Competency-Based Learning Materials (CBLMs)
on
Certificate Course in PLC/PLC Operation
Light Engineering Sector
(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-PLC-01-G	কর্মক্ষেত্রে পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) অনুশীলন প্রয়োগ করা	১০ ঘন্টা
২।	SICIP-LE-PLC-02-G	স্ব-নির্দেশিত দলে কাজ করা	১০ ঘন্টা

সেক্টর স্পেসিফিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-LE-PLC-01-S	সবুজ অনুশীলনের প্রয়োগ	২০ ঘন্টা

অকুপেশন স্পেসিফিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-LE-PLC-01-O	বেসিক ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট বাস্তবায়ন করা	৩০ ঘন্টা
২।	SICIP-LE-PLC-02-O	রিলে লজিক ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক সিকোয়েন্স সার্কিট এবং নিয়ন্ত্রণ কার্যকর করা	৪০ ঘন্টা
৩।	SICIP-LE-PLC-03-O	ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইন্টিগ্রেট করা	৪০ ঘন্টা
৪।	SICIP-LE-PLC-04-O	কনফিগারেশনসহ PLC ইনস্টলেশন ও ওয়্যারিং বাস্তবায়ন করা	৬০ ঘন্টা
৫।	SICIP-LE-PLC-05-O	PLC প্রোগ্রামিংয়ে ল্যাডার ডায়াগ্রাম বাস্তবায়ন করা	৬০ ঘন্টা
৬।	SICIP-LE-PLC-06-O	HMI ব্যবহার করে প্রসেস ভিজ্যুয়ালাইজেশন সম্পাদন করা	৩০ ঘন্টা
৭।	SICIP-LE-PLC-07-O	PLC ব্যবহার করে নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেম পরিচালনা করা	৪০ ঘন্টা
৮।	SICIP-LE-PLC-08-O	PLC ব্যবহার করে ভ্যারিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) নিয়ন্ত্রণ করা	২০ ঘন্টা

অকুপেশন স্পেসিফিক মডিউল

মডিউল-১

মডিউলঃ বেসিক ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট বাস্তবায়ন করা

SICIP-LE-PLC-01-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-১

মডিউল শিরোনামঃ বেসিক ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট বাস্তবায়ন করা

ইউনিট কোডঃ SICIP-LE-PLC-01-O **নোমিনাল আওয়ারঃ** ৩০ ঘণ্টা।

মডিউলের বিবরণঃ

এই মডিউলে বেসিক ইলেকট্রিক্যাল/বৈদ্যুতিক সার্কিট বাস্তবায়ন করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে বৈদ্যুতিক চিহ্ন, ড্রয়িং/চিত্র এবং ম্যানুয়াল ব্যাখ্যা করা, পরিমাপ যন্ত্র চিহ্নিত করা, ডিসি (DC) সার্কিট পরীক্ষাসমূহ পরিচালনা করা, এসি (AC) সার্কিট তৈরি ও বাস্তবায়ন করা, এবং সিঙ্গেল ও থ্রি ফেজ ইনডাকশন মোটর অপারেট করার কাজ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ

১. বৈদ্যুতিক চিহ্ন, ড্রয়িং/অঙ্কন এবং ম্যানুয্যাল ব্যাখ্যা করতে পারবে।
২. পরিমাপের যন্ত্র চিহ্নিত করতে পারবে।
৩. ডিসি (DC) সার্কিট পরীক্ষাগুলি পরিচালনা করতে পারবে।
৪. এসি (AC) সার্কিট তৈরি এবং বাস্তবায্ন করতে পারবে।
৫. সিঙ্গেল এবং থ্রি ফেজ ইনডাকশন মোটর অপারেট/পরিচালনা করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

১. সার্কিট ডায্াগ্রামে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক চিহ্নগুলি চিহ্নিত করা এবং বোঝা হয়েছে।
২. বৈদ্যুতিক ড্রয়িং/অঙ্কনগুলি তারের সংযোগ এবং ত্রুটি সংশোধন প্রক্রিয়া বাস্তবায্নের জন্য চিহ্নিত করা হয়েছে।
৩. বৈদ্যুতিক ম্যানুয্যালগুলি চিহ্নিত করা এবং বোঝা হয়েছে।
৪. তারের ডায্াগ্রাম এবং স্কিম্যাটিকগুলি বোঝা হয়েছে।
৫. সাধারণ বৈদ্যুতিক মান এবং কোডগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে।
৬. পরিমাপের যন্ত্রগুলি PLC অপারেশনের নির্দিষ্ট প্রয়োজনীয্তার উপর ভিত্তি করে চিহ্নিত করা হয়েছে।
৭. পরিমাপের যন্ত্রগুলির কার্যকারিতা বোঝা হয়েছে এবং ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৮. PLC সার্কিট পরীক্ষা এবং ত্রুটি সংশোধনের জন্য পরিমাপের যন্ত্রগুলির সঠিক ব্যবহার বোঝা হয়েছে।
৯. ডিসি সার্কিটে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ (Resistance) পরিমাপ করে ওহমের সূত্র যাচাই করা হয়েছে।
১০. সিরিজ সার্কিট তৈরি এবং পরীক্ষা করা হয়েছে।
১১. প্যারালেল সার্কিট তৈরি এবং পরীক্ষা করা হয়েছে।
১২. একত্রিত সার্কিট (সিরিজ এবং প্যারালেল) তৈরি করা হয়েছে।
১৩. সার্কিট তত্ত্বগুলি বাস্তবায্ন এবং যাচাই করা হয়েছে।
১৪. RL সার্কিট তৈরি এবং বাস্তবায্ন করা হয়েছে।
১৫. RC সার্কিট তৈরি এবং বাস্তবায্ন করা হয়েছে।
১৬. রেজিস্টর (R) এবং ক্যাপাসিটর (C) উপাদানগুলি সংযুক্ত করা হয়েছে।
১৭. RLC সার্কিট তৈরি এবং বাস্তবায্ন করা হয়েছে।
১৮. রেজোন্যান্স (Resonance) সার্কিট ডিজাইন এবং বাস্তবায্ন করা হয়েছে।

১৯. সিঙ্গেল এবং থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর চিহ্নিত করা হয়েছে।

২০. সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ মোটর সংযুক্ত করা এবং যাচাই করা হয়েছে।

২১. সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটরের সঠিক স্টার্টিং পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়েছে।

২২. অপটিমাল অপারেশন নিশ্চিত করার জন্য মোটরের প্যারামিটারসমুহ চেক এবং সমন্বয় করা হয়েছে।

২৩. সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ মোটর চালনা করা হয়েছে।

২৪. মোটরের অপারেশন পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে অস্বাভাবিক অবস্থার জন্য।

২৫. মোটরের কর্মক্ষমতা পরীক্ষা করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ১.১

শিখন ফল-১: বৈদ্যুতিক চিহ্ন, ড্রয়িং/অঙ্কন এবং ম্যানুয়াল ব্যাখ্যা করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- সার্কিট ডায়াগ্রামে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক চিহ্নসমূহ
- বৈদ্যুতিক ড্রয়িং/অঙ্কনসমূহ
- বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালসমূহ
- তারের ডায়াগ্রাম এবং স্কিম্যাটিকস
- সাধারণ (Common) বৈদ্যুতিক মান এবং কোড সমূহ

(ক) সার্কিট ডায়াগ্রামে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক চিহ্নসমূহঃ

বৈদ্যুতিক চিহ্ন (Electrical Symbol):

বৈদ্যুতিক চিহ্ন হল একটি গ্রাফিক্যাল চিহ্ন বা ছবি যা বৈদ্যুতিক উপাদান বা যন্ত্রের প্রতিনিধিত্ব করে। এগুলি সার্কিট ডায়াগ্রাম, স্কিমা বা বৈদ্যুতিক পরিকল্পনার মধ্যে ব্যবহৃত হয় যাতে সহজে বোঝা যায় যে কোন উপাদান কোথায় এবং কিভাবে কাজ করছে। প্রতিটি বৈদ্যুতিক চিহ্নের একটি নির্দিষ্ট মানে থাকে এবং এটি সার্কিটের কার্যক্রম, নিরাপত্তা, এবং বিভিন্ন উপাদানের সংযোগ এবং কার্যকরী অবস্থান ব্যাখ্যা করতে সাহায্য করে। উদাহরণস্বরূপ, রেজিস্টরের জন্য একটি নির্দিষ্ট চিহ্ন, মোটরের জন্য আলাদা চিহ্ন, এবং সুইচের জন্য আবার আলাদা চিহ্ন থাকে।
এই চিহ্নগুলি বৈদ্যুতিক স্কিমা বা সার্কিটের মানচিত্র তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়, যা বৈদ্যুতিক কাজের পরিকল্পনা, ইনস্টলেশন, এবং রক্ষণাবেক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ।

বৈদ্যুতিক চিহ্নসমূহ (Electrical symbols):

১. Source (AC/DC)
উৎস (AC/DC) : বৈদ্যুতিক সার্কিটে শক্তি সরবরাহের জন্য ব্যবহৃত উৎস। AC (অল্টারনেটিং কারেন্ট) এবং DC (ডিরেক্ট কারেন্ট) উভয় ধরনের শক্তির উৎস থাকতে পারে। AC ভোল্টেজ পরিবর্তিত হয়, যখন DC তে ভোল্টেজ স্থির থাকে।

২. Resistor
রেজিস্টর : একটি বৈদ্যুতিক উপাদান যা বর্তমান প্রবাহকে সীমিত করে এবং বৈদ্যুতিক শক্তি শোষণ করে। এটি সার্কিটে প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

৩. Capacitor
ক্যাপাসিটর : একটি উপাদান যা বৈদ্যুতিক চার্জ স্টোর করতে সক্ষম এবং যখন প্রয়োজন হয় তখন এটি ছেড়ে দেয়। এটি সার্কিটে শক্তি সঞ্চয় এবং ফিল্টারিং কাজে ব্যবহৃত হয়।

৪. Inductor
ইনডাক্টর : একটি বৈদ্যুতিক উপাদান যা চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে এবং বৈদ্যুতিক প্রবাহের পরিবর্তনের প্রতি প্রতিরোধ সৃষ্টি করে। এটি সার্কিটে সংকেত ফিল্টারিং এবং শক্তি সঞ্চয় করে।

৫. Switches

সুইচ : এটি একটি বৈদ্যুতিক উপাদান যা সার্কিটে বর্তমান প্রবাহ বন্ধ বা চালু করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহের নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

৬. Relay coils

রিলে কইল : একটি বৈদ্যুতিক উপাদান যা একটি ছোট প্রবাহ দিয়ে একটি বড় প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি একটি সুইচের মতো কাজ করে যা একাধিক সিগন্যাল বা সার্কিট পরিচালনা করতে পারে।

৭. Magnetic Contactor

ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর : একটি সুইচিং ডিভাইস যা বৈদ্যুতিক সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহকে চালু বা বন্ধ করতে ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত একটি ইলেকট্রোম্যাগনেট ব্যবহার করে।

৮. Circuit Breaker

সার্কিট ব্রেকার : একটি নিরাপত্তা ডিভাইস যা সার্কিটে অতিরিক্ত বৈদ্যুতিক প্রবাহ (ওভারলোড) হলে সার্কিটটি বন্ধ করে দেয়, যাতে অন্যান্য উপাদান ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।

৯. Timer/Counter

টাইমার/কাউন্টার : টাইমার একটি ডিভাইস যা একটি নির্দিষ্ট সময় পরে সিগন্যাল পাঠায়, আর কাউন্টার নির্দিষ্ট পরিমাণে সিগন্যাল গুনে এর সাথে সম্পর্কিত কার্যক্রম চালায়। এটি সময় এবং পরিমাণ ভিত্তিক কার্যক্রম পরিচালনায় ব্যবহৃত হয়।

১০. Overload

ওভারলোড : এটি একটি অবস্থা যেখানে সার্কিটে প্রবাহিত বিদ্যুৎ পরিমাণ নির্ধারিত সীমানা ছাড়িয়ে যায়, যা সিস্টেমের ক্ষতি করতে পারে। এটি সার্কিট ব্রেকারের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

১১. Motor

মোটর : একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে। এটি বিভিন্ন কাজের জন্য ব্যবহৃত হয় যেমন পাম্প চালানো, ভেন্টিলেটর চালানো ইত্যাদি।

১২. Pump

পাম্প : একটি যন্ত্র যা তরল বা গ্যাসকে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তরিত করে। এটি জল সরবরাহ বা বিভিন্ন ধরণের তরল পরিবহন কাজে ব্যবহৃত হয়।

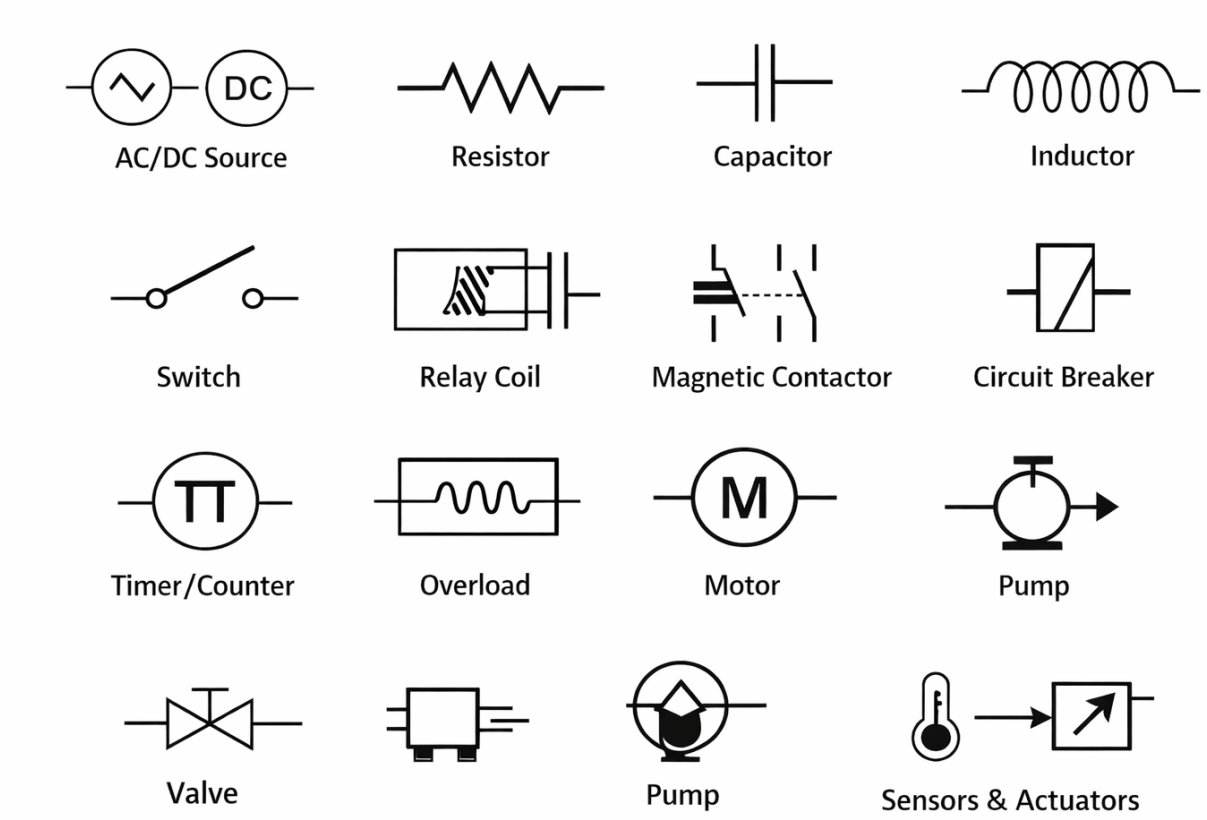
১৩. Valve

ভালভ : একটি যন্ত্র যা তরল বা গ্যাসের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে। এটি সিস্টেমে প্রবাহকে বন্ধ বা চালু করতে ব্যবহৃত হয়।

১৪. Sensors and Actuators

সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর : সেন্সর একটি ডিভাইস যা পরিবেশ থেকে তথ্য সংগ্রহ করে, যেমন তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, চাপ ইত্যাদি। অ্যাকচুয়েটর হল একটি যন্ত্র যা একটি সিগন্যাল থেকে যান্ত্রিক কাজ করে, যেমন গেট খোলা বা বন্ধ করা।

Chart of Electrical Symbols



(খ) বৈদ্যুতিক ড্রয়িং/অঙ্কনসমুহ (Electrical drawings):

বৈদ্যুতিক ম্যানুয়াল হল একটি নির্দেশিকা বা গাইড যা বৈদ্যুতিক কাজের জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য এবং নির্দেশনা প্রদান করে। এটি বৈদ্যুতিক উপাদান, যন্ত্রপাতি, সার্কিট ডিজাইন, ইনস্টলেশন, রক্ষণাবেক্ষণ, এবং সমস্যা সমাধানের পদ্ধতি সম্পর্কিত বিস্তারিত তথ্য সরবরাহ করে। বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালগুলি বিশেষভাবে কার্যকরী হয় যখন কোনো বৈদ্যুতিক সিস্টেম স্থাপন বা রক্ষণাবেক্ষণ করা হয়, কারণ এটি প্রতিটি উপাদান বা সিস্টেমের সঠিক ব্যবহার এবং সংযোগ পদ্ধতি নির্ধারণে সাহায্য করে। এতে নিরাপত্তা নির্দেশিকা, বৈদ্যুতিক কোড এবং মান, সার্কিটের কার্যক্রম ব্যাখ্যা করা হয় এবং ত্রুটি সমাধান বা সমস্যা চিহ্নিত করার জন্য প্রয়োজনীয় নির্দেশনা থাকে।

বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালগুলি সাধারণত **ডিজাইন ম্যানুয়াল**, **ওয়ার্কিং ম্যানুয়াল**, **ট্রাবলশুটিং ম্যানুয়াল** ইত্যাদি বিভিন্ন ধরনের হতে পারে, যা নির্দিষ্ট বৈদ্যুতিক কাজের জন্য সহায়ক।

১. Layout Diagram (লেআউট ডায়াগ্রাম)

লেআউট ডায়াগ্রাম হলো একটি বৈদ্যুতিক পরিকল্পনা যা একটি নির্দিষ্ট স্থান বা সরঞ্জামের ভৌতিক অবস্থান এবং বৈদ্যুতিক উপাদানগুলির সঠিক স্থাপন প্রদর্শন করে। এটি বিভিন্ন বৈদ্যুতিক উপাদান যেমন সুইচ, সুরক্ষা যন্ত্র, মটর ইত্যাদির অবস্থান এবং সংযোগ দেখায়। লেআউট ডায়াগ্রামে সাধারণত উপাদানগুলির বাস্তবিক অবস্থান এবং তাদের মধ্যে ভৌতিক সম্পর্ক চিহ্নিত করা হয়। এই ধরনের ডায়াগ্রাম প্ল্যান্ট বা যন্ত্রের ইনস্টলেশন এবং রক্ষণাবেক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি কর্মীদেরকে উপাদানগুলির সঠিক অবস্থান সম্পর্কে জানায়।

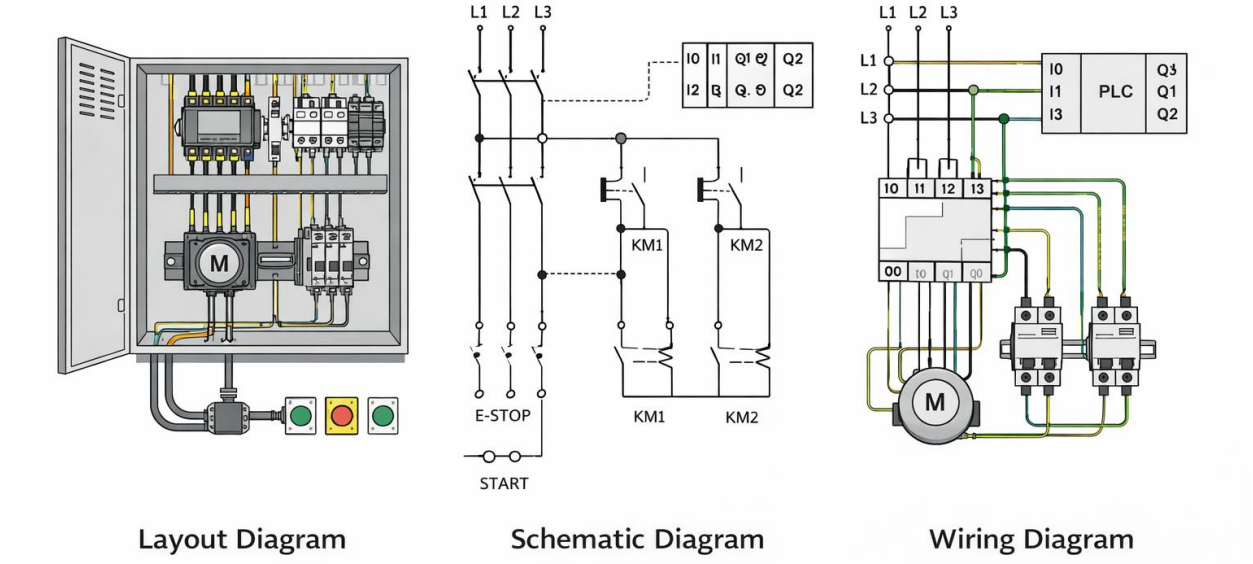
২. Schematic Diagram (স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম)

স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম একটি বৈদ্যুতিক সার্কিটের গঠন এবং তার সংযোগের একটি গ্রাফিকাল উপস্থাপনা। এই ডায়াগ্রামে বৈদ্যুতিক উপাদানগুলির চিহ্ন এবং তাদের সংযোগের পদ্ধতি দেখানো হয়। এটি সাধারণত সার্কিটের কার্যকরী কাঠামো এবং তার সংযোগের ধরণ বোঝাতে ব্যবহৃত হয়, যাতে সার্কিটের অপারেশন সহজে বোঝা যায়। স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রামে কোন উপাদান কোথায় রয়েছে তা দেখানো হয় না, বরং কিভাবে সার্কিটের উপাদানগুলি একে অপরের সাথে সংযুক্ত এবং কাজ করে তা ব্যাখ্যা করা হয়। এটি বৈদ্যুতিক সার্কিট ডিজাইন, পরীক্ষা এবং রক্ষণাবেক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

৩. Wiring Diagram (ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম)

ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম একটি ডায়াগ্রাম যা বৈদ্যুতিক সার্কিটের জন্য সংযোগ পদ্ধতি এবং প্রতিটি উপাদান বা যন্ত্রের মধ্যে তারের সংযোগের বিস্তারিত চিত্র তুলে ধরে। এটি একটি নির্দিষ্ট সার্কিটের মধ্যে ব্যবহৃত তারের রুট এবং তাদের সংযোগের স্টেপ-বাই-স্টেপ নির্দেশনা দেয়। ওয়্যারিং ডায়াগ্রামটি মূলত বাস্তবিকভাবে সার্কিট কিভাবে কাজ করবে তা নির্ধারণ করে এবং সার্কিট ইনস্টলেশন এবং রক্ষণাবেক্ষণে সাহায্য করে। এটি যে কোন সার্কিটের তারের সংযোগের সঠিক রূপরেখা প্রদান করে এবং বৈদ্যুতিক সমস্যা সমাধানে সাহায্য করে।

Electrical Diagrams Overview: Layout, Schematic & Wiring



(গ) বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালসমূহঃ

বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালগুলি হল একধরনের নির্দেশিকা বা গাইড যা বৈদ্যুতিক উপাদান, সার্কিট, এবং যন্ত্রপাতির ব্যবহারের জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য প্রদান করে। PLC অপারেশন এবং লাইট ইঞ্জিনিয়ারিং সেক্টরের কাজের ক্ষেত্রে, বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালগুলি অনেক গুরুত্বপূর্ণ কারণ এগুলি নির্দিষ্ট যন্ত্রপাতি এবং সার্কিটগুলির নিরাপত্তা, কার্যকারিতা এবং রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কিত তথ্য সরবরাহ করে।

বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালের গুরুত্ব:

১. নির্দেশনা প্রদান: বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালগুলিতে বৈদ্যুতিক উপাদানগুলির সঠিক ব্যবহারের জন্য নির্দেশিকা থাকে, যেমন মোটর, রিলে, কন্টাক্টর, বা PLC সিস্টেমের কনফিগারেশন। এটি সঠিকভাবে সিস্টেমের অপারেশন এবং সার্কিট সংযোগে সহায়ক হয়।

২. নিরাপত্তা: ম্যানুয়ালগুলিতে সাধারণত নিরাপত্তা নির্দেশিকা থাকে, যেমন অতিরিক্ত চাপ, তাপমাত্রা বা বর্তমান প্রবাহের জন্য সুরক্ষা ব্যবস্থা এবং প্রক্রিয়া ব্যর্থতার ক্ষেত্রে কীভাবে কাজ করতে হবে। এটি কর্মীদের জন্য গুরুত্বপূর্ণ যাতে তারা নিরাপদভাবে কাজ করতে পারে।

৩. রক্ষণাবেক্ষণ ও সমস্যা সমাধান: বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালগুলি রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কিত তথ্য সরবরাহ করে। যখন কোন বৈদ্যুতিক উপাদান বা PLC সিস্টেমে সমস্যা হয়, তখন ম্যানুয়ালটি সঠিকভাবে সমস্যা চিহ্নিত করতে এবং দ্রুত সমাধান করতে সহায়ক হয়।

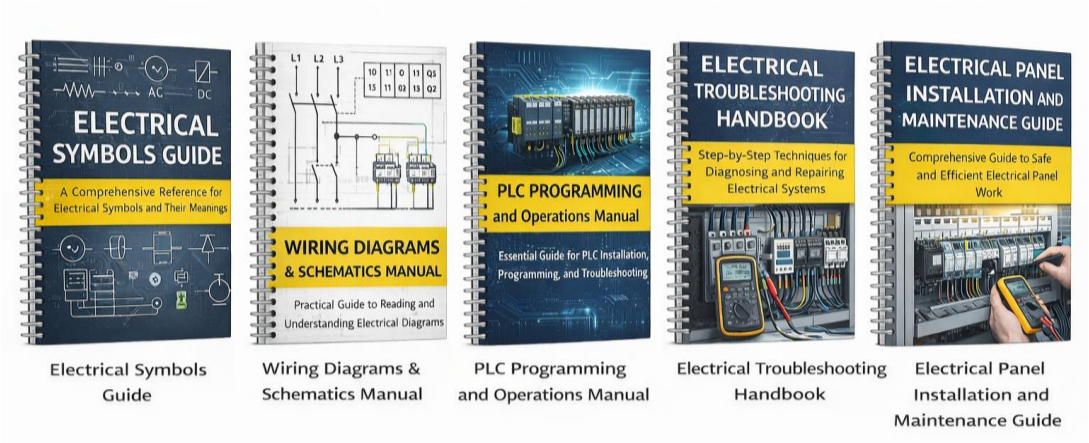
৪. পূর্বনির্ধারিত মান এবং কোড: ম্যানুয়ালগুলিতে প্রায়শই বৈদ্যুতিক কোড এবং মান উল্লেখ করা থাকে যা সঠিকভাবে এবং বৈধভাবে একটি সার্কিট বা যন্ত্রপাতি ইনস্টল করতে সাহায্য করে। এটি বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ যখন কোনও নতুন সিস্টেম স্থাপন করা হচ্ছে।

৫. উপাদান সমূহের তথ্য: বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালগুলি প্রতিটি উপাদানের তথ্য যেমন তারের ধরন, সার্কিট সংযোগের ধরন, মেকানিক্যাল বা বৈদ্যুতিক লোড ক্ষমতা এবং সার্কিটের সঠিক কনফিগারেশন সরবরাহ করে। এটি সিস্টেমের কার্যকরী ক্ষমতা এবং দক্ষতা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে।

PLC অপারেশন এবং লাইট ইঞ্জিনিয়ারিং সেক্টরের জন্য ম্যানুয়াল বুঝতে পারা:

1. PLC ম্যানুয়াল: PLC ম্যানুয়ালগুলিতে সিস্টেমের সংযোগ পদ্ধতি, ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস, টাইমার ও কাউন্টার সেটআপ এবং লজিক্যাল ফাংশনের বিশদ বিবরণ থাকে। ম্যানুয়ালটি সঠিকভাবে বোঝা গেলে, এটি সহজে কোনো ত্রুটি বা সমস্যা চিহ্নিত করতে সাহায্য করবে এবং সিস্টেমের অপারেশন সহজ করবে।
2. ইলেকট্রিক্যাল প্যানেল ম্যানুয়াল: লাইট ইঞ্জিনিয়ারিং সেক্টরে, বৈদ্যুতিক প্যানেল এবং কন্ট্রোল সিস্টেমগুলি গুরুত্বপূর্ণ। এগুলির ম্যানুয়ালগুলি সঠিক কন্ট্রোল সিস্টেম সেটআপ, সুরক্ষা যন্ত্রপাতি এবং সঠিক কনফিগারেশন সম্পর্কিত নির্দেশিকা প্রদান করে।
3. সংযোগ এবং ট্রাবলশুটিং: বৈদ্যুতিক ম্যানুয়ালগুলো সাধারণত সমস্যা সমাধান সম্পর্কিত নির্দেশাবলী প্রদান করে, যেমন কিভাবে সার্কিট সংযোগ করতে হবে বা কোন অংশে ত্রুটি রয়েছে তা চিহ্নিত করতে হবে। এই তথ্য সঠিকভাবে বোঝা PLC অপারেশন এবং বৈদ্যুতিক সিস্টেমের জন্য গুরুত্বপূর্ণ।

Electrical Manuals related to PLC Operation



Electrical Symbols Guide | Wiring Diagrams & Schematics Manual | PLC Programming and Operations Manual | Electrical Troubleshooting Handbook | Electrical Panel Installation and Maintenance Guide

(ঘ) তারের ডায়াগ্রাম এবং স্কিম্যাটিকস (Wiring diagrams and schematics):

PLC অপারেশন সম্পর্কিত ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম এবং স্কিম্যাটিক্স ডায়াগ্রাম বৈদ্যুতিক সার্কিট এবং সিস্টেমের বিশদ চিত্র প্রদান করে। এই ডায়াগ্রামগুলি সঠিকভাবে বৈদ্যুতিক উপাদানগুলির সংযোগ পদ্ধতি এবং কার্যকারিতা বোঝাতে ব্যবহৃত হয়, বিশেষত PLC সিস্টেমের জন্য, যেখানে একটি নির্দিষ্ট কন্ট্রোল সিস্টেম বা প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করতে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক উপাদান এবং ডিভাইস একত্রিত করা হয়।

ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম (Wiring Diagram):

ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম একটি সরল এবং পরিষ্কার চিত্র যা সমস্ত বৈদ্যুতিক উপাদান (যেমন সুইচ, মোটর, রিলে, কন্টাক্টর) এবং তাদের মধ্যে সংযোগের পদ্ধতি দেখায়। এটি একটি বৈদ্যুতিক সিস্টেমের মধ্যে ব্যবহৃত তারের ধরন, সেগুলির রুট, এবং কিভাবে প্রতিটি উপাদান একে অপরের সাথে সংযুক্ত হয় তা প্রদর্শন করে। PLC অপারেশন সম্পর্কিত ওয়্যারিং ডায়াগ্রামগুলি মেশিন বা প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণের জন্য সঠিকভাবে সিস্টেম সংযোগ এবং রক্ষণাবেক্ষণের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম (Schematic Diagram):

স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম একটি প্রযুক্তিগত চিত্র যা একটি বৈদ্যুতিক সার্কিটের বা সিস্টেমের কার্যকরী গঠন দেখায়। এটি প্রতিটি বৈদ্যুতিক উপাদান এবং তাদের সংযোগের প্রক্রিয়া বোঝাতে সাহায্য করে, কিন্তু এটি উপাদানগুলির শারীরিক অবস্থান প্রদর্শন করে না। এই ডায়াগ্রামে সার্কিটের কার্যকরী উপাদানগুলি যেমন রিলে, সুইচ, ভোল্টেজ, ওয়্যারিং কনফিগারেশন এবং প্লান্টের সিগন্যাল সংযোগ বিশদভাবে দেখানো হয়। PLC এর জন্য স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রামগুলি খুবই গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি নির্দিষ্ট লজিকাল ফাংশন এবং সিস্টেমের অপারেশন বোঝাতে সাহায্য করে।

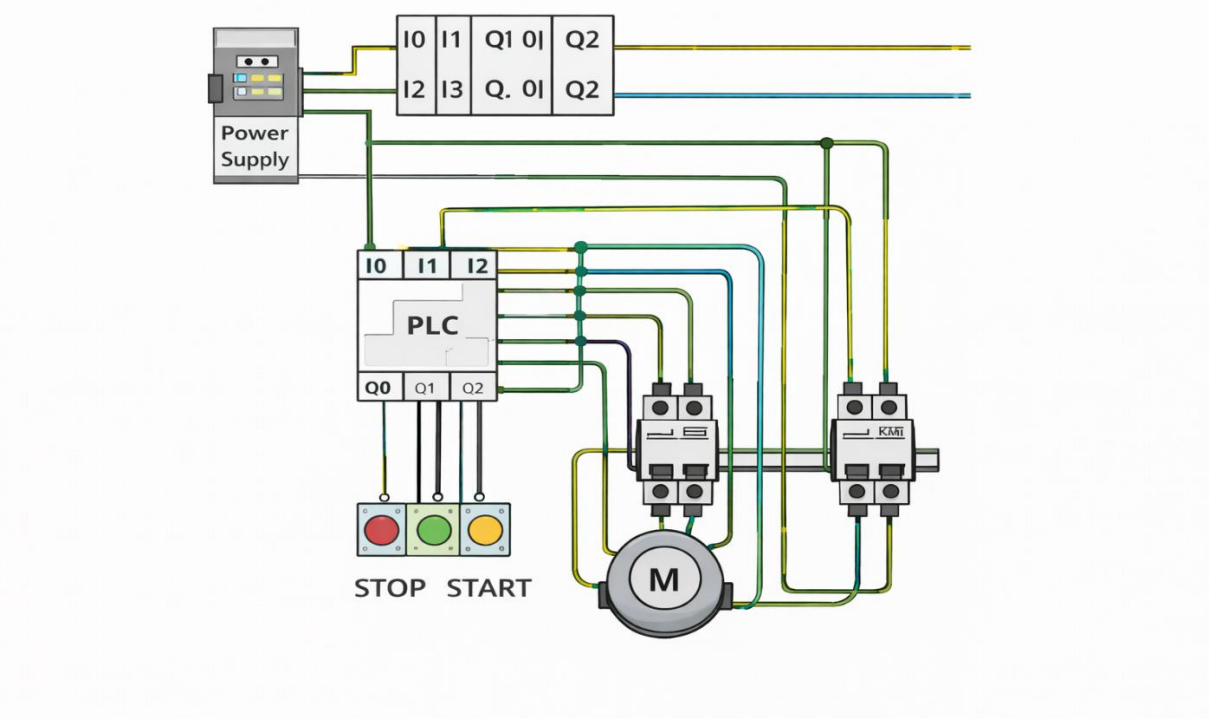


Figure: Wiring Diagram and Schematic diagram for PLC operation, Illustrating Connections between Various Components like PLC, Contactors & Motor

PLC অপারেশনের জন্য এর গুরুত্ব:

- সংযোগ বোঝা: ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম এবং স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রামগুলি সাহায্য করে PLC সিস্টেমের মধ্যে সমস্ত সংযোগ এবং তারের রুট সঠিকভাবে বুঝতে। এটি বিশেষভাবে জরুরি যখন PLC ইনস্টলেশন বা রক্ষণাবেক্ষণ করা হয়।
- ত্রুটি চিহ্নিতকরণ: স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রামগুলি ব্যবহার করে ত্রুটির সঠিক স্থান চিহ্নিত করা সহজ হয়, যেমন কোন রিলে বা সুইচ কাজ করছে না, অথবা কোন লাইন সঠিকভাবে সংযুক্ত হয়নি।
- সিস্টেম কনফিগারেশন: PLC সিস্টেমে ব্যবহৃত বিভিন্ন উপাদানের সংযোগ এবং তাদের কার্যকারিতা সঠিকভাবে বুঝতে স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রামগুলি সাহায্য করে। এটি PLC প্রোগ্রামিং এবং সিস্টেম অপারেশনেও সহায়ক হয়।

(ঙ) সাধারণ (Common) বৈদ্যুতিক মান এবং কোড সমূহঃ

সাধারণ বৈদ্যুতিক মান এবং কোড **(Common Electrical Standards and Codes)-**

বৈদ্যুতিক কাজের জন্য নির্দিষ্ট মান এবং কোড ব্যবহার করা হয় যাতে সঠিক নিরাপত্তা, কার্যকারিতা এবং বিশ্বাসযোগ্যতা নিশ্চিত করা যায়। বিশেষ করে PLC অপারেশন সম্পর্কিত বৈদ্যুতিক সিস্টেমের ক্ষেত্রে, এই মান এবং কোডগুলি অপরিহার্য, কারণ এগুলি সিস্টেমের ডিজাইন, ইনস্টলেশন এবং রক্ষণাবেক্ষণ নিশ্চিত করতে সহায়ক।

সাধারণ বৈদ্যুতিক মান এবং কোডের গুরুত্ব:

১. নিরাপত্তা: বৈদ্যুতিক কোডগুলি সিস্টেমের সঠিক নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য নির্ধারিত হয়। এটি নিশ্চিত করে যে, বৈদ্যুতিক সার্কিটগুলি যেকোনো দুর্ঘটনা বা ক্ষতি থেকে নিরাপদ থাকবে। PLC অপারেশনের ক্ষেত্রে, সঠিক ইনস্টলেশন এবং সংযোগ, বিশেষত কমপ্লেক্স কন্ট্রোল সিস্টেমের ক্ষেত্রে, নিরাপত্তা নির্দেশিকাগুলির অনুসরণ নিশ্চিত করে।

২. বৈদ্যুতিক কার্যকারিতা: নির্দিষ্ট মান এবং কোডগুলি বৈদ্যুতিক সিস্টেমের কার্যকারিতা নিশ্চিত করে। সঠিকভাবে কোড করা এবং স্ট্যান্ডার্ড অনুসরণ করা সার্কিটের কার্যক্ষমতা বাড়ায় এবং ত্রুটি দূরীকরণ সহজ করে।

৩. মান নির্ধারণ: বৈদ্যুতিক মান এবং কোডগুলি, যেমন IEC (International Electrotechnical Commission) এবং NEC (National Electrical Code), বৈদ্যুতিক উপাদানগুলির মধ্যে উপযুক্ত সংযোগ এবং টেস্টিং পদ্ধতি নির্ধারণ করে। এগুলি নির্দিষ্ট করে যে কোন উপাদান কতটুকু শক্তি ধারণ করতে পারে এবং এটি কখন এবং কোথায় ব্যবহার করা উচিত।

৪. ট্রাবলশুটিং এবং রক্ষণাবেক্ষণ: সঠিক কোড অনুসরণ করলে সার্কিট এবং সিস্টেমের সমস্যা চিহ্নিত করা এবং মেরামত করা সহজ হয়। PLC সিস্টেমের জন্য, এর কাঠামো এবং তার সংযোগের জন্য নির্দিষ্ট মান এবং কোড থাকলে এটি পরিষ্কারভাবে চিহ্নিত করা সহজ হয় কোন সার্কিটে সমস্যা রয়েছে এবং তা কিভাবে সমাধান করা হবে।

৫. আইনি এবং ব্যবসায়িক চাহিদা: অনেক দেশ এবং শিল্পে বৈদ্যুতিক কোডগুলি আইনি নিয়মাবলী হিসেবে বিবেচিত হয়। অর্থাৎ, বৈদ্যুতিক সিস্টেম ইনস্টল করার সময় কোড অনুসরণ না করলে আইনগত সমস্যায় পড়া বা বিমা দাবি বাতিল হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এই কোডগুলি ব্যবসায়িক কার্যক্রমকে নিয়ন্ত্রিত এবং নিরাপদ রাখে।

PLC অপারেশনের জন্য সাধারণ বৈদ্যুতিক মান এবং কোডের কিছু উদাহরণ:

- IEC 61131: এটি PLC-র জন্য একটি আন্তর্জাতিক মান যা ডিজাইন, প্রোগ্রামিং এবং অপারেশন সম্পর্কে নির্দেশনা প্রদান করে।

- NEC (National Electrical Code): বৈদ্যুতিক ইনস্টলেশন এবং তারের সংযোগ সম্পর্কিত একটি কোড যা সুরক্ষা এবং কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়।
- ISO 9001: এটি একটি মান যা বৈদ্যুতিক সিস্টেমের গুণগত মান নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয় এবং শিল্পের যেকোনো বৈদ্যুতিক কাজের জন্য উপযুক্ত।

এভাবে, সাধারণ বৈদ্যুতিক মান এবং কোড গুলি PLC অপারেশন এবং অন্যান্য বৈদ্যুতিক কাজের জন্য একটি স্ট্যান্ডার্ড ভিত্তি তৈরি করে, যা নিরাপত্তা, কার্যকারিতা এবং নিয়ম মেনে কাজ করার নিশ্চয়তা প্রদান করে।

সেলফ চেক (Self-check) – ১.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১। ওয়ারিং ডায়াগ্রাম কী?

২। স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম কী?

৩। বৈদ্যুতিক ম্যানুয়াল কী?

৪। সাধারণ বৈদ্যুতিক মান ও কোড কেন গুরুত্বপূর্ণ?

৫। PLC অপারেশনের জন্য বৈদ্যুতিক কোড কীভাবে ব্যবহার করা হয়?

৬। স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম ও ওয়ায়ারিং ডায়াগ্রামের মধ্যে পার্থক্য কী?

৭। পওয়ায়ারিং ডায়াগ্রামে কোন তথ্য থাকে?

৮। স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রামের সুবিধা কী?

৯। বৈদ্যুতিক মান ও কোডে সঠিকভাবে কাজ না করলে কী হতে পারে?

১০। সাধারণ বৈদ্যুতিক কোডের উদাহরণ কী?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ১.১

১। প্রশ্ন: ওয়ারিং ডায়াগ্রাম কী?

উত্তর: ওয়ায়ারিং ডায়াগ্রাম একটি ডায়াগ্রাম যা সার্কিটের মধ্যে উপাদানগুলির সংযোগ এবং তারের রুট দেখায়।

২। প্রশ্ন: স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম কী?

উত্তর: স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম একটি বৈদ্যুতিক সার্কিটের কার্যকরী গঠন প্রদর্শন করে, যা সার্কিটের উপাদানগুলির সংযোগের প্রক্রিয়া বোঝায়।

৩। প্রশ্ন: বৈদ্যুতিক ম্যানুয়াল কী?

উত্তর: বৈদ্যুতিক ম্যানুয়াল হলো একটি গাইড যা বৈদ্যুতিক উপাদান, সার্কিট এবং সিস্টেমের সঠিক ব্যবহারের জন্য তথ্য সরবরাহ করে।

৪। প্রশ্ন: সাধারণ বৈদ্যুতিক মান ও কোড কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর: এগুলি সার্কিটের নিরাপত্তা, কার্যকারিতা, এবং আইনি দিক থেকে সঠিকভাবে কাজ নিশ্চিত করতে সহায়তা করে।

৫। প্রশ্ন: PLC অপারেশনের জন্য বৈদ্যুতিক কোড কীভাবে ব্যবহার করা হয়?

উত্তর: PLC অপারেশনকে সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ, রক্ষণাবেক্ষণ এবং ডিজাইন করতে বৈদ্যুতিক কোড ব্যবহার করা হয়, যেমন IEC 61131 এবং NEC।

৬। প্রশ্ন: স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম ও ওয়ায়ারিং ডায়াগ্রামের মধ্যে পার্থক্য কী?

উত্তর: স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রাম সার্কিটের কার্যকরী সংযোগ প্রদর্শন করে, whereas ওয়ায়ারিং ডায়াগ্রাম সরাসরি তারের সংযোগের রূপরেখা দেয়।

৭। প্রশ্ন: ওয়ায়ারিং ডায়াগ্রামে কোন তথ্য থাকে?
উত্তর: এতে সার্কিটের তারের সংযোগের রুট, উপাদানগুলির সংযোগ এবং তাদের মধ্যে ব্যবহৃত তারের ধরন উল্লেখ থাকে।

৮। প্রশ্ন: স্কিম্যাটিক ডায়াগ্রামের সুবিধা কী?
উত্তর: এটি সার্কিটের লজিক্যাল কনফিগারেশন এবং কাজের ধারা বুঝতে সাহায্য করে, যা সমস্যা সমাধান এবং ডিজাইনে কাজে লাগে।

৯। প্রশ্ন: বৈদ্যুতিক মান ও কোডে সঠিকভাবে কাজ না করলে কী হতে পারে?
উত্তর: আইনি সমস্যা, দুর্ঘটনা, নিরাপত্তা ঝুঁকি এবং বিমা দাবি বাতিল হতে পারে।

১০। প্রশ্ন: সাধারণ বৈদ্যুতিক কোডের উদাহরণ কী?
উত্তর: IEC 61131, NEC এবং ISO 9001 হলো সাধারণ বৈদ্যুতিক কোড যা PLC সিস্টেম এবং বৈদ্যুতিক ইনস্টলেশনে ব্যবহৃত হয়।

জব শিট (Job Sheet) – ১.১

জবের নামঃ তারের সংযোগ এবং ত্রুটি সংশোধন প্রক্রিয়া বাস্তবায়নের জন্য বৈদ্যুতিক ড্রয়িং শনাক্ত করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. বৈদ্যুতিক অঙ্কন সংগ্রহ করুন:
সঠিক বৈদ্যুতিক অঙ্কন বা ডায়াগ্রাম সংগ্রহ করুন, যা সিস্টেমের বৈদ্যুতিক সংযোগ এবং সংযোগের বিস্তারিত নির্দেশনা প্রদান করে।

২. অঙ্কন বিশ্লেষণ করুন:
সমস্ত বৈদ্যুতিক উপাদান যেমন সুইচ, রিলে, কন্টাক্টর, সার্কিট ব্রেকার, মোটর, তারের রুট, এবং কনফিগারেশন খুঁটিয়ে দেখুন।

৩. সার্কিটের সংযোগ পরীক্ষা করুন:
সার্কিটের মধ্যে সমস্ত সংযোগ সঠিকভাবে চিহ্নিত করুন এবং তারগুলি কোথায় যাবে তা নিশ্চিত করুন। সঠিকভাবে সংযুক্ত নয় এমন কোনও অংশ সনাক্ত করুন।

৪. ত্রুটি চিহ্নিত করুন:
যদি কোনও ত্রুটি থাকে, তবে স্কিম্যাটিক অঙ্কন এবং ওয়ায়ারিং ডায়াগ্রামের সাহায্যে তা চিহ্নিত করুন এবং খুঁজে বের করুন কোথায় সমস্যা হতে পারে।

৫. সমস্যা সমাধান করুন:
ত্রুটি চিহ্নিত করার পর, সঠিক উপকরণ এবং পদ্ধতি ব্যবহার করে সমস্যা সমাধান করুন।

৬. নতুন সংযোগের জন্য অঙ্কন তৈরি করুন:
যদি নতুন বৈদ্যুতিক সংযোগ তৈরি করতে হয়, তবে সঠিক অঙ্কন এবং সংযোগ চিহ্নিত করে তা বাস্তবায়ন করুন।

৭. পরীক্ষা করুন এবং নিশ্চিত করুন:
কাজ শেষ হওয়ার পর সার্কিট পরীক্ষা করুন, যাতে সব সংযোগ সঠিকভাবে কাজ করছে।

সতর্কতাঃ

- কাজ শুরুর আগে সকল বৈদ্যুতিক শক্তি বন্ধ করুন।
- শর্ট সার্কিট বা অন্য কোন বৈদ্যুতিক বিপদ এড়াতে সঠিক পদ্ধতি অনুসরণ করুন।
- কোনো সংযোগে কাজ করার আগে ভোল্টেজ সঠিকভাবে চেক করুন।
- উপাদান এবং যন্ত্রপাতির অবস্থান এবং কার্যকারিতা সঠিকভাবে বোঝে কাজ করুন।
- বৈদ্যুতিক ত্রুটির ক্ষেত্রে অবিলম্বে বিশেষজ্ঞের সহায়তা নিন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ১.১

জবের নামঃ তারের সংযোগ এবং ত্রুটি সংশোধন প্রক্রিয়া বাস্তবায়নের জন্য বৈদ্যুতিক ড্রয়িং শনাক্ত করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

১. ইলেকট্রিক্যাল গ্লাভস (Electrical gloves)
২. সেইফটি গগলস (Safety goggles)
৩. গর্মেন্টস (Flame-resistant clothing)

৪. এন্টার্নাল সেফটি বুটস (Insulated safety boots)
৫. হেড হেলমেট (Head helmet)
৬. ইয়ার প্লাগ বা ক্যানাল (Ear protection)

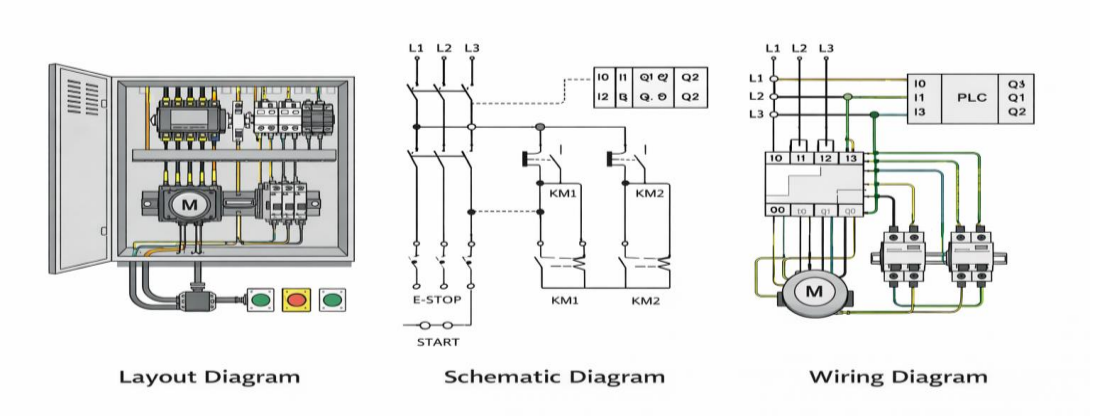
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. স্ক্রু ড্রাইভার (Screwdriver)
২. ওয়্যার কাটার (Wire cutter)
৩. ওয়্যার স্ট্রিপার (Wire stripper)
৪. ভোল্টেজ টেস্টার (Voltage tester)
৫. মাল্টিমিটার (Multimeter)
৬. ওয়্যার লেবেলিং ট্যাগ (Wire labeling tags)
৭. ড্রিল মেশিন (Drilling machine)

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১. ক্যাবল (Cable)
২. ওয়্যার (Wire)
৩. কন্টাক্টর (Contactor)
৪. সুইচ (Switch)
৫. ফিউজ (Fuse)
৬. এলেকট্রিক্যাল কনেক্টর (Electrical connectors)
৭. সার্কিট ব্রেকার (Circuit breaker)
৮. রিলে (Relay)
৯. মোটর (Motor)
১০. প্লাগ ও আউটলেট (Plugs & outlets)

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



Electrical Diagrams Overview: Layout, Schematic & Wiring

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ১.২

শিখন ফল-২: পরিমাপের যন্ত্র চিহ্নিত করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- পরিমাপের যন্ত্রসমূহ এবং এগুলি শনাক্তকরণ
- পরিমাপের যন্ত্রগুলির কার্যকারিতা
- পরিমাপের যন্ত্রগুলির সঠিক ব্যবহার এবং PLC সার্কিট পরীক্ষা ও ত্রুটি সংশোধন

(ক) পরিমাপের যন্ত্রসমূহ এবং এগুলি শনাক্তকরণঃ

PLC অপারেশনের জন্য নির্দিষ্ট প্রয়োজনীয়তার পরিমাপ যন্ত্র (Measuring Devices for Specific Requirements of PLC Operations)-

PLC (Programmable Logic Controller) সিস্টেমে নির্দিষ্ট পরিমাপের যন্ত্র ব্যবহার করা হয়, যা সিস্টেমের সঠিক কার্যকারিতা, নির্ভুলতা এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে। PLC অপারেশনগুলির জন্য ব্যবহৃত পরিমাপ যন্ত্রগুলি বিভিন্ন ধরনের ইনপুট এবং আউটপুট সংকেত যেমন ভোল্টেজ, কারেন্ট, প্রতিরোধ, তাপমাত্রা, এবং অন্যান্য বৈদ্যুতিক পরামিতি মাপতে সহায়ক। এগুলি সঠিকভাবে সিস্টেমের ডাটা প্রক্রিয়া ও কন্ট্রোল করতে ব্যবহৃত হয়।

PLC অপারেশনগুলির জন্য ব্যবহৃত কিছু পরিমাপ যন্ত্রের বর্ণনা:

১. অ্যামিটার (Ammeter)

অ্যামিটার হল একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ (আম্পিয়ার) পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সার্কিটের মধ্যে কারেন্টের প্রবাহের মাত্রা পরিমাপ করে, যা PLC সিস্টেমে মোটর বা অন্যান্য যন্ত্রপাতির অপারেশন নিশ্চিত করতে গুরুত্বপূর্ণ। অ্যামিটারকে সিরিজে সার্কিটের মধ্যে সংযুক্ত করা হয়।

২. ভোল্টমিটার (Voltmeter)

ভোল্টমিটার একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক সার্কিটে ভোল্টেজ বা পাওয়ার ভোল্টেজ পরিমাপ করে। এটি সার্কিটের মধ্যে ভোল্টেজের পার্থক্য পরিমাপ করে, যা PLC সিস্টেমের ইনপুট এবং আউটপুট ভোল্টেজের সঠিকতা নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়। ভোল্টমিটারকে সাধারণত প্যারালেলে সংযুক্ত করা হয়।

৩. মাল্টিমিটার (Multimeter)

মাল্টিমিটার একটি বহুমুখী পরিমাপ যন্ত্র যা ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ (Resistance) পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি PLC অপারেশনে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি একে একে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক পরিমাপ করতে পারে এবং যেকোনো সমস্যা শনাক্ত করার জন্য সহায়ক। মাল্টিমিটার ডিজিটাল বা এনালগ হতে পারে।

৪. টেকোমিটার (Tachometer)

টেকোমিটার একটি যন্ত্র যা রোটেশন স্পিড বা ঘূর্ণন গতি পরিমাপ করে। PLC অপারেশন সম্পর্কিত মোটর বা রোটেটিং মেশিনগুলির স্পিড পরিমাপের জন্য টেকোমিটার ব্যবহৃত হয়। এটি মেকানিক্যাল সিস্টেমের কার্যকারিতা যাচাই করতে সাহায্য করে।

৫. ওয়াটমিটার (Wattmeter)

ওয়াটমিটার একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক শক্তি (ওয়াট) পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। PLC সিস্টেমে ব্যবহৃত মোটর বা যন্ত্রপাতির শক্তি খরচ এবং অপারেশন বিশ্লেষণ করতে এই যন্ত্রটি গুরুত্বপূর্ণ। এটি কারেন্ট ও ভোল্টেজের গুণফল পরিমাপ করে শক্তি নির্ধারণ করে।

৬. ক্লিপ অন অ্যামিটার (Clip-on Ammeter)

ক্লিপ অন অ্যামিটার একটি বিশেষ ধরনের অ্যামিটার যা তারের উপর ক্লিপ করে কারেন্ট মাপতে ব্যবহৃত হয়, এটি সরাসরি তারে সংযোগ ছাড়াই কারেন্ট পরিমাপ করতে সক্ষম। এটি খুবই সুবিধাজনক, কারণ এটি সোজা তারের সাথে সংযুক্ত করার পরিবর্তে শুধু কেবলটি ক্লিপ করলেই মাপ নেওয়া যায়। PLC সিস্টেমের জন্য এটি ব্যবহৃত হয় যখন কোনো কেবল বা সার্কিটে সোজাসুজি অ্যামিটার ব্যবহার করা সম্ভব নয়।

৭. মেগার (Megger)

মেগার একটি পরিমাপ যন্ত্র যা ইন্সুলেশন প্রতিরোধ ক্ষমতা (Insulation resistance) পরিমাপ করে। এটি মূলত ব্যবহৃত হয় বৈদ্যুতিক সিস্টেমের তার বা উপাদানগুলির ইনসুলেশন অবস্থার মূল্যায়ন করতে, যা সিস্টেমের নিরাপত্তা নিশ্চিত করে। PLC সিস্টেমের জন্য এটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি সিস্টেমের নিরাপত্তা এবং দীর্ঘস্থায়িত্ব নিশ্চিত করতে সহায়ক।

সংক্ষেপে, এই পরিমাপ যন্ত্রগুলির ভূমিকা:

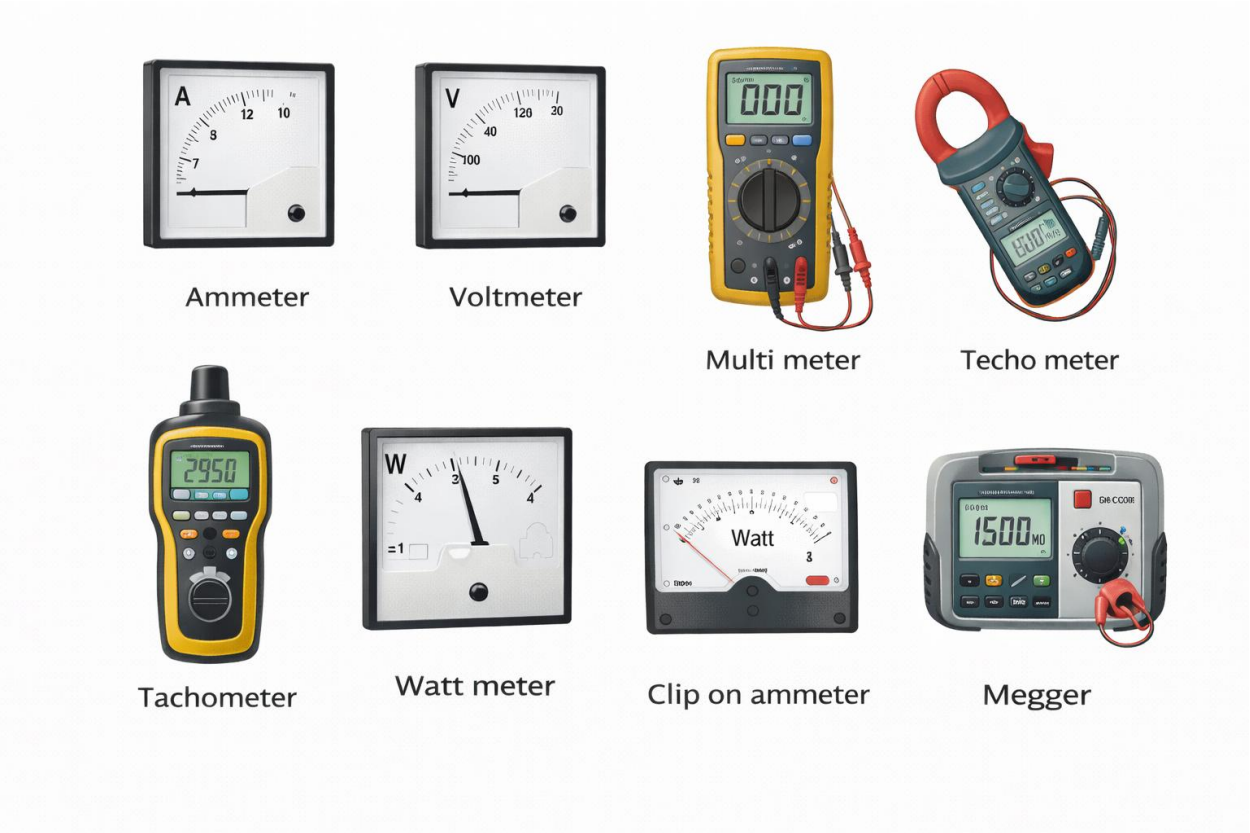
- **অ্যামিটার** ও **ক্লিপ অন অ্যামিটার** মূলত কারেন্ট পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **ভোল্টমিটার** এবং **মাল্টিমিটার** ভোল্টেজ পরিমাপের জন্য এবং অন্যান্য বৈদ্যুতিক পরামিতি সনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।
- **টেকোমিটার** মেকানিক্যাল স্পিড পরিমাপ করে।
- **ওয়াটমিটার** শক্তি ব্যবহারের বিশ্লেষণ করতে ব্যবহৃত হয়।
- **মেগার** সিস্টেমের নিরাপত্তা এবং ইনসুলেশন পরীক্ষা করে।

এই পরিমাপ যন্ত্রগুলি PLC সিস্টেমের কার্যকারিতা, নিরাপত্তা এবং দীর্ঘস্থায়িত্ব নিশ্চিত করতে বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ।

উদ্দেশ্য এবং ব্যবহারের গুরুত্ব:

- নির্ভুলতা: PLC অপারেশনে সঠিক পরিমাপ যন্ত্র ব্যবহারের মাধ্যমে সিস্টেমের কার্যক্ষমতা এবং নির্ভুলতা নিশ্চিত করা হয়।
- নিরাপত্তা: সঠিক পরিমাপ নিশ্চিত করলে সিস্টেমের কোনো অংশের অতিরিক্ত চাপ বা কারেন্ট প্রবাহ থেকে রক্ষা পাওয়া যায়, যা দুর্ঘটনা বা যান্ত্রিক ত্রুটি কমাতে সাহায্য করে।
- দক্ষতা: পরিমাপ যন্ত্রের সঠিক ব্যবহারের মাধ্যমে PLC সিস্টেমের কর্মক্ষমতা বৃদ্ধি পায় এবং সঠিকভাবে সেটিংস কনফিগার করা হয়।

Measuring Devices/Instruments in detailed Collection



(খ) পরিমাপের যন্ত্রগুলির কার্যকারিতাঃ

PLC অপারেশনের সাথে সম্পর্কিত **পরিমাপ যন্ত্রগুলির কার্যকারিতা** নিম্নরূপ:

১. অ্যামিটার (Ammeter)

অ্যামিটার একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট (এম্পিয়ার) পরিমাপ করে। এটি সার্কিটের মধ্যে কারেন্টের প্রবাহের পরিমাণ নির্ধারণে সহায়ক। PLC অপারেশনে, মোটর বা অন্যান্য যন্ত্রপাতির কারেন্টের পরিমাণ যাচাই করতে অ্যামিটার ব্যবহার করা হয়, যা সিস্টেমের কার্যকারিতা এবং সুরক্ষা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে।

২. ভোল্টমিটার (Voltmeter)

ভোল্টমিটার একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক সার্কিটে ভোল্টেজ (ভোল্ট) পরিমাপ করে। এটি সার্কিটের বিভিন্ন পয়েন্টের মধ্যে ভোল্টেজ পার্থক্য নির্ধারণ করে। PLC সিস্টেমের ইনপুট এবং আউটপুট ভোল্টেজ পরিমাপ করতে ভোল্টমিটার ব্যবহার করা হয়, যা সিস্টেমের সঠিক কাজের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৩. মাল্টিমিটার (Multimeter)

মাল্টিমিটার একটি বহুমুখী পরিমাপ যন্ত্র যা ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ (Resistance) পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। PLC অপারেশনের জন্য, মাল্টিমিটার ব্যবহৃত হয় যাতে সঠিকভাবে বৈদ্যুতিক পরিমাপগুলো যেমন কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং প্রতিরোধ বুঝতে সুবিধা হয়, এবং এটি সার্কিটের বিভিন্ন সমস্যা শনাক্ত করতে সাহায্য করে।

৪. টেকোমিটার (Tachometer)

টেকোমিটার একটি যন্ত্র যা রোটেশন স্পিড বা ঘূর্ণন গতি পরিমাপ করে। PLC সিস্টেমে ব্যবহৃত মোটর বা যন্ত্রপাতির ঘূর্ণন গতি মাপতে টেকোমিটার ব্যবহৃত হয়। এটি সিস্টেমের সঠিক স্পিড নিয়ন্ত্রণ এবং পর্যবেক্ষণ করতে সাহায্য করে।

৫. ওয়াটমিটার (Wattmeter)
ওয়াটমিটার একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক শক্তি (ওয়াট) পরিমাপ করে। PLC অপারেশনে ব্যবহৃত মোটর বা যন্ত্রপাতির শক্তি খরচ এবং কার্যকারিতা বিশ্লেষণ করতে ওয়াটমিটার ব্যবহৃত হয়। এটি কারেন্ট এবং ভোল্টেজের গুণফল পরিমাপ করে শক্তির পরিমাণ নির্ধারণ করে।

৬. ক্লিপ অন অ্যামিটার (Clip-on Ammeter)
ক্লিপ অন অ্যামিটার একটি বিশেষ ধরনের অ্যামিটার যা সরাসরি তারের সাথে সংযুক্ত না হয়ে কেবল তারের চারপাশে ক্লিপ করে কারেন্ট পরিমাপ করে। এটি ব্যবহারিক দিক থেকে সুবিধাজনক কারণ এটি সরাসরি সার্কিটে প্রবেশ না করেই কারেন্ট পরিমাপ করতে সক্ষম। PLC অপারেশনের জন্য এটি একটি দ্রুত এবং নিরাপদ উপায় হয়ে থাকে, বিশেষত যখন সার্কিটে সরাসরি সংযোগ করা সম্ভব না হয়।

৭. মেগার (Megger)
মেগার একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক সিস্টেমের ইনসুলেশন প্রতিরোধ (Insulation resistance) পরিমাপ করে। এটি প্রধানত ব্যবহৃত হয় যখন সিস্টেমের নিরাপত্তা যাচাই করতে হয়, যেমন মোটরের বা বৈদ্যুতিক তারের ইনসুলেশন পরীক্ষা। PLC সিস্টেমে, এটি নিশ্চিত করতে সাহায্য করে যে সিস্টেমের ইনসুলেশন সঠিকভাবে কাজ করছে এবং কোনো অস্বাভাবিকতা বা ত্রুটি নেই।

(গ) পরিমাপের যন্ত্রগুলির সঠিক ব্যবহার এবং PLC সার্কিট পরীক্ষা ও ত্রুটি সংশোধনঃ

PLC সার্কিটের পরীক্ষণ এবং ত্রুটি সমাধানের জন্য পরিমাপ যন্ত্রের সঠিক ব্যবহার (Correct Usage of Measuring Devices for Testing and Troubleshooting PLC Circuits):
PLC অপারেশনে, পরিমাপ যন্ত্র সঠিকভাবে ব্যবহারের মাধ্যমে আমরা সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষা করতে পারি এবং কোনো সমস্যা বা ত্রুটি চিহ্নিত করতে সাহায্য পেতে পারি। নিচে PLC সার্কিট পরীক্ষা এবং ত্রুটি সমাধান করতে ব্যবহৃত পরিমাপ যন্ত্রগুলির সঠিক ব্যবহার বর্ণনা করা হলো।

১. অ্যামিটার (Ammeter)
ব্যবহার:

- **PLC সার্কিটে কারেন্ট পরীক্ষা**: অ্যামিটার ব্যবহার করে সার্কিটের মধ্যে প্রবাহিত কারেন্ট মাপা হয়। এটি বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ যখন সার্কিটের উপাদানগুলি যেমন মোটর বা রিলে সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করতে হয়।
- **ত্রুটি সমাধান**: যদি PLC সিস্টেমের কোন অংশে অত্যধিক কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাহলে এটি মেশিন বা সার্কিটের ক্ষতি করতে পারে। অ্যামিটার দিয়ে কারেন্ট পরিমাপ করে এই ধরনের সমস্যা চিহ্নিত করা যায়।

সঠিক ব্যবহার:

- অ্যামিটার সার্কিটে **সিরিজ** ভাবে সংযুক্ত করা হয়, যেন এটি পুরো কারেন্টের প্রবাহ মাপতে পারে।

২. ভোল্টমিটার (Voltmeter)
ব্যবহার:

- **ভোল্টেজ পরীক্ষা**: ভোল্টমিটার ব্যবহার করে PLC সার্কিটের ইনপুট এবং আউটপুট ভোল্টেজ পরীক্ষা করা হয়। এটি নিশ্চিত করতে সাহায্য করে যে সার্কিটে সঠিক ভোল্টেজ রয়েছে এবং সিস্টেমটি সঠিকভাবে কাজ করছে।

- **ত্রুটি সমাধান**: যদি সার্কিটে অস্বাভাবিক ভোল্টেজ থাকে, এটি অন্যান্য উপাদানগুলোর কাজ বন্ধ করে দিতে পারে। ভোল্টমিটার দিয়ে সার্কিটের বিভিন্ন পয়েন্টে ভোল্টেজ পরীক্ষা করতে পারেন।

সঠিক ব্যবহার:

- ভোল্টমিটার **প্যারালেল** সংযোগে ব্যবহৃত হয় যাতে এটি দুই পয়েন্টের মধ্যে ভোল্টেজ পার্থক্য পরিমাপ করতে পারে।

৩. মাল্টিমিটার (Multimeter)

ব্যবহার:

- **বহুমুখী পরীক্ষা**: মাল্টিমিটার হল একটি বহুমুখী যন্ত্র যা ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি PLC সার্কিটের ভোল্টেজ এবং কারেন্ট মাপতে, এবং প্রতিরোধ পরীক্ষা করতে ব্যবহার করা হয়।
- **ত্রুটি সমাধান**: সার্কিটের কোনো সমস্যা থাকলে, মাল্টিমিটার দিয়ে আমরা সঠিকভাবে পরীক্ষণ করতে পারি যেমন কারেন্ট, ভোল্টেজ বা প্রতিরোধ ঠিক আছে কিনা। এটি সার্কিটের সমস্যা চিহ্নিত করার জন্য কার্যকরী।

সঠিক ব্যবহার:

- মাল্টিমিটারটি একাধিক সেটিংস নিয়ে কাজ করতে পারে, তাই এটি **ভোল্টেজ, কারেন্ট, এবং প্রতিরোধ** পরিমাপের জন্য সঠিকভাবে কনফিগার করতে হবে।

৪. টেকোমিটার (Tachometer)

ব্যবহার:

- **মোটর স্পিড পরীক্ষা**: টেকোমিটার ব্যবহৃত হয় PLC সিস্টেমের মোটরের স্পিড পরিমাপ করতে। এটি নিশ্চিত করে যে মোটরের গতি সঠিকভাবে কাজ করছে এবং প্রক্রিয়াটি যথাযথ গতিতে চলছে।

সঠিক ব্যবহার:

- এটি মূলত **নন-কন্টাক্ট** সিস্টেম হিসেবে কাজ করে, যা মোটরের শ্যাফটের ঘূর্ণন গতি মাপতে ব্যবহৃত হয়। স্পিডের পরীক্ষার জন্য এটি মোটরের কাছাকাছি রাখা হয়।

৫. ওয়াটমিটার (Wattmeter)

ব্যবহার:

- **শক্তি পরিমাপ**: ওয়াটমিটার ব্যবহৃত হয় PLC সিস্টেমে মোটর বা অন্যান্য যন্ত্রপাতির শক্তি (ওয়াট) পরিমাপ করতে। এটি সিস্টেমের শক্তি খরচ পর্যবেক্ষণ করে এবং নিশ্চিত করে যে সিস্টেমটি দক্ষভাবে কাজ করছে।

সঠিক ব্যবহার:

- ওয়াটমিটারটি **প্যারালেল** সংযোগে ব্যবহৃত হয় এবং ভোল্টেজ ও কারেন্টের গুণফল থেকে শক্তি (ওয়াট) পরিমাপ করা হয়।

৬. ক্লিপ অন অ্যামিটার (Clip-on Ammeter)

ব্যবহার:

- **রাবার বুশিং দ্বারা পরিমাপ**: ক্লিপ অন অ্যামিটার সরাসরি তারের মধ্যে না গিয়ে কেবল তারের চারপাশে ক্লিপ করে কারেন্ট পরিমাপ করতে পারে। এটি খুবই সুবিধাজনক যখন সরাসরি সার্কিটের মধ্যে মাপ নেওয়া সম্ভব নয়।

সঠিক ব্যবহার:

- এটি **নন-কন্টাক্ট** যন্ত্র, যা সরাসরি সার্কিটে প্রবেশ না করেই তারের চারপাশে ক্লিপ করে ব্যবহার করা যায়।

৭. মেগার (Megger)

ব্যবহার:

- **ইনসুলেশন পরীক্ষা:** মেগার ব্যবহৃত হয় সার্কিট বা যন্ত্রপাতির ইনসুলেশন প্রতিরোধ পরিমাপ করতে। এটি সিস্টেমের ইনসুলেশন পরীক্ষা করে নিশ্চিত করে যে কোনো শর্ট সার্কিট বা বৈদ্যুতিক বিপদ সৃষ্টি হবে না।

সঠিক ব্যবহার:

- এটি সিস্টেমের **ইনসুলেশন** পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়, এবং এটি **ইন্সুলেটেড কেবল** বা অন্যান্য উপাদানে ইনসুলেশন পরীক্ষা করতে ব্যবহৃত হয়।

সঠিক ব্যবহারের গুরুত্ব:

- **নির্ভুলতা:** সঠিক পরিমাপ যন্ত্র ব্যবহারের মাধ্যমে সিস্টেমের অপারেশন সঠিকভাবে কাজ করবে এবং কোনো ত্রুটি থেকে মুক্ত থাকবে।
- **নিরাপত্তা:** এই যন্ত্রগুলি সঠিকভাবে কাজ করলে দুর্ঘটনা বা ক্ষতির সম্ভাবনা কমে যায়।
- **দ্রুত সমস্যা সমাধান:** দ্রুত সমস্যা শনাক্ত এবং সমাধান করতে সাহায্য করে, যা PLC সিস্টেমের মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণকে আরও কার্যকরী করে তোলে।

এই পরিমাপ যন্ত্রগুলির সঠিক ব্যবহার PLC অপারেশনের সঠিকতা, নিরাপত্তা এবং কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে সহায়ক।

সেলফ চেক (Self-check) – ১.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. PLC অপারেশনের জন্য কোন পরিমাপ যন্ত্রগুলি প্রয়োজন?
১. মাল্টিমিটার কীভাবে কাজ করে?
৩. টেকোমিটার কীভাবে PLC সিস্টেমে ব্যবহার করা হয়?
৪. ওয়াটমিটার কীভাবে কাজ করে এবং কেন এটি PLC সিস্টেমে গুরুত্বপূর্ণ?
১. ক্লিপ অন অ্যামিটার কীভাবে ব্যবহার করা হয়?
৬. মেগার কীভাবে ব্যবহার করা হয় এবং এটি কী জন্য গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ১.১

১. প্রশ্ন: PLC অপারেশনের জন্য কোন পরিমাপ যন্ত্রগুলি প্রয়োজন?
উত্তর: PLC অপারেশনের জন্য পরিমাপ যন্ত্র হিসেবে অ্যামিটার, ভোল্টমিটার, মাল্টিমিটার, ওয়াটমিটার, টেকোমিটার, ক্লিপ অন অ্যামিটার, এবং মেগার ব্যবহার করা হয়।

২. প্রশ্ন: মাল্টিমিটার কীভাবে কাজ করে?
উত্তর: মাল্টিমিটার একটি বহুমুখী যন্ত্র যা ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়, এবং এটি PLC সার্কিটে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক পরিমাপ যাচাই করতে ব্যবহৃত হয়।

৩. প্রশ্ন: টেকোমিটার কীভাবে PLC সিস্টেমে ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: টেকোমিটার রোটেশনাল স্পিড বা মোটর স্পিড পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়, যা PLC সিস্টেমে মোটরের কার্যকারিতা এবং স্পিড নির্ধারণে সাহায্য করে।

৪. প্রশ্ন: ওয়াটমিটার কীভাবে কাজ করে এবং কেন এটি PLC সিস্টেমে গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: ওয়াটমিটার কারেন্ট ও ভোল্টেজের গুণফল থেকে শক্তি (ওয়াট) পরিমাপ করে। এটি PLC সিস্টেমে শক্তি খরচ এবং মোটর বা যন্ত্রপাতির কার্যকারিতা পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়।

৫. প্রশ্ন: ক্লিপ অন অ্যামিটার কীভাবে ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: ক্লিপ অন অ্যামিটার সরাসরি তারের সাথে সংযুক্ত না হয়ে তারের চারপাশে ক্লিপ করে কারেন্ট পরিমাপ করে। এটি PLC সিস্টেমে দ্রুত এবং নিরাপদভাবে কারেন্ট পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়।

৬. প্রশ্ন: মেগার কীভাবে ব্যবহার করা হয় এবং এটি কী জন্য গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: মেগার ইন্সুলেশন প্রতিরোধ পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি PLC সিস্টেমের ইনসুলেশন নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে গুরুত্বপূর্ণ, যাতে শর্ট সার্কিট বা বৈদ্যুতিক বিপদ এড়ানো যায়।

জব শিট (Job Sheet) – ১.২

জবের নামঃ PLC অপারেশনের নির্দিষ্ট প্রয়োজনীয়তার উপর ভিত্তি করে পরিমাপের যন্ত্রসমূহ শনাক্ত করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. বৈদ্যুতিক সার্কিটের প্রয়োজনীয়তা চিহ্নিত করা:
   - PLC সিস্টেমের জন্য ব্যবহৃত সার্কিট বা যন্ত্রপাতির প্রয়োজনীয়তা বুঝুন।
   - সিস্টেমের জন্য প্রয়োজনীয় পরিমাপের ধরন (যেমন ভোল্টেজ, কারেন্ট, শক্তি, প্রতিরোধ) চিহ্নিত করুন।

২. পরিমাপ যন্ত্র নির্বাচন:
   - সিস্টেমের প্রয়োজন অনুযায়ী অ্যামিটার, ভোল্টমিটার, মাল্টিমিটার, ওয়াটমিটার, টেকোমিটার, ক্লিপ অন অ্যামিটার, এবং মেগার নির্বাচন করুন।

৩. যন্ত্রের কার্যকারিতা বুঝুন:
   - প্রতিটি পরিমাপ যন্ত্রের কার্যকারিতা এবং সঠিক ব্যবহারের পদ্ধতি জানুন।
   - এটি বুঝতে সাহায্য করবে কোন যন্ত্র কোন পরিস্থিতিতে ব্যবহার করা উচিত।

৪. পরিমাপ যন্ত্রের সঠিক সংযোগ:
   - পরিমাপ যন্ত্রগুলি সঠিকভাবে সার্কিটের সাথে সংযুক্ত করুন।
   - ভোল্টমিটারটি প্যারালেল এবং অ্যামিটারটি সিরিজ সংযোগে ব্যবহার করুন।

৫. তথ্য সংগ্রহ এবং বিশ্লেষণ:
   - যন্ত্র ব্যবহার করে সঠিক পরিমাপ সংগ্রহ করুন এবং সেগুলির বিশ্লেষণ করুন।
   - যদি কোন সমস্যা বা ত্রুটি চিহ্নিত হয়, তাহলে তা সমাধান করুন।

৬. ত্রুটি সমাধান:
   - পরিমাপ যন্ত্রগুলি ব্যবহার করে সিস্টেমের ত্রুটি চিহ্নিত করুন এবং দ্রুত সমাধান করুন।
   - সমস্যাগুলি চিহ্নিত করার পর, সঠিক মেরামতের পদ্ধতি গ্রহণ করুন।

সতর্কতাঃ

১. কাজ শুরুর আগে সব বৈদ্যুতিক শক্তি বন্ধ করুন।
২. পরিমাপ যন্ত্রগুলির সাথে কাজ করার সময় সঠিক নির্দেশিকা অনুসরণ করুন।
৩. সঠিক যন্ত্রের সেটিং নিশ্চিত করুন, যেমন মাল্টিমিটার বা ভোল্টমিটার।
৪. যন্ত্র ব্যবহারের সময় শর্ট সার্কিট বা অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহ এড়ানোর জন্য সাবধানে কাজ করুন।
৫. বিপজ্জনক ভোল্টেজ বা কারেন্ট পরিমাপ করার সময় নিরাপত্তা প্রটোকল মেনে চলুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ১.২

জবের নামঃ PLC অপারেশনের নির্দিষ্ট প্রয়োজনীয়তার উপর ভিত্তি করে পরিমাপের যন্ত্রসমূহ শনাক্ত করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

১. ইলেকট্রিক্যাল গ্লাভস (Electrical gloves)
   - বৈদ্যুতিক বিপদ থেকে রক্ষা পেতে গ্লাভস ব্যবহার করুন।

২. সেইফটি গগলস (Safety goggles)
   - বৈদ্যুতিক স্প্ল্যাশ বা উল্টানো উপাদান থেকে চোখ রক্ষা করার জন্য।

৩. ফ্লেম-রেসিস্ট্যান্ট পোশাক (Flame-resistant clothing)
   - তাপ এবং আগুন থেকে সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।

৪. সেইফটি বুটস (Safety boots)
   - বৈদ্যুতিক শক এবং দুর্ঘটনা থেকে পা রক্ষা করতে।

৫. হেলমেট (Helmet)
   - মাথার নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. মাল্টিমিটার (Multimeter)
২. অ্যামিটার (Ammeter)
৩. ভোল্টমিটার (Voltmeter)
৪. ওয়াটমিটার (Wattmeter)
৫. টেকোমিটার (Tachometer)
৬. ক্লিপ অন অ্যামিটার (Clip-on Ammeter)
৭. মেগার (Megger)
৮. পেন্সিল ও মার্কার (Pencil & Marker)
৯. ওয়্যার স্ট্রিপার (Wire stripper)
১০. স্ক্রু ড্রাইভার (Screwdriver)

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১. ওয়্যার (Wire)
২. কনেক্টর (Connectors)
৩. ফিউজ (Fuses)
৪. সার্কিট ব্রেকার (Circuit breaker)
৫. রিলে (Relay)
৬. সুইচ (Switch)

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

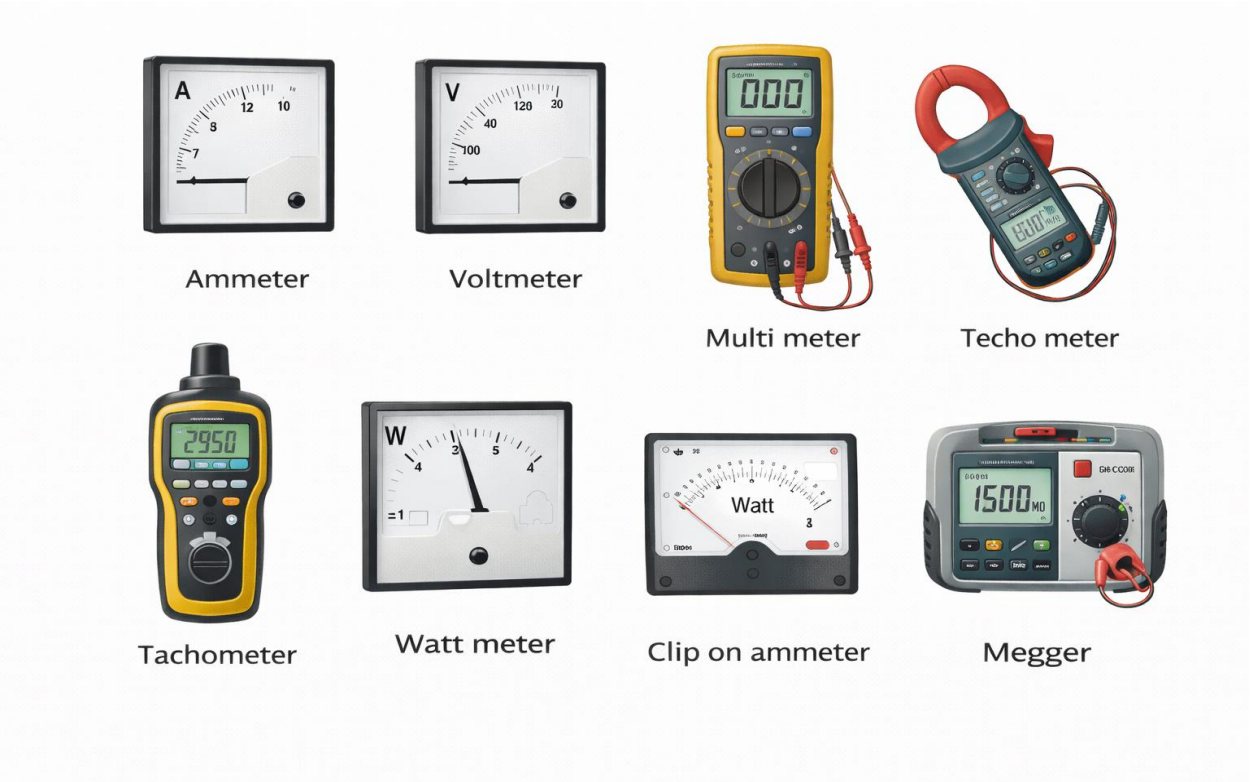


Figure: Measuring Devices/Instruments in detailed Collection

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ১.৩

শিখন ফল-৩: ডিসি (DC) সার্কিট পরীক্ষাগুলি পরিচালনা করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ডিসি সার্কিটে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ (Resistance) পরিমাপ করা এবং ওহমের সূত্র যাচাই করা
- সিরিজ সার্কিট তৈরি এবং পরীক্ষা করা
- প্যারালেল সার্কিট তৈরি এবং পরীক্ষা করা
- একত্রিত সার্কিট (সিরিজ এবং প্যারালেল) তৈরি করা
- সার্কিট তত্ত্বগুলি বাস্তবায়ন এবং যাচাই করা

(ক) ডিসি সার্কিটে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ (Resistance) পরিমাপ করা এবং ওহমের সূত্র যাচাই করাঃ

ওহমের সূত্র (Ohm's Law) হল একটি মৌলিক বৈদ্যুতিক সূত্র যা বলে যে, কোনো সার্কিটে ভোল্টেজ (V) এবং কারেন্ট (I) এর মধ্যে সম্পর্ক এবং প্রতিরোধ (R) এর সম্পর্কের সমীকরণটি হলো:

$$V = I \times R$$

এখানে:

- V হল ভোল্টেজ (Volt),
- I হল কারেন্ট (Ampere),
- R হল প্রতিরোধ (Ohms)।

ওহমের সূত্র যাচাই করার জন্য পরীক্ষণ প্রক্রিয়া:

১. উপাদান নির্বাচন:
ডিসি সার্কিটে পরীক্ষণের জন্য, একটি পাওয়ার সাপ্লাই, রেজিস্টর (Resistance), অ্যামিটার (Ammeter), ভোল্টমিটার (Voltmeter), এবং সংযোগকারী তারের প্রয়োজন হবে।

২. ভোল্টেজ পরিমাপ:
প্রথমে, সার্কিটের মধ্যে ভোল্টেজ মাপুন। ভোল্টমিটারটি সার্কিটের দুটি পয়েন্টের মধ্যে প্যারালেলে সংযুক্ত করতে হবে। ভোল্টমিটার দ্বারা পরিমাপ করা ভোল্টেজ মূল্য পাওয়া যাবে।

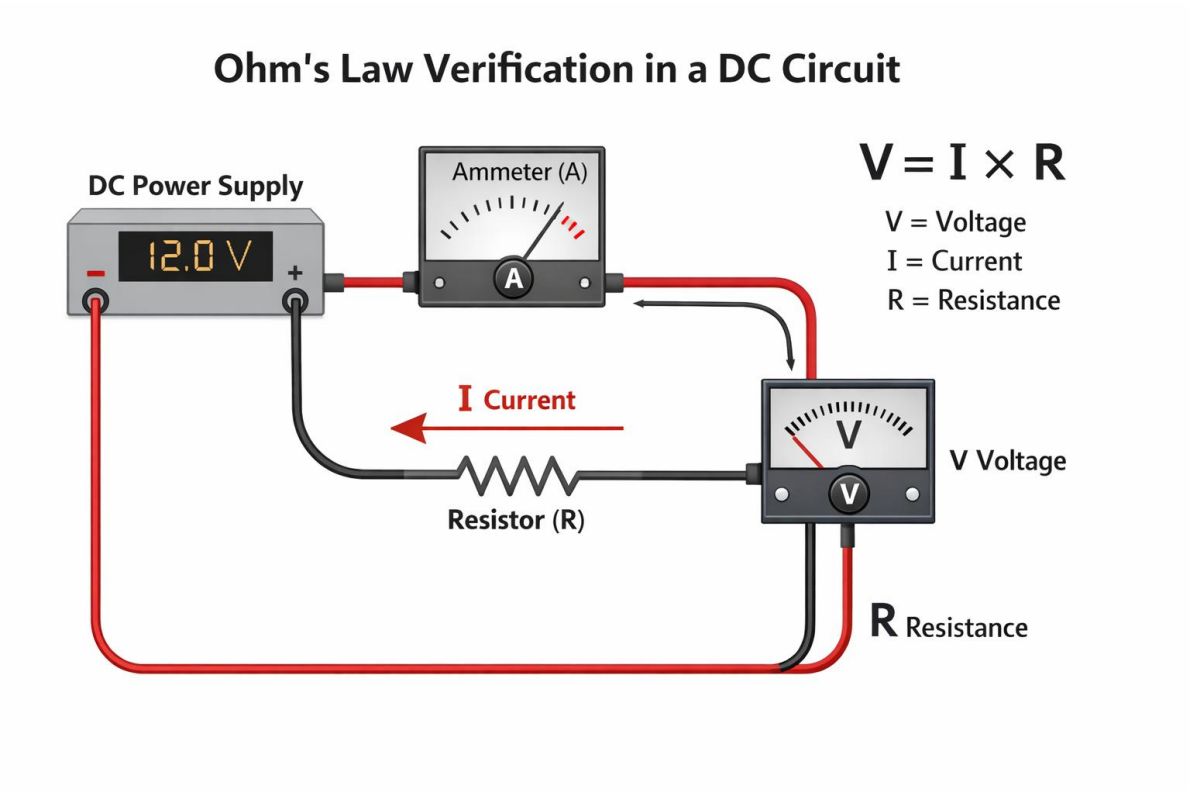
৩. কারেন্ট পরিমাপ:
তারপর, সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট মাপুন। অ্যামিটারটি সিরিজে সার্কিটের মধ্যে সংযুক্ত করতে হবে, যাতে এটি সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট মাপতে পারে।

৪. প্রতিরোধ পরিমাপ:
রেজিস্টরের মান মাপুন, যেটি সাধারণত রেজিস্টরের উপর লেখা থাকে, অথবা মাল্টিমিটার দিয়ে এটি মাপা যেতে পারে। যদি আপনি সার্কিটের রেজিস্টর ব্যবহার করছেন, তবে আপনি এটি সরাসরি মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করতে পারেন।

৫. ওহমের সূত্র যাচাই:
- এখন আপনি ভোল্টেজ, কারেন্ট, এবং প্রতিরোধের মান পেয়েছেন।

- সেগুলির ভিত্তিতে $V = I \times R$ সমীকরণটি পরীক্ষা করুন।
- যদি আপনার পরিমাপ অনুযায়ী ভোল্টেজ এবং কারেন্টের গুণফল প্রতিরোধের সমান হয়, তবে এটি ওহমের সূত্রের সঠিকতা প্রমাণ করবে।

Ohm's Law Verification Circuit Diagram



তদন্তের গুরুত্ব:

- নির্ভুলতা নিশ্চিতকরণ: ডিসি সার্কিটে পরীক্ষণের মাধ্যমে নিশ্চিত করা যায় যে সিস্টেমে সঠিক ভোল্টেজ, কারেন্ট, এবং প্রতিরোধ রয়েছে, যা PLC সিস্টেমের কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করে।
- ত্রুটি শনাক্তকরণ: যদি পরীক্ষণের মাধ্যমে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধের মানে কোনো অস্বাভাবিকতা পাওয়া যায়, তবে এটি সার্কিটে কোনো ত্রুটি বা সমস্যার সংকেত হতে পারে, যা ত্রুটি সমাধানের জন্য সহায়তা করবে।

PLC অপারেশন সম্পর্কিত প্রয়োগ:

PLC সিস্টেমে ওহমের সূত্রের প্রয়োগের মাধ্যমে আমরা নিশ্চিত করতে পারি যে মোটর, রিলে, বা অন্যান্য যন্ত্রপাতির জন্য সঠিক ভোল্টেজ এবং কারেন্ট প্রয়োগ করা হচ্ছে, এবং সিস্টেমটি দক্ষভাবে কাজ করছে। এই পরীক্ষণ পদ্ধতি সার্কিটের ডিজাইন, রক্ষণাবেক্ষণ, এবং উন্নতির জন্য অপরিহার্য।

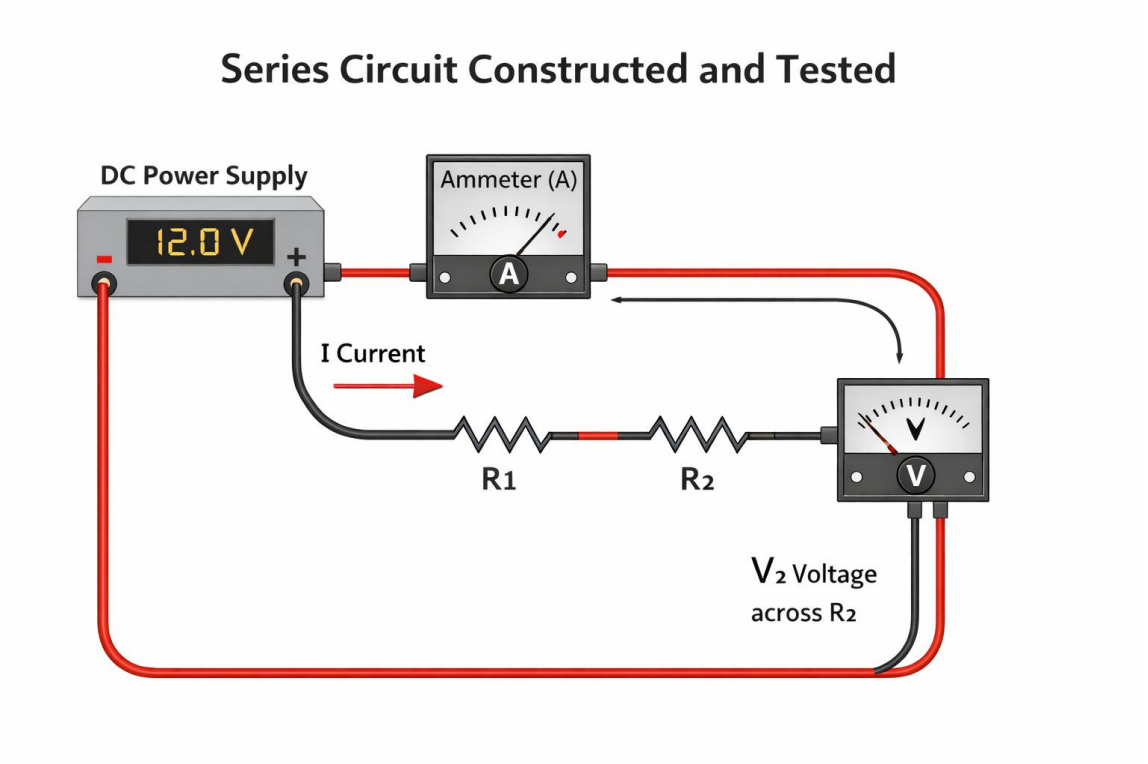
এভাবে, ওহমের সূত্র যাচাই করার মাধ্যমে ডিসি সার্কিটের কার্যক্ষমতা এবং সঠিকতা নিশ্চিত করা যায়, যা PLC অপারেশনে সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা এবং স্থায়িত্ব বজায় রাখতে সাহায্য করে।

(খ) সিরিজ সার্কিট তৈরি এবং পরীক্ষা করাঃ

সিরিজ সার্কিট হল এমন একটি বৈদ্যুতিক সার্কিট যেখানে সমস্ত উপাদান একটি সারিতে সংযুক্ত থাকে, অর্থাৎ, একটি উপাদান থেকে অন্য উপাদানে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য একটাই পথ থাকে। PLC অপারেশন এবং অন্যান্য বৈদ্যুতিক

কাজের জন্য সিরিজ সার্কিট তৈরি এবং পরীক্ষা করা একটি গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ, যা সিস্টেমের কার্যকারিতা যাচাই করতে সহায়ক।

Series Circuit Test Setup Diagram



সিরিজ সার্কিট তৈরি করার পদক্ষেপ:

১. **উপাদান প্রস্তুতি:**
   - একটি DC পাওয়ার সাপ্লাই, রেজিস্টর, অ্যামিটার, ভোল্টমিটার এবং সংযোগের জন্য তারের প্রয়োজন হবে।
   - সমস্ত উপাদান প্রস্তুত করে সার্কিট সংযোগের জন্য প্রস্তুত থাকুন।

২. **সার্কিট সংযোগ:**
   - পাওয়ার সাপ্লাইয়ের **পজিটিভ** টার্মিনাল থেকে একটি তার নিয়ে প্রথম রেজিস্টরের এক প্রান্তে সংযোগ করুন।
   - পরবর্তীতে রেজিস্টরের অপর প্রান্ত থেকে দ্বিতীয় উপাদান (যেমন আরেকটি রেজিস্টর বা অন্য যন্ত্রপাতি) সংযুক্ত করুন এবং এভাবে সব উপাদান একে একে যুক্ত করুন।
   - সর্বশেষ উপাদানটির অপর প্রান্তকে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের **নেগেটিভ** টার্মিনালের সাথে সংযুক্ত করুন।

৩. **অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ:**
   - অ্যামিটারটি **সিরিজ** সংযোগে সার্কিটের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করুন, যাতে এটি সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট পরিমাপ করতে পারে।
   - ভোল্টমিটারটি **প্যারালেল** সংযোগে ব্যবহার করুন, যাতে এটি রেজিস্টরের ভোল্টেজ পরিমাপ করতে পারে।

৪. **সার্কিট পরীক্ষা:**
   - সার্কিটটি চালু করুন এবং অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার দ্বারা কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করুন।
   - পরিমাপের মানগুলি যাচাই করুন এবং নিশ্চিত করুন যে সার্কিটটি সঠিকভাবে কাজ করছে।

সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য:

- **কারেন্ট একরকম থাকে**: সিরিজ সার্কিটে, সমস্ত উপাদান একে অপরের সঙ্গে সংযুক্ত থাকায়, সার্কিটের প্রতিটি পয়েন্টে প্রবাহিত কারেন্ট একরকম থাকে।
- **ভোল্টেজ ভাগ হয়**: সিরিজ সার্কিটে প্রতিটি উপাদানে ভোল্টেজ ভাগ হয়ে যায়। সার্কিটে মোট ভোল্টেজকে প্রতিটি উপাদানে বণ্টন করা হয়।

সিরিজ সার্কিটে পরীক্ষণের উদ্দেশ্য:

১. **ওহমের সূত্র যাচাই**: সিরিজ সার্কিটের মধ্যে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ পরিমাপ করে **ওহমের সূত্র** ($V = I \times R$) যাচাই করা যেতে পারে।

২. **ত্রুটি নির্ণয়**: সিরিজ সার্কিটে কোনও উপাদান যদি কাজ না করে, তাহলে সার্কিট পুরোপুরি বন্ধ হয়ে যেতে পারে, যা ত্রুটি শনাক্ত করতে সহায়ক।

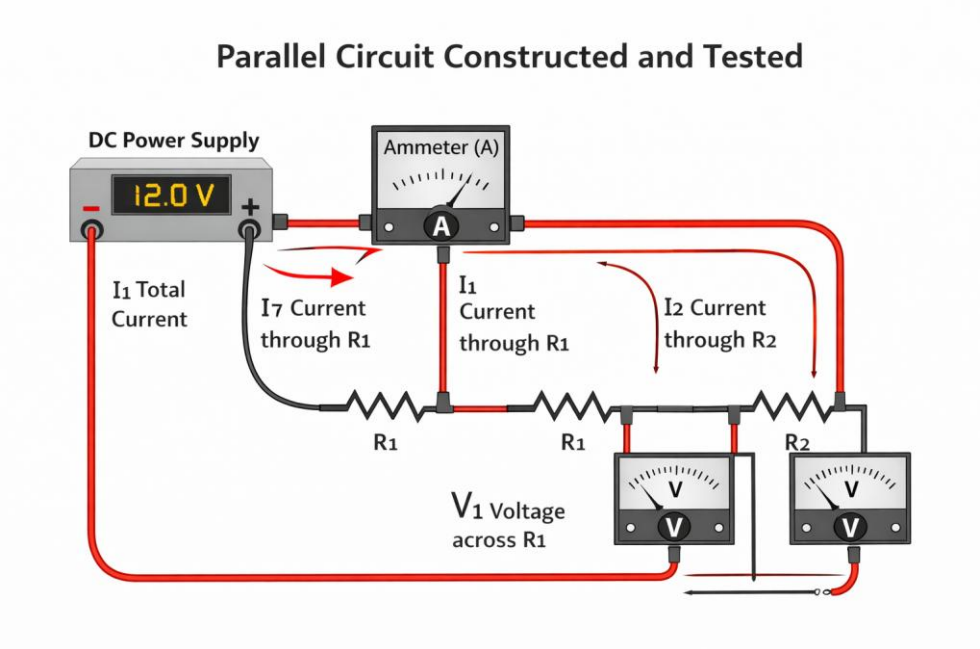
PLC অপারেশনে সিরিজ সার্কিটের গুরুত্ব:

- **নির্ভুলতা**: সিরিজ সার্কিটের মাধ্যমে সিস্টেমের কাজের সঠিকতা যাচাই করা যায়।
- **পদ্ধতি পরীক্ষা**: PLC সিস্টেমে ব্যবহৃত সিরিজ সার্কিট সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষার মাধ্যমে নিশ্চিত করা যায়।
- **নিরাপত্তা**: কোনো ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা দেখা দিলে সিরিজ সার্কিটে তা চিহ্নিত করা সহজ হয়।

(গ) প্যারালেল সার্কিট তৈরি এবং পরীক্ষা করাঃ

প্যারালেল সার্কিট হল এমন একটি বৈদ্যুতিক সার্কিট যেখানে সমস্ত উপাদান একে অপরের সাথে প্যারালেল বা সমান্তরালভাবে সংযুক্ত থাকে। এই ধরনের সার্কিটে প্রতিটি উপাদান আলাদা পথে বিদ্যুৎ পায়, এবং এর ফলে এক উপাদান ব্যাহত হলেও অন্য উপাদানগুলির কার্যকারিতা অব্যাহত থাকে। প্যারালেল সার্কিট PLC অপারেশন সম্পর্কিত বৈদ্যুতিক কাজের জন্য গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি নির্দিষ্ট উপাদানগুলির কার্যকারিতা পরীক্ষা করতে সহায়ক।

Parallel Circuit Diagram with Components



প্যারালেল সার্কিট তৈরি করার পদক্ষেপ:

১. **উপাদান প্রস্তুতি**:
   - একটি DC পাওয়ার সাপ্লাই, রেজিস্টর (Resistance), অ্যামিটার (Ammeter), ভোল্টমিটার (Voltmeter), এবং সংযোগের জন্য তারের প্রয়োজন হবে।

২. **প্যারালেল সার্কিট সংযোগ**:
   - পাওয়ার সাপ্লাইয়ের **পজিটিভ** টার্মিনাল থেকে একটি তার নিয়ে প্রথম রেজিস্টরের পজিটিভ প্রান্তে সংযোগ করুন।
   - প্রতিটি রেজিস্টরের পজিটিভ প্রান্তের সাথে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের পজিটিভ টার্মিনাল প্যারালেলভাবে সংযুক্ত করুন।
   - সমস্ত রেজিস্টরের নেগেটিভ প্রান্তগুলি একসাথে একযোগভাবে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের নেগেটিভ টার্মিনালের সাথে সংযুক্ত করুন।

৩. **অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ**:
   - অ্যামিটারটি **সিরিজ** সংযোগে সার্কিটের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করুন, যাতে এটি সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট পরিমাপ করতে পারে।
   - ভোল্টমিটারটি প্রতিটি রেজিস্টরের প্যারালেল সংযোগে ব্যবহার করুন, যাতে এটি প্রতিটি রেজিস্টরের উপর ভোল্টেজ পরিমাপ করতে পারে।

৪. **সার্কিট পরীক্ষা**:
   - সার্কিটটি চালু করুন এবং অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার দ্বারা কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করুন।
   - পরিমাপের মানগুলি যাচাই করুন এবং নিশ্চিত করুন যে সার্কিটটি সঠিকভাবে কাজ করছে।

প্যারালেল সার্কিটের বৈশিষ্ট্য:

- **ভোল্টেজ একরকম থাকে**: প্যারালেল সার্কিটে সমস্ত উপাদানে ভোল্টেজ একই থাকে, কারণ প্রতিটি উপাদান আলাদা পথে বিদ্যুৎ পায়।
- **কারেন্ট ভাগ হয়**: সার্কিটে মোট কারেন্ট বিভিন্ন উপাদানে ভাগ হয়ে যায়, এবং এটি প্রতিটি রেজিস্টরের মাধ্যমে পৃথকভাবে প্রবাহিত হয়।

প্যারালেল সার্কিটে পরীক্ষণের উদ্দেশ্য:

১. **ওহমের সূত্র যাচাই**: প্যারালেল সার্কিটের মধ্যে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ পরিমাপ করে **ওহমের সূত্র** ($V = I \times R$) যাচাই করা যেতে পারে।

২. **ত্রুটি নির্ণয়**: প্যারালেল সার্কিটে যদি কোন উপাদান কাজ না করে, সার্কিটের অন্যান্য অংশে কোনো সমস্যা হয় না, যা ত্রুটি শনাক্ত করতে সহায়ক।

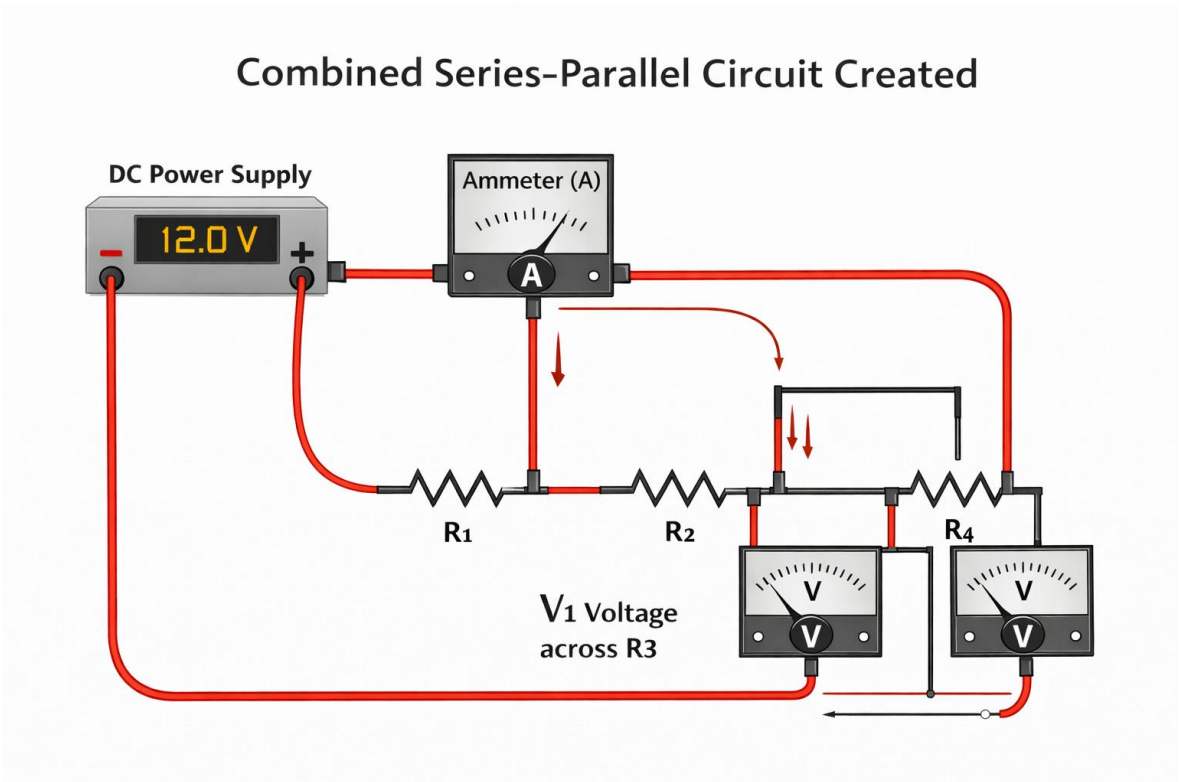
PLC অপারেশনে প্যারালেল সার্কিটের গুরুত্ব:

