ত করুন।
৪. প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, সরঞ্জাম ও উপকরণ সমূহ নির্বাচন করুন।
৫. কর্মক্ষেত্র কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী প্রস্তুত করুন।
৬. ডায়াগ্রাম অনুযায়ী পাওয়ার সার্কিট ওয়্যারিং করুন।
৭. কাজ শেষে টুলস, ইকুইপমেন্ট এবং ম্যাটারিয়ালস নির্দিষ্ট স্থানে রাখুন।
৮. কাজের শেষে জায়গা পরিস্কার পরিচ্ছন্ন করুন।

মোটর কানেকশন করার জন্য কাজের পদ্ধতি

১. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী PPE সংগ্রহ এবং পরিধান করুন।
২. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর, মোটর নির্বাচন কর এবং সংগ্রহ করুন।
৩. ম্যানুয়াল বা ক্যাটালগ সংগ্রহ কর এবং কন্টাক্ট সংখ্যা সনাক্ত করুন।
৪. প্রয়োজন অনুযায়ী টুলস, সরঞ্জাম ও উপকরণ সমূহ নির্বাচন করুন।
৫. কর্মক্ষেত্র কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী প্রস্তুত করুন।
৬. ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সার্কিট ওয়ারিং এবং মোটর সংযোগ করুন।
৭. কাজ শেষে টুলস, ইকুইপমেন্ট এবং ম্যাটারিয়ালস নির্দিষ্ট স্থানে রাখুন।
৮. কাজের শেষে জায়গা পরিস্কার পরিচ্ছন্ন করুন।