- **নির্ভুলতা**: প্যারালেল সার্কিটের মাধ্যমে সিস্টেমের কাজের সঠিকতা যাচাই করা যায়।
- **পদ্ধতি পরীক্ষা**: PLC সিস্টেমে ব্যবহৃত প্যারালেল সার্কিট সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষার মাধ্যমে নিশ্চিত করা যায়।
- **নিরাপত্তা**: কোনো ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা দেখা দিলে প্যারালেল সার্কিটে তা চিহ্নিত করা সহজ হয়।

(ঘ) একত্রিত সার্কিট (সিরিজ এবং প্যারালেল) তৈরি করাঃ

কম্বাইন্ড সার্কিট এমন একটি সার্কিট যা **সিরিজ** এবং **প্যারালেল** সার্কিটের সংমিশ্রণ, অর্থাৎ কিছু উপাদান সিরিজে সংযুক্ত থাকে এবং কিছু উপাদান প্যারালেলে সংযুক্ত থাকে। PLC অপারেশনের জন্য কম্বাইন্ড সার্কিট তৈরিকরণ বিষয়টি সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের কার্যকারিতা এবং পরিসীমা পরীক্ষা করতে সহায়তা করে। এই ধরনের সার্কিটে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ সম্পর্কিত বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য একসঙ্গে কাজ করে।

Combined Series-Parallel Circuit Schematic



কম্বাইন্ড সার্কিট তৈরি করার পদক্ষেপ:

১. **উপাদান প্রস্তুতি:**
   - একটি DC পাওয়ার সাপ্লাই, রেজিস্টর (Resistance), অ্যামিটার (Ammeter), ভোল্টমিটার (Voltmeter), এবং সংযোগের জন্য তারের প্রয়োজন হবে।

২. **সিরিজ এবং প্যারালেল উপাদানগুলি সংযোগ করা:**
   - প্রথমে, সিরিজ সার্কিটের অংশ তৈরি করুন। উদাহরণস্বরূপ, দুটি রেজিস্টর সিরিজে সংযুক্ত করুন। এরপর, এই সিরিজ সার্কিটের একটি অংশে প্যারালেল সার্কিট সংযুক্ত করুন।
   - অর্থাৎ, কিছু উপাদান যেমন রেজিস্টর একে অপরের সাথে সিরিজে এবং কিছু উপাদান প্যারালেলে সংযুক্ত থাকবে।

৩. **অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ:**
   - অ্যামিটারটি **সিরিজ** সংযোগে সার্কিটের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করুন, যাতে এটি সার্কিটে প্রবাহিত মোট কারেন্ট পরিমাপ করতে পারে।
   - ভোল্টমিটারটি **প্যারালেল** সংযোগে ব্যবহার করুন, যাতে এটি বিভিন্ন উপাদানে ভোল্টেজ পরিমাপ করতে পারে।

৪. **সার্কিট পরীক্ষা**:
   - সার্কিটটি চালু করুন এবং অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার দ্বারা কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করুন।
   - বিভিন্ন পয়েন্টে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের পরিমাপের মাধ্যমে সার্কিটের কার্যকারিতা যাচাই করুন।

কম্বাইন্ড সার্কিটের বৈশিষ্ট্য:

- **সিরিজ এবং প্যারালেল সার্কিটের সংমিশ্রণ**: এই সার্কিটের মাধ্যমে দুটি ভিন্ন ধরনের সার্কিট একত্রে কাজ করে। সিরিজ সার্কিটে ভোল্টেজ ভাগ হয়ে যায়, তবে প্যারালেল সার্কিটে কারেন্ট ভাগ হয়ে যায়।
- **ভোল্টেজ এবং কারেন্টের বিভাজন**: কম্বাইন্ড সার্কিটে, ভোল্টেজের ভাগ সঠিকভাবে পরীক্ষা করা হয় এবং কারেন্টের প্রবাহও বিভিন্ন অংশে ভাগ হয়ে যায়। এই বৈশিষ্ট্যটি সিস্টেমের দক্ষতা যাচাই করতে সহায়ক।

PLC অপারেশনের জন্য কম্বাইন্ড সার্কিটের গুরুত্ব:

1. **পদার্থবিজ্ঞানের পরীক্ষণ**: কম্বাইন্ড সার্কিটের মাধ্যমে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের পরিবর্তনের প্রভাব বোঝা যায়, যা PLC সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষায় সহায়ক হয়।
2. **বিভিন্ন সার্কিটের কার্যকারিতা যাচাই**: সিরিজ এবং প্যারালেল সার্কিটের সংমিশ্রণ নিশ্চিত করে যে সিস্টেমের বিভিন্ন অংশ একই সময়ে সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা।
3. **ত্রুটি নির্ণয়**: কম্বাইন্ড সার্কিট ব্যবহার করে, সিস্টেমে কোনো ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা দ্রুত চিহ্নিত করা যায়। বিশেষ করে, যখন একাধিক ধরনের সার্কিট একসাথে ব্যবহৃত হয়।

(ঙ) সার্কিট তত্ত্বসমূহ এবং এগুলোর বাস্তবায়ন ও যাচাইকরণঃ

সার্কিট তত্ত্ব (Circuit Theory) হল একটি বৈদ্যুতিক তত্ত্ব যা বৈদ্যুতিক সার্কিটের বিভিন্ন উপাদান এবং তাদের মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করে। এটি সার্কিটের বিভিন্ন অংশ যেমন রেজিস্টর, ক্যাপাসিটর, ইনডাক্টর, সোর্স, সুইচ ইত্যাদির কাজ এবং সেগুলির পারস্পরিক সম্পর্ক সম্পর্কে বিশদ আলোচনা করে।

সার্কিট তত্ত্বের মূল উদ্দেশ্য হল, বৈদ্যুতিক শক্তির প্রবাহ, ভোল্টেজ, কারেন্ট, প্রতিরোধ এবং অন্যান্য বৈদ্যুতিক পরিমাপের ওপর বিভিন্ন সূত্র প্রয়োগ করে সিস্টেমের কার্যকারিতা বুঝতে সাহায্য করা। এটি বিভিন্ন ধরনের সার্কিট যেমন সিরিজ, প্যারালেল, মিশ্র সার্কিট ইত্যাদি বিশ্লেষণ করতে ব্যবহৃত হয়, যা আমাদের বৈদ্যুতিক সিস্টেমের কার্যকরী ডিজাইন এবং সমস্যা সমাধান করতে সহায়ক।

"সার্কিট তত্ত্ব" (Circuit Theorems) এর অধীনে, PLC অপারেশনের জন্য **DC সার্কিট পরীক্ষণের** গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বগুলির ব্যাখ্যা করা হলো:

১. ওহমের সূত্র (Ohm's Law):

ওহমের সূত্র একটি মৌলিক বৈদ্যুতিক সূত্র যা বলে যে, সার্কিটে ভোল্টেজ (V), কারেন্ট (I), এবং প্রতিরোধ (R) এর মধ্যে সম্পর্ক হলো:

$$V = I \times R$$

এটি বোঝায় যে, ভোল্টেজ বর্তমানের সাথে প্রতিরোধের গুণফল সমান হয়। এই সূত্রটি DC সার্কিটে ব্যবহৃত হয় এবং এটি PLC সিস্টেমে বিদ্যুৎ প্রবাহের সঠিকতা নির্ধারণ করতে গুরুত্বপূর্ণ।

২. কার্চফের ভোল্টেজ আইন (Kirchhoff's Voltage Law):

কার্চফের ভোল্টেজ আইন বলে যে, একটি সার্কিটের যেকোনো বন্ধ লুপে (closed loop) সমস্ত ভোল্টেজের যোগফল শূন্য হবে। এটি মেনে চলে যে, লুপের মাধ্যমে প্রবাহিত কারেন্টের কারণে যেকোনো উপাদান (রেজিস্টর, ক্যাপাসিটর) দ্বারা সৃষ্ট ভোল্টেজের যোগফল সমান হবে সার্কিটের বাইরের পাওয়ার সোর্সের ভোল্টেজের যোগফলের।

৩. কার্চফের কারেন্ট আইন (Kirchhoff's Current Law):

কার্চফের কারেন্ট আইন বলে যে, একটি সার্কিটের কোনো নোডে (junction) প্রবাহিত কারেন্টের যোগফল শূন্য হবে। এটি বোঝায় যে, কোন নোডে প্রবাহিত ইনপুট কারেন্টের যোগফল, আউটপুট কারেন্টের যোগফলের সমান হবে। এটি সার্কিটের ভিতরের কারেন্ট প্রবাহের ভারসাম্য রক্ষা করতে সহায়ক।

৪. থেভেনিনের তত্ত্ব (Thevenin's Theorem):

থেভেনিনের তত্ত্ব বলে যে, একটি যে কোনো সার্কিটকে একটি **থেভেনিন সমতুল্য সার্কিটে** রূপান্তর করা যেতে পারে, যা একটি ভোল্টেজ সোর্স এবং সিরিজে একটি রেজিস্টরের সমন্বয়ে গঠিত। এই তত্ত্বটি সার্কিটকে সহজভাবে বিশ্লেষণ এবং পরীক্ষা করতে সাহায্য করে, বিশেষ করে যখন PLC অপারেশনের জন্য একটি নির্দিষ্ট অংশ বা লোডের উপর পরীক্ষা চালানো হয়।

৪.১ নরটনের তত্ত্ব (Norton's Theorem):

নরটনের তত্ত্ব বলে যে, একটি জটিল সার্কিটকে একটি **নরটন সমতুল্য সার্কিট**-এ রূপান্তর করা যেতে পারে, যা একটি কারেন্ট সোর্স এবং প্যারালেলে একটি রেজিস্টরের সমন্বয়ে গঠিত। এই তত্ত্বটি থেভেনিনের তত্ত্বের বিপরীত এবং এটি সার্কিট বিশ্লেষণকে আরও সহজ করে তোলে।

৪.২ সুপারপজিশন তত্ত্ব (Superposition Theorem):

সুপারপজিশন তত্ত্ব বলে যে, একটি সার্কিটে একাধিক সোর্স (ভোল্টেজ বা কারেন্ট সোর্স) থাকলে, প্রতিটি সোর্সের প্রভাব আলাদা আলাদা করে বিবেচনা করা যেতে পারে। এর পরে, প্রতিটি সোর্সের প্রভাব যোগ করে সার্কিটের সমগ্র প্রতিক্রিয়া পাওয়া যায়। এটি বিশেষভাবে ব্যবহারী যখন একটি সার্কিটে একাধিক উৎস থাকে এবং PLC অপারেশনের জন্য নির্দিষ্ট অংশ পরীক্ষা করা হয়।

PLC অপারেশনে সার্কিট তত্ত্বের গুরুত্ব:

১. **ওহমের সূত্র**: PLC সিস্টেমের সঠিক ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ নিশ্চিত করতে ওহমের সূত্র ব্যবহৃত হয়।
২. **কার্চফের আইন**: সার্কিটে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের সঠিক বিতরণ এবং পরিমাপের জন্য কির্চফের আইন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।
৩. **থেভেনিনের ও নরটনের তত্ত্ব**: এই তত্ত্বগুলি সার্কিট বিশ্লেষণ সহজ করে এবং PLC সিস্টেমের অংশগুলির কার্যকারিতা মূল্যায়নে সহায়ক।
৪. **সুপারপজিশন তত্ত্ব**: একাধিক ভোল্টেজ বা কারেন্ট সোর্সের প্রভাব পর্যালোচনার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়, বিশেষ করে PLC সিস্টেমের বিভিন্ন ইনপুট এবং আউটপুট পরীক্ষার সময়।

এই তত্ত্বগুলি **PLC অপারেশনের** সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের কার্যকারিতা পরীক্ষা করতে এবং সঠিকভাবে সার্কিট ডিজাইন এবং বিশ্লেষণ করতে সহায়তা করে।

সার্কিট তত্ত্বগুলি বাস্তবায়ন এবং যাচাইকরণ:

সার্কিট তত্ত্ব বাস্তবায়ন এবং যাচাই করার প্রক্রিয়া হলো বৈদ্যুতিক সার্কিটের বিভিন্ন তত্ত্ব যেমন ওহমের সূত্র, কির্চফের আইন, থেভেনিনের তত্ত্ব, নরটনের তত্ত্ব এবং সুপারপজিশন তত্ত্বকে ব্যবহার করে সার্কিটের কার্যকারিতা যাচাই করা। PLC অপারেশনের জন্য DC সার্কিট পরীক্ষণের সময়, এই তত্ত্বগুলি ব্যবহার করে সার্কিটের ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ সম্পর্কিত বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য পরীক্ষা করা হয়।

প্রক্রিয়া:

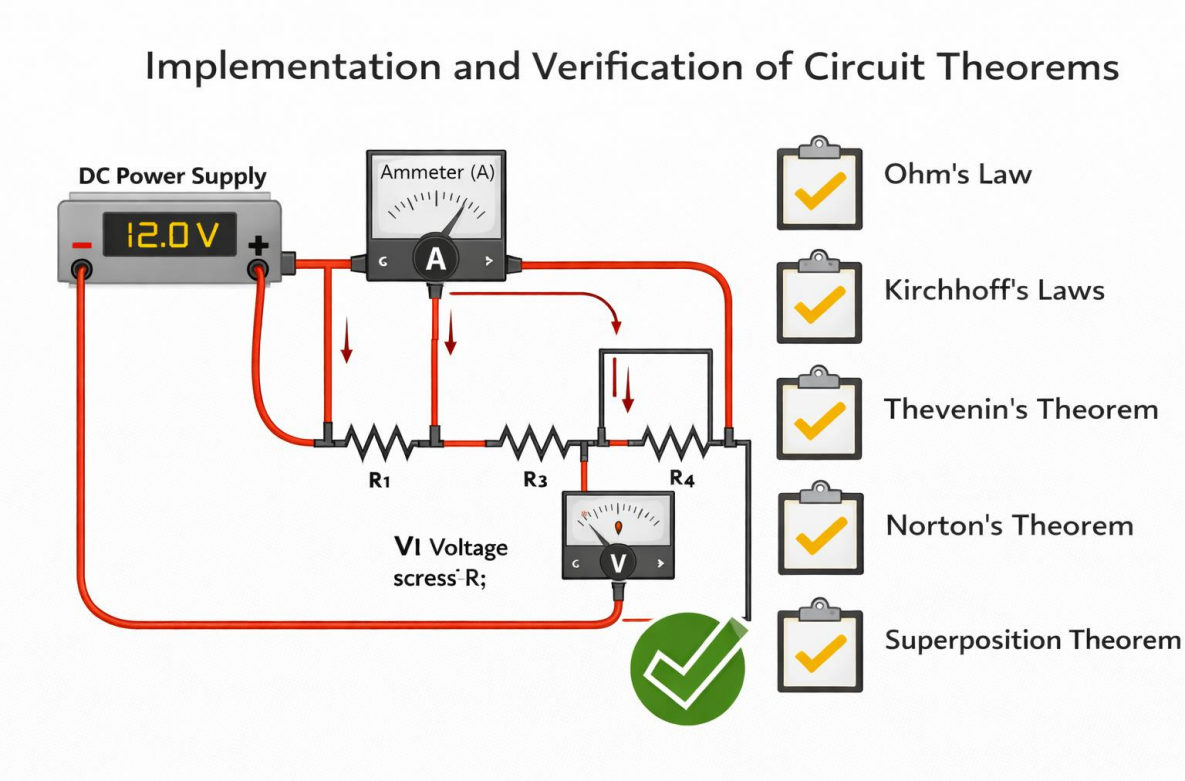
১. তত্ত্ব বাস্তবায়ন: সার্কিটের মধ্যে উপাদানগুলির সংযোগ এবং কনফিগারেশন অনুযায়ী তত্ত্বগুলো প্রয়োগ করা হয়।
২. পরিমাপ করা: ভোল্টেজ, কারেন্ট, প্রতিরোধ ইত্যাদি পরিমাপ করে তত্ত্বগুলির সঠিকতা যাচাই করা হয়।
৩. ফলাফল যাচাই: সার্কিটের মাধ্যমে পাওয়া ফলাফলগুলি তত্ত্বের সাথে তুলনা করা হয় এবং নিশ্চিত করা হয় যে তত্ত্বগুলো সঠিকভাবে বাস্তবায়িত হচ্ছে।

PLC অপারেশনে এর গুরুত্ব:

- সার্কিটের কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে সার্কিট তত্ত্বগুলি ব্যবহার করা হয়।
- তত্ত্বগুলো সঠিকভাবে প্রয়োগ করলে সিস্টেমের অপারেশন আরও নির্ভুল এবং নিরাপদ হয়।
- সিস্টেমের অস্বাভাবিকতা বা ত্রুটি দ্রুত চিহ্নিত করা সম্ভব হয়।

এইভাবে, সার্কিট তত্ত্বগুলি বাস্তবায়ন ও যাচাই করে, PLC অপারেশনে সঠিক ও কার্যকরী সার্কিট ডিজাইন নিশ্চিত করা যায়।

Circuit Theorem Implementation and Verification



সেলফ চেক (Self-check) – ১.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ওহমের সূত্র কী?

২. DC সার্কিটে ওহমের সূত্র কীভাবে যাচাই করা যায়?

৩. সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য কী?

৪. সিরিজ সার্কিট তৈরির জন্য কী কী উপাদান প্রয়োজন?

৫. প্যারালেল সার্কিটের বৈশিষ্ট্য কী?

৬. প্যারালেল সার্কিটের জন্য কোন উপাদানগুলি প্রয়োজন?

৭. কম্বাইন্ড সার্কিটের অর্থ কী?

৮. সিরিজ এবং প্যারালেল সার্কিটের মধ্যে পার্থক্য কী?

৯. কার্চফের ভোল্টেজ আইন কী?

১০. কার্চফের কারেন্ট আইন কী?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ১.৩

১. ওহমের সূত্র কী?
উত্তর: ওহমের সূত্র বলে যে, একটি সার্কিটে ভোল্টেজ (V) এবং কারেন্ট (I) এর মধ্যে সম্পর্ক হচ্ছে (V = I X R), যেখানে R হল প্রতিরোধ (Resistance)।

২. DC সার্কিটে ওহমের সূত্র কীভাবে যাচাই করা যায়?
উত্তর: DC সার্কিটে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ পরিমাপ করে ওহমের সূত্র যাচাই করা যায়। যদি (V = I X R) হয়, তবে ওহমের সূত্র সঠিক।

৩. সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য কী?
উত্তর: সিরিজ সার্কিটে সমস্ত উপাদান একে অপরের সাথে সংযুক্ত থাকে, এবং কারেন্ট একরকম থাকে, তবে ভোল্টেজ ভাগ হয়ে যায়।

৪. সিরিজ সার্কিট তৈরির জন্য কী কী উপাদান প্রয়োজন?
উত্তর: সিরিজ সার্কিট তৈরির জন্য রেজিস্টর (R), ভোল্টেজ সোর্স, অ্যামিটার, এবং ভোল্টমিটার প্রয়োজন।

৫. প্যারালেল সার্কিটের বৈশিষ্ট্য কী?
উত্তর: প্যারালেল সার্কিটে, প্রতিটি উপাদান প্যারালেলে সংযুক্ত থাকে, এবং ভোল্টেজ একরকম থাকে, তবে কারেন্ট ভাগ হয়ে যায়।

৬. প্যারালেল সার্কিটের জন্য কোন উপাদানগুলি প্রয়োজন?
উত্তর: প্যারালেল সার্কিটের জন্য রেজিস্টর (R), ভোল্টেজ সোর্স, অ্যামিটার, এবং ভোল্টমিটার প্রয়োজন।

৭. কম্বাইন্ড সার্কিটের অর্থ কী?
উত্তর: কম্বাইন্ড সার্কিট হল এমন একটি সার্কিট যেখানে সিরিজ এবং প্যারালেল সার্কিটের সংমিশ্রণ থাকে।

৮. সিরিজ এবং প্যারালেল সার্কিটের মধ্যে পার্থক্য কী?
উত্তর: সিরিজ সার্কিটে কারেন্ট একরকম থাকে, তবে প্যারালেল সার্কিটে কারেন্ট ভাগ হয়ে যায়। সিরিজে ভোল্টেজ ভাগ হয়ে যায়, তবে প্যারালেলে ভোল্টেজ একরকম থাকে।

৯. কার্চফের ভোল্টেজ আইন কী?
উত্তর: কার্চফের ভোল্টেজ আইন বলে যে, একটি বন্ধ লুপে সমস্ত ভোল্টেজের যোগফল শূন্য হবে।

১০. কার্চফের কারেন্ট আইন কী?
উত্তর: কার্চফের কারেন্ট আইন বলে যে, একটি নোডে প্রবাহিত কারেন্টের যোগফল শূন্য হবে, অর্থাৎ, ইনপুট কারেন্টের যোগফল আউটপুট কারেন্টের যোগফলের সমান হবে।

জব শিট (Job Sheet) – ১.৩

জবের নামঃ কম্বাইন্ড সার্কিট (সিরিজ এবং প্যারালেল) তৈরি করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. উপাদান নির্বাচন:
   - রেজিস্টর (R), ইনডাক্টর (L), ক্যাপাসিটর (C), এবং পাওয়ার সাপ্লাই নির্বাচন করুন।
   - প্রতিটি উপাদানের মান সঠিকভাবে নির্বাচন করতে হবে যাতে সার্কিট সঠিকভাবে কাজ করতে পারে।
২. সিরিজ সার্কিট তৈরি:
   - প্রথমে রেজিস্টর (R) সিরিজে সংযুক্ত করুন।
   - সিরিজ সার্কিটে, একে অপরের সাথে সব উপাদান সংযুক্ত করতে হবে যাতে কারেন্ট একরকম থাকে এবং ভোল্টেজ ভাগ হয়ে যায়।
৩. প্যারালেল সার্কিট তৈরি:
   - প্যারালেল সার্কিটে, উপাদানগুলি একে অপরের সাথে প্যারালেলভাবে সংযুক্ত করুন।
   - প্যারালেল সার্কিটে ভোল্টেজ একরকম থাকে, তবে কারেন্ট ভাগ হয়ে যায়।
৪. কম্বাইন্ড সার্কিট সংযোগ:
   - সিরিজ এবং প্যারালেল সার্কিটের উপাদানগুলির সংমিশ্রণ তৈরি করুন। উদাহরণস্বরূপ, একটি সিরিজ সার্কিটের মধ্যে একটি প্যারালেল সার্কিট যোগ করা।
৫. অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ:
   - অ্যামিটার (Ammeter) সিরিজে সংযুক্ত করুন, যাতে কারেন্ট পরিমাপ করা যায়।
   - ভোল্টমিটার (Voltmeter) প্যারালেলে সংযুক্ত করুন, যাতে ভোল্টেজ পরিমাপ করা যায়।
৬. সার্কিট পরীক্ষা:
   - সার্কিট চালু করুন এবং অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার দিয়ে কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করুন।
   - ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান যাচাই করুন এবং নিশ্চিত করুন যে সার্কিটটি সঠিকভাবে কাজ করছে।

সতর্কতাঃ

১. বিদ্যুৎ সাপ্লাই পরীক্ষা: সার্কিট তৈরি করার আগে সঠিকভাবে পাওয়ার সাপ্লাই চেক করুন।
২. কাজ শুরুর আগে বিদ্যুৎ বন্ধ নিশ্চিত করুন, যাতে সার্কিট সংযোগের সময় কোন দুর্ঘটনা না ঘটে।
৩. প্রতিটি উপাদানকে সঠিকভাবে সংযুক্ত করুন এবং নিশ্চিত করুন যে কোনো শর্ট সার্কিট নেই।
৪. পরীক্ষণের সময় ভারী লোড না দেয়ার চেষ্টা করুন, এটি সার্কিটের উপাদানগুলির ক্ষতি করতে পারে।
৫. সার্কিট চালানোর সময় উচ্চ তাপমাত্রা হতে পারে, তাই সুরক্ষা ব্যবস্থা রাখুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ১.৩

জবের নামঃ কম্বাইন্ড সার্কিট (সিরিজ এবং প্যারালেল) তৈরি করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

১. ইলেকট্রিক্যাল গ্লাভস (Electrical gloves): বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা পেতে।
২. সেইফটি গগলস (Safety goggles): চোখের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।

৩. ফ্লেম-রেসিস্ট্যান্ট পোশাক (Flame-resistant clothing): বৈদ্যুতিক আগুন বা তাপ থেকে সুরক্ষা।
৪. সেইফটি বুটস (Safety boots): পায়ের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
৫. হেলমেট (Helmet): মাথার সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।

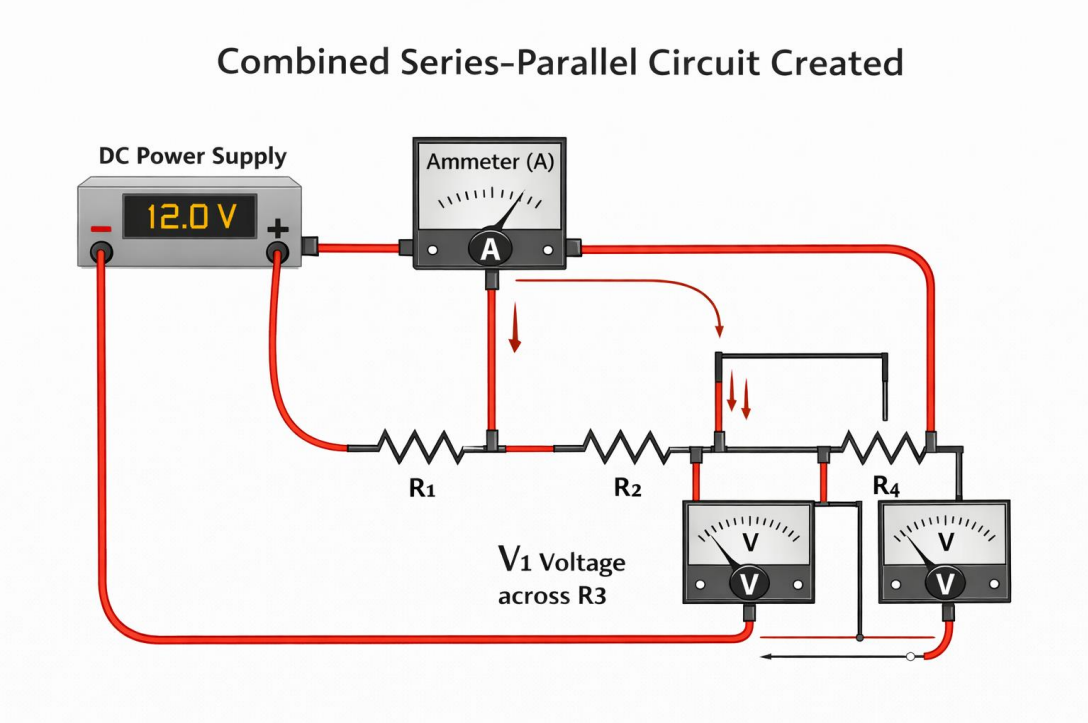
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

1. মাল্টিমিটার (Multimeter): ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ পরিমাপ করতে।
2. পাওয়ার সাপ্লাই (Power Supply): সার্কিট চালানোর জন্য সঠিক ভোল্টেজ সরবরাহ করতে।
3. অ্যামিটার (Ammeter): কারেন্ট পরিমাপ করতে।
4. ভোল্টমিটার (Voltmeter): ভোল্টেজ পরিমাপ করতে।
5. ওয়্যার স্ট্রিপার (Wire stripper): তার কাটা এবং প্রস্তুত করার জন্য।
6. স্ক্রু ড্রাইভার (Screwdriver): উপাদানগুলির সংযোগ করার জন্য।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১. রেজিস্টর (R): ভিন্ন ভিন্ন মানের রেজিস্টর।
২. ইনডাক্টর (L): নির্দিষ্ট মানের ইনডাক্টর।
৩. ক্যাপাসিটর (C): নির্দিষ্ট ক্যাপাসিট্যান্সের ক্যাপাসিটর।
৪. পাওয়ার সাপ্লাই: সঠিক শক্তি সরবরাহের জন্য।
৫. তার (Wires): সার্কিট সংযোগ করার জন্য।
৬. ফিউজ (Fuse): সার্কিটের সুরক্ষার জন্য।
৭. সুইচ (Switch): সার্কিট চালু বা বন্ধ করার জন্য।

ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



Combined Series-Parallel Circuit Schematic

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ১.৪

শিখন ফল-৪: এসি (AC) সার্কিট তৈরি এবং বাস্তবায়ন করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

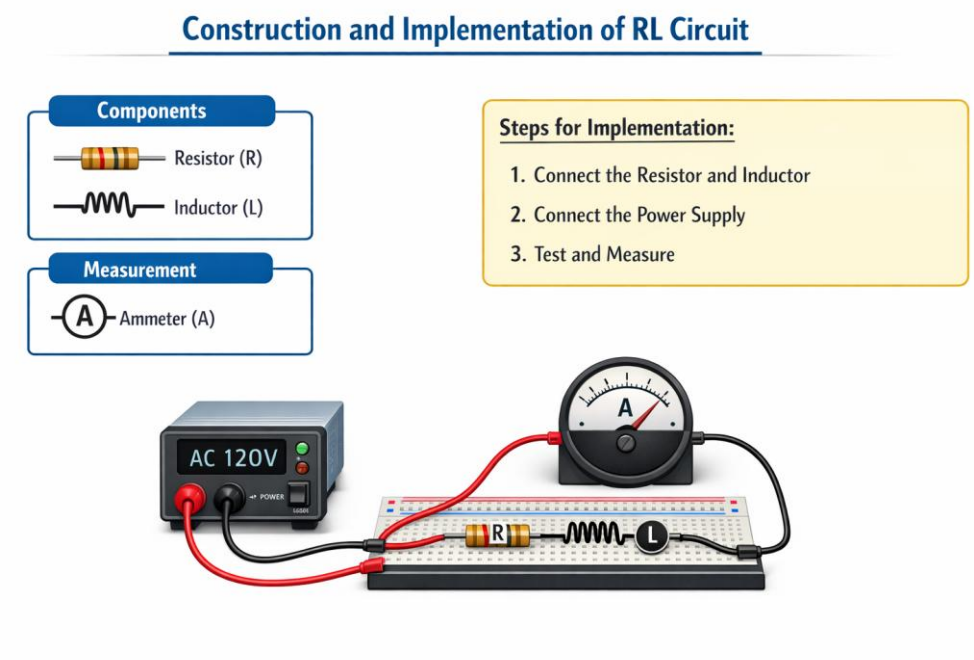
বিষয়বস্তু (Contents):

- RL সার্কিট তৈরিকরণ এবং বাস্তবায়ন
- RC সার্কিট তৈরিকরণ এবং বাস্তবায়ন
- রেজিস্টর (R) এবং ক্যাপাসিটর (C) উপাদানগুলি সংযুক্তকরণ
- RLC সার্কিট তৈরিকরণ এবং বাস্তবায়ন
- রেজোন্যান্স (Resonance) সার্কিট ডিজাইন এবং বাস্তবায়ন

(ক) RL সার্কিট তৈরিকরণ এবং বাস্তবায়নঃ

RL সার্কিট এমন একটি বৈদ্যুতিক সার্কিট যা **রেজিস্টর (R)** এবং **ইনডাক্টর (L)** দ্বারা গঠিত। এটি সাধারণত **AC সার্কিট**-এ ব্যবহৃত হয়, যেখানে রেজিস্টর এবং ইনডাক্টরের সংমিশ্রণ মাধ্যমে কারেন্টের প্রবাহ নিয়ন্ত্রিত হয় এবং ভোল্টেজের সাথে সম্পর্কিত রিঅ্যাকটিভ প্রকৃতি তৈরি হয়। **PLC অপারেশনে**, RL সার্কিটগুলি সঠিকভাবে শক্তি প্রবাহ, সংকেত ফিল্টারিং এবং সিস্টেমের কার্যক্ষমতা নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।

RL Circuit Components and Setup Diagram



RL সার্কিটের নির্মাণের পদক্ষেপ:

১. **উপাদান নির্বাচন:**

RL সার্কিট তৈরি করতে, প্রথমে **রেজিস্টর (R)** এবং **ইনডাক্টর (L)** নির্বাচন করুন, যেগুলির মান (প্রতিরোধ এবং

ইনডাক্ট্যান্স) সঠিকভাবে নির্ধারণ করতে হবে।

এছাড়াও, একটি **AC পাওয়ার সাপ্লাই** (ভোল্টেজ সোর্স) এবং পরিমাপের জন্য অ্যামিটার, ভোল্টমিটার ইত্যাদি উপকরণ প্রয়োজন হবে।

২. **সার্কিটের সংযোগ**:
   - **রেজিস্টর (R)** এবং **ইনডাক্টর (L)** সিরিজে বা প্যারালেলে সংযুক্ত করা যেতে পারে। সাধারণত **সিরিজ সংযোগ** ব্যবহৃত হয় যেখানে প্রথমে রেজিস্টর এবং তার পরে ইনডাক্টর সংযুক্ত করা হয়।
   - সার্কিটের মধ্যে **অ্যামিটার** সংযুক্ত করুন, যাতে কারেন্ট পরিমাপ করা যায় এবং **ভোল্টমিটার** ব্যবহার করে ভোল্টেজ পরিমাপ করুন।

৩. **সার্কিটে প্যারালেল এবং সিরিজ সংযোগ**:
   - একসঙ্গে কিছু উপাদান সিরিজে এবং কিছু প্যারালেলে সংযুক্ত করা যেতে পারে। এই কম্বাইন্ড সার্কিটের মাধ্যমে সার্কিটের কার্যকারিতা নিরীক্ষণ করা সহজ হয়, বিশেষ করে **RL সার্কিট**-এর সময়-ভিত্তিক পরিবর্তন পরীক্ষা করতে।

৪. **প্রবাহ এবং প্রতিরোধের পরিমাপ**:
   - **কারেন্ট (I)** এবং **ভোল্টেজ (V)** পরিমাপ করুন, এবং **ওহমের সূত্র (V = I × R)** প্রয়োগ করে নিশ্চিত করুন যে সার্কিট সঠিকভাবে কাজ করছে।

৫. **বৈদ্যুতিক শক্তির বিশ্লেষণ**:
   - **ইনডাক্টর** এবং **রেজিস্টরের প্রভাব** যাচাই করতে, ভোল্টেজ এবং কারেন্টের পার্থক্য এবং তফাত পর্যালোচনা করুন। ইনডাক্টরের কারণে ভোল্টেজ ও কারেন্টের মধ্যে একটি **ফেজ শিফট** (Phase shift) থাকতে পারে, যা **AC সিস্টেমে** বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ।

RL সার্কিটের বাস্তবায়ন:

১. **ব্যবহার**: RL সার্কিট সাধারণত **ফিল্টারিং**, **সিগন্যাল লেভেল নিয়ন্ত্রণ**, এবং **স্টেবল কারেন্ট সাপ্লাই** নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়। PLC সিস্টেমে ইনডাক্টরের কারণে সংকেতের পর্যাপ্ত নিয়ন্ত্রণ এবং সিস্টেমের নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়।

২. **বিশ্লেষণ**:
   - ইনডাক্টরের কারণে **কারেন্টে বিলম্ব** (lag) এবং ভোল্টেজের পরিবর্তন ঘটবে, যা PLC সিস্টেমের নিরাপত্তা এবং সঠিক অপারেশন নিশ্চিত করতে সাহায্য করবে।
   - RL সার্কিটের মাধ্যমে সিস্টেমের ফেজ শিফট এবং শক্তি ক্ষতি পর্যালোচনা করা যাবে।

৩. **ত্রুটি নির্ণয়**:
   - কোনো সমস্যা বা ত্রুটি চিহ্নিত করতে, RL সার্কিটের মধ্যে ইনডাক্টর এবং রেজিস্টরের প্রভাব পরীক্ষা করুন।
   - ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা দেখা দিলে, সঠিকভাবে ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ পরিমাপ করুন।

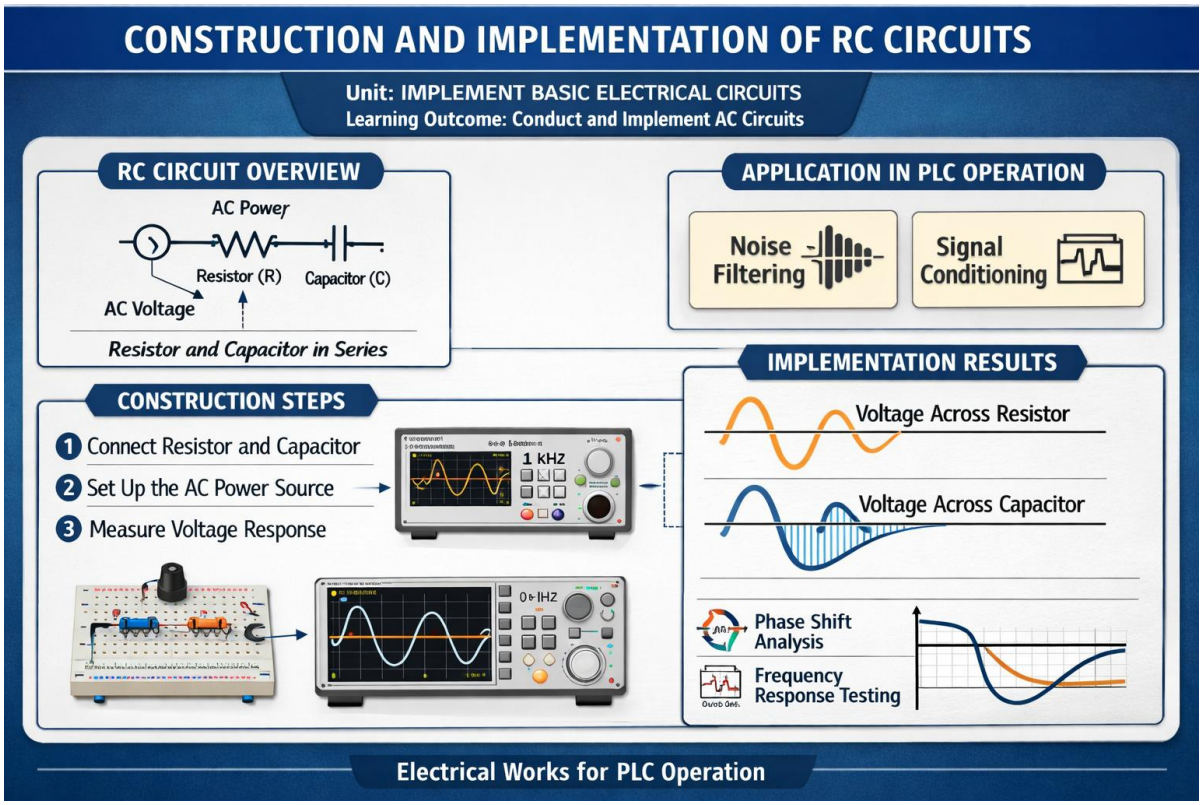
PLC অপারেশনে RL সার্কিটের গুরুত্ব:

- **শক্তি সঞ্চয় এবং স্থিতিশীলতা**: RL সার্কিট শক্তির সঞ্চয় এবং সার্কিটের স্থিতিশীলতা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে।
- **প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ**: সিস্টেমের সঠিক শক্তি এবং সংকেত নিয়ন্ত্রণে RL সার্কিট গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।
- **ত্রুটি সমাধান**: এটি PLC সিস্টেমে নির্দিষ্ট উপাদানের কার্যকারিতা বিশ্লেষণ করে ত্রুটি সমাধান করতে সাহায্য করে।

(খ) RC সার্কিট তৈরি এবং বাস্তবায়নঃ

RC সার্কিট একটি বৈদ্যুতিক সার্কিট যা **রেজিস্টর (R)** এবং **ক্যাপাসিটর (C)** দ্বারা গঠিত। এটি **AC সার্কিট**-এ ব্যবহৃত হয় এবং এর মধ্যে রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটরের সংমিশ্রণ বিদ্যুৎ প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করে। **PLC অপারেশনের** জন্য RC সার্কিট গুরুত্বপূর্ণ কারণ এটি সিস্টেমের শক্তি নিয়ন্ত্রণ, সংকেত ফিল্টারিং এবং সিগন্যাল প্রক্রিয়াকরণে ব্যবহৃত হয়।

RC Circuit Construction and Implementation guide



RC সার্কিটের নির্মাণের পদক্ষেপ:

১. **উপাদান নির্বাচন:**
RC সার্কিট তৈরি করতে, প্রথমে একটি **রেজিস্টর (R)** এবং একটি **ক্যাপাসিটর (C)** নির্বাচন করুন। রেজিস্টরের মান এবং ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্স সঠিকভাবে নির্বাচন করা উচিত যাতে সার্কিটের কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করা যায়।

২. **সার্কিট সংযোগ:**
   - **রেজিস্টর (R)** এবং **ক্যাপাসিটর (C)** সিরিজে বা প্যারালেলে সংযুক্ত করা যেতে পারে। সাধারণত **সিরিজ সংযোগ** ব্যবহার করা হয় যেখানে প্রথমে রেজিস্টর এবং পরে ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করা হয়।
   - পাওয়ার সাপ্লাইয়ের **পজিটিভ** প্রান্ত থেকে একটি তার রেজিস্টরের পজিটিভ প্রান্তে সংযোগ করুন এবং ক্যাপাসিটরের পজিটিভ প্রান্তের সাথে সংযুক্ত করুন।
   - ক্যাপাসিটরের নেগেটিভ প্রান্তকে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের **নেগেটিভ** প্রান্তের সাথে সংযুক্ত করুন।

৩. **অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ:**
   - **অ্যামিটার** (Ammeter) সার্কিটের মধ্যে **সিরিজ** সংযোগে অন্তর্ভুক্ত করুন, যাতে এটি সার্কিটে প্রবাহিত মোট কারেন্ট পরিমাপ করতে পারে।

- **ভোল্টমিটার** (Voltmeter) প্যারালেল সংযোগে ব্যবহার করুন, যাতে এটি ক্যাপাসিটরের উপর ভোল্টেজ পরিমাপ করতে পারে।

৪. **সার্কিট পরীক্ষা**:
- সার্কিটটি চালু করুন এবং অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার দ্বারা কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করুন।
- **ওহমের সূত্র** ($V = I \times R$) প্রয়োগ করে পরীক্ষণের ফলাফল যাচাই করুন।

RC সার্কিটের বাস্তবায়ন পদক্ষেপ:

১. **উপাদান নির্বাচন**:
- প্রথমে **রেজিস্টর (R)** এবং **ক্যাপাসিটর (C)** নির্বাচন করুন, যেগুলির মান (প্রতিরোধ এবং ক্যাপাসিট্যান্স) সঠিকভাবে নির্ধারণ করা উচিত।
- **AC পাওয়ার সাপ্লাই** নির্বাচন করুন যাতে সঠিক ফ্রিকোয়েন্সি এবং ভোল্টেজ সরবরাহ করতে পারে।
- **অ্যামিটার (Ammeter)** এবং **ভোল্টমিটার (Voltmeter)** ব্যবহার করুন যা সার্কিটের মধ্যে কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করতে সাহায্য করবে।

২. **সার্কিট সংযোগ**:
- **রেজিস্টর (R)** এবং **ক্যাপাসিটর (C)** সিরিজে বা প্যারালেলে সংযুক্ত করা যেতে পারে। সাধারণত **সিরিজ সংযোগ** ব্যবহার করা হয়, যেখানে প্রথমে রেজিস্টর এবং পরে ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করা হয়।
- সার্কিটের **পজিটিভ** প্রান্তে রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটরের **পজিটিভ** প্রান্ত সংযুক্ত করুন এবং পরে সার্কিটের **নেগেটিভ** প্রান্তে ক্যাপাসিটরের **নেগেটিভ** প্রান্ত সংযুক্ত করুন।
- **অ্যামিটার** সিরিজ সংযোগে এবং **ভোল্টমিটার** প্যারালেলে সংযুক্ত করুন।

৩. **সার্কিট পরীক্ষা**:
- সার্কিট চালু করুন এবং **অ্যামিটার** এবং **ভোল্টমিটার** দিয়ে পরিমাপ করুন।
- সার্কিটে প্রবাহিত **কারেন্ট (I)** এবং **ভোল্টেজ (V)** পরিমাপ করুন।
- **ওহমের সূত্র ($V = I \times R$)** প্রয়োগ করে সার্কিটের ফলাফল যাচাই করুন।
- **ফেজ শিফট**: RC সার্কিটে **ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যে ফেজ শিফট** তৈরি হয়, এটি পরিমাপ করুন। ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যে বিলম্ব হওয়ার কারণে সিস্টেমের কার্যকারিতা নিশ্চিত করা যায়।

৪. **ফিল্টারিং কার্যকলাপ**:
- RC সার্কিটের মাধ্যমে সিস্টেমের ইনপুট সিগন্যাল ফিল্টার করুন। এতে অপ্রয়োজনীয় ফ্রিকোয়েন্সি বা সংকেত দূর করা যায় এবং প্রয়োজনীয় সংকেত গ্রহণ করা হয়।
- **ফিল্টার টাইপ**: Low-pass filter বা High-pass filter হিসেবে RC সার্কিট ব্যবহার করা যেতে পারে, যেখানে নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির সংকেত অন্য সংকেত থেকে আলাদা করা হয়।

৫. **কার্যকারিতা যাচাই**:
- সার্কিটের ফাংশনাল পরীক্ষা করুন। ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরিমাপের মাধ্যমে নিশ্চিত করুন যে সার্কিট সঠিকভাবে কাজ করছে এবং কোনও ত্রুটি নেই।
- ইনপুট এবং আউটপুট সিগন্যালের সম্পর্ক পর্যালোচনা করুন এবং সেগুলির নির্ভুলতা যাচাই করুন।

PLC অপারেশনের জন্য RC সার্কিটের গুরুত্ব:

১. **শক্তি সঞ্চয়**: RC সার্কিট শক্তি সঞ্চয় করতে সহায়ক, বিশেষ করে যখন দীর্ঘ সময় ধরে স্থিতিশীল শক্তি সরবরাহ প্রয়োজন হয়। PLC সিস্টেমের মোটর বা যন্ত্রের কার্যক্ষমতা বজায় রাখতে এটি সহায়ক।

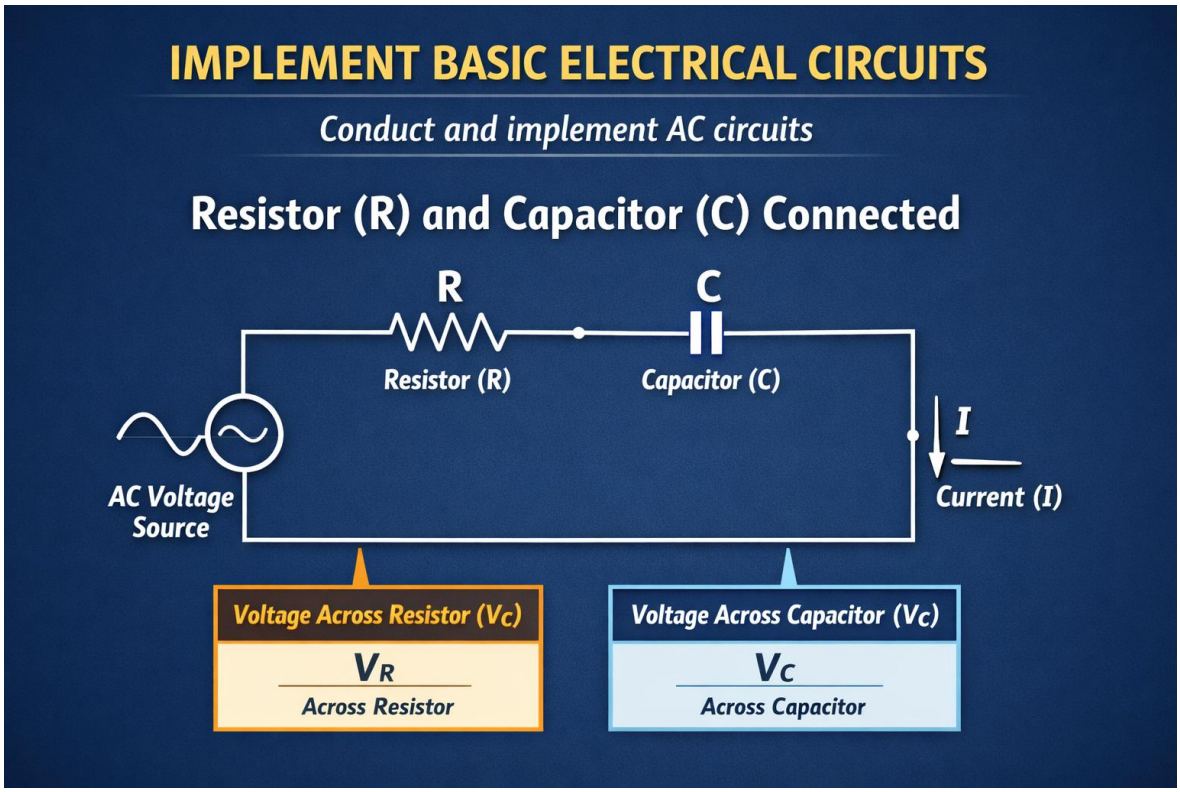
২. **ফিল্টারিং এবং সিগন্যাল প্রক্রিয়াকরণ**: RC সার্কিটের মাধ্যমে সিগন্যাল ফিল্টার করা যায়, যা PLC সিস্টেমের সঠিক সংকেত বিশ্লেষণ এবং প্রক্রিয়াকরণের জন্য অপরিহার্য। এটি সিস্টেমে যেকোনো গোলযোগ বা অপ্রয়োজনীয় সংকেত দূর করতে সাহায্য করে।

৩. **স্থিতিশীলতা এবং নিয়ন্ত্রণ**: RC সার্কিট সিস্টেমের শক্তি প্রবাহ এবং সিগন্যালের গুণগত মান নিয়ন্ত্রণ করে, যা PLC সিস্টেমের স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে সাহায্য করে।

(গ) রেজিস্টর (R) এবং ক্যাপাসিটর (C) উপাদানগুলি সংযুক্তকরণঃ

রেজিস্টর (R) এবং **ক্যাপাসিটর (C)** দুটি গুরুত্বপূর্ণ বৈদ্যুতিক উপাদান যা **AC সার্কিট**-এ ব্যবহৃত হয়। PLC অপারেশন সম্পর্কিত বৈদ্যুতিক কাজের জন্য এই উপাদানগুলির সঠিক সংযোগ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ তারা সার্কিটের বিদ্যুৎ প্রবাহ এবং শক্তি ব্যবস্থাপনায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

AC Circuit with Resistor and Capacitor



রেজিস্টর (R) এবং ক্যাপাসিটর (C) সংযোগের পদক্ষেপ:

১. **রেজিস্টরের কাজ**:
   - রেজিস্টর একটি বৈদ্যুতিক উপাদান যা বৈদ্যুতিক কারেন্টের প্রবাহকে সীমিত করে। এটি শক্তির ক্ষতি বা উত্পাদন করে না, তবে সার্কিটের কারেন্টের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে। PLC সিস্টেমে রেজিস্টরটি শক্তির ব্যবহার এবং সার্কিটের নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে গুরুত্বপূর্ণ।

২. **ক্যাপাসিটরের কাজ**:
   - ক্যাপাসিটর একটি বৈদ্যুতিক উপাদান যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে সঞ্চয় করে এবং যখন প্রয়োজন হয়, তখন এটি মুক্তি দেয়। এটি **AC সার্কিট**-এ সিগন্যাল ফিল্টারিং, শক্তি সঞ্চয় এবং সার্কিটের সময়সীমা নিয়ন্ত্রণে

ব্যবহৃত হয়। PLC সিস্টেমের জন্য ক্যাপাসিটর অনেক গুরুত্বপূর্ণ, বিশেষত যখন নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির সংকেতের উপর নিয়ন্ত্রণ প্রয়োগ করা হয়।

৩. **সিরিজ সংযোগ:**
   - **রেজিস্টর (R)** এবং **ক্যাপাসিটর (C)** সিরিজে সংযুক্ত করতে হবে। সিরিজ সংযোগে, একটি উপাদান থেকে অন্য উপাদানে বর্তমান প্রবাহিত হয়। প্রথমে রেজিস্টর এবং তারপর ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করুন।
   - এতে সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্টের জন্য একটি নির্দিষ্ট পথ তৈরি হবে এবং উভয় উপাদান একে অপরের প্রভাব ফেলবে।

৪. **প্যারালেল সংযোগ:**
   - কখনও কখনও, রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটর প্যারালেলে সংযুক্ত করা হতে পারে, তবে সাধারণত সিরিজ সংযোগ ব্যবহৃত হয় যখন তাদের সম্মিলিত প্রতিক্রিয়া নির্ধারণ করা হয়।

৫. **অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ:**
   - সার্কিটে **অ্যামিটার (Ammeter)** সিরিজে সংযুক্ত করুন, যাতে কারেন্ট পরিমাপ করা যায়।
   - **ভোল্টমিটার (Voltmeter)** প্যারালেল সংযোগে সংযুক্ত করুন, যাতে রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটরের উপর ভোল্টেজ পরিমাপ করা যায়।

৬. **সার্কিট পরীক্ষা:**
   - সার্কিট চালু করুন এবং পরিমাপ যন্ত্র (অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার) দিয়ে কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করুন।
   - পরিমাপের ফলাফল যাচাই করুন এবং নিশ্চিত করুন যে সার্কিটটি সঠিকভাবে কাজ করছে এবং রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটরের কার্যক্ষমতা ঠিক রয়েছে।

PLC অপারেশনের জন্য রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটরের সংযোগের গুরুত্ব:

১. **কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ**: রেজিস্টর সিস্টেমের কারেন্ট প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করে, যা PLC সিস্টেমের নিরাপত্তা এবং কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে।

২. **শক্তি সঞ্চয় এবং সিগন্যাল ফিল্টারিং**: ক্যাপাসিটর সিগন্যাল ফিল্টারিং এবং শক্তি সঞ্চয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়, যা PLC সিস্টেমের বিভিন্ন সেন্সর বা কম্পোনেন্টের কার্যকারিতা উন্নত করতে সাহায্য করে।

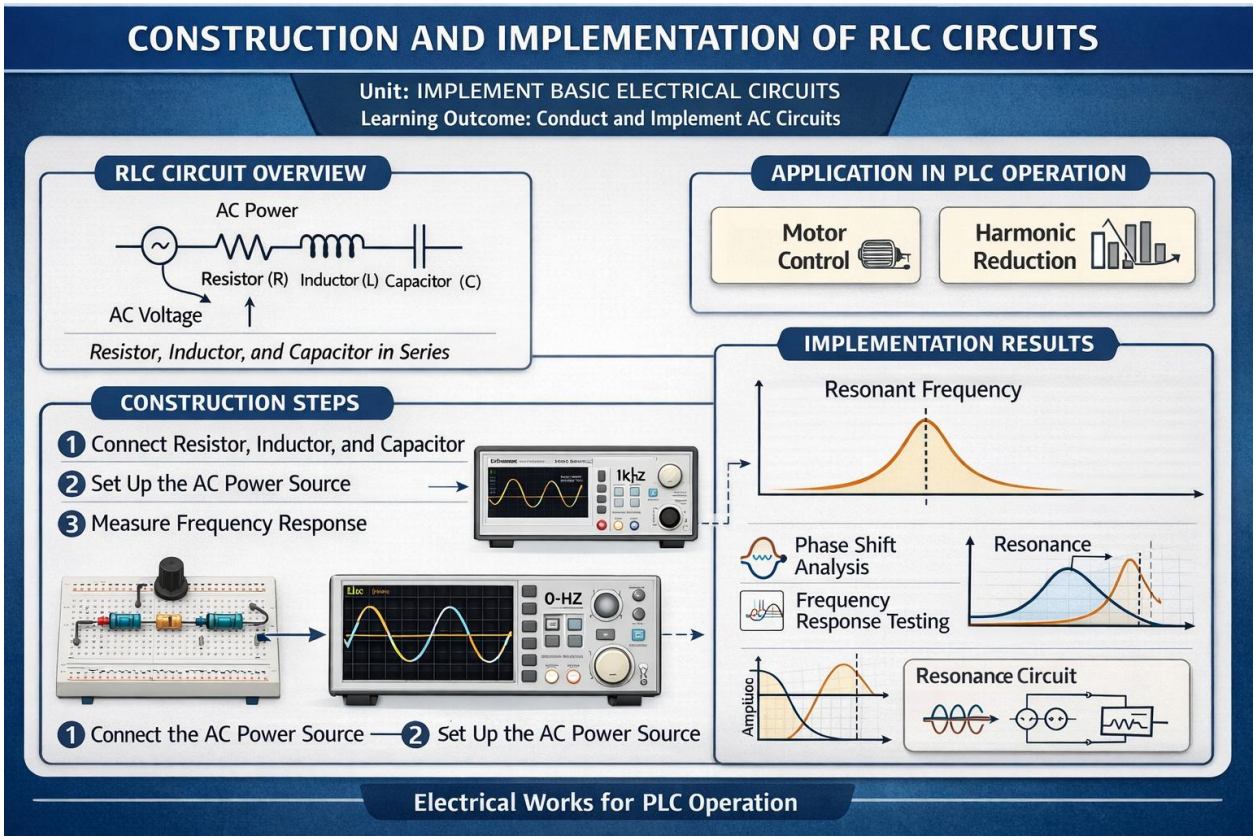
৩. **ফেজ শিফট**: রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটরের সংমিশ্রণে **ফেজ শিফট** ঘটে, যার কারণে কারেন্ট এবং ভোল্টেজের মধ্যে একটি বিলম্ব তৈরি হয়। এটি PLC সিস্টেমে সঠিকভাবে কাজ করতে সহায়ক হয়, বিশেষত যখন ইনপুট সিগন্যালগুলির উপর নিয়ন্ত্রণ করতে হয়।

৪. **সিগন্যাল এবং শক্তি নিয়ন্ত্রণ**: এই দুটি উপাদান, যখন একসাথে সংযুক্ত হয়, তখন শক্তি প্রবাহ এবং সিগন্যাল নিয়ন্ত্রণে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ স্থিতিশীলতা এনে দেয়, যা PLC অপারেশনের কার্যকারিতা পরীক্ষা করতে এবং উন্নত করতে সাহায্য করে।

(ঘ) RLC সার্কিট তৈরি এবং বাস্তবায়নঃ

RLC সার্কিট এমন একটি বৈদ্যুতিক সার্কিট যা **রেজিস্টর (R)**, **লেবরেটরি (L)**, এবং **ক্যাপাসিটর (C)** দ্বারা গঠিত। এই সার্কিটটি **AC (Alternating Current)** সিস্টেমে ব্যবহৃত হয় এবং সার্কিটের কার্যকারিতা ও সংকেত নিয়ন্ত্রণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। **PLC অপারেশন** সম্পর্কিত কাজের জন্য RLC সার্কিট শক্তি নিয়ন্ত্রণ, সিগন্যাল ফিল্টারিং এবং সার্কিটের পরিসীমা বৃদ্ধি করতে সাহায্য করে।

Construction and Implementation of RLC Circuits



RLC সার্কিটের নির্মাণের পদক্ষেপ:

১. **উপাদান নির্বাচন:**
   - **রেজিস্টর (R)**: সিস্টেমের কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করতে রেজিস্টর নির্বাচন করুন।
   - **ইনডাক্টর (L)**: ইনডাক্টর, যেটি বৈদ্যুতিক শক্তিকে চৌম্বক শক্তিতে রূপান্তরিত করে এবং সার্কিটে কারেন্টের পরিবর্তন ধীর করে।
   - **ক্যাপাসিটর (C)**: ক্যাপাসিটর, যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে সঞ্চয় করে এবং প্রয়োজন হলে তা মুক্তি দেয়। এটি সংকেত ফিল্টারিং এবং শক্তি সঞ্চয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।

২. **সার্কিটের সংযোগ:**
   - **রেজিস্টর (R)**, **ইনডাক্টর (L)** এবং **ক্যাপাসিটর (C)** সিরিজে বা প্যারালেলে সংযুক্ত করা যেতে পারে। সাধারণত, এই উপাদানগুলিকে **সিরিজে** সংযুক্ত করা হয়, যেখানে প্রথমে রেজিস্টর এবং পরে ইনডাক্টর এবং ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করা হয়।
   - প্রথমে **রেজিস্টর** (R) এবং পরে **ইনডাক্টর (L)** এবং **ক্যাপাসিটর (C)** সংযুক্ত করুন।
   - পাওয়ার সাপ্লাইয়ের **পজিটিভ** প্রান্তে প্রথম উপাদান সংযুক্ত করুন এবং **নেগেটিভ** প্রান্তে অন্য প্রান্তে সংযুক্ত করুন।

৩. **অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ:**
   - **অ্যামিটার (Ammeter)** সিরিজ সংযোগে সার্কিটে সংযুক্ত করুন, যাতে এটি সার্কিটে প্রবাহিত মোট কারেন্ট পরিমাপ করতে পারে।
   - **ভোল্টমিটার (Voltmeter)** প্যারালেলে সংযুক্ত করুন, যাতে রেজিস্টর, ইনডাক্টর এবং ক্যাপাসিটরের মধ্যে ভোল্টেজ পরিমাপ করা যায়।

৪. **সার্কিট পরীক্ষা**:
   - সার্কিট চালু করুন এবং অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার দ্বারা কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করুন।
   - **ওহমের সূত্র (V = I × R)** প্রয়োগ করে পরীক্ষণের ফলাফল যাচাই করুন।

RLC সার্কিটের বৈশিষ্ট্য:

১. **ফেজ শিফট**:
   - RLC সার্কিটে **ফেজ শিফট** ঘটে, যেখানে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যে একটি বিলম্ব তৈরি হয়। ইনডাক্টরের কারণে, কারেন্ট ভোল্টেজের পিছনে (lag) থাকে এবং ক্যাপাসিটরের কারণে, কারেন্ট ভোল্টেজের আগে (lead) থাকতে পারে।

২. **প্রতিরোধ (R)**:
   - রেজিস্টর সার্কিটে কারেন্টের প্রবাহের মাত্রা কমাতে সহায়ক এবং এটি শক্তির ক্ষতির কারণ হতে পারে।

৩. **ইনডাক্টর (L)**:
   - ইনডাক্টর বর্তমানের পরিবর্তনকে প্রতিরোধ করে, যার ফলে কারেন্ট ধীরগতিতে পরিবর্তিত হয়। এটি চৌম্বক শক্তি তৈরি করে।

৪. **ক্যাপাসিটর (C)**:
   - ক্যাপাসিটর সার্কিটে শক্তি সঞ্চয় করে এবং যখন প্রয়োজন হয় তা মুক্তি দেয়, যার ফলে বিদ্যুৎ প্রবাহের নিয়ন্ত্রণে সহায়তা হয়।

RLC সার্কিটের বাস্তবায়ন পদক্ষেপ:

১. **উপাদান নির্বাচন**:
   - **রেজিস্টর (R)**: সার্কিটের মাধ্যমে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করতে রেজিস্টর নির্বাচন করা হয়।
   - **ইনডাক্টর (L)**: এটি বৈদ্যুতিক শক্তিকে চৌম্বক শক্তিতে রূপান্তরিত করে এবং কারেন্টের পরিবর্তনকে ধীর করে।
   - **ক্যাপাসিটর (C)**: ক্যাপাসিটর সার্কিটে শক্তি সঞ্চয় করে এবং এটি সংকেতের পরিবর্তন অথবা ফিল্টারিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।
   - **AC পাওয়ার সাপ্লাই**: সার্কিট চালানোর জন্য একটি AC পাওয়ার সাপ্লাই প্রয়োজন।

২. **সার্কিট সংযোগ**:
   - **রেজিস্টর (R)**, **ইনডাক্টর (L)** এবং **ক্যাপাসিটর (C)** সিরিজে সংযুক্ত করা হয়। প্রথমে রেজিস্টর, পরে ইনডাক্টর এবং তারপর ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করা হয়।
   - সার্কিটের মধ্যে **AC পাওয়ার সাপ্লাই** এর পজিটিভ এবং নেগেটিভ টার্মিনাল সংযুক্ত করতে হবে।

৩. **প্যারালেল বা সিরিজ সংযোগ**:
   - **RLC সার্কিট** সিরিজ সংযোগ বা প্যারালেল সংযোগে তৈরি করা যেতে পারে। তবে, অধিকাংশ ক্ষেত্রে **সিরিজ সংযোগ** ব্যবহৃত হয়।
   - সিরিজ সংযোগে, ভোল্টেজ ভাগ হয়ে যায় এবং কারেন্ট এক রকম থাকে। প্যারালেল সংযোগে, ভোল্টেজ এক রকম থাকে এবং কারেন্ট ভাগ হয়ে যায়।

৪. **অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ**:
   - **অ্যামিটার** (Ammeter) সিরিজে সংযুক্ত করুন, যাতে কারেন্ট পরিমাপ করা যায়।
   - **ভোল্টমিটার** (Voltmeter) প্যারালেলে সংযুক্ত করুন, যাতে রেজিস্টর, ইনডাক্টর এবং ক্যাপাসিটরের উপর ভোল্টেজ পরিমাপ করা যায়।

৫. **সার্কিট পরীক্ষা**:
   - সার্কিটটি চালু করুন এবং **অ্যামিটার** ও **ভোল্টমিটার** দিয়ে কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করুন।
   - **ওহমের সূত্র** ($V = I \times R$) প্রয়োগ করে পরীক্ষণের ফলাফল যাচাই করুন।
৬. **ফেজ শিফট এবং রিঅ্যাকটিভ পাওয়ার**:
   - **RLC সার্কিটে** ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যে **ফেজ শিফট** (Phase Shift) ঘটবে, কারণ ইনডাক্টর এবং ক্যাপাসিটর ফেজ পরিবর্তন করে। এটি সার্কিটের সঠিক কার্যকারিতা যাচাই করতে গুরুত্বপূর্ণ।
   - **রিঅ্যাকটিভ পাওয়ার** পরিমাপ করুন, যেটি ইনডাক্টর এবং ক্যাপাসিটরের কারণে তৈরি হয়।

PLC অপারেশনের জন্য RLC সার্কিটের গুরুত্ব:

১. **শক্তি নিয়ন্ত্রণ**: RLC সার্কিট PLC সিস্টেমের শক্তি প্রবাহ নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়। এটি নিশ্চিত করে যে সিস্টেমে বিদ্যুৎ প্রবাহ সঠিকভাবে হবে এবং শক্তির অপচয় কম হবে।
২. **সিগন্যাল ফিল্টারিং**: RLC সার্কিট সিগন্যাল ফিল্টারিং এবং উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির সংকেত অপসারণ করতে ব্যবহৃত হয়, যা PLC সিস্টেমের সংকেতের গুণগত মান উন্নত করতে সহায়ক।
৩. **স্থিতিশীলতা বজায় রাখা**: PLC সিস্টেমের স্থিতিশীলতা এবং নির্ভুলতা বজায় রাখতে RLC সার্কিট গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, কারণ এটি শক্তি এবং সংকেতের গতি নিয়ন্ত্রণ করে।
৪. **ফেজ শিফট এবং রিঅ্যাকটিভ পাওয়ার**: RLC সার্কিটের মাধ্যমে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যে ফেজ শিফট এবং রিঅ্যাকটিভ পাওয়ার পরীক্ষা করা যায়, যা সিস্টেমের সঠিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করে।

(ঙ) রেজোন্যান্স (Resonance) সার্কিট ডিজাইন এবং বাস্তবায়নঃ

রিজোনেন্স সার্কিট (Resonance Circuit):

রিজোনেন্স সার্কিট এমন একটি সার্কিট যেখানে ইনডাক্টর (L) এবং ক্যাপাসিটর (C) একে অপরের সাথে সমন্বিতভাবে কাজ করে। নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে, ইনডাক্টরের ইনডাকটিভ প্রতিরোধ এবং ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ একে অপরকে বাতিল করে দেয়, এবং সার্কিটের মধ্যে সর্বাধিক শক্তি প্রবাহিত হয়। এই ফ্রিকোয়েন্সিকে রিজোন্যান্ট ফ্রিকোয়েন্সি (Resonant frequency) বলা হয়। এটি সার্কিটের শক্তি শোষণ সর্বাধিক হতে সহায়ক এবং সংকেত প্রক্রিয়াকরণে ব্যবহৃত হয়।

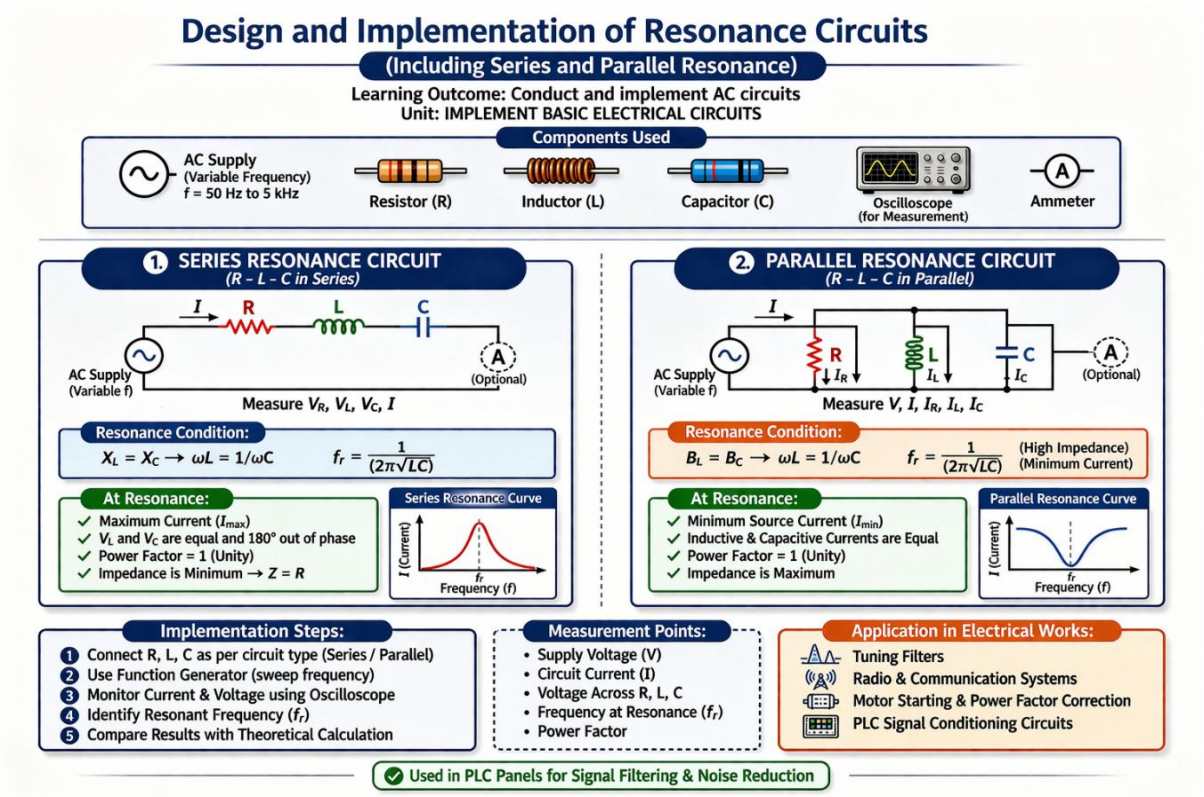
সিরিজ রিজোনেন্স (Series Resonance):

সিরিজ রিজোনেন্স একটি ধরণের রিজোনেন্স সার্কিট যেখানে ইনডাক্টর (L) এবং ক্যাপাসিটর (C) সিরিজ সংযুক্ত থাকে। এই সার্কিটে, নির্দিষ্ট রিজোন্যান্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে, ইনডাক্টিভ এবং ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ একে অপরকে পরিপূরক করে এবং সার্কিটের ইম্পিডেন্স সর্বনিম্ন হয়ে যায়। এর ফলে, সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট সর্বাধিক হয়ে থাকে। সিরিজ রিজোনেন্স সাধারণত ফিল্টারিং এবং শক্তি সঞ্চয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।

প্যারালেল রিজোনেন্স (Parallel Resonance):

প্যারালেল রিজোনেন্স সার্কিটে, ইনডাক্টর (L) এবং ক্যাপাসিটর (C) প্যারালেল সংযুক্ত থাকে। এখানে, রিজোন্যান্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে, ইনডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ একে অপরকে বাতিল করে এবং সার্কিটের ইম্পিডেন্স সর্বোচ্চ হয়ে যায়, যার ফলে সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট সর্বনিম্ন হয়। প্যারালেল রিজোনেন্স সার্কিট সাধারণত সংকেত ফিল্টারিং, সিগন্যাল সিলেকশন এবং শক্তি সঞ্চয় করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

Design and implementation of resonance circuits



রিজোনেন্স সার্কিটের ডিজাইন এবং বাস্তবায়ন:

১. **উপাদান নির্বাচন:**

- **ইনডাক্টর (L)** এবং **ক্যাপাসিটর (C)** নির্বাচন করুন। রিজোনেন্স অবস্থায়, ইনডাক্টর এবং ক্যাপাসিটরের রেজোন্যান্ট ফ্রিকোয়েন্সি সঠিকভাবে নির্বাচিত হতে হবে।
- **রেজোন্যান্ট ফ্রিকোয়েন্সি (f_0)** হলো সেই ফ্রিকোয়েন্সি, যেখানে ইনডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ একে অপরকে সমন্বিত করে এবং সার্কিটের প্রতিক্রিয়া সর্বোচ্চ হয়ে থাকে। এই ফ্রিকোয়েন্সি নির্বাচন করা জরুরি, কারণ সঠিক ফ্রিকোয়েন্সি না থাকলে সার্কিটটি কার্যকরীভাবে কাজ করবে না।

২. **সার্কিট সংযোগ:**

- **ইনডাক্টর** এবং **ক্যাপাসিটর** সিরিজে বা প্যারালেলে সংযুক্ত করা যেতে পারে। রিজোনেন্স সার্কিটে সাধারণত **সিরিজ সংযোগ** ব্যবহৃত হয়, যেখানে ইনডাক্টর এবং ক্যাপাসিটর একে অপরের সাথে সরাসরি সংযুক্ত থাকে।
- প্রথমে **ইনডাক্টর (L)** এবং তারপর **ক্যাপাসিটর (C)** সংযুক্ত করুন।

৩. **পাওয়ার সাপ্লাই:**

- একটি **AC পাওয়ার সাপ্লাই** ব্যবহার করুন যা নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সি দিয়ে কাজ করবে, কারণ রিজোনেন্স সার্কিটের কার্যকারিতা নির্ভর করে সঠিক ফ্রিকোয়েন্সির উপর।

৪. **অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ:**

- **অ্যামিটার (Ammeter)** সিরিজে সংযুক্ত করুন, যাতে সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট পরিমাপ করা যায়।
- **ভোল্টমিটার (Voltmeter)** প্যারালেলে সংযুক্ত করুন, যাতে সার্কিটের বিভিন্ন পয়েন্টে ভোল্টেজ পরিমাপ করা যায়।

৫. **রিজোন্যান্ট ফ্রিকোয়েন্সি পরীক্ষা:**

- ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তন করে চেক করুন, এবং যখন সিস্টেমের ইনপুট এবং আউটপুট ভোল্টেজের মধ্যে সর্বাধিক মিল হয়, তখন এটি রিজোনেন্স অবস্থায় থাকে।
- **ফ্রিকোয়েন্সি (f_0)** পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি সঠিক ফ্রিকোয়েন্সি।

রিজোনেন্স সার্কিটের বৈশিষ্ট্য:

১. **সর্বোচ্চ শক্তি শোষণ:**

- রিজোনেন্স অবস্থায়, সার্কিটের শক্তি শোষণ সর্বোচ্চ হয়ে থাকে, কারণ ইনডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ একে অপরকে পরিপূরক করে এবং কার্যকারিতা বৃদ্ধি পায়।

২. **ফেজ শিফট:**

- রিজোনেন্স সার্কিটে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যে **ফেজ শিফট** (Phase shift) 0 ডিগ্রি হয়, অর্থাৎ, ভোল্টেজ এবং কারেন্ট একে অপরকে অনুসরণ করে।

৩. **কম প্রতিরোধ:**

- রিজোনেন্স অবস্থায়, সার্কিটের মোট প্রতিরোধ কম হয়ে যায়, কারণ ইনডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ একে অপরকে সমন্বিত করে।

PLC অপারেশনের জন্য রিজোনেন্স সার্কিটের গুরুত্ব:

১. **শক্তি সঞ্চয় এবং ব্যবস্থাপনা:**

- রিজোনেন্স সার্কিট শক্তির সঞ্চয় এবং ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়। PLC সিস্টেমে শক্তি প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ এবং সিস্টেমের স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে এটি সহায়ক।

২. **ফিল্টারিং এবং সংকেত নিয়ন্ত্রণ:**

- রিজোনেন্স সার্কিট সিগন্যাল ফিল্টারিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়, বিশেষ করে যখন নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির সংকেতের উপর নিয়ন্ত্রণ প্রয়োগ করতে হয়।

৩. **নিরাপত্তা:**

- এই সার্কিটের মাধ্যমে, PLC সিস্টেমে ত্রুটি বা অসামঞ্জস্য সহজে চিহ্নিত করা যায় এবং সিস্টেমের সুরক্ষা নিশ্চিত করা হয়।

সেলফ চেক (Self-check) – ৪.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১। RL সার্কিট তৈরি করার জন্য কোন দুটি উপাদান প্রয়োজন?

২। RL সার্কিটে ইনডাক্টরের ভূমিকা কি?

৩। RL সার্কিটের কাজের জন্য কী ধরনের সংযোগ ব্যবহৃত হয়?

৪। RC সার্কিটের দুটি প্রধান উপাদান কোনগুলি?

৫। RC সার্কিটে ক্যাপাসিটরের ভূমিকা কী?

৬। RC সার্কিটের পরীক্ষণের সময় কি পরিমাপ করা উচিত?

৭। রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটর কীভাবে সংযুক্ত করা হয়?

৮। রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটরের সংযোগে সার্কিটে কি প্রভাব পড়ে?

৯। RLC সার্কিট তৈরি করার জন্য কোন তিনটি উপাদান ব্যবহৃত হয়?

১০। RLC সার্কিটের রেজোনেন্স ফ্রিকোয়েন্সি কী?

১১। RLC সার্কিটে ফেজ শিফট কিভাবে কাজ করে?

১২। রিজোনেন্স সার্কিট তৈরি করার জন্য কোন উপাদানগুলি প্রয়োজন?

১৩। রিজোনেন্স অবস্থায় ইনডাকটর এবং ক্যাপাসিটরের প্রতিরোধের সম্পর্ক কী?

১৪। রিজোনেন্স সার্কিট কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৪.১

১। RL সার্কিট তৈরি করার জন্য কোন দুটি উপাদান প্রয়োজন?
উত্তর: RL সার্কিট তৈরি করতে রেজিস্টর (R) এবং ইনডাক্টর (L) প্রয়োজন।

২। RL সার্কিটে ইনডাক্টরের ভূমিকা কি?
উত্তর: ইনডাক্টর RL সার্কিটে কারেন্টের পরিবর্তনকে প্রতিরোধ করে এবং চৌম্বক শক্তি তৈরি করে।

৩। RL সার্কিটের কাজের জন্য কী ধরনের সংযোগ ব্যবহৃত হয়?
উত্তর: RL সার্কিট সাধারণত সিরিজ সংযোগ ব্যবহৃত হয়, যেখানে রেজিস্টর এবং ইনডাক্টর একে অপরের সাথে সিরিজে সংযুক্ত থাকে।

৪। RC সার্কিটের দুটি প্রধান উপাদান কোনগুলি?
উত্তর: RC সার্কিটের দুটি প্রধান উপাদান হল রেজিস্টর (R) এবং ক্যাপাসিটর (C)।

৫। RC সার্কিটে ক্যাপাসিটরের ভূমিকা কী?
উত্তর: ক্যাপাসিটর RC সার্কিটে শক্তি সঞ্চয় করে এবং সেগুলি নির্দিষ্ট সময়ে মুক্তি দেয়, যা সংকেত ফিল্টারিং এবং শক্তি নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে।

৬। RC সার্কিটের পরীক্ষণের সময় কি পরিমাপ করা উচিত?
উত্তর: RC সার্কিটের পরীক্ষণের সময় কারেন্ট (I), ভোল্টেজ (V) এবং ফেজ শিফট পরিমাপ করা উচিত।

৭। রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটর কীভাবে সংযুক্ত করা হয়?
উত্তর: রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটর সাধারণত সিরিজ সংযোগ অথবা প্যারালেল সংযোগ এ সংযুক্ত করা হয়। সার্কিটের নির্ভরতা অনুযায়ী তাদের সংযোগ পদ্ধতি পরিবর্তিত হয়।

৮। রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটরের সংযোগে সার্কিটে কি প্রভাব পড়ে?
উত্তর: রেজিস্টর এবং ক্যাপাসিটরের সংযোগে সার্কিটের ভোল্টেজ এবং কারেন্ট নিয়ন্ত্রণে সহায়ক হয়। এটি সিগন্যাল ফিল্টারিং এবং শক্তি ব্যবস্থাপনায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৯। RLC সার্কিট তৈরি করার জন্য কোন তিনটি উপাদান ব্যবহৃত হয়?
উত্তর: RLC সার্কিটে রেজিস্টর (R), ইনডাক্টর (L) এবং ক্যাপাসিটর (C) ব্যবহৃত হয়।

১০। RLC সার্কিটের রেজোনেন্স ফ্রিকোয়েন্সি কী?
উত্তর: RLC সার্কিটে রেজোনেন্স ফ্রিকোয়েন্সি হল সেই ফ্রিকোয়েন্সি, যেখানে ইনডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ একে অপরকে পরিপূরক করে এবং সার্কিটের প্রতিক্রিয়া সর্বাধিক হয়ে যায়।

১১। RLC সার্কিটে ফেজ শিফট কিভাবে কাজ করে?
উত্তর: RLC সার্কিটে, ইনডাকটর এবং ক্যাপাসিটরের কারণে ভোল্টেজ এবং কারেন্ট এর মধ্যে একটি ফেজ শিফট তৈরি হয়। ইনডাকটরের কারণে কারেন্ট ভোল্টেজের পিছনে থাকে, এবং ক্যাপাসিটরের কারণে কারেন্ট ভোল্টেজের আগে থাকে।

১২। রিজোনেন্স সার্কিট তৈরি করার জন্য কোন উপাদানগুলি প্রয়োজন?
উত্তর: রিজোনেন্স সার্কিট তৈরি করতে ইনডাকটর (L) এবং ক্যাপাসিটর (C) প্রয়োজন।

১৩। রিজোনেন্স অবস্থায় ইনডাকটর এবং ক্যাপাসিটরের প্রতিরোধের সম্পর্ক কী?
উত্তর: রিজোনেন্স অবস্থায়, ইনডাকটিভ প্রতিরোধ এবং ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ একে অপরকে পরিপূরক করে এবং সার্কিটে সর্বাধিক শক্তি প্রবাহিত হয়। এই অবস্থায়, ইনডাকটিভ প্রতিরোধ (XL) এবং ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ (XC) সমান হয়।

১৪। রিজোনেন্স সার্কিট কোথায় ব্যবহৃত হয়?
উত্তর: রিজোনেন্স সার্কিট সাধারণত ফিল্টারিং, অ্যামপ্লিফায়ার, এবং কমিউনিকেশন সিস্টেম-এ ব্যবহৃত হয়, যেখানে সঠিক ফ্রিকোয়েন্সি সংকেত প্রয়োজন হয়।

জব শিট (Job Sheet) – ১.৪

জব শীট: রিজোনেন্স সার্কিট ডিজাইন এবং বাস্তবায়ন করা।

কাজের ধাপ সমূহ:

১. উপাদান নির্বাচন:
   - ইনডাক্টর (L) এবং ক্যাপাসিটর (C) নির্বাচন করুন। সঠিক ফ্রিকোয়েন্সি নিশ্চিত করতে, তাদের মান সঠিকভাবে নির্বাচন করতে হবে।
   - একটি AC পাওয়ার সাপ্লাই নির্বাচন করুন, যাতে নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে সিস্টেম চালানো যায়।

২. সার্কিট সংযোগ:
   - ইনডাক্টর এবং ক্যাপাসিটর সিরিজে বা প্যারালেলে সংযুক্ত করা হতে পারে, তবে সাধারণত সিরিজ সংযোগ ব্যবহার করা হয়।
   - প্রথমে ইনডাক্টর এবং পরে ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করুন। সার্কিটের শেষ প্রান্তে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের নেগেটিভ টার্মিনাল সংযুক্ত করুন।

৩. প্যারালেল বা সিরিজ সংযোগ:
   - যদি সিরিজ সংযোগ করা হয়, তাহলে ইনডাকটিভ প্রতিরোধ এবং ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ একে অপরকে সমন্বিত করবে এবং সার্কিটের ইম্পিডেন্স কম হবে।

৪. অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সংযোগ:
   - অ্যামিটার (Ammeter) সিরিজ সংযোগে সার্কিটের মধ্যে সংযুক্ত করুন, যাতে কারেন্ট পরিমাপ করা যায়।
   - ভোল্টমিটার (Voltmeter) প্যারালেলে সংযুক্ত করুন, যাতে রিজোনেন্স অবস্থায় ভোল্টেজ পরিমাপ করা যায়।

৫. ফ্রিকোয়েন্সি পরীক্ষা:
   - সিস্টেমে ইনপুট ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তন করুন এবং সেই ফ্রিকোয়েন্সিতে সার্কিটের প্রতিক্রিয়া পর্যালোচনা করুন।
   - যখন ফ্রিকোয়েন্সি রিজোনেন্স অবস্থায় পৌঁছাবে, তখন এটি সর্বাধিক শক্তি প্রবাহিত করবে।

৬. ফলাফল যাচাই:
   - ফেজ শিফট পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে ইনডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটিভ প্রতিরোধ একে অপরকে সমন্বিত করেছে।
   - পরীক্ষণের মাধ্যমে সার্কিটের কার্যকারিতা যাচাই করুন এবং ফেজ শিফট, কারেন্ট, ভোল্টেজ ইত্যাদি পরিমাপ করুন।

সতর্কতা:

১. কাজ শুরুর আগে AC পাওয়ার বন্ধ করুন, যাতে কোনো দুর্ঘটনা না ঘটে।
২. পরীক্ষণের সময় তাপমাত্রা বৃদ্ধি হতে পারে, তাই নিরাপত্তা ব্যবস্থার মধ্যে গ্লাভস এবং গগলস পরা উচিত।
৩. যখন রিজোনেন্স অবস্থায় পরীক্ষা করবেন, তখন ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপের সময় সাবধানে কাজ করুন, কারণ এটি একটি নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে সবচেয়ে কার্যকর।
৪. সার্কিটে কোন ধরনের শর্ট সার্কিট বা অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে কিনা তা নিশ্চিত করুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ১.৪

জবের নামঃ রিজোনেন্স সার্কিট ডিজাইন এবং বাস্তবায়ন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

১. ইলেকট্রিক্যাল গ্লাভস (Electrical gloves): বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা পেতে।
২. সেইফটি গগলস (Safety goggles): চোখের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
৩. ফ্লেম-রেসিস্ট্যান্ট পোশাক (Flame-resistant clothing): কোনো বৈদ্যুতিক অগ্নি বা তাপ থেকে সুরক্ষা।
৪. সেইফটি বুটস (Safety boots): পায়ের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
৫. হেলমেট (Helmet): মাথার সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।

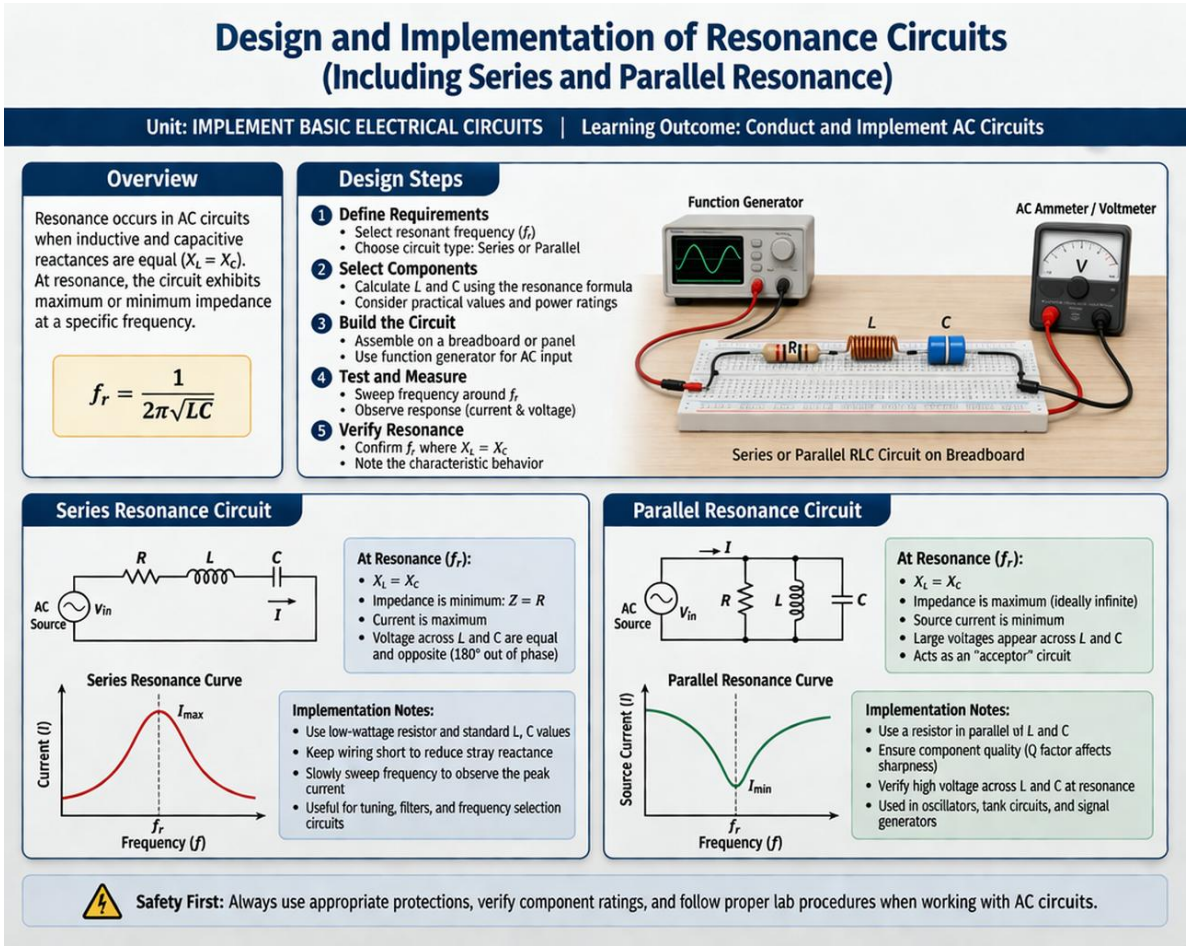
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. মাল্টিমিটার (Multimeter): ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ পরিমাপ করতে।
২. ফ্রিকোয়েন্সি মিটার (Frequency Meter): রিজোনেন্স ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপ করতে।
৩. পাওয়ার সাপ্লাই (Power Supply): সার্কিটের জন্য সঠিক শক্তি প্রদান করতে।
৪. অ্যামিটার (Ammeter): কারেন্ট পরিমাপ করতে।
৫. ভোল্টমিটার (Voltmeter): ভোল্টেজ পরিমাপ করতে।
৬. ওয়্যার স্ট্রিপার (Wire stripper): তার কাটা এবং প্রস্তুত করার জন্য।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১. ইনডাক্টর (L): নির্দিষ্ট মানের ইনডাক্টর প্রয়োজন।
২. ক্যাপাসিটর (C): নির্দিষ্ট ক্যাপাসিট্যান্সের ক্যাপাসিটর প্রয়োজন।
৩. রেজিস্টর (R): বিভিন্ন মানের রেজিস্টর প্রয়োজন।
৪. তার (Wires): সার্কিটের সংযোগ তৈরি করার জন্য।
৫. ফিউজ (Fuse): সার্কিটের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
৬. সুইচ (Switch): সার্কিট চালু বা বন্ধ করার জন্য।

ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ


Design and Implementation of Resonance Circuits
(Including Series and Parallel Resonance)
Unit: IMPLEMENT BASIC ELECTRICAL CIRCUITS | Learning Outcome: Conduct and Implement AC Circuits
Overview
Resonance occurs in AC circuits when inductive and capacitive reactances are equal ($X_L = X_C$). At resonance, the circuit exhibits maximum or minimum impedance at a specific frequency.
$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
Design Steps
1 Define Requirements
• Select resonant frequency (f_r)
• Choose circuit type: Series or Parallel
2 Select Components
• Calculate L and C using the resonance formula
• Consider practical values and power ratings
3 Build the Circuit
• Assemble on a breadboard or panel
• Use function generator for AC input
4 Test and Measure
• Sweep frequency around f_r
• Observe response (current & voltage)
5 Verify Resonance
• Confirm f_r where $X_L = X_C$
• Note the characteristic behavior
Function Generator
AC Ammeter / Voltmeter
R
L
C
Series or Parallel RLC Circuit on Breadboard
Series Resonance Circuit
R
L
C
AC Source
V_{in}
I
At Resonance (f_r):
• $X_L = X_C$
• Impedance is minimum: $Z = R$
• Current is maximum
• Voltage across L and C are equal and opposite (180° out of phase)
Series Resonance Curve
I_{max}
Current (I)
f_r
Frequency (f)
Implementation Notes:
• Use low-wattage resistor and standard L, C values
• Keep wiring short to reduce stray reactance
• Slowly sweep frequency to observe the peak current
• Useful for tuning, filters, and frequency selection circuits
Parallel Resonance Circuit
I
AC Source
V_{in}
R
L
C
At Resonance (f_r):
• $X_L = X_C$
• Impedance is maximum (ideally infinite)
• Source current is minimum
• Large voltages appear across L and C
• Acts as an "acceptor" circuit
Parallel Resonance Curve
Source Current (I)
I_{min}
f_r
Frequency (f)
Implementation Notes:
• Use a resistor in parallel with L and C
• Ensure component quality (Q factor affects sharpness)
• Verify high voltage across L and C at resonance
• Used in oscillators, tank circuits, and signal generators
Safety First: Always use appropriate protections, verify component ratings, and follow proper lab procedures when working with AC circuits.

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ১.৫

শিখন ফল-৫: সিঙ্গেল এবং থ্রি ফেজ ইনডাকশন মোটর অপারেট/পরিচালনা করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

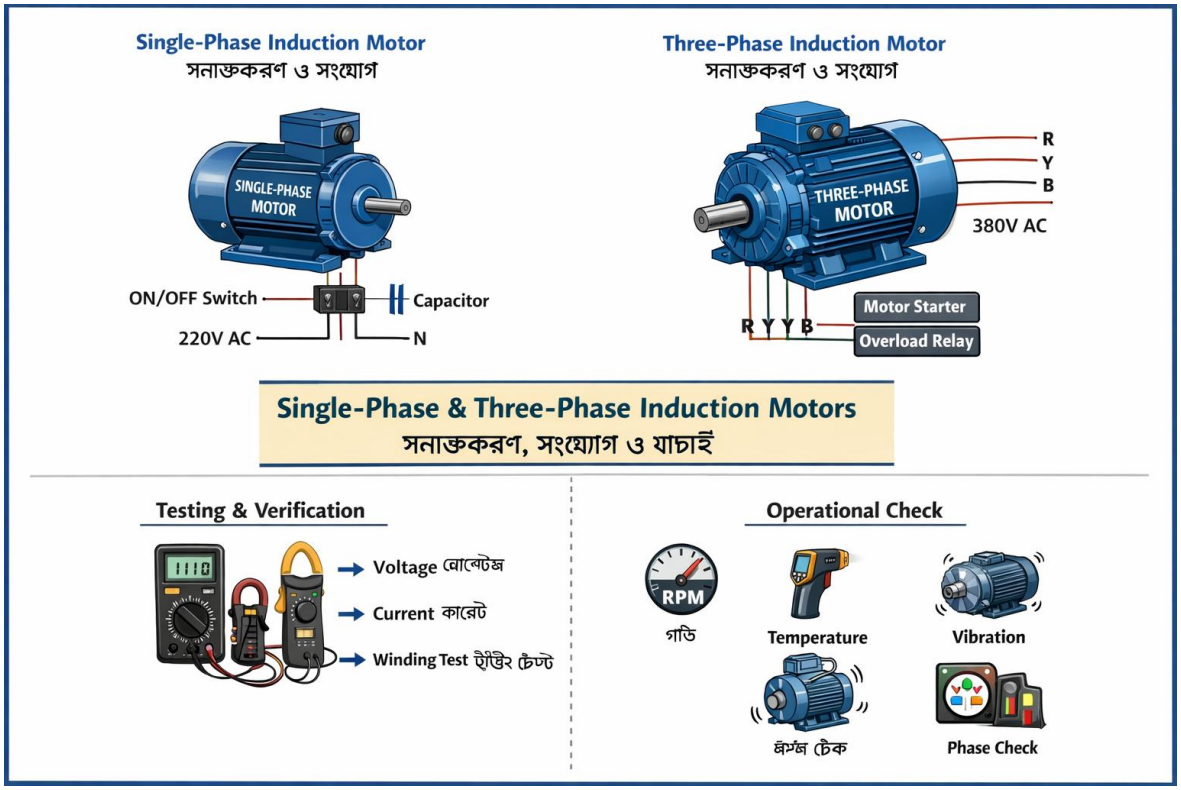
বিষয়বস্তু (Contents):

- সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর শনাক্ত, সংযুক্ত এবং যাচাই করা
- সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটরের সঠিক স্টার্টিং পদ্ধতি প্রয়োগ করা
- অপটিমাল অপারেশন নিশ্চিত করার জন্য মোটরের প্যারামিটারসমুহ চেক এবং সমন্বয় করা
- সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ মোটর চালনা করা
- মোটরের অপারেশন পর্যবেক্ষণ করা
- মোটরের কর্মক্ষমতা পরীক্ষা করা

(ক) সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর শনাক্ত, সংযুক্ত এবং যাচাই করাঃ

সিঙ্গল-ফেজ ইনডাকশন মোটর এবং **থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর** হল দুটি সাধারণ ধরনের মোটর যা **PLC অপারেশন** সহ বিভিন্ন বৈদ্যুতিক কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই মোটরগুলি সাধারণত শিল্পে ব্যবহৃত হয় শক্তি সরবরাহ এবং যন্ত্রপাতির চালনার জন্য। এগুলোর সঠিক পরিচয়, সংযোগ এবং যাচাইকরণ PLC সিস্টেমের কার্যকারিতা এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে বেশ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

Single-Phase & Three-Phase Motors Guide



১. সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটর চিহ্নিত করা (Identifying Single-phase Induction Motor):

(অ) উপাদান চিহ্নিতকরণ:

- সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটরের জন্য **এমন মোটর** চিহ্নিত করুন যা একক ভোল্টেজ সোর্স (সিঙ্গাল-ফেজ) ব্যবহার করে।
- মোটরের মধ্যে দুটি প্রধান অংশ থাকে—**রোটর** এবং **স্টেটর**।
- মোটরের নামপ্লেটে সাধারণত **ভোল্টেজ** এবং **ফ্রিকোয়েন্সি** লেখা থাকে, যা মোটরের বৈশিষ্ট্য চিহ্নিত করতে সহায়ক।

(আ) সংযোগ:

- সিঙ্গাল-ফেজ মোটর সাধারণত **একটি ভোল্টেজ সোর্স** থেকে বিদ্যুৎ গ্রহণ করে।
- **স্টার্টার (starter)** ব্যবহার করা হয় যাতে মোটর সঠিকভাবে চালু হতে পারে।
- মোটরের স্টেটরের দুটি তন্তু সংযুক্ত করা হয়, এবং এটি সাধারণত **সার্কিট ব্রেকার** দ্বারা সুরক্ষিত থাকে।

২. থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর চিহ্নিত করা (Identifying Three-phase Induction Motor):

(অ) উপাদান চিহ্নিতকরণ:

- থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর এমন একটি মোটর, যা **থ্রি-ফেজ পাওয়ার সাপ্লাই** ব্যবহার করে। এই মোটরের সাধারণত তিনটি প্রধান কনট্যাক্ট থাকে, যার মাধ্যমে **থ্রি-ফেজ কনফিগারেশন** বিদ্যুৎ সরবরাহ হয়।
- মোটরের নামপ্লেটে **থ্রি-ফেজ ভোল্টেজ**, **ফ্রিকোয়েন্সি** এবং **পাওয়ার রেটিং** লেখা থাকে।

(আ) সংযোগ:

- মোটরের তিনটি ফেজ সংযোগ করা হয়। সাধারণত **লাইন 1 (L1)**, **লাইন 2 (L2)**, এবং **লাইন 3 (L3)** থেকে মোটরের তিনটি ইনপুট ফেজ সংযুক্ত করা হয়।
- মোটর চালু করার জন্য **স্টার্টার** এবং **অটো ট্রান্সফরমার** ব্যবহার করা হয়।

৩. মোটর সংযোগ এবং যাচাই করা (Connecting and Verifying the Motor):

(অ) মোটর সংযোগ:

- **সিঙ্গাল-ফেজ মোটর:**
  - সিঙ্গাল-ফেজ পাওয়ার সাপ্লাই থেকে মোটরের দুটি টার্মিনাল সংযুক্ত করুন।
  - মোটরের সাথে সংযোগ করার আগে, সঠিক স্টার্টার এবং **ট্রিপার** ব্যবহারের মাধ্যমে মোটরটি সঠিকভাবে চালু করার ব্যবস্থা নিশ্চিত করুন।
- **থ্রি-ফেজ মোটর:**
  - তিনটি ফেজের সঠিক সংযোগের মাধ্যমে থ্রি-ফেজ মোটর সংযুক্ত করুন। ফেজগুলি **L1**, **L2**, এবং **L3** দিয়ে মোটরের তিনটি টার্মিনাল সংযুক্ত করা হয়।
  - মোটরের স্টার্টার ব্যবহার করুন এবং তা চালু করার পরে **আউটপুট ভোল্টেজ** এবং **কারেন্ট** পরিমাপ করুন।

(আ) মোটরের যাচাই:

- মোটরটি চালু করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি সঠিকভাবে ঘুরছে। সঠিক ঘূর্ণন নিশ্চিত করতে, মোটরের প্রান্তিক দিকে **স্ট্রাটার সুইচ** পরীক্ষা করুন।
- **ভোল্টেজ** এবং **কারেন্ট** পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে মোটরটি সঠিক পাওয়ারে কাজ করছে।

- মোটরের **ঘূর্ণন গতি** এবং **অভ্যন্তরীণ তাপমাত্রা** পরিমাপ করে যাচাই করুন। অতিরিক্ত গরম বা ত্রুটি না থাকলে মোটরটি সঠিকভাবে কাজ করছে।

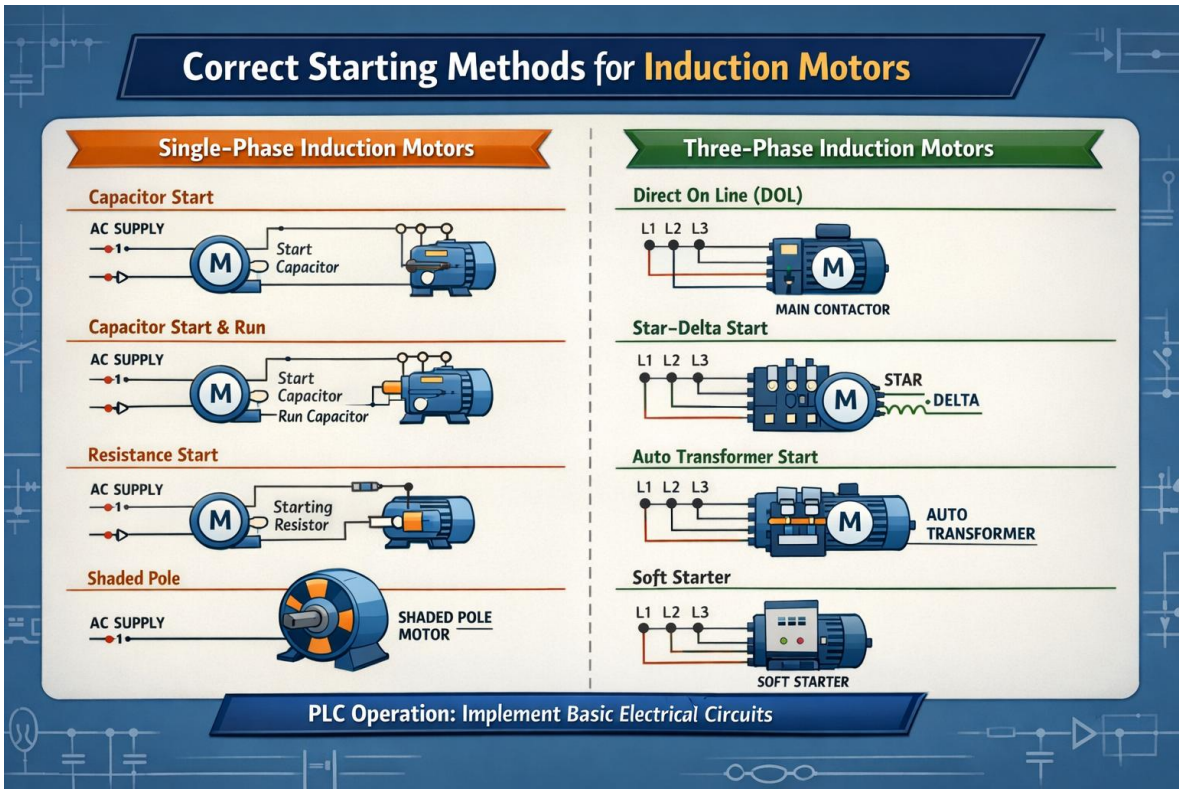
৫. PLC অপারেশনে মোটরের গুরুত্ব:

- **মোটর সঠিকভাবে সংযোগ** এবং **যাচাই** করলে, সিস্টেমের কাজ নির্ভুলভাবে হবে এবং কোনো ত্রুটি বা সমস্যা সনাক্ত করা সহজ হবে।
- সঠিকভাবে মোটর কাজ না করলে, **PLC সিস্টেম** সঠিকভাবে পরিচালিত হবে না, এবং এটি সিস্টেমের ব্যর্থতা ঘটাতে পারে।

(খ) সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটরের সঠিক স্টার্টিং পদ্ধতি প্রয়োগ করাঃ

ইনডাকশন মোটর হলো একটি প্রয়োজনীয় বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা অনেক ধরনের শিল্পে এবং PLC অপারেশনে ব্যবহৃত হয়। সিঙ্গাল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটরগুলির সঠিকভাবে শুরু করা (স্টার্টিং) অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ সঠিক স্টার্টিং পদ্ধতি মোটরের কার্যক্ষমতা, স্থায়িত্ব এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করে। এটি মোটর চালানোর সময় তাপমাত্রা বৃদ্ধি এবং মোটরের উপর অতিরিক্ত চাপ রোধ করতে সহায়তা করে।

Correct Starting Methods for Induction Motors



১. সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটরের সঠিক স্টার্টিং পদ্ধতি (Correct Starting Method for Single-phase Induction Motor):

(অ) কনডেন্সার স্টার্ট মোটর:

- সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটরের শুরুতে কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়। এটি মোটরকে একটি ধাক্কা দিয়ে চালু করতে সহায়ক, যাতে মোটর ঘূর্ণন শুরু করতে পারে।

- যখন মোটর চালু হয়, কনডেন্সারটি একদম প্রথম দিকে সংযুক্ত থাকে এবং তারপর সরিয়ে নেওয়া হয়।

(আ) স্টার্টার ব্যবহার:

- সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটরের সঠিকভাবে চালু করতে স্টার্টার ব্যবহার করা হয়। এটি মোটরের শুরুতে সঠিক ভোল্টেজ এবং কারেন্ট সরবরাহ করতে সহায়তা করে।
- স্টার্টারটি মোটরের ভোল্টেজ এবং কারেন্টের ভারসাম্য তৈরি করতে সাহায্য করে, যাতে মোটর সঠিকভাবে ঘুরতে শুরু করতে পারে।

(ই) অটো-কন্ট্রোল সিস্টেম:

- সিঙ্গাল-ফেজ মোটরগুলো অনেক সময় অটো-কন্ট্রোল সিস্টেম ব্যবহার করে সঠিকভাবে চালু হয়, যেখানে মোটরের ঘূর্ণন গতি এবং তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

২. থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটরের সঠিক স্টার্টিং পদ্ধতি (Correct Starting Method for Three-phase Induction Motor):

(অ) ডিরেক্ট-on-Line (DOL) স্টার্টিং:

- ডিরেক্ট-on-Line (DOL) স্টার্টিং পদ্ধতি একটি সাধারণ এবং সহজ পদ্ধতি যা থ্রি-ফেজ মোটরের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- এতে মোটরের তিনটি ফেজ সরাসরি পাওয়ার সাপ্লাই থেকে সংযুক্ত করা হয় এবং মোটর পুরো শক্তিতে চালু হয়।
- এই পদ্ধতিতে, মোটর দ্রুত ঘুরে উঠতে পারে, তবে উচ্চ স্টার্টিং কারেন্টের কারণে মোটরকে সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে হয়।

(আ) স্টার-ডেলটা (Star-Delta) স্টার্টিং:

- স্টার-ডেলটা স্টার্টিং পদ্ধতি থ্রি-ফেজ মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট কমাতে ব্যবহৃত হয়।
- প্রথমে মোটরের ফেজ সংযোগ স্টার কনফিগারেশনে রাখা হয়, যা মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট কমায়।
- তারপর কিছু সময় পর, মোটরের ফেজ সংযোগ ডেলটা কনফিগারেশনে পরিবর্তিত হয়, যাতে মোটর পূর্ণ শক্তিতে চলে যায়।

(ই) অটো ট্রান্সফরমার স্টার্টিং:

- অটো ট্রান্সফরমার স্টার্টিং পদ্ধতিতে, মোটরের স্টার্টিং কারেন্টকে নিয়ন্ত্রণ করা হয় একটি ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে।
- এই পদ্ধতিতে, মোটরের ভোল্টেজকে কিছুটা কমিয়ে দেয়া হয় যাতে স্টার্টিং কারেন্ট কম থাকে এবং তারপর ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে পূর্ণ ভোল্টেজে চালু করা হয়।

(ঈ) লাইটিং রিলে স্টার্টিং:

- লাইটিং রিলে স্টার্টিং একটি উন্নত পদ্ধতি, যা বেশি শক্তি ব্যবহারকারী মোটরের জন্য ব্যবহার করা হয়। এটি সিস্টেমের অটো-রেগুলেটিং ব্যবস্থা হিসেবে কাজ করে এবং মোটরের স্টার্টিং সময়ে তাপমাত্রা এবং চাপ নিয়ন্ত্রণ করে।

৩. PLC অপারেশনে মোটর স্টার্টিং পদ্ধতির গুরুত্ব:

(অ) মোটরের সুরক্ষা: সঠিক স্টার্টিং পদ্ধতি মোটরের তাপমাত্রা বৃদ্ধি, অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহ এবং অস্বাভাবিক অবস্থাগুলি এড়াতে সাহায্য করে, যা PLC সিস্টেমের স্থিতিশীলতা বজায় রাখে।

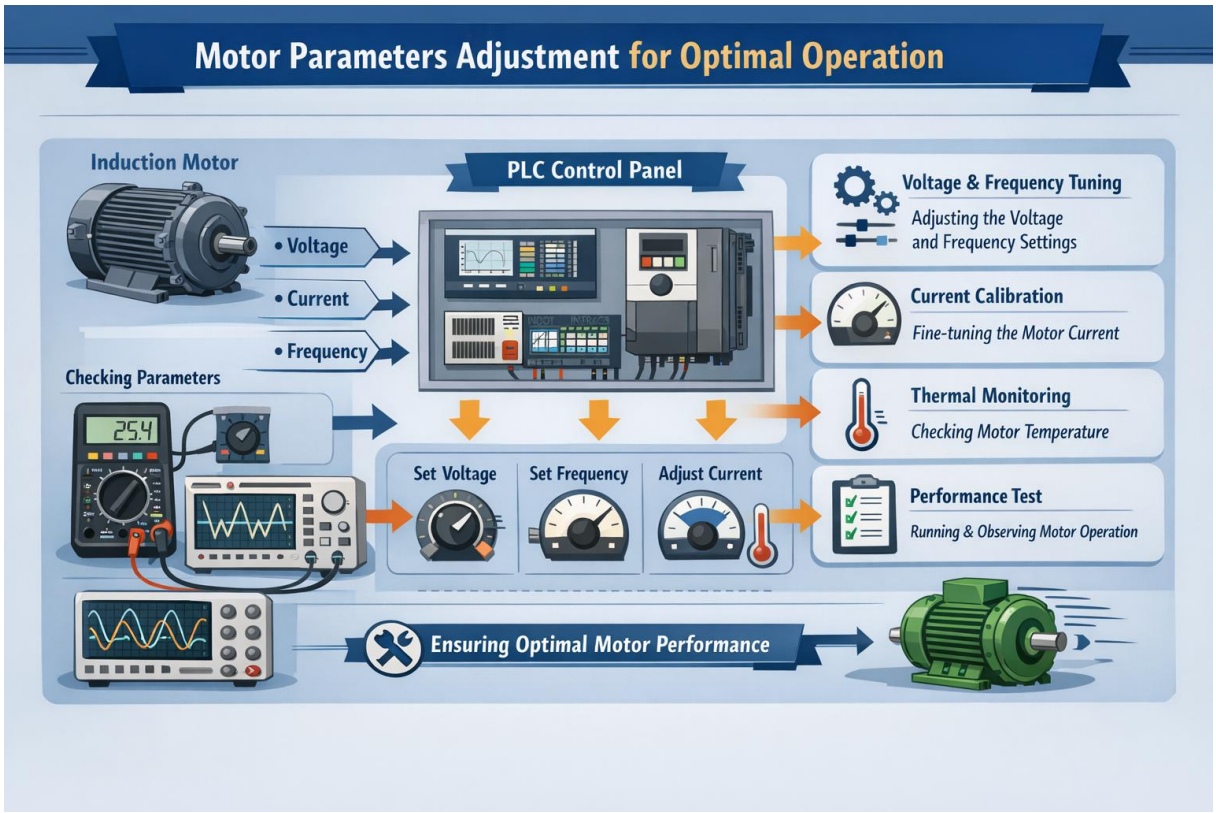
(আ) কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ: সঠিক স্টার্টিং পদ্ধতি মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট কমিয়ে দেয়, যা সার্কিটে অতিরিক্ত লোড থেকে রক্ষা করে।

(ই) পাওয়ার ব্যবস্থাপনা: স্টার্টিং পদ্ধতি মোটরের কাজের ক্ষমতা এবং উৎপাদনশীলতা বজায় রাখতে সাহায্য করে, যাতে পুরো সিস্টেমের শক্তি দক্ষতা বাড়ানো যায়।

(গ) অপটিমাল অপারেশন নিশ্চিত করার জন্য মোটরের প্যারামিটারসমুহ চেক এবং সমন্বয় করাঃ

মোটরের কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে, তার প্যারামিটারগুলি সঠিকভাবে চেক এবং অ্যাডজাস্ট করা হয়। PLC অপারেশন সম্পর্কিত বৈদ্যুতিক কাজের জন্য সঠিকভাবে মোটরের প্যারামিটার যাচাই এবং সংশোধন করার মাধ্যমে সিস্টেমের স্থিতিশীলতা, কর্মক্ষমতা, এবং দক্ষতা বজায় রাখা যায়।

Motor Parameter Adjustment Process Breakdown



১. মোটরের প্যারামিটারগুলি কী কী?

মোটরের প্যারামিটারগুলি হল সেই বৈশিষ্ট্য যা মোটরের কার্যকারিতা নির্ধারণ করে। এগুলোর মধ্যে থাকে:

- ভোল্টেজ (Voltage): মোটরের ইনপুট ভোল্টেজ সঠিকভাবে সাপ্লাই হচ্ছে কিনা তা পরীক্ষা করতে হবে।
- কারেন্ট (Current): মোটরের মাধ্যমে চলাচলকারী কারেন্টের পরিমাণ।
- শক্তি (Power): মোটরের শক্তি উৎপাদনের সক্ষমতা, যেমন মোটরের পাওয়ার ফ্যাক্টর।
- গতি (Speed): মোটরের ঘূর্ণন গতি (RPM), যা মোটরের কার্যক্ষমতা নির্ধারণে সহায়ক।
- তাপমাত্রা (Temperature): মোটরের তাপমাত্রা সঠিক সীমার মধ্যে আছে কিনা তা পরীক্ষা করা।
- ভোল্টেজ ড্রপ (Voltage Drop): মোটরের ভোল্টেজ ড্রপ বা শক্তি ক্ষতির মাত্রা।

২. মোটরের প্যারামিটার চেক করার পদক্ষেপ :

- ভোল্টেজ চেক করা:
    - মোটরের ইনপুট ভোল্টেজ সঠিক কিনা তা পরিমাপ করুন। সিস্টেমে কোন ধরনের ভোল্টেজের অবনতি ঘটলে মোটরের কার্যকারিতা কমে যেতে পারে।
    - মোটরের নামপ্লেটের নির্ধারিত ভোল্টেজের সাথে মিলিয়ে ভোল্টেজ মাপুন।
- কারেন্ট পরিমাপ:
    - মোটরের মাধ্যমে প্রবাহিত কারেন্ট পরিমাপ করুন। খুব বেশি কারেন্ট মোটরের ক্ষতির কারণ হতে পারে।
    - অ্যামিটার ব্যবহার করে মোটরের ফেজের উপর কারেন্ট পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি আদর্শ মানে আছে।
- পাওয়ার ফ্যাক্টর চেক করা:
    - মোটরের পাওয়ার ফ্যাক্টর মাপুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি আদর্শ সীমার মধ্যে আছে (0.8 থেকে 1 এর মধ্যে)। এটি মোটরের শক্তি ব্যবহার এবং কার্যক্ষমতা সূচক।
- গতি পরিমাপ:
    - মোটরের RPM (Revolutions Per Minute) পরিমাপ করুন। সঠিক গতি নিশ্চিত করুন যাতে মোটর সঠিকভাবে কাজ করতে পারে।
    - টাইমার এবং স্পিড সেন্সর ব্যবহার করে মোটরের গতি পরীক্ষা করা যেতে পারে।

- তাপমাত্রা পরীক্ষা:
    - মোটরের তাপমাত্রা চেক করুন। মোটর যদি বেশি গরম হয়, তবে এটি মোটরের কার্যকারিতা হ্রাস করতে পারে এবং মোটরের আয়ু কমিয়ে ফেলতে পারে।
    - থার্মোমিটার বা ইনফ্রারেড থার্মোমিটার ব্যবহার করে মোটরের তাপমাত্রা পরিমাপ করুন।
- ভোল্টেজ ড্রপ পরিমাপ:
    - মোটরের ভোল্টেজ ড্রপ চেক করুন। বেশি ভোল্টেজ ড্রপ মোটরের কার্যকারিতার জন্য ক্ষতিকর হতে পারে।
    - ভোল্টেজ মিটার ব্যবহার করে ভোল্টেজ ড্রপ পরিমাপ করুন।

৩. মোটর প্যারামিটার অ্যাডজাস্ট করা:

- ভোল্টেজ অ্যাডজাস্টমেন্ট:
    - যদি মোটরের ইনপুট ভোল্টেজ সঠিক না হয়, তবে পাওয়ার সাপ্লাই বা ট্রান্সফরমার ব্যবহার করে ভোল্টেজ অ্যাডজাস্ট করতে হবে।
- কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ:
    - মোটরের অস্বাভাবিক কারেন্ট প্রবাহের সমস্যা সমাধান করতে, মোটরের স্টার্টার এবং সুরক্ষা ডিভাইসগুলির সঠিক কাজ নিশ্চিত করুন।
    - স্টার্টার ব্যবহার করে কারেন্ট লিমিট করা যেতে পারে।
- গতি নিয়ন্ত্রণ:
    - মোটরের গতি বাড়ানোর জন্য ভেরিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) ব্যবহার করতে পারেন।
    - মোটরের সঠিক গতি বজায় রাখতে পুলি এবং বেল্ট সিস্টেম ঠিক করুন।

❖ তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ:

- মোটরের তাপমাত্রা বেশি হলে, এটি কুলিং সিস্টেমের সাহায্যে শীতল করতে হবে। মোটরের কুলিং ফ্যান সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।

❖ পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নয়ন:

- পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নত করার জন্য ক্যাপাসিটিভ কম্পেনসেশন (capacitive compensation) ব্যবহার করা যেতে পারে।

৪. PLC অপারেশনে মোটরের প্যারামিটার চেক করার গুরুত্ব:

❖ কার্যক্ষমতা নিশ্চিতকরণ: সঠিক প্যারামিটার চেকিং এর মাধ্যমে মোটরের কর্মক্ষমতা নিশ্চিত করা যায়, যাতে সিস্টেমের কার্যকারিতা বজায় থাকে।

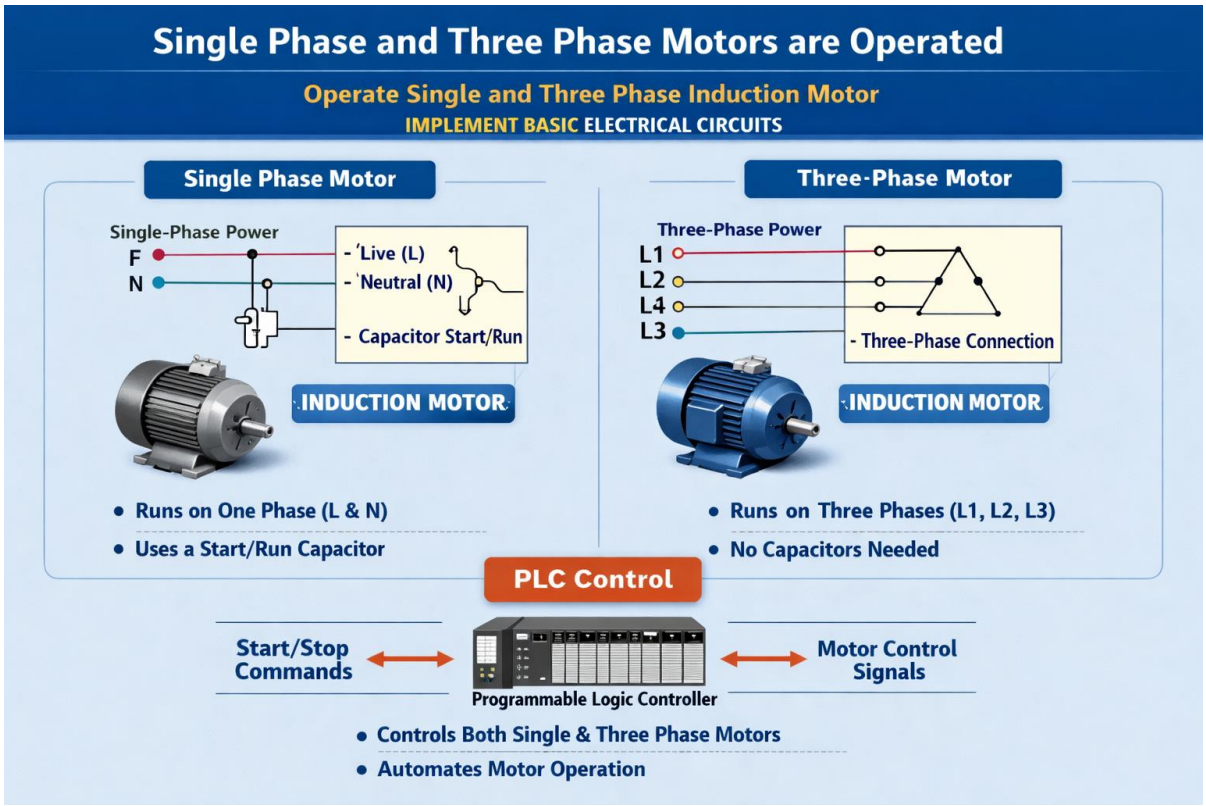
❖ নিরাপত্তা: কোনো ত্রুটি বা সমস্যা হলে সেটি দ্রুত শনাক্ত করা যায়, যা সিস্টেমের সুরক্ষা নিশ্চিত করে।

❖ দীর্ঘস্থায়ী কার্যকারিতা: মোটরের সঠিক প্যারামিটার পরিচালনা করলে মোটরের আয়ু বাড়ানো সম্ভব এবং দীর্ঘকাল ব্যবহারের জন্য এটি উপযোগী থাকে।

(ঘ) সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ মোটর চালনা করাঃ

সিঙ্গাল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর হল দুটি প্রধান ধরনের মোটর যা বিভিন্ন বৈদ্যুতিক সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়, বিশেষত PLC অপারেশন সম্পর্কিত কাজের জন্য। সঠিকভাবে মোটর চালনা করার জন্য, মোটরের স্টার্টিং, অপারেশন, এবং যাচাই করার পদ্ধতিগুলি খুবই গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি মোটরের কার্যকারিতা এবং সিস্টেমের স্থিতিশীলতা নিশ্চিত করে।

Single-phase and Three-phase Motor Operation



১. সিঙ্গাল-ফেজ মোটর চালনা (Operating Single-phase Motor):

❖ স্টার্টিং পদ্ধতি:

সিঙ্গাল-ফেজ মোটর সাধারণত কনডেন্সার বা স্টার্টার ব্যবহার করে চালু করা হয়। এই মোটরকে সঠিকভাবে চালু করতে স্টার্টার ব্যবহৃত হয় যা সঠিক ভোল্টেজ এবং কারেন্ট সরবরাহ করতে সহায়তা করে।

- কনডেন্সার স্টার্ট মোটর: মোটরের শুরুতে কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়, যা মোটরকে একটি ধাক্কা দিয়ে চালু করে এবং পরে কনডেন্সারটি বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়।
- ডিরেক্ট স্টার্টিং: অনেক সিঙ্গাল-ফেজ মোটরের জন্য সরাসরি পাওয়ার সোর্স থেকে চালনা করা হয়, তবে এটি শুরুতে বেশি কারেন্ট ব্যবহার করতে পারে।

❖ ভোল্টেজ চেক:

সিঙ্গাল-ফেজ মোটর চালানোর আগে, ইনপুট ভোল্টেজ সঠিকভাবে চেক করতে হবে। ভোল্টেজ কম বা বেশি হলে, মোটর সঠিকভাবে চালু হবে না এবং তার কার্যক্ষমতা কমে যেতে পারে।

❖ কারেন্ট পরিমাপ:

মোটরের মাধ্যমে প্রবাহিত কারেন্ট পরিমাপ করুন। সঠিক কারেন্ট প্রবাহিত হলে, মোটরটি নির্ভুলভাবে কাজ করবে। বেশি কারেন্ট মোটরের ক্ষতির কারণ হতে পারে।

❖ গতি এবং কার্যকারিতা যাচাই:

মোটরের গতি এবং কার্যকারিতা যাচাই করার জন্য, এটি চালু করার পর স্পিড এবং তাপমাত্রা পরিমাপ করুন। কোনো অস্বাভাবিকতা দেখা দিলে, স্টার্টিং পদ্ধতি বা সংযোগ পুনরায় পরীক্ষা করুন।

২. থ্রি-ফেজ মোটর চালনা (Operating Three-phase Motor):

❖ স্টার-ডেলটা (Star-Delta) স্টার্টিং:

স্টার-ডেলটা স্টার্টিং পদ্ধতি থ্রি-ফেজ মোটরের জন্য একটি সাধারণ পদ্ধতি, যেখানে প্রথমে মোটরের ফেজ সংযোগ স্টার কনফিগারেশনে রাখা হয় এবং পরে ডেলটা কনফিগারেশনে পরিবর্তিত হয়।

- এই পদ্ধতিতে, মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট কম থাকে এবং মোটর ধীরে ধীরে পূর্ণ গতি অর্জন করে।

❖ ডিরেক্ট-অন-লাইন (DOL) স্টার্টিং:

ডিরেক্ট-অন-লাইন (DOL) স্টার্টিং পদ্ধতিতে, মোটরের তিনটি ফেজ সরাসরি পাওয়ার সাপ্লাই থেকে সংযুক্ত করা হয়।

- এই পদ্ধতিতে, মোটর সম্পূর্ণ শক্তিতে চালু হয়, তবে উচ্চ স্টার্টিং কারেন্টের কারণে এটি কমপক্ষে বড় মোটরের জন্য উপযুক্ত।

❖ অটো ট্রান্সফরমার স্টার্টিং:

অটো ট্রান্সফরমার স্টার্টিং পদ্ধতিতে, মোটরের স্টার্টিং কারেন্ট কমাতে একটি ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়।

- এটি মোটরের প্রাথমিক স্টার্টিংয়ে ভোল্টেজ কমিয়ে দেয়, ফলে মোটরের উপর কম চাপ পড়ে।

❖ ভোল্টেজ এবং কারেন্ট পরিমাপ:

থ্রি-ফেজ মোটর চালু করার আগে এবং পরে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান পরিমাপ করুন। নিশ্চিত করুন যে মোটরের ভোল্টেজ এবং কারেন্ট সঠিক রয়েছে। অতিরিক্ত কারেন্ট মোটরের ক্ষতির কারণ হতে পারে।

❖ মোটরের গতি এবং তাপমাত্রা যাচাই:

থ্রি-ফেজ মোটর চালু করার পর, মোটরের গতি পরিমাপ করুন এবং তাপমাত্রা যাচাই করুন। যদি তাপমাত্রা বেশি হয় বা গতি অস্বাভাবিক থাকে, তবে মোটরের কার্যকারিতা যাচাই করা উচিত।

৩. সিঙ্গাল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ মোটর চালনায় প্রধান পার্থক্য:

- সিঙ্গাল-ফেজ মোটর সাধারণত ছোট আকারের যন্ত্রপাতি এবং পাম্পের জন্য ব্যবহৃত হয় যেখানে কম পাওয়ার প্রয়োজন।
- থ্রি-ফেজ মোটর বৃহৎ যন্ত্রপাতি, শিল্প ব্যবহারের জন্য উপযুক্ত, এবং এটি শক্তিশালী সিস্টেমে ব্যবহৃত হয় যেখানে উচ্চ শক্তি প্রয়োজন।

৪. PLC অপারেশনে মোটর চালনার গুরুত্ব:

❖ শক্তি ব্যবস্থাপনা: মোটরের সঠিক অপারেশন শক্তি ব্যবস্থাপনায় সহায়তা করে এবং সিস্টেমের দক্ষতা বৃদ্ধি করে।

❖ নির্ভুলতা: সঠিকভাবে মোটর চালনা করা হলে, পুরো সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করবে এবং কোন অস্বাভাবিকতা দেখা দেবে না।

❖ দীর্ঘস্থায়ী কার্যকারিতা: সঠিক মোটর চালনা এবং স্টার্টিং পদ্ধতি মোটরের আয়ু দীর্ঘায়িত করে এবং অপারেশনাল খরচ কমায়।

(ঙ) মোটরের অপারেশন পর্যবেক্ষণ করাঃ

মোটর অপারেশন মনিটরিং মোটরের কার্যক্ষমতা এবং সিস্টেমের স্থিতিশীলতা নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়। PLC অপারেশন সম্পর্কিত সিস্টেমে, মোটরের অবস্থা নিয়মিত মনিটর করা হয় যাতে কোনো অস্বাভাবিকতা বা ত্রুটি চিহ্নিত করা যায় এবং দ্রুত সমাধান করা যায়। এটি মোটরের কর্মক্ষমতা, নিরাপত্তা এবং স্থায়িত্ব বজায় রাখতে সাহায্য করে।

মোটরের অপারেশন মনিটর করার প্রয়োজনীয়তা:

❖ অস্বাভাবিক তাপমাত্রা:
মোটরের তাপমাত্রা খুব বেশি হলে এটি মোটরের কার্যকারিতাকে ক্ষতিগ্রস্ত করতে পারে এবং এটি মোটরের অভ্যন্তরীণ ক্ষতির কারণ হতে পারে। মোটরের তাপমাত্রা নিয়মিত মনিটর করতে হবে, যাতে অতিরিক্ত তাপমাত্রা পাওয়া গেলে দ্রুত ব্যবস্থা নেওয়া যায়।

❖ কারেন্টের অস্বাভাবিকতা:
মোটরের মাধ্যমে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ অস্বাভাবিক হলে, এটি মোটরের কার্যকারিতাকে প্রভাবিত করতে পারে। বেশি কারেন্ট মোটরের অতিরিক্ত গরম হওয়ার কারণ হতে পারে এবং এটি মোটরের উপাদানগুলির ক্ষতি করতে পারে। তাই কারেন্ট নিয়মিত পরিমাপ করে অস্বাভাবিকতা চিহ্নিত করতে হবে।

❖ ভোল্টেজ ড্রপ:
মোটরের ভোল্টেজ ড্রপ অস্বাভাবিক হলে, এটি মোটরের কার্যক্ষমতায় বাধা সৃষ্টি করতে পারে। ভোল্টেজের অনিয়মিত প্রবাহ মোটরের গতি এবং শক্তির ব্যবস্থাপনাতে সমস্যা সৃষ্টি করতে পারে, যা সিস্টেমের স্থিতিশীলতা বিপর্যস্ত করতে পারে।

❖ গতি এবং ঘূর্ণন ত্রুটি:
মোটরের গতি যদি অস্বাভাবিকভাবে বাড়ে বা কমে, তাহলে এটি সিস্টেমের কার্যক্ষমতা নিয়ে সমস্যা সৃষ্টি করতে পারে। মোটরের সঠিক ঘূর্ণন গতি (RPM) মনিটর করতে হবে, যাতে কোনো ত্রুটি শনাক্ত করা যায়।

❖ মোটরের ধ্বনি বা কম্পন:
মোটরের ধ্বনি বা কম্পন অস্বাভাবিক হলে, এটি মোটরের অক্ষমতা বা অস্বাভাবিক কর্মক্ষমতার লক্ষণ হতে পারে। মোটরের ঘূর্ণন এবং কম্পন মনিটর করা গুরুত্বপূর্ণ, যাতে কোন মেকানিক্যাল সমস্যা বা লোড সমস্যা দেখা না দেয়।

মোটরের অপারেশন মনিটর করার পদক্ষেপসমূহ:

- ❖ তাপমাত্রা পরিমাপ:
  মোটরের তাপমাত্রা নিয়মিত পরিমাপ করা উচিত। থার্মোমিটার বা ইনফ্রারেড থার্মোমিটার ব্যবহার করে মোটরের তাপমাত্রা পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি সঠিক সীমার মধ্যে আছে।
- ❖ কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ:
  মোটরের ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান পরিমাপ করুন। যদি কোনো অস্বাভাবিকতা থাকে, যেমন বেশি কারেন্ট বা ভোল্টেজ ড্রপ, তবে সেটি সঠিকভাবে বিশ্লেষণ করুন।
- ❖ স্পিড সেন্সর ব্যবহার:
  মোটরের গতি মনিটর করার জন্য স্পিড সেন্সর ব্যবহার করুন। মোটরের গতি যদি বেশি বা কম থাকে, তবে সেটি জানিয়ে দেওয়া উচিত, যাতে সঠিকভাবে মোটরের কার্যক্ষমতা বজায় রাখা যায়।
- ❖ কম্পন এবং ধ্বনি পরীক্ষা:
  মোটরের কম্পন এবং ধ্বনি পরীক্ষা করুন। অস্বাভাবিক কম্পন বা ধ্বনি মোটরের মেকানিক্যাল ত্রুটির লক্ষণ হতে পারে, যা অবিলম্বে সমাধান করা উচিত।
- ❖ ভালভ এবং ব্রেক সিস্টেম চেক:
  যদি মোটরের সাথে সংযুক্ত কোনো ভালভ বা ব্রেক সিস্টেম থাকে, সেগুলোর কার্যকারিতা নিশ্চিত করুন। কোনো ধ্বংসাত্মক ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা না থাকলে, মোটরের কাজ সঠিকভাবে চলবে।

মোটরের অপারেশন মনিটর করার উপকারিতা:

- ❖ ত্রুটি শনাক্তকরণ:
  মোটরের অপারেশন মনিটর করে ত্রুটি সহজে শনাক্ত করা যায়, এবং সেগুলির সমাধান দ্রুত করা সম্ভব হয়।
- ❖ নিরাপত্তা:
  মোটরের অস্বাভাবিক অবস্থা যেমন অতিরিক্ত তাপমাত্রা বা কারেন্টের প্রবাহ দ্রুত শনাক্ত করে সিস্টেমের নিরাপত্তা নিশ্চিত করা যায়।
- ❖ কার্যকারিতা বৃদ্ধি:
  নিয়মিত মনিটরিংয়ের মাধ্যমে মোটরের কার্যকারিতা বৃদ্ধি পায় এবং তা সঠিকভাবে কাজ করে, যার ফলে মোটরের আয়ু দীর্ঘ হয় এবং সিস্টেমের স্থিতিশীলতা বজায় থাকে।
- ❖ খরচ কমানো:
  মোটরের ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা সময়মতো চিহ্নিত করা হলে, পরবর্তীতে বড় ধরনের ক্ষতি বা খরচ কমিয়ে আনা সম্ভব হয়।

PLC অপারেশনে মোটর মনিটরিংয়ের গুরুত্ব:

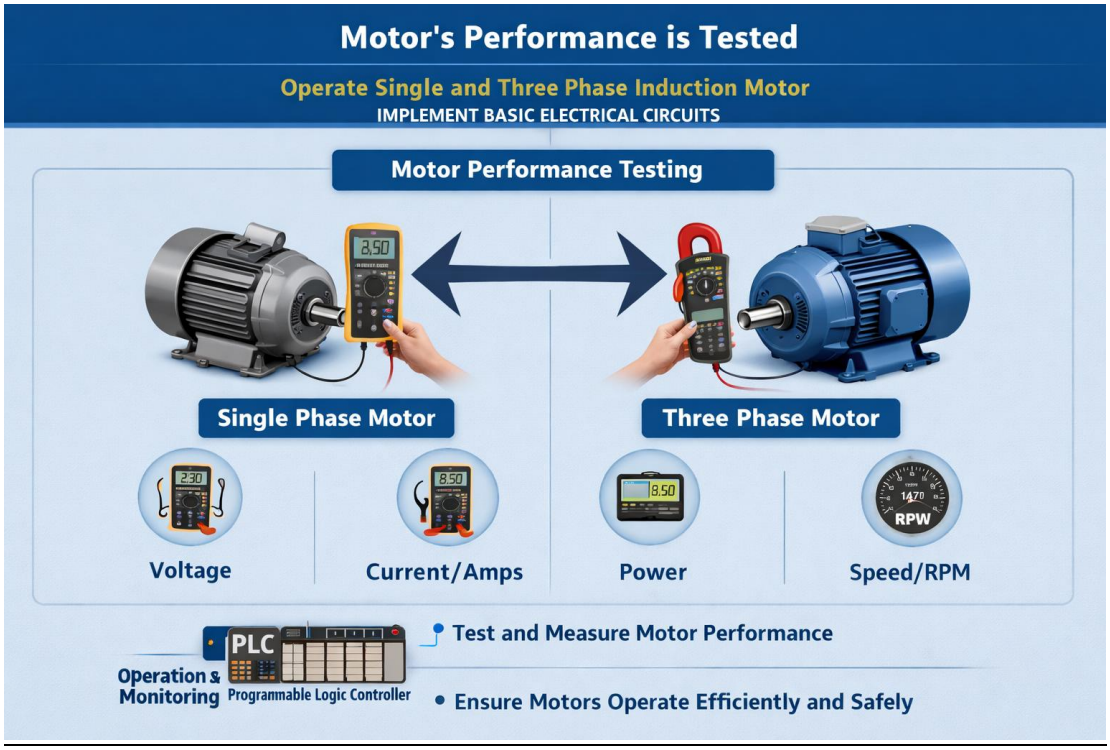
PLC সিস্টেমের মাধ্যমে মোটরের অপারেশন মনিটর করা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সঠিকভাবে PLC সিস্টেম এবং মোটর সংযুক্ত এবং মনিটর করা হলে, পুরো সিস্টেমের কার্যকারিতা, নিরাপত্তা, এবং শক্তি ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করা যায়। সঠিক অপারেশন মনিটরিং সিস্টেমে কোনো সমস্যা থাকলে সেটি দ্রুত চিহ্নিত করতে এবং সমাধান করতে সহায়ক।

(চ) মোটরের কর্মক্ষমতা পরীক্ষা করাঃ

মোটরের পারফরম্যান্স টেস্ট মোটরের কার্যক্ষমতা, দক্ষতা, এবং সঠিক অপারেশন নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়। PLC অপারেশন সম্পর্কিত কাজের জন্য, মোটরের কার্যকারিতা এবং সিস্টেমের স্থিতিশীলতা নিশ্চিত করার জন্য নিয়মিতভাবে

মোটরের পরীক্ষা নেওয়া প্রয়োজন। এই টেস্টিংয়ের মাধ্যমে আমরা মোটরের উৎপাদনশীলতা, তাপমাত্রা, গতি, এবং শক্তির ব্যবহার পরীক্ষা করে সিস্টেমে কোনো সমস্যা বা ত্রুটি চিহ্নিত করতে পারি।

Performance Testing for Induction Motors



মোটরের পারফরম্যান্স টেস্ট করার উদ্দেশ্য:

- মোটরের কার্যকারিতা যাচাই:
  মোটরের সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা, এবং এটি সিস্টেমের অন্যান্য অংশের সাথে সঠিকভাবে সংযুক্ত রয়েছে কিনা তা নিশ্চিত করা।
- ত্রুটি শনাক্তকরণ:
  মোটরের কোনো ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা থাকলে, তা পরীক্ষা করে দ্রুত সমাধান করা যাতে সার্কিটে বা সিস্টেমে বড় কোনো সমস্যা সৃষ্টি না হয়।
- কার্যক্ষমতা ও দক্ষতা মূল্যায়ন:
  মোটরের শক্তির ব্যবহার এবং গতি পরিমাপ করে তার কার্যক্ষমতা এবং দক্ষতা মূল্যায়ন করা হয়। এইভাবে মোটরের শক্তি খরচ কমানো এবং কার্যক্ষমতা বাড়ানো সম্ভব হয়।

মোটরের পারফরম্যান্স টেস্ট করার পদ্ধতি:

- ভোল্টেজ এবং কারেন্ট পরিমাপ:
  - প্রথমে মোটরের ইনপুট ভোল্টেজ এবং কারেন্ট পরিমাপ করুন। মোটরের সঠিকভাবে কাজ করতে হলে ভোল্টেজ এবং কারেন্ট নির্দিষ্ট মানের মধ্যে থাকতে হবে।
  - মাল্টিমিটার বা অ্যামিটার ব্যবহার করে মোটরের ইনপুট কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করুন।
- গতি পরীক্ষা:
  - মোটরের গতি (RPM) পরিমাপ করুন। এটি সাধারণত স্পিড সেন্সর বা টাইমার ব্যবহার করে করা হয়।

- সঠিক গতি নিশ্চিত করতে স্টার্টার এবং ফ্রিকোয়েন্সি মিটার ব্যবহার করা যেতে পারে।

❖ তাপমাত্রা পরিমাপ:
- মোটরের তাপমাত্রা পরিমাপ করুন। যদি মোটরের তাপমাত্রা খুব বেশি হয়, তাহলে এটি মোটরের কার্যক্ষমতায় প্রভাব ফেলতে পারে এবং মোটরের ক্ষতি হতে পারে।
- থার্মোমিটার বা ইনফ্রারেড থার্মোমিটার ব্যবহার করে তাপমাত্রা পরিমাপ করুন।

❖ পাওয়ার ফ্যাক্টর পরীক্ষা:
- মোটরের পাওয়ার ফ্যাক্টর পরিমাপ করুন। মোটরের শক্তি খরচ এবং তার কার্যকারিতা যাচাই করার জন্য পাওয়ার ফ্যাক্টর গুরুত্বপূর্ণ।
- কম পাওয়ার ফ্যাক্টর হলে, এটি মোটরের কার্যক্ষমতা কমিয়ে দিতে পারে।

❖ কম্পন এবং ধ্বনি পরিমাপ:
- মোটরের কম্পন এবং ধ্বনি পরিমাপ করুন। বেশি কম্পন বা অস্বাভাবিক ধ্বনি মোটরের মেকানিক্যাল সমস্যা বা ভারসাম্যহীনতার ইঙ্গিত হতে পারে।
- ভাইব্রেশন সেন্সর ব্যবহার করে কম্পন পরিমাপ করুন এবং মোটরের স্ট্রেস ও ক্ষতির উপস্থিতি চিহ্নিত করুন।

মোটরের পারফরম্যান্স টেস্টের ফলাফল যাচাই করা:

❖ গতি এবং তাপমাত্রা:
- মোটরের গতি এবং তাপমাত্রা পরিমাপের মাধ্যমে নিশ্চিত করুন যে মোটর সঠিকভাবে কাজ করছে এবং এর কার্যক্ষমতা স্বাভাবিক রয়েছে।
- অতিরিক্ত গতি বা তাপমাত্রা মোটরের কার্যক্ষমতার জন্য ক্ষতিকর হতে পারে।

❖ কারেন্ট এবং ভোল্টেজ:
- ভোল্টেজ এবং কারেন্ট পরিমাপ করে মোটরের কার্যক্ষমতা যাচাই করুন। যদি এগুলির মধ্যে কোনো অস্বাভাবিকতা থাকে, তাহলে সিস্টেমের অন্য অংশের সাথে সেটি সংশোধন করতে হবে।

❖ পাওয়ার ফ্যাক্টর এবং ইফিশিয়েন্সি:
- মোটরের পাওয়ার ফ্যাক্টর এবং শক্তি খরচ যাচাই করুন। সঠিক পাওয়ার ফ্যাক্টর এবং উচ্চ শক্তি দক্ষতা নিশ্চিত করুন।

PLC অপারেশনে মোটরের পারফরম্যান্স টেস্টের গুরুত্ব:

❖ সিস্টেমের স্থিতিশীলতা:
- মোটরের সঠিক অপারেশন সিস্টেমের স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে সহায়ক, যা PLC সিস্টেমের সঠিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করে।

❖ ত্রুটি প্রতিরোধ:
- মোটরের ত্রুটি বা সমস্যা দ্রুত চিহ্নিত করে সেগুলির সমাধান করা, যাতে পরবর্তীতে বড় ধরনের বিপর্যয় না ঘটে।

❖ দীর্ঘস্থায়ী কার্যক্ষমতা:
- নিয়মিত পারফরম্যান্স টেস্টিংয়ের মাধ্যমে মোটরের আয়ু বাড়ানো যায় এবং দীর্ঘস্থায়ী কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করা যায়।

❖ এনার্জি সেভিং:
- সঠিকভাবে মোটরের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা করার মাধ্যমে শক্তি সঞ্চয় করা যায়, যা সিস্টেমের শক্তি ব্যবস্থাপনা উন্নত করে।

সেলফ চেক (Self-check) – ১.৫

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটর কিভাবে চিহ্নিত করা যায়?
২. থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর কিভাবে চিহ্নিত করা যায়?
৩. সিঙ্গাল-ফেজ মোটর সংযুক্ত করার পদ্ধতি কী?
৪. থ্রি-ফেজ মোটর সংযুক্ত করার পদ্ধতি কী?
৫. সিঙ্গাল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ মোটরের মধ্যে পার্থক্য কী?
৬. সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটর চালু করার পদ্ধতি কী?
৭. থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর চালু করার পদ্ধতি কী?
৮. সিঙ্গাল-ফেজ মোটরের পারফরম্যান্স কীভাবে পরীক্ষা করা যায়?
৯. থ্রি-ফেজ মোটরের পারফরম্যান্স কীভাবে পরীক্ষা করা যায়?
১০. মোটরের প্যারামিটার চেক করা কেন গুরুত্বপূর্ণ?
১১. সিঙ্গাল-ফেজ মোটরের অপারেশন মনিটরিং কীভাবে করা যায়?
১২. থ্রি-ফেজ মোটরের অপারেশন মনিটরিং কীভাবে করা যায়?
১৩. মোটরের পারফরম্যান্স পরীক্ষা করার জন্য কি পরিমাপ করা উচিত?
১৪. মোটরের অস্বাভাবিক পরিস্থিতি কী কী?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ১.৫

১. সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটর কিভাবে চিহ্নিত করা যায়?
উত্তর: সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটর একটি ইনপুট পাওয়ার সোর্স হিসেবে 220V AC ব্যবহার করে এবং সাধারণত ক্যাপাসিটর দিয়ে স্টার্ট করা হয়।

২. থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর কিভাবে চিহ্নিত করা যায়?
উত্তর: থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর তিনটি ফেজ (L1, L2, L3) থেকে শক্তি নেয় এবং সাধারণত স্টার্টার এবং ওভারলোড রিলে সুরক্ষিত থাকে।

৩. সিঙ্গাল-ফেজ মোটর সংযুক্ত করার পদ্ধতি কী?
উত্তর: সিঙ্গাল-ফেজ মোটরের লাইভ (L) এবং নিউট্রাল (N) টার্মিনাল সংযুক্ত করুন, এবং ক্যাপাসিটর স্টার্ট বা রান মোডে মোটর চালু করুন।

৪. থ্রি-ফেজ মোটর সংযুক্ত করার পদ্ধতি কী?
উত্তর: থ্রি-ফেজ মোটরের তিনটি লাইন (L1, L2, L3) সরাসরি মোটরের টার্মিনালে সংযুক্ত করুন এবং একটি স্টার্টার ব্যবহার করুন।

৫. সিঙ্গাল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ মোটরের মধ্যে পার্থক্য কী?
উত্তর: সিঙ্গাল-ফেজ মোটর একক ফেজ পাওয়ার ব্যবহার করে, যেখানে থ্রি-ফেজ মোটর তিনটি ফেজ পাওয়ার ব্যবহার করে। থ্রি-ফেজ মোটর বেশি শক্তিশালী এবং বড় যন্ত্রপাতিতে ব্যবহৃত হয়।

৬. সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটর চালু করার পদ্ধতি কী?
উত্তর: সিঙ্গাল-ফেজ ইনডাকশন মোটর চালু করার জন্য ক্যাপাসিটর স্টার্ট পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়, যেখানে ক্যাপাসিটর শুরুতে সংযুক্ত হয় এবং পরে বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়।

৭. থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর চালু করার পদ্ধতি কী?
উত্তর: থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর চালু করার জন্য ডিরেক্ট-অন-লাইন (DOL), স্টার-ডেলটা বা অটো ট্রান্সফরমার স্টার্ট পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

৮. সিঙ্গাল-ফেজ মোটরের পারফরম্যান্স কীভাবে পরীক্ষা করা যায়?
উত্তর: সিঙ্গাল-ফেজ মোটরের ভোল্টেজ, কারেন্ট, গতি, এবং তাপমাত্রা পরিমাপ করে মোটরের পারফরম্যান্স পরীক্ষা করা যায়।

৯. থ্রি-ফেজ মোটরের পারফরম্যান্স কীভাবে পরীক্ষা করা যায়?
উত্তর: থ্রি-ফেজ মোটরের ভোল্টেজ, কারেন্ট, গতি (RPM) এবং পাওয়ার পরিমাপ করে পারফরম্যান্স পরীক্ষা করা যায়।

১০. মোটরের প্যারামিটার চেক করা কেন গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: মোটরের প্যারামিটার চেক করার মাধ্যমে মোটরের কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করা যায় এবং তা অতিরিক্ত তাপ বা কারেন্ট প্রবাহ থেকে রক্ষা পায়, যা মোটরের আয়ু বাড়ায়।

১১. সিঙ্গাল-ফেজ মোটরের অপারেশন মনিটরিং কীভাবে করা যায়?
উত্তর: সিঙ্গাল-ফেজ মোটরের তাপমাত্রা, কারেন্ট, এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করে এবং কোনও অস্বাভাবিক পরিস্থিতি চিহ্নিত করে তার অপারেশন মনিটর করা যায়।

১২. থ্রি-ফেজ মোটরের অপারেশন মনিটরিং কীভাবে করা যায়?
উত্তর: থ্রি-ফেজ মোটরের ফেজ চেক, ভোল্টেজ, এবং স্পিড (RPM) মনিটর করে এবং কোনো সমস্যা দেখা দিলে তা সমাধান করা যায়।

১৩. মোটরের পারফরম্যান্স পরীক্ষা করার জন্য কি পরিমাপ করা উচিত?
উত্তর: মোটরের ভোল্টেজ, কারেন্ট, পাওয়ার, গতি (RPM), এবং তাপমাত্রা পরিমাপ করা উচিত।

১৪. মোটরের অস্বাভাবিক পরিস্থিতি কী কী?
উত্তর: মোটরের অস্বাভাবিক পরিস্থিতির মধ্যে অতিরিক্ত তাপ, অস্বাভাবিক কম্পন, ভোল্টেজ ড্রপ, গতি পরিবর্তন এবং কারেন্টের অস্বাভাবিক প্রবাহ অন্তর্ভুক্ত থাকতে পারে।

জব শিট (Job Sheet) – ১.৫

জবের নামঃ সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর অপারেট/পরিচালনা করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

(ক) সিঙ্গাল-ফেজ মোটর অপারেশন:

১. ইনপুট ভোল্টেজ চেক করা:
   সিঙ্গাল-ফেজ মোটরের ইনপুট ভোল্টেজ সঠিক কিনা তা পরিমাপ করুন।

২. মোটরের সংযোগ:
   মোটরের লাইভ এবং নিউট্রাল টার্মিনাল থেকে পাওয়ার সাপ্লাই সংযুক্ত করুন।

৩. স্টার্টার ব্যবহার করা:
   সিঙ্গাল-ফেজ মোটরের জন্য কনডেন্সার স্টার্ট ব্যবহার করুন।

৪. মোটরের গতি পরীক্ষা করা:
   মোটরের গতি পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি সঠিকভাবে ঘুরছে।

৫. কারেন্ট এবং তাপমাত্রা চেক করা:
   মোটরের মাধ্যমে প্রবাহিত কারেন্ট এবং তাপমাত্রা পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি সঠিক সীমার মধ্যে রয়েছে।

(খ) থ্রি-ফেজ মোটর অপারেশন:

১. ভোল্টেজ পরিমাপ করা:
   থ্রি-ফেজ মোটরের ইনপুট ভোল্টেজ পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি সঠিক ফেজে রয়েছে।

২. মোটরের সংযোগ:
   থ্রি-ফেজ পাওয়ার সাপ্লাই থেকে মোটরের তিনটি ইনপুট ফেজ (L1, L2, L3) সংযুক্ত করুন।

৩. স্টার্টার এবং সুরক্ষা ব্যবস্থা:
   মোটর চালু করার জন্য ডিরেক্ট-অন-লাইন (DOL) বা স্টার-ডেলটা স্টার্ট পদ্ধতি ব্যবহার করুন।

৪. গতি এবং তাপমাত্রা পরিমাপ করা:
   থ্রি-ফেজ মোটরের গতি (RPM) এবং তাপমাত্রা পরিমাপ করুন এবং সঠিক সীমার মধ্যে থাকার নিশ্চয়তা দিন।

৫. কারেন্ট চেক করা:
   মোটরের মাধ্যমে প্রবাহিত কারেন্ট পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে মোটরের স্থিতিশীলতা বজায় আছে।

(গ) মোটরের পারফরম্যান্স যাচাই করা:

১. ভোল্টেজ, কারেন্ট, এবং গতি পরিমাপ করুন:
   সার্কিটে মোটরের ইনপুট ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং গতি পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি আদর্শ অবস্থায় কাজ করছে।

২. তাপমাত্রা পরীক্ষা করা:
   মোটরের তাপমাত্রা পরিমাপ করুন এবং এটি স্বাভাবিক পরিসরে আছে কিনা তা নিশ্চিত করুন।

৩. কম্পন এবং ধ্বনি পরীক্ষা:
   মোটরের কম্পন এবং ধ্বনি পর্যবেক্ষণ করুন, যদি কোনো অস্বাভাবিকতা থাকে তবে সেটি চিহ্নিত করুন।

সতর্কতাঃ

- বিদ্যুৎ সাপ্লাই পরীক্ষা করুন:
  মোটর সংযোগ করার আগে সঠিক ভোল্টেজ এবং ফেজ চেক করুন।
- মোটরের তাপমাত্রা চেক করুন:
  মোটরের তাপমাত্রা খুব বেশি হলে, এটি মোটরের ক্ষতি করতে পারে।
- সুরক্ষা স্টার্টার ব্যবহার করুন:
  মোটরের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে স্টার্টার এবং সুরক্ষা রিলে ব্যবহার করুন।
- কারেন্ট লিমিট:
  মোটরের দ্বারা প্রবাহিত কারেন্ট সীমা নির্ধারণ করুন, কারণ অতিরিক্ত কারেন্ট মোটরের ক্ষতি করতে পারে।
- ক্যাবলিং নিরাপত্তা:
  মোটরের সংযোগের সময় সব তার সঠিকভাবে সংযুক্ত এবং সুরক্ষিত রাখা নিশ্চিত করুন।
- অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার ব্যবহারে সতর্কতা:
  পরীক্ষণের সময় অ্যামিটার এবং ভোল্টমিটার সঠিকভাবে সংযুক্ত করুন যাতে কোনও ক্ষতি না হয়।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ১.৫

জবের নামঃ সিঙ্গেল-ফেজ এবং থ্রি-ফেজ ইনডাকশন মোটর অপারেট/পরিচালনা করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

১. ইলেকট্রিক্যাল গ্লাভস (Electrical gloves): বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা পেতে।
২. সেইফটি গগলস (Safety goggles): চোখের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
৩. ফ্লেম-রেসিস্ট্যান্ট পোশাক (Flame-resistant clothing): বৈদ্যুতিক আগুন বা তাপ থেকে সুরক্ষা।
৪. সেইফটি বুটস (Safety boots): পায়ের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
৫. হেলমেট (Helmet): মাথার সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

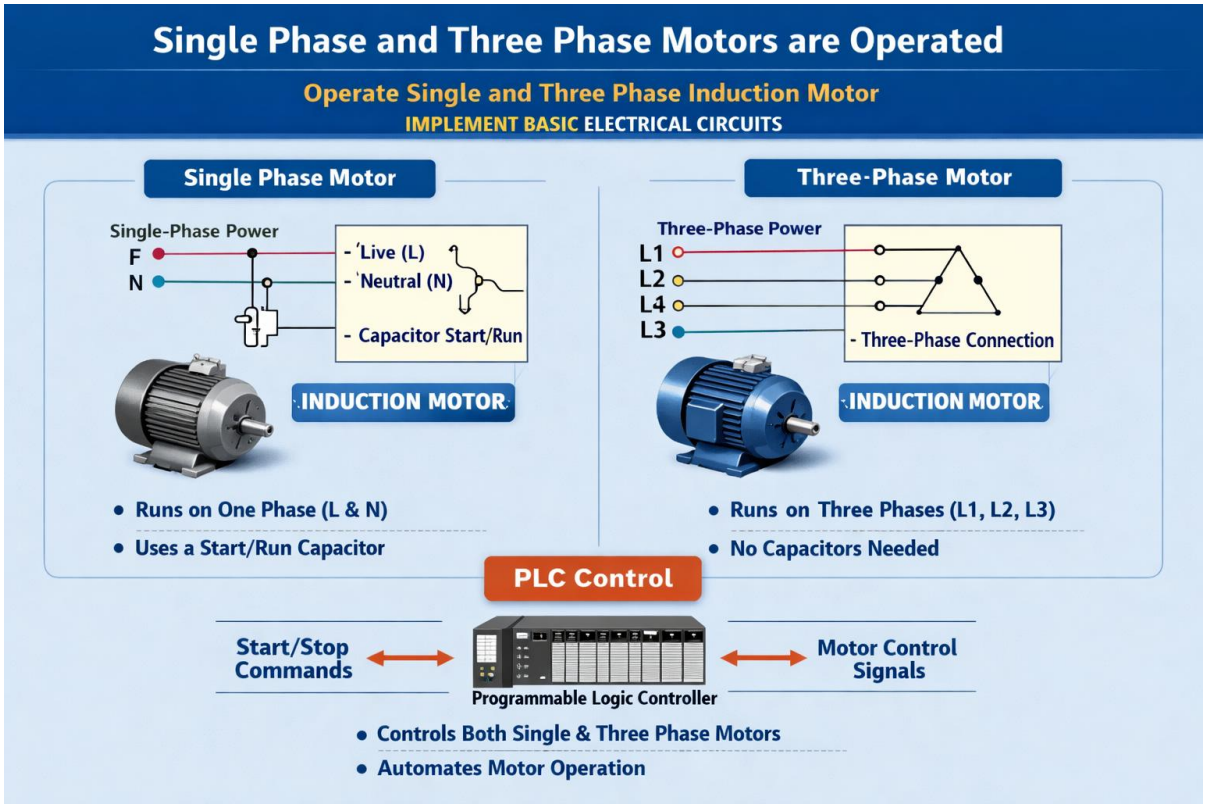
১. মাল্টিমিটার (Multimeter): ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং প্রতিরোধ পরিমাপ করতে।
২. পাওয়ার সাপ্লাই (Power Supply): সঠিক ভোল্টেজ সরবরাহের জন্য।
৩. স্টার্টার (Starter): মোটর চালু করার জন্য।
৪. অ্যামিটার (Ammeter): মোটরের মাধ্যমে প্রবাহিত কারেন্ট পরিমাপ করতে।
৫. ভোল্টমিটার (Voltmeter): মোটরের ভোল্টেজ পরিমাপ করতে।
৬. থার্মোমিটার (Thermometer): মোটরের তাপমাত্রা পরিমাপ করতে।
৭. স্পিড সেন্সর (Speed Sensor): মোটরের গতি পরিমাপ করতে।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১. রেজিস্টর (R): ভিন্ন ভিন্ন মানের রেজিস্টর।
২. ইনডাক্টর (L): নির্দিষ্ট মানের ইনডাক্টর।

৩. ক্যাপাসিটর (C): নির্দিষ্ট ক্যাপাসিট্যান্সের ক্যাপাসিটর।
৪. পাওয়ার সাপ্লাই: সঠিক শক্তি সরবরাহের জন্য।
৫. তার (Wires): সার্কিট সংযোগ করার জন্য।
৬. ফিউজ (Fuse): সার্কিটের সুরক্ষার জন্য।
৭. সুইচ (Switch): সার্কিট চালু বা বন্ধ করার জন্য।

ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



Single-phase and Three-phase Motor Operation

মডিউল-২

মডিউলঃ রিলে লজিক ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক সিকোয়েন্স সার্কিট এবং নিয়ন্ত্রণ কার্যকর করা

SICIP-LE-PLC-02-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-২

মডিউল শিরোনামঃ রিলে লজিক ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক সিকোয়েন্স সার্কিট এবং নিয়ন্ত্রণ কার্যকর করা

ইউনিট কোডঃ SICIP-LE-PLC-02-O **নোমিনাল আওয়ারঃ** ৪০ ঘণ্টা।

মডিউলের বিবরণঃ

এই মডিউলে রিলে লজিক ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক সিকোয়েন্স সার্কিট এবং নিয়ন্ত্রণ কার্যকর করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে রিলে লজিক অপারেশন ব্যাখ্যা করা, যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন সম্পাদন করা, টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশন কার্যকর করা, ল্যাচ, ডিওএল এবং স্টার ডেল্টা তৈরি করা, এবং স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড-রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করার কাজগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ

- রিলে লজিক অপারেশন ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন সম্পাদন করতে পারবে।
- টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশন কার্যকর করতে পারবে।
- ল্যাচ, ডিওএল এবং স্টার ডেল্টা তৈরি করতে পারবে।
- স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড-রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

১. রিলে লজিকের মৌলিক ধারণাগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে এবং PLC/PLC অপারেশন নীতির সার্টিফিকেট কোর্স অনুযায়ী ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
২. রিলে লজিক সার্কিটের উপাদানগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে।
৩. রিলে লজিক উপাদানগুলির কার্যাবলী বর্ণিত হয়েছে।
৪. রিলে লজিক সার্কিটের অপারেশন ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৫. সাধারণ রিলে লজিক চিহ্ন এবং নোটেশনগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে।
৬. PLC/PLC অপারেশন প্রক্রিয়ায় রিলে লজিকের প্রয়োগ বর্ণনা করা হয়েছে।
৭. যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসগুলি চিহ্নিত করা এবং বর্ণনা করা হয়েছে।
৮. যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন পদ্ধতিগুলি অনুসরণ করা হয়েছে।
৯. মাল্টিমিটার ব্যবহার করে কন্টাক্ট স্টেটাস চেক করা হয়েছে।
১০. রিলে ব্যবহার করে বুলিয়ান লজিক অপারেশন সম্পাদন করা হয়েছে।
১১. কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইন অনুযায়ী সুইচিং ডিভাইসগুলি অপারেট করা হয়েছে।
১২. যান্ত্রিক সুইচগুলি সঠিক কার্যক্রমের জন্য অপারেশনের আগে এবং পরে পরিদর্শন এবং পরীক্ষা করা হয়েছে।
১৩. কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োজন অনুযায়ী টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশনগুলি নির্বাচন করা হয়েছে।
১৪. অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজন অনুযায়ী টাইমার এবং কাউন্টার সেটিংস কনফিগার করা হয়েছে।
১৫. স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি অনুসরণ করে টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশনগুলি সম্পাদন করা হয়েছে।
১৬. টাইমার এবং কাউন্টার আউটপুট মনিটর এবং যাচাই করা হয়েছে।
১৭. টাইমার এবং কাউন্টার কর্মক্ষমতায় ত্রুটি বা বিচ্যুতি চিহ্নিত করা হয়েছে।

১৮. ল্যাচ, ডিওএল এবং স্টার-ডেল্টা কনফিগারেশনের জন্য সার্কিট ডায়াগ্রাম ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
১৯. স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী রিলে, কন্টাক্ট এবং কয়েল সংযুক্ত করে ল্যাচ সার্কিটগুলি তৈরি করা হয়েছে।
২০. মোটর স্টার্ট এবং স্টপ কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে ডিওএল স্টার্টার সার্কিটগুলি সঠিকভাবে সংযুক্ত করা হয়েছে।
২১. প্রতিষ্ঠিত ওয়্যারিং পদ্ধতি অনুসরণ করে স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিটগুলি তৈরি করা হয়েছে।
২২. সার্কিটগুলি সঠিক অপারেশনের জন্য পরীক্ষা করা হয়েছে।
২৩. ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশনের জন্য কন্ট্রোল সার্কিট ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
২৪. টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার করে স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করা হয়েছে।
২৫. ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স গতির মধ্যে মসৃণ এবং সঠিক ট্রানজিশন যাচাই করার জন্য অপারেশন পরীক্ষা করা হয়েছে।
২৬. অপারেশন চলাকালে ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা চিহ্নিত করা হয়েছে এবং সঠিককরণ কর্মসূচির জন্য রিপোর্ট করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ২.১

শিখন ফল-১: রিলে লজিক অপারেশন ব্যাখ্যা করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- রিলে লজিকের মৌলিক ধারণাসমূহ
- রিলে লজিক সার্কিটের উপাদানসমূহ এবং এগুলোর কার্যাবলী
- রিলে লজিক সার্কিটের অপারেশন ব্যাখ্যাকরণ
- সাধারণ রিলে লজিক চিহ্ন এবং নোটেশনগুলি চিহ্নিতকরণ
- PLC/PLC অপারেশন প্রক্রিয়ায় রিলে লজিকের প্রয়োগ

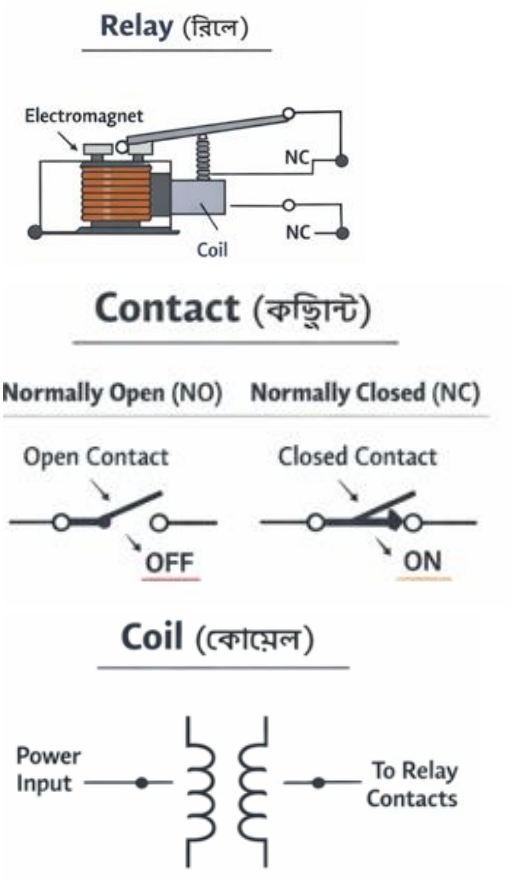
(ক) রিলে লজিকের মৌলিক ধারণাসমূহঃ

রিলে লজিকের মৌলিক ধারণাগুলি হল:

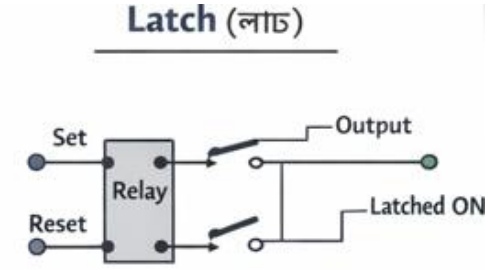
১. রিলে (Relay): এটি একটি ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক সুইচ, যা একটি সিগন্যাল বা স্টিমুলাস পাওয়ার পর অন্য একটি সার্কিটকে চালু বা বন্ধ করে। এটি সাধারনত একটি কন্টাক্টের মাধ্যমে কাজ করে যা সার্কিটের অবস্থান পরিবর্তন করে।

২. কন্টাক্ট (Contact): রিলের মাধ্যমে সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন হওয়া অংশকে কন্টাক্ট বলা হয়। দুটি প্রধান ধরনের কন্টাক্ট থাকে:
   - নরমাল ওপেন (NO): যখন রিলে সক্রিয় হয়, কন্টাক্ট বন্ধ হয়।
   - নরমাল ক্লোজড (NC): যখন রিলে সক্রিয় হয়, কন্টাক্ট খুলে যায়।

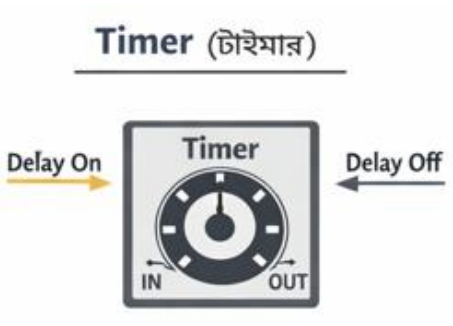
৩. কয়েল (Coil): এটি রিলেতে শক্তি সরবরাহ করে এবং রিলে সক্রিয় করার জন্য মেগনেটিক ফিল্ড তৈরি করে।



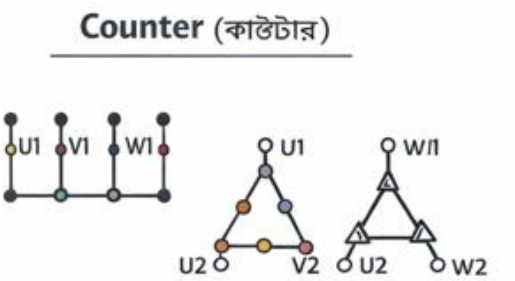
৪. ল্যাচ (Latch): এটি এমন একটি সার্কিট যা একবার সক্রিয় হওয়ার পর নিজের অবস্থান বজায় রাখে, যতক্ষণ না অন্য কোন ইভেন্ট দ্বারা পরিবর্তিত না হয়।



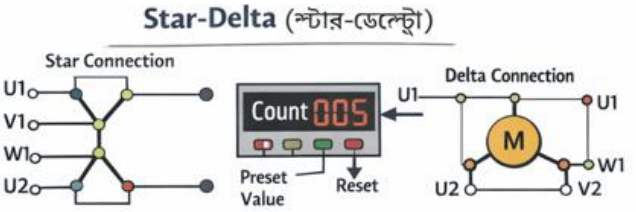
৫. টাইমার (Timer): টাইমার রিলে সিগন্যালটি নির্দিষ্ট সময় পর এক্সিকিউট বা স্টপ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি সময় ভিত্তিক অপারেশন পরিচালনা করতে সাহায্য করে।



৬. কাউন্টার (Counter): কাউন্টার একটি গননা ইউনিট, যা একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যাল বা ইভেন্ট ঘটলে একটি আউটপুট দেয়।



৭. স্টার-ডেল্টা (Star-Delta): এটি একটি বিশেষ ধরনের মোটর স্টার্টার সার্কিট যা মোটরের স্টার্টআপ সময়ে কম স্টার্টিং কারেন্ট ব্যবহার করতে সাহায্য করে।



এই ধারণাগুলি সঠিকভাবে চিহ্নিত করতে এবং বুঝতে, প্রশিক্ষণার্থীদের রিলে লজিকের প্রাথমিক ভিত্তি শেখানো হয়, যেগুলি PLC অপারেশন প্রক্রিয়ায় প্রয়োজনীয় ও গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এর মাধ্যমে প্রশিক্ষণার্থীরা রিলে লজিক অপারেশন এবং সঠিক সার্কিট ডিজাইন সম্পর্কে বিস্তারিত ধারণা অর্জন করে, যা বৈদ্যুতিক কাজের সিকোয়েন্স এবং নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় ব্যবহার করা হয়। এই ধারণাগুলি রিলে লজিক সার্কিট ডিজাইন এবং বৈদ্যুতিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

(খ) রিলে লজিক সার্কিটের উপাদানসমূহ এবং এগুলোর কার্যাবলীঃ

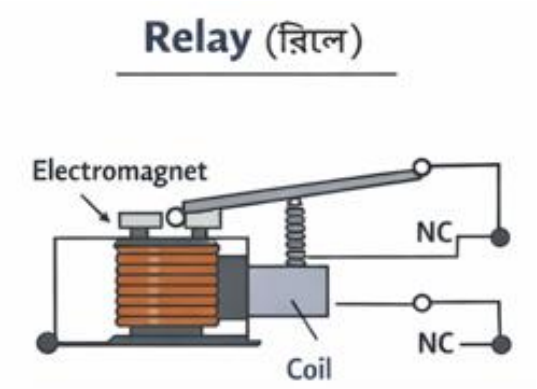
রিলে লজিক সার্কিটের উপাদান বলতে সেই সমস্ত ভৌত এবং বৈদ্যুতিন উপাদানগুলি বুঝানো হয় যা একসাথে কাজ করে একটি নির্দিষ্ট বৈদ্যুতিক কাজ সম্পাদন করার জন্য। রিলে লজিক সার্কিটের মূল উপাদানসমূহ এবং এগুলোর কার্যাবলী:

১. সুইচেস (Switches): সুইচ হলো একটি সরল যন্ত্র যা সার্কিটের সংযোগ এবং বিচ্ছিন্ন করতে ব্যবহৃত হয়। সুইচের মাধ্যমে আমরা সার্কিট চালু বা বন্ধ করতে পারি। এটি সাধারণত ম্যানুয়ালি বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালিত হয়।



Switches

২. রিলে (Relay): এটি একটি ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সুইচ, যা একটি সিগন্যাল বা স্টিমুলাস পাওয়ার পর অন্য একটি সার্কিটকে চালু বা বন্ধ করে। এটি সাধারনত একটি কন্টাক্টের মাধ্যমে কাজ করে যা সার্কিটের অবস্থান পরিবর্তন করে। রিলে একটি ছোট সিগন্যাল দ্বারা বড় সার্কিটে পরিবর্তন আনতে ব্যবহৃত হয়। যখন রিলের কোয়েল সক্রিয় হয়, তখন এটি কন্টাক্টগুলোকে খুলে বা বন্ধ করে, ফলে সার্কিটের পরিস্থিতি পরিবর্তিত হয়।

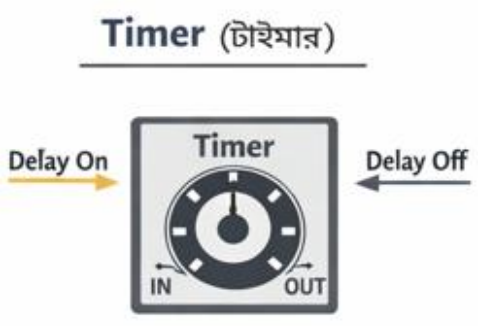


৩. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর (Magnetic Contactor): এটি একটি বিশেষ ধরনের রিলে যা উচ্চক্ষমতাসম্পন্ন সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়, যেমন মোটরের স্টার্ট বা স্টপ করার জন্য। এটি অনেক বেশি বৈদ্যুতিক শক্তি পরিচালনা করতে সক্ষম এবং সাধারণত বড় যন্ত্রপাতি বা মেশিনে ব্যবহৃত হয়।

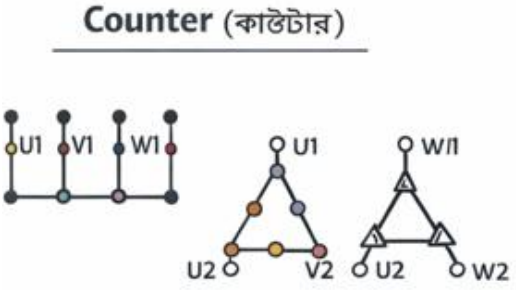


Magnetic Contactor

৪. টাইমার (Timer): টাইমার রিলে সিগন্যালটি নির্দিষ্ট সময় পর এক্সিকিউট বা স্টপ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি সময় ভিত্তিক অপারেশন পরিচালনা করতে সাহায্য করে। টাইমার নির্দিষ্ট সময় পর একটি কাজ সম্পাদন করে। এটি একটি নির্দিষ্ট সময়কাল পর সিগন্যাল প্রেরণ বা বন্ধ করে দেয়, যা বিভিন্ন বৈদ্যুতিক কার্যক্রমের জন্য সময় নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়।



৫. কাউন্টার (Counter): কাউন্টার একটি গননা ইউনিট, যা একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যাল বা ইভেন্ট ঘটলে একটি আউটপুট দেয়। কাউন্টার একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক ইভেন্ট বা সিগন্যাল ঘটলে আউটপুট দেয়। এটি যেকোনো কাজের পুনরাবৃত্তি বা পরিমাণ গণনা করতে ব্যবহার করা হয়, যেমন মোটর চালানোর সময়।



৬. এলইডি (LED - Light Emitting Diode):
এলইডি একটি ছোট, শক্তি-দক্ষ আলো উৎস যা সিগন্যাল বা সিস্টেমের অবস্থা নির্দেশ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত 'অন' বা 'অফ' অবস্থায় থাকে এবং এটি এক্সপ্লোরার বা ভিজ্যুয়াল ইন্ডিকেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়।



৭. মোটর (Motor):
মোটর হলো একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে গতি বা গতির শক্তিতে রূপান্তরিত করে। এটি সাধারণত রিলে লজিক সার্কিটে কন্ট্রোল করা হয়, যাতে নির্দিষ্ট সময়ে চালানো বা বন্ধ করা যায়। এটি স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়।



৮. সেন্সর (Sensors):
সেন্সর হলো একটি ডিভাইস যা শারীরিক বা পরিবেশগত পরিবর্তনগুলি (যেমন তাপমাত্রা, চাপ, বা আর্দ্রতা) সনাক্ত করে এবং সেই তথ্য বৈদ্যুতিক সংকেত হিসেবে রিলে লজিক সার্কিটে প্রেরণ করে। সেন্সরগুলি বিভিন্ন সিস্টেমের মধ্যে ইনপুট সিগন্যাল প্রেরণ করে, যাতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে কোন কাজ সম্পাদিত হতে পারে।



এই সমস্ত উপাদানগুলো একে অপরের সাথে সমন্বিতভাবে কাজ করে এবং রিলে লজিক সার্কিটের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক সিকোয়েন্স এবং নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার কাজ সম্পাদন করে।

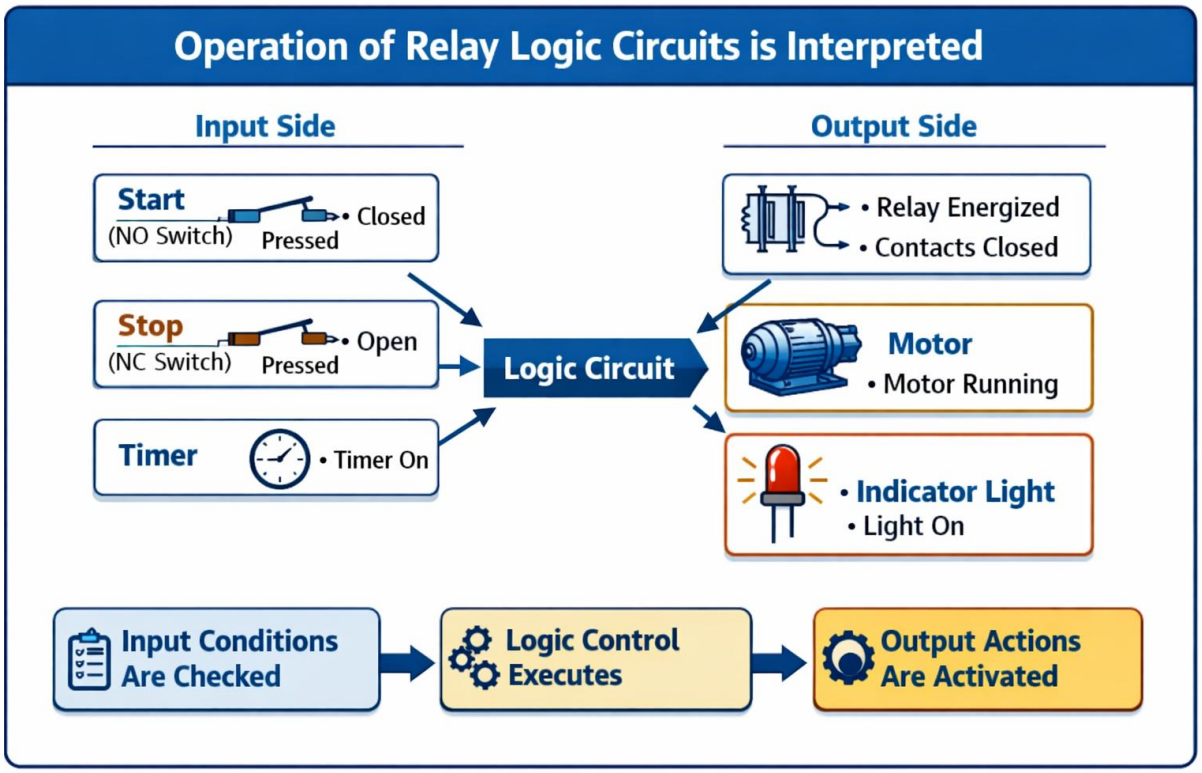
(গ) রিলে লজিক সার্কিটের অপারেশন ব্যাখ্যাকরণঃ

রিলে লজিক সার্কিটের অপারেশন ব্যাখ্যাকরণ বলতে, রিলে লজিক সার্কিটের কার্যক্রম এবং তাদের ব্যবহার সম্পর্কে সঠিক বিশ্লেষণ এবং ব্যাখ্যা প্রদান করা বোঝানো হয়। এটি রিলে লজিক সার্কিটের উপাদানগুলির কার্যপদ্ধতি, যেমন রিলে, কন্টাক্ট, কয়েল, টাইমার, কাউন্টার, ল্যাচ ইত্যাদি, কীভাবে একে অপরের সাথে কাজ করে এবং বৈদ্যুতিক সিকোয়েন্স নিয়ন্ত্রণ করতে সহায়ক হয় তা বোঝানোর প্রক্রিয়া।

এই প্রক্রিয়ার মধ্যে, একটি নির্দিষ্ট ইনপুট সংকেতের মাধ্যমে রিলে কন্টাক্টের অবস্থান পরিবর্তন হয়, যা সার্কিটের বিভিন্ন অংশে সিগন্যাল প্রেরণ বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়। টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহারের মাধ্যমে সময় ভিত্তিক অপারেশন বা গননা করা হয়, এবং ল্যাচ বা স্টার-ডেল্টা সার্কিটের মাধ্যমে মোটরের কাজের জন্য সঠিক স্টার্ট-স্টপ প্রক্রিয়া সম্পাদিত হয়।

রিলে লজিক অপারেশনের ব্যাখ্যা করার মাধ্যমে, একজন প্রকৌশলী বা টেকনিশিয়ান সার্কিটের সঠিক কাজ, ত্রুটি শনাক্তকরণ এবং কার্যকরী নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা তৈরি করতে সক্ষম হন, যা PLC (Programmable Logic Controller) অপারেশন প্রক্রিয়ায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

Relay Logic Circuit Operation Diagram



(ঘ) সাধারণ রিলে লজিক চিহ্ন এবং নোটেশনসমূহঃ

➢ সাধারণ রিলে লজিক চিহ্ন এবং নোটেশনগুলি PLC অপারেশন সম্পর্কিত বৈদ্যুতিক সিকোয়েন্স সার্কিট এবং নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় ব্যবহৃত হয়। নিচে রিলে লজিক চিহ্ন, নোটেশনসমূহ এবং কার্যাবলীর বর্ণনা দেওয়া হলো:

১. নরমালি ওপেন কন্টাক্ট (NO Contact):
   a. প্রতীক: সাধারণত একটি উন্মুক্ত রেখা, যা রিলে সক্রিয় না থাকলে বন্ধ থাকে।
   b. নোটেশন: এটি সাধারণত একটি দিয়া বা সোজা রেখার মাধ্যমে চিহ্নিত করা হয়, যা সার্কিটে শক্তি প্রবাহের জন্য বন্ধ হতে পারে যখন রিলে সক্রিয় হয়।
   c. ফাংশন: রিলে যদি সক্রিয় না থাকে, তবে এই কন্টাক্টটি খোলা থাকবে এবং কোন সিগন্যাল বা বিদ্যুৎ প্রবাহ পাবে না। কিন্তু রিলে সক্রিয় হলে, এটি বন্ধ হয়ে যাবে এবং সিগন্যাল প্রবাহিত হবে।

২. নরমালি ক্লোজড কন্টাক্ট (NC Contact):
   a. প্রতীক: একটি বন্ধ রেখা, যা রিলে সক্রিয় না থাকলে খোলা থাকে।
   b. নোটেশন: এটি সাধারণত একটি রেখা যা বন্ধ থাকে, এবং সার্কিটে প্রবাহ ঘটে যতক্ষণ না রিলে সক্রিয় হয়।
   c. ফাংশন: রিলে যদি সক্রিয় হয়, এই কন্টাক্টটি খুলে যাবে, ফলে সার্কিটটি বন্ধ হয়ে যাবে। সাধারণত এটি কোনো অবস্থা বা সিস্টেমের স্থিতি চেক করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

৩. রিলে কয়েল (Relay Coil):
   a. প্রতীক: একটি আয়তাকার সিম্বল যা একটি কুন্ডলী বা কোয়েল প্রদর্শন করে।
   b. নোটেশন: এটি সাধারণত একটি আয়তাকার চিহ্নের মধ্যে একটি কুন্ডলী বা কোয়েল হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।

c. ফাংশন: রিলে কয়েল একটি শক্তির উৎস যা সিগন্যাল বা বাহ্যিক ইলেকট্রিক শক্তি ব্যবহার করে রিলে কন্টাক্টগুলিকে পরিবর্তিত করতে সাহায্য করে। এটি সার্কিট চালু বা বন্ধ করার কাজ করে।

৪. টাইমার (Timer):
   a. প্রতীক: এটি একটি সিম্বল হিসেবে সাধারণত ঘড়ির আকারে উপস্থাপন করা হয়।
   b. নোটেশন: টাইমারের জন্য সাধারণত একটি ঘড়ির প্রতীক ব্যবহার করা হয়।
   c. ফাংশন: টাইমার একটি নির্দিষ্ট সময় পর সিগন্যাল সরবরাহ করতে ব্যবহৃত হয়, যা সার্কিটে বিভিন্ন সিস্টেমকে সময়ভিত্তিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে সহায়ক। এর মাধ্যমে সিস্টেমের সময় বিলম্ব নির্ধারণ করা হয়।

৫. কাউন্টার (Counter):
   a. প্রতীক: এটি সাধারণত একটি গননা ইউনিট হিসেবে চিহ্নিত হয় এবং এটি বিভিন্ন সংখ্যা বা ইভেন্ট গননা করতে সাহায্য করে।
   b. নোটেশন: কাউন্টার সাধারণত একটি সিম্বল হিসেবে সংখ্যার সিরিজের মাধ্যমে চিহ্নিত হয়, যা কোন ইভেন্ট বা গননা সম্পন্ন হওয়ার পরে আউটপুট দেয়।
   c. ফাংশন: কাউন্টারটি কোনও নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যালের ভিত্তিতে কাজ করে এবং বিভিন্ন প্রক্রিয়া গননা করতে ব্যবহৃত হয়।

৬. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর (Magnetic Contactor):
   a. প্রতীক: সাধারণত একটি সেলফ-কন্ট্রোল সার্কিট হিসেবে একটি বড় আয়তাকার সিম্বল ব্যবহার করা হয়।
   b. নোটেশন: এটি সাধারণত একটি বড় আয়তাকার রিলে সিম্বল হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।
   c. ফাংশন: এটি উচ্চ শক্তির সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ব্যবহৃত হয়, যেমন মোটর চালু বা বন্ধ করা। রিলে লজিক সার্কিটের মধ্যে এটি বিশেষত মোটরের স্টার্ট ও স্টপ অপারেশনে ব্যবহৃত হয়।

৭. মোটর (Motor):
   a. প্রতীক: মোটরটির প্রতীক সাধারণত একটি বৃত্তাকার চিহ্নের মধ্যে থাকে, যার সাথে একটি অক্ষ এবং সূঁচ থাকে।
   b. নোটেশন: মোটরের প্রতীক সাধারণত একটি সিলিন্ড্রিকাল বা বৃত্তাকার চিহ্নের মধ্যে থাকে, যা রোটেটিং অংশের চিহ্ন হিসেবে ব্যবহৃত হয়।
   c. ফাংশন: মোটর হলো এমন একটি যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে গতির শক্তিতে রূপান্তর করে। এটি সাধারণত PLC সার্কিটে প্রোগ্রাম অনুযায়ী চালু বা বন্ধ করা হয়।

এই রিলে লজিক চিহ্ন এবং নোটেশনগুলির মাধ্যমে রিলে লজিক সার্কিটের কাজ ও তাদের কার্যাবলী সহজে বুঝে নেওয়া যায়, এবং PLC অপারেশনে এটি কার্যকরী ভূমিকা পালন করে।

(ঙ) PLC/PLC অপারেশন প্রক্রিয়ায় রিলে লজিকের প্রয়োগঃ

রিলে লজিকের প্রয়োগ PLC (Programmable Logic Controller) সিস্টেমে খুবই গুরুত্বপূর্ণ, বিশেষ করে যেখানে প্রক্রিয়ার নিয়ন্ত্রণ, স্বয়ংক্রিয়তা এবং সিকোয়েন্স কন্ট্রোল করা প্রয়োজন। সার্টিফিকেট কোর্সে রিলে লজিকের ব্যবহার শিখানো হয়, যাতে প্রশিক্ষণার্থীরা বৈদ্যুতিক সিকোয়েন্স সার্কিট এবং নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাগুলি কার্যকরীভাবে পরিচালনা করতে পারে।

১. রিলে লজিকের ভূমিকা:
রিলে লজিক PLC প্রোগ্রামিং এর মধ্যে ব্যবহার করা হয় যাতে একটি নির্দিষ্ট সার্কিট বা সিস্টেমের কাজের প্রক্রিয়া সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রিত হয়। উদাহরণস্বরূপ, মোটর চালনা, স্টার্ট এবং স্টপ ফাংশন, টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার, এবং ফরওয়ার্ড/রিভার্স কন্ট্রোল।

২. সার্কিট ডিজাইন এবং নিয়ন্ত্রণ:
রিলে লজিকের মাধ্যমে, সার্কিট ডিজাইন এবং নিয়ন্ত্রণ আরও সহজ এবং কার্যকর হয়। প্রশিক্ষণার্থীরা শেখে কিভাবে রিলে কন্টাক্ট, কোয়েল, টাইমার, এবং কাউন্টার ব্যবহার করে সিস্টেমের কার্যক্রম পরিচালনা করা যায়।

৩. PLC প্রক্রিয়া কন্ট্রোল:
PLC সিস্টেমে রিলে লজিক প্রয়োগ করে, আমরা সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদান (যেমন মোটর, সেন্সর, সুইচ) নিয়ন্ত্রণ করতে পারি। এটি স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়া এবং সিকোয়েন্স নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়, যা বিভিন্ন শিল্প এবং বৈদ্যুতিক ব্যবস্থায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৪. প্রাকৃতিক ইনপুট এবং আউটপুট ব্যবস্থাপনা:
রিলে লজিকের মাধ্যমে, আমরা PLC এর ইনপুট এবং আউটপুট সিগন্যালগুলোকে যুক্ত করতে পারি, যা বিভিন্ন সেন্সর, সুইচ, এবং ম্যানুয়াল কন্ট্রোল ডিভাইসের মাধ্যমে সিস্টেমের অবস্থা চেক করতে সাহায্য করে।

৫. ট্রাবলশুটিং এবং ডায়াগনস্টিক:
রিলে লজিকের ব্যবহার শেখার মাধ্যমে, প্রশিক্ষণার্থীরা ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটে ত্রুটি বা সমস্যা চিহ্নিত করতে সক্ষম হয়, যা PLC সিস্টেমে প্রোগ্রামিং এবং অপারেশন প্রক্রিয়াতে গুরুত্বপূর্ণ।

এভাবে, সার্টিফিকেট কোর্সে রিলে লজিকের প্রয়োগ প্রশিক্ষণার্থীদের PLC অপারেশন প্রক্রিয়া ও বৈদ্যুতিক সিস্টেমের কার্যক্রম সঠিকভাবে পরিচালনা করতে সহায়ক হয়।

সেলফ চেক (Self-check) – ২.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. রিলে লজিকের মৌলিক ধারণাগুলি কী কী?
২. রিলে লজিক সার্কিটের প্রধান উপাদান কী কী?
৩. রিলে কন্টাক্টের কার্যাবলী কী?
৪. কোয়েল কী কাজ করে?
৫. রিলে লজিক সার্কিট কিভাবে কাজ করে?
৬. রিলে লজিকের জন্য সাধারণত কী কী নোটেশন ব্যবহার হয়?
৭. নরমালি ওপেন (NO) কন্টাক্টের প্রতীক কী?
৮. নরমালি ক্লোজড (NC) কন্টাক্টের প্রতীক কী?
৯. রিলে লজিক PLC অপারেশন প্রক্রিয়ায় কীভাবে ব্যবহার হয়?
১০. রিলে লজিকের মাধ্যমে মোটর নিয়ন্ত্রণ কিভাবে হয়?
১১. টাইমার এবং কাউন্টার কীভাবে রিলে লজিক সার্কিটে প্রয়োগ করা হয়?
১২. রিলে লজিকের অ্যাপ্লিকেশন কী কী শিল্পে ব্যবহৃত হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.১

১. রিলে লজিকের মৌলিক ধারণাগুলি কী কী?
উত্তর: রিলে, কন্টাক্ট, কোয়েল, টাইমার, কাউন্টার, ল্যাচ ইত্যাদি রিলে লজিকের মৌলিক উপাদান।

২. রিলে লজিক সার্কিটের প্রধান উপাদান কী কী?
উত্তর: রিলে, কন্টাক্ট, কোয়েল, টাইমার, কাউন্টার, ল্যাচ।

৩. রিলে কন্টাক্টের কার্যাবলী কী?
উত্তর: রিলে কন্টাক্ট সার্কিট চালু বা বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়, যার মাধ্যমে সিগন্যাল প্রেরণ বা বন্ধ করা হয়।

৪. কোয়েল কী কাজ করে?
উত্তর: কোয়েল রিলেতে শক্তি সরবরাহ করে এবং রিলে কন্টাক্ট সক্রিয় করতে সাহায্য করে।

৫. রিলে লজিক সার্কিট কিভাবে কাজ করে?
উত্তর: ইনপুট সিগন্যালের মাধ্যমে রিলে কন্টাক্ট সক্রিয় হয়, যা সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে এবং আউটপুট ডিভাইস (যেমন মোটর বা ল্যাম্প) চালু বা বন্ধ হয়।

৬. রিলে লজিকের জন্য সাধারণত কী কী নোটেশন ব্যবহার হয়?
উত্তর: নরমালি ওপেন (NO) কন্টাক্ট, নরমালি ক্লোজড (NC) কন্টাক্ট, রিলে ক Coil, টাইমার, কাউন্টার ইত্যাদি।

৭. নরমালি ওপেন (NO) কন্টাক্টের প্রতীক কী?
উত্তর: একটি সোজা রেখা, যা রিলে সক্রিয় হলে বন্ধ হয়।

৮. নরমালি ক্লোজড (NC) কন্টাক্টের প্রতীক কী?
উত্তর: একটি বন্ধ রেখা, যা রিলে সক্রিয় হলে খোলে।

৯. রিলে লজিক PLC অপারেশন প্রক্রিয়ায় কীভাবে ব্যবহার হয়?
উত্তর: রিলে লজিক PLC সার্কিটে সিকোয়েন্স কন্ট্রোল, টাইমিং এবং কাউন্টিং কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়, যেমন মোটর চালনা এবং স্টার্ট-স্টপ অপারেশন।

১০. রিলে লজিকের মাধ্যমে মোটর নিয়ন্ত্রণ কিভাবে হয়?
উত্তর: রিলে লজিক ব্যবহার করে, মোটর চালু বা বন্ধ করার জন্য নির্দিষ্ট সিগন্যাল এবং কন্ট্রোল সার্কিট ব্যবহার করা হয়।

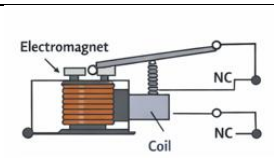
১১. টাইমার এবং কাউন্টার কীভাবে রিলে লজিক সার্কিটে প্রয়োগ করা হয়?
উত্তর: টাইমার সিগন্যালের জন্য বিলম্ব তৈরি করে এবং কাউন্টার ইভেন্ট গননা করতে ব্যবহৃত হয়, যা প্রক্রিয়ার নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে।

১২. রিলে লজিকের অ্যাপ্লিকেশন কী কী শিল্পে ব্যবহৃত হয়?
উত্তর: রিলে লজিক সাধারণত উৎপাদন, অটোমেশন, এবং সিস্টেম কন্ট্রোলের জন্য ব্যবহৃত হয়, যেমন মোটর কন্ট্রোল, লাইট কন্ট্রোল, এবং টাইমিং সিস্টেম।

টাস্ক শিট (Task Sheet) – ২.১

কাজের বর্ণনা	রিলে লজিক সার্কিটের উপাদানসমূহ শনাক্ত করা
কাজের মানদন্ড	রিলে লজিক সার্কিটের উপাদানসমূহ শনাক্ত করা ও লেবেল করা হবে
কাজের ধাপসমূহ/পদ্ধতি	রিলে লজিক সার্কিটের উপাদানসমূহ সংগ্রহ করুন। উক্ত উপাদানসমূহ টেবিলের উপর আলাদাভাবে রাখুন। প্রতিটি উপাদান নামের লেবেল সহকারে তালিকা তৈরি করুন ও ব্যবহার লিখুন। প্রতিটি উপাদান নাম ও ব্যবহারের তালিকা তৈরি করুন। উপাদানসমূহ পুনরায় জমা দিন। কাজের জায়গা পরিষ্কার করুন।

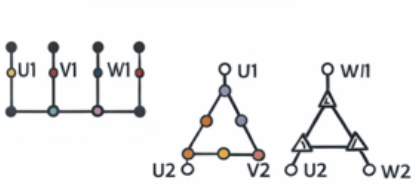
প্রশ্নঃ রিলে লজিক সার্কিটের উপাদানসমূহের নাম ও ব্যবহার লিখুন ।



নাম	
ব্যবহার	



নাম	
ব্যবহার	



নাম	
ব্যবহার	

 Proximity Sensor Temperature Sensor Ultrasonic Sensor	
নাম	
ব্যবহার	

জব শিট (Job Sheet) – ২.১

জবের নামঃ রিলে লজিক সার্কিটের অপারেশন ব্যাখ্যা করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. রিলে লজিক সার্কিটের প্রস্তুতি:
   a. সার্কিটের ইনপুট ও আউটপুট উপাদানগুলি যেমন সুইচ, কন্টাক্ট, কোয়েল, টাইমার, কাউন্টার এবং মোটর প্রস্তুত করুন।
   b. সার্কিটের সঠিক সংযোগের জন্য রিলে কন্টাক্ট ও কোয়েল ঠিকভাবে বসান।
২. প্রথমে ইনপুট চেক করা:
   a. Start এবং Stop সুইচের অবস্থান পরীক্ষা করুন। Start সুইচ যদি চাপা হয়, তবে রিলে ক Coil সক্রিয় হবে।
   b. টাইমার এবং কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা যাচাই করুন।
৩. লজিক সার্কিটের অপারেশন:
   a. সার্কিট চালু করার জন্য রিলে ক Coil সক্রিয় হবে এবং রিলে কন্টাক্টগুলো বন্ধ হবে, যা মোটর চালানোর জন্য শক্তি সরবরাহ করবে।
   b. মোটর চালু হওয়ার পর, সিস্টেমের আউটপুট (যেমন মোটর চালু বা ল্যাম্প আলোকিত) পরীক্ষা করুন।
৪. আউটপুট কার্যক্রম পরীক্ষা:
   a. মোটর সঠিকভাবে চালু হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করুন এবং আউটপুট লাইট বা সিগন্যাল চেক করুন।
   b. টাইমার এবং কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পর্যবেক্ষণ করুন।
৫. অপারেশন পর্যালোচনা:
   a. সার্কিটের সকল অংশ সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা যাচাই করুন।
   b. কোনো ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা দেখা দিলে, সার্কিট বন্ধ করুন এবং সংশ্লিষ্ট অংশগুলোর ত্রুটি চিহ্নিত করুন।

সতর্কতাঃ

- ✓ কাজ শুরু করার আগে সার্কিটের সকল উপাদান ভালোভাবে চেক করুন।
- ✓ সার্কিটে কোনো রকম ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা থাকলে কাজ শুরু করবেন না।
- ✓ সার্কিটে কাজ করার সময়, রিলে এবং অন্যান্য উপাদানগুলোতে অতিরিক্ত চাপ বা বৈদ্যুতিক লোড না দিন।
- ✓ সঠিকভাবে সংযোগ নিশ্চিত না হলে সার্কিট চালু করবেন না।
- ✓ যদি সার্কিটের যেকোনো অংশে উত্তাপ বৃদ্ধি পায়, তাৎক্ষণিকভাবে সার্কিট বন্ধ করুন এবং পুনরায় পরিদর্শন করুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.১

জবের নামঃ রিলে লজিক সার্কিটের অপারেশন ব্যাখ্যা করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

১. ইলেকট্রিক্যাল গ্লাভস - বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
২. সুরক্ষা চশমা - চোখের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।

৩. অগ্নি সুরক্ষা পোশাক - অগ্নি ঝুঁকি থেকে সুরক্ষা।
৪. রাবার বুট - জল বা আর্দ্র পরিবেশে সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. মাল্টিমিটার - সার্কিটের বৈদ্যুতিক মান পরিমাপ করতে।
২. স্ক্রু ড্রাইভার - কন্টাক্ট ও অন্যান্য উপাদান সেট করতে।
৩. ওয়্যার কাটা এবং সংযোগ যন্ত্র - তার সংযোগ এবং বিচ্ছিন্নতার জন্য।
৪. ডিজিটাল টাইমার এবং কাউন্টার - সময় এবং গননা সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে।
৫. মোটর এবং সুইচ - মোটর চালানোর জন্য।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১. রিলে কন্টাক্ট - সার্কিটের চালু/বন্ধ অবস্থান পরিচালনা করার জন্য।
২. কোয়েল - রিলে কন্টাক্ট সক্রিয় করার জন্য।
৩. সুইচ (Start/Stop) - ইনপুট নিয়ন্ত্রণ করতে।
৪. মোটর - আউটপুট কর্ম সম্পাদন করতে।
৫. বিদ্যুৎ ক্যাবল - সার্কিটের সংযোগ স্থাপন করতে।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

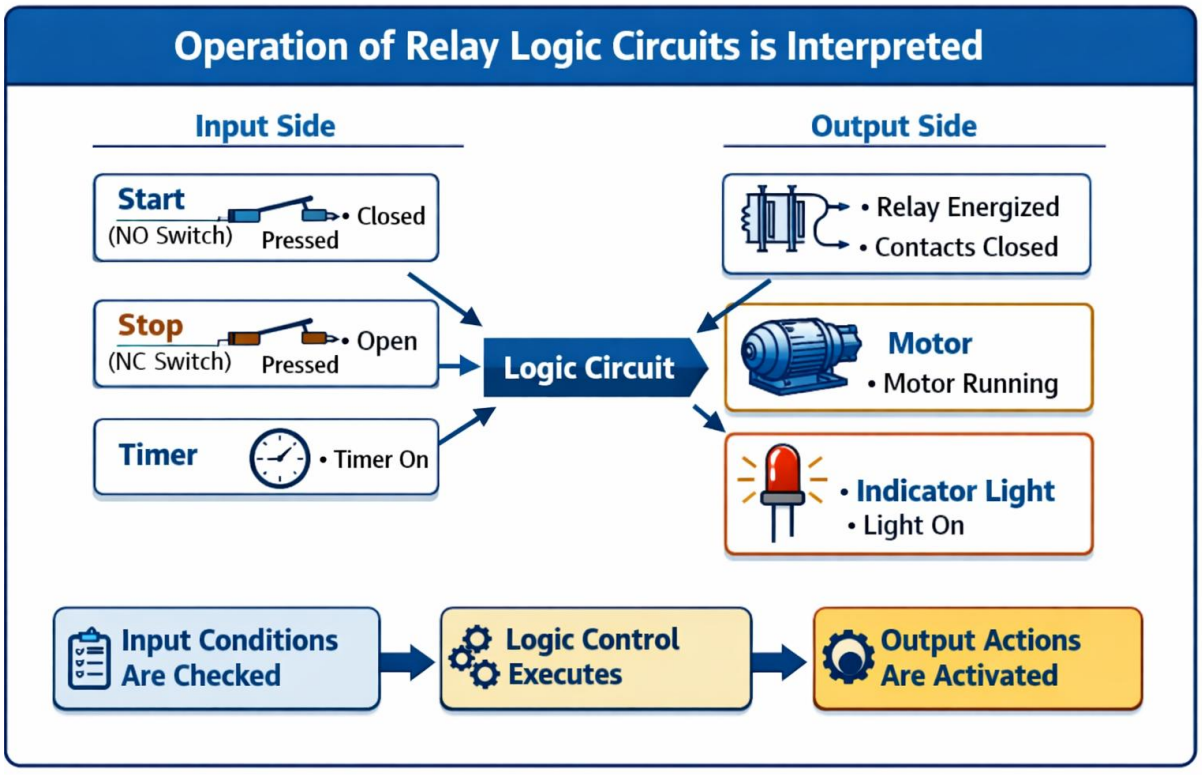


Diagram: Operation of Relay Logic Circuits

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ২.২

শিখন ফল-২: যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন সম্পাদন করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসসমূহ
- যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন পদ্ধতিসমূহ অনুসরণ
- কন্টাক্ট স্টেটাস চেক করা
- বুলিয়ান লজিক অপারেশন সম্পাদন করা
- কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইন অনুযায়ী সুইচিং ডিভাইসগুলি অপারেট করা
- যান্ত্রিক সুইচগুলি অপারেশনের আগে এবং পরে পরিদর্শন এবং পরীক্ষাকরণ

(ক) যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসসমূহঃ

যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইস বলতে এমন যন্ত্র বা ডিভাইসকে বোঝায় যা কোনো বৈদ্যুতিক সার্কিটের সংযোগ বা বিচ্ছিন্নতা (অন/অফ) সম্পাদন করার জন্য যান্ত্রিক উপাদান বা মেকানিক্যাল উপকরণ ব্যবহার করে। এই ডিভাইসগুলি সাধারণত ম্যানুয়ালি বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে সার্কিট চালু বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয় এবং বিভিন্ন ধরণের সিস্টেম বা যন্ত্রপাতি নিয়ন্ত্রণ করতে সাহায্য করে।

যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসের ধরন:

১. ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর (Magnetic Contactor):
   - এটি একটি ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ডিভাইস যা রিলে কন্টাক্টের মতো কাজ করে, তবে এটি উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন সার্কিটগুলো নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়।
   - ফাংশন: এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে মোটর বা অন্য কোনো যন্ত্র চালু বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।


Magnetic Contactor

২. থার্মাল ওভারলোড রিলে (Thermal Overload Relay):
   - এটি একটি যান্ত্রিক ডিভাইস যা মোটরের অতিরিক্ত তাপমাত্রা সনাক্ত করে এবং নির্দিষ্ট তাপমাত্রার উপরে পৌঁছালে মোটরকে বন্ধ করে দেয়।
   - ফাংশন: এটি মোটরের অতিরিক্ত গরম হওয়া রোধ করতে সাহায্য করে।

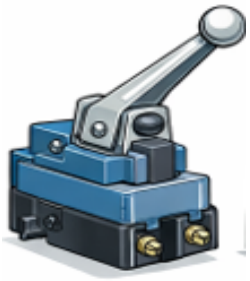

Thermal Overload Relay

৩. এয়ার ব্রেক সুইচ (Air Break Switch):
   - এটি একটি সুইচ যা বড় বিদ্যুৎ সার্কিটে ব্যবহৃত হয় এবং সাধারণত পাওয়ার ট্রান্সমিশন লাইন বা সাবস্টেশনে ব্যবহৃত হয়।
   - ফাংশন: এটি সিস্টেমের নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে ব্যবহার হয়, যেমন সার্কিট ট্রিপ বা সার্কিট বন্ধ করা।



Air Break Switch

৪. লিভার সুইচ (Lever Switch):
   - এটি একটি মেকানিক্যাল সুইচ যা লিভার বা বাহ্যিক শক্তির মাধ্যমে কাজ করে। এটি সাধারণত ছোট যন্ত্রপাতি বা মেশিনে ব্যবহৃত হয়।
   - ফাংশন: যান্ত্রিক আন্দোলনের মাধ্যমে সুইচটি বন্ধ বা চালু করা হয়।


Lever Switch

৫. পুশ বাটন সুইচ (Push Button Switch):
   - এটি একটি সাধারণ যান্ত্রিক সুইচ যা একটি বোতাম চাপার মাধ্যমে সার্কিট চালু বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।
   - ফাংশন: এটি সাধারণত সার্কিট চালু বা বন্ধ করতে ম্যানুয়ালি ব্যবহার করা হয়।


Push Button Switch

যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসের অপারেশন:

যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসগুলি রিলে লজিক সার্কিটে ব্যবহৃত হয়, যেখানে তারা নির্দিষ্ট পরিস্থিতিতে (যেমন টেম্পারেচার বৃদ্ধি, লোড পরিবর্তন) সার্কিটের কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণ করে। যখন ইনপুট সংকেত পাওয়া যায়, এই ডিভাইসগুলি তাদের কন্টাক্ট বন্ধ বা খুলে সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহিত বা বন্ধ করে।

(খ) যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন পদ্ধতি অনুসরণঃ

যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন পদ্ধতি অনুসরণ বলতে বোঝানো হচ্ছে যে যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসগুলির সঠিকভাবে কাজ করার জন্য নির্দিষ্ট প্রক্রিয়া ও পদক্ষেপ অনুসরণ করা হয়। এই পদক্ষেপগুলি যন্ত্রপাতি বা সিস্টেমের নিরাপত্তা নিশ্চিত করার পাশাপাশি নির্ভুল এবং কার্যকরী অপারেশন নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়।

যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন পদ্ধতি:

১. সুইচিং ডিভাইসের প্রস্তুতি:
   - যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইস (যেমন পুশ বাটন, লিভার সুইচ, ক্যাম সুইচ ইত্যাদি) প্রস্তুত করুন এবং সেগুলির কন্টাক্ট সঠিকভাবে বসানো হয়েছে কিনা তা নিশ্চিত করুন।
   - ডিভাইসগুলির প্রতিটি সুইচ বা কন্টাক্টের অবস্থান সঠিকভাবে চেক করুন, যেমন, নরমালি ওপেন (NO) বা নরমালি ক্লোজড (NC) কন্টাক্ট ঠিকভাবে কনফিগার করা হয়েছে কিনা।

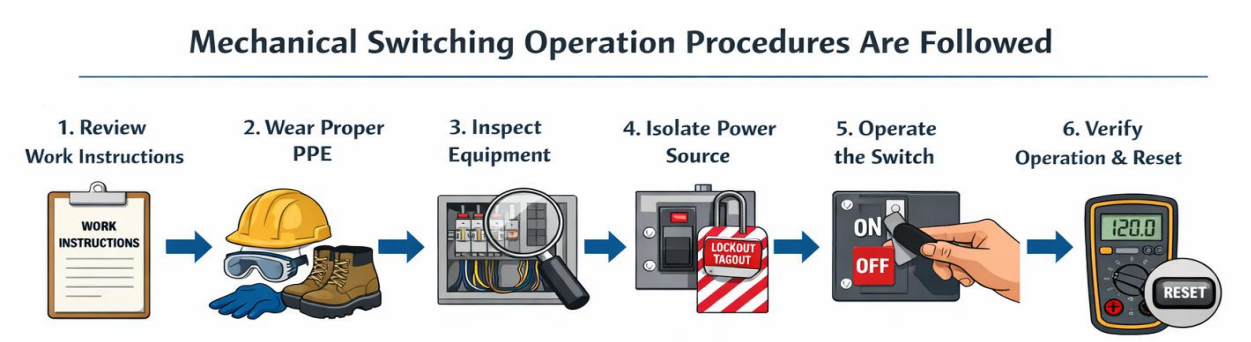
২. সুইচিং অপারেশন চালু:
   - যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন শুরু করার আগে, ইনপুট সংকেত বা সিস্টেমের শর্তগুলো যাচাই করুন। উদাহরণস্বরূপ, পুশ বাটন সুইচ চাপলে বা স্টার্ট সুইচ অন করলে কন্টাক্ট সক্রিয় হবে।
   - ডিভাইসের অবস্থান বা অন্যান্য কাজের শর্তগুলি নিশ্চিত করার জন্য সিস্টেম চালু করুন।

৩. অপারেশন পর্যবেক্ষণ:
   - সিস্টেমের অপারেশন চলাকালীন সময়ে রিলে কন্টাক্ট, মোটর, সুইচিং ডিভাইসের সঠিক কার্যকারিতা পর্যবেক্ষণ করুন।
   - সঠিকভাবে কাজ না করলে বা কোনো ত্রুটি দেখা দিলে দ্রুত সিস্টেম বন্ধ করুন এবং পরবর্তী পদক্ষেপ নিন।

৪. অপারেশন শেষ করা:
   - যখন সুইচিং অপারেশন শেষ হয়ে যাবে, তখন সিস্টেম বন্ধ করুন এবং সমস্ত ডিভাইসগুলির অবস্থান বা কন্টাক্ট সঠিকভাবে বন্ধ হয়েছে কিনা তা চেক করুন।
   - যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসগুলির সুরক্ষার জন্য লকআউট/ট্যাগআউট (LOTO) পদ্ধতি ব্যবহার করুন।

৫. নিরাপত্তা পদ্ধতি অনুসরণ:
   - সিস্টেমের যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন পরিচালনা করার সময় সবসময় সঠিক PPE (Personal Protective Equipment) ব্যবহার করুন।
   - কোনো ত্রুটি বা নিরাপত্তার ঝুঁকি থাকলে, তাৎক্ষণিকভাবে উপযুক্ত নিরাপত্তা ব্যবস্থা গ্রহণ করুন।

Mechanical Switching Operation Steps



নিরাপত্তা সতর্কতা:

- যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন চলাকালে উপযুক্ত PPE ব্যবহার করতে হবে, যেমন গ্লাভস, চশমা, সেফটি শু, ইত্যাদি।
- যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন শুরু বা শেষ করার আগে, সিস্টেম বা সার্কিটে কোনো শক্তি বা বিদ্যুৎ প্রবাহ নেই তা নিশ্চিত করুন।

(গ) কন্টাক্ট স্টেটাস চেক করাঃ

কন্টাক্ট স্টেটাস বলতে বোঝানো হয়, কোনো রিলে বা সুইচের কন্টাক্টের বর্তমান অবস্থা, অর্থাৎ কন্টাক্টটি খোলা (Open) না বন্ধ (Closed) আছে।

- নরমালি ওপেন (NO) কন্টাক্ট: এটি সাধারণত খোলা অবস্থায় থাকে এবং কেবল রিলে বা সুইচ সক্রিয় হলে বন্ধ হয়।
- নরমালি ক্লোজড (NC) কন্টাক্ট: এটি সাধারণত বন্ধ অবস্থায় থাকে এবং রিলে বা সুইচ সক্রিয় হলে খুলে যায়।

কন্টাক্ট স্টেটাস চেক করা হয়, যাতে নিশ্চিত করা যায় যে কন্টাক্ট সঠিকভাবে কাজ করছে এবং সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহ বা সিগন্যাল সঠিকভাবে চালিত হচ্ছে কিনা।

কন্টাক্ট স্টেটাস চেক করার পদ্ধতি:

১. মাল্টিমিটার সেট করা:
   - প্রথমে মাল্টিমিটারটি সঠিক মাপে সেট করুন (যেমন, ডিসি ভোল্টেজ, অ্যাম্পিয়ার, রেজিস্ট্যান্স বা কন্টিনিউটি মোড) যা কন্টাক্ট স্টেটাস পরীক্ষা করার জন্য প্রয়োজন।

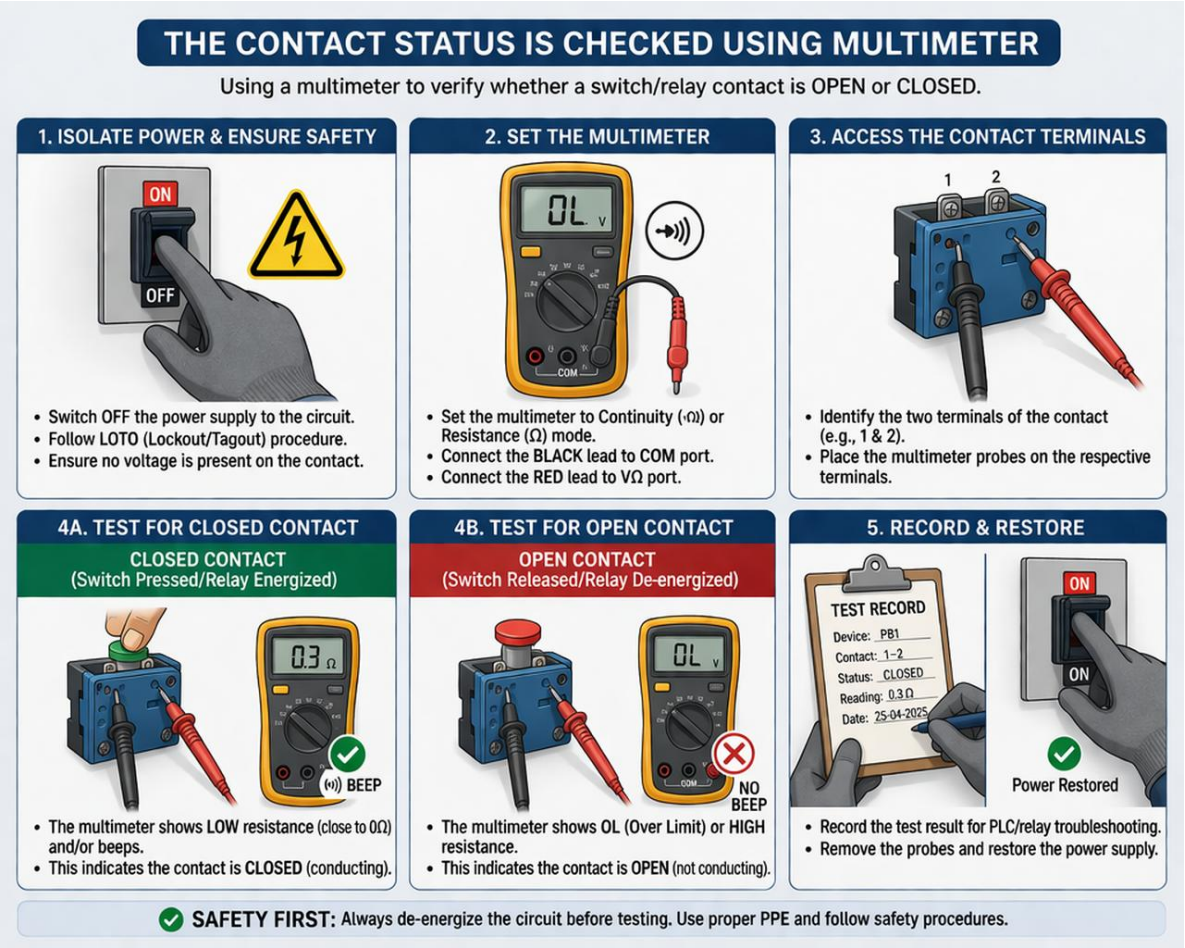
২. কন্টাক্টের পরীক্ষা:
   - কন্টাক্টের ইনপুট এবং আউটপুট পিনগুলির মধ্যে মাল্টিমিটার সংযোগ করুন।
   - যদি কন্টাক্টটি নরমালি ওপেন (NO) থাকে, তবে মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করার সময় কোন সিগন্যাল বা বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে না, যদি না রিলে সক্রিয় হয়।
   - যদি কন্টাক্টটি নরমালি ক্লোজড (NC) থাকে, তবে মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করার সময় কিছু সিগন্যাল বা বিদ্যুৎ প্রবাহিত থাকবে, যতক্ষণ না রিলে সক্রিয় হয়।

৩. কন্টাক্টের অবস্থান চেক করা:
   - রিলে সক্রিয় হলে, কন্টাক্টের অবস্থান পরিবর্তিত হবে। মাল্টিমিটার দ্বারা পরীক্ষার সময় কন্টাক্ট বন্ধ বা খোলা থাকার পরিস্থিতি চিহ্নিত করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি সঠিকভাবে কাজ করছে।

৪. ফলাফল বিশ্লেষণ:
   - যদি মাল্টিমিটার সঠিক ফলাফল দেখায় (যেমন, কন্টাক্ট ওপেন বা ক্লোজড), তাহলে কন্টাক্ট ঠিকভাবে কাজ করছে।
   - যদি কোন অস্বাভাবিকতা দেখা দেয়, যেমন কন্টাক্টে বিদ্যুৎ প্রবাহ না হওয়া বা অতিরিক্ত প্রবাহ, তবে রিলে বা কন্টাক্টে সমস্যা থাকতে পারে এবং তা মেরামত করতে হবে।

এই পদ্ধতি অনুসরণ করে, মাল্টিমিটার ব্যবহার করে রিলে লজিক সার্কিটে কন্টাক্টের সঠিক কার্যাবলী যাচাই করা সম্ভব হয়, যা PLC অপারেশন প্রক্রিয়ায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

Contact Status Test Procedure using Multimeter



(ঘ) বুলিয়ান লজিক অপারেশন সম্পাদন করাঃ

বুলিয়ান লজিক অপারেশনস (Boolean logic operations), যেমন - **AND, OR, NAND, NOR, XOR,** এবং **XNOR** এর বর্ণনা নিচে দেওয়া হলো। এই অপারেশনগুলো PLC অপারেশন এবং রিলে লজিক সার্কিটে ব্যবহৃত হয়, যেখানে বিভিন্ন সিগন্যাল বা কন্টাক্টের মাধ্যমে সিস্টেমের নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

১. AND অপারেশন (AND Operation):

- **বর্ণনা**: **AND** অপারেশনটি একটি গাণিতিক লজিক অপারেশন যেখানে দুটি ইনপুটের আউটপুট কেবল তখনই **সত্য (1)** হবে যখন সমস্ত ইনপুট সিগন্যাল **সত্য (1)** হবে।
- **সিনট্যাক্স**: A AND B
- **উদাহরণ**: দুটি কন্টাক্ট যদি একসাথে চাপা হয়, তবে আউটপুট চালু হবে। যদি একটি কন্টাক্টও না চাপানো হয়, আউটপুট বন্ধ থাকবে।

A	B	A AND B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

২. OR অপারেশন (OR Operation):

- **বর্ণনা**: OR অপারেশনটি একটি লজিক অপারেশন যেখানে দুটি ইনপুটের আউটপুট **সত্য (1)** হবে যদি কোনো একটি ইনপুট **সত্য (1)** হয়।
- **সিনট্যাক্স**: A OR B
- **উদাহরণ**: দুটি সুইচের মধ্যে একটিও চাপানো থাকলে সার্কিট চালু হবে। যদি দুটি সুইচই চাপানো না থাকে, তখন সার্কিট বন্ধ থাকবে।

A	B	A OR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

৩. NAND অপারেশন (NAND Operation):

- **বর্ণনা**: NAND অপারেশনটি AND অপারেশনের বিপরীত। এখানে ইনপুট দুটি **সত্য (1)** না হলে আউটপুট **সত্য (1)** হয়, তবে AND অপারেশন অনুযায়ী **সত্য (1)** হলে আউটপুট **মিথ্যা (0)** হয়।
- **সিনট্যাক্স**: A NAND B = NOT (A AND B)
- **উদাহরণ**: দুটি কন্টাক্ট একসাথে চাপা না থাকলে আউটপুট চালু হবে।

A	B	A NAND B
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

৪. NOR অপারেশন (NOR Operation):

- **বর্ণনা**: NOR অপারেশনটি OR অপারেশনের বিপরীত। এটি তখন **সত্য (1)** হবে যখন উভয় ইনপুট **মিথ্যা (0)** থাকবে, এবং অন্যথায় **মিথ্যা (0)** হবে।
- **সিনট্যাক্স**: A NOR B = NOT (A OR B)
- **উদাহরণ**: দুটি সুইচ যদি একসাথে চাপানো না থাকে, তখন আউটপুট **সত্য (1)** হবে।

A	B	A NOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

৫. XOR অপারেশন (XOR Operation):

- **বর্ণনা**: XOR (Exclusive OR) অপারেশনটি তখন **সত্য (1)** হবে যখন দুটি ইনপুটের মধ্যে একটি ইনপুট **সত্য (1)** এবং অন্যটি **মিথ্যা (0)** থাকবে।
- **সিনট্যাক্স**: A XOR B

- **উদাহরণ**: দুটি সুইচ যদি একসাথে চাপানো থাকে, তবে আউটপুট **মিথ্যা (0)** হবে। তবে যদি একটি সুইচ চাপানো থাকে, আউটপুট **সত্য (1)** হবে।

A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

৬. XNOR অপারেশন (XNOR Operation):

- **বর্ণনা**: **XNOR (Exclusive NOR)** অপারেশনটি **XOR** অপারেশনের বিপরীত। এটি তখন **সত্য (1)** হবে যখন দুটি ইনপুট একই থাকবে (অথবা দুটি ইনপুটই **সত্য (1)** বা দুটি ইনপুটই **মিথ্যা (0)** থাকবে)।
- **সিনট্যাক্স**: A XNOR B = NOT (A XOR B)
- **উদাহরণ**: দুটি সুইচ একসাথে চাপানো বা না চাপানো হলে আউটপুট **সত্য (1)** হবে। অন্যথায় আউটপুট **মিথ্যা (0)** হবে।

A	B	A XNOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

PLC অপারেশনে Boolean Logic-এর প্রয়োগ:

PLC অপারেশনে Boolean লজিক ব্যবহৃত হয় যাতে রিলে কন্টাক্ট, সুইচ, টাইমার, এবং কাউন্টারকে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। এই অপারেশনগুলির মাধ্যমে একটি নির্দিষ্ট শর্ত বা সিগন্যালের উপর ভিত্তি করে আউটপুট নিয়ন্ত্রণ করা হয়, যা একটি প্রক্রিয়া বা যন্ত্রপাতির সঠিকভাবে কাজ করতে সাহায্য করে।

(ঙ) কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইন অনুযায়ী সুইচিং ডিভাইসগুলি অপারেট করাঃ

সুইচিং ডিভাইসগুলি কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইন অনুযায়ী অপারেট করা বলতে বোঝানো হচ্ছে যে, যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসগুলো, যেমন- রিলে, কন্টাক্টর, পুশ বাটন সুইচ ইত্যাদি, সেগুলির কাজ কন্ট্রোল সিস্টেমের নির্ধারিত ডিজাইন এবং প্রোগ্রাম অনুযায়ী সম্পাদিত হয়। PLC সিস্টেমে এই সুইচিং ডিভাইসগুলি কার্যক্রম সঠিকভাবে চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

সুইচিং ডিভাইসের অপারেশন পদ্ধতি:

১. কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইন অনুযায়ী সুইচিং ডিভাইস নির্বাচন:
   - প্রথমে কন্ট্রোল সিস্টেমের ডিজাইনে কোন সুইচিং ডিভাইস (যেমন রিলে, কন্টাক্টর, টাইমার, কাউন্টার) প্রয়োজন তা নির্ধারণ করতে হয়। এই ডিভাইসগুলো সেই অনুযায়ী কনফিগার করা হয় যাতে সিস্টেমের চাহিদা পূর্ণ হয়।

২. রিলে এবং কন্টাক্টর অপারেশন:
   - রিলে এবং কন্টাক্টর ব্যবহৃত হয় একটি প্রক্রিয়া বা যন্ত্রপাতি চালু বা বন্ধ করার জন্য। এগুলি সাধারণত PLC দ্বারা কন্ট্রোল করা হয়। ডিজাইন অনুযায়ী, রিলে কন্টাক্টের অবস্থান (এনও অথবা এনসি) কনফিগার করা হয় এবং PLC প্রোগ্রামের মাধ্যমে এসব কন্টাক্ট নিয়ন্ত্রিত হয়।

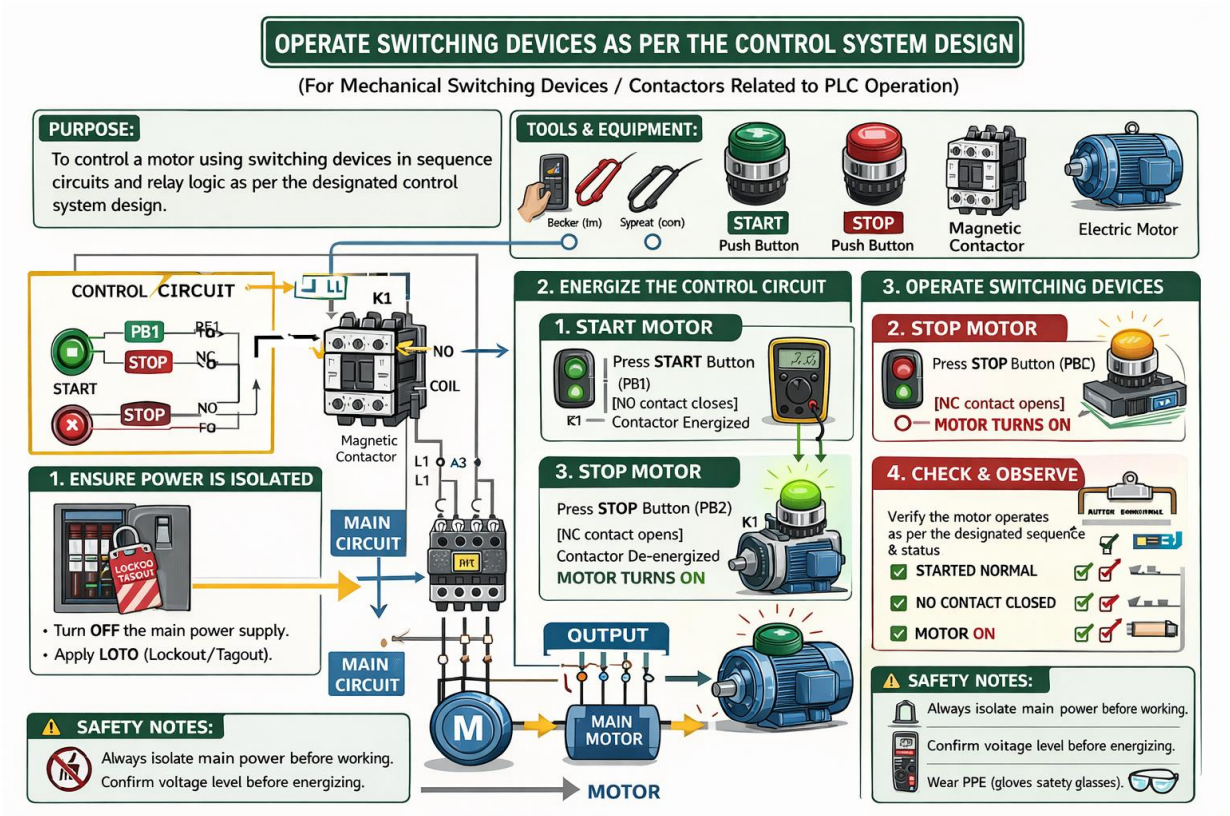
৩. পুশ বাটন সুইচ ব্যবহার:
   - পুশ বাটন সুইচগুলো সাধারণত ম্যানুয়ালি পরিচালনা করা হয়, যেমন স্টার্ট বা স্টপ সুইচ। কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইনে, এই সুইচগুলো নির্দিষ্ট সময় বা অবস্থায় সিস্টেম চালু বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।

৪. স্বয়ংক্রিয় সুইচিং:
   - কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইনে যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসগুলি স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিচালিত হয়, যেমন টাইমার বা কাউন্টার ব্যবহার করে নির্দিষ্ট সময় পরে কোন সিস্টেমের অপারেশন চালু বা বন্ধ করা।

৫. নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ:
   - সুইচিং ডিভাইসগুলো যখন সিস্টেম ডিজাইনের আওতায় পরিচালিত হয়, তখন সঠিক সুরক্ষা ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়। যেমন, ওভারলোড রিলে ব্যবহার করে মোটর বা যন্ত্রপাতির অতিরিক্ত গরম হওয়া প্রতিরোধ করা হয়।

৬. অপারেশন মনিটরিং এবং পরীক্ষা:
   - সুইচিং ডিভাইসগুলির কার্যক্ষমতা মনিটর করা হয় এবং সেগুলি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা পরীক্ষা করা হয়। এই পরীক্ষা নির্ধারিত সিস্টেমের ডিজাইনের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ হওয়া উচিত।

Operation of Switching Devices - Motor Control Guide



PLC অপারেশন এবং যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইস:

PLC সিস্টেমে সুইচিং ডিভাইসগুলি কন্ট্রোল সিস্টেমের ডিজাইন অনুযায়ী পরিচালিত হয়, যাতে একটি নির্দিষ্ট কাজ বা প্রক্রিয়া সঠিকভাবে সম্পন্ন হয়। রিলে, কন্টাক্টর, সুইচ, টাইমার, এবং কাউন্টার ইত্যাদি সিস্টেমের আউটপুট নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়, এবং এই ডিভাইসগুলির কাজ সিস্টেমের ডিজাইন এবং প্রোগ্রামের মাধ্যমে পরিচালিত হয়।

(চ) যান্ত্রিক সুইচগুলি অপারেশনের আগে এবং পরে পরিদর্শন এবং পরীক্ষাঃ

যান্ত্রিক সুইচগুলি অপারেশন শুরু করার আগে এবং পরে সঠিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করার জন্য পরিদর্শন এবং পরীক্ষা করতে হয়। যান্ত্রিক সুইচ (যেমন- পুশ বাটন, কন্টাক্টর, লিভার সুইচ, ইত্যাদি) ব্যবহারের আগে এবং পরে সেগুলির সঠিকভাবে কাজ করা নিশ্চিত করার জন্য পরীক্ষা করা হয়ে থাকে।

যান্ত্রিক সুইচ পরিদর্শন এবং পরীক্ষা করার পদ্ধতি:

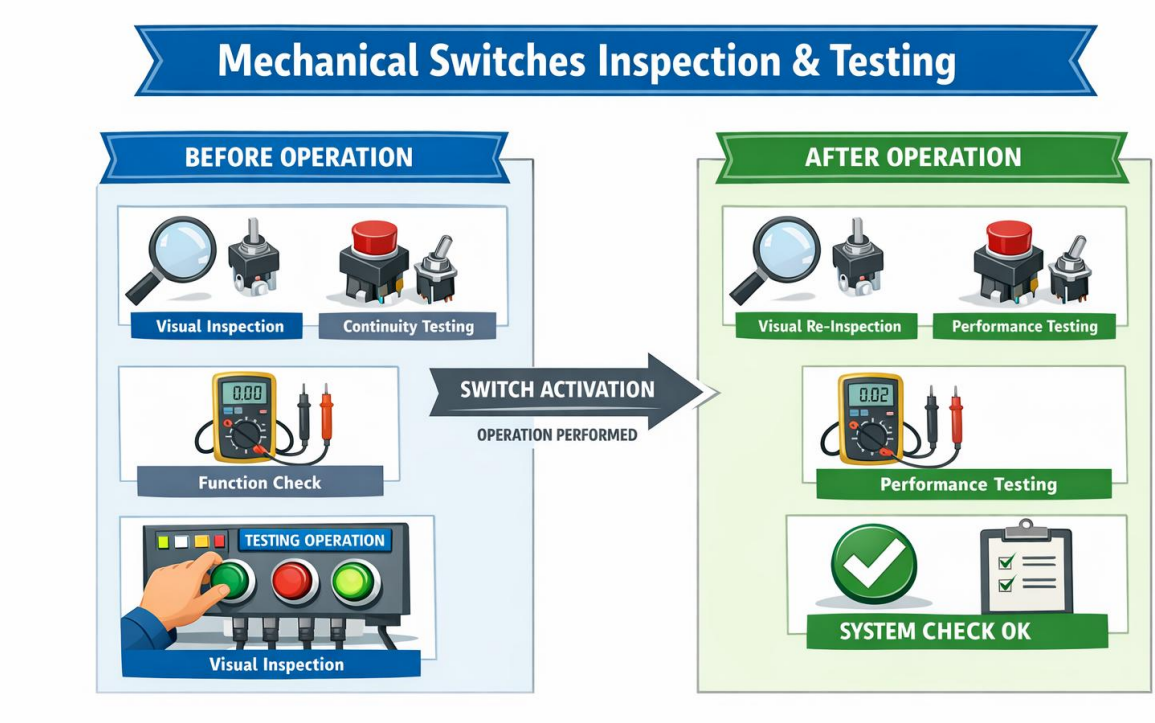
১. অপারেশন আগে সুইচ পরিদর্শন:
   - প্রথমে সুইচটির শারীরিক অবস্থা চেক করা হয়। এটি কোন ধরনের মেকানিক্যাল বা বৈদ্যুতিক ক্ষতির শিকার তো নয়?
   - সুইচের কন্টাক্ট অবস্থান (নরমালি ওপেন বা নরমালি ক্লোজড) সঠিকভাবে সেট করা হয়েছে কিনা তা যাচাই করা হয়।
   - সুইচের তারের সংযোগ এবং পিনগুলির সঠিকতা চেক করা হয়, যাতে কোন ধরনের লুজ কানেকশন বা শট সার্কিট না হয়।

২. অপারেশন শুরু করার আগে পরীক্ষা:
   - সুইচটি একটি মাল্টিমিটার বা কন্টিনিউটি টেস্টারের মাধ্যমে পরীক্ষা করা হয়, যাতে নিশ্চিত করা যায় যে সুইচটি সঠিকভাবে কাজ করছে এবং এটি সঠিকভাবে ইনপুট বা আউটপুট সিগন্যাল চালু বা বন্ধ করতে সক্ষম।
   - যদি সুইচটি রিলে কন্টাক্টের সাথে যুক্ত থাকে, তবে কন্টাক্টটির অবস্থান পরীক্ষা করা হয়, যাতে সুইচটি রিলে সক্রিয় হলে কন্টাক্টটি সঠিকভাবে বন্ধ বা খোলে।

৩. অপারেশন পরে সুইচ পরিদর্শন:
   - সুইচটি কাজ করার পর, তা ঠিকভাবে বন্ধ হয়েছে কিনা এবং সিস্টেমের অন্যান্য অংশে কোন ধরনের অবাঞ্ছিত প্রভাব ফেলছে কিনা তা চেক করা হয়।
   - কোনো ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা দেখা দিলে, সুইচ বা কন্টাক্টর পরবর্তী ব্যবহারের জন্য পুনরায় পরীক্ষা করা হয় এবং প্রয়োজনে মেরামত করা হয়।

৪. সুইচিং ডিভাইসের কার্যকারিতা নিশ্চিত করা:
   - অপারেশন পরবর্তী সুইচগুলির কার্যকারিতা পুনরায় পরীক্ষা করা হয়, যাতে নিশ্চিত করা যায় যে সুইচটি আবার সঠিকভাবে কাজ করছে এবং কোন বৈদ্যুতিক সমস্যা বা ত্রুটি নেই।

Mechanical Switch Inspection and Testing Guide



সুরক্ষা সতর্কতা:

- সুইচ পরিদর্শন এবং পরীক্ষা করার সময় সঠিক PPE (Personal Protective Equipment) ব্যবহার করা উচিত, যেমন গ্লাভস, চশমা এবং সেফটি শু।
- ত্রুটি বা সমস্যা চিহ্নিত হলে, সিস্টেমটি বন্ধ করতে হবে এবং ত্রুটি সুরক্ষিতভাবে মেরামত করতে হবে।

সেলফ চেক (Self-check) – ২.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইস কী কী?
২. রিলে কন্টাক্টের কার্যাবলী কী?
৩. যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন শুরু করার আগে কী করা উচিত?
৪. সুইচিং অপারেশন চলাকালে কোন সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত?
৫. কন্টাক্ট স্টেটাস কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?
৬. নরমালি ওপেন (NO) কন্টাক্টের অবস্থান কিভাবে চেক করবেন?
৭. Boolean লজিক অপারেশন কী?
৮. AND অপারেশন কি কাজ করে?
৯. সুইচিং ডিভাইস কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইনের অনুযায়ী কিভাবে পরিচালিত হয়?
১০. PLC সিস্টেমে সুইচিং ডিভাইস কীভাবে ব্যবহার করা হয়?
১১. যান্ত্রিক সুইচের সঠিক কার্যকারিতা পরীক্ষা করার জন্য কী করতে হবে?
১২. সুইচের কার্যকারিতা নিশ্চিত করার জন্য কোন পদক্ষেপ নেওয়া উচিত?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.২

১. যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইস কী কী?
উত্তর: যান্ত্রিক সুইচিং ডিভাইসগুলির মধ্যে রিলে, কন্টাক্টর, পুশ বাটন, লিভার সুইচ, স্টার্ট/স্টপ সুইচ ইত্যাদি অন্তর্ভুক্ত।

২. রিলে কন্টাক্টের কার্যাবলী কী?
উত্তর: রিলে কন্টাক্ট একটি সিগন্যাল বা শক্তির মাধ্যমে অন্য সার্কিটে সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন করতে ব্যবহৃত হয়।

৩. যান্ত্রিক সুইচিং অপারেশন শুরু করার আগে কী করা উচিত?
উত্তর: অপারেশন শুরু করার আগে, সুইচিং ডিভাইসের শারীরিক অবস্থা এবং কনফিগারেশন পরীক্ষা করা উচিত।

৪. সুইচিং অপারেশন চলাকালে কোন সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত?
উত্তর: সুইচিং অপারেশন চলাকালে সঠিক PPE ব্যবহার এবং যান্ত্রিক সুইচের নিরাপত্তা ব্যবস্থা নিশ্চিত করতে হবে।

৫. কন্টাক্ট স্টেটাস কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?
উত্তর: মাল্টিমিটার ব্যবহার করে কন্টাক্টের অবস্থান (খোলা বা বন্ধ) পরীক্ষা করা হয় এবং সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা যাচাই করা হয়।

৬. নরমালি ওপেন (NO) কন্টাক্টের অবস্থান কিভাবে চেক করবেন?
উত্তর: NO কন্টাক্টের অবস্থান মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করলে, রিলে সক্রিয় হলে এটি বন্ধ হয়ে যাবে এবং বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে।

৭. Boolean লজিক অপারেশন কী?
উত্তর: Boolean লজিক অপারেশন হল দুটি বা তার বেশি ইনপুটের ভিত্তিতে আউটপুট তৈরি করার গাণিতিক পদ্ধতি, যেমন AND, OR, NOT ইত্যাদি।

৮. AND অপারেশন কি কাজ করে?
উত্তর: AND অপারেশনে আউটপুট কেবল তখনই ১ (সত্য) হবে, যখন সমস্ত ইনপুট ১ (সত্য) থাকবে।

৯. সুইচিং ডিভাইস কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইনের অনুযায়ী কিভাবে পরিচালিত হয়?
উত্তর: কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইন অনুযায়ী, সুইচিং ডিভাইসগুলি নির্দিষ্ট সময় বা শর্ত অনুযায়ী কাজ করে, যেমন মোটর চালানো বা বন্ধ করা।

১০. PLC সিস্টেমে সুইচিং ডিভাইস কীভাবে ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: PLC সিস্টেমে সুইচিং ডিভাইসের মাধ্যমে বিভিন্ন ইনপুট এবং আউটপুট সিগন্যাল নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

১১. যান্ত্রিক সুইচের সঠিক কার্যকারিতা পরীক্ষা করার জন্য কী করতে হবে?
উত্তর: সুইচটি অপারেশন শুরু করার আগে এবং পরে মাল্টিমিটার এবং ভিজ্যুয়াল পরিদর্শন দ্বারা পরীক্ষা করতে হবে।

১২. সুইচের কার্যকারিতা নিশ্চিত করার জন্য কোন পদক্ষেপ নেওয়া উচিত?
উত্তর: সুইচের ইনপুট ও আউটপুট সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা নিশ্চিত করতে সুইচটি চেক এবং টেস্ট করতে হবে।

জব শিট (Job Sheet) – ২.২

জবের নামঃ মাল্টিমিটার ব্যবহার করে কন্টাক্ট স্টেটাস চেক করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

কাজের পদক্ষেপ (Working Steps):

১. পাওয়ার আইসোলেশন (Power Isolation):
   - প্রথমে সিস্টেমের পাওয়ার অফ করুন এবং লকআউট/ট্যাগআউট (LOTO) পদ্ধতি অনুসরণ করুন যাতে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ থাকে।

২. মাল্টিমিটার সেট করা (Set the Multimeter):
   - মাল্টিমিটারটি কন্টিনিউটি মোড (Continuity mode) অথবা লো রেজিস্ট্যান্স (Low Resistance) রেঞ্জে সেট করুন।
   - ব্ল্যাক টেস্ট লিড কে কম পোর্টে (COM) এবং রেড টেস্ট লিড কে ভোল্টেজ পোর্টে (Ve) সংযুক্ত করুন।

৩. কন্টাক্টের অবস্থান চিহ্নিত করা (Identify the Contact):
   - রিলে বা সুইচে পরীক্ষা করতে চাচ্ছেন এমন কন্টাক্ট চিহ্নিত করুন (যেমন NO - নরমালি ওপেন, NC - নরমালি ক্লোজড)।
   - কন্টাক্টের পিন নম্বরগুলি চিহ্নিত করুন (যেমন 13-14, 21-22)।

৪. টেস্ট লিড সংযোগ (Connect the Test Leads):
   - ব্ল্যাক লিড কন্টাক্টের একটি পিনে এবং রেড লিড কন্টাক্টের অন্য পিনে সংযুক্ত করুন।

৫. সুইচ অপারেট করা (Operate the Switch):
   - সুইচ বা রিলে কন্টাক্ট সক্রিয় করুন (যেমন স্টার্ট সুইচ চাপা বা রিলে কোয়েল একটিভেট করা)।
   - নরমালি ওপেন (NO) কন্টাক্টে, মাল্টিমিটার যদি সিগন্যাল পাঠায় (বিপ - Continuity) এবং লো রেজিস্ট্যান্স (Low Resistance) দেখায়, তাহলে কন্টাক্ট বন্ধ হয়ে গেছে।
   - নরমালি ক্লোজড (NC) কন্টাক্টে, যদি সুইচ বা রিলে ডি-এনার্জাইজড হয়, তাহলে কন্টাক্ট খোলা থাকে।

৬. ফলাফল বিশ্লেষণ (Analyze the Results):
   - মাল্টিমিটার যদি বিপ (Beep) বা লো রেজিস্ট্যান্স (Low Resistance) দেখায়, তবে কন্টাক্ট বন্ধ (Closed) হয়েছে।
   - মাল্টিমিটার যদি ওভার লিমিট (OL) বা হাই রেজিস্ট্যান্স দেখায়, তবে কন্টাক্ট খোলা (Open) আছে।

৭. পুনরায় পরীক্ষা (Re-Test if Necessary):
   - যদি কোন অস্বাভাবিকতা বা সমস্যা পাওয়া যায়, তবে আবার পরীক্ষা করুন এবং কন্টাক্টের অবস্থান সঠিকভাবে যাচাই করুন।

সতর্কতাঃ

- ✓ পাওয়ার আইসোলেশন নিশ্চিত করুন: কাজ শুরু করার আগে, সার্কিটের পাওয়ার সঠিকভাবে বন্ধ করুন এবং লকআউট/ট্যাগআউট (LOTO) পদ্ধতি অনুসরণ করুন।
- ✓ PPE ব্যবহার করুন: নিরাপদে কাজ করার জন্য সঠিক প্রটেকটিভ গিয়ার (গ্লাভস, সেফটি গগলস) ব্যবহার করুন।
- ✓ মাল্টিমিটার সঠিকভাবে ব্যবহার করুন: মাল্টিমিটারটি সঠিক রেঞ্জে সেট করুন এবং অতিরিক্ত ভোল্টেজ পরীক্ষা করতে না যাওয়ার জন্য সতর্ক থাকুন।
- ✓ ত্রুটি চিহ্নিতকরণ: যদি কন্টাক্ট সঠিকভাবে কাজ না করে, তাহলে ত্রুটি চিহ্নিত করুন এবং প্রয়োজনে মেরামত করুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.২

জবের নামঃ মাল্টিমিটার ব্যবহার করে কন্টাক্ট স্টেটাস চেক করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

১. ইলেকট্রিক্যাল গ্লাভস - বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
২. সুরক্ষা চশমা - চোখের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
৩. অগ্নি সুরক্ষা পোশাক - অগ্নি ঝুঁকি থেকে সুরক্ষা।
৪. রাবার বুট - জল বা আর্দ্র পরিবেশে সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. মাল্টিমিটার (Multimeter):
   - এটি কন্টাক্টের অবস্থান পরীক্ষা করতে ব্যবহৃত হয়। মাল্টিমিটারটি কন্টিনিউটি মোড (Continuity mode) অথবা লো রেজিস্ট্যান্স (Low Resistance) মোডে সেট করা উচিত।
২. টেস্ট লিড (Test Leads):
   - রেড টেস্ট লিড এবং ব্ল্যাক টেস্ট লিড কন্টাক্টের পিনগুলির সাথে সংযোগ করতে ব্যবহৃত হয়।
৩. পুশ বাটন সুইচ / রিলে:
   - পরীক্ষার জন্য যান্ত্রিক সুইচ বা রিলে কন্টাক্ট ব্যবহার করা হবে।
৪. ফল্ট ফাইন্ডিং টুলস (Fault Finding Tools):
   - বিভিন্ন ধরনের টুলস যেমন স্ক্রু ড্রাইভার, ওয়্যার কেটার ইত্যাদি, যদি কন্টাক্ট বা সুইচের মধ্যে কোনো ফিজিক্যাল ত্রুটি থাকে।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১. রিলে কন্টাক্ট:
   - পরীক্ষা করার জন্য রিলে কন্টাক্ট (যেমন NO এবং NC কন্টাক্ট)।
২. সুইচ (Switch):
   - যান্ত্রিক সুইচ যেমন পুশ বাটন সুইচ, লিভার সুইচ ইত্যাদি, যা কন্টাক্ট স্টেটাস পরীক্ষার জন্য ব্যবহার করা হয়।
৩. কেবল ও সংযোগ উপকরণ:
   - মাল্টিমিটার এবং সুইচের মধ্যে সংযোগ স্থাপনের জন্য কেবল এবং টেস্ট লিডের প্রয়োজন হবে।
৪. পরীক্ষার রেকর্ড/ডকুমেন্টেশন:
   - পরীক্ষার ফলাফল লিপিবদ্ধ করার জন্য রেকর্ড শিট বা ডকুমেন্টেশন।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

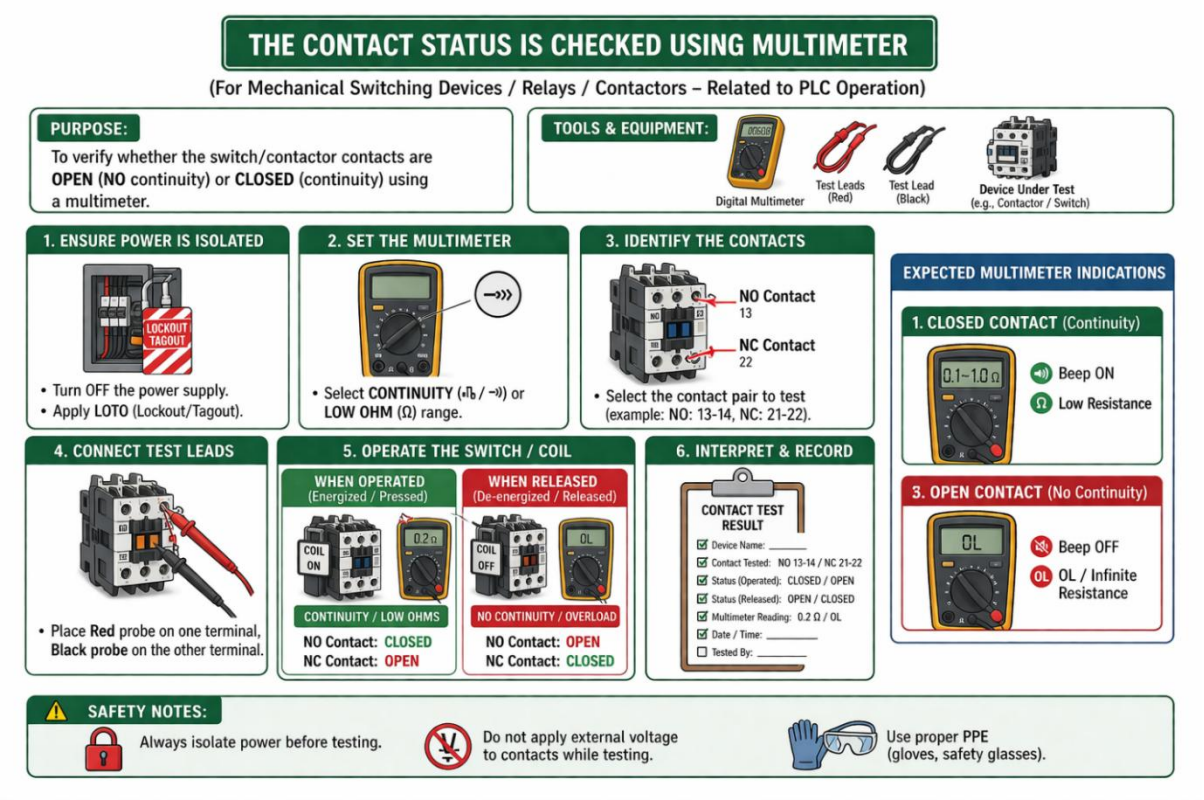


Figure: Contact Status Test Procedure using Multimeter

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ২.৩

শিখন ফল-৩: টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশন কার্যকর করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োজন অনুযায়ী টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশন নির্বাচন
- অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজন অনুযায়ী টাইমার এবং কাউন্টার সেটিংস কনফিগার করা
- স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি অনুসরণ করে টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশনগুলি সম্পাদন করা
- টাইমার এবং কাউন্টার আউটপুট মনিটর এবং যাচাই করা
- টাইমার এবং কাউন্টার কর্মক্ষমতায় ত্রুটি বা বিচ্যুতি চিহ্নিত করা

(ক) কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োজন অনুযায়ী টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশন নির্বাচনঃ

টাইমার (Timer) হল একটি ডিভাইস যা নির্দিষ্ট সময় পর সিগন্যাল বা ক্রিয়া সম্পাদন করে। এটি সাধারণত প্রক্রিয়ায় বিলম্ব বা সময়ভিত্তিক নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়। টাইমার দুটি প্রধান ক্যাটেগরিতে বিভক্ত হয়: **On-Delay Timer** এবং **Off-Delay Timer**। এই টাইমারগুলোকে PLC (Programmable Logic Controller) সিস্টেমে এবং অন্যান্য সিস্টেমে বিভিন্ন কাজের জন্য ব্যবহার করা হয়।

১. On-Delay Timer:

On-Delay Timer এমন একটি টাইমার যা ইনপুট সিগন্যাল পাওয়ার পর নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত অপেক্ষা করে এবং তারপর আউটপুট সিগন্যাল দেয়। এর মানে হলো, টাইমারের আউটপুট সিগন্যাল শুরু হয় সিগন্যাল ইনপুট পাওয়ার পর কিছু সময় পর। এই টাইমারটি মূলত প্রক্রিয়াতে বিলম্ব তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

ফাংশন:

- যখন ইনপুট সিগন্যাল বা স্টার্ট সুইচ সঞ্চালিত হয়, তখন On-Delay Timer নির্দিষ্ট সময় (ডেলি) পর্যন্ত অপেক্ষা করে এবং তারপর আউটপুট চালু হয়।
- অপারেশন: যেমন, যদি একটি মোটর চালু করার জন্য টাইমার ব্যবহার করা হয়, তখন মোটরটি শুধুমাত্র টাইমার নির্ধারিত সময় পরই চালু হবে।

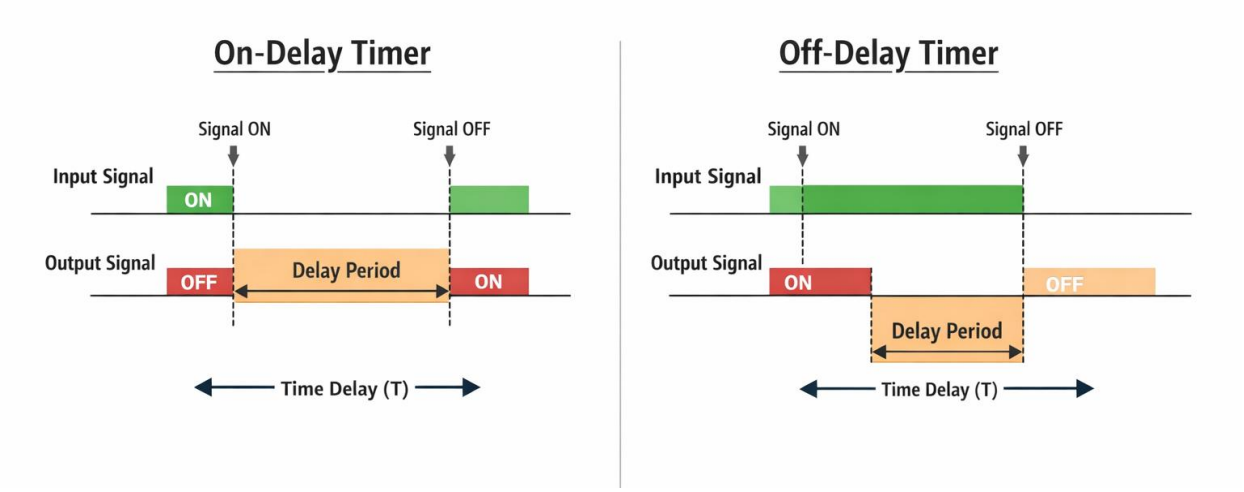
২. Off-Delay Timer:

Off-Delay Timer হল একটি টাইমার যা ইনপুট সিগন্যাল বন্ধ হওয়ার পর নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত অপেক্ষা করে এবং তারপর আউটপুট সিগন্যাল বন্ধ করে দেয়। অর্থাৎ, ইনপুট সিগন্যাল বন্ধ হলে কিছু সময় পর আউটপুট বন্ধ হবে। এটি সাধারণত সিস্টেম বন্ধ করার বিলম্ব তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

ফাংশন:

- যখন ইনপুট সিগন্যাল বন্ধ হয়, তখন Off-Delay Timer নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত অপেক্ষা করে এবং তারপর আউটপুট সিগন্যাল বন্ধ করে দেয়।
- অপারেশন: যেমন, একটি মোটর বন্ধ করার জন্য যদি Off-Delay Timer ব্যবহৃত হয়, তবে মোটর বন্ধ হওয়া সত্ত্বেও আউটপুট কিছু সময় চলতে থাকবে।

On-Delay Timer and Off-Delay Timer



কাউন্টার (Counter) হল একটি ডিজিটাল ডিভাইস যা নির্দিষ্ট সংখ্যক ইনপুট সিগন্যাল বা ইভেন্ট গননা করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত রিলে লজিক এবং PLC সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়, যেখানে বিভিন্ন সিগন্যাল বা ইভেন্টের সংখ্যা নির্ধারণ করতে সাহায্য করে। কাউন্টার সিস্টেমের মধ্যে একটি প্রক্রিয়া বা কাজ শুরু হতে পারে যখন নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যাল বা ইভেন্ট ঘটে।

১. Up Counter (আপ কাউন্টার):

Up Counter হল একটি কাউন্টার যা প্রতি ইনপুট সিগন্যাল বা ইভেন্টের জন্য সংখ্যা বাড়িয়ে চলে। এটি একটি গণনা বৃদ্ধি করার ডিভাইস। প্রতিটি ইনপুট ইভেন্টের পর, কাউন্টার তার গুণিতক বা আউটপুট এক বৃদ্ধি করে।

ফাংশন:

- আপ কাউন্টার প্রতি ইনপুট সিগন্যালের জন্য কাউন্টার ভ্যালুকে ১ বৃদ্ধি করে।
- উদাহরণস্বরূপ, যদি কাউন্টারটি শুরুতে ০ থাকে এবং প্রথম সিগন্যাল আসলে, তখন এটি ১ হয়ে যাবে, দ্বিতীয় সিগন্যাল আসলে এটি ২ হবে, এবং এভাবে সংখ্যা বাড়তে থাকবে।

২. Down Counter (ডাউন কাউন্টার):

Down Counter হলো একটি কাউন্টার যা প্রতি ইনপুট সিগন্যাল বা ইভেন্টের জন্য সংখ্যা কমিয়ে চলে। এটি একটি গণনা হ্রাস করার ডিভাইস। প্রতিটি ইনপুট ইভেন্টের পর, কাউন্টার তার গুণিতক বা আউটপুট এক কমিয়ে দেয়।

ফাংশন:

- ডাউন কাউন্টার প্রতি ইনপুট সিগন্যালের জন্য কাউন্টার ভ্যালুকে ১ কমিয়ে দেয়।
- উদাহরণস্বরূপ, যদি কাউন্টারটি শুরুতে ১০০ থাকে এবং প্রথম সিগন্যাল আসে, তখন এটি ৯৯ হবে, দ্বিতীয় সিগন্যাল আসলে এটি ৯৮ হবে, এবং এভাবে সংখ্যা কমতে থাকবে।

Up Counter এবং Down Counter এর ব্যবহার:

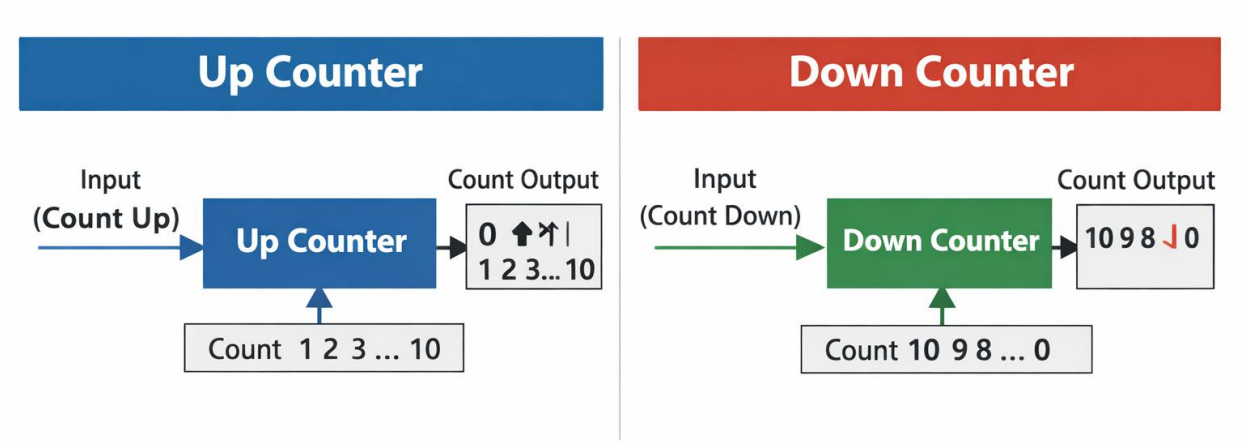
১. Up Counter:

- প্রক্রিয়া গননা করার জন্য যেমন একটি যন্ত্রের মোট উৎপাদিত সংখ্যা ট্র্যাক করা।
- মোট ইনপুট ইভেন্ট (যেমন সাইকেল, স্টার্ট সিগন্যাল) গননা করা।

২. Down Counter:

- টার্গেট গননা করা, যেমন একটি নির্দিষ্ট সময় বা নির্দিষ্ট পরিমাণ শর্ত পূর্ণ হলে কাউন্টারটি শেষ হয়।
- লগ ইনপুট সংখ্যা কমিয়ে যখন কাউন্টার শূন্যে পৌঁছায় তখন প্রক্রিয়া বন্ধ করতে।

UP Counter and Down Counter



টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশন নির্বাচন প্রক্রিয়া:

১. টাইমার (Timer) অ্যাপ্লিকেশন নির্বাচন:
   - ফাংশন: টাইমার একটি নির্দিষ্ট সময় পর সিগন্যাল চালু বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত ডেলেইড অপারেশন বা টাইমিং সিকোয়েন্স এর জন্য ব্যবহৃত হয়।
   - নির্বাচন: টাইমারটি নির্বাচন করা হয় যখন কোনও প্রক্রিয়া বা যন্ত্রপাতি নির্দিষ্ট সময় পরে চালু বা বন্ধ করতে হয়, যেমন মোটর চালানো বা শাটডাউন করা।
   - উদাহরণ: একটি মেশিনের স্টার্ট হওয়ার পর ১০ সেকেন্ড পরে লোড যুক্ত করা, অথবা সিস্টেমের কোন একটি অংশ বন্ধ হওয়ার পর ৫ মিনিট অপেক্ষা করা।

২. কাউন্টার (Counter) অ্যাপ্লিকেশন নির্বাচন:
   - ফাংশন: কাউন্টার একটি গননা ডিভাইস যা নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যালের পর একটি আউটপুট দেয়। এটি ইভেন্ট গননা বা পুনরাবৃত্তি অপারেশন এর জন্য ব্যবহৃত হয়।
   - নির্বাচন: কাউন্টারটি নির্বাচন করা হয় যখন নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যাল বা ইভেন্ট ঘটানোর পর একটি সিস্টেমের অপারেশন সম্পাদন করতে হয়।
   - উদাহরণ: একটি প্রক্রিয়াতে ১০০ বার সিগন্যাল আসার পর একটি বিশেষ কাজ সম্পন্ন করা, যেমন কোন একটি যন্ত্রের সাইকেল পূর্ণ হলে পরবর্তী কাজ শুরু করা।

৩. কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োজন অনুযায়ী টাইমার এবং কাউন্টার নির্বাচন:
   - টাইমার এবং কাউন্টার নির্বাচন করা হয় কন্ট্রোল সিস্টেমের সুনির্দিষ্ট চাহিদা এবং উদ্দেশ্যের ভিত্তিতে। উদাহরণস্বরূপ, যখন শুধুমাত্র সময় ভিত্তিক নিয়ন্ত্রণ দরকার, তখন টাইমার ব্যবহৃত হয়। যখন গননা বা ইভেন্ট ভিত্তিক নিয়ন্ত্রণ দরকার, তখন কাউন্টার ব্যবহৃত হয়।

৪. পরীক্ষা ও সমন্বয় (Testing and Coordination):
   - টাইমার এবং কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষার পর, সিস্টেমের সাথে সমন্বয় সাধন করা হয়, যাতে নির্দিষ্ট সময়ে বা গননার পর সঠিক আউটপুট পাওয়া যায়।

PLC অপারেশনে টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশন:

PLC সিস্টেমে টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশনগুলির মাধ্যমে সিস্টেমের কার্যক্রম স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিচালিত হয়। বিভিন্ন প্রক্রিয়া, যেমন মোটর চালনা, লোড কন্ট্রোল, সিগন্যাল গননা, ইত্যাদি টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার করে সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রিত হয়।

(খ) অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজন অনুযায়ী টাইমার এবং কাউন্টার সেটিংস কনফিগার করাঃ

টাইমার এবং কাউন্টার সেটিংস সঠিকভাবে কনফিগার করা হয় নির্দিষ্ট প্রক্রিয়া বা সিস্টেমের প্রয়োজন অনুসারে, যাতে সেগুলি কার্যকরীভাবে কাজ করতে পারে, এবং সিস্টেমের কার্যক্রম সঠিকভাবে পরিচালিত হয়।

টাইমার এবং কাউন্টার সেটিংস কনফিগারেশন:

১. টাইমার কনফিগারেশন (Timer Configuration):
   - টাইমার টাইপ নির্বাচন: প্রথমে টাইমারের ধরণ নির্বাচন করতে হবে, যেমন On-Delay Timer বা Off-Delay Timer, যা প্রক্রিয়ার সময়ের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ হবে।
   - টাইমার প্যারামিটার সেটিং: টাইমারের জন্য ডিলে টাইম (Delay Time) নির্ধারণ করতে হবে, অর্থাৎ কত সময় পর আউটপুট সিগন্যাল কাজ করবে। যেমন, মোটর চালু করার পর ৫ সেকেন্ড পর সিস্টেমের একটি নির্দিষ্ট অংশ চালু হবে।
   - সর্বোচ্চ টাইমার ভ্যালু: টাইমারের জন্য সর্বোচ্চ ভ্যালু কনফিগার করতে হবে, যেমন ৩০ মিনিট বা ১ ঘণ্টা, যা প্রক্রিয়া অনুযায়ী উপযুক্ত হবে।

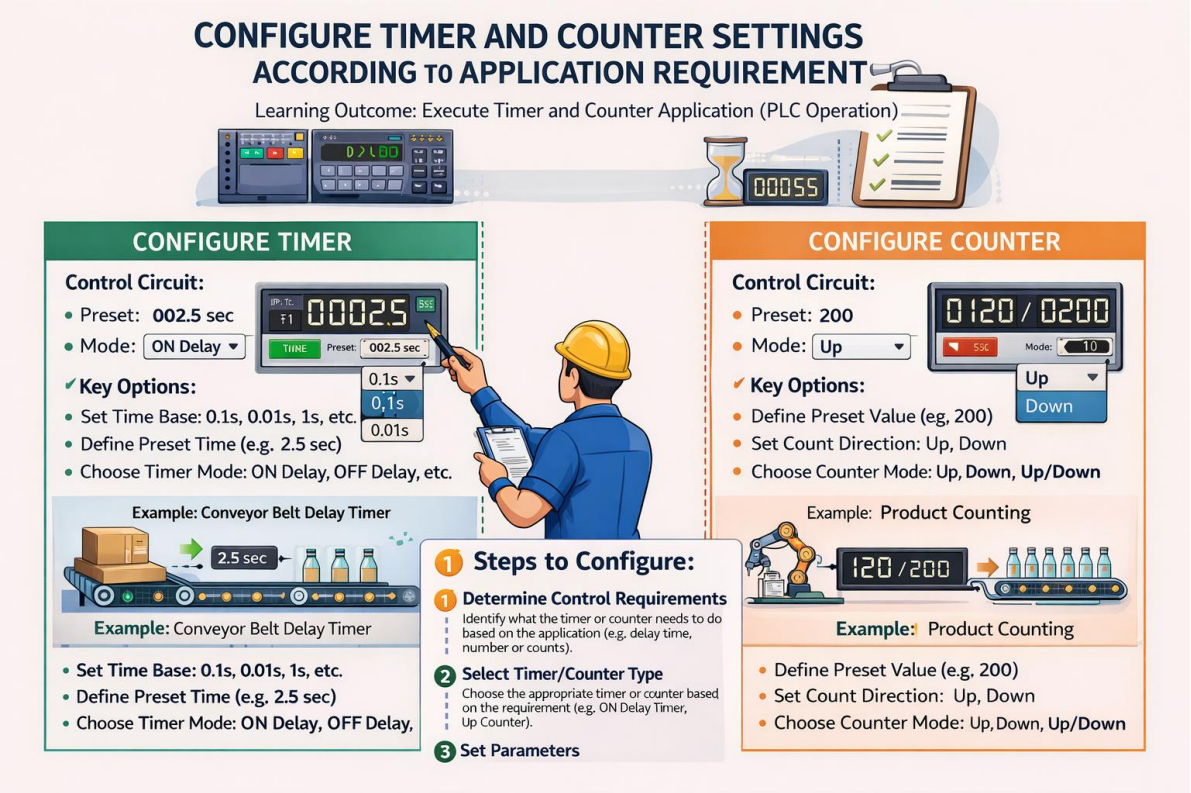
২. কাউন্টার কনফিগারেশন (Counter Configuration):
   - কাউন্টার টাইপ নির্বাচন: কাউন্টার কনফিগারেশনে Up Counter বা Down Counter নির্বাচন করতে হবে। Up Counter ইনপুট সিগন্যালের মাধ্যমে গননা বাড়ায়, এবং Down Counter সিগন্যালের মাধ্যমে গননা কমায়।
   - কাউন্ট ভ্যালু সেটিং: কাউন্টার কিভাবে কাজ করবে, তা নির্ধারণ করতে হবে। যেমন, নির্দিষ্ট সংখ্যক ইভেন্ট ঘটলে কাউন্টার কাজ করবে এবং পরে একটি আউটপুট সিগন্যাল দিবে।
   - প্রি-সেট ভ্যালু: কাউন্টারটি কত সংখ্যক ইভেন্ট গননা করবে, তা আগে থেকেই নির্ধারণ করতে হবে (যেমন ১০০ বার বা ৫০ বার সিগন্যাল আসার পর আউটপুট কাজ করবে)।

৩. ট্রিগার কনফিগারেশন (Trigger Configuration):
   - টাইমার এবং কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ করার জন্য সঠিক ট্রিগার সেট করা প্রয়োজন। টাইমার এবং কাউন্টার শুরুর জন্য সঠিক ইনপুট সিগন্যাল বা স্টার্ট কন্ডিশন নির্ধারণ করতে হবে।

৪. সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তার সাথে সঙ্গতি:
   - টাইমার এবং কাউন্টারকে সিস্টেমের প্রয়োজন এবং কনফিগারেশন অনুযায়ী সঠিকভাবে সেট করতে হবে। উদাহরণস্বরূপ, একটি মেশিনের চলমান সিস্টেমে প্রতি মিনিটে কাউন্টার গননা করবে, এবং টাইমার সেট করা হবে যাতে সিস্টেমের প্রতিটি সাইকেল সঠিকভাবে সম্পন্ন হয়।

৫. পরীক্ষা এবং যাচাই (Testing and Verification):
   - টাইমার এবং কাউন্টার সঠিকভাবে কনফিগার করা হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা এবং যাচাই করতে হবে। এটি নিশ্চিত করবে যে টাইমার নির্দিষ্ট সময় পর কাজ করছে এবং কাউন্টার নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যালের পর আউটপুট দিচ্ছে।

Configuring Timers and Counters in PLC



PLC অপারেশনে টাইমার এবং কাউন্টার কনফিগারেশন:

PLC সিস্টেমে টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার করে নির্দিষ্ট প্রক্রিয়া এবং সিস্টেমের কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণ করা হয়। সঠিক টাইমার এবং কাউন্টার কনফিগারেশন সিস্টেমের সময়ভিত্তিক এবং গননাবদ্ধ কাজগুলি সঠিকভাবে পরিচালিত করতে সহায়ক হয়।

(গ) স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি অনুসরণ করে টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশনগুলি সম্পাদন করাঃ

নির্দিষ্ট টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশনগুলো স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি অনুসরণ করে করা হয়। এটি সাধারণত সিস্টেমের সঠিক কার্যকারিতা এবং নির্ভুলতা নিশ্চিত করার জন্য ব্যবহৃত হয়, যা PLC অপারেশন প্রক্রিয়ার অংশ।

টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন সম্পাদনের স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি:

১. টাইমার অপারেশন সম্পাদন (Timer Operation):
   - টাইমার টাইপ নির্বাচন: টাইমার অপারেশন শুরু করার আগে, সঠিক টাইমার টাইপ নির্বাচন করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, On-Delay Timer অথবা Off-Delay Timer নির্বাচন করা হয়।
   - টাইমার প্যারামিটার সেটিং: টাইমারের জন্য ডেলেইড টাইম (Delay Time) কনফিগার করা হয়। যেমন, মোটর চালু হওয়ার পর ৫ সেকেন্ড পরে কোনো সিস্টেমের কার্যক্রম চালু হবে।
   - টাইমার অপারেশন শুরু: যখন টাইমারের ইনপুট সিগন্যাল পাওয়া যায়, তখন সেটি নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত অপেক্ষা করে এবং তারপর আউটপুট সিগন্যাল চালু বা বন্ধ করে।
২. কাউন্টার অপারেশন সম্পাদন (Counter Operation):
   - কাউন্টার টাইপ নির্বাচন: কাউন্টার অপারেশনের জন্য Up Counter বা Down Counter নির্বাচন করা হয়, যেটি প্রক্রিয়া বা সিস্টেমের প্রয়োজন অনুযায়ী হয়।

- কাউন্ট ভ্যালু সেটিং: কাউন্টার সেটিং অনুযায়ী এটি কত সংখ্যক ইভেন্ট বা সিগন্যাল গননা করবে, তা নির্ধারণ করা হয়। যেমন, ১০০ বার গননা হওয়ার পর একটি সিগন্যাল বা আউটপুট আসবে।
- কাউন্টার অপারেশন সম্পাদন: যখন ইনপুট সিগন্যাল পাওয়া যায়, তখন কাউন্টার তার গননা বাড়াতে থাকে (Up Counter) বা কমাতে থাকে (Down Counter)।

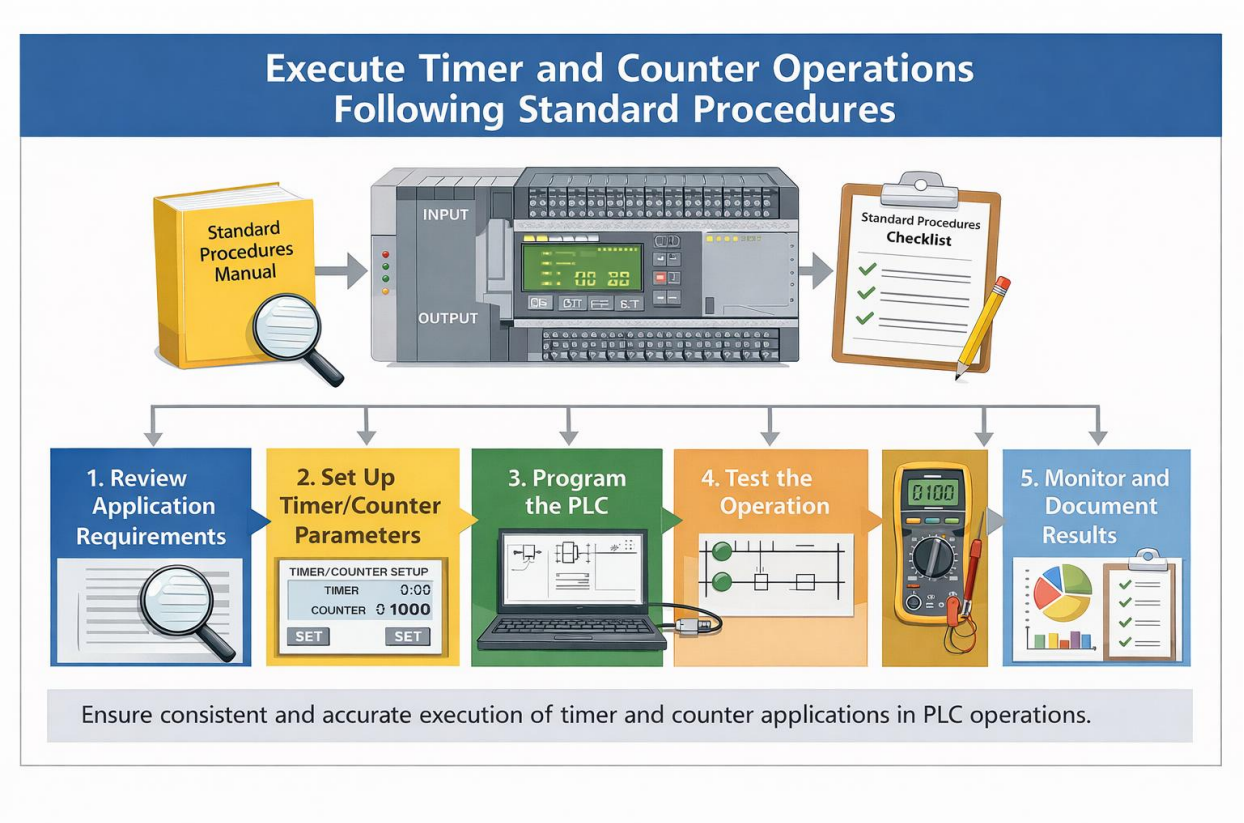
৩. ট্রিগার অপারেশন এবং সিগন্যাল কনফিগারেশন (Trigger and Signal Configuration):
- টাইমার এবং কাউন্টার কাজ করার জন্য সঠিক ট্রিগার সিগন্যাল বা স্টার্ট কন্ডিশন নিশ্চিত করতে হবে। এর মাধ্যমে নির্দিষ্ট সময় বা গননা শেষে আউটপুট সিগন্যাল চালু হবে।

৪. স্ট্যান্ডার্ড অপারেশন ফলো করা (Following Standard Operation Procedures):
- নির্দেশিকা অনুসরণ: টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন সম্পাদন করার সময়, স্ট্যান্ডার্ড অপারেশন নির্দেশিকা (SOP) অনুসরণ করা উচিত, যাতে সিস্টেমের কার্যক্রম সঠিক এবং নির্ভুল হয়।
- পরীক্ষা এবং যাচাই: টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন শুরু করার পর সেগুলির কার্যকারিতা পরীক্ষা করা হয়, যাতে তা সঠিকভাবে কাজ করছে এবং সিস্টেমের প্রয়োজন পূর্ণ হচ্ছে।

PLC অপারেশন এবং টাইমার-কাউন্টার অপারেশন:

PLC সিস্টেমে টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন সিস্টেমের সময়ভিত্তিক এবং গননাবদ্ধ কাজ পরিচালনা করতে সাহায্য করে। এই অপারেশনগুলি কার্যকরীভাবে পরিচালনা করলে, সিস্টেমের স্বয়ংক্রিয় কাজ সঠিকভাবে সম্পন্ন হয়।

PLC Timer and Counter Operations Flowchart



(ঘ) টাইমার এবং কাউন্টার আউটপুট মনিটর এবং যাচাই করাঃ

টাইমার এবং কাউন্টার দ্বারা তৈরি আউটপুট সিগন্যাল সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা মনিটর করা এবং যাচাই করা হয়। এটি নিশ্চিত করার জন্য যে সিস্টেমটি নির্ধারিত সময় বা গননা অনুযায়ী সঠিকভাবে কার্যক্রম পরিচালনা করছে।

টাইমার এবং কাউন্টার আউটপুট মনিটরিং এবং যাচাই করার প্রক্রিয়া:

১. টাইমার আউটপুট মনিটরিং (Monitoring Timer Output):
   - টাইমার আউটপুটের মাধ্যমে নির্দিষ্ট সময় পর সিস্টেমে কোন পরিবর্তন ঘটছে কিনা তা পর্যবেক্ষণ করা হয়।
   - উদাহরণস্বরূপ, যদি টাইমারটি ৫ সেকেন্ডের বিলম্ব তৈরি করে থাকে, তাহলে ৫ সেকেন্ড পর আউটপুট সিগন্যাল চালু হওয়া উচিত। টাইমার আউটপুট মনিটর করে নিশ্চিত করা হয় যে এটি নির্দিষ্ট সময় পর সঠিকভাবে কাজ করছে।

২. কাউন্টার আউটপুট মনিটরিং (Monitoring Counter Output):
   - কাউন্টার আউটপুটে গননা করা হয় কতটি ইনপুট সিগন্যাল আসার পর আউটপুট সিগন্যালটি পরিবর্তিত হয়।
   - যদি কাউন্টারটি ১০০ বার সিগন্যাল গননা করার পর আউটপুট দেয়, তবে এই আউটপুট সিগন্যালটি মনিটর করে নিশ্চিত করা হয় যে এটি সঠিকভাবে ১০০ বার গননা করার পর কার্যকর হয়েছে।

৩. মনিটরিং সরঞ্জাম ব্যবহার (Using Monitoring Tools):
   - টাইমার এবং কাউন্টার আউটপুট সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা যাচাই করতে মাল্টিমিটার, পিপিটি, বা বিশেষ মনিটরিং সফটওয়্যার ব্যবহার করা যেতে পারে। এই সরঞ্জামগুলির মাধ্যমে আউটপুট ভ্যালু পরিমাপ করা হয়।

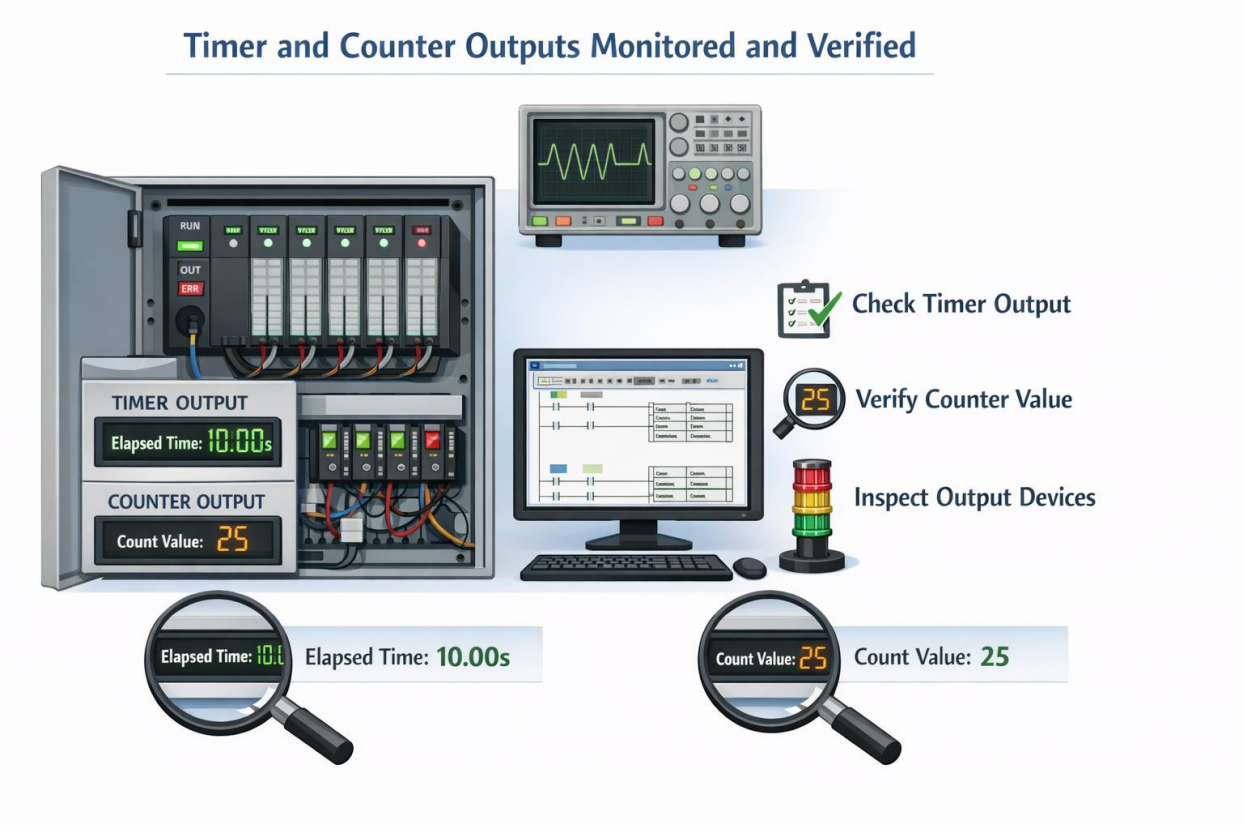
৪. ভ্যালু যাচাই (Verifying Values):
   - সিস্টেমের ডিজাইন এবং প্রোগ্রামের সাথে সঙ্গতি রেখে টাইমার এবং কাউন্টার আউটপুটের ভ্যালু যাচাই করা হয়। যদি আউটপুট সিগন্যাল পূর্বনির্ধারিত ভ্যালু বা শর্ত পূরণ না করে, তবে সিস্টেমের কনফিগারেশন বা প্রোগ্রাম পুনরায় পরীক্ষা করতে হবে।

৫. রিপোর্টিং এবং ডকুমেন্টেশন (Reporting and Documentation):
   - আউটপুট সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করে, ফলাফল ডকুমেন্ট করা হয়। এটি ভবিষ্যতে সমস্যা সমাধান এবং সিস্টেম মেইনটেনেন্সের জন্য সহায়ক হবে।

PLC সিস্টেমে মনিটরিং এবং যাচাই:

PLC সিস্টেমে টাইমার এবং কাউন্টার আউটপুট মনিটরিং খুবই গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি সিস্টেমের কার্যক্রমের নির্ভুলতা এবং সময়ভিত্তিক কাজের সঠিকতা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে। সঠিকভাবে কাজ না করলে, সিস্টেমের কার্যকারিতা ব্যাহত হতে পারে এবং প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে ত্রুটি দেখা দিতে পারে।

Monitoring and Verification of PLC Timer and Counter Outputs



(ঙ) টাইমার এবং কাউন্টার কর্মক্ষমতায় ত্রুটি বা বিচ্যুতি চিহ্নিত করাঃ

টাইমার এবং কাউন্টার পারফরম্যান্সে ত্রুটি বা বিচ্যুতি চিহ্নিত করা বলতে বোঝানো হচ্ছে যে, টাইমার এবং কাউন্টার ডিভাইসের কাজের সময় কোনো সমস্যা বা বিচ্যুতি থাকলে তা সনাক্ত করা এবং সঠিক ব্যবস্থা গ্রহণ করা।

টাইমার এবং কাউন্টার পারফরম্যান্সে ত্রুটি চিহ্নিত করার পদ্ধতি:

১. টাইমার পারফরম্যান্স ত্রুটি চিহ্নিত করা:
   - অনির্ধারিত বিলম্ব: যদি টাইমারটি নির্ধারিত সময়ের তুলনায় বেশি বা কম সময় নেয়, তবে এটি একটি ত্রুটি হতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, যদি ১০ সেকেন্ডের জন্য টাইমার সেট করা থাকে কিন্তু এটি ১২ সেকেন্ডে আউটপুট দেয়, তাহলে এটি একটি বিচ্যুতি।
   - আউটপুট পরিবর্তনের ব্যর্থতা: টাইমার সঠিকভাবে কাজ না করলে, আউটপুট সিগন্যাল চালু বা বন্ধ হতে ব্যর্থ হতে পারে, যা পারফরম্যান্সে ত্রুটি নির্দেশ করে।

২. কাউন্টার পারফরম্যান্স ত্রুটি চিহ্নিত করা:
   - গননা ত্রুটি: কাউন্টার সঠিকভাবে গননা না করলে এটি একটি ত্রুটি। যেমন, কাউন্টার ১০০ পর্যন্ত গননা করা উচিত, কিন্তু এটি ৮০ তে গননা থামিয়ে দিচ্ছে, এমনকি সিগন্যাল ঠিকভাবে আসছে।
   - ইনপুট সিগন্যালের প্রতি প্রতিক্রিয়া না দেওয়া: যদি কাউন্টার ইনপুট সিগন্যালের প্রতি সঠিকভাবে প্রতিক্রিয়া না দেয়, অর্থাৎ নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যালের পর আউটপুট পরিবর্তন না হয়, তবে এটি একটি ত্রুটি হতে পারে।

৩. পারফরম্যান্স মনিটরিং টুলস ব্যবহার করা:
   - টাইমার এবং কাউন্টার পারফরম্যান্স মনিটর করার জন্য মাল্টিমিটার, পিপিটি, এবং অন্যান্য মনিটরিং টুলস ব্যবহার করা হয়। এগুলির মাধ্যমে সিগন্যাল পরিমাপ এবং সঠিক সময় বা গননা যাচাই করা যায়।

৪. ভুল বা বিচ্যুতির কারণ চিহ্নিত করা:
    - ভিত্তিগত সমস্যা: টাইমার বা কাউন্টার যদি সঠিকভাবে কাজ না করে, তবে তার কারণ হতে পারে উপাদানের ত্রুটি, সঠিক কনফিগারেশন না করা, বা ইলেকট্রিক্যাল কানেকশন সমস্যা।
    - সিস্টেম কনফিগারেশন সমস্যা: সিস্টেমের অন্যান্য উপাদান বা PLC প্রোগ্রামের ভুল কনফিগারেশনও টাইমার এবং কাউন্টার পারফরম্যান্সে ত্রুটি তৈরি করতে পারে।
৫. ত্রুটি সনাক্ত এবং সমাধান প্রক্রিয়া:
    - ত্রুটি ডায়াগনোসিস: কোনো বিচ্যুতি চিহ্নিত হলে, প্রথমে সিস্টেমের কনফিগারেশন এবং সংযোগগুলো পরীক্ষা করা হয়। তারপর, টাইমার বা কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ করার জন্য তাদের সেটিংস পুনরায় পরীক্ষা করতে হয়।
    - ত্রুটি সমাধান: ত্রুটি চিহ্নিত হওয়ার পর, সংশ্লিষ্ট উপাদান বা কনফিগারেশন পরিবর্তন করে তা সমাধান করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, যদি টাইমারের বিলম্ব সমস্যা থাকে, তবে সেটিংসের ডেলেইড টাইম পরিবর্তন করা হয়।

Timer and Counter Performance Troubleshooting



সেলফ চেক (Self-check) – ২.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশন কীভাবে নির্বাচন করা হয়?
২. কোন পরিস্থিতিতে টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার করা হয়?
৩. টাইমার কনফিগার করার সময় কোন প্যারামিটারগুলো সেট করতে হয়?
৪. কাউন্টার কনফিগার করার সময় কী নির্ধারণ করতে হয়?
৫. টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি অনুসরণ করে কেন গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: এটি সিস্টেমের সঠিকতা নিশ্চিত করে, যাতে টাইমার এবং কাউন্টার নির্ধারিত সময় বা গননা অনুযায়ী সঠিকভাবে কাজ করে।
৬. কোন পদক্ষেপে টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন শুরু করতে হয়?
৭. টাইমার আউটপুট মনিটর করার পদ্ধতি কী?
৮. কাউন্টার আউটপুট কীভাবে যাচাই করা হয়?
৯. টাইমারের পারফরম্যান্সে ত্রুটি কীভাবে চিহ্নিত করা যায়?
১০. কাউন্টারে ত্রুটি বা বিচ্যুতি চিহ্নিত করার পদ্ধতি কী?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.৩

১. টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশন কীভাবে নির্বাচন করা হয়?
উত্তর: কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োজন অনুসারে, যেমন সময়ভিত্তিক কাজ বা গননাবদ্ধ কাজ, টাইমার এবং কাউন্টার অ্যাপ্লিকেশন নির্বাচন করা হয়।

২. কোন পরিস্থিতিতে টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: টাইমার ব্যবহার করা হয় যখন সময় ভিত্তিক নিয়ন্ত্রণ প্রয়োজন এবং কাউন্টার ব্যবহার করা হয় যখন ইনপুট সিগন্যাল গননা বা ইভেন্টের সংখ্যা প্রয়োজন।

৩. টাইমার কনফিগার করার সময় কোন প্যারামিটারগুলো সেট করতে হয়?
টাইমারের বিলম্ব সময় (Delay Time), টাইপ (On-Delay বা Off-Delay), এবং সর্বোচ্চ টাইমার ভ্যালু কনফিগার করতে হয়।

৪. কাউন্টার কনফিগার করার সময় কী নির্ধারণ করতে হয়?
উত্তর: কাউন্টার টাইপ (Up Counter বা Down Counter) এবং গননা সংখ্যা নির্ধারণ করতে হয়, যেমন কতটি সিগন্যাল বা ইভেন্ট গননা করা হবে।

৫. টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি অনুসরণ করে কেন গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: এটি সিস্টেমের সঠিকতা নিশ্চিত করে, যাতে টাইমার এবং কাউন্টার নির্ধারিত সময় বা গননা অনুযায়ী সঠিকভাবে কাজ করে।

৬. কোন পদক্ষেপে টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন শুরু করতে হয়?
উত্তর: টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন শুরু করার আগে তাদের কনফিগারেশন এবং ইনপুট সিগন্যাল যাচাই করা হয়, এবং স্ট্যান্ডার্ড অপারেশন পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়।

৭. টাইমার আউটপুট মনিটর করার পদ্ধতি কী?
উত্তর: টাইমারের বিলম্ব সময় পর আউটপুট সিগন্যাল চালু হওয়া উচিত। মাল্টিমিটার বা পিপিটি ব্যবহার করে আউটপুট যাচাই করা হয়।

৮. কাউন্টার আউটপুট কীভাবে যাচাই করা হয়?
উত্তর: কাউন্টার ইনপুট সিগন্যাল গননা করে। নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যাল আসার পর আউটপুট সিগন্যালটি চালু হয়, এটি মনিটর এবং যাচাই করা হয়।

৯. টাইমারের পারফরম্যান্সে ত্রুটি কীভাবে চিহ্নিত করা যায়?
উত্তর: টাইমার সঠিক সময়ের পরে আউটপুট সিগন্যাল দেয় কিনা তা যাচাই করে এবং যদি এটি সঠিক সময় পর আউটপুট না দেয় তবে ত্রুটি চিহ্নিত করা হয়।

১০. কাউন্টারে ত্রুটি বা বিচ্যুতি চিহ্নিত করার পদ্ধতি কী?
উত্তর: কাউন্টার সঠিকভাবে গননা করছে কিনা তা পরীক্ষা করে এবং যদি এটি সঠিক গননা না করে, তবে এটি একটি ত্রুটি হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।

জব শিট (Job Sheet) – ২.৩

জবের নামঃ স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি অনুসরণ করে টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন সম্পাদন করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. টাইমার এবং কাউন্টার সেটিং কনফিগারেশন:
   - প্রথমে টাইমার এবং কাউন্টার জন্য প্যারামিটার (যেমন টাইপ, ডিলে টাইম, গননা সংখ্যা) কনফিগার করুন।
   - টাইমার জন্য নির্দিষ্ট বিলম্ব সময় এবং কাউন্টার জন্য ইনপুট সিগন্যাল গননা সংখ্যা সেট করুন।

২. ইনপুট সিগন্যাল প্রদান:
   - টাইমার এবং কাউন্টার কাজ করার জন্য ইনপুট সিগন্যাল বা ট্রিগার সঠিকভাবে প্রেরণ করুন।
   - টাইমার শুরু করার জন্য ইনপুট সিগন্যাল প্রদান করুন এবং কাউন্টার গননা করতে ইনপুট সিগন্যাল প্রদান করুন।

৩. অপারেশন মনিটরিং:
   - টাইমার এবং কাউন্টার আউটপুট মনিটর করুন। টাইমার নির্দিষ্ট সময় পর আউটপুট সিগন্যাল চালু করবে এবং কাউন্টার সঠিকভাবে সিগন্যাল গননা করবে কিনা তা নিশ্চিত করুন।

৪. পারফরম্যান্স যাচাই:
   - টাইমার এবং কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা যাচাই করুন। যদি কোনো ত্রুটি বা বিচ্যুতি পাওয়া যায়, তাহলে সেটিংস বা সিস্টেমের অন্যান্য অংশ পরীক্ষা করুন।

৫. ট্রাবলশুটিং (যদি প্রয়োজন হয়):
   - যদি টাইমার বা কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ না করে, তাহলে তাদের সিস্টেম কনফিগারেশন বা সংযোগ পর্যালোচনা করুন এবং ত্রুটি চিহ্নিত করে সমাধান করুন।

সতকর্তাঃ

১. পাওয়ার আইসোলেশন: কাজ শুরু করার আগে, সার্কিটের পাওয়ার অফ করুন এবং লকআউট/ট্যাগআউট (LOTO) পদ্ধতি অনুসরণ করুন।
২. প্রাথমিক পরীক্ষা: টাইমার এবং কাউন্টার কনফিগারেশন আগে পরীক্ষা করা উচিত, যাতে সেগুলি সঠিকভাবে কাজ করতে পারে।
৩. পর্যাপ্ত সময় দিন: টাইমার অপারেশন সম্পাদন করার সময় টাইমার ডিলে টাইম নির্ধারণ অনুযায়ী নিশ্চিত করুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.৩

জবের নামঃ স্ট্যান্ডার্ড পদ্ধতি অনুসরণ করে টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন সম্পাদন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

১. ইলেকট্রিক্যাল গ্লাভস (Electrical Gloves): বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
২. সেফটি গগলস (Safety Goggles): চোখের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
৩. সেফটি শু (Safety Shoes): আঘাত বা দুর্ঘটনা থেকে সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।

৪. অগ্নি সুরক্ষা পোশাক (Fire Resistant Clothing): অতিরিক্ত তাপ বা আগুনের ঝুঁকি থেকে সুরক্ষা।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. মাল্টিমিটার (Multimeter): টাইমার এবং কাউন্টার আউটপুট সঠিকভাবে পরীক্ষা করতে।
২. পিপিটি (PPT) বা পিপিটি সফটওয়্যার: মনিটরিং এবং ফলাফল যাচাই করতে।
৩. লোড রিলে এবং কন্টাক্টর: টাইমার বা কাউন্টার পরিচালনা করার জন্য রিলে এবং কন্টাক্টরের ব্যবহার।
৪. টেস্ট লিড: মাল্টিমিটার বা অন্য যন্ত্রের সাথে সংযোগ স্থাপন করতে।
৫. PLC: টাইমার এবং কাউন্টার অপারেশন পরিচালনার জন্য প্রোগ্রামেবল লজিক কন্ট্রোলার।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১. টাইমার: On-Delay বা Off-Delay টাইমার ব্যবহার করতে হবে।
২. কাউন্টার: Up Counter বা Down Counter ব্যবহার করা যাবে।
৩. রিলে কন্টাক্ট: টাইমার এবং কাউন্টার পরিচালনা করতে রিলে কন্টাক্ট ব্যবহার করা হয়।
৪. সুইচ (Switch): স্টার্ট/স্টপ সুইচ এবং অন্যান্য কন্ট্রোলার।
৫. কেবল: সংযোগ স্থাপন করতে।

ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

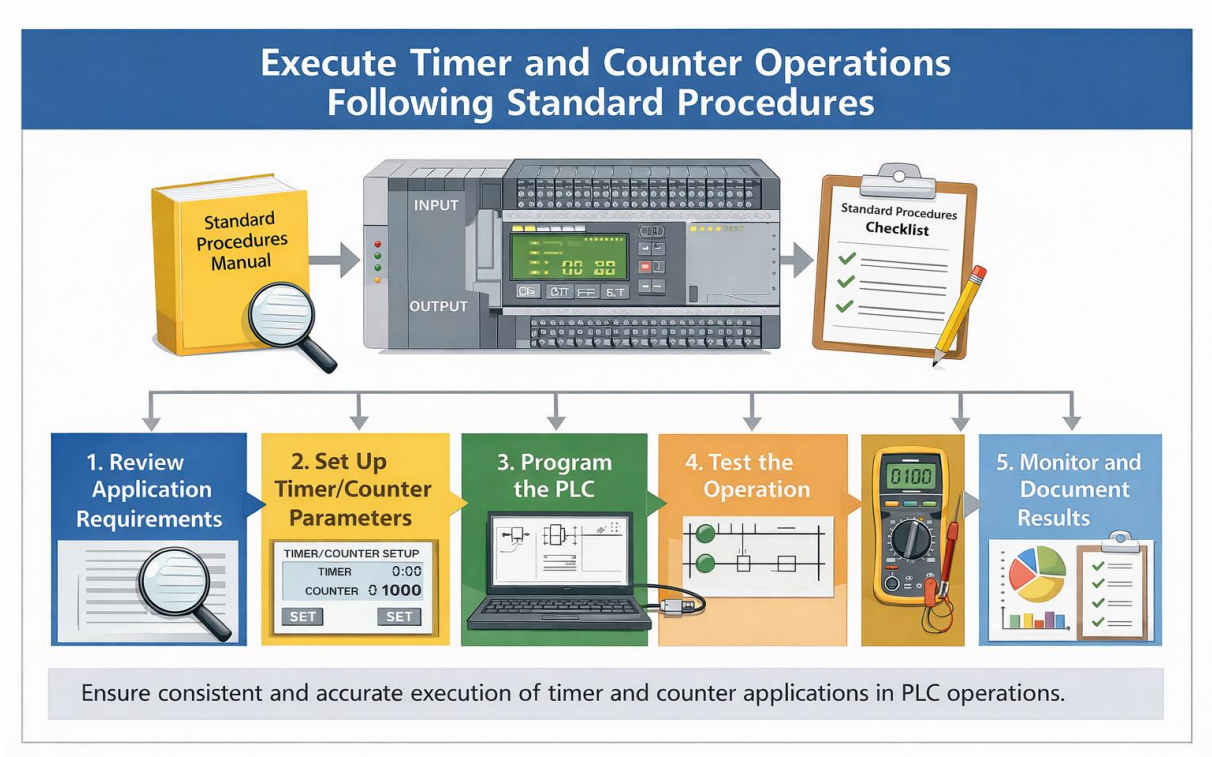


Figure: PLC Timer and Counter Operations Flowchart

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ২.৪

শিখন ফল-৪: ল্যাচ, ডিওএল এবং স্টার ডেল্টা তৈরি করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ল্যাচ, ডিওএল এবং স্টার-ডেল্টা কনফিগারেশনের জন্য সার্কিট ডায়াগ্রাম ব্যাখ্যা করা
- স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী রিলে, কন্টাক্ট এবং কয়েল সংযুক্ত করে ল্যাচ সার্কিট তৈরি করা
- মোটর স্টার্ট এবং স্টপ কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে ডিওএল স্টার্টার সার্কিটগুলি সঠিকভাবে সংযুক্ত করা
- প্রতিষ্ঠিত ওয়্যারিং পদ্ধতি অনুসরণ করে স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিটগুলি তৈরি করা
- সার্কিটগুলি সঠিক অপারেশনের জন্য পরীক্ষা করা

(ক) ল্যাচ, ডিওএল এবং স্টার-ডেল্টা কনফিগারেশনের জন্য সার্কিট ডায়াগ্রাম ব্যাখ্যা করাঃ

ল্যাচ, ডিওএল (Direct-On-Line), এবং স্টার-ডেল্টা কনফিগারেশনের জন্য সার্কিট ডায়াগ্রামগুলির সঠিক ব্যাখ্যা এবং বিশ্লেষণ করা PLC অপারেশনে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এই কনফিগারেশনগুলি মেশিন বা যন্ত্রপাতি নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।

১. ল্যাচ সার্কিট (Latch Circuit):

ল্যাচ সার্কিট একটি বৈদ্যুতিক সার্কিট যা একটি ইনপুট সংকেত পাওয়ার পর আউটপুট সিগন্যাল ধরে রাখে যতক্ষণ না অন্য একটি সংকেত দ্বারা এটি বন্ধ করা না হয়। এটি মূলত **বাইস্টেবল সার্কিট** বা **ইনফিনাইট হোল্ডিং সার্কিট** হিসেবে কাজ করে।

বৈশিষ্ট্য:

- **নরমালি ওপেন কন্টাক্ট** (NO) এবং **নরমালি ক্লোজড কন্টাক্ট** (NC) এর মাধ্যমে ল্যাচ তৈরি করা হয়।
- একটি **পুশ বাটন** সুইচ বা অন্যান্য ইনপুট ডিভাইস দ্বারা এটি চালু এবং বন্ধ হয়।
- PLC-এ ল্যাচ সার্কিটকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য **রিলে কন্টাক্ট এবং কোয়েল** ব্যবহৃত হয়।

ডায়াগ্রাম ব্যাখ্যা:

ল্যাচ সার্কিটে সাধারণত একটি কন্টাক্টরের সাহায্যে একটি সুইচের মাধ্যমে সিস্টেম চালু এবং বন্ধ হয়। ইনপুট সংকেত পাওয়ার পর কন্টাক্টর বন্ধ হয়ে যায় এবং আউটপুট সিগন্যাল স্থায়ীভাবে চালু থাকে, যতক্ষণ না অন্য কোনো সংকেত দিয়ে এটি বন্ধ করা হয়।

২. ডিওএল (Direct-On-Line) স্টার্টার সার্কিট (DOL Starter Circuit):

ডিওএল স্টার্টার হল একটি সরল এবং প্রচলিত মেশিন স্টার্টার সার্কিট, যা মোটরকে সরাসরি পাওয়ার সাপ্লাই সংযুক্ত করে শুরু করতে ব্যবহৃত হয়। এই সার্কিটে মোটরকে চালু করার জন্য কোনো অতিরিক্ত স্টেপ নেই।

বৈশিষ্ট্য:

- **দ্রুত স্টার্ট**: মোটর সোজা পাওয়ার সাপ্লাই থেকে চালু হয়।
- **প্রধান কম্পোনেন্ট**: কন্টাক্টর, ওভারলোড রিলে এবং স্টার্ট/স্টপ সুইচ।
- **এপ্লিকেশন**: সাধারণত ছোট বা মাঝারি ক্ষমতার মোটরগুলির জন্য ব্যবহৃত হয়।

ডায়াগ্রাম ব্যাখ্যা:

ডিওএল সার্কিটে কন্টাক্টরটি ইনপুট পাওয়ার সিগন্যালের মাধ্যমে মোটর চালু করে। কন্টাক্টর সুইচ করলে মোটর সক্রিয় হয়ে ওঠে এবং এর পরবর্তী কাজ শুরু হয়। এখানে মোটর চলমান অবস্থায় থাকে যতক্ষণ না স্টপ সুইচ প্রেস করা হয়।

৩. স্টার-ডেল্টা (Star-Delta) কনফিগারেশন (Star-Delta Configuration):

স্টার-ডেল্টা কনফিগারেশন মোটর স্টার্ট করার একটি পদ্ধতি যা ব্যবহৃত হয় যখন মোটর স্টার্ট আপ সময় কমাতে হবে এবং চলমান অবস্থায় দক্ষতা বাড়াতে হবে। এই কনফিগারেশন মোটর স্টার্টে স্টার কনফিগারেশন এবং চলমান অবস্থায় ডেল্টা কনফিগারেশন ব্যবহার করে।

বৈশিষ্ট্য:

- **স্টার কনফিগারেশন**: স্টার কনফিগারেশন ব্যবহৃত হয় মোটর শুরু হওয়ার সময়, যাতে মোটরের বর্তমান কম থাকে।
- **ডেল্টা কনফিগারেশন**: ডেল্টা কনফিগারেশন ব্যবহৃত হয় যখন মোটর পুরোপুরি চালু হয় এবং সম্পূর্ণ ক্ষমতায় কাজ শুরু করে।

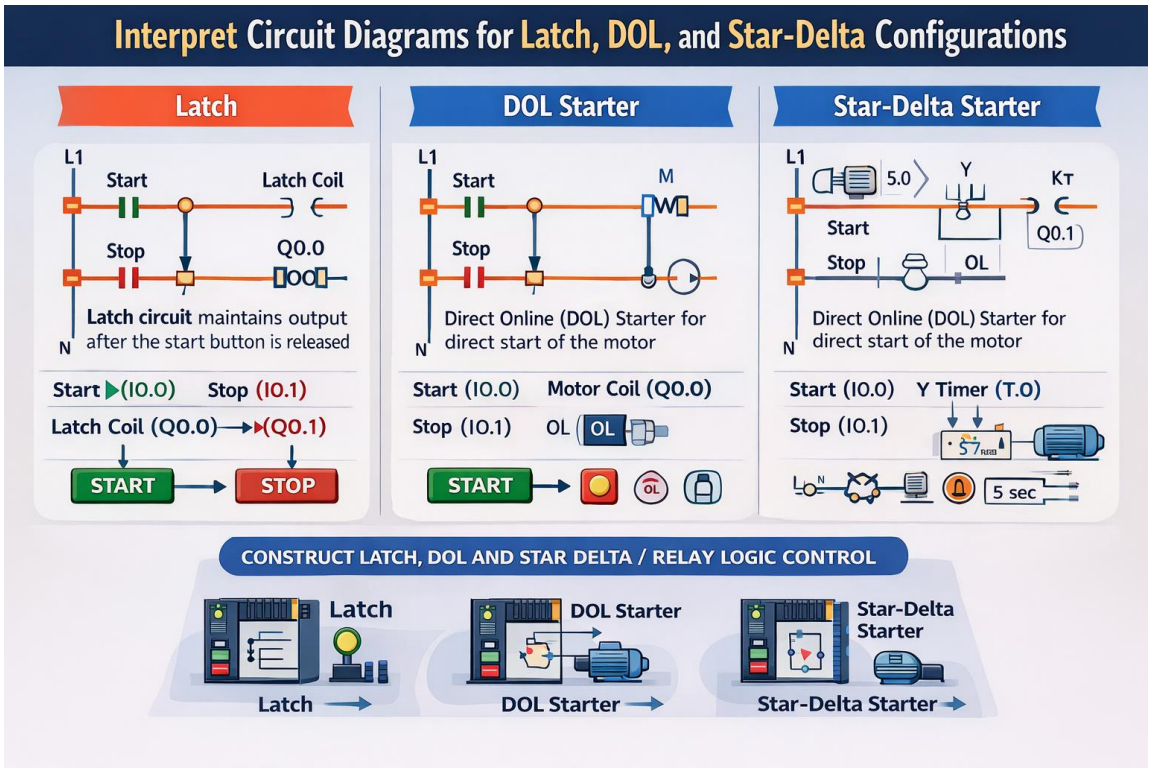
ডায়াগ্রাম ব্যাখ্যা:

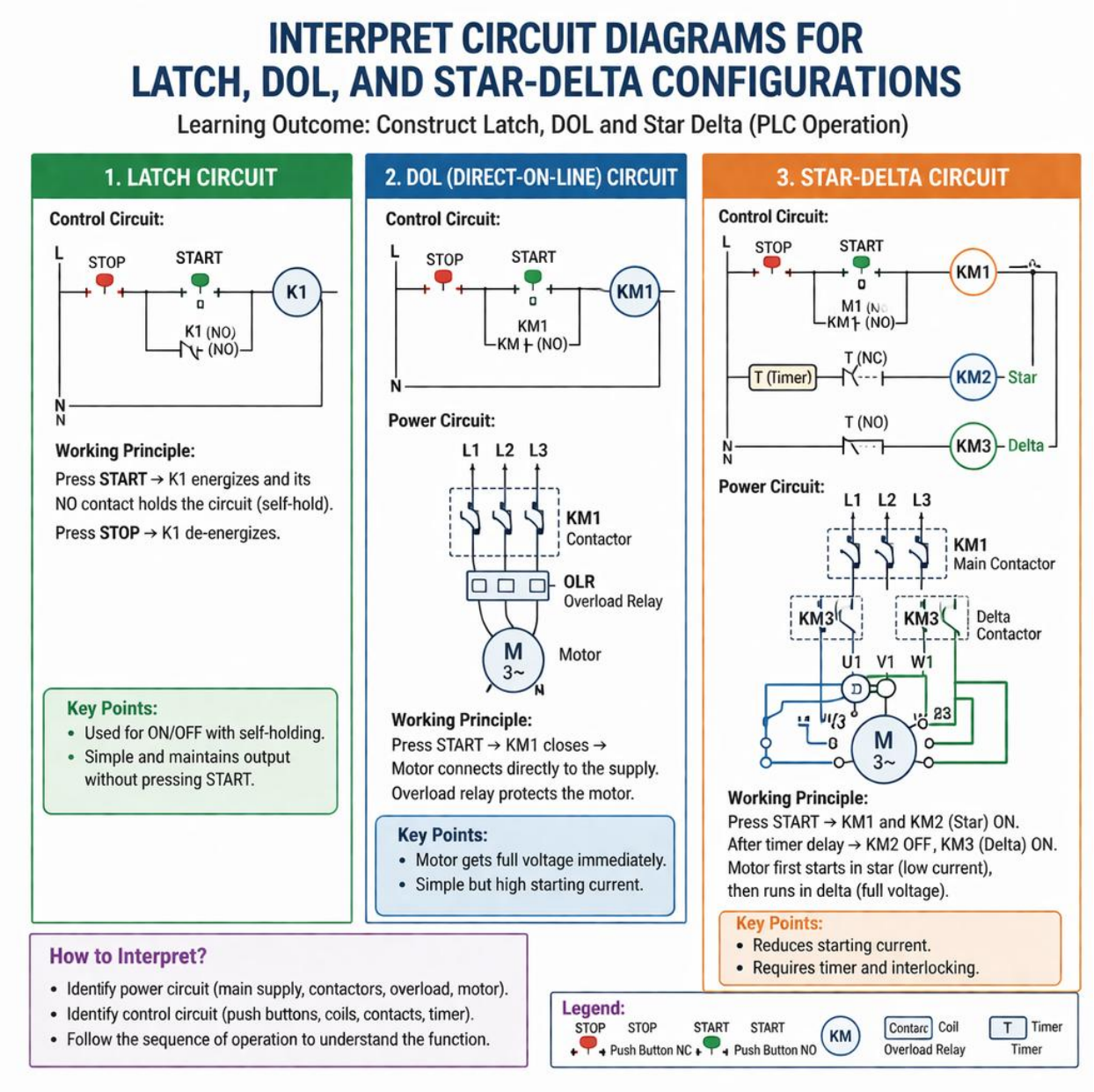
স্টার-ডেল্টা কনফিগারেশনে মোটরের তিনটি ফেজ সংযোগ প্রথমে স্টার কনফিগারেশনে থাকে এবং মোটর শুরু হওয়ার পর সেগুলি ডেল্টা কনফিগারেশনে স্থানান্তরিত হয়। এটি মোটরের শুরু এবং চলমান অবস্থার মধ্যে সঠিক শক্তির ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করে।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ব্যাখ্যা:

- **ল্যাচ সার্কিট**: একটি নরমালি ওপেন কন্টাক্ট এবং একটি রিলে কোয়েল ব্যবহার করে ল্যাচ তৈরি করা হয়, যা আউটপুট সিগন্যাল বন্ধ না হওয়া পর্যন্ত স্থায়ীভাবে সক্রিয় থাকে।
- **ডিওএল সার্কিট**: কন্টাক্টর এবং স্টার্ট/স্টপ সুইচের সাহায্যে মোটরকে সরাসরি চালু এবং বন্ধ করা হয়।
- **স্টার-ডেল্টা সার্কিট**: মোটরের তিনটি ফেজ প্রথমে স্টার কনফিগারেশনে সংযুক্ত থাকে এবং পরে ডেল্টা কনফিগারেশনে চলে যায়, যাতে মোটর প্রাথমিকভাবে কম পাওয়ার ব্যবহার করে এবং পরে পূর্ণ ক্ষমতায় চলে।

PLC Relay Logic Circuit Overview





(খ) স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী রিলে, কন্টাক্ট এবং কয়েল সংযুক্ত করে ল্যাচ সার্কিট তৈরি করাঃ

একটি ল্যাচ সার্কিট তৈরি করতে হবে যেখানে রিলে, কন্টাক্ট, এবং কয়েল সঠিকভাবে সংযুক্ত করা হয় এবং এটি একটি স্ট্যান্ডার্ড সার্কিট ডিজাইন অনুযায়ী কাজ করে। এই সার্কিটটি সিস্টেমের আউটপুটকে ধরে রাখে (লক রাখে) যতক্ষণ না একটি অন্য ইনপুট সিগন্যাল তা বাধা বা বন্ধ না করে।

ল্যাচ সার্কিট নির্মাণ:

১. ল্যাচ সার্কিটের উপাদান:

- রিলে (Relay): রিলে ব্যবহার করা হয় যাতে ইনপুট সিগন্যাল বা কমান্ড পাওয়ার পর আউটপুট সক্রিয় করা যায়।
- কন্টাক্ট (Contact): রিলের কন্টাক্টগুলি সুইচ হিসেবে কাজ করে। ল্যাচ সার্কিটে সাধারণত নরমালি ওপেন (NO) কন্টাক্ট ব্যবহার করা হয়, যা কেবল তখনই বন্ধ হবে যখন রিলে সক্রিয় হবে।

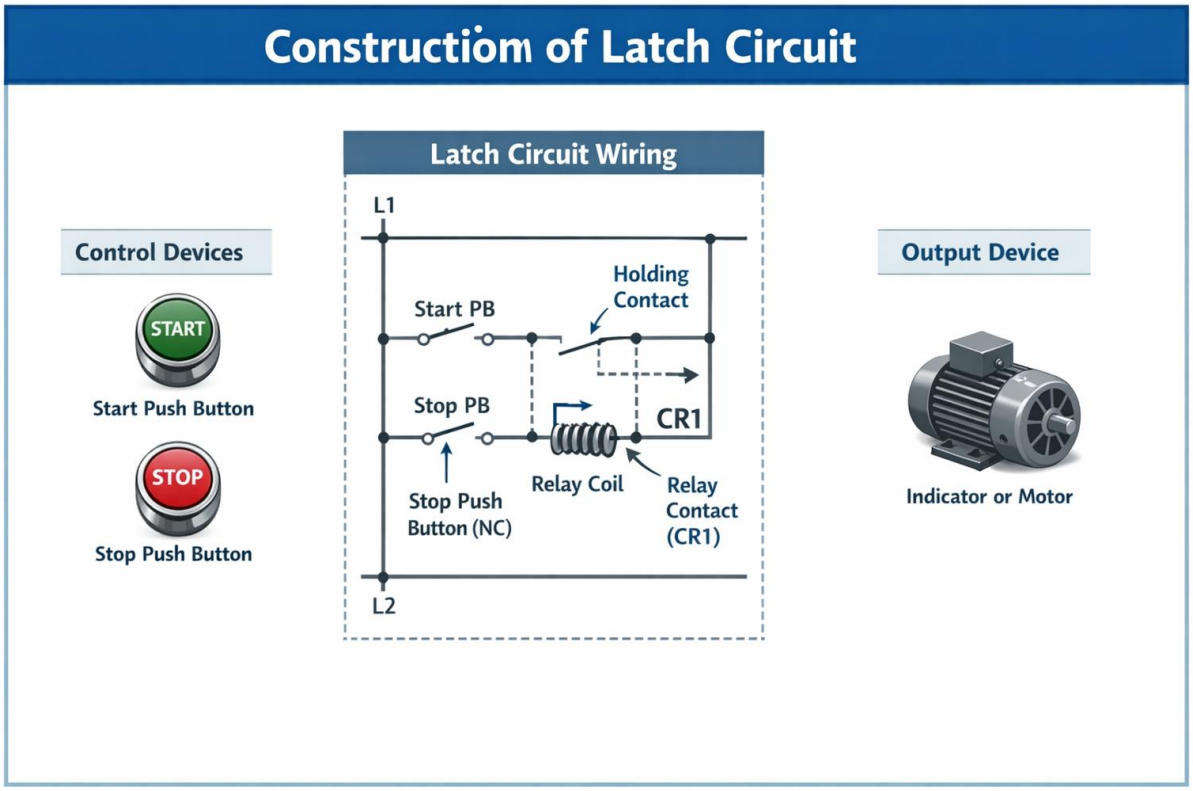
- কয়েল (Coil): রিলে কয়েল হল একটি বৈদ্যুতিক উপাদান যা ইলেকট্রোম্যাগনেটিকভাবে কাজ করে। যখন কয়েল ইনপুট সিগন্যাল পায়, এটি আউটপুট কন্টাক্ট বন্ধ বা খোলার মাধ্যমে কার্যক্রম শুরু করে।

২. ল্যাচ সার্কিটের কাজের পদ্ধতি:
   - যখন স্টার্ট সুইচ চাপা হয়, রিলে কয়েল সক্রিয় হয় এবং তার কন্টাক্ট বন্ধ হয়ে যায়। এর ফলে সার্কিট চালু থাকে এবং মোটর বা যন্ত্রপাতি চালু হয়ে যায়।
   - এরপর, স্টপ সুইচ চাপা হলেও, রিলে কন্টাক্ট বন্ধ থাকলে সার্কিট চালু থাকবে, অর্থাৎ আউটপুট সিগন্যাল চলে যাবে, যতক্ষণ না ল্যাচের কন্টাক্টটি অফ (খোলা) না হয়।

৩. স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ল্যাচ সার্কিট নির্মাণ:
   - স্টার্ট সুইচ এবং স্টপ সুইচ কনফিগার করা হয়।
   - রিলে কয়েল এবং রিলে কন্টাক্ট সংযুক্ত করা হয়।
   - নরমালি ওপেন কন্টাক্ট (NO) ব্যবহৃত হয় যাতে সার্কিটের আউটপুট তখনই চালু হয় যখন ইনপুট সিগন্যাল দেওয়া হয়।
   - নরমালি ক্লোজড কন্টাক্ট (NC) ব্যবহার করা হয় যাতে সার্কিট বন্ধ হয়ে যায় যখন স্টপ সুইচ চাপা হয়।

৪. ল্যাচ সার্কিটের নিরাপত্তা বৈশিষ্ট্য:
   - ল্যাচ সার্কিটে যদি কোনো ত্রুটি বা সমস্যা হয়, যেমন কন্টাক্ট বা কনফিগারেশন সমস্যা, তবে সেই ত্রুটিটি চিহ্নিত করে মেরামত করা হয়।
   - এই সার্কিটটির মাধ্যমে নিরাপদ এবং স্থায়ী কার্যকারিতা নিশ্চিত করা যায়, কারণ এটি নির্দিষ্ট শর্তে কাজ করে এবং অতিরিক্ত প্রক্রিয়া শুরু না হওয়া পর্যন্ত আউটপুট সক্রিয় রাখে।

Latch Circuit Diagram with Control Wiring



PLC অপারেশনে ল্যাচ সার্কিট:

PLC সিস্টেমে ল্যাচ সার্কিট ব্যবহার করা হয় যন্ত্রপাতি বা প্রক্রিয়াগুলির নিয়ন্ত্রণের জন্য, যেখানে একবার ইনপুট সিগন্যাল পেলে আউটপুট স্থায়ীভাবে চালু রাখার প্রয়োজন হয়। এটি সিস্টেমের কার্যক্রম নিশ্চিত করতে সাহায্য করে এবং প্রক্রিয়া নির্ভুলভাবে পরিচালনা করে।

(গ) মোটর স্টার্ট এবং স্টপ কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে ডিওএল (DOL) স্টার্টার সার্কিটগুলি সঠিকভাবে সংযুক্ত করাঃ

ডিরেক্ট-অন-লাইনে (DOL) স্টার্টার সার্কিট তৈরি করা হয় যাতে মোটর সহজে এবং সঠিকভাবে শুরু ও বন্ধ হতে পারে। DOL স্টার্টার সার্কিটে মোটরকে সরাসরি পাওয়ার সাপ্লাই দিয়ে চালু করা হয়, এবং এটি একটি সিম্পল এবং ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত পদ্ধতি।

DOL স্টার্টার সার্কিটের উপাদান:

১. কন্টাক্টর (Contactor):
   - কন্টাক্টর হল একটি বৈদ্যুতিন সুইচ যা মোটর চালু বা বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। DOL স্টার্টারে কন্টাক্টরটি মূল উপাদান হিসেবে ব্যবহৃত হয়, যা মোটর স্টার্ট করার সময় আউটপুট সিগন্যাল দেয়।

২. স্টার্ট/স্টপ সুইচ (Start/Stop Switch):
   - স্টার্ট সুইচ মোটর চালু করতে ব্যবহৃত হয় এবং স্টপ সুইচ মোটর বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়। সাধারণত, স্টার্ট সুইচ ইনপুট সিগন্যাল হিসেবে ব্যবহৃত হয় এবং স্টপ সুইচ নিরাপত্তা ও বন্ধ করার জন্য।

৩. ওভারলোড রিলে (Overload Relay):
   - এটি মোটরের অতিরিক্ত তাপ বা লোড সুরক্ষার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি নিশ্চিত করে যে মোটর কোনো কারণে অতিরিক্ত লোড বা তাপ গ্রহণ না করে, যদি তা হয় তবে এটি মোটরকে বন্ধ করে দেয়।

৪. মোটর (Motor):
   - DOL স্টার্টার সার্কিটে মোটর মোটর সিস্টেমের একক উপাদান হিসেবে কাজ করে। এটি স্টার্ট ও স্টপ সুইচ এবং কন্টাক্টর দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়।

DOL স্টার্টার সার্কিট অ্যাসেম্বলি প্রক্রিয়া:

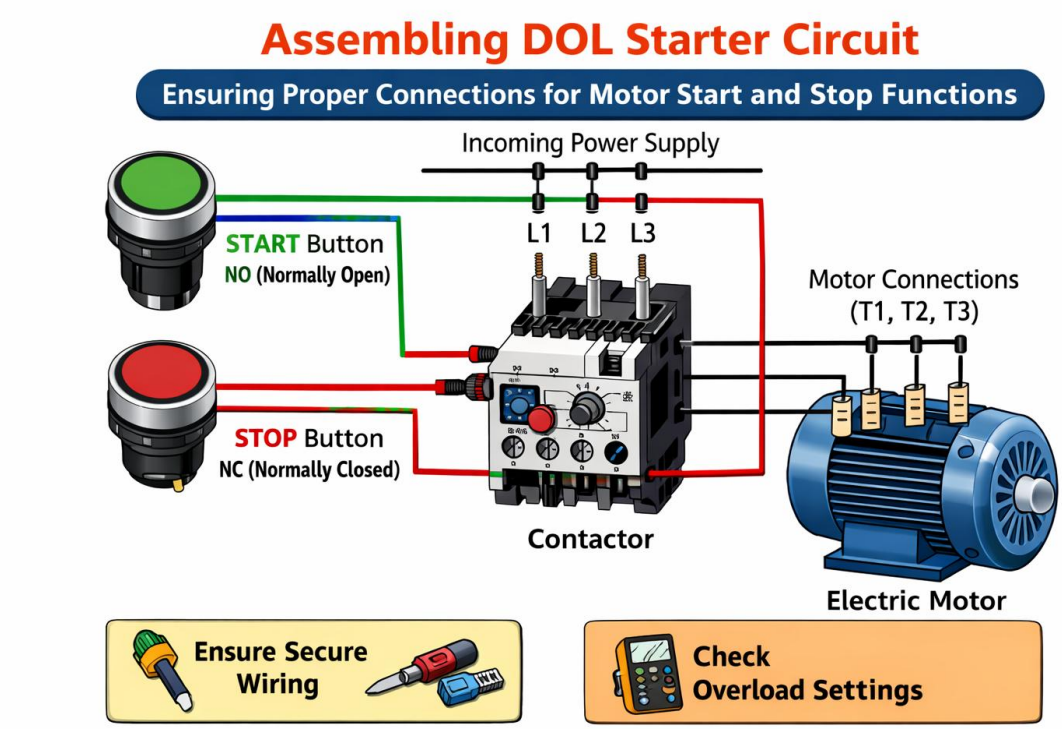
১. কনফিগারেশন:
   - প্রথমে স্টার্ট এবং স্টপ সুইচ সঠিকভাবে সংযুক্ত করা হয়। স্টার্ট সুইচ যখন চাপানো হয়, তখন এটি মোটরের কন্টাক্টরকে সক্রিয় করে এবং মোটর চালু হয়।
   - স্টপ সুইচ মোটর বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি কন্টাক্টরটি ডিসকানেক্ট করে এবং মোটর বন্ধ হয়ে যায়।

২. ওভারলোড রিলে সংযোগ:
   - মোটরের অতিরিক্ত তাপ বা লোড প্রতিরোধ করতে ওভারলোড রিলে কন্টাক্টরের সাথে সংযুক্ত করা হয়। এটি মোটরের তাপমাত্রা অত্যধিক হলে, রিলে সক্রিয় হয়ে মোটর বন্ধ করে দেয়।

৩. কন্টাক্টর সংযোগ:
   - কন্টাক্টরটি মোটরের পাওয়ার সাপ্লাই সংযোগ এবং বিচ্ছিন্ন করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি একটি রিলে কন্টাক্টের মাধ্যমে মোটর স্টার্ট বা স্টপ করতে সাহায্য করে।

৪. শক্তি সংযোগ:
   - মোটরের পাওয়ার সাপ্লাই (L1, L2) সঠিকভাবে কন্টাক্টরের ইনপুট পোর্টে সংযুক্ত করা হয়। তারপর আউটপুট থেকে মোটরের সিগন্যাল পাঠানো হয়।

Assembling DOL Starter Circuit Diagram



PLC অপারেশনে DOL স্টার্টার:

PLC সিস্টেমে DOL স্টার্টার ব্যবহার করে মোটর পরিচালনা করা হয়। PLC প্রোগ্রামিং ব্যবহার করে মোটরের স্টার্ট এবং স্টপ কার্যক্রম স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিচালিত হয় এবং এটি কন্টাক্টরের মাধ্যমে মোটর চালনা করে।

(ঘ) প্রতিষ্ঠিত ওয়্যারিং পদ্ধতি অনুসরণ করে স্টার-ডেল্টা (Star-Delta) স্টার্টার সার্কিটগুলি তৈরি করাঃ

এই পদ্ধতিতে মোটর স্টার্ট করার জন্য স্টার-ডেল্টা কনফিগারেশন অনুসরণ করে মোটরের শুরু এবং চলমান অবস্থায় শক্তি ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করা হয়। স্টার-ডেল্টা স্টার্টার মোটর চালু করার প্রক্রিয়া যাতে প্রথমে স্টার কনফিগারেশন ব্যবহার করে শক্তি কম লাগবে, এবং পরে ডেল্টা কনফিগারেশনে চলে গিয়ে পূর্ণ ক্ষমতায় কাজ করবে।

স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিটের উপাদান:

১. স্টার কনফিগারেশন (Star Configuration):
   - স্টার কনফিগারেশনে মোটরের তিনটি ফেজের তারের সংযোগ একটি কেন্দ্রে যুক্ত করা হয়, এবং ফেজের সংযোগ পৃথক থাকে। এর ফলে মোটরের শুরুতে কম বর্তমান প্রবাহিত হয়, যা শুরুতে মোটরকে ধীরে ধীরে চালু করতে সহায়ক।

২. ডেল্টা কনফিগারেশন (Delta Configuration):
   - ডেল্টা কনফিগারেশনে মোটরের ফেজগুলি একে অপরের সাথে সংযুক্ত হয়ে একটি ডেল্টা আকারে পরিবর্তিত হয়। এটি মোটরের পূর্ণ ক্ষমতায় কাজ করার সময় ব্যবহৃত হয়।

৩. কন্টাক্টর (Contactor):
   - মোটরের সংযোগ স্থাপন এবং বিচ্ছিন্ন করার জন্য কন্টাক্টর ব্যবহৃত হয়। কন্টাক্টরটি স্টার কনফিগারেশন এবং ডেল্টা কনফিগারেশন মধ্যে স্থানান্তর করতে সাহায্য করে।

৪. ওভারলোড রিলে (Overload Relay):
   - মোটরের অতিরিক্ত লোড বা তাপ সুরক্ষিত করতে ওভারলোড রিলে ব্যবহৃত হয়। এটি মোটরের তাপমাত্রা অত্যধিক হলে সিস্টেম বন্ধ করে দেয়।

৫. স্টার্ট/স্টপ সুইচ (Start/Stop Switch):
   - স্টার্ট সুইচ মোটর চালু করার জন্য ব্যবহৃত হয় এবং স্টপ সুইচ মোটর বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিট নির্মাণের পদ্ধতি:

১. স্টার কনফিগারেশন সংযোগ:
   - প্রথমে মোটরের তিনটি ফেজকে স্টার কনফিগারেশনে সংযুক্ত করুন, যাতে মোটরের স্টার্টিং চলাকালে কম বর্তমান প্রবাহিত হয়।

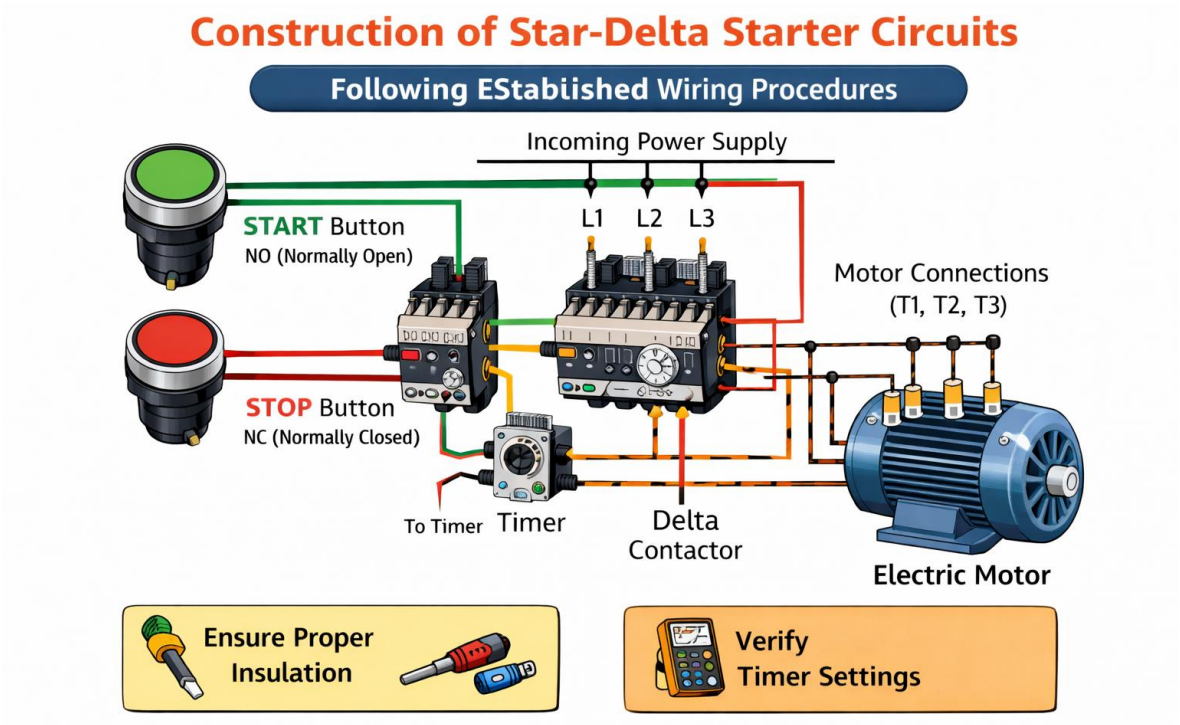
২. ডেল্টা কনফিগারেশন সংযোগ:
   - মোটর স্টার্ট হওয়ার পর, এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে ডেল্টা কনফিগারেশনে স্থানান্তরিত হবে যাতে মোটর পূর্ণ ক্ষমতায় কাজ করতে পারে।

৩. কন্টাক্টর এবং কন্ট্রোল সার্কিট:
   - দুটি কন্টাক্টর ব্যবহার করা হয়, একটি স্টার কনফিগারেশনের জন্য এবং আরেকটি ডেল্টা কনফিগারেশনের জন্য।
   - কন্টাক্টরটি মোটর শুরু হওয়ার পর স্টার কনফিগারেশন থেকে ডেল্টা কনফিগারেশনে স্থানান্তরিত করবে।

৪. ওভারলোড রিলে সংযোগ:
   - মোটরের অতিরিক্ত তাপ সুরক্ষা নিশ্চিত করার জন্য ওভারলোড রিলে কনফিগার করতে হবে যাতে মোটরের বেশি লোড থাকা সত্ত্বেও এটি সুরক্ষিত থাকে।

৫. স্টার্ট এবং স্টপ সুইচ সংযোগ:
   - স্টার্ট সুইচ প্রেস করলে মোটর স্টার্ট হবে, এবং স্টপ সুইচ প্রেস করলে মোটর বন্ধ হবে।

Star-Delta Starter Circuit Construction Diagram



PLC অপারেশন ও স্টার-ডেল্টা স্টার্টার:

PLC সিস্টেমে স্টার-ডেল্টা স্টার্টার ব্যবহার করে মোটরের সঠিক স্টার্ট এবং শাটডাউন নিয়ন্ত্রণ করা হয়। PLC প্রোগ্রামিং ব্যবহার করে মোটরের শুরু এবং চলমান অবস্থা সঠিকভাবে পরিচালিত হয় এবং এটি মোটরের বর্তমান এবং শক্তির দক্ষতা বজায় রাখে।

(ঙ) সার্কিটগুলি সঠিক অপারেশনের জন্য পরীক্ষা করাঃ

সার্কিটগুলির সঠিক অপারেশন পরীক্ষা করা মানে হল ল্যাচ, ডিওএল (DOL) এবং স্টার-ডেল্টা সার্কিটগুলি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা নিশ্চিত করতে তাদের কার্যকারিতা পরীক্ষা করা। PLC অপারেশনে, এই সার্কিটগুলির সঠিক কাজের জন্য পরীক্ষা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি সিস্টেমের নির্ভুলতা এবং কার্যকারিতা নিশ্চিত করে।

সার্কিট পরীক্ষার পদ্ধতি:

১. **ল্যাচ সার্কিট পরীক্ষা:**
   - **ইনপুট সিগন্যাল দেওয়া:** প্রথমে স্টার্ট সুইচ ব্যবহার করে ল্যাচ সার্কিট চালু করুন। এটি নিশ্চিত করবে যে সিগন্যাল পাওয়ার পর আউটপুট সিগন্যাল স্থায়ীভাবে চালু থাকবে যতক্ষণ না স্টপ সুইচ চাপা হয়।
   - **স্টপ সুইচ পরীক্ষা:** স্টপ সুইচ চাপলে ল্যাচ সার্কিটের আউটপুট বন্ধ হয়ে যাবে কিনা তা পরীক্ষা করুন। যদি সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করে, তবে আউটপুট সিগন্যাল বন্ধ হয়ে যাবে।

২. **ডিওএল (DOL) সার্কিট পরীক্ষা:**
   - **স্টার্ট সুইচ পরীক্ষা:** DOL সার্কিটে স্টার্ট সুইচ চাপলে মোটর চালু হবে কিনা তা পরীক্ষা করুন। যদি সুইচ সঠিকভাবে কাজ করে, তবে কন্টাক্টর চালু হয়ে মোটর চালু হবে।
   - **স্টপ সুইচ পরীক্ষা:** স্টপ সুইচ চাপলে মোটর বন্ধ হয়ে যাবে কিনা তা নিশ্চিত করুন। যদি মোটর বন্ধ না হয়, তবে কন্টাক্টর বা সুইচের সংযোগ পর্যালোচনা করুন।

৩. **স্টার-ডেল্টা সার্কিট পরীক্ষা:**
   - **স্টার কনফিগারেশন পরীক্ষা:** প্রথমে মোটর স্টার কনফিগারেশনে চলে আসবে কিনা তা পরীক্ষা করুন। মোটর শুরু হওয়ার পর, এটি স্টার কনফিগারেশনে কাজ করবে এবং পরে ডেল্টা কনফিগারেশনে চলে যাবে।
   - **ডেল্টা কনফিগারেশন পরীক্ষা:** মোটর স্টার্ট হওয়ার পর ডেল্টা কনফিগারেশনে স্থানান্তরিত হবে কিনা তা পরীক্ষা করুন। যদি এটি সঠিকভাবে চলে, তবে সার্কিটটি সঠিকভাবে কনফিগার হয়েছে।

৪. **সিস্টেমের সংযোগ পরীক্ষা:**
   - **পাওয়ার সংযোগ পরীক্ষা:** মোটরের পাওয়ার সাপ্লাই সঠিকভাবে সংযুক্ত হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করুন। যদি কোনো বিচ্ছিন্নতা থাকে, তবে সার্কিটটি কাজ করবে না।
   - **রিলে কন্টাক্ট সংযোগ পরীক্ষা:** রিলে কন্টাক্টগুলি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা যাচাই করুন, যাতে মোটর বা যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে চালু এবং বন্ধ হয়।

৫. **ওভারলোড রিলে পরীক্ষা:**
   - **ওভারলোড রিলে সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা** তা পরীক্ষা করুন। যদি মোটরের লোড অতিরিক্ত হয়, তবে ওভারলোড রিলে তা সঠিকভাবে বন্ধ করছে কিনা তা নিশ্চিত করুন।

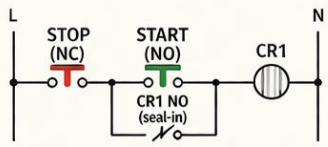
৬. **মনিটরিং সরঞ্জাম ব্যবহার:**
   - সার্কিটের আউটপুট সিগন্যাল যাচাই করতে মাল্টিমিটার বা পিপিটি ব্যবহার করা যেতে পারে, যাতে নিশ্চিত করা যায় যে সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করছে।

Relay-Logic Circuit Testing Guide

TEST CIRCUITS FOR CORRECT OPERATION

Learning Outcome: Construct Latch, DOL and Star Delta (PLC Operation)

1) LATCH CIRCUIT TEST



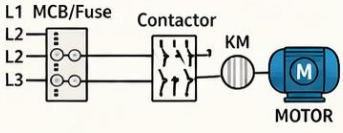
TEST STEPS:

1. Power **ON** the control circuit.
2. Press **START** button.
3. Release **START** button.
4. Press **STOP** button.

EXPECTED:

- CR1 energizes and stays ON after START is released.
- CR1 de-energizes when STOP is pressed.

2) DOL STARTER TEST



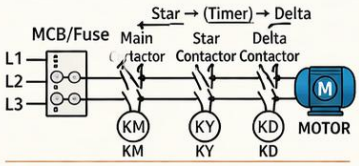
TEST STEPS:

1. Power **ON** the control and power circuits.
2. Press **START** button.
3. Press **STOP** button.

EXPECTED:

- Contactor (KM) pulls in, motor starts.
- Contactor (KM) releases, motor stops.

3) STAR-DELTA STARTER TEST



TEST STEPS:

1. Power **ON** the circuit.
2. Press **START** button.
3. Observe changeover from Star to Delta (after timer delay).
4. Press **STOP** button.

EXPECTED:

- Motor starts in STAR (KY ON, KD OFF).
- After timer, STAR opens then DELTA (KD ON).
- Press STOP: all contactors OFF, motor stops.

SAFETY CHECKS:

- Ensure correct wiring as per diagram.
- Check tight connections and insulation.
- Use proper protection (MCB/Fuse, OLR).
- Keep hands clear of power terminals.

TOOLS REQUIRED:



সেলফ চেক (Self-check) – ২.৪

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ল্যাচ সার্কিটের সার্কিট ডায়াগ্রাম কীভাবে ব্যাখ্যা করা হয়?
২. ডিওএল সার্কিটের সার্কিট ডায়াগ্রাম কেমন হয়?
৩. স্টার-ডেল্টা সার্কিটের ডায়াগ্রাম কিভাবে কাজ করে?
৪. ল্যাচ সার্কিট তৈরি করার জন্য কোন উপাদানগুলি ব্যবহার করা হয়?
৫. ল্যাচ সার্কিটে কয়েল এবং কন্টাক্টের ভূমিকা কী?
৬. ডিওএল স্টার্টার সার্কিটে মোটর স্টার্ট এবং স্টপ কীভাবে কার্যকরী হয়?
৭. ডিওএল সার্কিটে সঠিক সংযোগের জন্য কী কী উপাদান প্রয়োজন?
৮. স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিটে মোটর স্টার্টের সময় কি পরিবর্তন হয়?
৯. স্টার-ডেল্টা স্টার্টারে কী ধরনের কন্টাক্টর ব্যবহৃত হয়?
১০. সার্কিট পরীক্ষা করার সময় কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করা উচিত?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.৪

১. ল্যাচ সার্কিটের সার্কিট ডায়াগ্রাম কীভাবে ব্যাখ্যা করা হয়?
উত্তর: ল্যাচ সার্কিটের ডায়াগ্রামে রিলে, কন্টাক্ট এবং কয়েল সঠিকভাবে সংযুক্ত থাকে। ইনপুট সিগন্যাল পাওয়ার পর, আউটপুট সিগন্যাল স্থায়ীভাবে সক্রিয় থাকে যতক্ষণ না স্টপ সিগন্যাল আসে।

২. ডিওএল সার্কিটের সার্কিট ডায়াগ্রাম কেমন হয়?
উত্তর: ডিওএল সার্কিটে মোটরকে সরাসরি পাওয়ার সাপ্লাই সংযুক্ত করা হয়। কন্টাক্টর, স্টার্ট/স্টপ সুইচ এবং ওভারলোড রিলে সঠিকভাবে সংযুক্ত থাকে।

৩. স্টার-ডেল্টা সার্কিটের ডায়াগ্রাম কিভাবে কাজ করে?
উত্তর: স্টার-ডেল্টা সার্কিটে মোটর প্রথমে স্টার কনফিগারেশনে স্টার্ট হয় এবং পরে ডেল্টা কনফিগারেশনে চলে আসে। এটি মোটরের শক্তি ব্যবস্থাপনা সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করে।

৪. ল্যাচ সার্কিট তৈরি করার জন্য কোন উপাদানগুলি ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: ল্যাচ সার্কিটে রিলে, কন্টাক্ট, এবং কয়েল ব্যবহার করা হয়। নরমালি ওপেন কন্টাক্ট এবং নরমালি ক্লোজড কন্টাক্ট সঠিকভাবে সংযুক্ত করে এটি নির্মাণ করা হয়।

৫. ল্যাচ সার্কিটে কয়েল এবং কন্টাক্টের ভূমিকা কী?
উত্তর: কয়েলটি ইনপুট সিগন্যাল পাওয়ার পর আউটপুট কন্টাক্ট বন্ধ বা খোলে, এবং কন্টাক্টটি আউটপুট সিগন্যালকে সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন করে।

৬. ডিওএল স্টার্টার সার্কিটে মোটর স্টার্ট এবং স্টপ কীভাবে কার্যকরী হয়?
উত্তর: ডিওএল স্টার্টার সার্কিটে স্টার্ট সুইচ চাপলে কন্টাক্টর মোটরকে চালু করে, এবং স্টপ সুইচ চাপলে মোটর বন্ধ হয়ে যায়।

৭. ডিওএল সার্কিটে সঠিক সংযোগের জন্য কী কী উপাদান প্রয়োজন?
উত্তর: ডিওএল সার্কিটে কন্টাক্টর, স্টার্ট/স্টপ সুইচ এবং ওভারলোড রিলে সংযুক্ত থাকে।

৮. স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিটে মোটর স্টার্টের সময় কি পরিবর্তন হয়?
উত্তর: স্টার-ডেল্টা স্টার্টার সার্কিটে মোটর প্রথমে স্টার কনফিগারেশনে শুরু হয় এবং পরবর্তীতে ডেল্টা কনফিগারেশনে চলে আসে।

৯. স্টার-ডেল্টা স্টার্টারে কী ধরনের কন্টাক্টর ব্যবহৃত হয়?
উত্তর: স্টার-ডেল্টা স্টার্টারে দুটি কন্টাক্টর ব্যবহৃত হয়: একটি স্টার কনফিগারেশনের জন্য এবং একটি ডেল্টা কনফিগারেশনের জন্য।

১০. সার্কিট পরীক্ষা করার সময় কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করা উচিত?
উত্তর: সার্কিট পরীক্ষা করার সময় পাওয়ার সংযোগ, কন্টাক্টরের কার্যকারিতা, এবং মোটরের স্টার্ট/স্টপ ফাংশন যাচাই করা উচিত। এছাড়াও, ওভারলোড রিলে সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করা হয়।

জব শিট (Job Sheet) – ২.৪

জবের নামঃ ল্যাচ, ডিওএল (DOL) এবং স্টার-ডেল্টা সার্কিটগুলি সঠিক অপারেশনের জন্য পরীক্ষা করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

(ক) ল্যাচ সার্কিট পরীক্ষা:

১. পাওয়ার অফ করুন: প্রথমে সার্কিটের পাওয়ার সাপ্লাই অফ করুন।
২. সংযোগ পরীক্ষা: ল্যাচ সার্কিটের সমস্ত সংযোগ সঠিকভাবে করা হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
৩. স্টার্ট সুইচ পরীক্ষা: স্টার্ট সুইচ চাপলে রিলে কনট্যাক্ট সক্রিয় হতে হবে এবং আউটপুট সিগন্যাল চালু হতে হবে।
৪. স্টপ সুইচ পরীক্ষা: স্টপ সুইচ চাপলে আউটপুট সিগন্যাল বন্ধ হয়ে যাবে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
৫. মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা: কন্টাক্টে কন্টিনিউটি চেক করতে মাল্টিমিটার ব্যবহার করুন।

(খ) ডিওএল (DOL) স্টার্টার সার্কিট পরীক্ষা:

১. সংযোগ পরীক্ষা: ডিওএল স্টার্টার সার্কিটে কন্টাক্টর, স্টার্ট/স্টপ সুইচ এবং ওভারলোড রিলের সংযোগ সঠিকভাবে করা হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
২. স্টার্ট সুইচ পরীক্ষা: স্টার্ট সুইচ চাপলে মোটর চালু হবে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
৩. স্টপ সুইচ পরীক্ষা: স্টপ সুইচ চাপলে মোটর বন্ধ হয়ে যাবে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
৪. ওভারলোড রিলে পরীক্ষা: অতিরিক্ত লোড সিমুলেট করে দেখুন এবং নিশ্চিত করুন যে ওভারলোড রিলে সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা।

(গ) স্টার-ডেল্টা সার্কিট পরীক্ষা:

১. স্টার কনফিগারেশন পরীক্ষা: স্টার কনফিগারেশনে মোটর চালু হওয়ার সময় সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করুন। মোটরটি ধীরে ধীরে চালু হবে।
২. ডেল্টা কনফিগারেশন পরীক্ষা: মোটরটি স্টার কনফিগারেশন থেকে ডেল্টা কনফিগারেশনে সঠিকভাবে স্থানান্তরিত হচ্ছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
৩. কন্টাক্টর পরীক্ষা: মোটরের কন্টাক্টর সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করুন, যাতে মোটর প্রথমে স্টার কনফিগারেশনে শুরু হয় এবং পরে ডেল্টা কনফিগারেশনে চলে আসে।

সতর্কতাঃ

- পাওয়ার আইসোলেশন নিশ্চিত করুন: সার্কিট পরীক্ষা করার আগে পাওয়ার সঠিকভাবে বন্ধ করুন।
- মাল্টিমিটার ব্যবহার করার সময় সতর্কতা অবলম্বন করুন: মাল্টিমিটার ব্যবহার করার সময় অতিরিক্ত ভোল্টেজ পরীক্ষা করা থেকে বিরত থাকুন।
- সুইচ এবং কন্টাক্টরের সংযোগ পরীক্ষা করুন: সব সংযোগ সঠিকভাবে করা হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করুন, বিশেষত কন্টাক্টর এবং রিলে কনফিগারেশনের সাথে।
- অতিরিক্ত লোড সুরক্ষা: সিস্টেমে অতিরিক্ত লোড সিমুলেট করার সময়, সুরক্ষা ব্যবস্থা নিশ্চিত করুন যেন মোটর বা যন্ত্রপাতি কোনো ক্ষতি না হয়।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.৪

জবের নামঃ ল্যাচ, ডিওএল (DOL) এবং স্টার-ডেল্টা সার্কিটগুলি সঠিক অপারেশনের জন্য পরীক্ষা করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

১. ইলেকট্রিক্যাল গ্লাভস (Electrical Gloves): বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা নিশ্চিত করার জন্য।
২. সেফটি গগলস (Safety Goggles): চোখের সুরক্ষা নিশ্চিত করার জন্য।
৩. সেফটি শু (Safety Shoes): যেকোনো দুর্ঘটনা থেকে পা সুরক্ষিত রাখার জন্য।
৪. ইনসুলেটেড টুলস (Insulated Tools): বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম ব্যবহার করার সময় নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. মাল্টিমিটার (Multimeter): সার্কিটের কন্টাক্ট পরীক্ষা এবং কন্টিনিউটি চেক করার জন্য।
২. পিপিটি (PPT): সার্কিটের আউটপুট এবং ইনপুট যাচাই করতে।
৩. ওভারলোড রিলে পরীক্ষক (Overload Relay Tester): মোটরের অতিরিক্ত লোড সুরক্ষার জন্য।
৪. সুইচ (Switch): স্টার্ট এবং স্টপ সুইচ পরীক্ষা করতে।
৫. স্ক্রু ড্রাইভার (Screwdriver): সার্কিটের সংযোগ মজবুত করার জন্য।
৬. ওভারলোড রিলে (Overload Relay): সিস্টেমে অতিরিক্ত লোড চেক করার জন্য।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১. রিলে (Relay): ল্যাচ সার্কিটে ব্যবহৃত।
২. কন্টাক্টর (Contactor): মোটর নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত।
৩. স্টার্ট/স্টপ সুইচ (Start/Stop Switch): মোটর স্টার্ট এবং স্টপের জন্য।
৪. মোটর (Motor): ডিওএল এবং স্টার-ডেল্টা সার্কিটে ব্যবহৃত।
৫. ফিউজ (Fuse): অতিরিক্ত বিদ্যুৎ প্রবাহ থেকে সুরক্ষা।

ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

Test Circuits for Correct Operation

Learning Outcome: Construct Latch, DOL and Star Delta

Pre-Test Safety Checks

- Verify correct wiring as per diagram.
- Ensure proper supply voltage.
- Check fuse/MCB, overload relay setting.
- Ensure all contacts are tight and insulated.



Check Supply Voltage



Check Protection Devices



Verify Overload Relay Setting

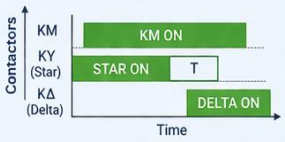

Inspect Wiring & Tightness

Circuit Functional Tests

Circuit	Test Procedure	Expected Result
Latch Circuit	1. Press START. 2. Release START. 3. Press STOP.	1. M energizes. 2. M remains energized (self-hold). 3. M de-energizes.
DOL Starter	1. Press START. 2. Motor runs. 3. Press STOP.	1. Contactor KM energizes. 2. Motor runs at full speed. 3. KM de-energizes, motor stops.
Star-Delta Starter	1. Press START. 2. Motor starts in STAR. 3. After Timer T, changes to DELTA. 4. Press STOP.	1. KM & KY energize, KΔ off. 2. Reduced starting current. 3. KY off, KΔ on, motor runs in delta. 4. All contactors de-energize.




Motor Should Start/Stop Immediately



Additional Checks

- ✓ Observe overload relay trip (simulate overload) → Motor should stop.
- ✓ Verify no abnormal noise/vibration.
- ✓ Ensure indicator lamps (if any) show correct status.

Record & Confirm

Log test results. All functions work as expected.

PASS

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ২.৫

শিখন ফল-৫: স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড-রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ফরওয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশনের জন্য কন্ট্রোল সার্কিট ব্যাখ্যা করা
- টাইমার ও কাউন্টার ব্যবহার করে স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করা
- ফরওয়ার্ড ও রিভার্স গতির মধ্যে মসৃণ ও সঠিক ট্রানজিশন যাচাই করার জন্য অপারেশন পরীক্ষা করা
- অপারেশন চলাকালে ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা চিহ্নিত করা এবং সঠিককরণ কর্মসূচির জন্য রিপোর্ট করা

(ক) ফরওয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশনের জন্য কন্ট্রোল সার্কিট ব্যাখ্যা করাঃ

মোটর বা যন্ত্রপাতির **ফরওয়ার্ড (Forward)** ও **রিভার্স (Reverse)** অপারেশন স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য একটি কন্ট্রোল সার্কিট ডিজাইন এবং পরিচালনা করা হয়। এই সার্কিটটি সাধারণত **রিলে লজিক** ব্যবহার করে তৈরি করা হয়, যেখানে মোটরটি একটি নির্দিষ্ট দিক (ফরওয়ার্ড বা রিভার্স) এ ঘোরাতে সক্ষম হয়।

ফরওয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশনের জন্য কন্ট্রোল সার্কিট:

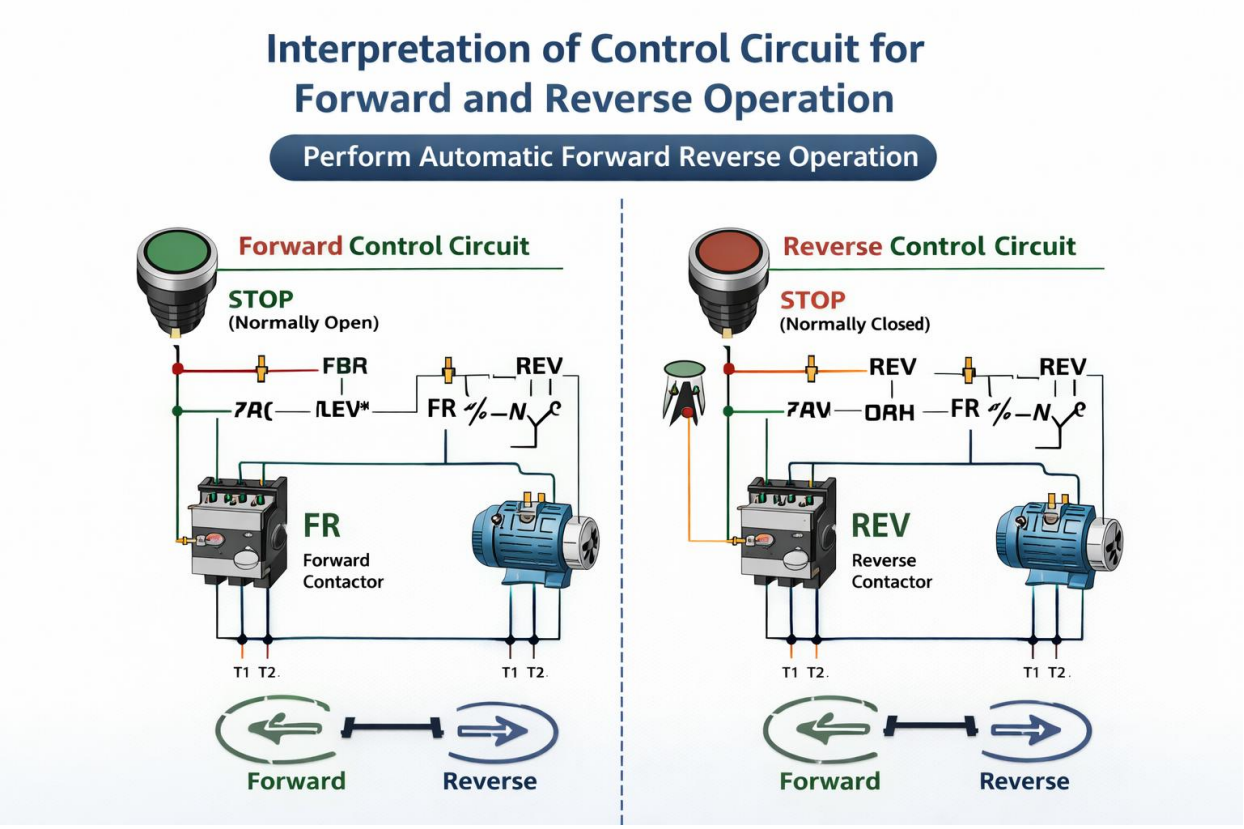
১. **ফরওয়ার্ড অপারেশন (Forward Operation):**
   - ফরওয়ার্ড অপারেশন কন্ট্রোল সার্কিটে মোটর চালু করতে একটি স্টার্ট সুইচ ব্যবহৃত হয়।
   - এই সার্কিটে দুটি কন্টাক্টর ব্যবহৃত হয়:
     ১. **ফরওয়ার্ড কন্টাক্টর (Forward Contactor):** এটি মোটরকে চালু করতে ব্যবহৃত হয়, যা মোটরকে নির্দিষ্ট দিক (ফরওয়ার্ড) ঘোরাতে সাহায্য করে।
     ২. **রিলে কন্টাক্ট (Relay Contact):** রিলে কন্টাক্টে মোটরের সঠিক দিক নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

২. **রিভার্স অপারেশন (Reverse Operation):**
   - রিভার্স অপারেশন সার্কিটে মোটরটি বিপরীত দিক (রিভার্স) এ ঘোরাতে একটি আলাদা কন্টাক্টর ব্যবহৃত হয়।
   - এখানে দুটি কন্টাক্টরের কাজ:
     ১. **রিভার্স কন্টাক্টর (Reverse Contactor):** এটি মোটরকে বিপরীত দিক (রিভার্স) ঘোরানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।
     ২. **ফরওয়ার্ড কন্টাক্টরের বিপরীত কাজ:** ফরওয়ার্ড কন্টাক্টরের বিপরীত দিকের কন্টাক্টর সেট করা হয় যাতে মোটর রিভার্স অপারেশনে চলে আসে।

৩. **কন্ট্রোল সিগন্যাল (Control Signal):**
   - **স্টার্ট/স্টপ সুইচ** ব্যবহার করে কন্ট্রোল সিগন্যাল পাঠানো হয়। যখন স্টার্ট সুইচ চাপানো হয়, মোটর ফরওয়ার্ড বা রিভার্স দিক নিয়ে ঘুরবে।
   - **স্টপ সুইচ** চাপলে, মোটর থেমে যাবে।

৪. **সেফটি ফিচার (Safety Features):**
   - **ডিপেন্ডেন্ট কন্টাক্টর:** ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স কন্টাক্টরের মধ্যে সংযোগ থাকতে হবে, যাতে একই সময় মোটর একদিকে ঘুরতে না পারে।
   - **ওভারলোড রিলে (Overload Relay):** যদি মোটরের উপর অতিরিক্ত লোড পড়ে, তবে ওভারলোড রিলে মোটর বন্ধ করবে যাতে সিস্টেম সুরক্ষিত থাকে।

Control Circuits for Motor Operation



PLC অপারেশন এবং ফরওয়ার্ড রিভার্স কন্ট্রোল:

PLC (Programmable Logic Controller) সিস্টেমে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন কন্ট্রোল করা হয়। PLC প্রোগ্রামিংয়ের মাধ্যমে এই সার্কিটটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রিত হয়, যেখানে কন্ট্রোলার ইনপুট সিগন্যাল পাওয়ার পর, নির্দিষ্ট মোটরকে ফরওয়ার্ড বা রিভার্সে চালু বা বন্ধ করতে পারে। PLC কোডের মাধ্যমে, আপনি নির্ধারণ করতে পারেন কখন মোটরটি একটি দিক বা অন্য দিকে চালু হবে এবং সঠিক সুরক্ষা ফিচারগুলি সিস্টেমে অন্তর্ভুক্ত করতে পারেন।

কন্ট্রোল সার্কিট ব্যাখ্যা করার পদ্ধতি:

১. **ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিটে ব্যবহৃত উপাদান:**
   - ফরওয়ার্ড কন্টাক্টর, রিভার্স কন্টাক্টর, রিলে কন্টাক্ট, স্টার্ট/স্টপ সুইচ, ওভারলোড রিলে ইত্যাদি।

২. **কন্ট্রোল সিস্টেমের কার্যকারিতা:**
   - সিস্টেমটি শুরু হলে, প্রথমে ফরওয়ার্ড কন্টাক্টর সক্রিয় হয়, এবং পরে স্টার্ট সুইচের মাধ্যমে মোটর চালু হয়। স্টপ সুইচ চাপলে মোটর বন্ধ হয়ে যাবে।
   - রিভার্স অপারেশন শুরু করতে হলে, রিভার্স কন্টাক্টর সক্রিয় হবে এবং মোটর বিপরীত দিকে চলবে।

৩. **শ্রেণীবদ্ধ সার্কিট:**
   - PLC এর মাধ্যমে এ ধরনের সার্কিটে সিগন্যালের উপর নির্ভর করে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স কন্ট্রোল করা হয়, যা পুরো সিস্টেমের কার্যকারিতা নিয়ন্ত্রণ করে।

(খ) টাইমার ও কাউন্টার ব্যবহার করে স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করাঃ

মোটরের ফরওয়ার্ড (forward) এবং রিভার্স (reverse) অপারেশন স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার করা হয়। এটি সিস্টেমে একটি প্রক্রিয়া, যেখানে মোটরটি নির্দিষ্ট সময় বা নির্দিষ্ট গননা অনুসারে ফরওয়ার্ড বা রিভার্সে ঘুরবে।

টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার করে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন:

১. **টাইমারের ব্যবহার (Using Timer):**
   - **ফরওয়ার্ড অপারেশন (Forward Operation):** একটি টাইমার ব্যবহার করা হয় যাতে মোটর প্রথমে ফরওয়ার্ড দিক দিয়ে ঘুরতে শুরু করে। টাইমারটি একটি নির্দিষ্ট সময় পর মোটরকে রিভার্স অপারেশনে যেতে নির্দেশ দেয়।
   - **রিভার্স অপারেশন (Reverse Operation):** টাইমারটি শেষ হওয়ার পর কাউন্টার বা অন্য কোনও সংকেতের মাধ্যমে মোটর রিভার্স দিক নিয়ে ঘুরতে শুরু করে। এটি একটি টাইমড অপারেশন যা নির্দিষ্ট সময় পর স্বয়ংক্রিয়ভাবে ফরওয়ার্ড থেকে রিভার্সে পরিবর্তিত হয়।

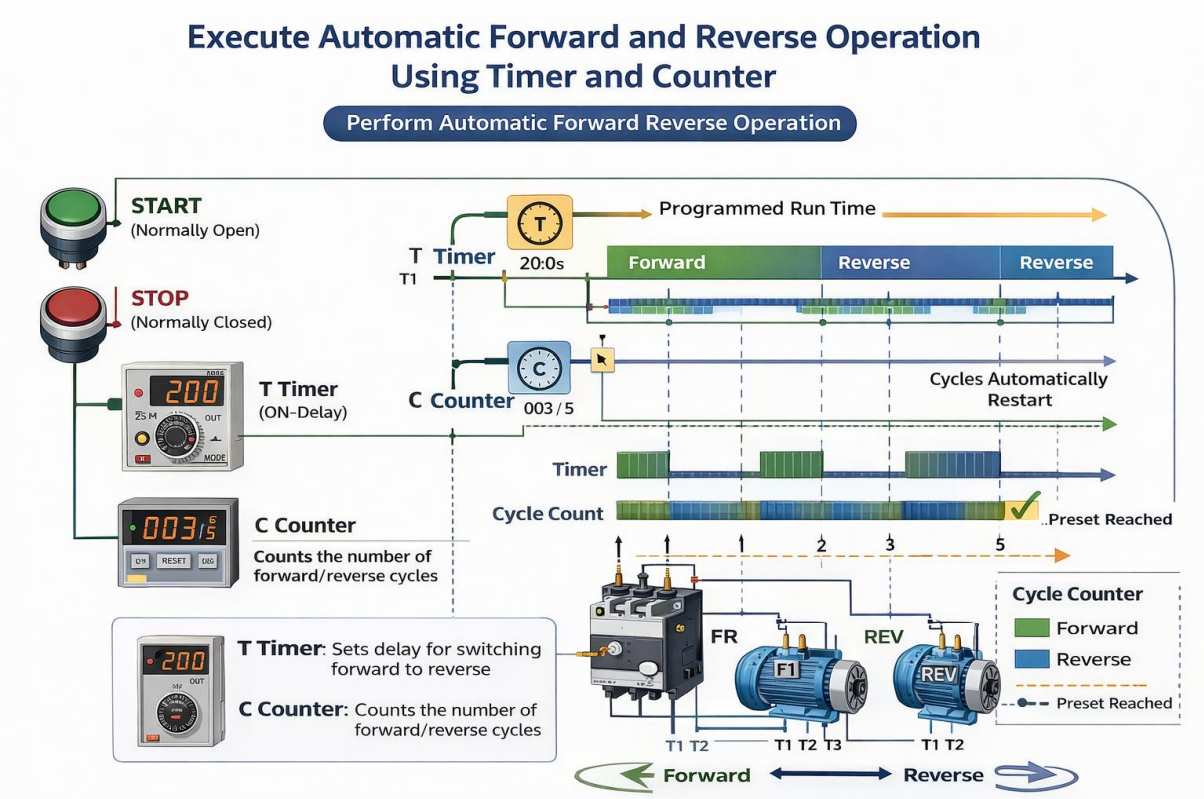
২. **কাউন্টার ব্যবহার (Using Counter):**
   - কাউন্টার ব্যবহার করা হয় যাতে মোটর নির্দিষ্ট সংখ্যক ঘূর্ণন বা সিগন্যালের পর ফরওয়ার্ড থেকে রিভার্সে চলে আসে। যখন কাউন্টার একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যাল গননা করে, তখন এটি মোটরের দিক পরিবর্তন করে।

৩. **অপারেশন কন্ট্রোল:**
   - **স্টার্ট/স্টপ সুইচ** বা অন্য ইনপুট সিগন্যাল দ্বারা এই প্রক্রিয়াটি চালু এবং বন্ধ করা হয়।
   - টাইমার এবং কাউন্টার সঠিকভাবে কনফিগার করা হলে, মোটরটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে ফরওয়ার্ড বা রিভার্সে কাজ করতে সক্ষম হবে। মোটর একটি নির্দিষ্ট সময় বা গননার পর নির্ধারিত দিক পরিবর্তন করবে।

৪. **প্রথমে ফরওয়ার্ড অপারেশন (Forward Operation First):**
   - প্রথমে মোটর ফরওয়ার্ড অপারেশনে কাজ শুরু করবে এবং সময় বা গননার পর এটি রিভার্স অপারেশনে চলে যাবে।

৫. **পরবর্তীতে রিভার্স অপারেশন (Reverse Operation Next):**
   - যখন টাইমার বা কাউন্টার সেট প্যারামিটার পূর্ণ করবে, তখন মোটর রিভার্সে চলে যাবে, এবং এতে পুরো প্রক্রিয়াটি একটি চক্র হিসেবে চলতে থাকবে।

Automatic Motor Control Diagram with Timer and Counter



PLC অপারেশনে টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার:

PLC (Programmable Logic Controller) সিস্টেমে, টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার করে স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করা হয়। PLC প্রোগ্রামিংয়ের মাধ্যমে, আপনি মোটরকে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স দিক পরিবর্তন করার জন্য টাইমার এবং কাউন্টার কনফিগার করতে পারেন। PLC প্রোগ্রাম এই কনফিগারেশন এবং কার্যকারিতা নির্ধারণ করে।

(গ) ফরওয়ার্ড ও রিভার্স গতির মধ্যে মসৃণ ও সঠিক ট্রানজিশন যাচাই করার জন্য অপারেশন পরীক্ষা করাঃ

অপারেশন পরীক্ষা করার মাধ্যমে ফরওয়ার্ড ও রিভার্স গতির মধ্যে মসৃণ এবং সঠিক স্থানান্তর নিশ্চিত করা হয়, এবং মোটর বা যন্ত্রপাতির ফরওয়ার্ড (Forward) এবং রিভার্স (Reverse) অপারেশনের মধ্যে কোন ধরনের অনাকাঙ্ক্ষিত সমস্যা যাতে না ঘটে, সে জন্য সঠিকভাবে গতির স্থানান্তর হচ্ছে কিনা তা পরীক্ষা করা হয়। এটি বিশেষভাবে স্বয়ংক্রিয় অপারেশন ব্যবস্থায় গুরুত্বপূর্ণ, যেখানে টাইমার ও কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ করে থাকে।

ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স গতির মধ্যে সঠিক স্থানান্তর নিশ্চিত করার প্রক্রিয়া:

১. ফরওয়ার্ড এবং রিভার্সের মধ্যে সুইচিং (Switching Between Forward and Reverse):
   - প্রথমে ফরওয়ার্ড অপারেশন শুরু হয় এবং পরে টাইমার বা কাউন্টার ব্যবহৃত হয়ে এটি রিভার্স অপারেশনে চলে যায়।
   - এই স্থানান্তরটি খুবই মসৃণভাবে হতে হবে, যাতে মোটর বা যন্ত্রপাতির গতির পরিবর্তনে কোনো বাধা বা ঘর্ষণ সৃষ্টি না হয়।

২. টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার:
   - টাইমার সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করতে হবে, যাতে এটি নির্ধারিত সময় পর ফরওয়ার্ড থেকে রিভার্সে স্থানান্তর করতে পারে।

- কাউন্টার গননা অনুযায়ী সঠিক সংখ্যক সিগন্যালের পর আউটপুট পরিবর্তন করা হয়, যেমন ৫ বার গননা হলে ফরওয়ার্ড থেকে রিভার্সে স্থানান্তর হবে।

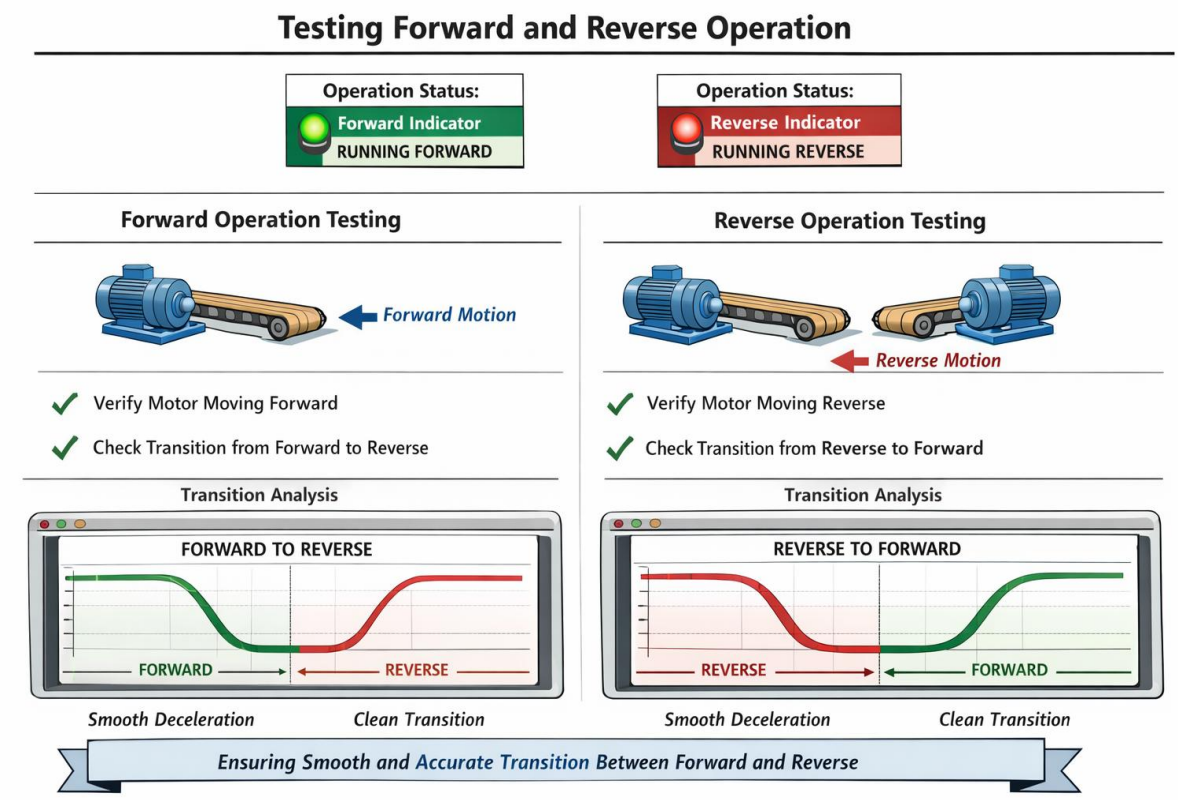
৩. পরীক্ষার সময়:
   - স্টার্ট সুইচ ব্যবহার করে ফরওয়ার্ড অপারেশন শুরু করুন এবং তার পর একসময় রিভার্স অপারেশনে যেতে নির্দেশ দিন।
   - স্টপ সুইচ চাপলে সিস্টেম থামতে পারে কিনা তা নিশ্চিত করুন, যাতে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স দুই অপারেশনই নিরাপদে থেমে যায়।

৪. সিস্টেম মনিটরিং:
   - ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন সঠিকভাবে চলছে কিনা তা মনিটর করতে হবে, যাতে কোনো অনাকাঙ্ক্ষিত বা অপ্রত্যাশিত পরিবর্তন না ঘটে।
   - মোটরের গতি এবং দিকের পরিবর্তন মনিটরিং করতে মাল্টিমিটার বা অন্যান্য মনিটরিং টুল ব্যবহার করুন।

৫. সেফটি চেক:
   - সুরক্ষা রিলে এবং ফিউজ সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করুন। যদি মোটরের কোনো অংশ অতিরিক্ত লোড বা তাপ গ্রহণ করে, তাহলে সিস্টেমকে সুরক্ষিত করতে অটো-স্টপ ফিচার কাজ করতে হবে।

৬. পুনঃপরীক্ষা:
   - একটি চক্র শেষে, ফরওয়ার্ড এবং রিভার্সের মধ্যে সুইচিং প্রক্রিয়া পুনরায় পরীক্ষা করুন এবং নিশ্চিত করুন যে সিস্টেমটি সঠিকভাবে কাজ করছে।

Forward and Reverse Operation Testing Diagram



PLC অপারেশনে সঠিক স্থানান্তর নিশ্চিতকরণ:

PLC (Programmable Logic Controller) সিস্টেমে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রোগ্রাম করা হয়। প্রোগ্রামিংয়ের মাধ্যমে, আপনি টাইমার এবং কাউন্টার ব্যবহার করে এই স্থানান্তরটি সঠিকভাবে পরিচালনা করতে পারবেন। PLC প্রোগ্রামটি এটির সঠিক কাজ এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করে, যাতে কোনও সময় সিস্টেমে ত্রুটি বা বিচ্যুতি না হয়।

(ঘ) অপারেশন চলাকালে ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা চিহ্নিত করা এবং সঠিককরণ কর্মসূচির জন্য রিপোর্ট করাঃ

অপারেশন চলাকালীন ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা চিহ্নিতকরণ:

১. **মোটর বা যন্ত্রপাতির অস্বাভাবিক শব্দ:**
   - ফরওয়ার্ড বা রিভার্স অপারেশন চলাকালীন যদি মোটর বা যন্ত্রপাতি থেকে অস্বাভাবিক শব্দ শোনা যায়, যেমন ঘর্ষণ বা ঝাঁকুনির শব্দ, তা ত্রুটির ইঙ্গিত হতে পারে। এটি সংযোগ বা যন্ত্রাংশের সমস্যা হতে পারে।

২. **অনাকাঙ্ক্ষিত গতি পরিবর্তন:**
   - ফরওয়ার্ড থেকে রিভার্স অপারেশনে সঠিকভাবে স্থানান্তর না হওয়া বা অস্বাভাবিক গতির পরিবর্তন একটি সমস্যা নির্দেশ করে। টাইমার বা কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ না করলে এটি ঘটতে পারে।

৩. **অতিরিক্ত তাপ বা লোড:**
   - মোটরের অতিরিক্ত তাপ বা লোড হলে এটি মোটরের কর্মক্ষমতায় সমস্যা সৃষ্টি করতে পারে এবং সার্কিটের অপারেশন ব্যাহত করতে পারে। ওভারলোড রিলে সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পরীক্ষা করা প্রয়োজন।

৪. **কন্টাক্টরের কার্যকারিতা:**
   - কন্টাক্টর যদি সঠিকভাবে কাজ না করে, ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স দিক পরিবর্তন করা যায় না। কন্টাক্টর ফ্রিজ হয়ে যাওয়ার কারণে সিস্টেম থেমে যেতে পারে।

৫. **সংযোগ সমস্যা (Connection Issues):**
   - যদি সার্কিটের সংযোগ বা কনফিগারেশনে কোনো ত্রুটি থাকে, যেমন তারের শিথিলতা বা ভুল সংযোগ, তবে মোটর সঠিকভাবে চালু বা বন্ধ হবে না।

ত্রুটি সনাক্তকরণ এবং রিপোর্টিং প্রক্রিয়া:

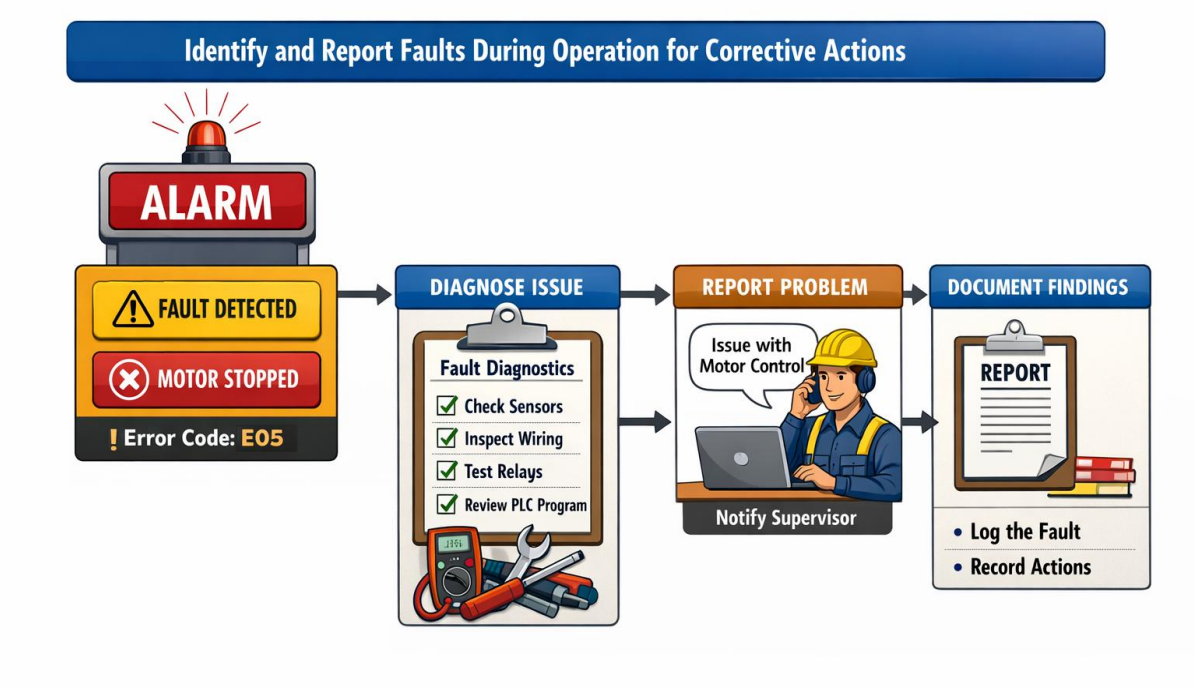
১. **মাল্টিমিটার বা পিপিটি ব্যবহার:**
   - সার্কিট এবং মোটরের আউটপুট চেক করতে মাল্টিমিটার বা পিপিটি ব্যবহার করা হয়। এদের মাধ্যমে সিগন্যালের স্থিতি, ভোল্টেজ বা কারেন্ট চেক করা হয় এবং যেকোনো বিচ্যুতি চিহ্নিত করা যায়।

২. **তথ্য সংগ্রহ এবং বিশ্লেষণ:**
   - সিস্টেমে ত্রুটি পাওয়ার পর সঠিক তথ্য সংগ্রহ করতে হবে, যেমন মোটরের গতি, সিগন্যালের অবস্থা, এবং সার্কিটের সংযোগ। এই তথ্য থেকে ত্রুটির উৎস চিহ্নিত করা হবে।

৩. **রিপোর্ট তৈরি:**
   - ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা সনাক্ত হওয়ার পর, তা রিপোর্ট করা হয়। এই রিপোর্টে ত্রুটির ধরন, অবস্থান, এবং সিস্টেমে কীভাবে এটি প্রভাব ফেলছে তা উল্লেখ করা হয়। এটি সংশোধনমূলক পদক্ষেপের জন্য ব্যবহৃত হবে।

৪. **সংশোধনমূলক পদক্ষেপ (Corrective Actions):**
   - ত্রুটির উৎস চিহ্নিত করার পর, সংশোধনমূলক পদক্ষেপ নেওয়া হয়। যেমন, কন্টাক্টরের সংযোগ পরীক্ষা, মোটরের তাপমাত্রা চেক, অথবা সিস্টেমের কনফিগারেশন পরিবর্তন করা হতে পারে। ত্রুটির সমাধান হলে, সিস্টেম পুনরায় পরীক্ষা করা হয়।

Fault Identification and Reporting Process



PLC সিস্টেমে ত্রুটি সনাক্তকরণ:

PLC সিস্টেমে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন পরিচালনার জন্য যদি কোনো ত্রুটি ঘটে, তবে PLC প্রোগ্রামিং এর মাধ্যমে তা সনাক্ত করা এবং সঠিক ব্যবস্থা নেওয়া সম্ভব হয়। PLC সিস্টেম বিভিন্ন সেন্সর এবং ডিভাইসের মাধ্যমে সিস্টেমের অবস্থা মনিটর করে এবং যে কোনো ত্রুটি বা বিচ্যুতি সনাক্ত করে তা রিপোর্ট করে।

সেলফ চেক (Self-check) – ২.৫

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশনের কন্ট্রোল সার্কিট কীভাবে কাজ করে?
২. ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিটে কন্টাক্টর কী ভূমিকা পালন করে?
৩. স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশনের জন্য টাইমার কীভাবে ব্যবহৃত হয়?
৪. কাউন্টার ব্যবহার করে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন কীভাবে পরিচালিত হয়?
৫. ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স গতির মধ্যে সঠিক স্থানান্তর কিভাবে পরীক্ষা করা হয়?
৬. মসৃণ স্থানান্তর নিশ্চিত করার জন্য কি ধরনের সরঞ্জাম ব্যবহার করা হয়?
৭. অপারেশন চলাকালীন ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা কীভাবে চিহ্নিত করা হয়?
৮. ত্রুটি চিহ্নিত হওয়ার পর কীভাবে রিপোর্ট করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ২.৫

১. ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশনের কন্ট্রোল সার্কিট কীভাবে কাজ করে?
উত্তর: ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিটে দুটি কন্টাক্টর ব্যবহৃত হয়: একটি ফরওয়ার্ড অপারেশনের জন্য এবং অন্যটি রিভার্স অপারেশনের জন্য। এগুলি ইনপুট সিগন্যালের মাধ্যমে মোটরের দিক পরিবর্তন করে।

২. ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স কন্ট্রোল সার্কিটে কন্টাক্টর কী ভূমিকা পালন করে?
উত্তর: কন্টাক্টরটি মোটর চালু এবং বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয় এবং ফরওয়ার্ড বা রিভার্স কনফিগারেশন অনুযায়ী মোটরটি চালু বা বন্ধ করে।

৩. স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশনের জন্য টাইমার কীভাবে ব্যবহৃত হয়?
উত্তর: টাইমার ব্যবহার করে নির্দিষ্ট সময় পরে মোটর ফরওয়ার্ড থেকে রিভার্সে চলে যাবে। টাইমারের ডিলে টাইম সেট করা হয় যাতে ফরওয়ার্ড অপারেশন নির্দিষ্ট সময় পর রিভার্সে পরিবর্তিত হয়।

৪. কাউন্টার ব্যবহার করে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন কীভাবে পরিচালিত হয়?
উত্তর: কাউন্টার ইনপুট সিগন্যালের ভিত্তিতে গননা করে এবং নির্দিষ্ট গননার পর আউটপুট সিগন্যাল পরিবর্তিত হয়, যেমন ফরওয়ার্ড থেকে রিভার্সে পরিবর্তন।

৫. ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স গতির মধ্যে সঠিক স্থানান্তর কিভাবে পরীক্ষা করা হয়?
উত্তর: ফরওয়ার্ড অপারেশনের পর, টাইমার বা কাউন্টার নির্দিষ্ট সময় বা গননা শেষে রিভার্স অপারেশন শুরু করে। এটি পর্যবেক্ষণ করে সঠিক স্থানান্তর নিশ্চিত করা হয়।

৬. মসৃণ স্থানান্তর নিশ্চিত করার জন্য কি ধরনের সরঞ্জাম ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: মাল্টিমিটার বা পিপিটি ব্যবহার করে মোটরের গতির পরিবর্তন এবং সঠিক সুইচিং পরীক্ষা করা হয়।

৭. অপারেশন চলাকালীন ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা কীভাবে চিহ্নিত করা হয়?
উত্তর: অপারেশন চলাকালে অস্বাভাবিক শব্দ, গতি পরিবর্তন, অতিরিক্ত তাপ বা লোডের মতো লক্ষণগুলো দেখে ত্রুটি চিহ্নিত করা হয়।

৮. ত্রুটি চিহ্নিত হওয়ার পর কীভাবে রিপোর্ট করা হয়?
উত্তর: ত্রুটি চিহ্নিত হলে, সিস্টেমের তথ্য সংগ্রহ করে সংশ্লিষ্ট বিভাগের কাছে রিপোর্ট করা হয়, এবং ত্রুটির বিশ্লেষণ ও সমাধান প্রক্রিয়া শুরু করা হয়।

জব শিট (Job Sheet) – – ২.৫

জবের নামঃ টাইমার ও কাউন্টার ব্যবহার করে স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. টাইমার এবং কাউন্টার কনফিগারেশন:
   - টাইমার সেটিং:
     - ফরওয়ার্ড অপারেশনের জন্য টাইমার সেট করুন (যেমন ৫ সেকেন্ড)।
     - টাইমারের পরবর্তী কাজ রিভার্স অপারেশন শুরু করা।
   - কাউন্টার কনফিগারেশন:
     - কাউন্টারটি ১০০ বা নির্দিষ্ট সংখ্যক সিগন্যাল গননা করার জন্য কনফিগার করুন।
     - কাউন্টার গননা শেষ হলে, রিভার্স অপারেশন শুরু হবে।

২. ইনপুট সিগন্যাল প্রদান:
- স্টার্ট সুইচ চাপলে ফরওয়ার্ড অপারেশন শুরু হবে। টাইমার এবং কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ করতে হবে।
- স্টপ সুইচ চাপলে মোটর থেমে যাবে।

৩. ফরওয়ার্ড থেকে রিভার্সে স্থানান্তর:
- ফরওয়ার্ড অপারেশনের সময় টাইমার বা কাউন্টার শেষ হলে মোটর রিভার্স দিকটি গ্রহণ করবে।
- এটি সঠিকভাবে নিশ্চিত করার জন্য মনিটরিং টুলস ব্যবহার করুন।

৪. মোটরের কর্মক্ষমতা পরীক্ষা:
- ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন সঠিকভাবে চলছে কিনা তা চেক করুন।
- মোটরের গতির পরিবর্তন এবং দিক পরীক্ষা করুন।

৫. ত্রুটি সনাক্তকরণ:
- যদি ফরওয়ার্ড থেকে রিভার্সে স্থানান্তর সঠিকভাবে না হয়, তবে সমস্যা চিহ্নিত করতে মাল্টিমিটার বা অন্যান্য টুলস ব্যবহার করুন।
- ত্রুটি বা বিচ্যুতি সনাক্ত হলে তা সংশোধন করুন।

সতর্কতাঃ

- পাওয়ার আইসোলেশন: কাজ শুরু করার আগে পাওয়ার সঠিকভাবে অফ করুন।
- সঠিক সংযোগ পরীক্ষা: টাইমার এবং কাউন্টার সঠিকভাবে কনফিগার করা হয়েছে কিনা তা যাচাই করুন।
- সেফটি: পরীক্ষা করার সময় সঠিক PPE (Personal Protective Equipment) পরিধান করুন, যেমন গ্লাভস এবং সেফটি গগলস।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ২.৫

জবের নামঃ টাইমার ও কাউন্টার ব্যবহার করে স্বয়ংক্রিয় ফরওয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

১. ইলেকট্রিক্যাল গ্লাভস (Electrical Gloves): বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষা নিশ্চিত করার জন্য।
২. সেফটি গগলস (Safety Goggles): চোখের সুরক্ষা নিশ্চিত করার জন্য।

৩. সেফটি শু (Safety Shoes): দুর্ঘটনা থেকে পা সুরক্ষিত রাখার জন্য।
৪. ইনসুলেটেড টুলস (Insulated Tools): বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম ব্যবহারের সময় নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. মাল্টিমিটার (Multimeter): মোটরের আউটপুট এবং কন্টাক্ট পরীক্ষা করতে।
২. পিপিটি (PPT): মোটরের গতি পরীক্ষা এবং মনিটর করার জন্য।
৩. টেস্ট লাইট (Test Light): সিগন্যালের স্থিতি পরীক্ষা করার জন্য।
৪. স্টার্ট এবং স্টপ সুইচ (Start/Stop Switch): ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশনের জন্য।
৫. ওভারলোড রিলে (Overload Relay): মোটরের অতিরিক্ত লোড সুরক্ষার জন্য।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

১. টাইমার (Timer): ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশনের জন্য ডিলে টাইম নির্ধারণ করতে।
২. কাউন্টার (Counter): ইনপুট সিগন্যাল গননা করার জন্য।
৩. রিলে কন্টাক্ট (Relay Contact): সিগন্যালকে চালু বা বন্ধ করার জন্য।
৪. মোটর (Motor): ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন পরিচালনা করার জন্য।
৫. ফিউজ (Fuse): সার্কিটের অতিরিক্ত বিদ্যুৎ প্রবাহ থেকে সুরক্ষা।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

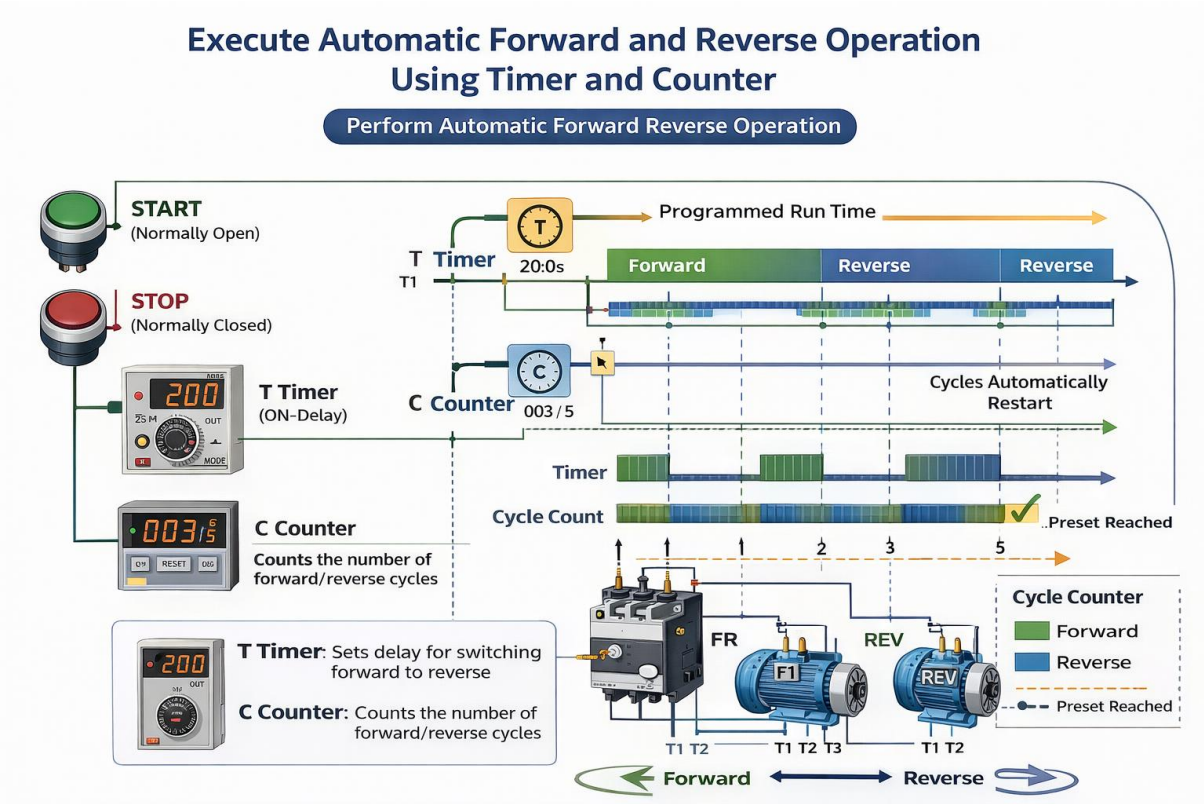


Figure: Executing Automatic Forward & Reverse Operation

মডিউল-৩

মডিউলঃ ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইন্টিগ্রেট করা

SICIP-LE-PLC-03-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম

অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৩

মডিউল শিরোনাম: ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইন্টিগ্রেট করা

ইউনিট কোড: SICIP-LE-PLC-03-O **নোমিনাল আওয়ার:** ৪০ ঘণ্টা।

মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইন্টিগ্রেট করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব কভার করে। এটি বিশেষভাবে ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সরের ধরণ এবং শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিত করা, ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাকচুয়েটরের ধরণ এবং শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিত করা, অ্যাপ্লিকেশন এবং উপাদানের গুণাবলী অনুযায়ী সেন্সর নির্বাচন করা, এবং ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাপ্লিকেশনের জন্য সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর কার্যকর করা সম্পর্কিত কাজগুলো অন্তর্ভুক্ত করে।

শিখন ফল: এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা:

১. ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সরের ধরণ এবং শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিত করতে পারবে।
২. ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাকচুয়েটরের ধরণ এবং শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিত করতে পারবে।
৩. অ্যাপ্লিকেশন এবং উপাদান গুণাবলীর উপর ভিত্তি করে সেন্সর নির্বাচন করতে পারবে।
৪. ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাপ্লিকেশনের জন্য সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর কার্যকর করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:

১. ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সরের ধরণ ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
২. ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সরের শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিত এবং বর্ণনা করা হয়েছে।
৩. সেন্সরের কার্য এবং ভূমিকা ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাপ্লিকেশনের সঙ্গে সম্পর্কিতভাবে ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৪. ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সরের অ্যাপ্লিকেশন ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৫. অ্যাকচুয়েটরের ধরণ ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৬. ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাকচুয়েটরের শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিত এবং বর্ণনা করা হয়েছে।
৭. অ্যাকচুয়েটরের কার্য এবং ভূমিকা ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাপ্লিকেশনের সঙ্গে সম্পর্কিতভাবে ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৮. ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাকচুয়েটরের অ্যাপ্লিকেশন ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৯. অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজনীয়তা বিশ্লেষণ করা হয়েছে যাত উপযুক্ত সেন্সরের ধরণ নির্ধারণ করে।
১০. প্রাসঙ্গিক উপাদান গুণাবলী এবং পৃষ্ঠের বৈশিষ্ট্য চিহ্নিত করা হয়েছে।
১১. সেন্সরের স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা করা হয়েছে এবং অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজনের সাথে মেলানো হয়েছে।
১২. উপাদান গুণাবলী এবং পরিচালন শর্তাবলীর উপর ভিত্তি করে সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন করা হয়েছে।
১৩. সেন্সরের সামঞ্জস্য এবং নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করতে ইনস্টলেশন এবং পরিচালনা পরিবেশের সীমাবদ্ধতা মূল্যায়ন করা হয়েছে।
১৪. সিস্টেম স্পেসিফিকেশনের অনুযায়ী সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন এবং সংগৃহীত হয়েছে।
১৫. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ইনস্টলেশন সাইট প্রস্তুত এবং পরিদর্শন করে সামঞ্জস্যতা এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করা হয়েছে।
১৬. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুসরণ করে ইনস্টল এবং সংযোগ করা হয়েছে।
১৭. কাজের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী PLC প্রোগ্রামিং করা হয়েছে।
১৮. সঠিক সেন্সর সনাক্তকরণ এবং অ্যাকচুয়েটরের প্রতিক্রিয়া যাচাই করতে কার্যকরী পরীক্ষণ করা হয়েছে।
১৯. ত্রুটি বা অক্ষমতা চিহ্নিত, নির্ণয় এবং ট্রাবলশ্যুটিং পদ্ধতি অনুযায়ী সংশোধন করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) –৩.১

শিখন ফল-১: ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সরের ধরণ এবং শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিত করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সরের ধরণ ব্যাখ্যা
- ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সরের শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিত এবং বর্ণনা
- সেন্সরের কার্য এবং ভূমিকা ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাপ্লিকেশনের সঙ্গে সম্পর্কিতভাবে ব্যাখ্যা
- ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সরের অ্যাপ্লিকেশন ব্যাখ্যা

(ক) ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সরের ধরণ ব্যাখ্যাঃ

শিল্প সেন্সর (Industrial Sensors):

শিল্প সেন্সর হল এমন যন্ত্রপাতি বা ডিভাইস যা শিল্প উৎপাদন, প্রক্রিয়া বা যান্ত্রিক সিস্টেমে ব্যবহৃত হয় বিভিন্ন প্রাকৃতিক বা যান্ত্রিক পরামিতি যেমন তাপমাত্রা, চাপ, আলো, গতি, ভোল্টেজ, প্রবাহ ইত্যাদি পরিমাপ করার জন্য। এটি একটি নির্দিষ্ট শারীরিক বা পরিবেশগত পরিবর্তনের প্রতি প্রতিক্রিয়া জানিয়ে একটি বৈদ্যুতিক সংকেত তৈরি করে, যা পরে সংশ্লিষ্ট সিস্টেম বা যন্ত্রে ব্যবহার করা হয়।

শিল্প সেন্সরের কার্যাবলী:

শিল্প সেন্সরগুলি মূলত নির্দিষ্ট মান বা সিস্টেমের উপাদান পরিমাপ করে, যেগুলি পরবর্তী কাজ বা প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে সহায়তা করে। উদাহরণস্বরূপ, তাপমাত্রা সেন্সরটি উৎপাদন লাইনে ব্যবহৃত কোনো প্রক্রিয়ার তাপমাত্রা নিরীক্ষণ করতে ব্যবহৃত হয়, এবং চাপ সেন্সরটি একটি ট্যাংকের চাপ নিরীক্ষণ করে। সেন্সরের তৈরি করা সংকেত সিস্টেমে পাঠানো হয়, যা সংশ্লিষ্ট উপাদান বা যন্ত্রপাতি চালানো বা বন্ধ করার জন্য সিস্টেমে নির্দেশ পাঠাতে পারে।

শিল্প সেন্সরের প্রকারভেদ (Types of Industrial Sensors)

শিল্পে বিভিন্ন ধরনের সেন্সর ব্যবহার করা হয়, যেগুলি বিভিন্ন কাজের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। এই সেন্সরগুলি মূলত তথ্য সংগ্রহ করতে এবং মাপতে ব্যবহৃত হয়, যা পরবর্তীতে বিভিন্ন যন্ত্রপাতি বা সিস্টেমে তথ্য প্রেরণ করে। নিম্নলিখিত প্রধান সেন্সরের প্রকারভেদ দেওয়া হলো:

সেন্সর	ছবি

তাপমাত্রা সেন্সর (Temperature Sensors):

তাপমাত্রা সেন্সর এমন একটি ডিভাইস যা তাপমাত্রা পরিমাপ করে। এই সেন্সরগুলি শিল্পে বিভিন্ন ধরনের প্রক্রিয়াতে ব্যবহৃত হয়, যেমন তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ, উৎপাদন প্রক্রিয়ার গুণগত মান বজায় রাখা ইত্যাদি। এটি সাধারণত তাপমাত্রার পরিবর্তন শনাক্ত করতে পারে এবং একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রবাহিত হয়, যা সিস্টেমে প্রয়োজনীয় সঠিকতা নিশ্চিত করে।



প্রকার:

- **থার্মোকপল** (Thermocouple): গরম এবং ঠান্ডা ধাতুর সংযোগ থেকে তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সৃষ্ট ভোল্টেজ পরিবর্তন পরিমাপ করে।
- **আরটিডি** (RTD - Resistance Temperature Detector): প্রতিরোধের পরিবর্তন অনুযায়ী তাপমাত্রা পরিমাপ করে।

থার্মিস্টর (Thermistor): তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে প্রতিরোধ পরিবর্তিত হয়।

চাপ সেন্সর (Pressure Sensors):

চাপ সেন্সরগুলি তরল বা গ্যাসের চাপ পরিমাপ করে। এটি মেশিনের সুরক্ষা এবং প্রক্রিয়ার দক্ষতা নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়। বিভিন্ন শিল্পে যেমন পাম্প, পাইপলাইন, বা গ্যাস স্টোরেজ সিস্টেমে চাপ নিরীক্ষণ করা হয়।



প্রকার:

- **পিজোইলেকট্রিক সেন্সর:** চাপের কারণে সৃষ্ট বৈদ্যুতিক শুল্ক পরিবর্তন পরিমাপ করে।
- **বেলোপ্রেসার সেন্সর:** তরল বা গ্যাসের চাপ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **ডিফারেনশিয়াল চাপ সেন্সর:** দুটি চাপের মধ্যে পার্থক্য পরিমাপ করে।

আলো সেন্সর (Light Sensors):

আলো সেন্সরগুলি পরিবেশের আলো পরিমাপ করে। এটি ব্যবহৃত হয় এমন অনেক স্থানে যেখানে আলোর পরিমাণের উপর নির্ভর করে কোনো সিস্টেম চালু বা বন্ধ করা হয়। যেমন, স্মার্ট লাইটিং সিস্টেমে, সৌর প্যানেল ইত্যাদিতে।



প্রকার:

- **ফোটোডিওড:** এটি আলো শোষণ করে এবং তার ভোল্টেজ পরিবর্তন হয়।
- **ফটোসেল:** এটি আলো সঞ্চালনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

সেন্সর	ছবি

ভোল্টেজ সেন্সর (Voltage Sensors):

ভোল্টেজ সেন্সরগুলি বিদ্যুৎ সিস্টেমে ভোল্টেজের পরিমাণ পরিমাপ করে। এটি মেশিন বা সরঞ্জামের সুরক্ষা নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়, যাতে ভোল্টেজ সীমার বাইরে চলে না যায় এবং যন্ত্রপাতির ক্ষতি না হয়।



Voltage Sensors

প্রকার:

- **পোটেনশিওমিটার:** এটি ভোল্টেজের পরিবর্তন পরিমাপ করে।
- **ভোল্টেজ ডিভাইডার:** এটি দুটি প্রতিরোধকের মাধ্যমে ভোল্টেজ ভাগ করে।

গতি সেন্সর (Speed Sensors):

গতি সেন্সরগুলি কোন বস্তু বা মেশিনের গতির পরিমাপ করে। এটি মোটর, কনভেয়ার বেল্ট, এবং অন্যান্য গতির যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়।



Speed Sensors

প্রকার:

- **রোটারি এনকোডার:** এটি রোটেশন বা ঘূর্ণন পরিমাপ করে।

টাচমিটার: এটি যন্ত্রের গতি বা তারকিয়ের গতির পরিমাপ করে।

প্রক্সিমিটি সেন্সর (Proximity Sensors):

প্রক্সিমিটি সেন্সরগুলি কোন বস্তু বা উপকরণের কাছাকাছি আসলে তা শনাক্ত করে। এটি সাধারণত অটোমেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়, যেমন রোবটিক প্রক্রিয়া এবং উৎপাদন লাইন।


Proximity Sensors

প্রকার:

- **ইনডাকটিভ সেন্সর:** এটি ধাতব বস্তু শনাক্ত করে।
- **ক্যাপাসিটিভ সেন্সর:** এটি নির্দিষ্ট উপকরণের উপস্থিতি শনাক্ত করে।

ফ্লো সেন্সর (Flow Sensors):

ফ্লো সেন্সরগুলি তরল বা গ্যাসের প্রবাহ পরিমাপ করে। এটি সিস্টেমে প্রবাহের গতি এবং সঠিকতার জন্য ব্যবহৃত হয়, বিশেষ করে পাইপলাইন বা তরল ব্যবস্থাপনায়।



Flow Sensors

প্রকার:

- **ম্যাগনেটিক ফ্লো সেন্সর:** এটি বৈদ্যুতিক প্রবাহের পরিবর্তন পরিমাপ করে।
- **তাপ ফ্লো সেন্সর:** এটি তরলের প্রবাহের কারণে তাপের পরিবর্তন পরিমাপ করে।

সেন্সর **ছবি**

ফটো সেন্সর (Photo Sensors)



বর্ণনা: ফটো সেন্সর হল এমন একটি সেন্সর যা আলো বা রেডিয়েশন পরিমাপ করে এবং একটি নির্দিষ্ট সিগন্যাল তৈরি করে। এটি আলোতে বা রেডিয়েশন ফ্লাক্সের পরিবর্তন সনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়। ফটো সেন্সর সাধারণত ইনফ্রারেড (IR) বা ভিজিবল লাইট ব্যবহার করে।

ধরন:

- **ফটোইলেকট্রিক সেন্সর (Photoelectric Sensor):** এটি একটি এলইডি লাইট এবং ফটোডিটেক্টর দ্বারা কাজ করে যা কোনো বস্তু বা অবজেক্ট লাইটের পথ ব্লক করলে সংকেত প্রদান করে।

ব্যবহার: প্যাকেজিং, প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ, নিরাপত্তা সিস্টেম এবং স্বয়ংক্রিয় বাম্প মাপার সিস্টেমে ব্যবহার করা হয়।

লিমিট সুইচ (Limit Switch)



বর্ণনা: লিমিট সুইচ হলো একটি যান্ত্রিক স্যুইচ যা একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে বা সীমায় একটি মেকানিক্যাল অবজেক্ট পৌঁছানোর সময় একটি সংকেত তৈরি করে। এটি সাধারণত মেশিনের আংশিক বা শেষ অবস্থানে পৌঁছানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

ধরন:

- **স্ট্যান্ডার্ড লিমিট সুইচ:** এটি একটি সহজ প্রকারের সুইচ যা কোনও বস্তু আঘাত করলে বা একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে পৌঁছালে কাজ করে।
- **অ্যাডজাস্টেবল লিমিট সুইচ:** এই ধরনের সুইচটি বিভিন্ন অবস্থানে সামঞ্জস্য করা যেতে পারে।

ব্যবহার: মেশিন এবং কনভেয়র সিস্টেমে অবস্থান সনাক্তকরণ, সেফটি ডিভাইস, এবং সীমাবদ্ধতা নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।

শিল্প সেন্সরের ব্যবহার:

শিল্প সেন্সরগুলি বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়, যেমন:

- প্রসেস কন্ট্রোল: শিল্প সেন্সরগুলি নির্দিষ্ট প্রক্রিয়ার পরিমাপ বা নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করতে ব্যবহৃত হয়, যেমন তাপমাত্রা বা চাপ নিয়ন্ত্রণ।
- গুণগত মান বজায় রাখা: উৎপাদন লাইনে গুণগত মান নিশ্চিত করতে সেন্সর ব্যবহৃত হয়, যেমন তাপমাত্রা এবং অন্যান্য পরামিতির নিয়ন্ত্রণ।
- নিরাপত্তা সিস্টেম: চাপ, ভোল্টেজ বা গতি সেন্সর ব্যবহার করে যন্ত্রপাতি বা সিস্টেমে অস্বাভাবিক পরিস্থিতি শনাক্ত করে নিরাপত্তা ব্যবস্থা তৈরি করা হয়।
- অটোমেশন সিস্টেম: সেন্সরের মাধ্যমে যন্ত্রপাতির অটোমেটিক নিয়ন্ত্রণ করা হয়, যেমন রোবটিক সিস্টেম বা ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন সিস্টেমে ব্যবহার।

(খ) শিল্প সেন্সরের শ্রেণিবিন্যাস চিহ্নিত ও বর্ণনাঃ

শিল্প সেন্সরগুলিকে বিভিন্ন মানদণ্ড অনুযায়ী শ্রেণিবিন্যাস করা হয়, যাতে নির্দিষ্ট কাজের জন্য সঠিক সেন্সর নির্বাচন করা যায়। এই শ্রেণিবিন্যাস সেন্সরের কার্যপদ্ধতি, আউটপুট সংকেত, ব্যবহারের ক্ষেত্র এবং পরিমাপযোগ্য পরিমাণের উপর ভিত্তি করে নির্ধারিত হয়।

১. কার্যপদ্ধতির ভিত্তিতে শ্রেণিবিন্যাস (Based on Operating Principle):

শ্রেণি	উদাহরণ	কাজের ব্যাখ্যা
ক্যাপাসিটিভ সেন্সর (Capacitive Sensor)	তরল স্তর বা অবস্থান শনাক্তকরণ	ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তনের মাধ্যমে বস্তু শনাক্ত করে
ইন্ডাকটিভ সেন্সর (Inductive Sensor)	ধাতব বস্তু শনাক্তকরণ	চৌম্বক ক্ষেত্রের পরিবর্তন ব্যবহার করে
অপটিক্যাল সেন্সর (Optical Sensor)	আলো বা বিকিরণ শনাক্তকরণ	আলো প্রতিফলন বা বাধা শনাক্ত করে
পিয়েজোইলেকট্রিক সেন্সর (Piezoelectric Sensor)	চাপ বা কম্পন পরিমাপ	যান্ত্রিক চাপকে বৈদ্যুতিক সংকেতে রূপান্তর করে

২. আউটপুট সংকেতের ভিত্তিতে শ্রেণিবিন্যাস (Based on Output Signal):

শ্রেণি	ব্যাখ্যা
অ্যানালগ সেন্সর (Analog Sensor)	ক্রমাগত পরিবর্তনশীল সংকেত প্রদান করে (যেমন: তাপমাত্রা সেন্সর)
ডিজিটাল সেন্সর (Digital Sensor)	নির্দিষ্ট মান বা বাইনারি সংকেত প্রদান করে (যেমন: প্রোক্সিমিটি সেন্সর)

৩. পরিমাপযোগ্য পরিমাণের ভিত্তিতে শ্রেণিবিন্যাস (Based on Measured Quantity)

শ্রেণি	উদাহরণ	পরিমাপের ধরন
তাপমাত্রা সেন্সর	Thermocouple, RTD	তাপমাত্রা পরিমাপ
চাপ সেন্সর	Strain Gauge, Piezoelectric	চাপ পরিমাপ
প্রবাহ সেন্সর	Turbine Flowmeter	তরল/গ্যাস প্রবাহ পরিমাপ
স্তর সেন্সর	Ultrasonic, Capacitive	তরল স্তর নির্ণয়

৪. প্রয়োগক্ষেত্রের ভিত্তিতে শ্রেণিবিন্যাস (Based on Application)

শ্রেণি	ব্যবহার ক্ষেত্র
অটোমেশন সেন্সর	উৎপাদন ও নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা
নিরাপত্তা সেন্সর	গ্যাস লিক, অগ্নি শনাক্তকরণ
মান নিয়ন্ত্রণ সেন্সর	পণ্যের গুণমান যাচাই
পরিবেশ পর্যবেক্ষণ সেন্সর	তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, দূষণ পর্যবেক্ষণ

৫. শক্তি উৎসের ভিত্তিতে শ্রেণিবিন্যাস (Based on Power Source)

শ্রেণি	ব্যাখ্যা
অ্যাকটিভ সেন্সর (Active Sensor)	বাহ্যিক শক্তি উৎস প্রয়োজন (যেমন: RTD, Photodiode)
প্যাসিভ সেন্সর (Passive Sensor)	নিজস্ব শক্তি উৎপন্ন করে (যেমন: Thermocouple)

(গ) শিল্প সেন্সরের কার্যাবলি ও শিল্পক্ষেত্রে ভূমিকাঃ

শিল্প সেন্সর হলো এমন একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান যা যেকোনো স্বয়ংক্রিয় বা আধুনিক উৎপাদন ব্যবস্থার "চোখ ও কান" হিসেবে কাজ করে। সেন্সরের মূল কাজ হলো পরিবেশ বা যন্ত্রের ভৌত পরিবর্তন শনাক্ত করা এবং সেই পরিবর্তনকে বৈদ্যুতিক সংকেতে রূপান্তরিত করা, যাতে নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা (যেমন PLC বা মাইক্রোকন্ট্রোলার) সঠিকভাবে প্রতিক্রিয়া জানাতে পারে।

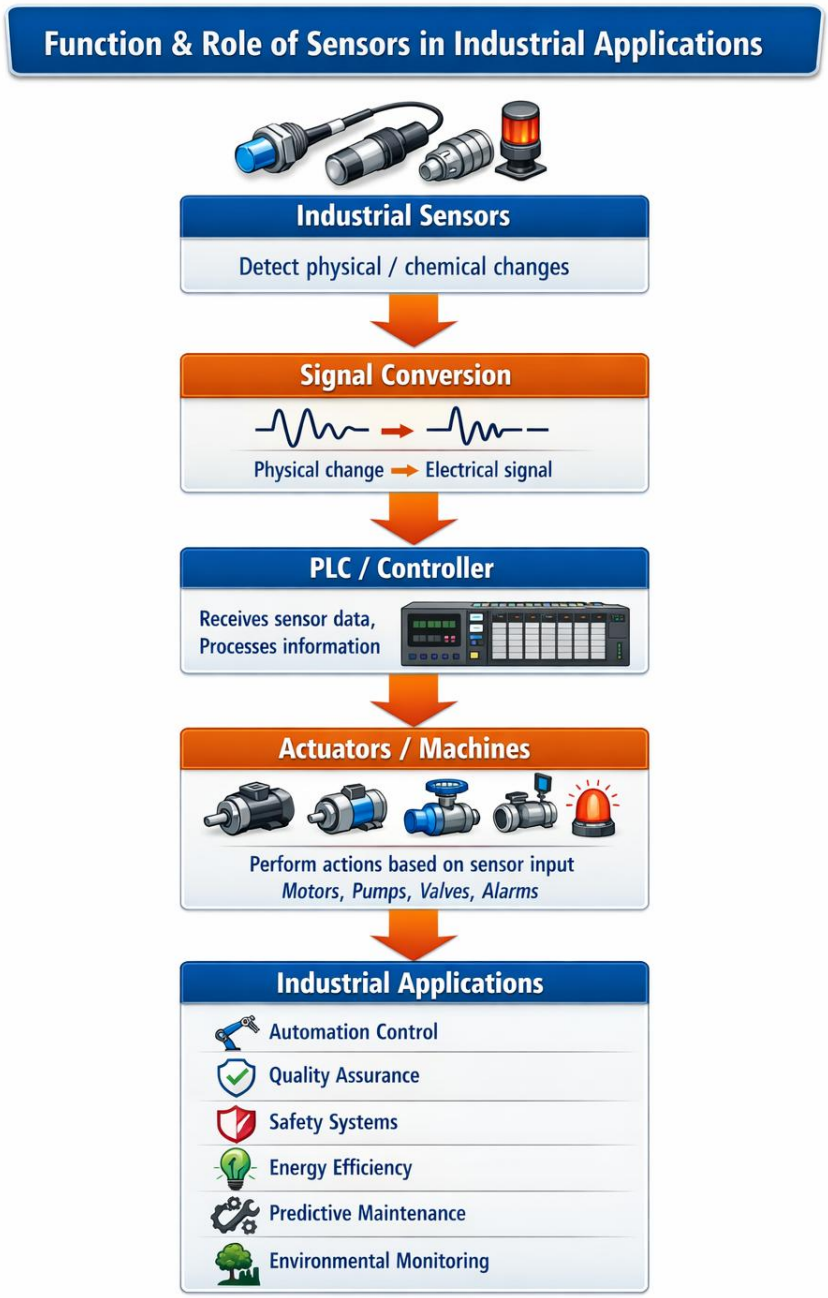
সেন্সর প্রথমে কোনো ভৌত পরিমাণ যেমন তাপমাত্রা, চাপ, প্রবাহ, স্তর, আলো বা গতি শনাক্ত করে। এরপর সেই তথ্যকে বৈদ্যুতিক সংকেত হিসেবে পাঠায় নিয়ন্ত্রণ ইউনিটে। নিয়ন্ত্রণ ইউনিট সেই সংকেত বিশ্লেষণ করে প্রয়োজনীয় পদক্ষেপ গ্রহণ করে—যেমন মোটর চালু বা বন্ধ করা, ভালভ খোলা বা বন্ধ করা, বা সতর্কতা সংকেত প্রদান করা।

শিল্পক্ষেত্রে সেন্সরের ভূমিকা অত্যন্ত বিস্তৃত। উৎপাদন প্রক্রিয়ায় সেন্সর ব্যবহার করা হয় অটোমেশন নিয়ন্ত্রণে, যেখানে সেন্সর ইনপুটের মাধ্যমে যন্ত্র নিজে সিদ্ধান্ত নিতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, একটি তাপমাত্রা সেন্সর নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করলে হিটার বন্ধ করে দেয়। একইভাবে, মান নিয়ন্ত্রণে সেন্সর পণ্যের আকার, ওজন বা ঘনত্ব যাচাই করে নিশ্চিত করে যে তা নির্ধারিত মান বজায় রাখছে।

নিরাপত্তা ব্যবস্থায় সেন্সর গ্যাস লিক, অতিরিক্ত তাপ বা চাপ শনাক্ত করে সতর্কতা দেয়, যা দুর্ঘটনা প্রতিরোধে সহায়তা করে। শক্তি দক্ষতা বৃদ্ধিতে সেন্সর গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে—তাপমাত্রা ও প্রবাহ সেন্সর ব্যবহার করে শক্তির অপচয় কমানো যায়। এছাড়া রক্ষণাবেক্ষণ ব্যবস্থায় সেন্সর যন্ত্রের কম্পন বা তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ করে আগাম ত্রুটি শনাক্ত করতে সাহায্য করে, যা উৎপাদন বন্ধ হওয়া থেকে রক্ষা করে।

সেন্সর ও অ্যাকচুয়েটর একসাথে কাজ করে একটি পূর্ণাঙ্গ অটোমেশন চক্র তৈরি করে। সেন্সর তথ্য সংগ্রহ করে, আর অ্যাকচুয়েটর সেই তথ্য অনুযায়ী কাজ সম্পন্ন করে। উদাহরণস্বরূপ, একটি স্তর সেন্সর যদি তরলের স্তর কম শনাক্ত করে, PLC সেই তথ্য গ্রহণ করে এবং অ্যাকচুয়েটরকে পাম্প চালু করার নির্দেশ দেয়।

সারসংক্ষেপে বলা যায়, সেন্সর শিল্প ব্যবস্থার তথ্য সংগ্রাহক ও সিদ্ধান্তের ভিত্তি। এটি উৎপাদন প্রক্রিয়াকে আরও নির্ভুল, নিরাপদ ও দক্ষ করে তোলে। সেন্সর ছাড়া আধুনিক লাইট ইঞ্জিনিয়ারিং সেক্টরের অটোমেশন ও নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা কল্পনাই করা যায় না।



ডায়াগ্রামটি যা দেখায় (What the Diagram Shows):

শিল্প সেন্সর (Industrial Sensors) ⟶ ভৌত বা রাসায়নিক পরিবর্তন শনাক্ত করে (যেমন: তাপমাত্রা, চাপ, প্রবাহ, আলো, গ্যাস ইত্যাদি)।

সংকেত রূপান্তর (Signal Conversion) ⟶ ভৌত পরিবর্তনকে বৈদ্যুতিক সংকেতে রূপান্তরিত করে।

PLC / কন্ট্রোলার (PLC / Controller) ⟶ সেন্সর থেকে প্রাপ্ত তথ্য গ্রহণ করে এবং তা প্রক্রিয়াকরণ করে।

অ্যাকচুয়েটর / যন্ত্রপাতি (Actuators / Machines) ⟶ সেন্সর ইনপুট অনুযায়ী কাজ সম্পন্ন করে (যেমন: মোটর, পাম্প, ভালভ, অ্যালার্ম)।

শিল্প প্রয়োগ (Industrial Applications) ⟶ অটোমেশন নিয়ন্ত্রণ, মান নিশ্চয়তা, নিরাপত্তা ব্যবস্থা, শক্তি দক্ষতা, পূর্বাভাসমূলক রক্ষণাবেক্ষণ, পরিবেশ পর্যবেক্ষণ।

(ঘ) শিল্প সেন্সরের প্রয়োগ ব্যাখ্যা:
শিল্প সেন্সর বিভিন্ন শিল্পক্ষেত্রে বহুমুখীভাবে ব্যবহৃত হয়। এগুলো উৎপাদন প্রক্রিয়াকে স্বয়ংক্রিয় করে, মান নিয়ন্ত্রণে সহায়তা করে, নিরাপত্তা নিশ্চিত করে এবং শক্তি দক্ষতা বৃদ্ধি করে। সেন্সরের প্রয়োগ বোঝা একজন টেকনিশিয়ানকে সঠিকভাবে সেন্সর নির্বাচন ও ব্যবহার করতে সক্ষম করে।

উৎপাদন ও অটোমেশন:
শিল্প অটোমেশনে সেন্সর সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। সেন্সর যন্ত্রপাতির অবস্থা শনাক্ত করে এবং PLC বা কন্ট্রোল সিস্টেমে তথ্য পাঠায়। উদাহরণস্বরূপ, তাপমাত্রা সেন্সর হিটার নিয়ন্ত্রণ করে, প্রবাহ সেন্সর পাম্প চালু বা বন্ধ করে, আর প্রোক্সিমিটি সেন্সর রোবটিক বাহুর অবস্থান নির্ধারণ করে।

মান নিয়ন্ত্রণ:
পণ্যের গুণমান বজায় রাখতে সেন্সর অপরিহার্য। সেন্সর আকার, ওজন, তাপমাত্রা, আর্দ্রতা ইত্যাদি পরিমাপ করে নিশ্চিত করে যে উৎপাদিত পণ্য নির্ধারিত মান বজায় রাখছে। উদাহরণস্বরূপ, খাদ্য শিল্পে তাপমাত্রা সেন্সর ব্যবহার করে পণ্যের সঠিক সংরক্ষণ নিশ্চিত করা হয়।

নিরাপত্তা ব্যবস্থা:
সেন্সর শিল্প নিরাপত্তায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। গ্যাস সেন্সর লিক শনাক্ত করে, ধোঁয়া সেন্সর অগ্নি শনাক্ত করে, চাপ সেন্সর অতিরিক্ত চাপের সতর্কতা দেয়। এর ফলে দুর্ঘটনা প্রতিরোধ করা যায় এবং কর্মীদের নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়।

শক্তি দক্ষতা:
শক্তি ব্যবহারে সেন্সর কার্যকর ভূমিকা রাখে। তাপমাত্রা ও প্রবাহ সেন্সর ব্যবহার করে শক্তির অপচয় কমানো যায়। উদাহরণস্বরূপ, HVAC সিস্টেমে সেন্সর ব্যবহার করে বিদ্যুৎ খরচ কমানো হয়।

রক্ষণাবেক্ষণ ও পূর্বাভাস:
সেন্সর যন্ত্রের অবস্থা পর্যবেক্ষণ করে আগাম ত্রুটি শনাক্ত করতে সাহায্য করে। কম্পন সেন্সর মোটরের অস্বাভাবিকতা শনাক্ত করে, তাপমাত্রা সেন্সর অতিরিক্ত তাপের সতর্কতা দেয়। এর ফলে যন্ত্রের আয়ু বৃদ্ধি পায় এবং উৎপাদন বন্ধ হওয়া থেকে রক্ষা করা যায়।

পরিবেশ পর্যবেক্ষণ:
শিল্পে পরিবেশ নিয়ন্ত্রণে সেন্সর ব্যবহৃত হয়। আর্দ্রতা সেন্সর, আলো সেন্সর, দূষণ সেন্সর পরিবেশের অবস্থা পর্যবেক্ষণ করে। উদাহরণস্বরূপ, কারখানায় বায়ু দূষণ নিয়ন্ত্রণে গ্যাস সেন্সর ব্যবহার করা হয়।

ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেন্সর এমন ডিভাইস যেগুলো বিভিন্ন প্রকার শারীরিক বা পরিবেশগত পরিবর্তন (physical changes) যেমন তাপমাত্রা, চাপ, আলো, গতি, অবস্থান, প্রবাহ, ভোল্টেজ ইত্যাদি সনাক্ত করে এবং ইলেক্ট্রিক্যাল বা ডিজিটাল সিগনালে রূপান্তরিত করে। সেন্সরগুলোকে আমাদের ইন্ডাস্ট্রিয়াল মেশিন, অটোমেশন সিস্টেম ও কন্ট্রোল ইউনিটে তথ্য সংগ্রহ এবং সিদ্ধান্ত গ্রহণের জন্য ব্যবহার করা হয়।

এখন আমরা বিভিন্ন ধরনের সেন্সরের অ্যাপ্লিকেশন (use cases) সহজভাবে ব্যাখ্যা করব:

১) তাপমাত্রা সেন্সরের প্রয়োগ (Temperature Sensors):

- তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ: ইন্ডাস্ট্রিতে ওয়েল্ডিং, ফার্নেস, ওভেন, কুলিং সিস্টেমে তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণে ব্যবহৃত হয়।
- সেফটি ও মানব নিরাপত্তা: পরিবেশ বা যন্ত্রের অতিরিক্ত গরম হলে এলার্ট বা শাটডাউন সিগনাল দেয়।
- প্রোডাক্ট কোয়ালিটি: রঙ, আকার বা শক্তি ঠিক রাখতে সঠিক তাপমাত্রা খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

২) চাপ সেন্সর (Pressure Sensors):

- হাইড্রলিক সিস্টেম: তরল বা বায়ুর চাপ যাচাই করে সেফ অপারেশন নিশ্চিত করে।
- পাম্প ও পাইপলাইন মনিটরিং: সেন্সর চাপ কম বা বেশি হলে সতর্ক করে।
- গ্যাস সেফটি: অত্যধিক চাপের কারণে ফেটে যাওয়া রোধ করে।

৩) যোগাযোগ/স্থান সেন্সর (Proximity & Position Sensors):

- অবস্থান নির্ধারণ: মেশিন পার্ট কোথায় আছে তা জানায়।
- ভাল/বুর খণ্ড স্বয়ংক্রিয় সনাক্তকরণ: পণ্য লাইনে ঠিক স্থানে আছে কি না চেক করে।
- সেফটি গার্ডিং: দরজা বা গেইট খোলা থাকলে মেশিন বন্ধ রাখতে ব্যবহৃত হয়।

৪) ফলো/গতি সেন্সর (Speed & Motion Sensors):

- মেশিন স্পিড কন্ট্রোল: মোটর RPM বা গতি নির্ধারণে ব্যবহার।
- রবটিক আর্ম নিয়ন্ত্রণ: যন্ত্রাংশগুলোতে সঠিক গতিতে মুভমেন্ট নিশ্চিত করে।
- ভ্রান্তি সনাক্তকরণ: গতি অসংলগ্ন হলে সতর্ক করে।

৫) লিকুইড/ফ্লো সেন্সর (Flow Sensors):

- ফ্লুইড ম্যানেজমেন্ট: পানি, তেল, গ্যাস বা বায়ুর প্রবাহ কম বেশি হলে সনাক্ত করে।
- প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ: নির্দিষ্ট সময় বা রেট অনুযায়ী প্রবাহ ট্র্যাক করে।

৬) লেভেল সেন্সর (Level Sensors):

- ট্যাঙ্কে তরল স্তর পরিমাপ: ট্যাঙ্কে পানি/রস ঠিক স্তরে আছে কি না জানায়।
- ওভারফ্লো সেফটি: নির্দিষ্ট উচ্চ স্তর ছাড়ালে ইন্ডিকেট বা বন্ধ করে।

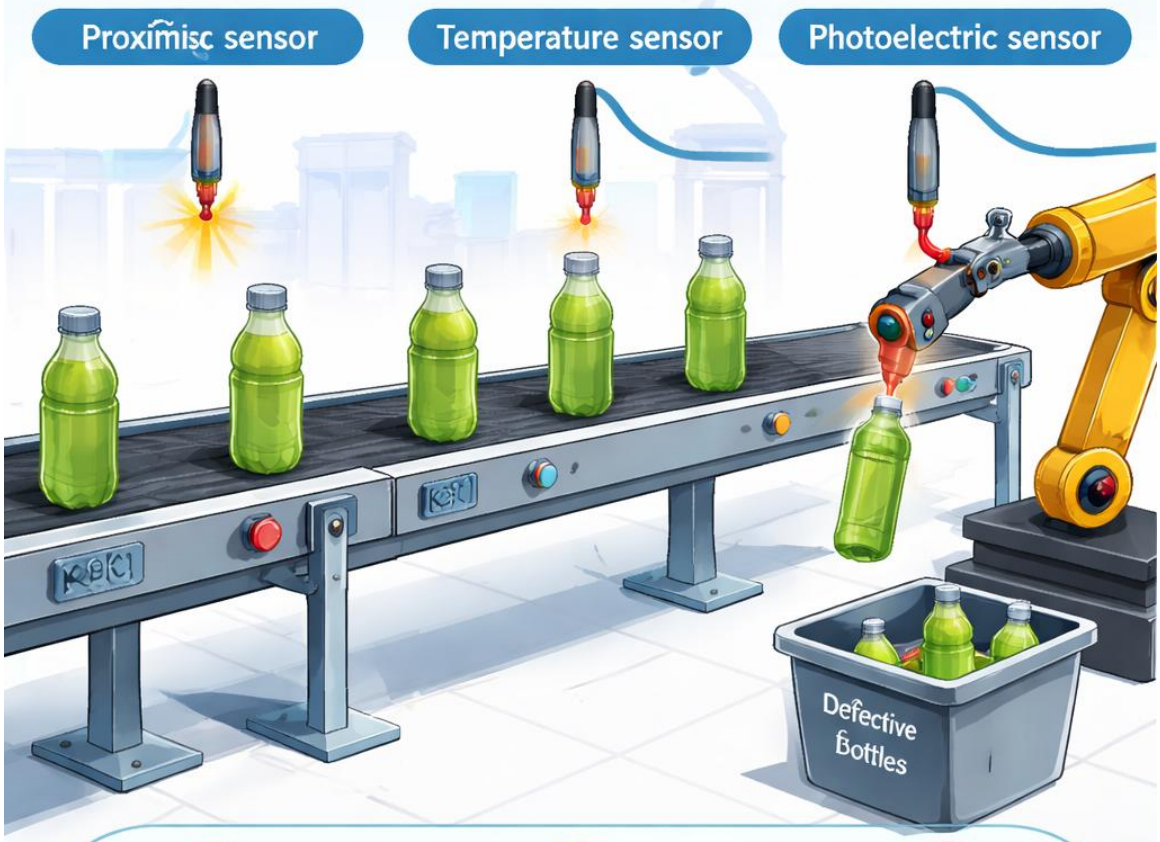
৭) আলো ও রঙ সেন্সর (Light/Color Sensors):

- পণ্য শনাক্তকরণ: কাগজ, বোতল, প্যাকেট লাইন এ সঠিক রঙ বা মার্ক শনাক্ত করে।
- গুণগত মান নিয়ন্ত্রণ: লাইনে ভুল রঙ বা ভুল লেবেল থাকলে আলাদা করে।

Industrial Sensors এর গুরুত্ব:

- মানুষের চোখ/হাতের বদলে মেশিনগুলোকে বাস্তব সময় তথ্য দিতে সাহায্য করে
- সঠিক, দ্রুত, স্বয়ংক্রিয় সিদ্ধান্ত নিতে সক্ষম করে
- প্রক্রিয়া নিরাপদ, দ্রুত ও নির্ভুল করে তোলে
- মান, নিরাপত্তা ও উৎপাদনশীলতা বাড়ায়

1.4 Applications of Industrial Sensors are Explained



Proximity Sensor

Detects object presence



Temperature Sensor

(Monitors heat levels)



Photoelectric Sensor

(Detects defective products)



সেলফ চেক (Self-check)- ৩.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. শিল্প সেন্সর বলতে কী বোঝায়?
২. তাপমাত্রা সেন্সরের উদাহরণ দিন।
৩. চাপ সেন্সরের কাজ কী?
৪. প্রবাহ সেন্সর কোথায় ব্যবহৃত হয়?
৫. রাসায়নিক সেন্সরের ভূমিকা কী?
৬. সেন্সরের শ্রেণিবিন্যাস কোন কোন ভিত্তিতে করা হয়?
৭. অ্যানালগ সেন্সর ও ডিজিটাল সেন্সরের মধ্যে পার্থক্য কী?
৮. অ্যাকটিভ সেন্সর ও প্যাসিভ সেন্সরের উদাহরণ দিন।
৯. কাজের নীতি অনুযায়ী সেন্সরের শ্রেণি কী কী?
১০. প্রয়োগক্ষেত্র অনুযায়ী সেন্সরের শ্রেণিবিন্যাস কেন গুরুত্বপূর্ণ?
১১. সেন্সরের প্রধান কাজ কীভাবে ব্যাখ্যা করা যায়?
১২. সেন্সর ও অ্যাকচুয়েটরের মধ্যে সম্পর্ক কী?
১৩. শিল্প অটোমেশনে সেন্সরের ভূমিকা কী?
১৪. মান নিয়ন্ত্রণে সেন্সর কীভাবে সহায়তা করে?
১৫. নিরাপত্তা ব্যবস্থায় সেন্সরের অবদান কী?
১৬. শিল্পে সেন্সরের প্রধান প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো কী কী?
১৭. শক্তি দক্ষতা বৃদ্ধিতে সেন্সরের ব্যবহার কীভাবে হয়?
১৮. রক্ষণাবেক্ষণ ও পূর্বাভাসে সেন্সরের ভূমিকা কী?
১৯. পরিবেশ পর্যবেক্ষণে সেন্সরের ব্যবহার কোথায় দেখা যায়?
২০. কেন সেন্সরকে আধুনিক শিল্প ব্যবস্থার অপরিহার্য অংশ বলা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key)- ৩.১

প্রশ্নোত্তরসমূহঃ

১. শিল্প সেন্সর হলো এমন ডিভাইস যা ভৌত বা রাসায়নিক পরিবর্তন শনাক্ত করে এবং তা বৈদ্যুতিক সংকেতে রূপান্তরিত করে।
২. Thermocouple, RTD, Thermistor।
৩. চাপ সেন্সর গ্যাস বা তরলের চাপ নির্ণয় করে।
৪. প্রবাহ সেন্সর তরল বা গ্যাসের প্রবাহ হার মাপতে ব্যবহৃত হয়।
৫. রাসায়নিক সেন্সর গ্যাস বা রাসায়নিক উপাদানের ঘনত্ব শনাক্ত করে।
৬. কাজের নীতি, আউটপুট সংকেত, পরিমাপযোগ্য পরিমাণ, প্রয়োগক্ষেত্র, শক্তি উৎস।
৭. অ্যানালগ সেন্সর ক্রমাগত পরিবর্তনশীল সংকেত দেয়, ডিজিটাল সেন্সর নির্দিষ্ট মান বা বাইনারি সংকেত দেয়।
৮. অ্যাকটিভ সেন্সর: RTD, Photodiode; প্যাসিভ সেন্সর: Thermocouple।
৯. ক্যাপাসিটিভ, ইন্ডাকটিভ, অপটিক্যাল, পিয়েজোইলেকট্রিক সেন্সর।
১০. কারণ প্রয়োগক্ষেত্র অনুযায়ী সঠিক সেন্সর নির্বাচন উৎপাদন দক্ষতা ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করে।

১১. সেন্সরের কাজ হলো পরিমাপ, সংকেত রূপান্তর, তথ্য প্রেরণ, নিয়ন্ত্রণ ও সতর্কতা প্রদান।
১২. সেন্সর তথ্য সংগ্রহ করে, অ্যাকচুয়েটর সেই তথ্য অনুযায়ী কাজ সম্পন্ন করে।
১৩. শিল্প অটোমেশনে সেন্সর যন্ত্রের অবস্থা শনাক্ত করে এবং PLC-কে তথ্য দেয়।
১৪. মান নিয়ন্ত্রণে সেন্সর পণ্যের আকার, ওজন, তাপমাত্রা যাচাই করে।
১৫. নিরাপত্তায় সেন্সর গ্যাস লিক, অতিরিক্ত চাপ বা তাপ শনাক্ত করে সতর্কতা দেয়।
১৬. অটোমেশন, মান নিয়ন্ত্রণ, নিরাপত্তা, শক্তি দক্ষতা, রক্ষণাবেক্ষণ, পরিবেশ পর্যবেক্ষণ।
১৭. তাপমাত্রা ও প্রবাহ সেন্সর ব্যবহার করে শক্তির অপচয় কমানো হয়।
১৮. কম্পন ও তাপমাত্রা সেন্সর যন্ত্রের ত্রুটি আগাম শনাক্ত করতে সাহায্য করে।
১৯. আর্দ্রতা, আলো, দূষণ সেন্সর পরিবেশ পর্যবেক্ষণে ব্যবহৃত হয়।
২০. কারণ সেন্সর ছাড়া আধুনিক শিল্প উৎপাদন, অটোমেশন ও নিরাপত্তা ব্যবস্থা কল্পনা করা যায় না।

জব শিট (Job Sheet)- ৩.১

জবের নাম: শিল্প সেন্সরের শ্রেণিবিভাগ চিহ্নিত করা এবং বর্ণনা করা।

কাজের ধাপসমূহ (Steps of Work):

১. সেন্সরের প্রাথমিক ধারণা এবং এর শ্রেণীভুক্তি সম্পর্কে জানুন।
২. সেন্সরের কাজ এবং প্রকারভেদ চিহ্নিত করুন।
৩. সেন্সরের ধরন অনুসারে শ্রেণীভাগ করুন (যেমন: তাপমাত্রা সেন্সর, চাপ সেন্সর, গতি সেন্সর, ইত্যাদি)।
৪. প্রত্যেক শ্রেণির কার্যকারিতা এবং ব্যবহারের ক্ষেত্র বর্ণনা করুন।
৫. বিভিন্ন সেন্সরের বিশেষ বৈশিষ্ট্য এবং সেগুলির ব্যবহারের ক্ষেত্র নিয়ে আলোচনা করুন।
৬. বিভিন্ন ধরনের সেন্সরের কার্যকারিতা ও সঠিক প্রয়োগ সম্পর্কে ব্যাখ্যা করুন।
৭. সেন্সর শ্রেণীবিভাগ পর্যালোচনা করে বুঝে নিন যে কীভাবে এই সেন্সরগুলি শিল্পে ব্যবহৃত হয়।
৮. সঠিকভাবে এই সেন্সরগুলির কার্যকারিতা চিহ্নিত করুন এবং শ্রেণীভাগ করুন।

সতর্কতা (Precautions):

- কাজ করার সময় সেন্সরের বৈদ্যুতিক অংশগুলির প্রতি সতর্কতা অবলম্বন করুন।
- যেকোনো সেন্সর টেস্টিং বা পরীক্ষার সময় সঠিক ভোল্টেজ ব্যবহার নিশ্চিত করুন।
- সেন্সরগুলির সঠিক ব্যবহার নিশ্চিত করতে পরীক্ষার আগে সেন্সর এবং তার সিস্টেমের ব্যাকআপ সঠিকভাবে চেক করুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৩.১

জবের নাম: শিল্প সেন্সরের শ্রেণিবিভাগ চিহ্নিত করা এবং বর্ণনা করা।

প্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত সুরক্ষা উপকরণ (PPE):

- সুরক্ষা গ্লাভস
- সুরক্ষা চশমা
- সুরক্ষা জুতা
- বৈদ্যুতিক ঝুঁকি থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য আর্সিড শার্ট (যদি প্রয়োজন হয়)

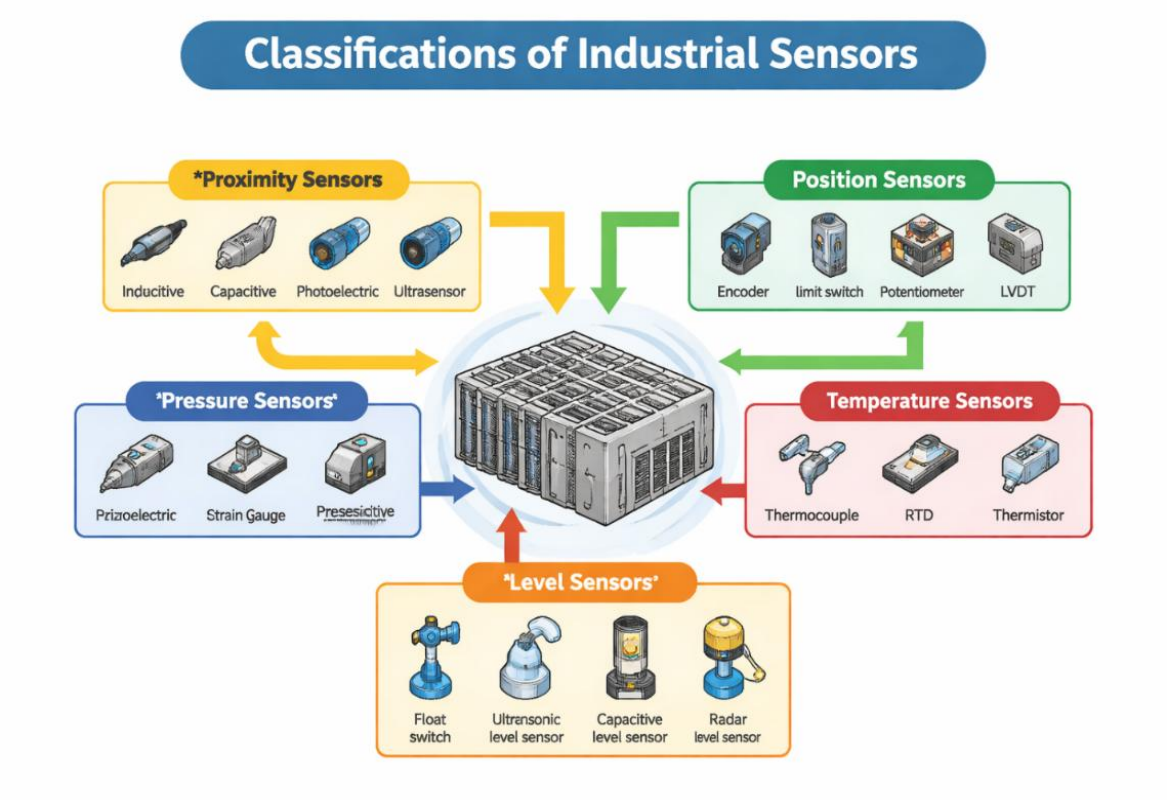
প্রয়োজনীয় টুলস এবং যন্ত্রপাতি:

- মাল্টি-টেস্টার
- মুলিটিমিটার
- পিভি টেস্টিং ডিভাইস
- সিলিকন গ্রীস বা লুব্রিকেন্ট (যদি প্রয়োজন হয়)
- সেন্সর ক্যালিব্রেটিং যন্ত্রপাতি

প্রয়োজনীয় উপকরণ:

- বিভিন্ন শ্রেণির শিল্প সেন্সর (যেমন: তাপমাত্রা সেন্সর, চাপ সেন্সর, গতি সেন্সর ইত্যাদি)
- টেস্টিং মেশিন
- চিহ্নিতকরণ বা লেবেলিং উপকরণ (যদি প্রয়োজন হয়)
- সেফটি ম্যানুয়াল

ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৩.২

শিখন ফল-২: ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাকচুয়েটরের ধরণ এবং শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিত করতে পারবে।

উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

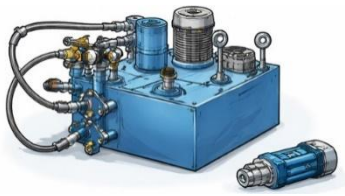
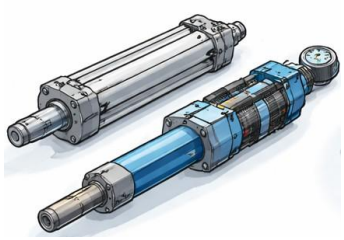
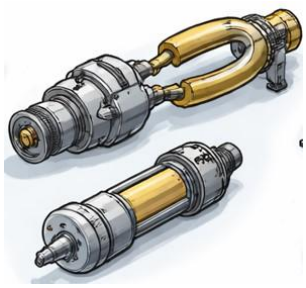
- অ্যাকচুয়েটরের ধরণ ব্যাখ্যা
- ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাকচুয়েটরের শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিত এবং বর্ণনা
- অ্যাকচুয়েটরের কার্য এবং ভূমিকা ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাপ্লিকেশনের সঙ্গে সম্পর্কিতভাবে ব্যাখ্যা
- ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাকচুয়েটরের অ্যাপ্লিকেশন ব্যাখ্যা

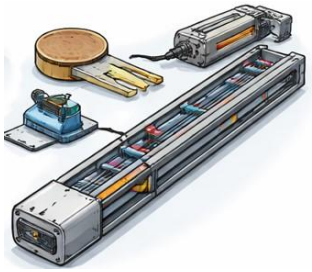
(ক) অ্যাকচুয়েটরের ধরণ ব্যাখ্যা:

অ্যাকচুয়েটর হল একটি যান্ত্রিক ডিভাইস যা একটি নির্দিষ্ট সিগন্যাল বা শক্তির উৎস (যেমন, বৈদ্যুতিক, বায়ু চাপ, বা হাইড্রোলিক শক্তি) থেকে শক্তি গ্রহণ করে এবং এটি কোনো একটি যান্ত্রিক কাজের মাধ্যমে রূপান্তরিত করে। শিল্প ব্যবস্থায় অ্যাকচুয়েটরগুলি সেন্সর দ্বারা প্রাপ্ত সিগন্যালের ভিত্তিতে কাজ করে এবং সেগুলি বিভিন্ন ধরণের হতে পারে, যা নির্দিষ্ট কাজের জন্য উপযোগী।

এখানে অ্যাকচুয়েটরের প্রধান ধরন এবং তাদের বৈশিষ্ট্য আলোচনা করা হয়েছে:

নাম ও ছবি	বিবরণ
 **বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর**	**বর্ণনা:** বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে যান্ত্রিক গতি উৎপন্ন করে, সাধারণত একটি মোটর ব্যবহার করে, যা হতে পারে লিনিয়ার বা রোটারি। এই অ্যাকচুয়েটরগুলি অত্যন্ত সঠিক, নির্ভরযোগ্য এবং নিয়ন্ত্রণে সহজ। এগুলি প্রায়ই এমন অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে ব্যবহৃত হয় যেখানে অবস্থান, গতি বা শক্তির সঠিক নিয়ন্ত্রণ এবং উচ্চ সঠিকতা প্রয়োজন। বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে কাজ করে। সাধারণত মোটর ব্যবহার করে লিনিয়ার বা রোটারি গতির সৃষ্টি করে। **উদাহরণ:** সার্ভো মোটর, স্টেপার মোটর। **ব্যবহার:** বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটরগুলি রোবটিক্স, কনভেয়ার বেল্ট, ভ্যালভ কন্ট্রোল এবং অটোমেশন সিস্টেমে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। এগুলি কম রক্ষণাবেক্ষণ প্রয়োজন এবং মসৃণ গতি সরবরাহ করার ক্ষমতার জন্য পরিষ্কার পরিবেশে বেশি পছন্দ করা হয়। ছোট এবং মাঝারি আকারের যন্ত্রপাতিতে ব্যবহৃত হয়, যেখানে নিয়ন্ত্রণ বা সুইচিং প্রয়োজন।

নাম ও ছবি	বিবরণ
 **হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর**	**বর্ণনা:** হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর তরল চাপ ব্যবহার করে যান্ত্রিক গতি উৎপন্ন করে। একটি পাম্প উচ্চ চাপের তরল তৈরি করে, যা অ্যাকচুয়েটরে পাঠানো হয় যাতে একটি পিস্টন ঠেলা বা টেনে, লিনিয়ার গতি সৃষ্টি হয়। এগুলি অত্যন্ত শক্তিশালী এবং অন্য ধরনের অ্যাকচুয়েটরের তুলনায় তুলনামূলকভাবে ছোট জায়গায় বড় লোড সামলাতে পারে। **ব্যবহার:** হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরগুলি নির্মাণ (এক্সকাভেটর, ক্রেন), মহাকাশ, এবং অটোমোটিভ (হাইড্রোলিক লিফট, ব্রেক) শিল্পে ব্যবহৃত হয়। তারা এমন অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে পছন্দ করা হয় যেখানে ব্যাপক শক্তি প্রয়োজন এবং উচ্চ চাপযুক্ত পরিবেশে ব্যবহৃত হয়। বৃহৎ শিল্প ব্যবস্থায়, যেমন নির্মাণ যন্ত্রপাতি, গাড়ি, ইত্যাদিতে। এই ধরনের অ্যাকচুয়েটর তরল চাপ ব্যবহার করে কাজ করে। শক্তিশালী এবং বড় যন্ত্রপাতিতে ব্যবহৃত হয়, যেখানে উচ্চ শক্তি প্রয়োজন। **উদাহরণ:** হাইড্রোলিক পিস্টন, সিলিন্ডার।
 **পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর**	**বর্ণনা:** পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর চাপিত বাতাস বা গ্যাস ব্যবহার করে কাজ করে। বাতাসের চাপ একটি ডায়াফ্রাম বা পিস্টনের ওপর প্রভাব ফেলে এবং লিনিয়ার বা রোটারি গতি সৃষ্টি করে। এগুলি পরিচালনা করা সহজ এবং দ্রুত প্রতিক্রিয়া প্রদান করে। পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর সাধারণত হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরের তুলনায় সস্তা তবে কম শক্তিশালী হয়। **ব্যবহার:** পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটরগুলি সাধারণত প্যাকেজিং মেশিন, সার্টিং সিস্টেম এবং অটোমেটেড অ্যাসেম্বলি লাইনে ব্যবহৃত হয়। এগুলি রোবটিক্স, ভ্যালভ কন্ট্রোল এবং এমন পরিবেশে অ্যাকচুয়েটিং মেকানিজমে ব্যবহৃত হয় যেখানে পরিচ্ছন্নতা এবং গতি গুরুত্বপূর্ণ।
 **থার্মাল অ্যাকচুয়েটর**	**বর্ণনা:** এই অ্যাকচুয়েটর তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে কাজ করে। থার্মাল অ্যাকচুয়েটরগুলি তাপমাত্রার পরিবর্তনের ফলে উপকরণের (সাধারণত ধাতু বা তরল) প্রসারণের ওপর কাজ করে। এগুলি সাধারণত তাপ শক্তিকে যান্ত্রিক গতিতে রূপান্তরিত করতে ব্যবহৃত হয়। সাধারণত, বায়োমেটালিক স্ট্রিপ বা মোম-ভিত্তিক মেকানিজমগুলি থার্মাল অ্যাকচুয়েটর তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। **ব্যবহার:** থার্মাল অ্যাকচুয়েটরগুলি তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ সিস্টেম যেমন থার্মোস্ট্যাট, HVAC সিস্টেম এবং এমন অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে ব্যবহৃত হয় যেখানে তাপমাত্রার পরিবর্তনের ভিত্তিতে সহজ অন/অফ কাজ প্রয়োজন, যেমন গাড়ি বা ভোক্তা অ্যাপ্লায়েন্সে। গরম বা ঠান্ডা হওয়া সেন্সরের মাধ্যমে যন্ত্রের অবস্থা পরিবর্তন। **উদাহরণ:** imetallic থার্মাল অ্যাকচুয়েটর, থার্মোস্ট্যাটস।

নাম ও ছবি	বিবরণ
 **ম্যাগনেটিক অ্যাকচুয়েটর**	**বর্ণনা:** চুম্বকীয় শক্তির মাধ্যমে কাজ করে, সাধারণত ইলেক্ট্রোম্যাগনেটের সাহায্যে। ম্যাগনেটিক অ্যাকচুয়েটরগুলি চুম্বকীয় ক্ষেত্র ব্যবহার করে গতি সৃষ্টি করে। এগুলি প্রায়ই ইলেকট্রোম্যাগনেট বা স্থায়ী চুম্বক ব্যবহার করে আকর্ষণ বা প্রতিকর্ষণ শক্তি তৈরি করে, যা যান্ত্রিক গতি সৃষ্টি করে। এই অ্যাকচুয়েটরগুলি দ্রুত, সঠিক এবং অত্যন্ত দক্ষ গতির জন্য পরিচিত। **ব্যবহার:** ম্যাগনেটিক অ্যাকচুয়েটরগুলি বৈদ্যুতিক মোটর, ম্যাগলেভ ট্রেন (চুম্বকীয় তলদেশে ভাসমান ট্রেন), সোলেনয়েড এবং কিছু ধরনের সেন্সরে ব্যবহৃত হয়। এগুলি এমন পরিস্থিতিতে ব্যবহৃত হয় যেখানে যোগাযোগবিহীন অপারেশন প্রয়োজন, যেমন চিকিৎসা যন্ত্রপাতিতে, যেখানে অ্যাকচুয়েটরটি যান্ত্রিক পরিধান এড়ানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। সাধারণত যন্ত্রের সুইচিং বা ক্লোজিং সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়। **উদাহরণ:** সলিনয়েড, ম্যাগনেটিক লেভেল সুইচ।

লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর (Linear Actuators):

বর্ণনা: লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর হলো একটি যান্ত্রিক ডিভাইস যা সরাসরি (লিনিয়ার) গতির সৃষ্টি করে, অর্থাৎ এটি একটি সরল রেখায় (সোজা) গতি তৈরি করে। এটি সাধারণত একটি পিস্টন বা সিলিন্ডার ব্যবহার করে যা কোনো বস্তু বা মেকানিজমের অবস্থান পরিবর্তন করতে সাহায্য করে। লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটরগুলিতে প্রধানত গ্যাস, তরল বা বৈদ্যুতিক শক্তির ব্যবহার হয়।

ধরন:

- **পনুম্যাটিক লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর (Pneumatic Linear Actuator):** compressed এয়ার ব্যবহার করে কাজ করে। এটি দ্রুত গতির জন্য উপযুক্ত এবং ছোট আকারের কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **হাইড্রোলিক লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর (Hydraulic Linear Actuator):** তরল চাপের মাধ্যমে কাজ করে। এটি শক্তিশালী এবং ভারী যন্ত্রপাতিতে ব্যবহৃত হয়, যেখানে উচ্চ শক্তি প্রয়োজন।
- **বৈদ্যুতিক লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর (Electric Linear Actuator):** বৈদ্যুতিক শক্তির মাধ্যমে কাজ করে। এটি সঠিক নিয়ন্ত্রণ এবং উচ্চ নির্ভরযোগ্যতা প্রদান করে, সাধারণত রোবোটিক সিস্টেম বা কনভেয়ার সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহার:

- **রোবটিক সিস্টেম:** রোবটের বিভিন্ন আর্ম বা অংশের গতি নিয়ন্ত্রণ করতে।
- **স্বয়ংক্রিয় দরজা:** দরজা বা জানালা খোলার জন্য ব্যবহৃত হয়।

প্রকল্প যন্ত্রপাতি: হাইড্রোলিক বা পনুম্যাটিক সিলিন্ডারের মাধ্যমে বিভিন্ন অংশের চলাচল নিশ্চিত করতে।





রোটারি অ্যাকচুয়েটর (Rotary Actuators):

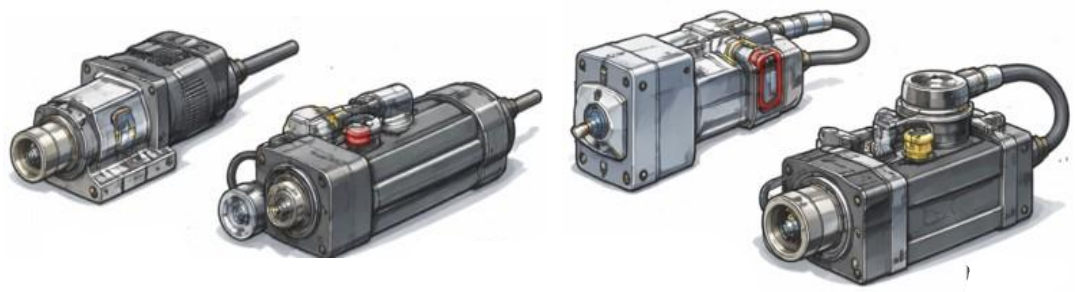
বর্ণনা: রোটারি অ্যাকচুয়েটর হলো একটি যান্ত্রিক ডিভাইস যা ঘূর্ণন (রোটারি) গতির সৃষ্টি করে, অর্থাৎ এটি একটি ঘূর্ণায়মান আন্দোলন তৈরি করে। এটি সরাসরি লিনিয়ার গতি সৃষ্টি না করে বরং একটি সুনির্দিষ্ট কোণে ঘূর্ণন দেয়। রোটারি অ্যাকচুয়েটর মূলত বৈদ্যুতিক, পনুম্যাটিক বা হাইড্রোলিক শক্তির মাধ্যমে কাজ করে।

ধরন:

- **পনুম্যাটিক রোটারি অ্যাকচুয়েটর (Pneumatic Rotary Actuator):** প compressed এয়ার দ্বারা ঘূর্ণন সৃষ্টির জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি ছোট সিস্টেমে দ্রুত ঘূর্ণন উৎপন্ন করতে ব্যবহৃত হয়।
- **হাইড্রোলিক রোটারি অ্যাকচুয়েটর (Hydraulic Rotary Actuator):** এই অ্যাকচুয়েটর তরল চাপের মাধ্যমে কাজ করে এবং উচ্চ শক্তি সৃষ্টির জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **বৈদ্যুতিক রোটারি অ্যাকচুয়েটর (Electric Rotary Actuator):** বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে রোটারি গতি সৃষ্টি করে, এটি অত্যন্ত নির্ভরযোগ্য এবং সুসংগঠিত সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহার:

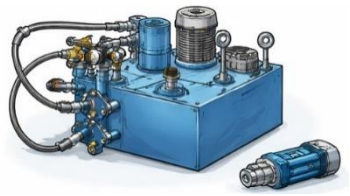
- **কনভেয়ার সিস্টেম:** পণ্য স্থানান্তর এবং সিস্টেমের ভিতরে বিভিন্ন মেকানিজম চালাতে।
- **ভ্যালভ কন্ট্রোল:** পাইপলাইন সিস্টেমে বিভিন্ন ভ্যালভ নিয়ন্ত্রণ করতে রোটারি অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার হয়।
- **রোবোটিক আর্ম:** রোবটের আর্মের ঘূর্ণন বা কোণ পরিবর্তন করতে ব্যবহৃত হয়।



খ) শিল্প অ্যাকচুয়েটরের শ্রেণীবিভাগ চিহ্নিতকরণ এবং বর্ণনাঃ

শিল্প অ্যাকচুয়েটরগুলি বিভিন্ন ধরণের শক্তি ও প্রযুক্তি ব্যবহার করে কাজ করে। এগুলি শিল্প প্রক্রিয়াগুলিকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিচালনা করতে সহায়তা করে এবং সেগুলির ব্যবহার ক্ষেত্র অনুসারে শ্রেণীভুক্ত করা হয়। এখানে শিল্প অ্যাকচুয়েটরের বিভিন্ন শ্রেণী এবং তাদের কাজের বর্ণনা দেওয়া হল:

শ্রেণির নাম ও ছবি	বিবরণ
 বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর	**১. বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর (Electric Actuators):** **বর্ণনা:** বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে অ্যাকচুয়েটরের চলাচল সৃষ্টি করা হয়। এটি মোটর বা মাইক্রো মোটরের মাধ্যমে কাজ করে। **শ্রেণীভুক্তি:** এই অ্যাকচুয়েটরকে রোটারি এবং লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর হিসেবে বিভক্ত করা যেতে পারে। **উদাহরণ:** সার্ভো মোটর, স্টেপার মোটর, ইলেকট্রিক লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর। **ব্যবহার:** ছোট বা মাঝারি আকারের যন্ত্রে, যেমন রোবোটিক সিস্টেম, কন্ট্রোল সিস্টেম।



হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর

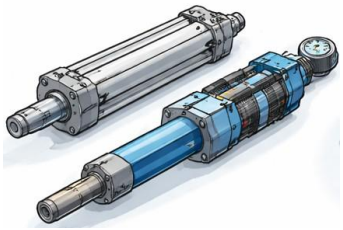
২. হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর (Hydraulic Actuators):

বর্ণনা: হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর তরল চাপ (যেমন, তেল) ব্যবহার করে কাজ করে। এটি খুব শক্তিশালী এবং বড় যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়।

শ্রেণীভুক্তি: লিনিয়ার বা রোটারি অ্যাকচুয়েটর।

উদাহরণ: হাইড্রোলিক পিস্টন, সিলিন্ডার।

ব্যবহার: বৃহৎ শিল্প যেমন নির্মাণ যন্ত্রপাতি, পিপলাইন সিস্টেম, খনন যন্ত্রপাতি ইত্যাদিতে।



পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর

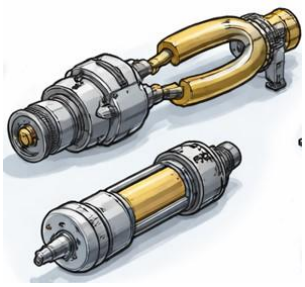
৩. পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর (Pneumatic Actuators):

বর্ণনা: এই অ্যাকচুয়েটর বায়ু চাপ ব্যবহার করে কাজ করে। এটি সাধারণত কম শক্তি খরচে দ্রুত কাজ করতে পারে।

শ্রেণীভুক্তি: লিনিয়ার, রোটারি।

উদাহরণ: পিস্টন, পনুম্যাটিক সিলিন্ডার, বেলভালভ।

ব্যবহার: ছোট বা মাঝারি আকারের যন্ত্রে, যেমন অটোমেটেড প্রক্রিয়া, প্যাকেজিং মেশিন।



থার্মাল অ্যাকচুয়েটর

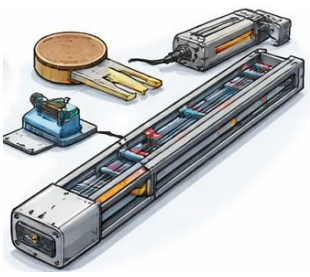
৪. ম্যাগনেটিক অ্যাকচুয়েটর (Magnetic Actuators):

বর্ণনা: এই অ্যাকচুয়েটর চুম্বকীয় শক্তি (ম্যাগনেট) ব্যবহার করে কাজ করে। এটি সাধারণত সুইচিং এবং কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়।

শ্রেণীভুক্তি: পজিশনাল অ্যাকচুয়েটর, সুইচিং অ্যাকচুয়েটর।

উদাহরণ: সলিনয়েড, ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সুইচ।

ব্যবহার: বিভিন্ন ধরনের সিস্টেমে সুইচিং বা কন্ট্রোল ফাংশন যেমন লেভেল সুইচ, ফ্লো সুইচ।



ম্যাগনেটিক অ্যাকচুয়েটর

৫. থার্মাল অ্যাকচুয়েটর (Thermal Actuators):

বর্ণনা: এই অ্যাকচুয়েটর তাপমাত্রার পরিবর্তন দ্বারা কাজ করে। এটি সাধারণত থার্মাল এক্সপ্যানশন অথবা বায়োমেটালিক ডিজাইনে ব্যবহৃত হয়।

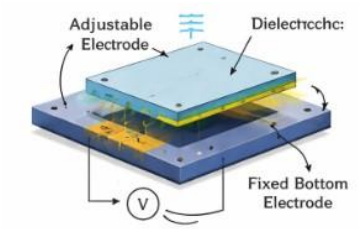
শ্রেণীভুক্তি: লিনিয়ার এবং পজিশনাল অ্যাকচুয়েটর।

উদাহরণ: থার্মোস্ট্যাট, বimetallic অ্যাকচুয়েটর।

ব্যবহার: গরম বা ঠান্ডা হওয়া সিস্টেম, এয়ার কন্ডিশনিং সিস্টেম, রেডিয়েটর।

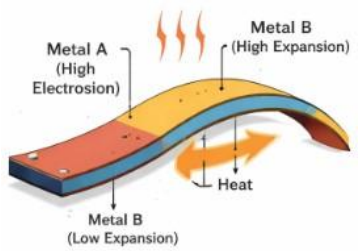
৬. ক্যাপাসিটিভ অ্যাকচুয়েটর (Capacitive Actuators):

বর্ণনা: ক্যাপাসিটিভ অ্যাকচুয়েটর বৈদ্যুতিক চার্জ বা ক্যাপাসিটেন্স ব্যবহার করে কাজ করে।



ক্যাপাসিটিভ অ্যাকচুয়েটর

শ্রেণীভুক্তি: মূলত পজিশনাল বা লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর।
উদাহরণ: ক্যাপাসিটিভ সেন্সর অ্যাকচুয়েটর।
ব্যবহার: মাইক্রোপ্রসেসর নিয়ন্ত্রিত সিস্টেমে বা পজিশন ডিটেকশন।



বায়োমেটালিক অ্যাকচুয়েটর

৭. বায়োমেটালিক অ্যাকচুয়েটর (Bimetallic Actuators):
বর্ণনা: এই অ্যাকচুয়েটর দুটি ভিন্ন ধাতুর সংমিশ্রণ দ্বারা তৈরি, যেগুলি তাপমাত্রার পরিবর্তনে ভিন্ন গতিতে সম্প্রসারিত হয়।
শ্রেণীভুক্তি: থার্মাল অ্যাকচুয়েটর।
উদাহরণ: Bimetallic থার্মাল অ্যাকচুয়েটর।
ব্যবহার: তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ সিস্টেমে।

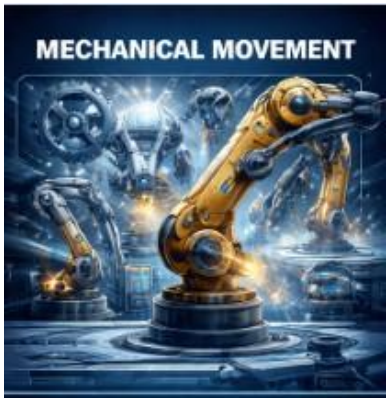
শিল্প অ্যাকচুয়েটরগুলি তাদের কর্মক্ষমতার ধরণ, শক্তির উৎস, এবং ব্যবহৃত প্রযুক্তি অনুসারে বিভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। প্রতিটি শ্রেণী নির্দিষ্ট প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয় এবং তাদের প্রয়োজনীয়তার ভিত্তিতে নির্বাচন করা হয়। প্রতিটি অ্যাকচুয়েটরের কাজের ধরন, শক্তির উৎস এবং ব্যবহারের ক্ষেত্রের মাধ্যমে শিল্প পরিবেশে প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ এবং অটোমেশন সহজতর হয়।

গ) অ্যাকচুয়েটরের কার্যকলাপ এবং ভূমিকা শিল্প ব্যবহারের মধ্যে ব্যাখ্যা:
অ্যাকচুয়েটরগুলি শিল্প ব্যবস্থায় অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। তারা সেন্সর থেকে প্রাপ্ত সিগন্যালের ভিত্তিতে যান্ত্রিক কাজের মাধ্যমে একটি সিস্টেমের কাজ পরিচালনা করে। অ্যাকচুয়েটরগুলি সিস্টেমে নিয়ন্ত্রণ এবং স্বয়ংক্রিয়তা আনে, যা উৎপাদনশীলতা এবং দক্ষতা বৃদ্ধি করে। শিল্পের বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় অ্যাকচুয়েটরের কার্যকলাপ ও ভূমিকা বিশদভাবে ব্যাখ্যা করা হয়েছে নিচে:

অ্যাকচুয়েটরের ফাংশন, ভূমিকা ও উদাহরণ	প্রক্রিয়ার নাম ও ছবি
ফাংশন: অ্যাকচুয়েটরগুলি সেন্সর থেকে পাওয়া সিগন্যাল অনুযায়ী প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ, তাপমাত্রা, চাপ, বা স্তরের পরিবর্তনের উপর ভিত্তি করে অ্যাকচুয়েটর গুলি একটি নির্দিষ্ট ব্যবস্থা বা যন্ত্রপাতি চালনা করে। **ভূমিকা:** এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে সিস্টেমের পরিবেশ বা কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণ করে এবং নির্দিষ্ট পরামিতি অনুযায়ী সঠিক অবস্থায় প্রক্রিয়া চালায়। **উদাহরণ:** তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় বৈদ্যুতিক বা পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর গুলি থার্মোস্ট্যাটকে নিয়ন্ত্রণ করে।	**প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ (Process Control)** 

ফাংশন: অ্যাকচুয়েটররা যেকোনো ধরনের মেকানিক্যাল মুভমেন্ট সৃষ্টি করে, যেমন লিনিয়ার বা রোটারি গতি।
ভূমিকা: এটি যন্ত্রপাতির অংশ যেমন ভ্যালভ, সিলিন্ডার, রোবটিক আর্ম, কনভেয়ার বেল্ট ইত্যাদি চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।
উদাহরণ: একটি পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর প্রভাবিত করে একটি রোবট আর্মের গতি এবং সিলিন্ডারগুলির লিনিয়ার গতির পরিচালনা।

মেকানিক্যাল মুভমেন্ট (Mechanical Movement)



ফাংশন: অ্যাকচুয়েটরগুলি শিল্পে স্বয়ংক্রিয়তা আনে। তাদের মাধ্যমে প্রক্রিয়া এবং মেশিনের কাজ একাধিকবার এবং নির্দিষ্ট সময় অনুযায়ী করা হয়, যা মানুষের ম্যানুয়াল কাজের তুলনায় অনেক দ্রুত এবং সঠিক।
ভূমিকা: স্বয়ংক্রিয় সিস্টেমের অংশ হিসেবে অ্যাকচুয়েটর উৎপাদন প্রক্রিয়ার গতি বাড়ায়, খরচ কমায় এবং ত্রুটির হার কমিয়ে আনে।
উদাহরণ: উৎপাদন লাইনে পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর বিভিন্ন ধরনের পণ্যকে সঠিকভাবে সরানোর কাজ করে, যাতে উৎপাদন প্রক্রিয়া দ্রুত এবং সঠিকভাবে সম্পন্ন হয়।

স্বয়ংক্রিয়তা এবং উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি (Automation and Productivity Enhancement):



ফাংশন: অ্যাকচুয়েটরগুলি সিস্টেমের সুরক্ষা এবং নিরাপত্তা ব্যবস্থায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এটি ত্রুটি বা বিপদজনক অবস্থার ক্ষেত্রে স্বয়ংক্রিয়ভাবে সিস্টেম বন্ধ করে দেয়।

ভূমিকা: এটি শিল্পযন্ত্রপাতির সুরক্ষা নিশ্চিত করে এবং অতিরিক্ত চাপ বা তাপমাত্রার কারণে দুর্ঘটনা থেকে রক্ষা করে।

উদাহরণ: একটি হাইড্রোলিক সিস্টেমের নিরাপত্তা সোলিনয়েড বা পনুম্যাটিক সিস্টেমের মাধ্যমে অতিরিক্ত চাপ বা তাপমাত্রা বৃদ্ধি হলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে সিস্টেম বন্ধ হয়।

নিরাপত্তা এবং সুরক্ষা (Safety and Security)



ফাংশন: অ্যাকচুয়েটরগুলি মেশিন বা সিস্টেমের কার্যক্ষমতা পর্যালোচনা করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সিস্টেমের স্থিতি নির্ধারণে সহায়তা করে এবং সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা নিশ্চিত করে।

ভূমিকা: টেস্টিং বা পরীক্ষার সিস্টেমে ব্যবহৃত অ্যাকচুয়েটরগুলি নির্ভুল ফলাফল নিশ্চিত করতে সাহায্য করে এবং পরবর্তী পদক্ষেপগুলি পরিকল্পনা করতে সহায়তা করে।

উদাহরণ: সেন্সর থেকে প্রাপ্ত সিগন্যালের ভিত্তিতে একটি অ্যাকচুয়েটর সিস্টেমকে পরীক্ষা করার জন্য ব্যবহার করা হয়, যেমন ফ্লো রেট পরীক্ষার জন্য।

টেস্টিং এবং ডায়াগনস্টিকস (Testing and Diagnostics)



ফাংশন: রোবটিক সিস্টেমে অ্যাকচুয়েটরগুলি রোবট আর্ম, পাখনা বা অন্যান্য যান্ত্রিক অংশের গতি সৃষ্টি করে। এটি রোবটের পরিবেশের সঙ্গে ইন্টারঅ্যাকশন এবং কাজের গতি নিয়ন্ত্রণ করতে সাহায্য করে।

ভূমিকা: এটি রোবটকে নির্দিষ্ট কাজ বা প্রক্রিয়া সম্পাদন করতে সহায়তা করে, যেমন প্যাকেজিং, মেটাল কাটিং, বা কন্ট্রোল ফাংশন।

উদাহরণ: একটি রোবটিক আর্মে পনুম্যাটিক বা বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটরগুলি ব্যবহৃত হয়, যা রোবটকে কাজ করার জন্য বিভিন্ন গতির প্রক্রিয়া দেয়।

রোবোটিক সিস্টেমে ব্যবহৃত অ্যাকচুয়েটর (Actuators in Robotic Systems)



অ্যাকচুয়েটরগুলি শিল্প ব্যবস্থার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্র। তারা সিস্টেমের কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণ করে, মেকানিক্যাল মুভমেন্ট তৈরি করে, উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি করে, নিরাপত্তা নিশ্চিত করে, এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে কাজের প্রক্রিয়া সম্পাদন করতে সহায়তা করে। অ্যাকচুয়েটরের কার্যকলাপ এবং ভূমিকা প্রতিটি শিল্প সিস্টেমে অনস্বীকার্য, এবং এর সঠিক ব্যবহার ও রক্ষণাবেক্ষণ শিল্পের কার্যকারিতা ও দক্ষতা বৃদ্ধি করতে সহায়ক।

শিল্প অ্যাকচুয়েটরের ব্যবহার ব্যাখ্যা:

অ্যাকচুয়েটরগুলি শিল্প ব্যবস্থায় অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। তারা সেন্সর থেকে প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়। বিভিন্ন অ্যাকচুয়েটরের বিভিন্ন ধরনের ব্যবহার রয়েছে, যা তাদের নির্দিষ্ট কাজের জন্য অত্যন্ত উপযোগী করে তোলে। নিচে শিল্প অ্যাকচুয়েটরের প্রধান কিছু ব্যবহার তুলে ধরা হয়েছে:

১. প্রসেস কন্ট্রোল (Process Control):

ব্যবহার: অ্যাকচুয়েটরগুলি শিল্প প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন প্যারামিটার যেমন তাপমাত্রা, চাপ, স্তর, গতি ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ, একটি হিটিং সিস্টেমে তাপমাত্রা নির্ধারণ করতে অ্যাকচুয়েটর ব্যবহৃত হয়, যেখানে তাপমাত্রার তারতম্য অনুসারে অ্যাকচুয়েটর তাপ উৎপাদক বা কুলিং সিস্টেম চালু বা বন্ধ করে।

অ্যাকচুয়েটরের ধরণ: বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর, পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর, হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর।

উদাহরণ: তাপমাত্রা কন্ট্রোল সিস্টেমে একটি বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর হিটিং বা কুলিং সিস্টেমে পাম্প চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

২. রোবোটিক সিস্টেমে ব্যবহৃত অ্যাকচুয়েটর (Actuators in Robotic Systems):

ব্যবহার: রোবটিক সিস্টেমে অ্যাকচুয়েটরগুলি রোবটের আর্ম, হাত, পা বা অন্যান্য মেকানিক্যাল অংশের গতি সৃষ্টির জন্য ব্যবহৃত হয়। এই অ্যাকচুয়েটরগুলি রোবটের কাজের দক্ষতা ও গতির উপর নিয়ন্ত্রণ প্রদান করে।

অ্যাকচুয়েটরের ধরণ: বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর, পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর।

উদাহরণ: একটি রোবটিক আর্মে পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করা হয়, যা নির্দিষ্ট গতি ও অবস্থান নিশ্চিত করে।

৩. অটোমেটেড ম্যানুফ্যাকচারিং (Automated Manufacturing):

ব্যবহার: অ্যাকচুয়েটরগুলি স্বয়ংক্রিয় উৎপাদন প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়। এটি উৎপাদন লাইনে বিভিন্ন ধরনের যন্ত্রপাতি চালনা করে এবং উৎপাদন প্রক্রিয়ার গতি ও সঠিকতা নিশ্চিত করে।

অ্যাকচুয়েটরের ধরণ: পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর, হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর, বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর।

উদাহরণ: প্যাকেজিং লাইনে পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর বিভিন্ন প্যাকেজিং উপকরণ এবং কনভেয়ার বেল্ট পরিচালনা করে, যা পণ্য দ্রুত ও সঠিকভাবে প্রস্তুত করতে সহায়তা করে।

৪. হাইড্রোলিক সিস্টেমে ব্যবহৃত অ্যাকচুয়েটর (Actuators in Hydraulic Systems):

ব্যবহার: হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরগুলি অত্যন্ত শক্তিশালী এবং ভারী যন্ত্রপাতিতে ব্যবহৃত হয়। এগুলি চাপ বা শক্তি প্রয়োগের মাধ্যমে লিনিয়ার বা রোটারি মুভমেন্ট তৈরি করে।

অ্যাকচুয়েটরের ধরণ: হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর।

উদাহরণ: নির্মাণ যন্ত্রপাতি যেমন বুলডোজার বা ক্রেনের হাইড্রোলিক সিস্টেমে অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করা হয়।

৫. মাইক্রোপ্রসেসর নিয়ন্ত্রিত সিস্টেম (Microprocessor-Controlled Systems):

ব্যবহার: মাইক্রোপ্রসেসর বা কম্পিউটার নিয়ন্ত্রিত সিস্টেমে অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করা হয় যাতে সিস্টেমের অবস্থা বা কার্যক্রম সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

অ্যাকচুয়েটরের ধরণ: বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর, পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর।

উদাহরণ: অটোমেটেড ইন্ডাস্ট্রিয়াল সিস্টেমে বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করা হয় যেগুলি সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের মধ্যে যোগাযোগ এবং কাজের প্রসেস নিয়ন্ত্রণ করে।

৬. গ্যাস বা তরল লেভেল কন্ট্রোল (Gas or Liquid Level Control):

ব্যবহার: অ্যাকচুয়েটরগুলি গ্যাস বা তরলের স্তরের পরিবর্তন নিরীক্ষণ এবং নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়। এই ধরনের সিস্টেমে ব্যবহৃত অ্যাকচুয়েটরগুলি সিস্টেমের ভিতরের তরল বা গ্যাসের স্তর নিয়ন্ত্রণ করে।

অ্যাকচুয়েটরের ধরণ: পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর, বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর।

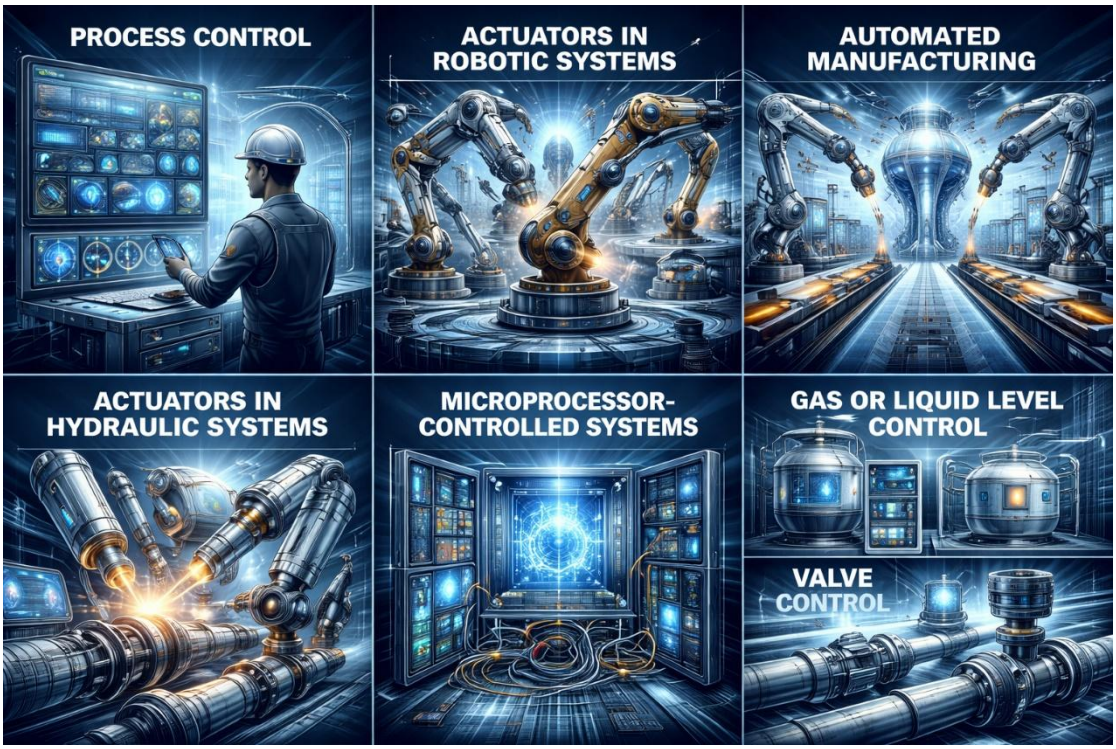
উদাহরণ: একটি ওয়াটার ট্যাঙ্কে তরলের স্তরের নিয়ন্ত্রণে পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করা হয়।

৭. ভ্যালভ কন্ট্রোল (Valve Control):

ব্যবহার: অ্যাকচুয়েটরগুলি ভ্যালভ নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়, যেমন গ্যাস, পানি বা অন্যান্য তরল প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা। এটি সিস্টেমের গতি ও চাপ নিয়ন্ত্রণ করতে সহায়তা করে।

অ্যাকচুয়েটরের ধরণ: বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর, পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর।

উদাহরণ: গ্যাস সিস্টেমে ভ্যালভ খোলার জন্য পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করা হয়।



শিল্প অ্যাকচুয়েটরগুলি বিভিন্ন প্রক্রিয়া, সিস্টেম এবং যন্ত্রপাতির কার্যকলাপ নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়। তারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে এবং দক্ষভাবে কাজ করে, যা উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি করে, খরচ কমায় এবং মানুষের ম্যানুয়াল কাজের প্রয়োজনীয়তা কমায়। অ্যাকচুয়েটরের প্রতিটি ধরন ও প্রয়োগের নির্দিষ্ট শিল্প প্রয়োগের জন্য উপযুক্ত এবং শিল্পের বিভিন্ন খাতে কার্যকারিতা এবং সুরক্ষা নিশ্চিত করে।

সেলফ চেক (Self-check)-৩.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. অ্যাকচুয়েটরের কয়টি ধরন রয়েছে? তাদের ব্যাখ্যা করুন।
২. শিল্প অ্যাকচুয়েটরের শ্রেণীবিভাগ কী কী?
৩. শিল্প অ্যাপ্লিকেশনের মধ্যে অ্যাকচুয়েটরের ভূমিকা কী?
৪. শিল্প অ্যাকচুয়েটর কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key)- ৩.২

১. অ্যাকচুয়েটরের প্রধান ধরনগুলি হল:
- **ইলেকট্রিক্যাল অ্যাকচুয়েটর:** বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে যান্ত্রিক আন্দোলন তৈরি করে। যেমন: কপ্যাসিটিভ অ্যাকচুয়েটর।
- **হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর:** তরল চাপের মাধ্যমে আন্দোলন সৃষ্টি করে। যেমন: Hydraulic cylinders।
- **নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর:** চাপযুক্ত গ্যাস বা বাতাস ব্যবহার করে আন্দোলন তৈরি করে। যেমন: পিস্টন মুভমেন্ট।
- **মেকানিক্যাল অ্যাকচুয়েটর:** সরাসরি যান্ত্রিক শক্তি ব্যবহার করে। যেমন: গিয়ার, ক্যাম, অথবা লিভার মেকানিজম।

২. শিল্প অ্যাকচুয়েটরের প্রধান শ্রেণীবিভাগগুলি হল:
- **অ্যাপ্লিকেশন অনুযায়ী:** উদাহরণস্বরূপ, রোবোটিক অ্যাকচুয়েটর, থার্মোস্ট্যাটিক অ্যাকচুয়েটর, বা পাম্প সিস্টেমে ব্যবহৃত অ্যাকচুয়েটর।
- **শক্তি সরবরাহের মাধ্যমে:** বৈদ্যুতিক, হাইড্রোলিক, এবং নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর।
- **যান্ত্রিক গঠন অনুযায়ী:** সিলিন্ডার টাইপ, রটার বা লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর।

৩. শিল্প অ্যাকচুয়েটররা যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন করতে ব্যবহৃত হয় এবং বিভিন্ন ধরনের যন্ত্রপাতি বা মেশিনে তাদের কার্যকরী ভূমিকা থাকে। এটি স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ সিস্টেমে ব্যবহৃত হয় যেমন:
- **অটোমেটেড মেশিনে:** মেশিনের বিভিন্ন অংশের গতি নিয়ন্ত্রণ।
- **রোবোটিক সিস্টেমে:** রোবটের আঙ্গুল বা হাতের চলন।

৪. **প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণে:** যেমন থার্মোস্ট্যাট বা ফ্লো কন্ট্রোলের জন্য।
শিল্প অ্যাকচুয়েটর বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় যেমন:
- **রোবটিকস:** অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করে রোবটের হাত বা আঙ্গুল নিয়ন্ত্রণ।
- **অটোমেশন:** উৎপাদন লাইন, গেট, দরজা, ইত্যাদির নিয়ন্ত্রণ।
- **থার্মোস্ট্যাট এবং হিটার কন্ট্রোল:** তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ:** যেমন পানির ফ্লো নিয়ন্ত্রণ, ভ্যাকুয়াম পাম্প নিয়ন্ত্রণ, ইত্যাদি।
- **যান্ত্রিক সিস্টেমে:** ভারী মেশিনের চলাচল এবং কাজের জন্য ব্যবহার করা হয়।

জব শিট (Job Sheet)- ৩.২

জবের নাম: শিল্পপ্রযুক্তিতে অ্যাকচুয়েটরের কার্য ও ভূমিকা বিবরণ করা।

কাজের ধাপসমূহ (Steps of Work):

১. অ্যাকচুয়েটর কী এবং এর মৌলিক কার্যাবলী সম্পর্কে জানুন।
২. বিভিন্ন প্রকার অ্যাকচুয়েটরের মধ্যে পার্থক্য বুঝুন (যেমন: বৈদ্যুতিক, পনপন, হাইড্রোলিক, ইত্যাদি)।
৩. অ্যাকচুয়েটরের শক্তি প্রয়োগের ধারণা শিখুন (যেমন: বৈদ্যুতিক শক্তি, পাম্প বা পনপন শক্তি)।
৪. এটি কিভাবে একটি সিস্টেমের চলমান অংশকে নিয়ন্ত্রণ করে, তা বুঝুন।
৫. শিল্পক্ষেত্রে অ্যাকচুয়েটরের ব্যবহার এবং এর গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা ব্যাখ্যা করুন।
৬. অ্যাকচুয়েটর কীভাবে উৎপাদন, প্রকৌশল, এবং যান্ত্রিক সরঞ্জামের কার্যকরীতা উন্নত করে, তা ব্যাখ্যা করুন।
৭. অ্যাকচুয়েটর ব্যবহারের সময় নিরাপত্তা নির্দেশিকা অনুসরণ করুন এবং সতর্কতা অবলম্বন করুন।

সতর্কতা (Precautions):

- কাজ করার সময় সব সময় সাবধানে এবং মনোযোগ সহকারে কাজ করুন।
- অ্যাকচুয়েটরগুলি শক্তিশালী যন্ত্র, তাই তাদের সঠিকভাবে ইনস্টল এবং পরিচালনা করুন।
- হাইড্রোলিক বা পনপন অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করার সময় গরম বা চাপযুক্ত অংশে হাত দিবেন না।
- অ্যাকচুয়েটর থেকে কোনো ধরনের লিকেজ বা ডিফেক্ট দেখতে পেলে সাথে সাথে মেরামত করুন।
- যেকোনো প্রযুক্তিগত সমস্যা হলে, দক্ষ প্রযুক্তিবিদের সাহায্য নিন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet)-৩.২

জবের নাম: শিল্পপ্রযুক্তিতে অ্যাকচুয়েটরের কার্য ও ভূমিকা বিবরণ করতে পারবে।

প্রয়োজনীয় PPE:

- **হেলমেট:** মাথা সুরক্ষিত রাখতে।
- **গ্লাভস:** হাতের সুরক্ষা এবং সঠিক যন্ত্রপাতি পরিচালনা করার জন্য।
- **সুরক্ষা চশমা:** চোখের সুরক্ষা।
- **স্টিল টু এবং সুরক্ষিত জুতো:** পা সুরক্ষিত রাখতে এবং ভারী যন্ত্রপাতি থেকে সুরক্ষা।
- **শরীরিক সুরক্ষা পোশাক:** শ্রমিকদের সুরক্ষার জন্য সঠিক পোশাক পরিধান করুন।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

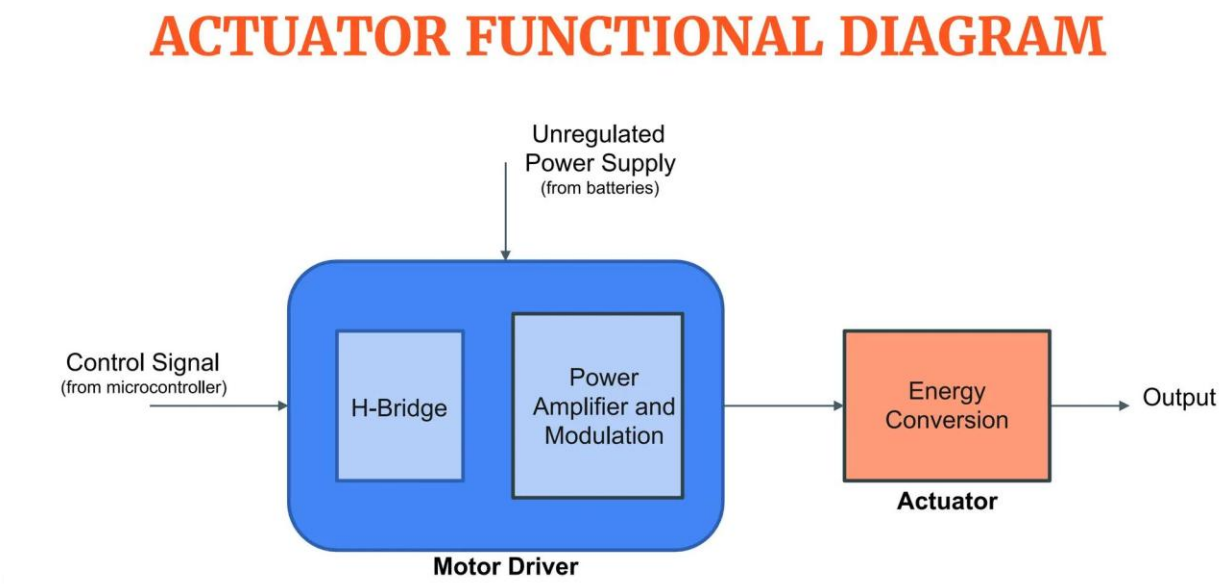
- **হাইড্রোলিক পাম্প এবং সিস্টেম** (যদি হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করা হয়)।
- **বৈদ্যুতিক মোটর এবং কন্ট্রোল সিস্টেম** (যদি বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করা হয়)।
- **কী টুলস**: স্ক্রু ড্রাইভার, রেঞ্চ, প্লায়ার ইত্যাদি।
- **পাইপলাইন এবং ফিটিংস**: জল এবং তরল লাইন সঠিকভাবে সংযোগ করার জন্য।

- **কানেক্টর ও সেন্সর**: অ্যাকচুয়েটর সিস্টেমের সঠিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করার জন্য।
- **টেস্টিং ডিভাইস**: সিস্টেমের কার্যক্ষমতা পরীক্ষার জন্য।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- অ্যাকচুয়েটর (হাইড্রোলিক, বৈদ্যুতিক, বা পনপন)।
- ইলেকট্রিক্যাল কেবেল এবং কানেক্টর।
- ফ্লুইড (যদি হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর ব্যবহৃত হয়)।
- পাম্প এবং মোটর।
- ভ্যালভ এবং অন্যান্য নিয়ন্ত্রণ উপকরণ।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৩.৩

শিখন ফল-৩: অ্যাপ্লিকেশন এবং উপাদান গুণাবলীর উপর ভিত্তি করে সেন্সর নির্বাচন করতে পারবে।

উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজনীয়তা বিশ্লেষণ করা এবং উপযুক্ত সেন্সরের ধরণ নির্ধারণ
- প্রাসঙ্গিক উপাদান গুণাবলী এবং পৃষ্ঠের বৈশিষ্ট্য চিহ্নিতকরণ
- সেন্সরের স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা করা এবং অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজনের সাথে মেলানো
- উপাদান গুণাবলী এবং পরিচালন শর্তাবলীর উপর ভিত্তি করে সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন
- সেন্সরের সামঞ্জস্য এবং নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করতে ইনস্টলেশন এবং পরিচালনা পরিবেশের সীমাবদ্ধতা মূল্যায়ন

(ক) অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজনীয়তা বিশ্লেষণ করা এবং উপযুক্ত সেন্সরের ধরণ নির্ধারণঃ

সেন্সর নির্বাচন করার প্রক্রিয়া একাধিক পদক্ষেপের উপর নির্ভরশীল, যা ঠিকমত কার্যকরভাবে কাজ করার জন্য উপযুক্ত সেন্সর নির্বাচন করতে সহায়ক হয়।

বিশদ বর্ণনা:

১. প্রথমে আবেদনটির প্রয়োজনীয়তা চিহ্নিত করা:

- কোনো শিল্প বা উৎপাদন ব্যবস্থায় সেন্সরের ব্যবহারকে সমর্থন করতে, প্রথমে **আবেদনের প্রাথমিক প্রয়োজনীয়তা** চিহ্নিত করতে হবে।
- যেমন, কোন ধরনের পরিমাপ করতে হবে (তাপমাত্রা, চাপ, গতি, বা দূরত্ব)?
- সেন্সরের উদ্দেশ্য কী হবে (পর্যবেক্ষণ, নিয়ন্ত্রণ, সিগন্যাল ট্রান্সমিশন)?

২. অর্থপূর্ণ তথ্য সংগ্রহ:

- আবেদনটি কী ধরনের পরিবেশে কাজ করবে (উচ্চ তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, রকমের কেমিক্যাল)?
- সেন্সরের অক্ষাংশ, উচ্চতা, বা কোনো কঠিন উপাদান থেকে সংক্রমণের সম্ভাবনা সম্পর্কে পূর্ব ধারণা থাকতে হবে।
- সেন্সরের **রেঞ্জ** (সীমা) এবং সঠিকতার মান নির্ধারণ করা, যাতে সঠিক সিগন্যাল পাওয়া যায়।

৩. উপাদান বৈশিষ্ট্য অনুসারে সেন্সর নির্বাচন:

- সেন্সরটি যে উপাদান বা পদার্থের সঙ্গে যোগাযোগ করবে (যেমন: তরল, গ্যাস, কঠিন) তার ভিত্তিতে নির্বাচন করা প্রয়োজন।
- এর ফলে, সেন্সরের **সামগ্রী, প্রতিক্রিয়া** এবং স্থায়িত্ব বুঝতে সহায়তা হয়। যেমন, গ্যাস সেন্সর এবং তরল সেন্সরের মধ্যে পার্থক্য।
- উদাহরণস্বরূপ, **আবেশ সন্নিবেশের মাধ্যমে** সেন্সর নির্বাচনের ক্ষেত্রে সেন্সরের অ্যালোমিনিয়াম বা স্টেইনলেস স্টিলের গঠন খেয়াল রাখা গুরুত্বপূর্ণ।

৪. রেসপন্স টাইম এবং সেন্সর প্রকার নির্বাচন:

- সেন্সরের রেসপন্স টাইম এবং সেন্সর প্রকারের উপর নির্ভর করে, সেন্সরটির নির্ভুলতা এবং তার দ্রুত সাড়া দেওয়ার ক্ষমতা।
- বিভিন্ন প্রকার সেন্সর, যেমন **পীযোজোইলেকট্রিক সেন্সর** বা **অপটিক্যাল সেন্সর**, নির্দিষ্ট কাজের জন্য উপযুক্ত হতে পারে।

৫. সেন্সরের স্থিতিশীলতা এবং দীর্ঘমেয়াদী কার্যকারিতা:

- সেন্সরটি যতটা সম্ভব স্থিতিশীল এবং দীর্ঘমেয়াদী কার্যকরী হওয়া উচিত। তাই সেন্সরের উপাদান, বিল্ড কোয়ালিটি এবং অন্যান্য বৈশিষ্ট্য যাচাই করা জরুরি।

৬. নিরাপত্তা এবং বর্জ্য মুক্ততার জন্য যাচাই:

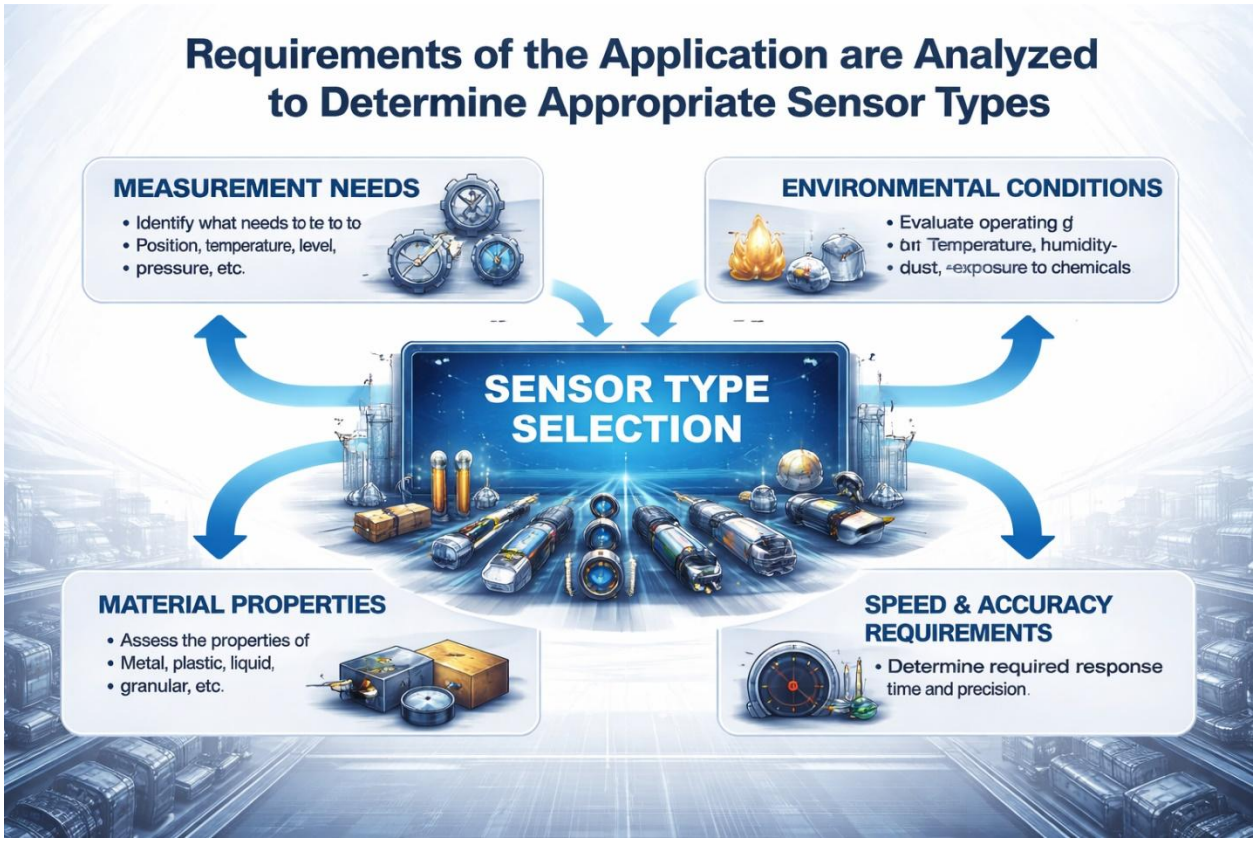
- সেন্সরটি **নিরাপত্তা** এবং **বর্জ্য মুক্ত** (environmentally friendly) হওয়া উচিত, যা মানবদেহ এবং পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর না হয়। এটি শিল্পে নিরাপদ ব্যবহারের জন্য অপরিহার্য।

৭. ফলস্বরূপ: উপযুক্ত সেন্সর প্রকার নির্ধারণ:

- এই সমস্ত বিশ্লেষণের পর উপযুক্ত সেন্সর প্রকার নির্বাচন করা হয়, যা আবেদনটির জন্য যথাযথ। এভাবে সেন্সরের বৈশিষ্ট্যগুলি সঠিকভাবে মেলে এবং উৎপাদন বা শিল্প কাজের নির্ভুলতা বজায় থাকে।

উদাহরণ:

- **তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ**: যদি আবেদনে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন হয়, তাহলে **থার্মোকাপল বা রেজিস্ট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টর (RTD)** নির্বাচন করা যেতে পারে।
- **চাপ পরিমাপ**: চাপ নির্ধারণের জন্য **পিআইজি বা সিলিকন চাপ সেন্সর** ব্যবহার করা যেতে পারে।
- **গতি পরিমাপ**: গতি পরিমাপের জন্য **রোটারি এনকোডার বা হোল সেন্সর** ব্যবহার করা হতে পারে।



(খ) প্রাসঙ্গিক উপাদান গুণাবলী এবং পৃষ্ঠের বৈশিষ্ট্য চিহ্নিত করণঃ

সঠিক সেন্সর নির্বাচন নিশ্চিত করার জন্য, সেন্সরটির কার্যকারিতা এবং তার পরিবেশগত প্রতিক্রিয়া উপাদানের বৈশিষ্ট্য এবং পৃষ্ঠের গুণাবলীর উপর নির্ভর করে।

বিশদ বর্ণনা:

১. উপাদান বৈশিষ্ট্য কী?

- **উপাদান বৈশিষ্ট্য** বলতে বোঝায় সেই পদার্থের শারীরিক, রাসায়নিক এবং যান্ত্রিক গুণাবলী যা সেন্সরের কার্যকারিতা প্রভাবিত করতে পারে।
- যেমন, **তাপমাত্রা, চাপ, ভিজিবিলিটি, তীব্রতা**, বা **রহিতা (density)**-এ পার্থক্য থাকতে পারে।
- উদাহরণস্বরূপ, **তাপমাত্রা সেন্সর** নির্বাচন করার সময়, তা কতটুকু তাপমাত্রার পরিবর্তন নিতে পারবে এবং উপাদানটির তাপমাত্রা সহ্য ক্ষমতা কত, তা জানা গুরুত্বপূর্ণ।

২. পৃষ্ঠের গুণাবলী কী?

- **পৃষ্ঠের গুণাবলী** বলতে বুঝায় উপাদানের বাহ্যিক পৃষ্ঠের গঠন এবং তার সাথে সেন্সরের সম্পর্ক।
- **পৃষ্ঠের রুক্ষতা** (Surface Roughness), **আধুনিক আবরণ**, **লুব্রিকেশন স্তর**, **হাইড্রোফোবিক বা হাইড্রোফিলিক বৈশিষ্ট্য** এবং **বিষাক্ততা**- এসব গুণাবলী সেন্সরের সঠিক কার্যকারিতা প্রভাবিত করতে পারে।

- উদাহরণস্বরূপ, **অপটিক্যাল সেন্সর** এর কার্যকারিতা পৃষ্ঠের স্বচ্ছতা এবং রুক্ষতার উপর নির্ভরশীল। যদি পৃষ্ঠটি অতিরিক্ত রুক্ষ হয় বা ময়লা থাকে, তাহলে সেন্সর সঠিকভাবে কাজ নাও করতে পারে।

৩. উপাদান প্রকার অনুযায়ী সেন্সর নির্বাচন:

- **ধাতু, প্লাস্টিক, কাচ, গ্যাস, তরল, বা পাউডার**—প্রত্যেক উপাদানের ভিন্ন বৈশিষ্ট্য এবং এর পৃষ্ঠ গুণাবলী আলাদা।
- যেকোনো সেন্সর নির্বাচন করার আগে, তার পরিপূর্ণ বৈশিষ্ট্য এবং তার সঙ্গে যোগাযোগ করা উপাদানগুলোর প্রভাব বিশ্লেষণ করা জরুরি।
- যেমন, **রেডিয়েশন সেন্সর** ব্যবহার করতে হলে, **কাচ বা প্লাস্টিক** পৃষ্ঠ ব্যবহার করা যেতে পারে, কারণ এটি তাপ রশ্মি শোষণ করে এবং সেন্সর কাজের জন্য প্রয়োজনীয় তাপমাত্রা তৈরি করতে সহায়তা করে।

৪. রসায়নিক প্রতিক্রিয়া এবং উপাদান ধরণের প্রভাব:

- সেন্সরের উপাদান এবং পৃষ্ঠের বৈশিষ্ট্য যতটা সম্ভব রসায়নিক প্রতিক্রিয়া থেকে মুক্ত থাকতে হবে, যাতে সেন্সরের কার্যক্ষমতা এবং স্থায়িত্ব দীর্ঘস্থায়ী হয়।
- উদাহরণস্বরূপ, **সালফিউরিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে আসলে** ধাতব সেন্সরের পৃষ্ঠ ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে এবং **প্লাস্টিক সেন্সরের উপাদান** তাতে রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া দেখাতে পারে। তাই এই ধরনের পরিস্থিতিতে উপযুক্ত **কেমিক্যাল রেসিস্ট্যান্ট সেন্সর** নির্বাচন করতে হবে।

৫. আবহাওয়া এবং পরিবেশগত প্রভাব:

- পরিবেশগত গুণাবলী যেমন তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, এবং চাপ সেন্সরের কার্যকারিতায় প্রভাব ফেলতে পারে। এই কারণে, সেন্সরটি যে পরিবেশে ব্যবহার হবে, সেই অনুযায়ী উপাদান বৈশিষ্ট্য নির্বাচন করা গুরুত্বপূর্ণ।
- যেমন, **হাইড্রোলিক সেন্সর** বা **হ্যাজার্ডাস এরিয়া সেন্সর** প্রভাবিত হতে পারে জল বা আর্দ্রতার মাধ্যমে, তাই এর পৃষ্ঠের গুণাবলী বা আবরণ অতিরিক্ত সুরক্ষা প্রদান করতে হবে।

৬. গুণমান এবং স্থায়িত্ব:

- সেন্সরের দীর্ঘস্থায়ী কার্যক্ষমতা উপাদানের গুণমান এবং পৃষ্ঠের নির্ভরযোগ্যতার উপরও নির্ভরশীল।
- সেন্সরটিকে বিভিন্ন ধরণের ধূলা, আর্দ্রতা, বা রাসায়নিক উপাদান থেকে সুরক্ষিত রাখতে হবে যাতে তার ব্যবহৃত উপাদানটি টেকসই থাকে এবং সেন্সরের ভুল ফলাফল প্রদানের সম্ভাবনা কম থাকে।

৭. সেন্সর নির্বাচনের পরবর্তী পদক্ষেপ:

- উপাদানের বৈশিষ্ট্য এবং পৃষ্ঠ গুণাবলী যাচাই করার পর, সেগুলি সেন্সরের কার্যকরিতার জন্য উপযুক্ত কিনা তা নিশ্চিত করতে হবে।
- একে পরিপূর্ণভাবে পরীক্ষা করা হয় এবং ব্যবহারকারী নির্দিষ্ট সেন্সরটি আদর্শ হতে পারে কিনা, তার জন্য আরও বিশ্লেষণ করা হয়।

উদাহরণ:

- **হাইড্রোলিক সিস্টেম সেন্সর**: যখন একটি সেন্সর হাইড্রোলিক সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়, তখন এটি নির্ভরশীল হবে যে উপাদানটি কী ধরনের তরল ব্যবহার করছে এবং তরলটির ভিসকোসিটি বা চাপের সহ্যক্ষমতা কত। সেই অনুযায়ী সেন্সর নির্বাচন করা উচিত।
- **অপটিক্যাল সেন্সর**: অপটিক্যাল সেন্সরগুলো সাধারণত কাচের পৃষ্ঠে সবচেয়ে ভালো কাজ করে, কারণ কাচের পৃষ্ঠ সাধারণত মসৃণ থাকে এবং এর রিফ্লেকশন বা প্রতিফলন সহজে পরীক্ষা করা যায়।



(গ) সেন্সরের স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা করা এবং অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজনের সাথে মেলানো

এই ধাপে, সেন্সরের বৈশিষ্ট্য এবং আবেদনটির প্রয়োজনীয়তা বিশ্লেষণ করে উপযুক্ত সেন্সর চিহ্নিত করা হয়, যা কার্যকরীভাবে কাজ করতে সক্ষম।

বিশদ বর্ণনা:

১. সেন্সরের স্পেসিফিকেশন কী?

- সেন্সর স্পেসিফিকেশন বলতে বোঝায় সেন্সরের কারিগরি বৈশিষ্ট্য, ক্ষমতা এবং তার পারফরম্যান্স নির্ধারণকারী গুণাবলী। সেন্সরের স্পেসিফিকেশন সাধারণত সংজ্ঞায়িত করে তার রেঞ্জ, সঠিকতা, রেজোলিউশন, প্রতিক্রিয়া সময়, পাওয়ার কনজাম্পশন, আউটপুট সিগন্যাল টাইপ, স্থিতিশীলতা এবং অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ গুণাবলী।
- উদাহরণস্বরূপ, তাপমাত্রা সেন্সরের ক্ষেত্রে তার তাপমাত্রা পরিমাপের রেঞ্জ, সঠিকতা এবং প্রতিক্রিয়া সময় মূল স্পেসিফিকেশন হতে পারে।

সেন্সিটিভিটি (Sensitivity)

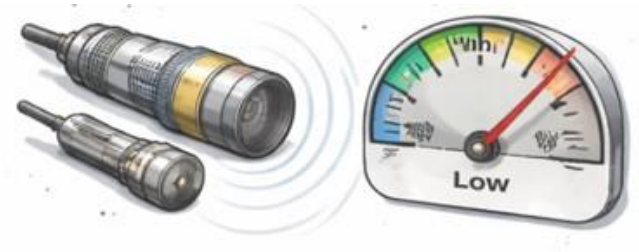
বর্ণনা: সেন্সিটিভিটি হলো সেন্সরের একটি বৈশিষ্ট্য যা নির্দেশ করে যে সেন্সরটি একটি নির্দিষ্ট পরিবেশগত বা শারীরিক পরিমাণের পরিবর্তন কতটা সঠিকভাবে অনুভব করতে পারে। এটি সেন্সরের একটি গুরুত্বপূর্ণ পরামিতি, কারণ এটি নির্ধারণ করে যে সেন্সরটি ছোট বা সূক্ষ্ম পরিবর্তন সঠিকভাবে সনাক্ত করতে সক্ষম কিনা।

ব্যবহার:

- **নির্ভুল পরিমাপ:** সেন্সিটিভিটি বেশি হলে সেন্সরটি ছোট বা অতি সূক্ষ্ম পরিবর্তনও সনাক্ত করতে পারে।
- **উদাহরণ:** একটি তাপমাত্রা সেন্সর যদি খুব বেশি সেন্সিটিভ হয়, তবে এটি খুবই ছোট তাপমাত্রার পার্থক্যও রেকর্ড করতে সক্ষম হবে।

উদাহরণ:

পনুম্যাটিক সেন্সর বা প্রোক্সিমিটি সেন্সর যেখানে সেন্সিটিভিটি ছোট বস্তু বা অবস্থান পরিবর্তনেও সিগন্যাল পাঠায়।



রেঞ্জ (Range)

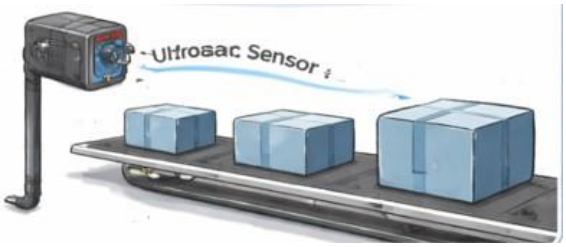
বর্ণনা: রেঞ্জ হলো সেই সীমা যার মধ্যে সেন্সরটি কার্যকরভাবে কাজ করতে পারে। এটি সেন্সরের পরিমাপের শীর্ষ সীমা (এটি সর্বাধিক মান) এবং ন্যূনতম সীমা (সর্বনিম্ন মান) নির্ধারণ করে। সেন্সরের রেঞ্জ সঠিকভাবে জানালে, আমরা জানতে পারি কোন পরিসরের মধ্যে সেন্সরটি কাজ করবে এবং কখন এটি সঠিকভাবে সিগন্যাল দিতে পারবে।

ব্যবহার:

- **পরিমাপের সীমা:** সেন্সরের রেঞ্জ যত বড়, তত বেশি পরিসরে এটি কাজ করতে সক্ষম। উদাহরণস্বরূপ, একটি চাপ সেন্সরের রেঞ্জ হল 0 থেকে 10 বার, এটি 0 থেকে 10 বার চাপের মধ্যে সঠিকভাবে কাজ করবে।
- **উদাহরণ:** একটি অ ultrasonic সেন্সর যেখানে তার রেঞ্জ দূরত্ব পরিমাপের জন্য নির্ধারিত থাকে।

উদাহরণ:

- উলট্রাসনিক সেন্সর যা একটি নির্দিষ্ট দূরত্ব পরিমাপ করতে সক্ষম, এবং সিস্টেমে তার সঠিক রেঞ্জ নির্ধারণ করা।



অ্যাকিউরেসি (Accuracy)

বর্ণনা: অ্যাকিউরেসি সেন্সরের সঠিকতা বা সঠিক পরিমাপ করার ক্ষমতা নির্দেশ করে। এটি সেন্সরের প্রদত্ত পরিমাপের সাথে প্রকৃত মানের মধ্যে পার্থক্য বা ত্রুটির পরিমাণ। সেন্সরের অ্যাকিউরেসি যত বেশি, তা তত বেশি সঠিক পরিমাপ প্রদান করে।

ব্যবহার:

- **উচ্চ সঠিকতা:** সেন্সরের সঠিকতা বেশি হলে তা বাস্তব পরিমাপের খুব কাছাকাছি ফলাফল প্রদান করবে।
- **উদাহরণ:** যদি একটি তাপমাত্রা সেন্সরের পরিমাপের ত্রুটি মাত্র $^{2}0.5\pm C$ হয়, তবে এর অ্যাকিউরেসি খুবই ভালো বলা যাবে।

উদাহরণ:

- একটি প্রেশার সেন্সর যা 5% ত্রুটি ছাড়াই সঠিক চাপ পরিমাপ করতে সক্ষম, এটি খুবই উচ্চ অ্যাকিউরেসি নির্দেশ করে।



এনভায়রনমেন্টাল সুইটেবিলিটি (Environmental Suitability)

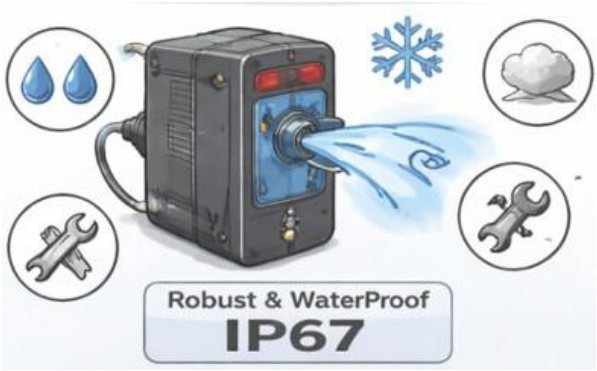
বর্ণনা: এনভায়রনমেন্টাল সুইটেবিলিটি সেন্সরের পরিবেশগত উপযুক্ততা বা বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ করে। এটি বলে দেয় যে সেন্সরটি কতটা পরিবেশগত অবস্থার মধ্যে কার্যকরভাবে কাজ করতে সক্ষম। সেন্সরটি যদি ধুলা, আর্দ্রতা, তাপমাত্রা বা অন্যান্য পরিবেশগত শর্তের পরিবর্তনে স্থিতিশীল থাকে, তবে তাকে পরিবেশগতভাবে উপযুক্ত বলা হয়।

ব্যবহার:

- **প্রকৃত পরিবেশে কাজের সক্ষমতা:** সেন্সরটি যদি শিল্পে ব্যবহার হয়, যেখানে তাপমাত্রা, আর্দ্রতা বা অন্যান্য পরিবেশগত পরিবর্তন থাকে, তবে সেন্সরটির পরিবেশগত উপযোগিতা গুরুত্বপূর্ণ।
- **উদাহরণ:** সেন্সরগুলির জন্য IP রেটিং (Ingress Protection) পরিমাপ করা হয় যা তাদের ধুলো বা জল প্রতিরোধের ক্ষমতা নির্দেশ করে।

উদাহরণ:

একটি সেন্সর যার IP67 রেটিং রয়েছে, তা জল এবং ধুলোর বিরুদ্ধে সুরক্ষিত, যা কঠিন পরিবেশে ব্যবহারের জন্য উপযুক্ত।



২. আবেদনের প্রয়োজনীয়তা কী?

- প্রতিটি শিল্প ও উৎপাদন ব্যবস্থায় ব্যবহৃত সেন্সরের প্রয়োজনীয়তা আলাদা হতে পারে, যেমন:
  - তাপমাত্রা সেন্সর প্রয়োজন হলে তার রেঞ্জ এবং সঠিকতা খুবই গুরুত্বপূর্ণ।
  - চাপ পরিমাপ করতে হলে সেন্সরের প্রতিরোধ ক্ষমতা এবং চাপ রেঞ্জ দেখতে হবে।
- সেন্সরটি সেই বিশেষ কাজে কার্যকরী হতে হবে যা অ্যাপ্লিকেশনটি করে। অর্থাৎ, সেন্সরটি যে পরিবেশে কাজ করবে (যেমন, তাপ, আর্দ্রতা, চাপ ইত্যাদি), সে অনুযায়ী তার স্পেসিফিকেশন হতে হবে।

৩. স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনার প্রক্রিয়া:

- ধাপে ধাপে পর্যালোচনা: প্রথমে সেন্সরের বিভিন্ন স্পেসিফিকেশন চিহ্নিত করতে হবে, যেমন:
  - রেঞ্জ: সেন্সরটি কতটুকু সীমায় পরিমাপ করতে পারে? (যেমন, তাপমাত্রার জন্য -৫০±C থেকে ১০০±C পর্যন্ত)
  - সঠিকতা: সেন্সরের পরিমাপের সঠিকতা কতটা? (যেমন, ²0.5±C)
  - প্রতিক্রিয়া সময়: সেন্সরটি কত দ্রুত পরিবর্তন সনাক্ত করতে পারে? (যেমন, ১ সেকেন্ড)
  - রেজোলিউশন: সেন্সর কত সূক্ষ্ম পরিবর্তন সনাক্ত করতে পারে?
- অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজন: সেন্সরের স্পেসিফিকেশনকে আবেদনটির প্রয়োজনীয়তার সাথে মেলাতে হবে। উদাহরণস্বরূপ:
  - যদি আবেদনটি অত্যন্ত সঠিক পরিমাপের প্রয়োজনীয়তা থাকে, তবে উচ্চ সঠিকতার সেন্সর নির্বাচন করতে হবে।
  - যদি সেন্সরের জন্য তীব্র পরিবেশের সহ্য ক্ষমতা দরকার হয় (যেমন: খুব বেশি তাপমাত্রা বা চাপ), তাহলে কড়া উপাদান এবং উচ্চ টেম্পারেচার সহনশীলতা সহ সেন্সর নির্বাচন করতে হবে।

৪. স্পেসিফিকেশন এবং অ্যাপ্লিকেশন মিলিয়ে পরীক্ষা করা:

- সেন্সরের স্পেসিফিকেশন এবং আবেদনটি পর্যালোচনা করার পর, টেস্টিং করতে হবে। সেন্সরের পারফরম্যান্স যাচাই করতে হবে এবং দেখতে হবে যে এটি আবেদনের প্রয়োজনীয়তা পূরণ করছে কি না।
- ভ্যালিডেশন: বাস্তব পরিস্থিতিতে সেন্সরের কার্যকারিতা পরীক্ষা করা উচিত, যাতে নিশ্চিত হওয়া যায় এটি নির্ধারিত সুনির্দিষ্ট কাজটি সঠিকভাবে করতে পারবে।

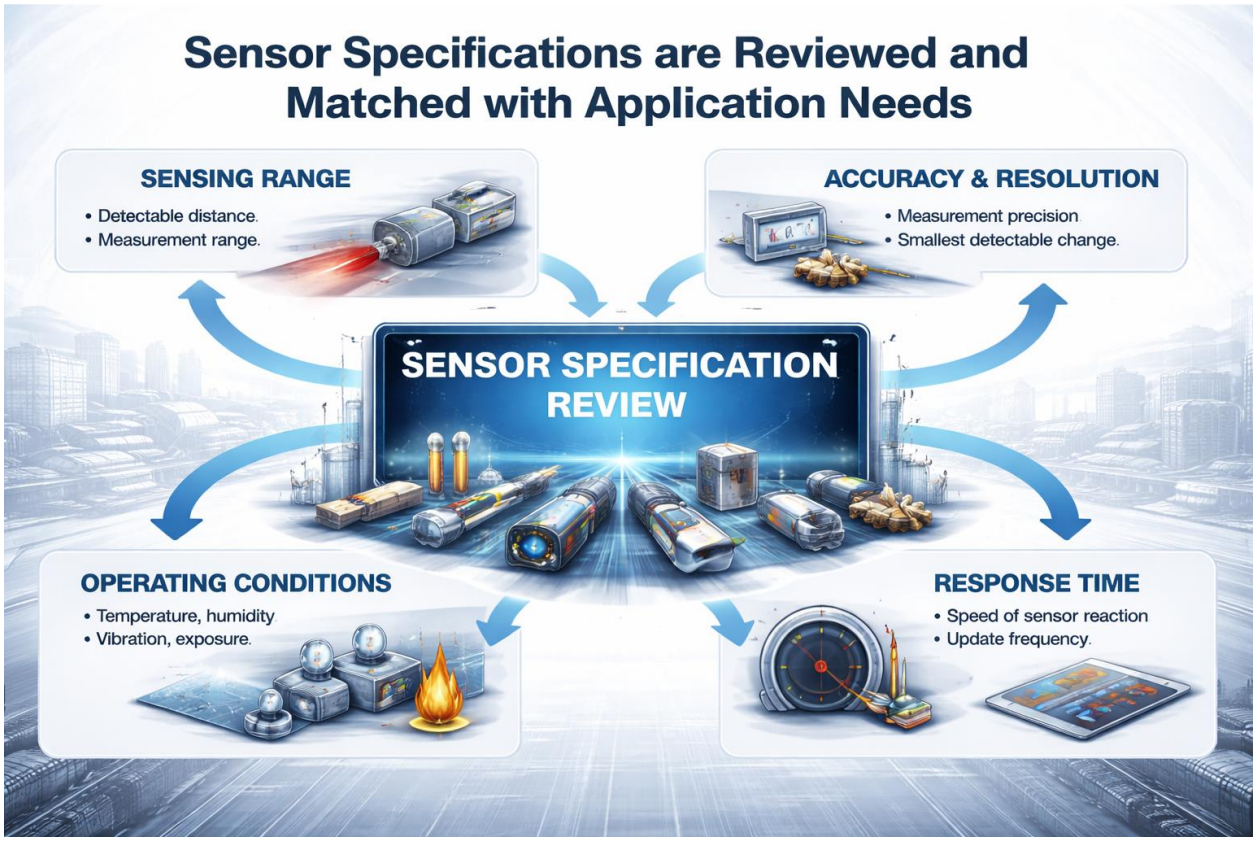
৫. উদাহরণ:

- তাপমাত্রা সেন্সর: যদি একটি তাপমাত্রা সেন্সর এমন একটি শিল্পে ব্যবহৃত হয় যেখানে তাপমাত্রা ১০০±C এর উপরে থাকে, তবে সেন্সরের রেঞ্জ ১০০±C থেকে ৩০০±C পর্যন্ত হওয়া উচিত, এবং এটি খুব উচ্চ সঠিকতা থাকতে হবে যাতে তাপমাত্রার ছোটো পরিবর্তনও সঠিকভাবে পরিমাপ করা যায়।
- চাপ সেন্সর: কোনো রাসায়নিক শিল্পে যদি চাপ সেন্সরের প্রয়োজন হয়, তবে সেন্সরের চাপ রেঞ্জ ০ থেকে ৫০০ বার হতে পারে, এবং এটি রুক্ষ পরিবেশে কাজ করতে সক্ষম হতে হবে।

৬. স্পেসিফিকেশন এবং অ্যাপ্লিকেশন মিলানোর প্রভাব:

- সেন্সরের স্পেসিফিকেশন এবং আবেদনটির সাথে সঠিক মিল নিশ্চিত করা সেন্সরের কার্যকারিতা এবং সঠিক ফলাফল নিশ্চিত করে।
- এর ফলে, সেন্সরের জীবনকাল বাড়ানো সম্ভব হয় এবং রক্ষণাবেক্ষণ খরচ কমে যায়।

সেন্সরের স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা করে এবং আবেদনটির প্রয়োজনীয়তা অনুসারে তা মেলানোর প্রক্রিয়া খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সেন্সরের সঠিক নির্বাচন নিশ্চিত করে যে, এটি উৎপাদন বা শিল্প ব্যবস্থায় দক্ষতার সাথে কাজ করবে এবং সঠিক তথ্য সরবরাহ করবে, যা নির্ভরযোগ্য এবং কার্যকর ফলাফল প্রদান করবে।



(ঘ) উপাদান বৈশিষ্ট্য এবং অপারেশনাল শর্তের ভিত্তিতে সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচনঃ

সেন্সরের প্রযুক্তি নির্বাচন করতে হবে সেই উপাদান এবং পরিবেশগত শর্তগুলির উপর ভিত্তি করে যেখানে সেন্সরটি কাজ করবে। সঠিক সেন্সর প্রযুক্তির নির্বাচন কাজের দক্ষতা এবং নির্ভুলতা নিশ্চিত করার জন্য অপরিহার্য।

বিশদ বর্ণনা:

১. সেন্সর প্রযুক্তি কী?

- সেন্সর প্রযুক্তি বলতে বোঝায় সেন্সর তৈরি এবং পরিচালনার জন্য ব্যবহৃত বৈজ্ঞানিক এবং প্রযুক্তিগত পদ্ধতি। এটি সেন্সরের ধরনের বৈশিষ্ট্য (যেমন: তাপমাত্রা, চাপ, দূরত্ব, গতি) এবং তার প্রক্রিয়াকরণ কৌশল নির্ধারণ করে।
- উদাহরণস্বরূপ, অপটিক্যাল সেন্সর, রেজিস্ট্যান্স সেন্সর, পীযোজোইলেকট্রিক সেন্সর, ক্যাপ্যাসিটিভ সেন্সর ইত্যাদি সেন্সর প্রযুক্তির উদাহরণ হতে পারে।

ইনডাকটিভ সেন্সর (Inductive Sensors)

বর্ণনা: ইনডাকটিভ সেন্সর একটি ধাতব বস্তু সনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়। এটি একটি বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে সৃষ্টির মাধ্যমে বস্তু সনাক্ত করে এবং যখন ধাতব বস্তু সেন্সরের কাছে আসে, তখন সেগুলির বৈদ্যুতিক পরিবাহিতা পরিবর্তিত হয়, যা সেন্সরটি সনাক্ত করে। এটি মূলত ধাতু সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় এবং যন্ত্রাংশ বা বস্তু খুব কাছাকাছি আসলে সিগন্যাল পাঠায়।

ব্যবহার:

- **ধাতব বস্তু সনাক্তকরণ:** এটি কনভেয়ার বেল্ট বা রোবটিক সিস্টেমে বস্তু সনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।
- **পরিচ্ছন্ন পরিবেশ:** ধাতব বস্তু সনাক্ত করার জন্য এটি ক্লিন রুমে ব্যবহৃত হয়, যেখানে ধূলা বা অন্যান্য উপাদান নেই।

সুবিধা:

- এটি অ-ধাতব বস্তু সনাক্ত করতে পারে না, তবে ধাতব বস্তু সনাক্ত করতে খুবই সঠিক।
- ধাতু সনাক্তকরণের ক্ষেত্রে অধিক নির্ভরযোগ্য।



ক্যাপাসিটিভ সেন্সর (Capacitive Sensors)

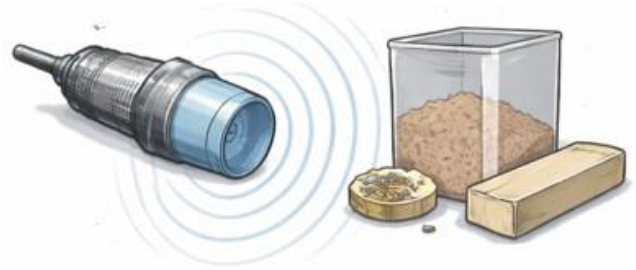
বর্ণনা: ক্যাপাসিটিভ সেন্সর পরিবেষ্টিত পরিবেশের পরিবাহী বা অ-পরিবাহী উপকরণের ওপর ভিত্তি করে কাজ করে। যখন কোনো বস্তু সেন্সরের কাছে আসে, তখন সেন্সরের মধ্যে বিদ্যুৎকেন্দ্রের পরিবেশ পরিবর্তিত হয়, যা সেন্সর সনাক্ত করতে পারে। এটি ধাতু এবং অ-ধাতু উভয় ধরনের বস্তু সনাক্ত করতে সক্ষম।

ব্যবহার:

- **পলিমার, জল, তেল, বা তরল সনাক্তকরণ:** ক্যাপাসিটিভ সেন্সর সাধারণত তরল বা অ-ধাতব পদার্থ সনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।
- **নির্বাচিত তরল স্তরের পর্যবেক্ষণ:** তরল স্তরের নিরীক্ষণে এটি বেশ কার্যকর।

সুবিধা:

- অ-ধাতু এবং ধাতু উভয়কে সনাক্ত করতে সক্ষম।
- তরল এবং প্লাস্টিক বস্তু সনাক্তে কার্যকর।



আল্ট্রাসনিক সেন্সর (Ultrasonic Sensors)

বর্ণনা: আল্ট্রাসনিক সেন্সর উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সি শব্দ তরঙ্গ ব্যবহার করে বস্তু সনাক্ত করতে সক্ষম। এটি শব্দ তরঙ্গ পাঠায় এবং বস্তু থেকে প্রতিফলিত হয়ে আসা তরঙ্গের সময় পরিমাপ করে দূরত্ব নির্ধারণ করে। এটি কোনো বস্তু বা পরিসরের মধ্যে দূরত্ব পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহার:

- **দূরত্ব পরিমাপ:** এটি গেজ বা লেভেল সিস্টেমে দূরত্ব বা উচ্চতা পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়।
- **বস্তু সনাক্তকরণ:** এটি কনভেয়র সিস্টেমে বস্তু সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় এবং যন্ত্রাংশ বা প্যাকেজের অবস্থান চিহ্নিত করতে সাহায্য করে।

সুবিধা:

- কোনো ধাতু বা অ-ধাতু সনাক্ত করতে সক্ষম।
- কনট্যাক্ট ছাড়াই খুব নির্ভুলভাবে পরিমাপ করতে পারে।



ফটোইলেকট্রিক সেন্সর (Photoelectric Sensors)

বর্ণনা: ফটোইলেকট্রিক সেন্সর আলো বা লাইটের পরিবর্তন সনাক্ত করে। এটি একটি আলো উৎস (যেমন, লেজার বা এলইডি) এবং একটি রিসিভার ব্যবহার করে। যখন বস্তু আলো রশ্মি ব্লক করে, তখন সেন্সর একটি সিগন্যাল পাঠায়। এটি অদৃশ্য লাইট রশ্মি বা দৃশ্যমান লাইট রশ্মি ব্যবহার করে কাজ করতে পারে।

ব্যবহার:

- **বস্তু সনাক্তকরণ:** এটি প্যাকেজিং, শিপিং, বা রোবোটিক অ্যাসেম্বলি লাইনে বস্তু সনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।
- **অটোমেশন সিস্টেমে কাজ:** সেন্সরটি যেকোনো যন্ত্র বা লাইন সিস্টেমে বস্তু সনাক্তকরণ এবং নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে।

সুবিধা:

- কোনো পরিবাহীর সংস্পর্শে আসার দরকার নেই, কাজটা দূরত্ব থেকে করা যায়।
- দ্রুত এবং সঠিক বস্তু সনাক্তকরণ নিশ্চিত করে।



২. উপাদান বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন:

উপাদান বৈশিষ্ট্য (Material Properties) সেন্সরের কাজের প্রভাব ফেলতে পারে। উপাদানের গঠন, তার তাপমাত্রা সহ্যক্ষমতা, আর্দ্রতা, ঘনত্ব, রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া এবং অন্যান্য শারীরিক বৈশিষ্ট্য সেন্সরের কার্যকারিতা নির্ধারণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

যেমন, হাইড্রোলিক বা পনপন সেন্সর নির্বাচন করার সময়, সেগুলোর ম্যাটেরিয়াল রেসিস্ট্যান্স, ভলিউমেট্রিক ফ্লো এবং প্রেসার রেঞ্জ মূল্যায়ন করতে হবে, যাতে সেগুলি যথাযথভাবে কাজ করতে পারে।

৩. অপারেশনাল শর্ত অনুযায়ী সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন:

অপারেশনাল শর্ত (Operational Conditions) হলো সেই শর্ত বা পরিবেশ যেখানে সেন্সরটি কাজ করবে। যেমন:

- তাপমাত্রা (High/Low Temperature)
- চাপ (Pressure)
- আর্দ্রতা (Humidity)
- রাসায়নিক পরিবেশ (Chemical Environment)
- কম্পন (Vibration)
- বিদ্যুৎ (Electromagnetic Interference)

এই শর্তগুলি সেন্সরের কার্যক্ষমতা এবং স্থায়িত্ব প্রভাবিত করে। তাই অপারেশনাল শর্তের ভিত্তিতে সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৪. সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন কিভাবে করা হয়?

সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন করার জন্য প্রথমে উপাদান বৈশিষ্ট্য এবং অপারেশনাল শর্ত বিশ্লেষণ করা হয়। তারপর, তার পরিপূর্ণতা, সঠিকতা এবং পরিবেশে উপযোগিতা পরীক্ষা করে নির্বাচন করা হয়।

সেন্সরের প্রযুক্তি নির্বাচন করার সময় কিছু গুরুত্বপূর্ণ বিষয় রয়েছে, যেমন:

- প্রতিক্রিয়া সময়: সেন্সরটি কতো দ্রুত সাড়া দেয়?
- সঠিকতা: সেন্সরটি কতটুকু নির্ভুল তথ্য দেয়?
- স্থিতিশীলতা: সেন্সর কতটুকু স্থিতিশীল এবং দীর্ঘস্থায়ী?
- পাওয়ার কনজাম্পশন: সেন্সরটি কতটুকু শক্তি ব্যবহার করে?
- রেঞ্জ: সেন্সরের পরিমাপের রেঞ্জ কতটা?

৫. বিভিন্ন সেন্সর প্রযুক্তির উদাহরণ:

তাপমাত্রা সেন্সর: যদি একটি সেন্সরকে উচ্চ তাপমাত্রায় কাজ করতে হয়, তবে থার্মোকাপল বা রেজিস্ট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টর (RTD) নির্বাচন করা হতে পারে, কারণ এগুলি উচ্চ তাপমাত্রা সহ্য করতে সক্ষম।

চাপ সেন্সর: যদি সেন্সরটি তীব্র চাপের মধ্যে কাজ করে, তাহলে পিজোইলেকট্রিক সেন্সর বা সিলিকন চাপ সেন্সর ব্যবহার করা যেতে পারে, কারণ এগুলি চাপের পরিবর্তন সঠিকভাবে সনাক্ত করতে সক্ষম।

অপটিক্যাল সেন্সর: যেখানে তীব্র আলো বা রাসায়নিক পরিবেশের উপস্থিতি রয়েছে, সেখানে লেজার সেন্সর বা ফটোডিটেকটর সেন্সর ব্যবহার করা যেতে পারে।

গ্যাস সেন্সর: যদি পরিবেশে কোনো গ্যাসের উপস্থিতি পরিমাপ করতে হয়, তবে গ্যাস সেন্সর ব্যবহার করা হতে পারে যা রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া বা ধোঁয়া শনাক্ত করতে পারে।

৬. স্পেসিফিক প্রযুক্তির নির্বাচন কিভাবে কার্যকরী হবে?

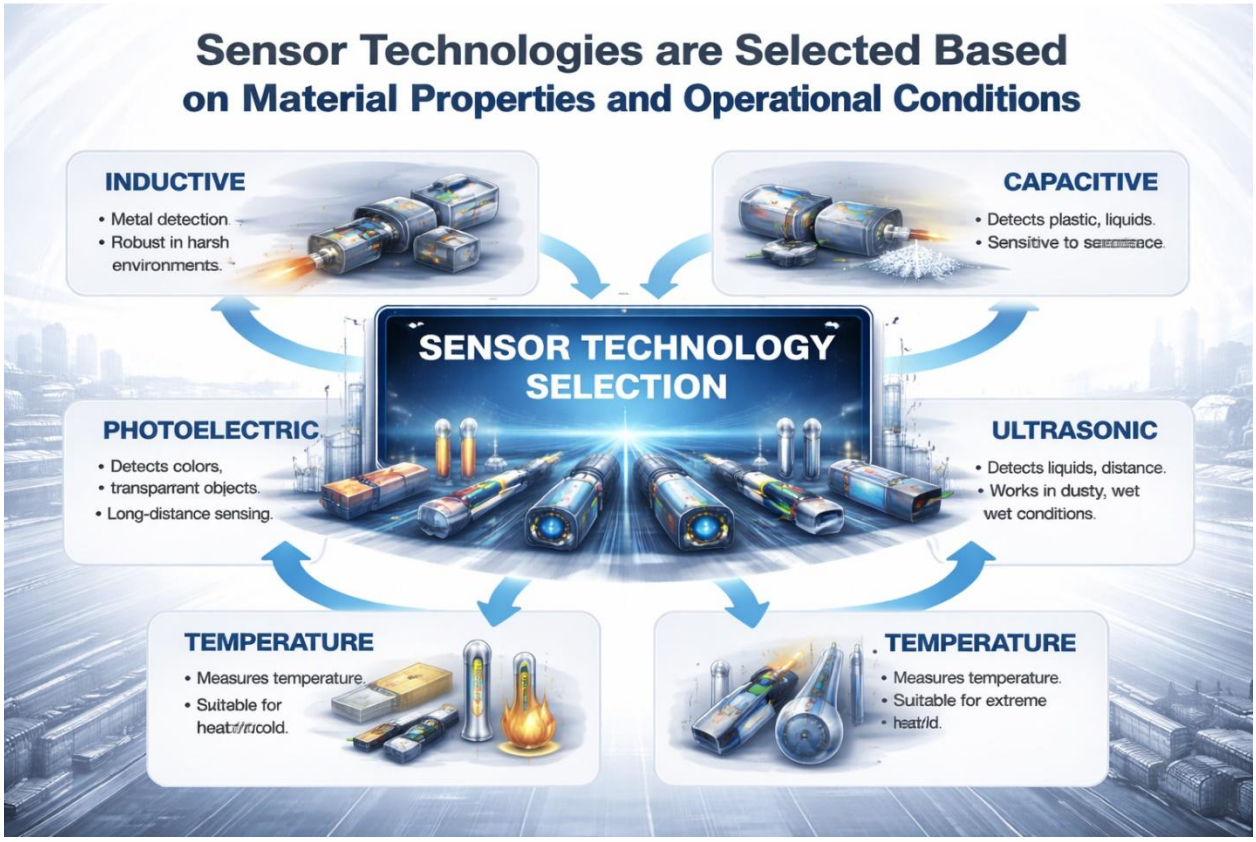
- এফেক্টিভিটি: নির্বাচিত সেন্সরটি ঐ নির্দিষ্ট কাজের জন্য কার্যকরী কি না, তা নিশ্চিত করতে হবে।
- লং-টার্ম ফাংশনালিটি: সেন্সরটির দীর্ঘমেয়াদী কার্যক্ষমতা ঠিকভাবে বজায় থাকে কিনা, তা পর্যালোচনা করতে হবে। সেন্সরের প্রযুক্তি যদি অপারেশনাল শর্তের সাথে মেলে, তবে তার কার্যক্ষমতা আরও দীর্ঘস্থায়ী হবে।

৭. উদাহরণ:

হাইড্রোলিক সিস্টেমে সেন্সর: যেখানে পানি বা তরল পদার্থ ব্যবহার হয়, সেখানে হাইড্রোলিক প্রেসার সেন্সর বা ফ্লো সেন্সর ব্যবহার করা যেতে পারে। এতে সেন্সরের প্রযুক্তি তরল পরিমাপের জন্য উপযুক্ত হবে।

তাপবিদ্যা সেন্সর: যেখানে অত্যন্ত তাপমাত্রা থাকা প্রয়োজন, সেখানে থার্মোকাপল প্রযুক্তি নির্বাচন করা যেতে পারে।

সঠিক সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন করা, যা উপাদানের বৈশিষ্ট্য এবং অপারেশনাল শর্তের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ, এটি সেন্সরের কার্যক্ষমতা, স্থায়িত্ব এবং দক্ষতা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে। এর মাধ্যমে শিল্প এবং উৎপাদন ব্যবস্থায় নিরাপত্তা, সঠিক পরিমাপ এবং সেরা ফলাফল অর্জন করা সম্ভব হয়।



ঙ) ইনস্টলেশন এবং অপারেটিং পরিবেশের সীমাবদ্ধতাগুলি মূল্যায়নের মাধ্যমে সেন্সরের সামঞ্জস্য এবং নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করা:

সেন্সরগুলো যাতে ঠিকমত কাজ করে এবং নির্ভুল তথ্য সরবরাহ করতে পারে, তার জন্য এটি অত্যন্ত প্রয়োজনীয় যে সেন্সরটি যে পরিবেশে কাজ করবে, সেই পরিবেশের সীমাবদ্ধতা ভালোভাবে মূল্যায়ন করা হয়।

বিশদ বর্ণনা:

১. ইনস্টলেশন এবং অপারেটিং পরিবেশের গুরুত্ব:

- সেন্সরগুলো সাধারণত বিভিন্ন শিল্প পরিবেশে ব্যবহার করা হয় যেখানে বিভিন্ন ধরণের **তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, চাপ**, বা **রাসায়নিক উপাদান** থাকতে পারে।
- **ইনস্টলেশন পরিবেশ**: এটি সেন্সরটি কোথায় এবং কীভাবে ইনস্টল করা হবে, তা নির্ধারণ করে। এটি প্রভাবিত করতে পারে সেন্সরের **স্থান এবং কোণ**, **কেবল কানেকশন**, এবং সেন্সরের কার্যক্ষমতা।
- **অপারেটিং পরিবেশ**: সেন্সরটি যে পরিবেশে কাজ করবে, সেখানে **তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, চাপ** বা অন্যান্য অবস্থা নির্ধারণ করবে সেন্সরের নির্ভরযোগ্যতা।

২. পরিবেশের সীমাবদ্ধতা মূল্যায়ন করা:

- **তাপমাত্রা সীমাবদ্ধতা**: সেন্সরটি যে তাপমাত্রা রেঞ্জে কাজ করবে, তা মূল্যায়ন করা গুরুত্বপূর্ণ। উদাহরণস্বরূপ, **হাইড্রোলিক সিস্টেম** বা **গ্যাস সেন্সর** উচ্চ তাপমাত্রায় কার্যকরী হতে পারে না, তবে **থার্মোকাপল সেন্সর** এই ধরনের পরিস্থিতিতে উপযুক্ত।
- **আর্দ্রতা এবং পানি**: আর্দ্র পরিবেশে সেন্সরটি কার্যকরী থাকতে হবে, বিশেষ করে **পানি-প্রতিরোধী সেন্সর** অথবা **পানি স্যাচুরেটেড পরিবেশ**-এ ব্যবহার করতে হলে বিশেষ সেন্সরের প্রয়োজন।
- **কেমিক্যাল পরিবেশ**: রাসায়নিক পরিবেশে যেমন অ্যাসিডিক বা ক্ষারক উপাদান থাকলে সেন্সরটির গঠন ও উপাদানকে তার উপযোগিতা নিশ্চিত করার জন্য কেমিক্যাল প্রতিরোধী হতে হবে।
- **কম্পন এবং ধুলো**: উচ্চ কম্পন বা ধূলোমুক্ত পরিবেশে সেন্সরটি স্থিতিশীলভাবে কাজ করতে পারবে কিনা, তা নির্ধারণ করা গুরুত্বপূর্ণ। কম্পন সংবেদনশীল সেন্সর যেমন **পীযোজোইলেকট্রিক সেন্সর** কম্পন পরিবেশে ভাল কাজ করবে না।

৩. সেন্সর সামঞ্জস্য এবং নির্ভরযোগ্যতার গুরুত্ব:

- সেন্সরের **সামঞ্জস্য** (compatibility) এবং **নির্ভরযোগ্যতা** (reliability) নিশ্চিত করতে হবে যাতে এটি পরিবেশগত শর্তের মধ্যে নির্ভুলভাবে কাজ করতে পারে।
- **সামঞ্জস্য** মানে হচ্ছে সেন্সরটি ইনস্টলেশন এবং অপারেটিং পরিবেশের শর্তের সাথে মিলছে কি না। যদি সেন্সরটি কাজ করার সময় তাপমাত্রা, চাপ বা অন্যান্য পরিবর্তনশীল শর্তের সাথে উপযুক্ত না থাকে, তবে এটি সঠিক ফলাফল দিতে পারবে না।
- **নির্ভরযোগ্যতা** মানে সেন্সরটির দীর্ঘস্থায়ী কার্যক্ষমতা এবং সঠিক ফলাফল প্রদানে সক্ষমতা। এটি শিল্প ব্যবস্থায় জরুরি, কারণ সেন্সরের নির্ভরযোগ্যতার অভাব উৎপাদন বা নিরাপত্তা বিপদ সৃষ্টি করতে পারে।

৪. সেন্সরের ইনস্টলেশন এবং অপারেটিং শর্তে মূল্যায়ন:

- **ইনস্টলেশন শর্ত**: সেন্সরটি ইনস্টল করার স্থান ও শর্ত ঠিকমত মূল্যায়ন করা উচিত। যেমন, সেন্সরটি যদি জলের স্নিগ্ধতায় কাজ করতে হয় তবে তার **ওয়াটারপ্রুফ** বা **রেসিস্ট্যান্ট** হওয়ার প্রয়োজনীয়তা থাকতে হবে।
- **অপারেটিং শর্ত**: সেন্সরটি চলার সময় কোনও পরিবর্তনশীল পরিবেশের মধ্যে (যেমন উচ্চ চাপ, গ্যাস, তাপমাত্রা) কাজ করতে হবে কিনা, তার উপযুক্ত পর্যালোচনা করতে হবে।
- **ওয়ারেন্টি এবং সেবা**: সেন্সরটি যেকোনো পরিস্থিতিতে কাজ করার জন্য এটি সঠিকভাবে ইনস্টল এবং সার্ভিসেবল হওয়া উচিত, যাতে তার পারফরম্যান্স মেনে চলে।

৫. পরীক্ষা এবং ভ্যালিডেশন:

- সেন্সরের ইনস্টলেশন এবং অপারেটিং পরিবেশের জন্য উপযুক্ততা যাচাই করতে **পাইলট টেস্টিং** বা **প্রাক-ইনস্টলেশন পরীক্ষা** করা উচিত।
- পরীক্ষার মাধ্যমে সেন্সরটি নির্ধারিত শর্তে সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা এবং পরিবেশগত প্রভাবগুলো থেকে তার কার্যক্ষমতা বিপর্যস্ত হচ্ছে কিনা, তা যাচাই করা হয়।

৬. উদাহরণ:

- **কম্পন সংবেদনশীল সেন্সর:** উচ্চ কম্পন বা ভাইব্রেশন পর্যবেক্ষণের জন্য, **পীযোজোইলেকট্রিক সেন্সর** ব্যবহার করা হয়, কিন্তু যদি পরিবেশে অতিরিক্ত কম্পন থাকে, তবে এটি সেন্সরের কার্যকারিতা কমিয়ে দিতে পারে।
- **তাপমাত্রা সেন্সর:** যদি সেন্সরটি খুব উঁচু তাপমাত্রায় কাজ করে (যেমন, ২০০±C বা তার বেশি), তবে সাধারণ সেন্সরের পরিবর্তে **থার্মোকাপল বা হাই রেঞ্জ থার্মোমিটার** ব্যবহার করতে হবে।

ইনস্টলেশন এবং অপারেটিং পরিবেশের সীমাবদ্ধতা মূল্যায়ন করা সেন্সর প্রযুক্তি এবং সঠিক সেন্সর নির্বাচন প্রক্রিয়ার একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। সেন্সরটির সামঞ্জস্য এবং নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করতে পরিবেশগত শর্তগুলি বিস্তারিতভাবে বিশ্লেষণ করা প্রয়োজন। এর মাধ্যমে, উপযুক্ত সেন্সর নির্বাচিত হলে, শিল্প ব্যবস্থায় নির্ভুলতা এবং সঠিক তথ্য নিশ্চিত করা সম্ভব হয়, যা কর্মক্ষমতা এবং উৎপাদনশীলতা উন্নত করতে সহায়ক।



সেলফ চেক (Self-check)-৩.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. আবেদনটির প্রয়োজনীয়তা চিহ্নিত করার জন্য কী কী বিষয় মূল্যায়ন করতে হবে?
২. কোন ধরনের উপাদান বৈশিষ্ট্য এবং পৃষ্ঠ গুণাবলী সেন্সর নির্বাচন প্রক্রিয়ায় প্রভাবিত করতে পারে?
৩. কীভাবে সেন্সরের স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা এবং আবেদন প্রয়োজনীয়তার সাথে তা মেলানো হয়?
৪. সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন করার সময় উপাদান বৈশিষ্ট্য এবং অপারেশনাল শর্তগুলি কীভাবে মূল্যায়ন করা হয়?
৫. সেন্সর ইনস্টলেশন এবং অপারেটিং পরিবেশের সীমাবদ্ধতা কীভাবে মূল্যায়ন করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key)- ৩.৩

১. আবেদনটির প্রাথমিক প্রয়োজনীয়তা বুঝতে হবে যেমন, পরিমাপ করতে হবে কোন প্যারামিটার (তাপমাত্রা, চাপ, অবস্থান, স্তর ইত্যাদি)। সেন্সরের কাজ এবং সঠিক পরিমাপের রেঞ্জ নির্ধারণ করা হয়।

২. উপাদান বৈশিষ্ট্য যেমন তাপমাত্রা সহ্যক্ষমতা, আর্দ্রতা, রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া, ঘনত্ব এবং শারীরিক গঠন সেন্সর নির্বাচন প্রক্রিয়ায় গুরুত্বপূর্ণ। এছাড়া, পৃষ্ঠের গুণাবলী যেমন রুক্ষতা, মসৃণতা, এবং আর্দ্রতা সেন্সরের কার্যক্ষমতা প্রভাবিত করতে পারে।

৩. সেন্সরের স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা করার সময় তার রেঞ্জ, সঠিকতা, প্রতিক্রিয়া সময়, এবং অপারেশনাল শর্তগুলি পরীক্ষা করা হয় এবং তারপর আবেদনটির প্রয়োজনীয়তার সঙ্গে সেন্সরের স্পেসিফিকেশন মেলানো হয়। এটি নিশ্চিত করে যে সেন্সরটি নির্দিষ্ট কাজের জন্য উপযুক্ত।

৪. সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন করার সময়, উপাদান বৈশিষ্ট্য যেমন গঠন, তাপমাত্রা সহ্যক্ষমতা, আর্দ্রতা, এবং রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া বিশ্লেষণ করা হয়। অপারেশনাল শর্ত যেমন তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, চাপ, এবং কম্পন সংবেদনশীলতা সেন্সরের কার্যক্ষমতা এবং স্থায়িত্ব প্রভাবিত করে, যা সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচনে সহায়তা করে।

৫. সেন্সরের ইনস্টলেশন এবং অপারেটিং পরিবেশের সীমাবদ্ধতা মূল্যায়ন করার জন্য, ইনস্টলেশন স্থান, তাপমাত্রা রেঞ্জ, আর্দ্রতা, রাসায়নিক প্রভাব, কম্পন এবং চাপ পরীক্ষা করা হয়। সেন্সরের সামঞ্জস্য এবং নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করতে এই সীমাবদ্ধতাগুলি বিশ্লেষণ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

জব শিট (Job Sheet)- ৩.৩

জবের নাম: উপাদান বৈশিষ্ট্য এবং অপারেশনাল শর্তের ভিত্তিতে সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন করা।

কাজের ধাপসমূহ (Steps of Work):

১. সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন করার আগে, নির্বাচিত উপাদানের বৈশিষ্ট্যগুলো যাচাই করুন। উদাহরণস্বরূপ, তাপমাত্রা সহ্যক্ষমতা, রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া, আর্দ্রতা সহ্যক্ষমতা, ঘনত্ব ইত্যাদি।
২. সেন্সরের সাথে উপাদানের সামঞ্জস্য এবং নির্ভরযোগ্যতা যাচাই করুন।
৩. সেন্সরটি যেখানে কাজ করবে, সেই পরিবেশ বা অপারেশনাল শর্তগুলো মূল্যায়ন করুন। যেমন, তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, কম্পন, চাপ ইত্যাদি।
৪. নির্ধারণ করুন সেন্সরটি কোন ধরনের শর্তে সবচেয়ে ভালো কাজ করবে।
৫. উপাদান বৈশিষ্ট্য এবং অপারেশনাল শর্তের ভিত্তিতে সঠিক সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন করুন। যেমন, তাপমাত্রা সেন্সর, চাপ সেন্সর, অপটিক্যাল সেন্সর, বা গ্যাস সেন্সর ইত্যাদি।
৬. উদাহরণস্বরূপ, পীযোজোইলেকট্রিক সেন্সর তীব্র কম্পন পরিবেশে ভালো কাজ করে, থার্মোকাপল উচ্চ তাপমাত্রা পরিমাপে ভালো কাজ করে।
৭. নির্বাচিত সেন্সরের কার্যক্ষমতা পরীক্ষার মাধ্যমে নিশ্চিত করুন যে এটি উপাদান বৈশিষ্ট্য এবং অপারেশনাল শর্তের সাথে সঠিকভাবে কাজ করবে।
৮. পরীক্ষা করার পর সেন্সরের ইনস্টলেশন ও ব্যবহার শর্ত নিশ্চিত করুন।

সতর্কতা (Precautions):

- সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচনের সময় অবশ্যই পরিবেশগত শর্ত এবং উপাদান বৈশিষ্ট্য সম্পর্কিত সব তথ্য সংগ্রহ করুন।
- যতটা সম্ভব সেন্সরের শারীরিক সীমাবদ্ধতা এবং নির্ভরযোগ্যতা যাচাই করুন।
- তাপমাত্রা, চাপ বা রাসায়নিক পরিবেশে কাজ করার সময় সুরক্ষা ব্যবস্থা অবলম্বন করুন।
- নির্বাচিত সেন্সরটি যদি কোনো বিশেষ উপাদান বা পরিবেশে ব্যবহৃত হয়, তবে সেন্সরের প্রতিক্রিয়া পরীক্ষা করা উচিত।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet)-৩.৩

জবের নাম: উপাদান বৈশিষ্ট্য এবং অপারেশনাল শর্তের ভিত্তিতে সেন্সর প্রযুক্তি নির্বাচন করা।

প্রয়োজনীয় PPE:

- হেলমেট: মাথার সুরক্ষা নিশ্চিত করতে।
- গ্লাভস: হাতের সুরক্ষা এবং সঠিকভাবে সেন্সর পরিচালনা করার জন্য।
- সুরক্ষা চশমা: চোখের সুরক্ষা।
- স্টিল টু জুতো: পা সুরক্ষিত রাখতে।
- শরীরিক সুরক্ষা পোশাক: সেন্সরের ইনস্টলেশন ও পরীক্ষা করার সময় সুরক্ষিত পোশাক পরিধান করা উচিত।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- সেন্সর প্রযুক্তি টেস্টিং সরঞ্জাম: সেন্সরের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা করার জন্য প্রাসঙ্গিক টেস্টিং সরঞ্জাম (যেমন: তাপমাত্রা চেম্বার, চাপ পরীক্ষণ যন্ত্র)।
- হাইড্রোলিক সিস্টেম টেস্টিং সরঞ্জাম: হাইড্রোলিক বা চাপ সংবেদনশীল সেন্সর ব্যবহারের জন্য প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম।
- অপটিক্যাল সেন্সরের জন্য আলো সরঞ্জাম: অপটিক্যাল সেন্সর পরীক্ষার জন্য পর্যাপ্ত আলো প্রয়োজন।
- সেন্সর ক্যালিব্রেটর: সেন্সরের সঠিকতা যাচাই করার জন্য ক্যালিব্রেটর।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- সেন্সর প্রযুক্তি (যেমন: পীযোজোইলেকট্রিক, থার্মোকাপল, চাপ সেন্সর, গ্যাস সেন্সর)।
- যান্ত্রিক টেস্টিং উপকরণ।
- পরিবেশগত পরীক্ষা করার জন্য প্রয়োজনীয় কন্ডিশনিং চেম্বার (যেমন: তাপমাত্রা চেম্বার, আর্দ্রতা পরীক্ষক)।
- ক্যাবল, কানেক্টর এবং অন্যান্য ইনস্টলেশন সরঞ্জাম।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৩.৪

শিখন ফল-৪: ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাপ্লিকেশনের জন্য সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর কার্যকর করতে পারবে।

উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- সিস্টেম স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন এবং সংগ্রহ
- সেন্সর ও অ্যাকচুয়েটরের ইনস্টলেশন সাইট প্রস্তুত ও পরিদর্শন করা এবং সামঞ্জস্যতা ও নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ
- সেন্সর ও অ্যাকচুয়েটরগুলি প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুসরণ করে ইনস্টল ও সংযোগ করা (wiring)
- কাজের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী PLC প্রোগ্রামিং করা
- সঠিক সেন্সর সনাক্তকরণ এবং অ্যাকচুয়েটর প্রতিক্রিয়া যাচাই করতে কার্যকরী পরীক্ষা সম্পাদন করা
- ত্রুটি বা যান্ত্রিক গোলযোগসমূহ শনাক্ত করা, নির্ণয় করা এবং ট্রাবলশুটিং পদ্ধতি অনুযায়ী সংশোধন করা

(ক) সিস্টেম স্পেসিফিকেশন অনুসারে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন ও সংগ্রহ:

শিল্পে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি এমন সিস্টেমের কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, যেগুলি নির্দিষ্ট প্রকল্প বা প্রক্রিয়া অনুযায়ী সঠিকভাবে নির্বাচন ও সংগ্রহ করতে হয়। সঠিক সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এটি সিস্টেমের কার্যক্ষমতা, নির্ভরযোগ্যতা, এবং দক্ষতা নির্ধারণ করে। নিচে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন এবং সংগ্রহের প্রক্রিয়া বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে:

১. সিস্টেম স্পেসিফিকেশন নির্ধারণ (Determining System Specifications):

বর্ণনা: প্রথমেই, যেকোনো সিস্টেমের জন্য সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন করার আগে, সিস্টেমের প্রযুক্তিগত স্পেসিফিকেশন নির্ধারণ করা আবশ্যক। এতে সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা, পরিবেশগত শর্ত, কার্যকরী পরিসীমা, এবং অন্যান্য প্রযুক্তিগত বৈশিষ্ট্য অন্তর্ভুক্ত থাকে।

স্পেসিফিকেশন নির্ধারণের জন্য বিবেচ্য বিষয়গুলি:

- সেন্সরের পরিসীমা, সঠিকতা, এবং প্রকার
- পরিবেশগত শর্ত যেমন তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, চাপ ইত্যাদি
- অ্যাকচুয়েটরের কার্যক্ষমতা এবং শক্তির প্রয়োজন
- সিস্টেমের প্রতি সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের প্রতিক্রিয়া
- সিস্টেমের জন্য নিরাপত্তা এবং নির্ভরযোগ্যতার প্রয়োজন

২. সেন্সর নির্বাচন (Selecting Sensors):

বর্ণনা: সঠিক সেন্সর নির্বাচন করতে, প্রথমে সিস্টেমের পরিমাপযোগ্য পরামিতিগুলি চিহ্নিত করতে হবে। এর মধ্যে তাপমাত্রা, চাপ, স্তর, গতি, দূরত্ব, এবং অন্যান্য শারীরিক বা রসায়নিক প্যারামিটার অন্তর্ভুক্ত হতে পারে।

বিভিন্ন সেন্সরের ধরন:

- **তাপমাত্রা সেন্সর:** তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ বা পর্যবেক্ষণের জন্য ব্যবহার করা হয়।
- **চাপ সেন্সর:** চাপ বা সিস্টেমের শক্তি নির্ধারণে ব্যবহৃত হয়।
- **স্তর সেন্সর:** তরল বা কঠিন পদার্থের স্তরের পরিমাপের জন্য।
- **মোশন সেন্সর:** গতির পরিমাপের জন্য।

বিবেচ্য বিষয়: সেন্সরের রেঞ্জ, সঠিকতা, প্রতিক্রিয়া সময় এবং পরিবেশগত অভিযোজন।

৩. অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন (Selecting Actuators):

বর্ণনা: সিস্টেমের জন্য অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন করার সময়, সেন্সরের আউটপুট অনুযায়ী সঠিক প্রতিক্রিয়া বা গতি সরবরাহের জন্য অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন করা হয়। এটি নির্ভর করে সিস্টেমের ব্যবহৃত শক্তির ধরন এবং কর্মক্ষমতার উপরে।

অ্যাকচুয়েটরের ধরন:

- **বৈদ্যুতিক অ্যাকচুয়েটর:** গতি নিয়ন্ত্রণ বা শক্তির প্রয়োগের জন্য ব্যবহৃত।
- **হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর:** শক্তিশালী লোড বা উচ্চ চাপের পরিস্থিতিতে ব্যবহৃত।
- **পনুম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর:** দ্রুত প্রতিক্রিয়া এবং কম শক্তির জন্য ব্যবহৃত।
- **থার্মাল অ্যাকচুয়েটর:** তাপমাত্রার পরিবর্তনের মাধ্যমে কাজ করা হয়।

বিবেচ্য বিষয়: অ্যাকচুয়েটরের শক্তি ক্ষমতা, প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণের ধরন, লোডের ক্ষমতা এবং প্রতিক্রিয়া সময়।

৪. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন প্রক্রিয়া (Sensor and Actuator Selection Process):

প্রথমে: সিস্টেমের কার্যক্ষমতা এবং পরিবেশগত শর্তাবলী সম্পর্কে পরিষ্কার ধারণা পাওয়া উচিত।

দ্বিতীয় ধাপ: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঠিক প্রকার নির্বাচন করা উচিত, যা সিস্টেমের ক্ষমতা এবং চাহিদা পূর্ণ করতে সক্ষম হবে।

তৃতীয় ধাপ: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি একে অপরের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ হওয়া উচিত, যেমন, যদি সেন্সর সঠিক অবস্থান বা গতি পরিমাপ করে, তাহলে অ্যাকচুয়েটর সঠিকভাবে সেই অবস্থান বা গতিতে পরিবর্তন আনবে।

চতুর্থ ধাপ: নির্বাচন করা সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি সঠিকভাবে ক্যালিব্রেট এবং ইনস্টল করা উচিত, যাতে তারা সিস্টেমের স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কাজ করতে পারে।

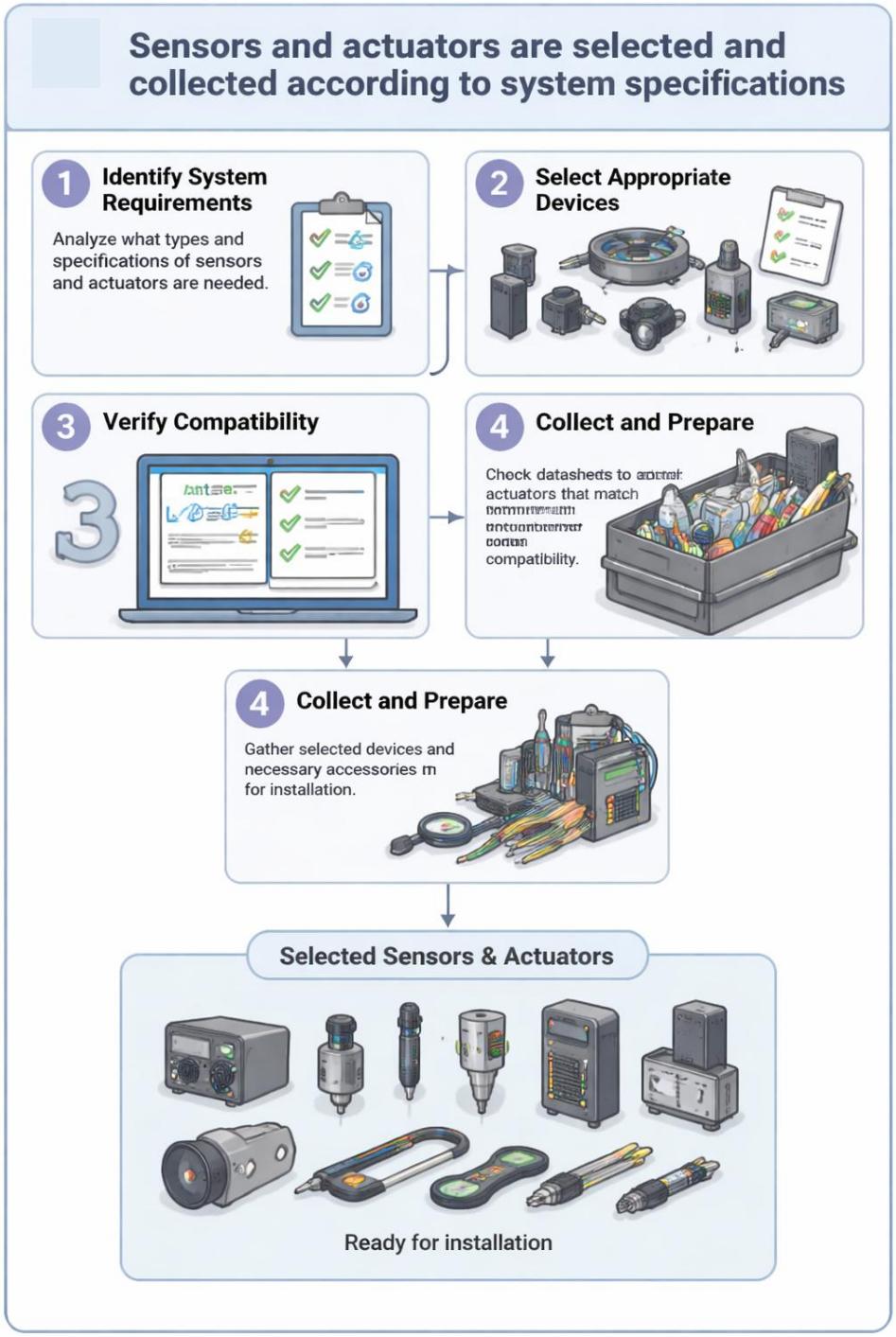
৫. বাজার থেকে সংগ্রহ (Collection from Market):

বর্ণনা: একবার সিস্টেম স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন করা হলে, তারপর বাজার থেকে সেগুলি সংগ্রহ করতে হবে। এই সময়টি নিশ্চিত করতে হবে যে পণ্যগুলি সঠিক গুণগত মানসম্পন্ন এবং নির্ভরযোগ্য।

পণ্য সংগ্রহের জন্য বিবেচ্য বিষয়:

- সরবরাহকারী থেকে সঠিক পণ্য নির্বাচন।
- বাজারে উপলব্ধ দাম এবং পণ্য গুণমানের তুলনা।
- সাপোর্ট এবং রক্ষণাবেক্ষণের সুবিধা।

সঠিক সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন করা সিস্টেমের কার্যক্ষমতা, নির্ভরযোগ্যতা এবং দক্ষতা নিশ্চিত করার জন্য অপরিহার্য। এই প্রক্রিয়ায়, সিস্টেম স্পেসিফিকেশন এবং প্রক্রিয়ার প্রয়োজন অনুযায়ী সেন্সর ও অ্যাকচুয়েটরের ধরন এবং প্রকার নির্বাচন করা হয়, এবং পরে সেগুলি সঠিকভাবে সংগ্রহ ও ইনস্টল করা হয়। সঠিক নির্বাচনের মাধ্যমে শিল্প প্রক্রিয়া আরও দ্রুত, সঠিক এবং কার্যকরভাবে পরিচালিত হয়।



(খ) সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ইনস্টলেশন সাইট প্রস্তুত এবং পরিদর্শন করা, সঙ্গতি এবং নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ:

শিল্প ব্যবস্থায় সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি কার্যকরভাবে কাজ করার জন্য সঠিক ইনস্টলেশন সাইট নির্বাচন এবং প্রস্তুতি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। ইনস্টলেশনের আগে এবং পরে, সাইটটি অবশ্যই সঠিকভাবে পরিদর্শন করতে হবে যাতে নিশ্চিত করা যায় যে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি একে অপরের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ এবং সুরক্ষিতভাবে কাজ করবে। সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ইনস্টলেশন সাইট প্রস্তুতির এবং পরিদর্শনের প্রক্রিয়া নিম্নে বর্ণনা করা হল:

১. ইনস্টলেশন সাইটের নির্ধারণ (Site Selection for Installation):

বর্ণনা: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ইনস্টলেশন সাইট নির্বাচন করার সময়, সিস্টেমের স্পেসিফিকেশন এবং শিল্প পরিবেশের উপযোগিতা নিশ্চিত করা প্রয়োজন। সাইটটি এমনভাবে নির্বাচন করতে হবে যেন সেন্সরগুলি সঠিকভাবে সিগন্যাল গ্রহণ এবং প্রক্রিয়া অনুসারে প্রতিক্রিয়া প্রদান করতে পারে এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি সঠিকভাবে কাজ করতে পারে।

বিবেচ্য বিষয়:

- সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের কার্যক্ষমতা অনুযায়ী পরিবেশ (তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, চাপ, দূষণ ইত্যাদি)।
- সিস্টেমের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি এবং সিগন্যাল ট্রান্সমিশনের জন্য উপযুক্ত স্থান।
- সেন্সর ও অ্যাকচুয়েটরের সঠিক অবস্থান যাতে তারা সঠিকভাবে পরিমাপ করতে পারে এবং প্রতিক্রিয়া দিতে পারে।

২. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঙ্গতি নিশ্চিত করা (Ensuring Compatibility of Sensors and Actuators):

বর্ণনা: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের মধ্যে সঙ্গতি নিশ্চিত করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, যাতে একে অপরের সাথে সুসংগতভাবে কাজ করতে পারে। তাদের আউটপুট এবং ইনপুট সিস্টেমের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ হতে হবে। সঠিকভাবে সিস্টেমের মধ্যে তাদের যোগাযোগ নিশ্চিত করতে হবে, যেমন, বৈদ্যুতিক সিগন্যাল, শক্তি, এবং প্রক্রিয়ার নিয়ন্ত্রণ।

বিবেচ্য বিষয়:

- সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের বৈদ্যুতিক/হাইড্রোলিক/পনুম্যাটিক আউটপুট এবং ইনপুট সিস্টেমের সঙ্গতি।
- সেন্সরগুলির রেঞ্জ এবং অ্যাকচুয়েটরের ক্ষমতার সামঞ্জস্য নিশ্চিত করা।
- সঠিক প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ এবং প্রতিক্রিয়া সময় নিশ্চিত করার জন্য সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের সঙ্গতি।

৩. নিরাপত্তা ব্যবস্থা নিশ্চিত করা (Ensuring Safety Measures):

বর্ণনা: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ইনস্টলেশন সাইটে নিরাপত্তা ব্যবস্থা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কাজের সময় বা যন্ত্রপাতির ব্যর্থতায় দুর্ঘটনা বা ক্ষতি থেকে রক্ষা পেতে সুরক্ষিত ইনস্টলেশন নিশ্চিত করতে হবে।

বিবেচ্য বিষয়:

- যেকোনো বিদ্যুৎ বা জলবাহী অ্যাকচুয়েটর ইনস্টলেশন সাইটে বিদ্যুৎ নিরাপত্তা ব্যবস্থা থাকা উচিত।
- সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঠিক ভোল্টেজ, শক্তি বা চাপের রেঞ্জ নিশ্চিত করা।
- সঠিক গ্রাউন্ডিং ব্যবস্থা এবং সুরক্ষিত কেবল ব্যবস্থাপনা নিশ্চিত করা।

৪. পরিবেশগত শর্তাবলী যাচাই (Environmental Conditions Check):

বর্ণনা: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি যে পরিবেশে ইনস্টল হবে, সেই পরিবেশের শর্তাবলী যাচাই করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। সঠিক ইনস্টলেশন নিশ্চিত করতে, তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, গ্যাস বা অন্যান্য পরিবেশগত পরিবর্তনগুলি প্রভাবিত না করার জন্য তা পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

বিবেচ্য বিষয়:

- তাপমাত্রার সীমা, আর্দ্রতার পরিমাণ এবং পরিবেশের অন্যান্য পরিস্থিতি যা সেন্সর বা অ্যাকচুয়েটরগুলির কার্যক্ষমতাকে প্রভাবিত করতে পারে।
- ধূলি, জল বা রাসায়নিক পদার্থের উপস্থিতি যা যন্ত্রপাতির কর্মক্ষমতা বা নিরাপত্তায় বিঘ্ন ঘটাতে পারে।

৫. পরিদর্শন এবং পরীক্ষার প্রস্তুতি (Inspection and Testing Preparation):

বর্ণনা: ইনস্টলেশন পরবর্তী সময়, সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঠিক কার্যকারিতা পরীক্ষা করতে হবে। পরীক্ষা করার সময় সিস্টেমের প্রতিটি অংশ পর্যালোচনা করা হয় এবং তা নিশ্চিত করা হয় যে সবকিছু সঠিকভাবে কাজ করছে।

বিবেচ্য বিষয়:

- সেন্সরের সিগন্যাল আউটপুট এবং অ্যাকচুয়েটরের প্রতিক্রিয়া সঠিকভাবে পরিমাপ করা।
- সিস্টেমের সঠিক অপারেশন নিশ্চিত করতে ইনস্টলেশন সাইটে প্রথমে একটি চেকলিস্ট তৈরি করা।
- ইনস্টলেশনের পর সিস্টেমের কার্যক্ষমতা পরীক্ষার মাধ্যমে ত্রুটি চিহ্নিত করা।

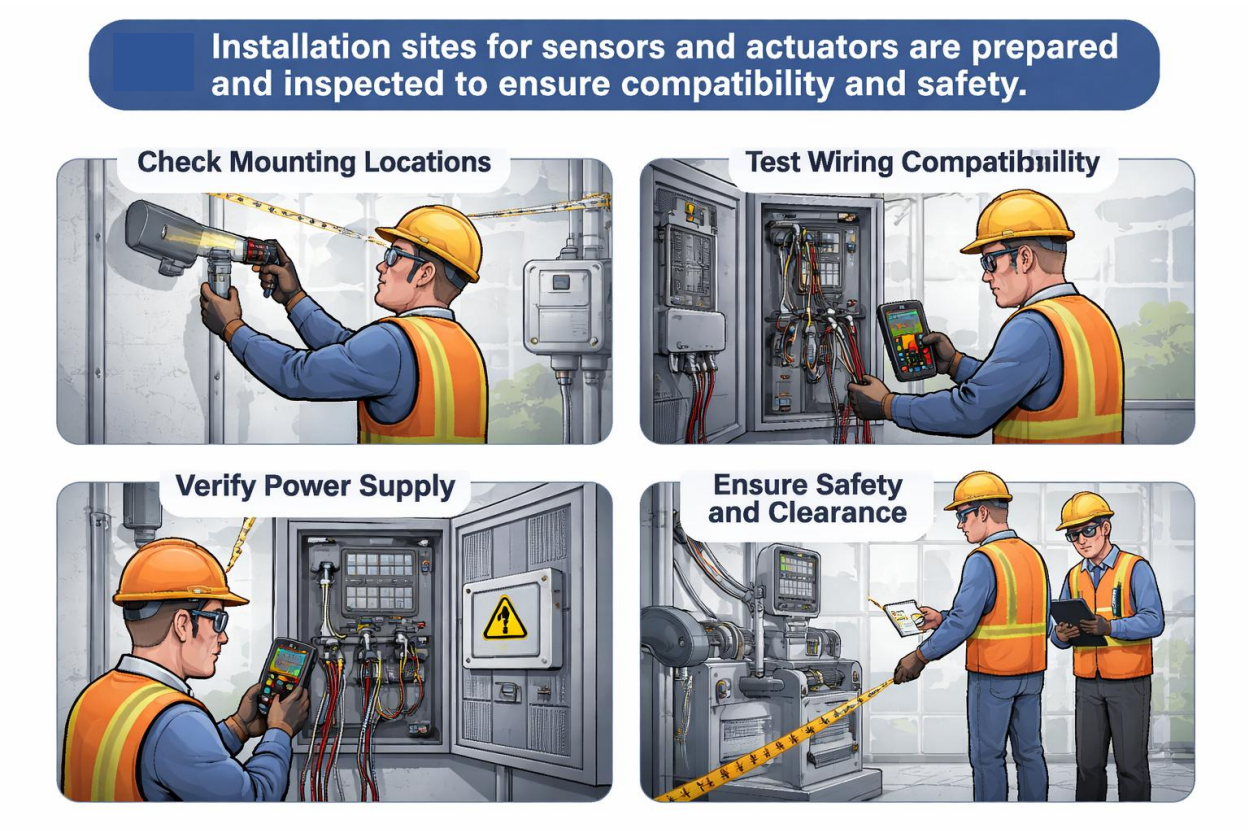
৬. ইনস্টলেশন সাইটে সঠিক স্থান নির্ধারণ (Proper Placement in the Installation Site):

বর্ণনা: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলির সঠিকভাবে অবস্থান নির্বাচন করা, যাতে তারা সঠিকভাবে সিগন্যাল গ্রহণ এবং প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করতে পারে, বিশেষভাবে সেগুলির পরিবেশগত শর্তের উপর নির্ভরশীল।

বিবেচ্য বিষয়:

- সেন্সরগুলির অবস্থান এমন হওয়া উচিত যাতে তারা সহজে পরিবেশগত পরিবর্তন বা প্রক্রিয়া পর্যবেক্ষণ করতে পারে।
- অ্যাকচুয়েটরগুলি সঠিকভাবে ইনস্টল করা এবং এমনভাবে স্থাপন করা উচিত যাতে তারা সঠিকভাবে প্রক্রিয়াগুলিতে কাজ করতে পারে।

সঠিক সাইট নির্বাচন, সঙ্গতি নিশ্চিতকরণ, নিরাপত্তা ব্যবস্থা গ্রহণ, পরিবেশগত শর্ত যাচাই, এবং পরবর্তী পরীক্ষা নিশ্চিত করা হয়, যাতে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি সঠিকভাবে এবং কার্যকরভাবে কাজ করতে পারে। এই প্রক্রিয়া সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ইনস্টলেশন সাইট প্রস্তুতি এবং পরিদর্শন সম্পর্কিত বিস্তারিত বর্ণনা প্রদান করে, যা সিস্টেমের কার্যক্ষমতা এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য অপরিহার্য।



(গ) সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইনস্টলেশন ও ওয়ারিং, প্রস্তুতকারক নির্দেশনা অনুসরণ:

শিল্প ব্যবস্থায় সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর সঠিকভাবে ইনস্টল করা এবং ওয়ারিং করার জন্য প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ করা আবশ্যক, কারণ তারা নির্দিষ্ট যন্ত্রের কার্যক্ষমতা এবং সুরক্ষা নিশ্চিত করার জন্য প্রয়োজনীয় নির্দেশনা প্রদান করে। সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঠিক ইনস্টলেশন এবং ওয়ারিং কেবল কার্যকরী নয়, এটি নিরাপত্তা, নির্ভরযোগ্যতা এবং স্থায়িত্বও নিশ্চিত করে। এখানে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইনস্টল এবং ওয়ারিং করার প্রক্রিয়া বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হল:

১. প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা গ্রহণ (Following Manufacturer's Guidelines):

বর্ণনা: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঠিক ইনস্টলেশন এবং ওয়ারিং এর জন্য প্রস্তুতকারকের দেওয়া নির্দেশিকা অনুসরণ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এটি সাধারণত সিস্টেমের কার্যকারিতা, সঠিক ইনস্টলেশন পদ্ধতি, ওয়্যারিং এবং সংযোগ প্রক্রিয়া সম্পর্কে বিস্তারিত তথ্য দেয়। প্রস্তুতকারক নির্দেশনায় যন্ত্রের সর্বোচ্চ ক্ষমতা, বৈদ্যুতিক সংযোগের নিরাপত্তা, পরিবেশগত শর্ত এবং সিস্টেমের সঠিক কাজের জন্য প্রয়োজনীয় পদক্ষেপগুলোর উল্লেখ থাকে।

বিবেচ্য বিষয়:

- যন্ত্রের প্রতিটি অংশের ইনস্টলেশন প্রক্রিয়া
- বৈদ্যুতিক সংযোগ এবং সিস্টেমের ওয়্যারিং
- সঠিক পরিমাপ এবং সংযোগ
- প্রয়োজনীয় সুরক্ষা ব্যবস্থা, যেমন গ্রাউন্ডিং এবং শর্ট সার্কিট প্রোটেকশন

২. ইনস্টলেশন সাইট প্রস্তুত করা (Preparing the Installation Site):

বর্ণনা: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইনস্টল করার আগে, ইনস্টলেশন সাইট প্রস্তুত করা আবশ্যক। সাইটের শর্তগুলি প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী হওয়া উচিত, যেমন তাপমাত্রা, আর্দ্রতা এবং অন্যান্য পরিবেশগত শর্ত।

বিবেচ্য বিষয়:

- সাইটে যথাযথ তাপমাত্রা এবং আর্দ্রতা নিশ্চিত করা
- সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলো সঠিক অবস্থানে ইনস্টল করা
- সঠিক স্থানে বৈদ্যুতিক সংযোগ প্রদান করা
- সাইটের পরিবেশগত শর্তে যন্ত্রের কার্যক্ষমতা প্রভাবিত না হয় তা নিশ্চিত করা

৩. ওয়ারিং এবং বৈদ্যুতিক সংযোগ (Wiring and Electrical Connections):

বর্ণনা: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের বৈদ্যুতিক সংযোগ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এটি সরাসরি যন্ত্রের কার্যকারিতা এবং সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা নির্ধারণ করে। সংযোগের সময় প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ করা উচিত যাতে সঠিকভাবে শক্তি সরবরাহ করা যায় এবং সিস্টেম নিরাপদ থাকে।

বিবেচ্য বিষয়:

- সঠিক কেবল এবং সংযোগ ব্যবহার করা
- বৈদ্যুতিক সংযোগে পলিউশন বা ক্ষয়ক্ষতির সম্ভাবনা কমাতে উচ্চমানের উপকরণ ব্যবহার করা
- সঠিকভাবে গ্রাউন্ডিং এবং শিল্ডিং সিস্টেম স্থাপন করা
- সংযোগের পর পরীক্ষার মাধ্যমে সঠিক কাজ নিশ্চিত করা

৪. সংকেত সংযোগ এবং কনফিগারেশন (Signal Connection and Configuration):

বর্ণনা: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঠিক সংকেত সংযোগ এবং কনফিগারেশন খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এটি সিস্টেমের ইনপুট এবং আউটপুটের সঠিক সিগন্যাল ট্রান্সমিশন নিশ্চিত করে। সংযোগ করার সময়, সিস্টেমের অন্যান্য উপাদান যেমন কন্ট্রোলার বা পিএলসি (Programmable Logic Controller) এর সাথে সঠিকভাবে ইন্টারফেস করা প্রয়োজন।

বিবেচ্য বিষয়:

- সেন্সরের আউটপুট সিগন্যাল এবং অ্যাকচুয়েটরের ইনপুট সিগন্যালের সঠিক সংযোগ
- সিগন্যাল ট্রান্সমিশন এবং কনফিগারেশন সঠিকভাবে করা
- সিস্টেমের সাথে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সামঞ্জস্য নিশ্চিত করা

৫. পরীক্ষা এবং যাচাই (Testing and Verification):

বর্ণনা: সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইনস্টল করার পর, সিস্টেমের কাজ সঠিকভাবে হচ্ছে কিনা তা পরীক্ষা করা প্রয়োজন। এটি নিশ্চিত করতে হবে যে সবকিছু প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী কাজ করছে এবং সিস্টেমের কার্যক্ষমতা পূর্ণ ক্ষমতায় কাজ করছে।

বিবেচ্য বিষয়:

- ইনস্টলেশন পরবর্তী সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সিগন্যাল আউটপুট পরীক্ষা করা
- সঠিকভাবে সিস্টেমের নিয়ন্ত্রণ এবং প্রতিক্রিয়া যাচাই করা
- কোনো ত্রুটি বা সমস্যা চিহ্নিত হলে তা দ্রুত সমাধান করা

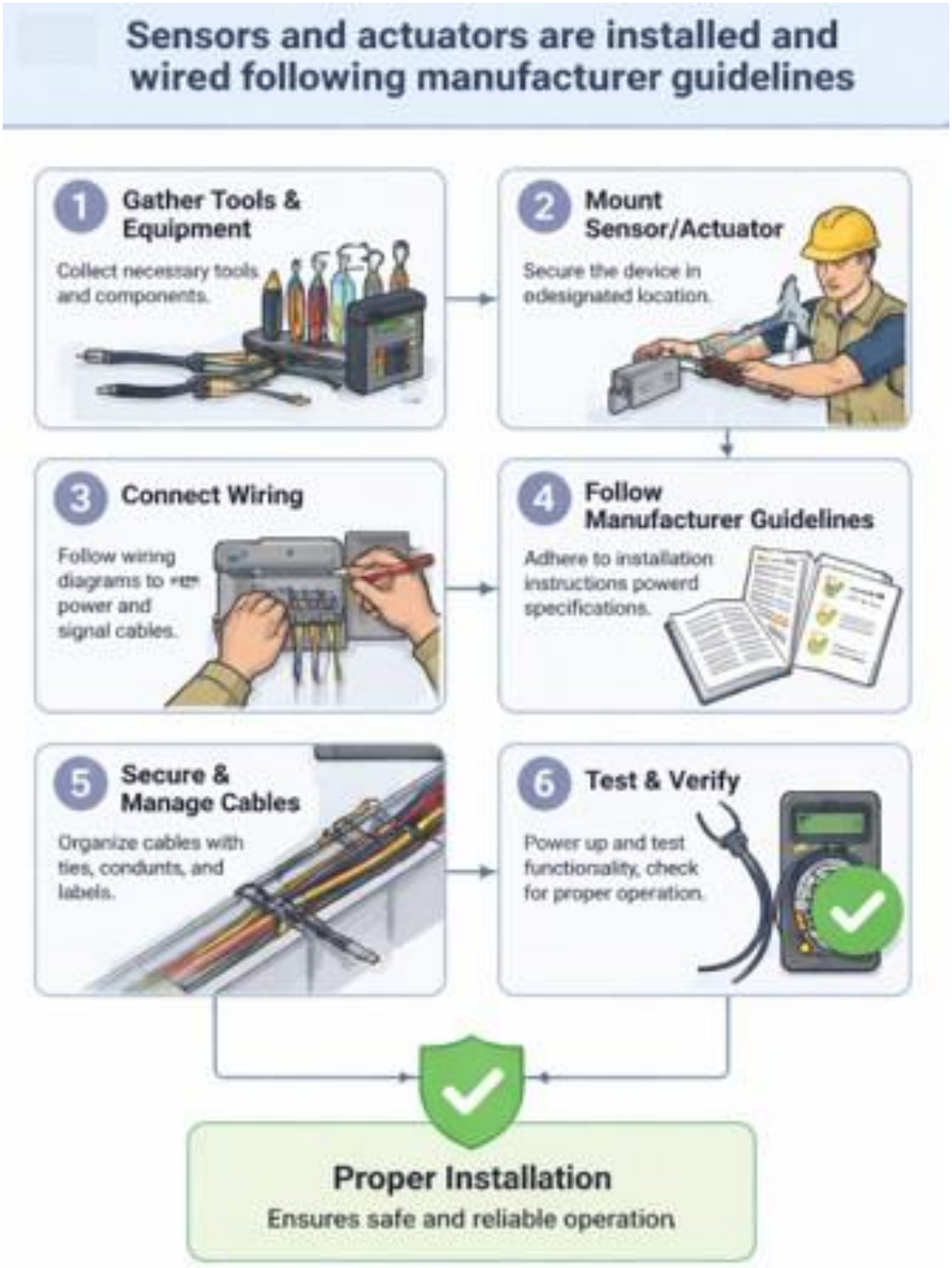
৬. নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ (Ensuring Safety):

বর্ণনা: ইনস্টলেশন প্রক্রিয়া এবং বৈদ্যুতিক সংযোগের সময় নিরাপত্তা নিশ্চিত করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। সঠিক গ্রাউন্ডিং, শর্ট সার্কিট প্রোটেকশন, এবং অন্য কোনও সুরক্ষা ব্যবস্থা বজায় রাখা সিস্টেমের নিরাপত্তা নিশ্চিত করে।

বিবেচ্য বিষয়:

- সিস্টেমের সুরক্ষা ব্যবস্থা যেমন সার্কিট ব্রেকার, রিলেই প্রোটেকশন ইত্যাদি স্থাপন করা
- বৈদ্যুতিক সংযোগের জন্য উপযুক্ত সুরক্ষা নিশ্চিত করা
- কর্মীদের নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে সঠিক সুরক্ষা পোশাক এবং উপকরণ ব্যবহার করা

সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইনস্টলেশন এবং ওয়ারিং-এর প্রক্রিয়াটি সঠিকভাবে প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ করে করা উচিত, যাতে সিস্টেমের কার্যক্ষমতা এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করা যায়। সঠিক সংযোগ, সঠিক সাইট নির্বাচন, নিরাপত্তা ব্যবস্থা নিশ্চিত করা এবং সঠিক পরীক্ষার মাধ্যমে নিশ্চিত করা উচিত যে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি সঠিকভাবে কাজ করছে এবং সিস্টেমের উদ্দেশ্য পূরণ করছে। এই প্রক্রিয়াটি সফলভাবে সম্পন্ন হলে, সিস্টেম আরও নির্ভরযোগ্য, কার্যকরী এবং দীর্ঘস্থায়ী হবে।



(ঘ) কাজের চাহিদা অনুযায়ী PLC প্রোগ্রামিং করা:

প্লাগেবল লজিক কন্ট্রোলার (PLC) প্রোগ্রামিং শিল্প অ্যাপ্লিকেশনগুলির জন্য একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এবং প্রাথমিক ধাপ। এটি সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঠিক কাজ এবং স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়। PLC ব্যবহার করে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি কার্যকরভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়, যা শিল্প সিস্টেমের অটোমেশন এবং উৎপাদনশীলতা বাড়াতে সহায়তা করে। এখানে PLC প্রোগ্রামিংয়ের প্রক্রিয়া এবং কাজের চাহিদা অনুযায়ী এটি কিভাবে করা হয়, তা বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে:

১. কাজের চাহিদা এবং স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা (Reviewing Job Requirements and Specifications):

বর্ণনা: PLC প্রোগ্রামিং শুরু করার আগে, প্রথমে কাজের চাহিদা এবং সিস্টেমের স্পেসিফিকেশনগুলি পর্যালোচনা করা প্রয়োজন। এতে কন্ট্রোল সিস্টেমের উদ্দেশ্য, প্রক্রিয়ার ধরণ, সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের কার্যক্ষমতা, এবং তাদের ব্যবহারের দিকগুলো অন্তর্ভুক্ত থাকে।

বিবেচ্য বিষয়:

- সিস্টেমের কাজের পরিসর এবং উদ্দেশ্য নির্ধারণ।
- সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ধরন এবং তাদের ইনপুট/আউটপুট ফাংশন।
- সিস্টেমের জন্য প্রয়োজনীয় সুইচিং বা কন্ট্রোল সিস্টেমের পরিকল্পনা।

২. PLC সফটওয়্যার নির্বাচন (Selecting PLC Software):

বর্ণনা: PLC প্রোগ্রামিংয়ের জন্য প্রথমে উপযুক্ত সফটওয়্যার নির্বাচন করতে হবে। বিভিন্ন PLC ব্র্যান্ডের জন্য বিভিন্ন প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার থাকে, যেমন সিমেন্সের সিমেটিক বা রকওয়েল অটোমেশন সফটওয়্যার। সিস্টেমের চাহিদা অনুযায়ী সফটওয়্যার নির্বাচন করা গুরুত্বপূর্ণ।

বিবেচ্য বিষয়:

- ব্যবহারকারী-বান্ধব ইন্টারফেস এবং সফটওয়্যার সমর্থন।
- সফটওয়্যারের মাধ্যমে সহজে প্রোগ্রামিং এবং ডিবাগিং করা যায় কিনা তা নিশ্চিত করা।
- সংশ্লিষ্ট সফটওয়্যারের সাথে হাইপারলিংকড ডকুমেন্টেশন এবং টিউটোরিয়াল থাকা।

৩. লজিক্যাল ডায়াগ্রাম এবং প্রোগ্রাম তৈরি (Creating Logical Diagrams and Program):

বর্ণনা: PLC প্রোগ্রামিংয়ের প্রথম পদক্ষেপ হলো লজিক্যাল ডায়াগ্রাম বা সিস্টেমের জন্য গ্রাফিক্যাল প্রোগ্রাম তৈরি করা। এই প্রোগ্রামটি সিস্টেমের সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলির ইনপুট এবং আউটপুটের সঠিক কাজ নিশ্চিত করে।

বিবেচ্য বিষয়:

- প্রাথমিকভাবে ডায়াগ্রাম তৈরি করা, যেখানে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের অবস্থান এবং তাদের ইন্টারফেস স্পষ্টভাবে চিহ্নিত থাকবে।
- লজিক্যাল গেট (AND, OR, NOT) এবং অন্যান্য কন্ট্রোল সিস্টেমের উপাদান ব্যবহার করা।
- PLC প্রোগ্রামিং ভাষা (যেমন, Ladder Logic বা Structured Text) নির্বাচন করে প্রোগ্রাম লিখতে হবে।

৪. ইনপুট এবং আউটপুট প্যারামিটার সংজ্ঞায়িত করা (Defining Input and Output Parameters):

বর্ণনা: সিস্টেমে ব্যবহৃত সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলির ইনপুট এবং আউটপুট প্যারামিটার সঠিকভাবে সংজ্ঞায়িত করা উচিত, যাতে PLC প্রোগ্রামিং সঠিকভাবে কাজ করতে পারে।

বিবেচ্য বিষয়:

- ইনপুট সিগন্যালগুলি (যেমন, সেন্সর বা কন্ট্রোল সুইচ) সঠিকভাবে সংজ্ঞায়িত করা।
- আউটপুট সিগন্যালগুলি (যেমন, মোটর, ভ্যালভ বা অন্যান্য অ্যাকচুয়েটর) সঠিকভাবে সংজ্ঞায়িত করা।
- সমস্ত ইনপুট এবং আউটপুট সিগন্যালের জন্য টাইমিং, প্রতিক্রিয়া এবং শর্তাবলী ঠিক করা।

৫. প্রোগ্রামিং ও টেস্টিং (Programming and Testing):

বর্ণনা: সিস্টেমের প্রোগ্রামিং শেষ করার পর, সেটি পরীক্ষা করা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। প্রোগ্রামিং করার পর, প্রোগ্রামটি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা যাচাই করার জন্য সিমুলেশন এবং টেস্টিং করতে হবে।

বিবেচ্য বিষয়:

- প্রাথমিকভাবে একটি সিমুলেশন চালানো, যাতে সিস্টেমের কার্যক্ষমতা এবং সেন্সর ও অ্যাকচুয়েটরের প্রতিক্রিয়া দেখা যায়।
- কোনো ত্রুটি বা সমস্যার সৃষ্টি হলে তা দ্রুত সমাধান করা এবং প্রোগ্রামটি পুনরায় পর্যালোচনা করা।

- পরবর্তীতে পুরো সিস্টেমটিকে একত্রে পরীক্ষা করা, যাতে সবার মধ্যে সমন্বয় এবং সঠিক কাজ নিশ্চিত হয়।

৬. ডিবাগিং এবং ফাইনাল টেস্টিং (Debugging and Final Testing):

বর্ণনা: যেকোনো সমস্যা বা ত্রুটি চিহ্নিত করার পর, প্রোগ্রামের কোড এবং সিস্টেমের লজিক্যাল গঠন সংশোধন করতে হবে। সঠিক ডিবাগিংয়ের মাধ্যমে সব ত্রুটি সমাধান করে সিস্টেমের প্রোগ্রামিং চূড়ান্তভাবে প্রস্তুত করা হয়।

বিবেচ্য বিষয়:

- ত্রুটি সনাক্তকরণ এবং সমাধান করার জন্য নির্দিষ্ট ডিবাগিং টুল ব্যবহার করা।
- সমস্ত ইনপুট এবং আউটপুট সিগন্যালের সঠিক কাজ নিশ্চিত করা।
- ফাইনাল টেস্টিংয়ের মাধ্যমে সিস্টেমের সবগুলো ফাংশন চেক করা এবং নিশ্চিত করা যে সিস্টেমটি সঠিকভাবে কাজ করছে।

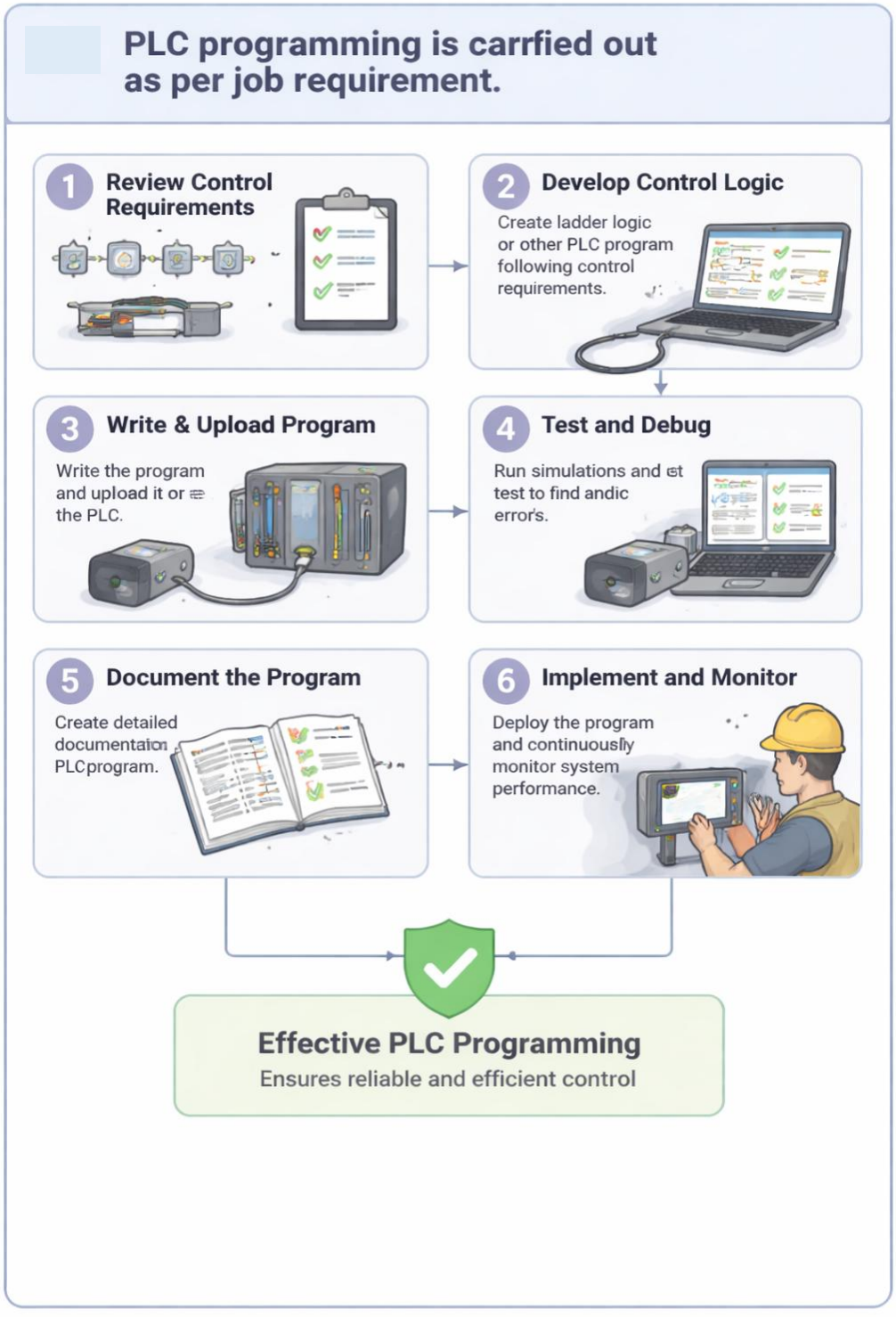
৭. প্রোগ্রামের রক্ষণাবেক্ষণ এবং আপডেট (Maintenance and Program Updates):

বর্ণনা: PLC প্রোগ্রামিং শেষ হওয়ার পরেও, সিস্টেমের কার্যক্ষমতা বজায় রাখতে নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণ এবং প্রোগ্রাম আপডেট প্রয়োজন হতে পারে। সিস্টেমে কোনো পরিবর্তন বা নতুন কার্যকারিতা যুক্ত করার জন্য প্রোগ্রাম আপডেট করা হয়।

বিবেচ্য বিষয়:

- সিস্টেমের রক্ষণাবেক্ষণ এবং আপডেটের জন্য রক্ষণাবেক্ষণ পরিকল্পনা তৈরি করা।
- প্রয়োজনীয় প্রোগ্রাম পরিবর্তন এবং সংশোধন করার জন্য সঠিক পদ্ধতি অনুসরণ করা।

PLC প্রোগ্রামিং শিল্প সিস্টেমের স্বয়ংক্রিয়তা এবং কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করার জন্য একটি অপরিহার্য প্রক্রিয়া। সঠিক প্রোগ্রামিং এবং টেস্টিংয়ের মাধ্যমে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রিত হয় এবং সিস্টেমের পারফরম্যান্স বৃদ্ধি পায়। প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ, সঠিক প্রোগ্রাম তৈরি, ডিবাগিং এবং পরীক্ষার মাধ্যমে সিস্টেমের কার্যক্ষমতা সঠিকভাবে নিশ্চিত করা যায়।



(ঙ) সঠিক সেন্সর সনাক্তকরণ এবং অ্যাকচুয়েটর প্রতিক্রিয়া যাচাই করতে কার্যকরী পরীক্ষা/ ফাংশনাল টেস্টিং সম্পাদন করা

শিল্প ব্যবস্থায় সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের কার্যকরিতা নিশ্চিত করার জন্য **ফাংশনাল টেস্টিং** একটি অপরিহার্য পদক্ষেপ। এই টেস্টিংয়ের মাধ্যমে সিস্টেমের প্রতিটি অংশের সঠিক কাজ এবং সুনির্দিষ্ট প্রতিক্রিয়া যাচাই করা হয়। এটি নিশ্চিত করে যে সেন্সরগুলি সঠিকভাবে সিগন্যাল সনাক্ত করছে এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি সঠিকভাবে প্রতিক্রিয়া প্রদান করছে। নিম্নে ফাংশনাল টেস্টিং প্রক্রিয়া বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে:

১. ফাংশনাল টেস্টিং-এর উদ্দেশ্য (Purpose of Functional Testing):

বর্ণনা: ফাংশনাল টেস্টিং-এর মূল উদ্দেশ্য হলো সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলির সঠিক কাজ নিশ্চিত করা। এটি নিশ্চিত করে যে সেন্সরগুলি পরিবেশগত বা সিস্টেমের শর্ত অনুযায়ী সঠিক সিগন্যাল প্রদান করছে এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি সেই সিগন্যাল অনুযায়ী সঠিক প্রতিক্রিয়া দেখাচ্ছে।

বিবেচ্য বিষয়:

- সেন্সর সঠিকভাবে পরিমাপ করছে কিনা তা যাচাই করা।
- অ্যাকচুয়েটর সঠিকভাবে সিস্টেমের নির্দেশ অনুসরণ করছে কিনা তা পরীক্ষা করা।

২. সেন্সর সনাক্তকরণের টেস্ট (Sensor Detection Testing):

বর্ণনা: সেন্সর সনাক্তকরণের ফাংশনাল টেস্টিংয়ের মাধ্যমে সেন্সরের ইনপুট সিগন্যাল এবং এর সঠিক সনাক্তকরণ প্রক্রিয়া যাচাই করা হয়। এর মাধ্যমে এটা নিশ্চিত করা হয় যে সেন্সর নির্দিষ্ট প্যারামিটার (যেমন, তাপমাত্রা, চাপ, স্তর ইত্যাদি) সঠিকভাবে মাপছে এবং সেই সিগন্যাল সিস্টেমে পাঠাচ্ছে।

টেস্টিং প্রক্রিয়া:

- সেন্সরের সঠিক ইনপুট সিগন্যাল পরীক্ষা করা।
- পরিবেশে প্রভাবিত অবস্থায় সেন্সরের সঠিক সনাক্তকরণ সক্ষমতা যাচাই করা।
- সেন্সরের আউটপুট সিগন্যাল এবং পরিমাপের সঠিকতা নিশ্চিত করা।

৩. অ্যাকচুয়েটর প্রতিক্রিয়া টেস্ট (Actuator Response Testing):

বর্ণনা: অ্যাকচুয়েটর প্রতিক্রিয়া টেস্টিংয়ের মাধ্যমে এটা নিশ্চিত করা হয় যে সেন্সর থেকে প্রাপ্ত সিগন্যালের ভিত্তিতে অ্যাকচুয়েটর সঠিকভাবে কাজ করছে। এটি সেন্সরের সিগন্যাল অনুসারে অ্যাকচুয়েটরের অবস্থান, গতি বা শক্তির পরিমাণের সঠিকতার পরীক্ষা করে।

টেস্টিং প্রক্রিয়া:

- অ্যাকচুয়েটরের ইনপুট এবং আউটপুট সিগন্যাল পরীক্ষা করা।
- সেন্সরের সিগন্যালের প্রতিক্রিয়া হিসেবে অ্যাকচুয়েটরের গতি বা অবস্থান পরীক্ষা করা।
- প্রক্রিয়ার প্রতিক্রিয়া নিশ্চিত করতে অ্যাকচুয়েটরের সঠিক ক্রিয়াকলাপ পর্যবেক্ষণ করা।

৪. সিস্টেমের পারফরম্যান্স মূল্যায়ন (System Performance Evaluation):

বর্ণনা: ফাংশনাল টেস্টিংয়ের পর, পুরো সিস্টেমের পারফরম্যান্স মূল্যায়ন করা হয়। এতে সিস্টেমের সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের কার্যক্ষমতা মিলিয়ে দেখা হয়, যেন তারা একে অপরের সাথে সঠিকভাবে কাজ করছে। সিস্টেমের সমস্ত অংশের সঠিক কাজ যাচাই করার মাধ্যমে এটি নিশ্চিত করা হয় যে সিস্টেমটি পূর্ণাঙ্গভাবে কার্যকর।

বিবেচ্য বিষয়:

- সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের মধ্যে সঠিক ইন্টারফেস নিশ্চিত করা।
- সমস্ত সংযুক্ত ডিভাইসের সঠিক সমন্বয় ও কার্যকারিতা নিশ্চিত করা।
- সিস্টেমের সঠিক ক্রমে কাজ করা নিশ্চিত করা।

৫. ত্রুটি সনাক্তকরণ এবং সমাধান (Fault Detection and Resolution):

বর্ণনা: ফাংশনাল টেস্টিং-এর সময় কোনো ত্রুটি সনাক্ত হলে, তা দ্রুত সমাধান করা প্রয়োজন। ত্রুটিগুলি সনাক্ত করে তাদের সমাধান করা সিস্টেমের সঠিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করার জন্য জরুরি। এর মাধ্যমে সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা এবং দীর্ঘস্থায়ীত্ব বাড়ানো হয়।

বিবেচ্য বিষয়:

- যেকোনো ত্রুটি বা সমস্যা দ্রুত চিহ্নিত এবং সমাধান করা।
- ত্রুটি শনাক্তকরণের জন্য পর্যাপ্ত ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করা।
- সিস্টেমের কাজের মধ্যে কোনো বিরতি না আসা নিশ্চিত করা।

৬. টেস্টিংয়ের ফলাফল রেকর্ড এবং ডকুমেন্টেশন (Recording and Documenting Test Results):

বর্ণনা: ফাংশনাল টেস্টিংয়ের ফলাফল সঠিকভাবে রেকর্ড এবং ডকুমেন্ট করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এটি ভবিষ্যতের রক্ষণাবেক্ষণ, ত্রুটি সংশোধন এবং প্রক্রিয়া উন্নত করার জন্য সহায়ক। টেস্টিংয়ের সমস্ত ফলাফল সঠিকভাবে নথিভুক্ত করা উচিত, যেন তা পরবর্তী সময়ে মূল্যায়ন করা যায়।

বিবেচ্য বিষয়:

- প্রতিটি টেস্টের ফলাফল সঠিকভাবে নথিভুক্ত করা।
- কোনো পরিবর্তন বা আপডেট হলে তা ডকুমেন্টে অন্তর্ভুক্ত করা।
- পরবর্তী রক্ষণাবেক্ষণ বা টেস্টিংয়ের জন্য যথাযথ তথ্য প্রদান করা।

ফাংশনাল টেস্টিং সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করার একটি গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ। এর মাধ্যমে সঠিক সেন্সর সনাক্তকরণ, অ্যাকচুয়েটরের প্রতিক্রিয়া, এবং পুরো সিস্টেমের কার্যক্ষমতা যাচাই করা হয়। সঠিকভাবে ফাংশনাল টেস্টিং সম্পন্ন করলে, সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা, সঠিকতা এবং স্থায়িত্ব নিশ্চিত করা যায়, যা উৎপাদনশীলতা এবং সিস্টেমের দক্ষতা বৃদ্ধিতে সাহায্য করে।



চ) ট্রাবলশুটিং পদ্ধতি অনুসরণ করে ত্রুটি বা অকার্যকারিতা চিহ্নিত, ডায়াগনোসিস এবং সংশোধন করাঃ

শিল্প ব্যবস্থায় সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর সিস্টেমের কার্যকারিতা নিশ্চিত করার জন্য নিয়মিত পরিদর্শন এবং ত্রুটি সমাধান (ট্রাবলশুটিং) অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। ত্রুটি বা অকার্যকারিতা ঘটলে তা দ্রুত চিহ্নিত এবং সমাধান করা প্রয়োজন, যাতে সিস্টেমের কার্যক্রম ব্যাহত না হয়। সঠিক ট্রাবলশুটিং পদ্ধতির মাধ্যমে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলির সঠিক কার্যক্ষমতা ফিরে পাওয়া যায় এবং সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা বজায় থাকে। এখানে ত্রুটি চিহ্নিতকরণ, ডায়াগনোসিস এবং সংশোধন করার প্রক্রিয়া বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হল:

১. ত্রুটি চিহ্নিতকরণ (Fault Identification):

বর্ণনা: প্রথম পদক্ষেপ হলো সিস্টেমে ত্রুটি বা অকার্যকারিতা চিহ্নিত করা। এটি সাধারণত সিস্টেমের প্যারামিটার (যেমন, ইনপুট/আউটপুট সিগন্যাল) থেকে কোনো অস্বাভাবিক পরিবর্তন দেখে করা হয়।

বিবেচ্য বিষয়:

- সিস্টেমের সিগন্যাল আউটপুট পরীক্ষা করা।
- সেন্সর বা অ্যাকচুয়েটরের প্রতিক্রিয়ার মধ্যে অস্বাভাবিকতা বা বিপর্যয় লক্ষ্য করা।
- লাইট ইনডিকেটর বা অ্যালার্ম সিস্টেমের মাধ্যমে সমস্যা চিহ্নিত করা।

২. ত্রুটির ডায়াগনোসিস (Fault Diagnosis):

বর্ণনা: ত্রুটি চিহ্নিত হওয়ার পর, সঠিকভাবে ত্রুটির কারণ নির্ধারণ করা প্রয়োজন। এখানে বিভিন্ন ডায়াগনস্টিক টুল এবং পদ্ধতি ব্যবহার করে সিস্টেমের অংশবিশেষ পরীক্ষা করা হয়, যেমন সেন্সর, অ্যাকচুয়েটর, এবং সিস্টেম কনফিগারেশন।

ডায়াগনোসিস পদ্ধতি:

- **ভিজ্যুয়াল পরিদর্শন:** সেন্সর বা অ্যাকচুয়েটরের অবস্থান বা সংযোগ পরীক্ষা করা।
- **ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার:** মাল্টি-টেস্টার বা অস্কিলোস্কোপের মাধ্যমে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা করা।
- **কম্পিউটারাইজড টেস্টিং:** PLC বা অন্যান্য কন্ট্রোলার সফটওয়্যারের মাধ্যমে ডাটা লোগিং এবং সিস্টেমের স্বাস্থ্য পরীক্ষা করা।

বিবেচ্য বিষয়:

- সেন্সরের সিগন্যাল প্রেরণ সক্ষমতা এবং অ্যাকচুয়েটরের প্রতিক্রিয়া ঠিকমতো হচ্ছে কিনা তা যাচাই করা।
- সিস্টেমের শক্তির উৎস (ভোল্টেজ, আউটপুট ইত্যাদি) পরীক্ষা করা।

৩. ত্রুটি সমাধান (Fault Rectification):

বর্ণনা: ত্রুটি ডায়াগনোসিস করার পর, সঠিক সমাধান প্রদান করতে হবে। সঠিক ট্রাবলশুটিং প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ত্রুটির কারণে সিস্টেমে যেকোনো সমস্যা সমাধান করা যায়।

সমাধান পদ্ধতি:

- **হেডওয়ার্ক:** সেন্সর বা অ্যাকচুয়েটরের ক্যালিব্রেশন বা পুনঃসেট করা।
- **ফিজিক্যাল মেরামত:** কেবল বা সংযোগে কোনো সমস্যা থাকলে তা সংশোধন করা।
- **বৈদ্যুতিক মেরামত:** পলিউশন, শর্ট সার্কিট বা ভোল্টেজ সমস্যা সমাধান করা।
- **সফটওয়্যার আপডেট:** সফটওয়্যার বা প্রোগ্রামিং ত্রুটি থাকলে তা সংশোধন করা।

৪. রক্ষণাবেক্ষণ এবং প্রতিরোধী ব্যবস্থা (Maintenance and Preventive Measures):

বর্ণনা: ত্রুটি সমাধানের পরে, নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণ এবং প্রতিরোধী ব্যবস্থা নেওয়া গুরুত্বপূর্ণ। এটি ভবিষ্যতে ত্রুটি বা অকার্যকারিতা থেকে রক্ষা করতে সহায়তা করে।

বিবেচ্য বিষয়:

- **নির্বাচিত সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের রক্ষণাবেক্ষণ:** সেন্সরগুলির ক্যালিব্রেশন এবং অ্যাকচুয়েটরের গতি বা অবস্থান পরীক্ষা করা।
- **রক্ষণাবেক্ষণের সময়সূচি তৈরি করা:** নিয়মিত পরিদর্শন এবং যন্ত্রাংশের যান্ত্রিক পরীক্ষা নিশ্চিত করা।
- **স্বয়ংক্রিয় সিস্টেমের টেস্টিং:** সিস্টেমের অটোমেটেড টেস্টিং ফাংশন চালিয়ে নিশ্চিত করা যে কোনও নতুন ত্রুটি হয়নি।

৫. ডকুমেন্টেশন এবং রিপোর্টিং (Documentation and Reporting):

বর্ণনা: ত্রুটি সমাধানের পর, সমস্ত কার্যক্রম এবং পরিবর্তন সঠিকভাবে ডকুমেন্ট করা উচিত, যেন ভবিষ্যতে সিস্টেমের রক্ষণাবেক্ষণ সহজ হয়। এই ডকুমেন্টেশন ভবিষ্যতে কার্যক্রমের উন্নতি এবং ত্রুটি প্রতিরোধে সহায়তা করবে।

বিবেচ্য বিষয়:

- ত্রুটির ধরন এবং সমাধানের বিস্তারিত নথিভুক্ত করা।
- সিস্টেমের আপডেট এবং মেরামত কার্যক্রম রিপোর্ট করা।
- ভবিষ্যতে ত্রুটি এড়ানোর জন্য পদক্ষেপের পরামর্শ দেওয়া।

৬. পরবর্তী মনিটরিং এবং টেস্টিং (Subsequent Monitoring and Testing):

বর্ণনা: ত্রুটি সমাধান করার পর, সিস্টেমের কর্মক্ষমতা নিশ্চিত করতে পরবর্তী সময়ে মনিটরিং এবং পুনরায় টেস্টিং করতে হবে।

বিবেচ্য বিষয়:

- সমাধানের পর সিস্টেমের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা করা।
- প্রতিক্রিয়া সময় এবং সেন্সর-অ্যাকচুয়েটর কমিউনিকেশন চেক করা।
- কোনো নতুন সমস্যা দেখা দিলে পুনরায় সমাধান করা।

ত্রুটি চিহ্নিতকরণ, ডায়াগনোসিস, এবং সমাধান শিল্প সিস্টেমের কার্যক্ষমতা বজায় রাখতে অপরিহার্য। সঠিক ট্রাবলশুটিং পদ্ধতির মাধ্যমে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঠিক কাজ নিশ্চিত করা যায় এবং সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা এবং স্থায়িত্ব বজায় রাখা সম্ভব। ত্রুটি সমাধানের পর নিয়মিত মনিটরিং এবং রক্ষণাবেক্ষণ সিস্টেমের কার্যক্ষমতা এবং সুরক্ষা নিশ্চিত করে।

Faults or malfunctions are identified, diagnosed, and recritified according to troubleshooting procedures.



সেলফ চেক (Self-check)-৩.৪

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন করার আগে কী বিষয়গুলো নিশ্চিত করা উচিত?
২. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঙ্গতি কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৩. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ইনস্টলেশন সাইট প্রস্তুত করার সময় কী কী বিষয় গুরুত্বপূর্ণ?
৪. সিস্টেমের সুরক্ষা নিশ্চিত করার জন্য কী কী ব্যবস্থা নেওয়া উচিত?
৫. ইনস্টলেশন এবং ওয়্যারিং করার সময় প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ কেন প্রয়োজন?
৬. ইনস্টলেশন পরবর্তী কীভাবে সিস্টেমের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা করা উচিত?
৭. PLC প্রোগ্রামিং করার সময় প্রথমে কী করা উচিত?
৮. PLC প্রোগ্রামিংয়ের পর কী কী পরীক্ষা করা উচিত?
৯. ফাংশনাল টেস্টিং করার সময় কোন বিষয়গুলো পরীক্ষা করা উচিত?
১০. ফাংশনাল টেস্টিংয়ের পর কীভাবে সিস্টেমের ত্রুটি সনাক্ত এবং সমাধান করা উচিত?

উত্তরপত্র (Answer Key)- ৩.৪

১. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর নির্বাচন করার আগে কী বিষয়গুলো নিশ্চিত করা উচিত?
উত্তর: সিস্টেমের স্পেসিফিকেশন, প্রক্রিয়ার চাহিদা, পরিবেশগত শর্ত এবং সেন্সর/অ্যাকচুয়েটরের ক্ষমতা নিশ্চিত করা উচিত।

২. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঙ্গতি কেন গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: সঙ্গতি নিশ্চিত করা প্রয়োজন যাতে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি একে অপরের সাথে সঠিকভাবে কাজ করতে পারে এবং সিস্টেমের কার্যক্ষমতা ঠিক থাকে।

৩. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ইনস্টলেশন সাইট প্রস্তুত করার সময় কী কী বিষয় গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: সঠিক তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, চাপ এবং পরিবেশগত শর্ত নিশ্চিত করা, সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের সঠিক অবস্থান নির্ধারণ করা।

৪. সিস্টেমের সুরক্ষা নিশ্চিত করার জন্য কী কী ব্যবস্থা নেওয়া উচিত?
উত্তর: সঠিক গ্রাউন্ডিং, শর্ট সার্কিট প্রোটেকশন, এবং নিরাপত্তা সিস্টেমের সংযোগ নিশ্চিত করা উচিত।

৫. ইনস্টলেশন এবং ওয়্যারিং করার সময় প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ কেন প্রয়োজন?
উত্তর: এটি সঠিক ইনস্টলেশন নিশ্চিত করে, সিস্টেমের কার্যক্ষমতা এবং সুরক্ষা বজায় রাখে, এবং সঠিক সিগন্যাল ট্রান্সমিশন নিশ্চিত করে।

৬. ইনস্টলেশন পরবর্তী কীভাবে সিস্টেমের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা করা উচিত?
উত্তর: সিগন্যাল আউটপুট পরীক্ষা, সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের প্রতিক্রিয়া পরীক্ষা এবং পুরো সিস্টেমের সঠিক কার্যকারিতা যাচাই করা।

৭. PLC প্রোগ্রামিং করার সময় প্রথমে কী করা উচিত?
উত্তর: প্রথমে সিস্টেমের স্পেসিফিকেশন এবং প্রক্রিয়ার চাহিদা পর্যালোচনা করা উচিত।

৮. PLC প্রোগ্রামিংয়ের পর কী কী পরীক্ষা করা উচিত?
উত্তর: প্রোগ্রামের সঠিক কাজ যাচাই করা, সিস্টেমের সঠিক প্রতিক্রিয়া এবং সেন্সর/অ্যাকচুয়েটরের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা করা।

৯. ফাংশনাল টেস্টিং করার সময় কোন বিষয়গুলো পরীক্ষা করা উচিত?
উত্তর: সেন্সরের সঠিক সিগন্যাল সনাক্তকরণ, অ্যাকচুয়েটরের সঠিক প্রতিক্রিয়া এবং সিস্টেমের পারফরম্যান্স নিশ্চিত করা।

১০. ফাংশনাল টেস্টিংয়ের পর কীভাবে সিস্টেমের ত্রুটি সনাক্ত এবং সমাধান করা উচিত?
উত্তর: সিস্টেমের আউটপুট এবং ইনপুট যাচাই করে ত্রুটি চিহ্নিত করা, এবং ডায়াগনস্টিক টুলের মাধ্যমে ত্রুটি সমাধান করা।

জব শিট (Job Sheet)- ৩.৪

জবের নাম: প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ করে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইনস্টল এবং ওয়্যারিং করা।

কাজের ধাপসমূহ (Steps of Work):

১. কাজ শুরু করার আগে, সিস্টেমের স্পেসিফিকেশন এবং প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা ভালোভাবে পর্যালোচনা করুন।
২. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ধরন, ক্ষমতা, আউটপুট, ইনপুট, এবং তাদের সঠিক কাজের শর্তগুলি নিশ্চিত করুন।
৩. ইনস্টলেশন সাইটে সঠিক তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, এবং পরিবেশগত শর্ত নিশ্চিত করুন।
৪. সঠিক স্থানে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলির অবস্থান নির্ধারণ করুন যাতে তারা কার্যকরভাবে কাজ করতে পারে।
৫. প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলিকে সঠিকভাবে ইনস্টল করুন।
৬. সেন্সরের সঠিক অবস্থান নিশ্চিত করুন এবং সেন্সরের আউটপুট সিগন্যালের জন্য যথাযথ জায়গায় সংযোগ করুন।
৭. অ্যাকচুয়েটরের ইনপুট এবং আউটপুট সিগন্যাল সঠিকভাবে সংযোগ করুন।
৮. প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ করে সমস্ত সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের বৈদ্যুতিক সংযোগ সম্পন্ন করুন।
৯. সবকিছু সঠিকভাবে সংযোগ করার পরে, সিস্টেমের বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং চেক করুন যাতে তা সঠিকভাবে কাজ করতে পারে।
১০. সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের কনফিগারেশন সম্পন্ন করার পর, সিস্টেমের কাজ সঠিকভাবে হচ্ছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
১১. সিস্টেমের আউটপুট এবং ইনপুট সিগন্যাল সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা যাচাই করুন।
১২. ইনস্টলেশনের পর, ফাংশনাল টেস্টিং করে নিশ্চিত করুন যে সেন্সর সঠিকভাবে সিগন্যাল সনাক্ত করছে এবং অ্যাকচুয়েটর সঠিক প্রতিক্রিয়া প্রদান করছে।
১৩. ইনস্টলেশন এবং ওয়্যারিং প্রক্রিয়ার সব কাজ নথিভুক্ত করুন এবং সঠিকভাবে রিপোর্ট করুন।
১৪. প্রয়োজনে কোনো পরিবর্তন বা আপডেটের জন্য ডকুমেন্টেশন করুন।

সতর্কতা (Cautions):

- ইনস্টলেশন বা ওয়্যারিং করার সময় সবসময় সিস্টেমটি শাটডাউন অবস্থায় রাখুন।
- কাজের সময় বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা নিয়ম মেনে চলুন।
- শর্ট সার্কিট থেকে রক্ষা পেতে সঠিক গ্রাউন্ডিং নিশ্চিত করুন।
- সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরগুলি তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, এবং অন্যান্য পরিবেশগত শর্ত অনুযায়ী ইনস্টল করুন যাতে তাদের কার্যক্ষমতা ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।
- সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইনস্টল করার সময় যান্ত্রিক ক্ষতি বা ব্রেকিং এড়িয়ে চলুন।
- সেন্সরগুলির সংযোগ স্থানে কোনো ধাতব অংশে চাপ বা আঘাত না পড়ুক, তা নিশ্চিত করুন।
- সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটরের ইনস্টলেশন সাইট এমনভাবে নির্বাচন করুন যাতে তারা অন্য যন্ত্রপাতি বা সিস্টেমের সাথে সংঘর্ষ সৃষ্টি না করে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet)-৩.৪

জবের নাম: প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ করে সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর ইনস্টল এবং ওয়্যারিং করা।

প্রয়োজনীয় PPE:

- গ্লাভস (Gloves)
- সুরক্ষা চশমা (Safety Glasses)
- সুরক্ষা জুতা (Safety Boots)
- মাথা সুরক্ষা-হেলমেট (Head Protection)
- অগ্নি সুরক্ষা (Fire Protection)

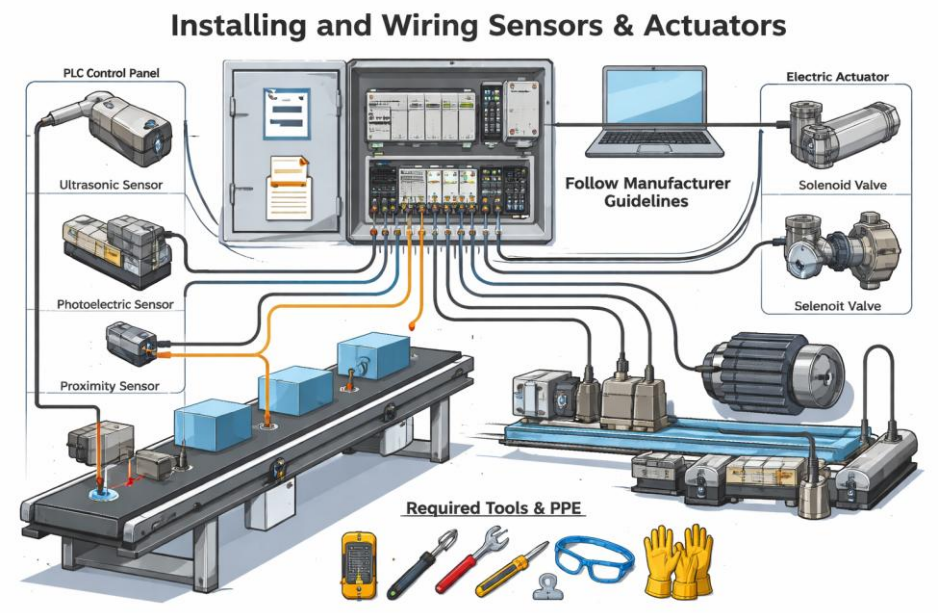
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- মাল্টি-টেস্টার (Multimeter)
- অস্কিলোস্কোপ (Oscilloscope)
- প্লাম্বিং টুলস (Plumbing Tools)
- স্ক্রু ড্রাইভার এবং রেঞ্চ (Screwdrivers and Wrenches)
- কেবল এবং কনেক্টর (Cables and Connectors)

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- সেন্সর এবং অ্যাকচুয়েটর (Sensors and Actuators)
- কেবল এবং কনেক্টর (Cables and Connectors)
- জয়েন্ট এবং সিল (Joints and Seals)
- বৈদ্যুতিক উপাদান (Electrical Components)
- গ্রাউন্ডিং সিস্টেম (Grounding System)

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



মডিউল-৪

মডিউলঃ কনফিগারেশনসহ PLC ইনস্টলেশন ও ওয়্যারিং বাস্তবায়ন করা

SICIP-LE-PLC-04-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৪

মডিউল শিরোনাম: কনফিগারেশনসহ PLC ইনস্টলেশন ও ওয়্যারিং বাস্তবায়ন করা

ইউনিট কোড: SICIP-LE-PLC-04-O **নোমিনাল আওয়ার: ৬০ ঘণ্টা।**

মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলে কনফিগারেশনসহ PLC ইনস্টলেশন এবং ওয়্যারিং বাস্তবায়নের জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা ও মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে কাজের জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ, সফটওয়্যার টুল ব্যবহার করে PLC হার্ডওয়্যার কনফিগারেশন সেটআপ করা, এবং PLC ও PC-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপনের কাজগুলো অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফল: এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা:

১. কাজের জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারবে।
২. সফটওয়্যার টুল ব্যবহার করে PLC হার্ডওয়্যার কনফিগারেশন সেটআপ করতে পারবে।
৩. PLC ও PC-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন করাতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:

১. কর্মক্ষেত্রের নিয়ম অনুযায়ী নিরাপদ কাজের পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়েছে এবং ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার করা হয়েছে।
২. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম নির্বাচন ও প্রস্তুত করা হয়েছে।
৩. PLC স্থাপন ও কমিশনিং-এর জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ ও PLC কম্পোনেন্টসমূহ চিহ্নিত করা হয়েছে।
৪. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী সাধারণ PLC কম্পোনেন্ট ও নিয়ন্ত্রণ ডিভাইসসমূহ স্থাপন করা হয়েছে।
৫. সেন্সর ও সুইচগুলো PLC-এর নির্দিষ্ট ইনপুট ও আউটপুটে সংযুক্ত করা হয়েছে।
৬. PLC এবং প্রোগ্রামিং ডিভাইসের মধ্যে কেবল সংযোগ কাজের নির্দেশনা অনুযায়ী সম্পন্ন করা হয়েছে।
৭. সংযোগগুলো নির্ধারিত স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী পরীক্ষা করা হয়েছে।
৮. ব্যবহার নির্দেশিকা (User Manual) অনুযায়ী সুরক্ষা ডিভাইস সেট করা হয়েছে।
৯. প্রয়োজনীয় সফটওয়্যার টুল ইনস্টল করা হয়েছে।
১০. নির্বাচিত হার্ডওয়্যার PLC সফটওয়্যার টুল ব্যবহার করে কনফিগার করা হয়েছে।
১১. হার্ডওয়্যার ডিভাইসসমূহ ব্যবহার নির্দেশিকা অনুযায়ী পরীক্ষা করা হয়েছে।
১২. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী PLC ও PC-এর অ্যাড্রেস কনফিগার করা হয়েছে।
১৩. নির্দিষ্ট কমিউনিকেশন প্রোটোকল ব্যবহার করে PLC ও PC-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন করা হয়েছে।
১৪. PLC ও PC-এর মধ্যে যোগাযোগ যাচাই করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) –৪.১

শিখন ফল-১: কাজের জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- কর্মক্ষেত্রের নিয়ম অনুযায়ী নিরাপদ কাজের পদ্ধতি অনুসরণ এবং ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম নির্বাচন ও প্রস্তুতকরণ
- PLC স্থাপন ও কমিশনিং-এর জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ ও PLC কম্পোনেন্টসমূহ চিহ্নিতকরণ

(ক) কর্মক্ষেত্রের নিয়ম অনুযায়ী নিরাপদ কাজের পদ্ধতি অনুসরণ এবং ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহারঃ
কর্মক্ষেত্রে নিরাপদ কাজের পদ্ধতি অনুসরণ করা শ্রমিকের জীবন রক্ষা, উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি এবং আইনি বাধ্যবাধকতা পূরণের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। বাংলাদেশে এটি শ্রম আইন ও Occupational Health and Safety (OHS) নীতিমালার মাধ্যমে পরিচালিত হয়।

নিরাপদ কাজের পদ্ধতির মূল উপাদানসমূহঃ

উপাদান	বিবরণ
সঠিক প্রশিক্ষণ	কর্মীদের কাজের ধরন অনুযায়ী নিরাপত্তা বিষয়ে প্রশিক্ষণ দেওয়া আবশ্যক
PPE ব্যবহার	হেলমেট, গ্লাভস, চশমা, জুতা, কানের প্রটেকশন ইত্যাদি বাধ্যতামূলক
ঝুঁকি মূল্যায়ন	কাজ শুরুর আগে সম্ভাব্য ঝুঁকি চিহ্নিত ও প্রতিরোধমূলক ব্যবস্থা গ্রহণ
পরিষ্কার ও সুশৃঙ্খল পরিবেশ	কর্মস্থল নিয়মিত পরিষ্কার রাখা, যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে সংরক্ষণ
নিরাপত্তা চিহ্ন ও নির্দেশনা	স্পষ্টভাবে ঝুঁকিপূর্ণ জায়গায় সতর্কতা চিহ্ন ও নির্দেশনা থাকা
প্রথম সাহায্য ব্যবস্থা	দুর্ঘটনার সময় তাৎক্ষণিক চিকিৎসা দেওয়ার জন্য প্রস্তুত ব্যবস্থা
নিয়মিত পরিদর্শন ও রক্ষণাবেক্ষণ	যন্ত্রপাতি, বৈদ্যুতিক সংযোগ, সিঁড়ি, মেঝে ইত্যাদি নিয়মিত পরীক্ষা

বাংলাদেশ শ্রম আইন অনুযায়ী নির্দেশনা:

- প্রতিটি মালিকের দায়িত্ব: কর্মীদের জন্য নিরাপদ ও স্বাস্থ্যসম্মত কর্মপরিবেশ নিশ্চিত করা।
- কারখানা ভবন ও যন্ত্রপাতি: নিরাপদভাবে নির্মাণ ও রক্ষণাবেক্ষণ করতে হবে।
- পদার্থের ব্যবহার ও সংরক্ষণ: এমনভাবে করতে হবে যাতে কোনো স্বাস্থ্যঝুঁকি না থাকে।

OHS (Occupational Health and Safety)-এর গুরুত্ব:

- শারীরিক ও মানসিক নিরাপত্তা: কর্মীদের সুস্থতা নিশ্চিত করে।
- দুর্ঘটনা হ্রাস: সঠিক নিয়ম অনুসরণ করলে দুর্ঘটনার ঝুঁকি কমে।
- আন্তর্জাতিক মান পূরণ: বিশেষ করে RMG, নির্মাণ ও উৎপাদন খাতে এটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ

কাজ শুরু করার আগে এবং কাজ চলাকালীন নিরাপত্তা নিশ্চিত করা। PLC installation এবং wiring এর সময় কর্মীকে অবশ্যই নির্ধারিত নিরাপদ কর্মপদ্ধতি অনুসরণ করতে হবে এবং কর্মস্থলের নিয়ম অনুযায়ী প্রয়োজনীয় PPE ব্যবহার করতে হবে।

নিরাপদ কর্মপদ্ধতি (Safe Working Practices):

- কাজ শুরু করার আগে কাজের ঝুঁকি (risk) মূল্যায়ন করতে হবে।
- বৈদ্যুতিক সংযোগের কাজ হলে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ (isolation) নিশ্চিত করতে হবে।
- ভেজা হাত বা ভেজা পরিবেশে কাজ করা যাবে না।
- সরঞ্জাম (tools) ব্যবহারের আগে তা ঠিকমতো কাজ করছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে।
- কাজের স্থান পরিষ্কার, শুকনো এবং বাধামুক্ত রাখতে হবে।
- উচ্চ ভোল্টেজ বা লাইভ লাইনে কাজ করলে বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।
- অনুমতি ছাড়া কোনো যন্ত্র বা সিস্টেমে পরিবর্তন করা যাবে না।

কর্মস্থলের নিয়ম অনুযায়ী PPE:

প্রতিটি প্রতিষ্ঠানে নির্দিষ্ট নিরাপত্তা নীতিমালা (safety policy) থাকে, যা অনুসরণ করা বাধ্যতামূলক। কাজের ধরন অনুযায়ী PPE নির্বাচন করতে হবে (যেমন: বৈদ্যুতিক কাজের জন্য insulated PPE) । ব্যবহারের আগে PPE ভালো অবস্থায় আছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে। নিচে কয়েটির বিবরণ দেওয়া হলো:

ছবি	বিবরণ
 এ্যপ্রোন	একটি টেকসই এপ্রন, মোটা কাপড় দিয়ে তৈরি, যা শরীরকে স্পার্ক, ধুলো এবং বৈদ্যুতিক ঝুঁকি থেকে রক্ষা করে। এতে সামঞ্জস্যযোগ্য স্ট্র্যাপ এবং টুল রাখার জন্য পকেট রয়েছে।
 সেফটি হেলমেট	**সংজ্ঞা:** শক্ত প্লাস্টিক বা ফাইবার দিয়ে তৈরি হেলমেট, যা মাথাকে আঘাত, পতনশীল বস্তু বা বৈদ্যুতিক ঝুঁকি থেকে রক্ষা করে। **ব্যবহার:** নির্মাণ, বৈদ্যুতিক ও ইঞ্জিনিয়ারিং কাজের সময় মাথায় পড়ে যাওয়া বস্তু বা আঘাত থেকে সুরক্ষা দেয়।
 সুরক্ষা চশমা	**সংজ্ঞা:** স্বচ্ছ বা রঙিন লেন্সযুক্ত চশমা যা চোখকে ধুলা, ধাতব কণা, রাসায়নিক পদার্থ বা স্পার্ক থেকে রক্ষা করে। **ব্যবহার:** ওয়্যারিং, কাটিং বা রাসায়নিক কাজের সময় চোখে ক্ষতিকর কণা প্রবেশ ঠেকায়।
	সংজ্ঞা: বৈদ্যুতিক নিরোধক রাবার বা বিশেষ উপাদানে তৈরি গ্লাভস, যা হাতকে বিদ্যুতের শক থেকে রক্ষা করে।

ছবি	বিবরণ
	**ব্যবহার:** বৈদ্যুতিক সার্কিট, PLC ইনস্টলেশন বা ওয়্যারিংয়ের সময় হাতকে নিরাপদ রাখে।
ইনসুলেটেড গ্লোভস	
	**সংজ্ঞা:** স্টিল-টু বা শক্তিশালী সোলযুক্ত জুতা, যা পা-কে আঘাত, ভারী বস্তু পড়া বা পিচ্ছিল জায়গা থেকে রক্ষা করে। **ব্যবহার:** ভারী যন্ত্রপাতি বহন, নির্মাণ বা ইঞ্জিনিয়ারিং কাজের সময় পায়ের সুরক্ষা নিশ্চিত করে।
সেফটি সু	
 ইয়ারমাফ বা ইয়ারপ্লাগ	**সংজ্ঞা:** ইয়ারমাফ বা ইয়ারপ্লাগ, যা উচ্চ শব্দ থেকে কানকে সুরক্ষিত রাখে। **ব্যবহার:** মেশিনের আওয়াজ বা শব্দপূর্ণ পরিবেশে শ্রবণশক্তি রক্ষা করে।

(খ) কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম নির্বাচন ও প্রস্তুত করাঃ

এই ধাপটির উদ্দেশ্য হলো PLC installation এবং wiring কাজ সঠিকভাবে সম্পন্ন করার জন্য প্রয়োজনীয় সকল টুলস ও যন্ত্রপাতি নির্বাচন এবং প্রস্তুত করা। কাজের ধরন, পরিবেশ এবং প্রযুক্তিগত প্রয়োজন অনুযায়ী সঠিক সরঞ্জাম নির্বাচন করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

প্রয়োজনীয় টুলস ও যন্ত্রপাতি নির্বাচন (Selection of tools and equipment):

- কাজের ধরণ (installation, wiring, testing) অনুযায়ী উপযুক্ত টুলস নির্বাচন করতে হবে।
- PLC installation-এর জন্য সাধারণত ব্যবহৃত টুলস:
  - Screwdriver (flat & star)
  - Wire stripper & cutter
  - Crimping tool
  - Multimeter
  - Insulation tape
  - Drill machine (প্রয়োজনে)

টুলস এর নাম ও ছবি	বিবরণ
 **স্ক্রু-ড্রাইভার (স্টার এবং ফ্লাট)**	**ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার:** এর মাথা সোজা ও চ্যাপ্টা, সাধারণত সোজা স্লট স্ক্রু খোলার জন্য ব্যবহৃত হয়। **স্টার বা ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার:** মাথা ক্রস আকৃতির, যা ফিলিপস স্ক্রু খোলার জন্য আদর্শ। **ব্যবহার:** ইলেকট্রিক বোর্ড, সুইচ, সকেট ইনস্টলেশন, ফার্নিচার অ্যাসেম্বলি ইত্যাদি।
 **ওয়ার স্টিপার**	**ফাংশন:** বৈদ্যুতিক তারের উপর থাকা ইনসুলেশন সরিয়ে ফেলা এবং তার কাটার জন্য ব্যবহৃত হয়। **বৈশিষ্ট্য:** বিভিন্ন গেজের তারের জন্য আলাদা স্ট্রিপিং স্লট থাকে। কিছু মডেলে কাটার ও লুপিং ফাংশনও থাকে। **ব্যবহার:** তার সংযোগের আগে প্রস্তুত করতে, সার্কিট তৈরিতে।
 **ক্রিম্পিং টুল**	**ফাংশন:** তারের মাথায় কানেক্টর বা টার্মিনাল যুক্ত করতে ব্যবহৃত হয়। **বৈশিষ্ট্য:** বিভিন্ন সাইজের কানেক্টরের জন্য আলাদা স্লট থাকে। কিছু মডেলে র‍্যাচেটিং মেকানিজম থাকে। **ব্যবহার:** ইলেকট্রিক প্যানেল, গাড়ির তার সংযোগ, ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রিক কাজ।
 **ইনসুলেশন টেপ**	**ফাংশন:** বৈদ্যুতিক তারের সংযোগ ঢেকে রাখে, শর্ট সার্কিট ও স্পার্ক থেকে রক্ষা করে। **বৈশিষ্ট্য:** সাধারণত PVC মেটেরিয়াল দিয়ে তৈরি, বিভিন্ন রঙে পাওয়া যায় (কালো, লাল, নীল)। **ব্যবহার:** তার সংযোগ সুরক্ষিত করতে, ইলেকট্রিক কাজের শেষে।
 **মাল্টিমিটার**	**ফাংশন:** ভোল্টেজ, কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স, কন্টিনিউটি ইত্যাদি পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। **বৈশিষ্ট্য:** ডিজিটাল ডিসপ্লে, রোটারি সুইচ, রেড ও ব্ল্যাক প্রোব থাকে। **ব্যবহার:** সার্কিট টেস্ট, ইলেকট্রনিক ডিভাইস মেরামত, DIY প্রজেক্ট।

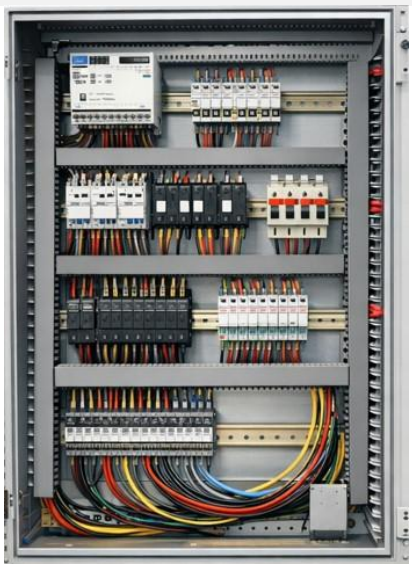
টুলস এর নাম ও ছবি	বিবরণ
 ড্রিল মেশিন	**ফাংশন:** দেয়াল, কাঠ বা ধাতব বস্তুর মধ্যে ছিদ্র করতে ব্যবহৃত হয়। **বৈশিষ্ট্য:** কর্ডলেস বা কর্ডেড, বিভিন্ন বিট ব্যবহারযোগ্য, টর্ক কন্ট্রোল ফিচার থাকতে পারে। **ব্যবহার:** ইলেকট্রিক বোর্ড ইনস্টলেশন, ফার্নিচার ফিটিং, হেভি ডিউটি কাজ।

(গ) ইনস্টলেশন ও কমিশনিংয়ের জন্য উপকরণ ও PLC কম্পোনেন্ট চিহ্নিতকরণঃ

এই ধাপে একজন শিক্ষার্থী বা কর্মীকে নিম্নলিখিত কাজগুলো করতে সক্ষম হতে হয়:

PLC ইনস্টলেশনের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ চিহ্নিত করা:

- কন্ট্রোল প্যানেল
- DIN রেল
- পাওয়ার সাপ্লাই
- ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার
- ইনপুট/আউটপুট মডিউল
- রিলে, কন্টাক্টর
- তার, কেবল, কেবল ট্রে
- স্ক্রু ড্রাইভার, মাল্টিমিটার, ওয়্যার স্ট্রিপার, ইত্যাদি

নাম ও ছবি	বিবরণ
 কন্ট্রোল প্যানেল	**কন্ট্রোল প্যানেল** কন্ট্রোল প্যানেল হলো একটি ধাতব বা প্লাস্টিকের আবরণযুক্ত বাক্স বা বোর্ড যেখানে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক উপাদান যেমন সার্কিট ব্রেকার, রিলে, কন্টাক্টর, পাওয়ার সাপ্লাই, PLC, সেন্সর ইত্যাদি সংযুক্ত থাকে। এটি একটি কেন্দ্রীয় নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা হিসেবে কাজ করে। **প্রধান বৈশিষ্ট্য ও কাযকারীতা** **নিয়ন্ত্রণ** মোটর, পাম্প, ফ্যান, লাইট, সেন্সর ইত্যাদি চালু/বন্ধ ও নিয়ন্ত্রণ করে **সুরক্ষা** শর্ট সার্কিট, অতিরিক্ত কারেন্ট, ওভারলোড থেকে সিস্টেমকে রক্ষা করে **মনিটরিং** সেন্সর ও ডিসপ্লে ইউনিটের মাধ্যমে সিস্টেমের অবস্থা পর্যবেক্ষণ করা যায় **স্বয়ংক্রিয়তা** PLC বা রিলে লজিকের মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ সম্ভব

নাম ও ছবি	বিবরণ
	সংযোগ বিভিন্ন ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইসের সাথে সংযুক্ত থাকে
 **DIN রোল**	বৈদ্যুতিক ডিভাইস যেমন সার্কিট ব্রেকার, রিলে, পাওয়ার সাপ্লাই ইত্যাদি মাউন্ট করার জন্য ব্যবহৃত হয়। IEC 60715 মান অনুযায়ী তৈরি।
 **পাওয়ার সাপ্লাই**	AC থেকে DC বা DC থেকে DC বিদ্যুৎ সরবরাহ করে। সাধারণত PLC ও সেন্সর চালাতে ব্যবহৃত হয়।
 **সার্কিট ব্রেকার**	অতিরিক্ত কারেন্ট বা শর্ট সার্কিট হলে সার্কিটকে রক্ষা করে। ফিউজ একবার ব্যবহারযোগ্য, সার্কিট ব্রেকার পুনরায় চালু করা যায়।
 **ইনপুট আউটপুট মডিউল**	PLC বা কন্ট্রোল সিস্টেমে সেন্সর থেকে ইনপুট গ্রহণ ও অ্যাকচুয়েটরে আউটপুট পাঠায়।
 **রিলে ও কন্ডাক্টর**	স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়। রিলে ছোট লোডের জন্য, কন্টাক্টর বড় লোড যেমন মোটর নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।
 **তার ও কেবল**	বিদ্যুৎ ও সিগন্যাল পরিবহনের জন্য ব্যবহৃত হয়। রঙ কোডিং দ্বারা আলাদা করা হয়।

নাম ও ছবি	বিবরণ
 **কেবল ট্রে**	তার ও কেবল সুশৃঙ্খলভাবে সাজানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। রক্ষণাবেক্ষণ সহজ করে।
 **সিপিইউ ইউনিট**	এটি PLC-এর কেন্দ্রীয় নিয়ন্ত্রণ ইউনিট। এতে LCD ডিসপ্লে, Ethernet/USB পোর্ট এবং অপারেশন বোতাম থাকে। **ব্যবহার:** প্রোগ্রাম এক্সিকিউট করে এবং অন্যান্য মডিউলের সাথে সমন্বয় করে।
 **কমিউনিকেশন মডিউল**	কমিউনিকেশন মডিউল হল PLC-এর একটি অংশ যা অন্যান্য ডিভাইসের সাথে তথ্য আদান-প্রদানের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি বিভিন্ন প্রোটোকল যেমন Ethernet, Profibus, RS232, RS485, Modbus ইত্যাদির মাধ্যমে কাজ করে। **ব্যবহার:** • PLC থেকে HMI, SCADA বা অন্যান্য PLC-এর সাথে যোগাযোগ • রিমোট ডিভাইস মনিটরিং ও কন্ট্রোল • ডেটা লগিং ও ট্রান্সমিশন
 **প্রোগ্রাম ডিভাইস**	প্রোগ্রামিং ডিভাইস হল সেই যন্ত্র যার মাধ্যমে PLC বা অন্যান্য অটোমেশন কন্ট্রোলারকে প্রোগ্রাম করা হয়। এটি হতে পারে ডেস্কটপ কম্পিউটার, ল্যাপটপ, বা হ্যান্ডহেল্ড প্রোগ্রামার।
 **মাউন্টিং একসেসোরিজ**	DIN রেল, স্ক্রু, ব্র্যাকেট ইত্যাদি যা PLC মডিউলগুলোকে প্যানেলে স্থাপন করতে ব্যবহৃত হয়। **ব্যবহার:** সঠিকভাবে মডিউলগুলোকে ফিক্স করে এবং নিরাপদ সংযোগ নিশ্চিত করে।

নাম ও ছবি	বিবরণ
 **ফ্রন্ট কানেন্টর**	ফ্রন্ট কানেক্টর হল একটি ডিটাচেবল (বিচ্ছিন্নযোগ্য) টার্মিনাল ব্লক যা PLC মডিউলের সামনে সংযুক্ত থাকে। এটি ইনপুট/আউটপুট তারগুলোকে সহজে সংযুক্ত ও বিচ্ছিন্ন করার সুবিধা দেয়। **ব্যবহার:** • সেন্সর, অ্যাকচুয়েটর, সুইচ ইত্যাদির সংযোগ • দ্রুত রিপ্লেসমেন্ট ও ট্রাবলশুটিং • প্যানেল ওয়ারিং সহজ ও সুশৃঙ্খল রাখে

PLC কমিশনিংয়ের জন্য প্রয়োজনীয় কম্পোনেন্ট চিহ্নিত করা:

- প্রোগ্রামিং ডিভাইস (ল্যাপটপ/PC)
- সফটওয়্যার (PLC configuration tools)
- কমিউনিকেশন কেবল (RS232, Ethernet)
- HMI (Human Machine Interface) যদি থাকে
- সেন্সর ও অ্যাকচুয়েটর

সঠিকভাবে উপকরণ নির্বাচন ও যাচাই করা:

- ভোল্টেজ ও কারেন্ট রেটিং অনুযায়ী উপকরণ নির্বাচন
- পরিবেশ ও নিরাপত্তা বিবেচনায় উপযুক্ত কম্পোনেন্ট নির্বাচন
- স্ট্যান্ডার্ড ও কোড অনুযায়ী ইনস্টলেশন উপকরণ যাচাই

ডকুমেন্টেশন ও লেবেলিং:

- প্রতিটি কম্পোনেন্টের নাম, ফাংশন ও অবস্থান লেবেল করা
- ইনস্টলেশন ডায়াগ্রাম ও BOM (Bill of Materials) প্রস্তুত করা

সেলফ চেক (Self-check)- ৪.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. নিরাপদ কর্মপদ্ধতি (Safe working practices) বলতে কী বোঝায়?
২. কর্মক্ষেত্রে PPE কেন ব্যবহার করা প্রয়োজন?
৩. PLC ইনস্টলেশনের জন্য টুলস ও ইকুইপমেন্ট নির্বাচন কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৪. কোন ধরনের টুলস PLC ইনস্টলেশনে ব্যবহৃত হয়?
৫. PLC এর প্রধান কম্পোনেন্টগুলো কী কী?
৬. উপকরণ ও কম্পোনেন্ট চিহ্নিত করার সময় কী কী বিষয় বিবেচনা করতে হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key)- ৪.১

১. নিরাপদ কর্মপদ্ধতি হলো এমন নিয়ম ও পদ্ধতি অনুসরণ করা, যা কাজ করার সময় দুর্ঘটনা ও ঝুঁকি কমায়।
২. PPE ব্যবহার কর্মীকে শারীরিক আঘাত, বৈদ্যুতিক শক, ধুলো বা ক্ষতিকর উপাদান থেকে সুরক্ষা দেয়।
৩. সঠিক টুলস নির্বাচন কাজকে সহজ, দ্রুত এবং নিরাপদ করে।
৪. স্ক্রু ড্রাইভার, প্লায়ার্স, মাল্টিমিটার, কাটার, ড্রিল মেশিন ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়।
৫. CPU, Power Supply, Input/Output Module, Communication Module ইত্যাদি PLC এর প্রধান কম্পোনেন্ট।
৬. মান (quality), সাইজ, ভোল্টেজ রেটিং, কম্প্যাটিবিলিটি এবং কাজের প্রয়োজনীয়তা বিবেচনা করতে হয়।

জব শিট (Job Sheet)- ৪.১

জবের নাম: PLC Installation-এর জন্য প্রয়োজনীয় Tools ও Equipment নির্বাচন ও প্রস্তুত করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. কাজের নির্দেশনা ও ড্রয়িং ভালোভাবে পর্যালোচনা করা
২. প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্টের তালিকা তৈরি করা
৩. প্রতিটি টুলস সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা পরীক্ষা করা
৪. প্রয়োজনীয় Materials সংগ্রহ করা
৫. PLC ও অন্যান্য কম্পোনেন্ট শনাক্ত করা
৬. টুলস ও Materials নির্দিষ্ট স্থানে সাজিয়ে রাখা
৭. PPE পরিধান করা নিশ্চিত করা
৮. কাজ শুরুর পূর্বে নিরাপত্তা চেক সম্পন্ন করা

সতর্কতা:

- কাজ শুরুর আগে পাওয়ার সাপ্লাই বন্ধ করতে হবে
- সব টুলস সঠিক অবস্থায় আছে কিনা যাচাই করতে হবে
- ভেজা হাতে বৈদ্যুতিক যন্ত্র স্পর্শ করা যাবে না
- সঠিক PPE ব্যবহার করতে হবে
- কাজের স্থান পরিষ্কার ও নিরাপদ রাখতে হবে

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৪.১

জবের নাম: PLC Installation-এর জন্য প্রয়োজনীয় Tools ও Equipment নির্বাচন ও প্রস্তুত করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহ:

- সেফটি হেলমেট
- সেফটি গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি শু
- এপ্রন

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- স্ক্রু ড্রাইভার (Flat & Phillips)
- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- ওয়্যার স্ট্রিপার
- কাটার (Side cutter)
- মাল্টিমিটার
- ড্রিল মেশিন

- টেস্ট ল্যাম্প
- মেজারিং টেপ
- লেভেল মিটার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- PLC ইউনিট
- পাওয়ার সাপ্লাই
- ইনপুট/আউটপুট (I/O) মডিউল
- ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যার/কেবল
- টার্মিনাল ব্লক
- কেবল টাই
- DIN রেল
- স্ক্রু ও নাট-বল্ট

ডায়াগ্রাম/লে-আউট:

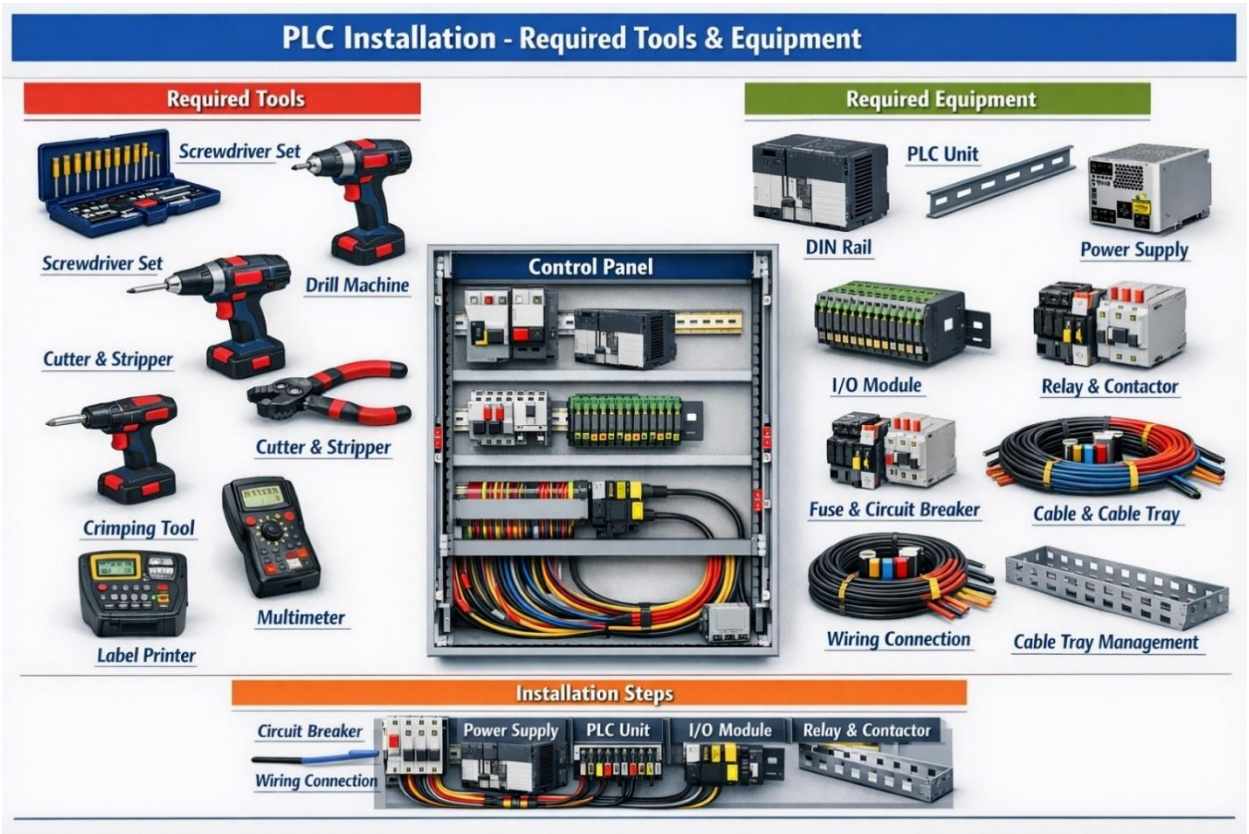


Figure: Required Tools & Equipment for PLC Installation

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৪.২

শিখন ফল-২: সফটওয়্যার টুল ব্যবহার করে PLC হার্ডওয়্যার কনফিগারেশন সেটআপ করতে পারবে।

উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- সাধারণ PLC কম্পোনেন্ট ও নিয়ন্ত্রণ ডিভাইসসমূহ স্থাপন
- সেন্সর ও সুইচগুলো PLC-এর নির্দিষ্ট ইনপুট ও আউটপুটে সংযুক্তকরণ
- PLC এবং প্রোগ্রামিং ডিভাইসের মধ্যে কেবল সংযোগ সম্পন্নকরণ
- সংযোগগুলো নির্ধারিত স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী পরীক্ষাকরণ
- ব্যবহার নির্দেশিকা (User Manual) অনুযায়ী সুরক্ষা ডিভাইস সেট করা
- প্রয়োজনীয় সফটওয়্যার টুল ইনস্টল করা
- নির্বাচিত হার্ডওয়্যারকে PLC সফটওয়্যার টুল ব্যবহার করে কনফিগার করা

(ক) সাধারণ PLC কম্পোনেন্ট ও নিয়ন্ত্রণ ডিভাইসসমূহ স্থাপনঃ

PLC (Programmable Logic Controller ভিত্তিক অটোমেশন সিস্টেমে বিভিন্ন কম্পোনেন্ট ও নিয়ন্ত্রণ ডিভাইস সঠিকভাবে স্থাপন করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কাজের ধরন ও প্রয়োজন অনুযায়ী সঠিক কম্পোনেন্ট নির্বাচন এবং নির্দিষ্ট স্থানে স্থাপন করলে সিস্টেমের কার্যকারিতা, নির্ভরযোগ্যতা এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়।

সাধারণ PLC কম্পোনেন্টসমূহ:

PLC সিস্টেমে সাধারণত নিম্নোক্ত কম্পোনেন্টগুলো ব্যবহৃত হয়:

- PLC CPU (Central Processing Unit):
  এটি PLC-এর মস্তিষ্ক হিসেবে কাজ করে এবং সমস্ত ইনপুট-আউটপুট নিয়ন্ত্রণ করে।
- Power Supply:
  PLC ও অন্যান্য কম্পোনেন্টে বিদ্যুৎ সরবরাহ করে।
- Input Module:
  সেন্সর বা সুইচ থেকে সিগন্যাল গ্রহণ করে।
- Output Module:
  মোটর, লাইট, রিলে ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করে।
- Communication Module:
  PLC-এর সাথে কম্পিউটার বা অন্যান্য ডিভাইসের যোগাযোগ স্থাপন করে।

নিয়ন্ত্রণ ডিভাইসসমূহ:

PLC-এর সাথে ব্যবহৃত সাধারণ নিয়ন্ত্রণ ডিভাইসগুলো হলো:

- পুশ বাটন (Push Button)
- সিলেক্টর সুইচ (Selector Switch)
- লিমিট সুইচ (Limit Switch)
- প্রক্সিমিটি সেন্সর (Proximity Sensor)

- রিলে (Relay)
- কন্টাক্টর (Contactor)
- ইন্ডিকেটর লাইট (Indicator Lamp)

ডিভাইসের নাম	ছবি	বিবরণ
পুশ বাটন		এটি একটি ম্যানুয়াল সুইচ যা চাপ দিয়ে সার্কিট চালু বা বন্ধ করা হয়। সাধারণত স্টার্ট ও স্টপ কমান্ড দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়।
সিলেক্টর সুইচ		এটি ঘুরিয়ে বিভিন্ন মোড বা অপশন নির্বাচন করা যায়। যেমন: Auto/Manual, Forward/Reverse ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।
লিমিট সুইচ		কোনো মেশিনের চলাচল নির্দিষ্ট সীমায় পৌঁছালে এটি সক্রিয় হয়। সাধারণত মেশিনের অবস্থান বা গতি নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।
প্রক্সিমিটি সেন্সর		এটি কোনো বস্তু কাছে আসলে তা শনাক্ত করে, স্পর্শ ছাড়াই। মেটাল বা নন-মেটাল অবজেক্ট সনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।
রিলে		এটি একটি ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক সুইচ যা ছোট সিগন্যাল দিয়ে বড় সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করে। অটোমেশন ও সেফটি সার্কিটে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

ডিভাইসের নাম	ছবি	বিবরণ
কন্ডাক্টর		এটি একটি হেভি-ডিউটি সুইচ যা মোটর বা বড় লোড চালু/বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়। রিলের মতোই কাজ করে, তবে বেশি কারেন্ট বহন করতে পারে।
ইন্ডিকেটর লাইট		এটি সার্কিট বা মেশিনের অবস্থা প্রদর্শন করে। সাধারণত লাল, সবুজ ও হলুদ রঙে ব্যবহৃত হয় — যেমন: চালু, বন্ধ, বা সতর্ক সংকেত।

স্থাপনের ধাপসমূহ (Installation Steps):

১. কাজের প্রয়োজন নির্ধারণ:
   প্রথমে সিস্টেমের কাজের ধরন ও প্রয়োজনীয় কম্পোনেন্ট চিহ্নিত করতে হবে।
২. লেআউট ডিজাইন প্রস্তুত করা:
   PLC প্যানেল বা কন্ট্রোল বোর্ডে কম্পোনেন্টগুলোর অবস্থান পরিকল্পনা করতে হবে।
৩. DIN Rail বা মাউন্টিং বেস স্থাপন:
   PLC ও অন্যান্য মডিউল বসানোর জন্য DIN Rail স্থাপন করতে হবে।
৪. PLC ও মডিউল স্থাপন:
   CPU, Power Supply, Input/Output Module যথাযথভাবে বসাতে হবে।
৫. নিয়ন্ত্রণ ডিভাইস স্থাপন:
   পুশ বাটন, সুইচ, সেন্সর ইত্যাদি নির্দিষ্ট স্থানে ইনস্টল করতে হবে।
৬. ওয়্যারিং ও সংযোগ:
   সব ডিভাইস PLC-এর সাথে সঠিকভাবে সংযুক্ত করতে হবে।
৭. লেবেলিং:
   প্রতিটি তার ও ডিভাইসে সঠিক লেবেল দিতে হবে যাতে সহজে শনাক্ত করা যায়।

সতর্কতা (Precautions):

- কাজ শুরুর আগে পাওয়ার সাপ্লাই বন্ধ রাখতে হবে
- সঠিক রেটিংয়ের কম্পোনেন্ট ব্যবহার করতে হবে
- ওয়্যারিং করার সময় শর্ট সার্কিট এড়াতে হবে
- সবসময় PPE ব্যবহার করতে হবে
- ম্যানুফ্যাকচারারের নির্দেশনা অনুসরণ করতে হবে

নিরাপত্তা ব্যবস্থা (Safety Measures):

- ইলেকট্রিক শক প্রতিরোধে ইনসুলেটেড টুলস ব্যবহার
- গ্রাউন্ডিং নিশ্চিত করা
- ওভারলোড প্রটেকশন ব্যবহার করা
- জরুরি অবস্থার জন্য ইমার্জেন্সি স্টপ সুইচ রাখা

গুণগত মান নিশ্চিতকরণ (Quality Assurance):

- সব কম্পোনেন্ট সঠিকভাবে বসানো হয়েছে কিনা যাচাই
- সংযোগগুলো দৃঢ় ও নিরাপদ কিনা পরীক্ষা
- ইনপুট-আউটপুট সিগন্যাল ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা পরীক্ষা
- সিস্টেম চালু করে ট্রায়াল রান করা

(খ) সেন্সর ও সুইচকে PLC-এর নির্দিষ্ট ইনপুট ও আউটপুটে সংযুক্তকরণঃ

PLC সিস্টেমে সেন্সর ও সুইচ হলো ইনপুট ডিভাইস, যা বাস্তব পরিবেশ থেকে বিভিন্ন সিগন্যাল সংগ্রহ করে PLC-তে পাঠায়। PLC সেই সিগন্যাল অনুযায়ী আউটপুট ডিভাইস (যেমন মোটর, লাইট, রিলে) নিয়ন্ত্রণ করে। তাই সেন্সর ও সুইচকে সঠিক ইনপুট ও আউটপুট টার্মিনালে সংযুক্ত করা বেশ গুরুত্বপূর্ণ।

সেন্সর ও সুইচের ভূমিকা:

Sensors (সেন্সর):

- পরিবেশ থেকে তথ্য সংগ্রহ করে (যেমন: তাপমাত্রা, অবস্থান, গতি)
- উদাহরণ: Proximity Sensor, Temperature Sensor

Switches (সুইচ):

- ম্যানুয়ালি বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে সার্কিট অন/অফ করে
- উদাহরণ: Push Button, Limit Switch

সংযোগের ধরণ (Connection Type):

১. ডিজিটাল ইনপুট সংযোগ:

- সুইচ বা সেন্সর ON/OFF সিগন্যাল PLC-এর ইনপুট টার্মিনালে পাঠায়
- যেমন: Push Button → PLC Input (I0.0)

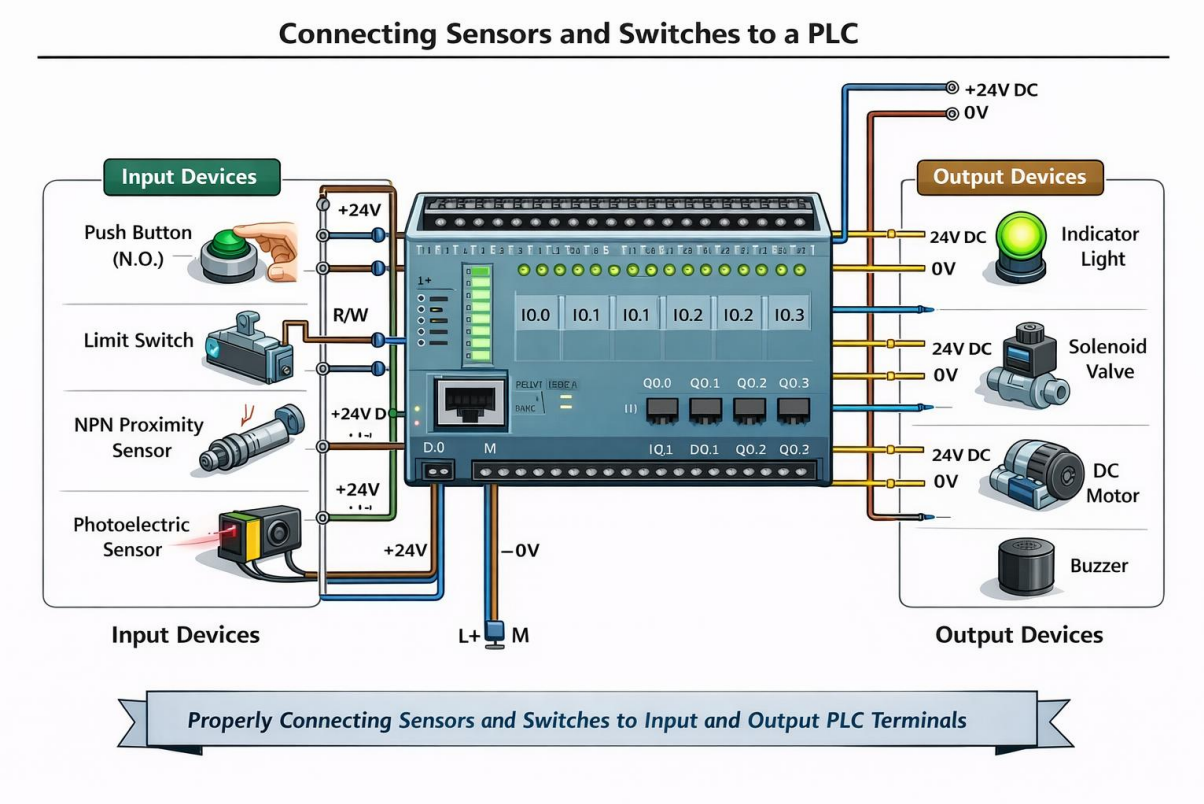
২. ডিজিটাল আউটপুট সংযোগ:

- PLC আউটপুট থেকে রিলে, লাইট বা মোটর নিয়ন্ত্রণ করা হয়
- যেমন: PLC Output (Q0.0) → Relay → Motor

সংযোগের ধাপসমূহ (Steps of Connection):

১. PLC-এর ইনপুট ও আউটপুট টার্মিনাল চিহ্নিত করা
২. সেন্সর ও সুইচের টাইপ (NPN/PNP) যাচাই করা
৩. সঠিক ভোল্টেজ ও পাওয়ার সাপ্লাই নিশ্চিত করা
৪. ইনপুট ডিভাইসগুলো PLC-এর নির্দিষ্ট ইনপুটে সংযুক্ত করা
৫. আউটপুট ডিভাইসগুলো PLC-এর আউটপুট টার্মিনালে সংযুক্ত করা
৬. কমন (COM) ও গ্রাউন্ড সঠিকভাবে সংযোগ করা
৭. সব সংযোগ যাচাই করে টেস্ট করা

Connecting Sensors and Switches to a Particular Input and Output of PLC



সতর্কতা (Precautions):

- সংযোগের আগে অবশ্যই পাওয়ার বন্ধ রাখতে হবে
- ভুল টার্মিনালে সংযোগ করা যাবে না
- শর্ট সার্কিট এড়াতে হবে
- সঠিক রেটিংয়ের তার ব্যবহার করতে হবে
- ইনপুট ও আউটপুট আলাদা করে রাখতে হবে

নিরাপত্তা ব্যবস্থা (Safety Measures):

- PPE (গ্লাভস, সেফটি শু) ব্যবহার করা
- ইনসুলেটেড টুলস ব্যবহার করা
- গ্রাউন্ডিং নিশ্চিত করা
- ওভারলোড প্রটেকশন ব্যবহার করা

যাচাই (Testing & Verification):

- PLC সফটওয়্যার দিয়ে ইনপুট সিগন্যাল মনিটর করা
- সুইচ চাপলে ইনপুট পরিবর্তন হচ্ছে কিনা দেখা
- আউটপুট ডিভাইস সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা পরীক্ষা করা

(গ) PLC এবং Programming Device-এর মধ্যে কেবল সংযোগ সম্পন্নকরণঃ

PLC প্রোগ্রামিং, মনিটরিং ও কনফিগারেশনের জন্য PLC এবং Programming Device (যেমন-কম্পিউটার/ল্যাপটপ)-এর মধ্যে সঠিক কেবল সংযোগ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। সঠিকভাবে সংযোগ না হলে PLC-এর সাথে যোগাযোগ (Communication) স্থাপন করা সম্ভব হয় না।

Programming Device কী?

Programming Device হলো এমন একটি ডিভাইস (সাধারণত PC বা Laptop), যার মাধ্যমে PLC-তে প্রোগ্রাম লেখা, আপলোড/ডাউনলোড, মনিটরিং এবং ত্রুটি নির্ণয় (Troubleshooting) করা হয়।

কেবল সংযোগের ধরণ (Types of Cable Connection):

- USB Cable: আধুনিক PLC-তে ব্যবহৃত হয়
- Ethernet Cable (LAN): নেটওয়ার্ক ভিত্তিক যোগাযোগের জন্য
- Serial Cable (RS-232/RS-485): পুরনো বা নির্দিষ্ট PLC-এর ক্ষেত্রে ব্যবহৃত

ডিভাইসের নাম ও ছবি	বিবরণ
 আর এস ২৩২	পুরনো সিরিয়াল যোগাযোগ মাধ্যম। ৯-পিন ডি-সাব কানেক্টরের মাধ্যমে ডেটা ট্রান্সফার হয়, সাধারণত এক-এক ডিভাইসের মধ্যে।
 ইউএসবি	PLC প্রোগ্রামিং ও ডেটা আদান-প্রদানের জন্য আধুনিক প্রযুক্তি। সাধারণত ল্যাপটপ বা কম্পিউটার থেকে PLC-তে প্রোগ্রাম পাঠাতে ব্যবহৃত হয়।
 ইথারনেট (প্রফিনেট)	হাই-স্পিড নেটওয়ার্কিং ও শিল্প যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়। RJ45 কানেক্টরের মাধ্যমে PLC, HMI এবং অন্যান্য ডিভাইস সংযুক্ত করা যায়।
 আরএস ৪৮৫	দূরপাল্লার মাল্টি-ড্রপ যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়। একাধিক ডিভাইসকে একসাথে সংযুক্ত করা যায়, সাধারণত টুইস্টেড পেয়ার তার ব্যবহার হয়।
 আরএস ৪২২	উচ্চ-গতির নির্ভরযোগ্য যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি RS232 এর তুলনায় বেশি দূরত্বে এবং দ্রুত ডেটা ট্রান্সমিশন করতে সক্ষম।

ডিভাইসের নাম ও ছবি	বিবরণ
 প্রফিবাস	শিল্প ফিল্ডবাস প্রটোকল যা PLC, সেন্সর, অ্যাকচুয়েটর ইত্যাদির মধ্যে নির্ভরযোগ্য যোগাযোগ নিশিচত করে। সাধারণত বেগুনি রঙের কেবল ব্যবহার হয়।
 **প্রোগ্রামার কম্পিউটার**	**বিবরণ:** ডেস্কটপ কম্পিউটার যেখানে PLC প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার (যেমন TIA Portal, GX Works, WPLSoft) ইনস্টল করা থাকে। **ব্যবহার:** জটিল প্রোগ্রাম তৈরি, সম্পাদনা ও টেস্ট করার জন্য। **সুবিধা:** বড় স্ক্রিন, শক্তিশালী প্রসেসর, একাধিক পোর্ট।
 **প্রোগ্রামার ল্যাপটপ**	**বিবরণ:** পোর্টেবল ল্যাপটপ যা ফিল্ডে বা অন-সাইট প্রোগ্রামিংয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়। **ব্যবহার:** সরাসরি PLC-এর সাথে USB বা Ethernet কেবল দ্বারা সংযোগ করে প্রোগ্রাম আপলোড/ডাউনলোড করা। **সুবিধা:** বহনযোগ্য, ব্যাটারি চালিত, দ্রুত কনফিগারেশন।
 হ্যান্ডহোল্ড প্রোগ্রামার	**বিবরণ:** ছোট আকারের বিশেষ প্রোগ্রামিং ডিভাইস যা নির্দিষ্ট ব্র্যান্ডের PLC-এর জন্য তৈরি। **ব্যবহার:** দ্রুত প্রোগ্রাম পরিবর্তন বা আপলোড করার জন্য। **সুবিধা:** সহজে বহনযোগ্য, সরাসরি PLC-তে সংযোগযোগ্য।
 **ফিউজ**	**বিবরণ:** ছোট সিলিন্ডার আকৃতির গ্লাস ফিউজ, দুই পাশে ধাতব ক্যাপ থাকে। **ব্যবহার:** সার্কিটে অতিরিক্ত কারেন্ট হলে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে সুরক্ষা প্রদান করে। **সুবিধা:** সহজ, সস্তা এবং কার্যকর সুরক্ষা ব্যবস্থা।
 **মিনিয়েচার সাকিট ব্রেকার (এমসিবি)**	**বিবরণ:** ছোট আকারের সার্কিট ব্রেকার, সাধারণত সাদা রঙের, যার ON/OFF টগল সুইচ থাকে। **ব্যবহার:** অতিরিক্ত কারেন্ট হলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে সার্কিট বন্ধ করে নিরাপত্তা নিশ্চিত করে। **সুবিধা:** পুনরায় ব্যবহারযোগ্য, সহজে চালু/বন্ধ করা যায়।

সংযোগের ধাপসমূহ (Steps of Connection):

১. PLC এবং Programming Device-এর পোর্ট (USB/Ethernet/Serial) শনাক্ত করা
২. কাজের নির্দেশনা (Work Instruction) অনুযায়ী সঠিক কেবল নির্বাচন করা
৩. PLC-এর Communication Port-এ কেবল সংযুক্ত করা
৪. Programming Device (PC/Laptop)-এর পোর্টে কেবল সংযুক্ত করা
৫. প্রয়োজন হলে ড্রাইভার বা সফটওয়্যার ইনস্টল করা
৬. PLC সফটওয়্যার (যেমন: TIA Portal, GX Works) চালু করা
৭. Communication সেটিং (IP Address, COM Port) কনফিগার করা
৮. সংযোগ পরীক্ষা (Online/Test Connection) করা

সতর্কতা (Precautions):

- সংযোগ করার আগে পাওয়ার অবস্থা যাচাই করতে হবে
- ভুল পোর্টে কেবল সংযুক্ত করা যাবে না
- ক্ষতিগ্রস্ত বা নষ্ট কেবল ব্যবহার করা যাবে না
- IP Address বা Communication সেটিং সঠিকভাবে দিতে হবে
- কেবল সংযোগ ঢিলা রাখা যাবে না

নিরাপত্তা ব্যবস্থা (Safety Measures):

- ইলেকট্রিক শক এড়াতে সতর্ক থাকতে হবে
- ইনসুলেটেড কেবল ও টুলস ব্যবহার করতে হবে
- ভেজা বা আর্দ্র পরিবেশে কাজ এড়িয়ে চলতে হবে

যাচাই (Testing & Verification):

- PLC সফটওয়্যারে “Online” হয়ে PLC শনাক্ত হচ্ছে কিনা দেখা
- প্রোগ্রাম Upload/Download করে পরীক্ষা করা
- Communication Error আছে কিনা যাচাই করা

(ঘ) সংযোগগুলো নির্ধারিত স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী পরীক্ষা/যাচাইকরণঃ

PLC ইনস্টলেশন ও ওয়্যারিং সম্পন্ন হওয়ার পর সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হলো সব সংযোগ নির্ধারিত স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সঠিকভাবে হয়েছে কিনা তা যাচাই করা। ভুল সংযোগ থাকলে সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করবে না এবং দুর্ঘটনার ঝুঁকি তৈরি হতে পারে।

Connection Checking-এর উদ্দেশ্য:

- সঠিক সংযোগ নিশ্চিত করা
- শর্ট সার্কিট ও ত্রুটি প্রতিরোধ করা
- PLC ও ডিভাইসের নিরাপদ অপারেশন নিশ্চিত করা
- সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি করা

যাচাইয়ের ধরণ (Types of Checking):

১. ভিজ্যুয়াল চেক (Visual Inspection):

- সব তার সঠিক টার্মিনালে সংযুক্ত হয়েছে কিনা
- কোনো ঢিলা সংযোগ আছে কিনা
- তারের ইনসুলেশন ঠিক আছে কিনা
- লেবেলিং সঠিক আছে কিনা

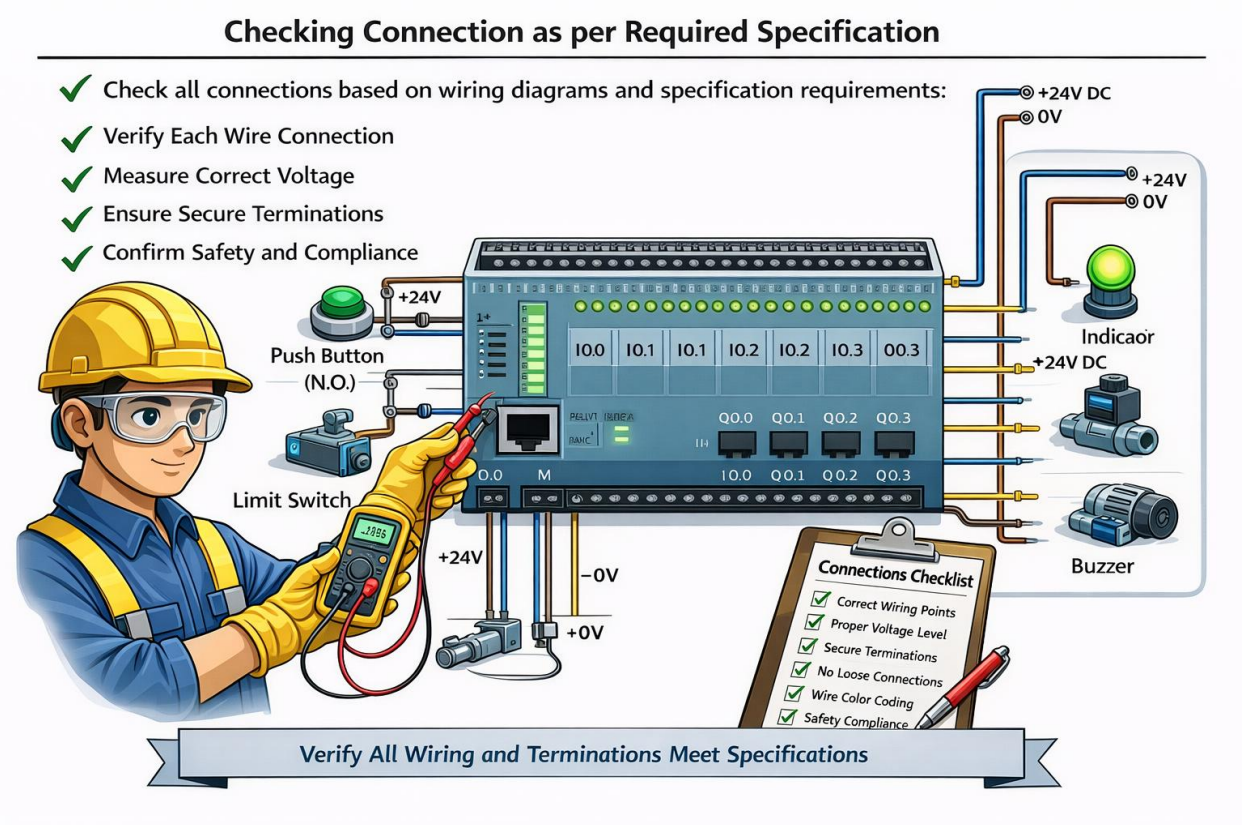
২. ইলেকট্রিক্যাল চেক (Electrical Testing):
- মাল্টিমিটার দিয়ে ভোল্টেজ ও কন্টিনিউটি পরীক্ষা
- শর্ট সার্কিট আছে কিনা যাচাই
- সঠিক ভোল্টেজ লেভেল নিশ্চিত করা

৩. ফাংশনাল চেক (Functional Testing):
- ইনপুট ডিভাইস কাজ করছে কিনা (Switch, Sensor)
- আউটপুট ডিভাইস (Relay, Motor, Lamp) সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা
- PLC সফটওয়্যার দিয়ে সিগন্যাল মনিটর করা

যাচাইয়ের ধাপসমূহ (Steps of Checking):

১. সার্কিট ডায়াগ্রাম ও স্পেসিফিকেশন সংগ্রহ করা
২. প্রতিটি সংযোগ ডায়াগ্রামের সাথে মিলিয়ে দেখা
৩. ভিজ্যুয়াল ইনস্পেকশন করা
৪. মাল্টিমিটার দিয়ে ইলেকট্রিক্যাল টেস্ট করা
৫. PLC চালু করে ইনপুট-আউটপুট পরীক্ষা করা
৬. সফটওয়্যার ব্যবহার করে সিগন্যাল যাচাই করা
৭. কোনো ত্রুটি থাকলে সংশোধন করা

Checking Connection according to Required Specification



সতর্কতা (Precautions):

- যাচাইয়ের আগে প্রয়োজন অনুযায়ী পাওয়ার অফ/অন করতে হবে
- সঠিক টেস্টিং টুল ব্যবহার করতে হবে
- ভুল মাপ বা সেটিং ব্যবহার করা যাবে না
- ভেজা হাতে কাজ করা যাবে না
- নিরাপত্তা বিধি মেনে চলতে হবে

নিরাপত্তা ব্যবস্থা (Safety Measures):

- PPE (গ্লাভস, সেফটি শু, গগলস) ব্যবহার করা
- ইনসুলেটেড টুলস ব্যবহার করা
- গ্রাউন্ডিং নিশ্চিত করা
- ওভারলোড ও শর্ট সার্কিট প্রটেকশন রাখা

গুণগত মান নিশ্চিতকরণ (Quality Assurance):

- সব সংযোগ নির্ধারিত স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী হয়েছে কিনা
- কোনো ত্রুটি বা ঢিলা সংযোগ নেই কিনা
- ইনপুট ও আউটপুট সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা
- সিস্টেম নিরাপদ ও স্থিতিশীল কিনা

(ঙ) ব্যবহার নির্দেশিকা (User Manual) অনুযায়ী সুরক্ষা ডিভাইস সেট করাঃ

PLC সিস্টেমে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রটেকটিভ ডিভাইস (Protective Devices) যেমন সার্কিট ব্রেকার, ফিউজ, ওভারলোড রিলে ইত্যাদি সঠিকভাবে সেট করা হয়। কারন, এগুলো সিস্টেমকে শর্ট সার্কিট, ওভারলোড, ভোল্টেজ ফ্লাকচুয়েশন, ইত্যাদি ঝুঁকি থেকে রক্ষা করে। তাই ইউজার ম্যানুয়াল অনুযায়ী সঠিক সেটিং নিশ্চিত করা আবশ্যক।

প্রটেকটিভ ডিভাইসের ধরন:

১. সার্কিট ব্রেকার (MCB/MCCB):
- অতিরিক্ত কারেন্ট বা শর্ট সার্কিট হলে সার্কিট বিচ্ছিন্ন করে

২. ফিউজ (Fuse):
- নির্দিষ্ট কারেন্টের বেশি হলে গলে গিয়ে সার্কিট রক্ষা করে

৩. ওভারলোড রিলে (Overload Relay):
- মোটর বা লোডে অতিরিক্ত কারেন্ট হলে সুরক্ষা দেয়

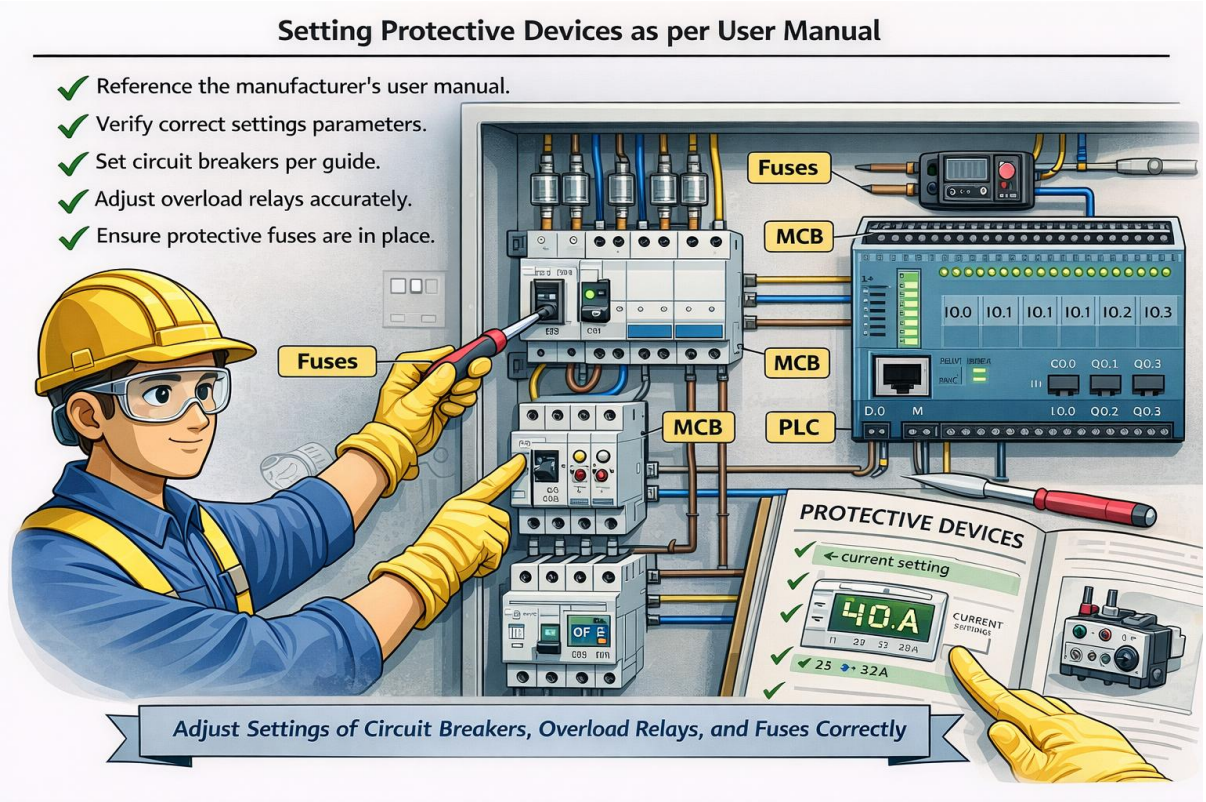
৪. আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB/RCCB):
- লিকেজ কারেন্ট শনাক্ত করে ইলেকট্রিক শক প্রতিরোধ করে

৫. সার্জ প্রটেক্টর (Surge Protector):
- হঠাৎ ভোল্টেজ বৃদ্ধি থেকে সিস্টেমকে রক্ষা করে

সেটিং করার ধাপসমূহ (Steps of Setting):

১. সংশ্লিষ্ট ডিভাইসের ইউজার ম্যানুয়াল সংগ্রহ করা
২. PLC ও লোডের রেটিং (Voltage, Current) নির্ধারণ করা
৩. ম্যানুয়াল অনুযায়ী সঠিক সেটিং রেঞ্জ নির্বাচন করা
৪. সার্কিট ব্রেকার ও রিলের ট্রিপ সেটিং নির্ধারণ করা
৫. ফিউজের সঠিক রেটিং নির্বাচন করা
৬. গ্রাউন্ডিং সিস্টেম যাচাই করা
৭. সব সেটিং পুনরায় চেক করা

Setting Protective Devices according to the User Manual



সতর্কতা (Precautions):

- ভুল রেটিংয়ের ডিভাইস ব্যবহার করা যাবে না
- ইউজার ম্যানুয়াল অনুসরণ না করলে ঝুঁকি তৈরি হতে পারে
- অতিরিক্ত বা কম সেটিং দেওয়া যাবে না
- কাজের সময় পাওয়ার অফ রাখতে হবে
- অভিজ্ঞ ব্যক্তির তত্ত্বাবধানে কাজ করা উচিত

নিরাপত্তা ব্যবস্থা (Safety Measures):

- PPE (গ্লাভস, সেফটি শু, হেলমেট) ব্যবহার করা
- ইনসুলেটেড টুলস ব্যবহার করা
- সঠিক গ্রাউন্ডিং নিশ্চিত করা
- জরুরি অবস্থার জন্য ইমার্জেন্সি সুইচ রাখা

যাচাই (Testing & Verification):

- প্রটেকটিভ ডিভাইস ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা পরীক্ষা করা
- ট্রিপ ফাংশন ঠিক আছে কিনা যাচাই করা
- ওভারলোড বা ফল্ট সিমুলেশন করে পরীক্ষা করা
- PLC ও অন্যান্য ডিভাইস নিরাপদভাবে চলছে কিনা নিশ্চিত করা

(চ) প্রয়োজনীয় সফটওয়্যার টুল ইনস্টল করাঃ

PLC সিস্টেম পরিচালনা, প্রোগ্রামিং, কনফিগারেশন এবং মনিটরিং করার জন্য নির্দিষ্ট সফটওয়্যার টুল প্রয়োজন হয়। এই সফটওয়্যার ছাড়া PLC-এর সাথে যোগাযোগ স্থাপন, প্রোগ্রাম আপলোড/ডাউনলোড বা ত্রুটি নির্ণয় করা সম্ভব নয়। তাই সঠিক সফটওয়্যার ইনস্টল করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ।

PLC সফটওয়্যার টুল কী?

PLC সফটওয়্যার টুল হলো এমন একটি প্রোগ্রাম যা কম্পিউটার বা ল্যাপটপে ইনস্টল করে PLC-তে লজিক তৈরি, সম্পাদনা, মনিটরিং এবং নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

সাধারণ PLC সফটওয়্যার উদাহরণ:

- Siemens PLC → TIA Portal
- Mitsubishi PLC → GX Works
- Allen-Bradley PLC → RSLogix / Studio 5000

সফট্ওয়্যার	বিবরণ ও ব্যবহার
 TIA Portal	**বিবরণ:** Siemens PLC প্রোগ্রামিংয়ের জন্য ব্যবহৃত একটি ইন্টিগ্রেটেড সফটওয়্যার। এতে Ladder Diagram, Function Block Diagram, এবং অন্যান্য প্রোগ্রামিং ভাষা ব্যবহার করা যায়। **ব্যবহার:** PLC, HMI, এবং SCADA সিস্টেম কনফিগারেশন ও প্রোগ্রামিং।
 GX Works	**বিবরণ:** Mitsubishi PLC-এর জন্য অফিসিয়াল প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার। **ব্যবহার:** Ladder Logic, Structured Text, এবং অন্যান্য প্রোগ্রামিং ভাষা ব্যবহার করে PLC প্রোগ্রাম তৈরি ও টেস্ট করা।
 **WPLSoft**	**বিবরণ:** Delta PLC-এর জন্য প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার। **ব্যবহার:** সহজ ইন্টারফেসের মাধ্যমে Ladder Logic প্রোগ্রাম তৈরি ও আপলোড করা।

সফট্ওয়্যার	বিবরণ ও ব্যবহার
 প্রফিনেট	**বিবরণ:** একটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইথারনেট প্রোটোকল যা PLC এবং অন্যান্য ডিভাইসের মধ্যে দ্রুত যোগাযোগ নিশ্চিত করে। **ব্যবহার:** রিয়েল-টাইম ডেটা ট্রান্সফার ও অটোমেশন সিস্টেমে নেটওয়ার্কিং।
 USB	**বিবরণ: Universal Serial Bus, একটি সাধারণ ডেটা ট্রান্সফার মাধ্যম।** **ব্যবহার: কম্পিউটার থেকে PLC-তে প্রোগ্রাম আপলোড/ডাউনলোড করা।**
 Modbus	**বিবরণ: একটি ওপেন প্রোটোকল যা শিল্প অটোমেশনে বহুল ব্যবহৃত।** **ব্যবহার: PLC, সেন্সর, এবং অন্যান্য ডিভাইসের মধ্যে ডেটা আদান-প্রদান।**

সফটওয়্যার ইনস্টলেশনের ধাপসমূহ (Steps of Installation):

১. PLC মডেল অনুযায়ী প্রয়োজনীয় সফটওয়্যার নির্ধারণ করা
২. অফিসিয়াল সোর্স (CD/Website) থেকে সফটওয়্যার সংগ্রহ করা
৩. কম্পিউটারের সিস্টেম রিকোয়ারমেন্ট (RAM, OS) যাচাই করা
৪. Setup ফাইল রান (Run as Administrator) করা
৫. ইনস্টলেশন উইজার্ড অনুসরণ করা (Next → Install → Finish)
৬. প্রয়োজনীয় ড্রাইভার (USB/Ethernet) ইনস্টল করা
৭. সফটওয়্যার অ্যাক্টিভেশন বা লাইসেন্স সেট করা
৮. ইনস্টলেশন সম্পন্ন হলে সফটওয়্যার চালু করে পরীক্ষা করা

সতর্কতা (Precautions):

- ভুল সফটওয়্যার ইনস্টল করা যাবে না
- আনঅফিসিয়াল বা ক্ষতিগ্রস্ত ফাইল ব্যবহার করা যাবে না
- ইনস্টলেশনের সময় অ্যান্টিভাইরাস সাময়িকভাবে বন্ধ রাখতে হতে পারে
- পর্যাপ্ত স্টোরেজ ও RAM থাকতে হবে
- লাইসেন্স সঠিকভাবে ব্যবহার করতে হবে

নিরাপত্তা ও সুরক্ষা ব্যবস্থা (Safety & Security Measures):

- অফিসিয়াল ওয়েবসাইট থেকে সফটওয়্যার ডাউনলোড করা
- ভাইরাস বা ম্যালওয়্যার থেকে সুরক্ষা নিশ্চিত করা

- ডেটা ব্যাকআপ রাখা
- ইউজার পারমিশন (Admin Rights) নিশ্চিত করা

যাচাই (Testing & Verification):

- সফটওয়্যার সঠিকভাবে ওপেন হচ্ছে কিনা
- PLC-এর সাথে কমিউনিকেশন হচ্ছে কিনা
- একটি টেস্ট প্রোগ্রাম তৈরি করে PLC-তে ডাউনলোড করা
- Online Mode-এ গিয়ে PLC মনিটর করা

(ছ) নির্বাচিত হার্ডওয়্যারকে PLC সফটওয়্যার টুল ব্যবহার করে কনফিগার করা:

PLC সিস্টেমে ব্যবহৃত হার্ডওয়্যার (যেমন: CPU, Input/Output Module, Communication Module ইত্যাদি) সঠিকভাবে কাজ করার জন্য সফটওয়্যার মাধ্যমে কনফিগার করতে হয়। শুধুমাত্র হার্ডওয়্যার সংযোগ করলেই যথেষ্ট নয়—সফটওয়্যারে সেটিংস নির্ধারণ করে হার্ডওয়্যারকে কার্যকর করতে হয়।

Hardware Configuration কী?

Hardware Configuration হলো PLC সফটওয়্যারে হার্ডওয়্যার কম্পোনেন্টগুলো নির্বাচন, সেটিং নির্ধারণ এবং তাদের মধ্যে সম্পর্ক (Addressing, Communication) ঠিক করা।

কনফিগার করার উপাদানসমূহ:

- PLC CPU
- Power Supply
- Input Module (Digital/Analog)
- Output Module (Digital/Analog)
- Communication Module
- Network Settings

কনফিগার করার উপাদানসমূহের বিবরণ:

উপাদানের ছবি	বিবরণ
 PLC CPU	এটি একটি প্রোগ্রামেবল লজিক কন্ট্রোলারের কেন্দ্রীয় প্রসেসিং ইউনিট। এটি সমস্ত ইনপুট ও আউটপুট সিগন্যাল প্রক্রিয়াকরণ করে এবং প্রোগ্রাম অনুযায়ী সিদ্ধান্ত নেয়।

উপাদানের ছবি	বিবরণ
 Power Supply	এটি PLC এবং সংশ্লিষ্ট মডিউলগুলোকে বিদ্যুৎ সরবরাহ করে। সাধারণত ২৪ ভোল্ট ডিসি পাওয়ার সরবরাহ করে থাকে।
 Input Module (Digital/Analog)	এই মডিউলটি বাইরের সেন্সর বা ডিভাইস থেকে ইনপুট সিগন্যাল গ্রহণ করে। ডিজিটাল ইনপুট: অন/অফ সিগন্যাল (যেমন সুইচ, সেন্সর) অ্যানালগ ইনপুট: পরিবর্তনশীল মান (যেমন তাপমাত্রা, চাপ)
 Output Module (Digital/Analog)	এই মডিউলটি PLC থেকে বাইরের ডিভাইসে সিগন্যাল পাঠায়। ডিজিটাল আউটপুট: অন/অফ নিয়ন্ত্রণ (যেমন রিলে, লাইট) অ্যানালগ আউটপুট: পরিবর্তনশীল নিয়ন্ত্রণ (যেমন মোটর স্পিড)
 Communication Module	এটি PLC কে অন্যান্য ডিভাইস বা নেটওয়ার্কের সাথে সংযুক্ত করে। যেমন: Ethernet, RS-232, Profibus ইত্যাদি।

উপাদানের ছবি	বিবরণ
 Network Settings	এখানে PLC-এর আইপি ঠিকানা, সাবনেট মাস্ক, গেটওয়ে ইত্যাদি কনফিগার করা হয়। এটি PLC কে নেটওয়ার্কে সঠিকভাবে সংযুক্ত করতে সাহায্য করে।

কনফিগারেশনের ধাপসমূহ (Steps of Configuration):

১. PLC সফটওয়্যার (যেমন TIA Portal / GX Works) চালু করা
২. নতুন Project তৈরি করা
৩. সঠিক PLC Model নির্বাচন করা
৪. Hardware Catalog থেকে প্রয়োজনীয় মডিউল নির্বাচন করা
৫. Rack বা Slot-এ মডিউলগুলো বসানো (Drag & Drop)
৬. প্রতিটি মডিউলের Address (I/O Address) সেট করা
৭. Communication Parameter (IP Address, Node Address) নির্ধারণ করা
৮. Configuration Save ও Compile করা
৯. PLC-তে Configuration Download করা

সতর্কতা (Precautions):

- সঠিক PLC Model নির্বাচন করতে হবে
- ভুল Address সেট করা যাবে না
- মডিউল Slot ভুল হলে সিস্টেম কাজ করবে না
- Communication Setting সঠিক হতে হবে
- Configuration Download করার আগে সব সেটিং যাচাই করতে হবে

নিরাপত্তা ব্যবস্থা (Safety Measures):

- PLC-তে Configuration Download করার সময় সতর্ক থাকতে হবে
- লাইভ সিস্টেমে কাজ করলে প্রয়োজনীয় অনুমতি নিতে হবে
- ডেটা ব্যাকআপ রাখা উচিত
- পাওয়ার ও সংযোগ স্থিতিশীল থাকতে হবে

যাচাই (Testing & Verification):

- PLC Online Mode-এ গিয়ে Hardware Status চেক করা
- সব মডিউল ঠিকভাবে Detect হচ্ছে কিনা দেখা
- Input/Output Address সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা পরীক্ষা করা
- Communication ঠিকভাবে হচ্ছে কিনা যাচাই করা

সেলফ চেক (Self-check)-৪.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. Typical PLC components এবং control devices কীভাবে ইনস্টল করতে হয়?
২. ইনস্টলেশনের সময় কোন বিষয়গুলো বিবেচনা করা জরুরি?
৩. সেন্সর এবং সুইচ PLC-এর কোন অংশের সাথে সংযুক্ত করা হয়?
৪. Input ও Output সংযোগ ভুল হলে কী সমস্যা হতে পারে?
৫. PLC এবং programming device-এর মধ্যে ক্যাবল সংযোগ কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৬. কাজের নির্দেশনা (work instruction) অনুসরণ না করলে কী ঝুঁকি থাকে?
৭. সংযোগ (connection) চেক করা কেন প্রয়োজন?
৮. specification অনুযায়ী চেক না করলে কী ধরনের ত্রুটি হতে পারে?
৯. Protective devices কী এবং কেন ব্যবহার করা হয়?
১০. user manual অনুসারে সেট না করলে কী ক্ষতি হতে পারে?
১১. PLC-এর জন্য software tool ইনস্টল করা কেন প্রয়োজন?
১২. ভুল সফটওয়্যার ইনস্টল করলে কী সমস্যা হতে পারে?
১৩. PLC hardware configuration কী?
১৪. Software tool ব্যবহার করে hardware configure করার প্রয়োজন কেন?

উত্তরপত্র (Answer Key)- ৪.২

১. PLC components (CPU, power supply, I/O modules) এবং control devices (motor, relay, actuator ইত্যাদি) job requirement অনুযায়ী সঠিক স্থানে বসাতে হয় এবং সঠিকভাবে ফিক্স করতে হয়।

২. নিরাপত্তা, সঠিক সংযোগ, ডিভাইসের রেটিং, এবং কাজের নির্দেশনা অনুসরণ করা জরুরি।

৩. সেন্সর ও সুইচ PLC-এর input terminal-এ সংযুক্ত করা হয় এবং actuator বা load output terminal-এ সংযুক্ত করা হয়।

৪. ভুল সংযোগ হলে PLC সঠিকভাবে কাজ করবে না, ভুল সিগন্যাল যাবে এবং যন্ত্রপাতির ক্ষতি হতে পারে।

৫. PLC এবং programming device-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন করার জন্য ক্যাবল সংযোগ গুরুত্বপূর্ণ, যাতে প্রোগ্রাম আপলোড/ডাউনলোড করা যায়।

৬. নির্দেশনা না মানলে সংযোগ ব্যর্থ হতে পারে, ডিভাইস ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে বা ডেটা ট্রান্সফার বন্ধ হয়ে যেতে পারে।

৭. সংযোগ ঠিক আছে কিনা তা নিশ্চিত করতে এবং ত্রুটি প্রতিরোধ করতে connection চেক করা প্রয়োজন।

৮. Specification অনুযায়ী চেক না করলে short circuit, signal error বা system failure হতে পারে।

৯. Protective devices (MCB, fuse, overload relay) সিস্টেমকে অতিরিক্ত কারেন্ট বা শর্ট সার্কিট থেকে রক্ষা করে।

১০. সঠিকভাবে সেট না করলে ডিভাইস নষ্ট হতে পারে বা দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

১১. PLC programming, monitoring এবং troubleshooting করার জন্য প্রয়োজনীয় software tool ইনস্টল করতে হয়।

১২. ভুল সফটওয়্যার ইনস্টল করলে PLC-এর সাথে communication হবে না বা configuration সঠিক হবে না।

১৩. PLC hardware configuration হলো PLC-এর বিভিন্ন মডিউল ও ডিভাইসের সেটিং এবং ঠিকমতো শনাক্তকরণ।

১৪. software tool ব্যবহার করে configuration করলে PLC সঠিকভাবে input-output পরিচালনা করতে পারে এবং system কার্যকরভাবে কাজ করে।

জব শিট (Job Sheet)- ৪.২

জবের নাম: PLC কম্পোনেন্ট ও কন্ট্রোল ডিভাইস ইনস্টল করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. কাজের ড্রয়িং ও নির্দেশনা ভালোভাবে বুঝে নিন
২. প্রয়োজনীয় টুলস ও ম্যাটেরিয়াল সংগ্রহ করুন
৩. পাওয়ার সাপ্লাই বন্ধ আছে কিনা নিশ্চিত করুন
৪. প্যানেলে DIN Rail স্থাপন করুন
৫. PLC CPU, Power Supply ও I/O Module নির্ধারিত স্থানে বসান
৬. সেন্সর, সুইচ, রিলে, কন্টাক্টর ইত্যাদি সঠিক স্থানে স্থাপন করুন
৭. স্ক্রু বা ক্ল্যাম্প ব্যবহার করে শক্তভাবে ফিক্স করুন
৮. PLC input টার্মিনালে সেন্সর ও সুইচ সংযুক্ত করুন
৯. output টার্মিনালে লোড (মোটর/রিলে) সংযুক্ত করুন
১০. সঠিক রঙ ও নম্বর অনুযায়ী তার সংযোগ দিন
১১. সব সংযোগ ডায়াগ্রাম অনুযায়ী হয়েছে কিনা পরীক্ষা করুন
১২. মাল্টিমিটার দিয়ে continuity check করুন
১৩. পাওয়ার অন করে PLC চালু করুন
১৪. ইনপুট-আউটপুট সিগন্যাল ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা পরীক্ষা করুন

সতর্কতা:

- কাজ শুরু করার আগে অবশ্যই main power বন্ধ রাখতে হবে
- ভেজা হাতে কোনো বৈদ্যুতিক কাজ করা যাবে না
- সঠিক রেটিংয়ের ডিভাইস ব্যবহার করতে হবে
- তার সংযোগ ঢিলা রাখা যাবে না
- শর্ট সার্কিট এড়াতে সংযোগ ভালোভাবে ইনসুলেট করতে হবে
- কাজ শেষে সব টুলস সঠিক স্থানে রাখতে হবে

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet)-৪.২

জবের নাম: PLC কম্পোনেন্ট ও কন্ট্রোল ডিভাইস ইনস্টল করা।

প্রয়োজনীয় PPE:

- সেফটি হেলমেট
- সেফটি গ্লাভস
- সেফটি শু
- আই প্রোটেকশন (গগলস)
- এপ্রোন (প্রয়োজনে)

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- স্ক্রু ড্রাইভার (ফ্ল্যাট ও ফিলিপস)
- প্লাস (Combination & Long nose)
- ওয়্যার স্ট্রিপার
- মাল্টিমিটার
- ড্রিল মেশিন
- টেস্টার
- স্প্যানার সেট

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

১১. PLC (CPU, Power Supply, I/O Modules)
১২. সেন্সর (Proximity, Limit Switch ইত্যাদি)
১৩. সুইচ ও পুশ বাটন
১৪. রিলে ও কন্টাক্টর
১৫. বৈদ্যুতিক তার (cable)
১৬. টার্মিনাল ব্লক
১৭. DIN Rail
১৮. কেবল টাই ও ক্লিপ
১৯. প্যানেল বোর্ড

ডায়াগ্রাম/লে-আউট:

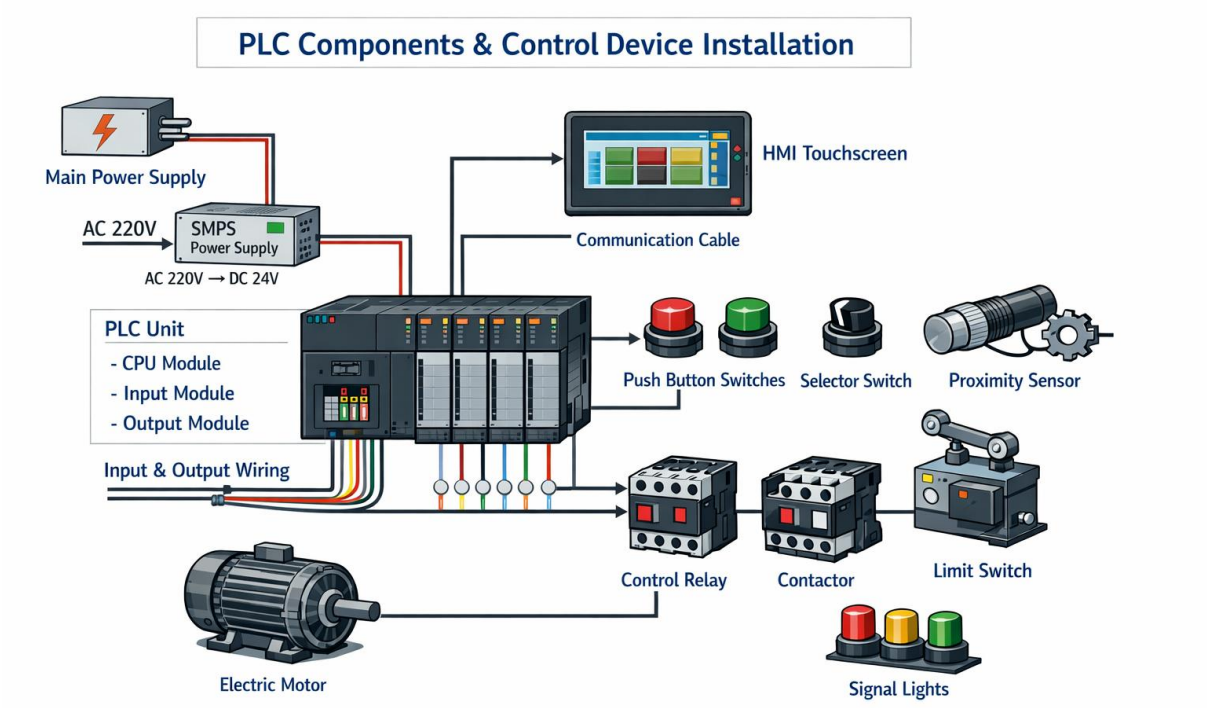


Figure: Installation of Typical PLC Components and Control Devices

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৪.৩

শিখন ফল-৩: PLC ও PC-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন করাতে পারবে।
উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- হার্ডওয়্যার ডিভাইসসমূহ ব্যবহার নির্দেশিকা অনুযায়ী পরীক্ষা করা
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী PLC ও PC-এর অ্যাড্রেস কনফিগার করা
- নির্দিষ্ট কমিউনিকেশন প্রোটোকল ব্যবহার করে PLC ও PC-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন করা
- PLC ও PC-এর মধ্যে যোগাযোগ যাচাই করা

(ক) হার্ডওয়্যার ডিভাইসসমূহ ব্যবহার নির্দেশিকা অনুযায়ী পরীক্ষা করাঃ

PLC এবং PC-এর মধ্যে সফল যোগাযোগ স্থাপনের জন্য হার্ডওয়্যার ডিভাইসগুলো সঠিকভাবে পরীক্ষা করা হয়। এই ধাপটি মূলত নিশ্চিত করে যে প্রতিটি যন্ত্রাংশ প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযুক্ত, কনফিগার এবং কার্যকর অবস্থায় আছে। বিস্তারিতভাবে বিষয়টি নিম্নরূপঃ

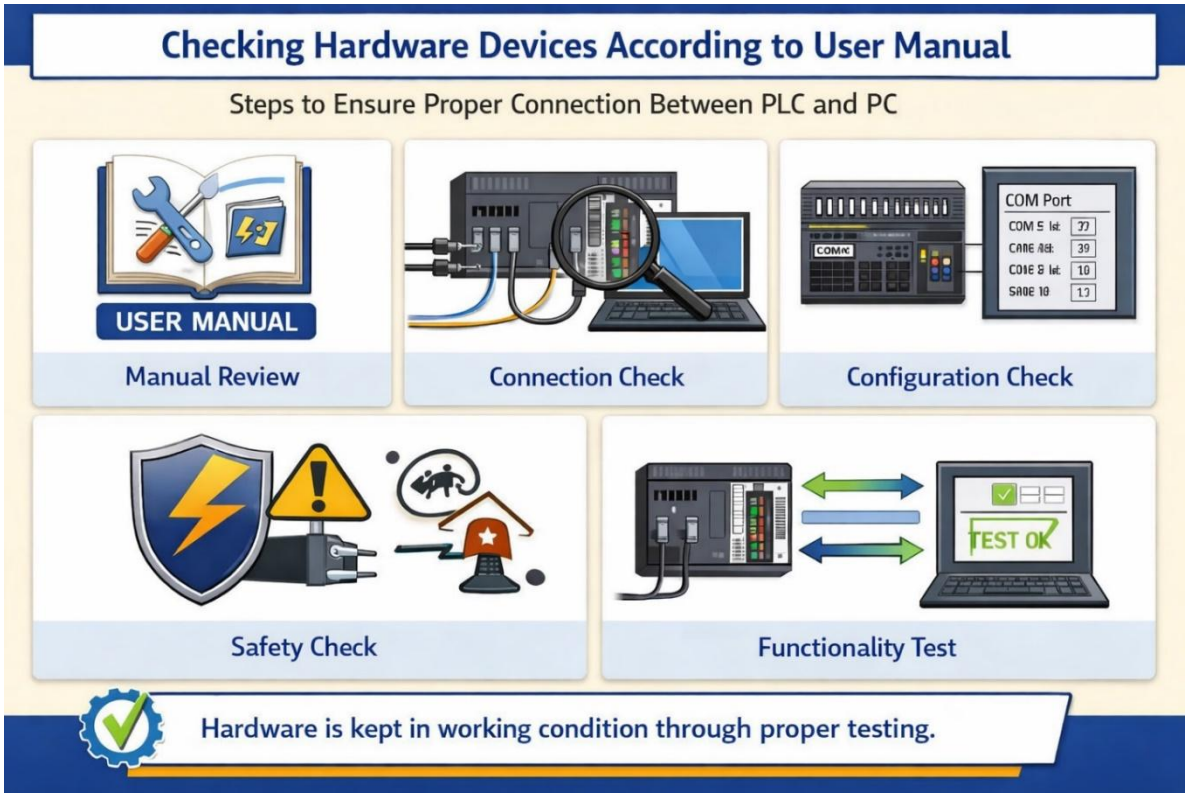
ধাপসমূহ:

- **ম্যানুয়াল পর্যালোচনা:** প্রতিটি হার্ডওয়্যার ডিভাইসের (PLC, কেবল, পাওয়ার সাপ্লাই, ইন্টারফেস মডিউল ইত্যাদি) ব্যবহারকারীর ম্যানুয়াল ভালোভাবে পড়া হয়। এতে সংযোগ পদ্ধতি, ভোল্টেজ সীমা, পোর্ট কনফিগারেশন এবং নিরাপত্তা নির্দেশনা থাকে।
- **সংযোগ যাচাই:** ম্যানুয়ালে প্রদত্ত নির্দেশনা অনুযায়ী PLC থেকে PC পর্যন্ত কেবল সংযোগ, পাওয়ার লাইন এবং গ্রাউন্ডিং সঠিকভাবে বসানো হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করা হয়।
- **হার্ডওয়্যার কনফিগারেশন:** PLC-এর ডিপ সুইচ, কমিউনিকেশন পোর্ট (যেমন RS-232, RS-485, Ethernet) এবং PC-এর ড্রাইভার সেটিংস ম্যানুয়াল অনুযায়ী মিলিয়ে দেখা হয়।
- **নিরাপত্তা পরীক্ষা:** অতিরিক্ত ভোল্টেজ, শর্ট সার্কিট বা ভুল সংযোগ এড়াতে ম্যানুয়ালে উল্লেখিত নিরাপত্তা মানদণ্ড অনুসরণ করা হয়।
- **কার্যকারিতা যাচাই:** ডিভাইস চালু করে দেখা হয় যে PLC এবং PC-এর মধ্যে ডেটা ট্রান্সফার হচ্ছে কিনা। যদি কোনো ত্রুটি দেখা দেয়, ম্যানুয়ালের ট্রাবলশুটিং অংশ অনুসরণ করা হয়।

গুরুত্ব

- ভুল সংযোগ বা কনফিগারেশন এড়ানো যায়।
- PLC এবং PC-এর মধ্যে নির্ভরযোগ্য যোগাযোগ নিশ্চিত হয়।
- ডিভাইসের আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি পায় এবং অপ্রত্যাশিত ক্ষতি কমে।
- ব্যবহারকারীর নিরাপত্তা বজায় থাকে।

Checking Hardware Devices in accordance with User Manual



(খ) PLC এবং PC-এর অ্যাড্রেস কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী কনফিগার করাঃ

PLC এবং PC-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপনের জন্য উভয় ডিভাইসের **ঠিকানা (Address/ID/IP)** সঠিকভাবে নির্ধারণ করা হয়, যা নিশ্চিত করে যে ডেটা আদান-প্রদান নির্দিষ্ট চ্যানেল বা নেটওয়ার্কে সঠিকভাবে সম্পন্ন হচ্ছে এবং কোনো সংঘর্ষ (conflict) বা বিভ্রান্তি তৈরি হচ্ছে না।

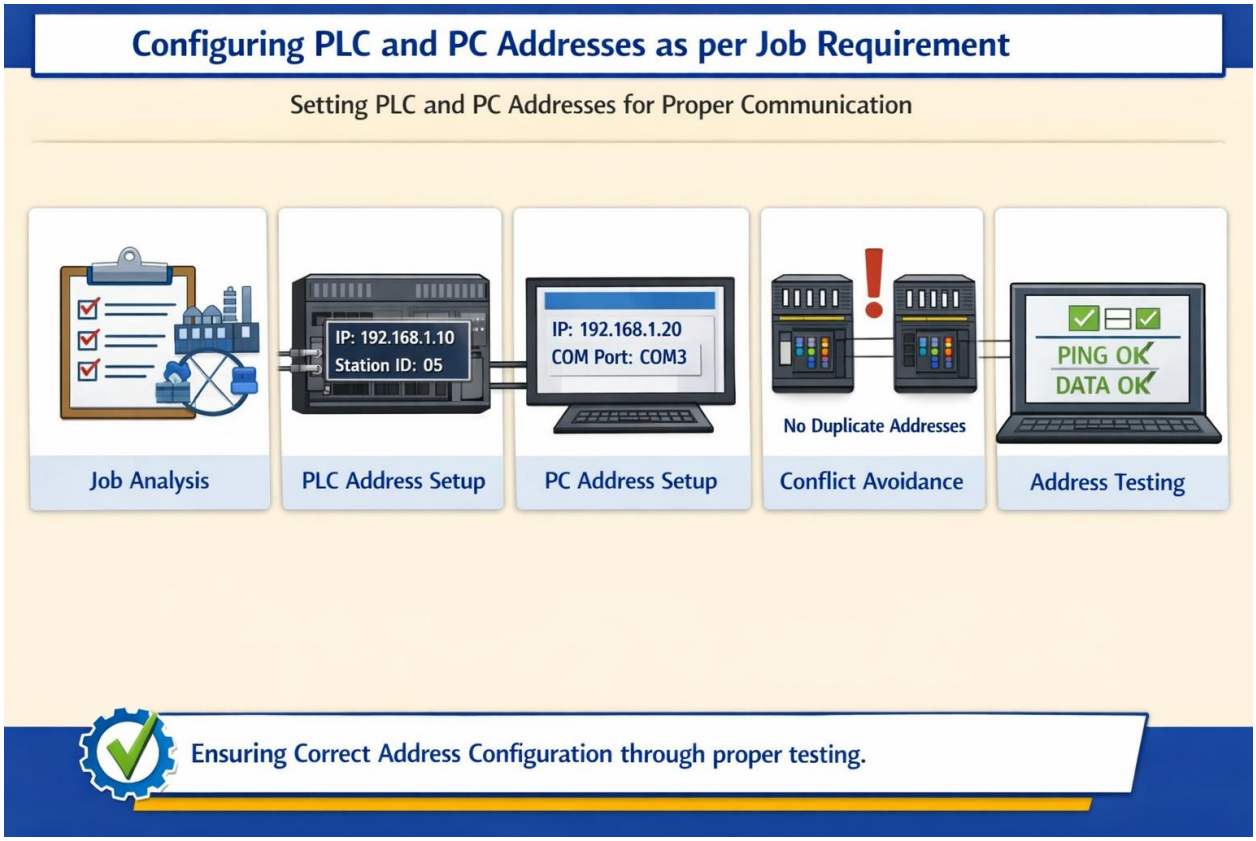
ধাপসমূহ:

- **কাজের প্রয়োজন বিশ্লেষণ:** প্রথমে প্রকল্প বা কাজের ধরন অনুযায়ী ঠিকানা নির্ধারণের প্রয়োজনীয়তা বোঝা হয়। যেমন—লোকাল নেটওয়ার্কে IP ঠিকানা, অথবা সিরিয়াল যোগাযোগে নোড/স্টেশন নম্বর।
- **PLC ঠিকানা নির্ধারণ:** PLC-এর কমিউনিকেশন সেটিংস (যেমন IP Address, Subnet Mask, Gateway, বা Station Number) ম্যানুয়াল এবং কাজের চাহিদা অনুযায়ী কনফিগার করা হয়।
- **PC ঠিকানা নির্ধারণ:** PC-এর নেটওয়ার্ক সেটিংস (IP Address, COM Port, Baud Rate ইত্যাদি) PLC-এর সাথে সামঞ্জস্য রেখে সেট করা হয়।
- **সংঘর্ষ এড়ানো:** একই নেটওয়ার্কে একাধিক PLC বা PC থাকলে প্রতিটি ডিভাইসের জন্য আলাদা ঠিকানা ব্যবহার করা হয়, যাতে ডেটা ট্রান্সমিশনে কোনো সমস্যা না হয়।
- **সামঞ্জস্য যাচাই:** PLC এবং PC-এর ঠিকানা কনফিগার করার পর টেস্ট রান করে দেখা হয় যে উভয়ের মধ্যে ডেটা আদান-প্রদান সঠিকভাবে হচ্ছে কিনা।
- **ডকুমেন্টেশন:** নির্ধারিত ঠিকানা ও কনফিগারেশন নথিভুক্ত করা হয়, যাতে ভবিষ্যতে রক্ষণাবেক্ষণ বা পরিবর্তনের সময় সহজে রেফারেন্স নেওয়া যায়।

গুরুত্ব:

- PLC এবং PC-এর মধ্যে নির্ভরযোগ্য যোগাযোগ নিশ্চিত হয়।
- নেটওয়ার্কে ডিভাইস সংঘর্ষ এড়ানো যায়।
- কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী সঠিক ডেটা প্রবাহ বজায় থাকে।
- ভবিষ্যতে রক্ষণাবেক্ষণ ও সমস্যা সমাধান সহজ হয়।

Configuring Addresses of PLC and PC as per Job Requirement



(গ) নির্দিষ্ট যোগাযোগ প্রোটোকল ব্যবহার করে PLC এবং PC-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপনঃ

PLC এবং PC-এর মধ্যে কার্যকর যোগাযোগ স্থাপনের জন্য নির্দিষ্ট **কমিউনিকেশন প্রোটোকল** ব্যবহার করা হয়। এই ধাপটি নিশ্চিত করে যে উভয় ডিভাইস একই ভাষায় ডেটা আদান-প্রদান করছে এবং সিস্টেমে কোনো বিভ্রান্তি বা ত্রুটি তৈরি হচ্ছে না।

কমিউনিকেশন প্রোটোকল (Communication Protocols):

কমিউনিকেশন প্রোটোকল হল নির্দিষ্ট নিয়মাবলী বা ভাষা যা দুইটি বা ততোধিক ডিভাইস বা সিস্টেমের মধ্যে তথ্য আদান-প্রদান করতে ব্যবহৃত হয়। PLC (Programmable Logic Controller) এবং PC (Personal Computer) এর মধ্যে সঠিক এবং কার্যকর যোগাযোগ স্থাপন করার জন্য এই প্রোটোকলগুলির ব্যবহার করা হয়। PLC সিস্টেমের সাথে PC এর যোগাযোগের জন্য বিভিন্ন প্রোটোকল থাকতে পারে, যেমন: Profinet, Modbus, USB, Ethernet, এবং আরও অনেক।

কমিউনিকেশন প্রোটোকলের প্রধান উদ্দেশ্য হল সিস্টেমগুলির মধ্যে তথ্যের সঠিক স্থানান্তর নিশ্চিত করা, যাতে ব্যবস্থাপনা, কনফিগারেশন, ডেটা বিশ্লেষণ এবং অন্যান্য কার্যকলাপ সঠিকভাবে পরিচালিত হতে পারে।

কমিউনিকেশন প্রোটোকল গুলির ব্যবহার:

১. **ডেটা আদান-প্রদান:**
কমিউনিকেশন প্রোটোকল ডিভাইসগুলির মধ্যে সঠিকভাবে ডেটা পাঠানো এবং গ্রহণ করার প্রক্রিয়া নির্ধারণ করে। এটি বিভিন্ন ডিভাইসের মধ্যে সঠিক ভাষায় তথ্য বিনিময়ের ভিত্তি তৈরি করে।

২. **সঠিক কনফিগারেশন:**
PLC এবং PC এর মধ্যে সঠিক যোগাযোগের জন্য প্রোটোকলগুলো সঠিকভাবে কনফিগার করা জরুরি। বিভিন্ন প্রোটোকলের মাধ্যমে সিস্টেমের মধ্যে তথ্য স্থানান্তর গতি, সুরক্ষা এবং নির্ভুলতা নিশ্চিত করা হয়।

৩. **ব্যবহারের সুবিধা:**
একে অপরের সাথে যোগাযোগ প্রতিষ্ঠা করার জন্য এই প্রোটোকলগুলি একটি নির্দিষ্ট নিয়ম অনুসরণ করে, যা সংযোগ স্থাপনকে সহজ এবং কার্যকরী করে।

৪. **নিরাপত্তা এবং বিশ্বাসযোগ্যতা:**
প্রোটোকলগুলি সিস্টেমের মধ্যে নিরাপত্তা এবং ডেটার সুরক্ষা নিশ্চিত করে, যা হ্যাকারদের আক্রমণ এবং ত্রুটির ঝুঁকি কমাতে সাহায্য করে।

Communication protocols-এর অধীনে নিম্নলিখিত প্রোটোকলগুলি সম্পর্কে আলোচনা করা হল:

১. **Profinet:**
Profinet (Process Field Net) হল একটি ইথারনেট ভিত্তিক শিল্প যোগাযোগ প্রোটোকল যা PLC এবং অন্যান্য শিল্প ডিভাইসগুলির মধ্যে দ্রুত এবং নির্ভরযোগ্য যোগাযোগ স্থাপন করতে ব্যবহৃত হয়। এটি বিশেষভাবে উচ্চ গতির তথ্য স্থানান্তর এবং শিল্প স্বয়ংক্রিয়করণের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

ব্যবহার:
Profinet সাধারণত শিল্প পরিবেশে ব্যবহৃত হয় যেখানে উচ্চ গতির ডেটা ট্রান্সফার এবং নির্ভুল যোগাযোগ প্রয়োজন। এটি সেন্সর, অ্যাকচুয়েটর এবং PLC এর মধ্যে দ্রুত যোগাযোগ নিশ্চিত করে।

২. **USB (Universal Serial Bus):**
USB একটি জনপ্রিয় ডেটা ট্রান্সফার প্রোটোকল যা কম্পিউটার এবং অন্যান্য ডিভাইসগুলির মধ্যে সংযোগ স্থাপন করতে ব্যবহৃত হয়। PLC এবং PC এর মধ্যে তথ্য আদান-প্রদান করার জন্য USB সংযোগ একটি সহজ এবং সরাসরি পদ্ধতি হতে পারে, যেখানে সাধারণত কম ডেটা ট্রান্সফার স্পিড প্রয়োজন হয়।

ব্যবহার:
USB সাধারণত ছোট বা ব্যক্তিগত শিল্প ব্যবস্থায় ব্যবহৃত হয় যেখানে নির্দিষ্ট ডিভাইসের মধ্যে ছোট পরিসরের ডেটা স্থানান্তর করা হয়। এটি প্রাথমিকভাবে কনফিগারেশন বা পরীক্ষার উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়।

৩. **Modbus:**
Modbus একটি ওপেন-সোর্স যোগাযোগ প্রোটোকল যা শিল্প অটোমেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত PLC এবং অন্যান্য ডিভাইসের মধ্যে তথ্য স্থানান্তরের জন্য ব্যবহৃত হয়। Modbus RTU এবং Modbus TCP/IP দুটি প্রধান ধরনের রয়েছে, যেখানে RTU হল সিরিয়াল প্রোটোকল এবং TCP/IP হল ইথারনেট ভিত্তিক প্রোটোকল।
ব্যবহার:

Modbus একটি অত্যন্ত জনপ্রিয় প্রোটোকল যা অনেক শিল্প সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়। এটি সিস্টেমের মধ্যে সাদৃশ্য বজায় রাখে এবং বিভিন্ন প্রকার ডিভাইসের সাথে যোগাযোগ স্থাপন করতে সক্ষম। PLC এবং SCADA সিস্টেমে এটি খুবই ব্যবহৃত হয়।

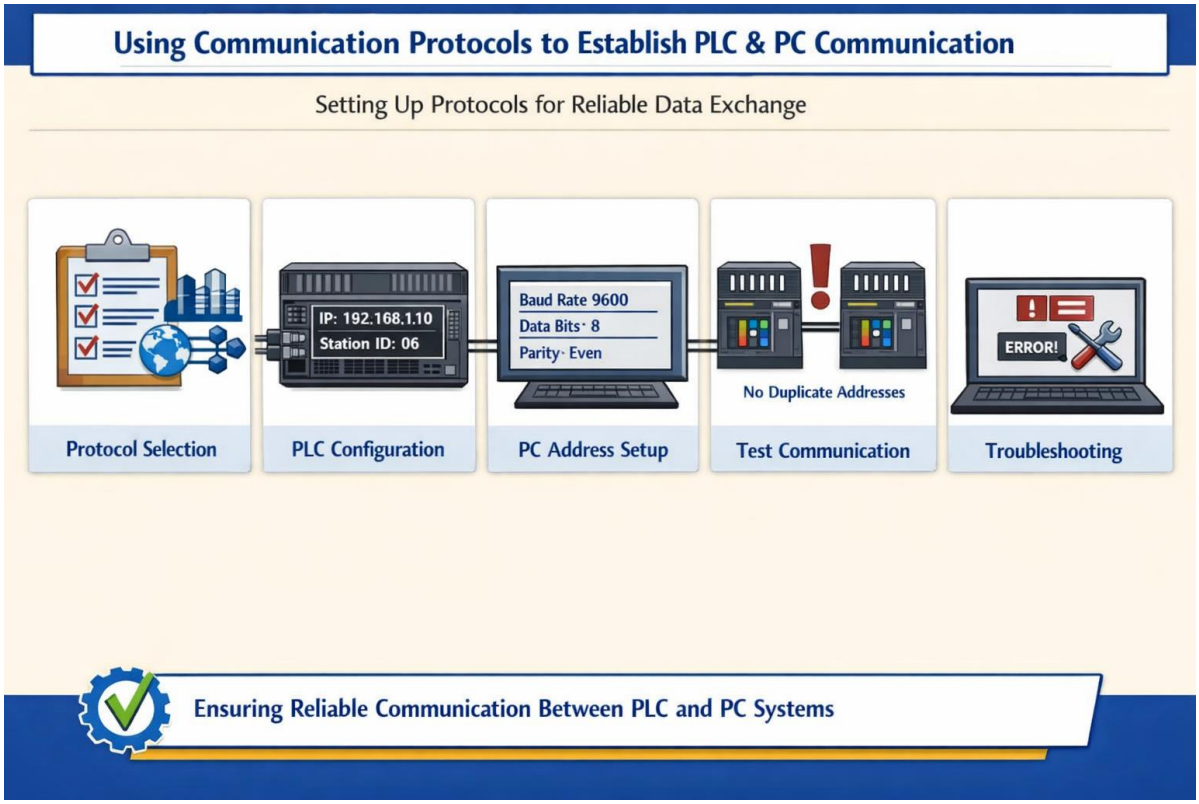
কমিউনিকেশন প্রোটোকলের ধাপসমূহ:

- **প্রোটোকল নির্বাচন:** কাজের ধরন অনুযায়ী উপযুক্ত যোগাযোগ প্রোটোকল নির্বাচন করা হয়। সাধারণত ব্যবহৃত প্রোটোকলগুলো হলো Modbus, Profibus, Ethernet/IP, RS-232, RS-485 ইত্যাদি।
- **PLC সেটিংস কনফিগারেশন:** PLC-এর কমিউনিকেশন পোর্টে নির্বাচিত প্রোটোকল অনুযায়ী Baud Rate, Data Bits, Stop Bits, এবং Parity সেট করা হয়।
- **PC সফটওয়্যার কনফিগারেশন:** PC-তে ইনস্টল করা সফটওয়্যার বা ড্রাইভার (যেমন PLC প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার) একই প্রোটোকল অনুযায়ী কনফিগার করা হয়।
- **সামঞ্জস্য যাচাই:** PLC এবং PC উভয়ের সেটিংস মিলিয়ে দেখা হয় যাতে প্রোটোকল কনফিগারেশন একে অপরের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ থাকে।
- **টেস্ট কমিউনিকেশন:** টেস্ট রান করে দেখা হয় যে PLC থেকে PC-তে ডেটা সঠিকভাবে যাচ্ছে এবং PC থেকে PLC-তে কমান্ড কার্যকর হচ্ছে কিনা।
- **ত্রুটি সমাধান:** যদি যোগাযোগে সমস্যা দেখা দেয়, তবে প্রোটোকল সেটিংস পুনরায় যাচাই করা হয় এবং ম্যানুয়ালের ট্রাবলশুটিং নির্দেশনা অনুসরণ করা হয়।

গুরুত্ব:

- PLC এবং PC-এর মধ্যে নির্ভরযোগ্য ও স্থিতিশীল যোগাযোগ নিশ্চিত হয়।
- ডেটা আদান-প্রদান সঠিকভাবে সম্পন্ন হয়।
- শিল্পক্ষেত্রে স্বয়ংক্রিয়তা (automation) কার্যকরভাবে পরিচালিত হয়।
- ভবিষ্যতে সিস্টেম সম্প্রসারণ বা রক্ষণাবেক্ষণ সহজ হয়।

Establishing PLC and PC Communication using Communication Protocols



(ঘ) PLC এবং PC-এর মধ্যে যোগাযোগ যাচাই করা:

PLC এবং PC-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপনের পর সেটি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা **যাচাই (Verification)** করে দেখা হয়। এই ধাপটি নিশ্চিত করে যে ডেটা আদান-প্রদান নির্ভুলভাবে হচ্ছে এবং সিস্টেমে কোনো ত্রুটি নেই।

ধাপসমূহ:

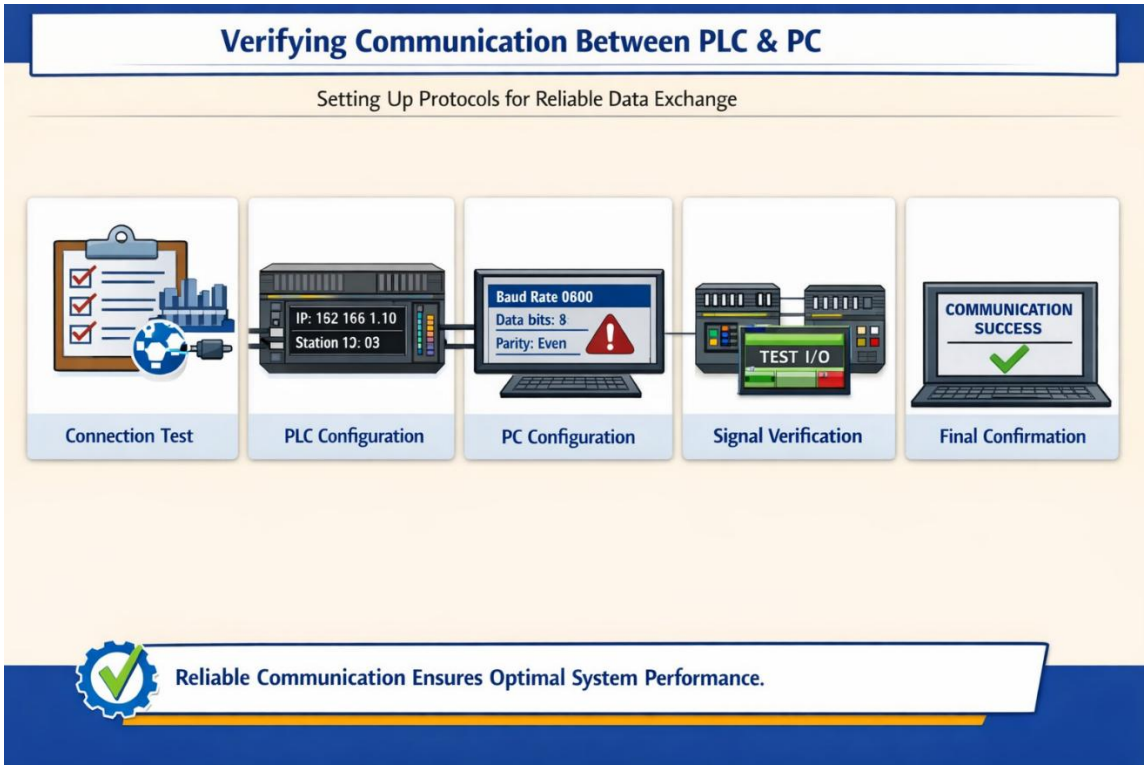
- **প্রাথমিক পরীক্ষা:** PLC এবং PC-এর মধ্যে সংযোগ স্থাপনের পর সফটওয়্যার বা প্রোগ্রামিং টুল ব্যবহার করে যোগাযোগ টেস্ট করা হয়।
- **ডেটা ট্রান্সফার যাচাই:** PLC থেকে PC-তে ডেটা পাঠানো এবং PC থেকে PLC-তে কমান্ড পাঠানো হয়। উভয় দিকের ডেটা সঠিকভাবে পৌঁছাচ্ছে কিনা তা দেখা হয়।
- **প্রোটোকল মিলিয়ে দেখা:** নির্বাচিত যোগাযোগ প্রোটোকল (যেমন Modbus, Ethernet/IP, Profibus ইত্যাদি) অনুযায়ী ডেটা আদান-প্রদান হচ্ছে কিনা তা যাচাই করা হয়।
- **ত্রুটি শনাক্তকরণ:** যদি কোনো ডেটা লস, বিলম্ব বা ভুল কমান্ড কার্যকর হয়, তবে সেটি নথিভুক্ত করে সমাধান করা হয়।
- **সফল যোগাযোগ নিশ্চিতকরণ:** টেস্ট সফল হলে নিশ্চিত করা হয় যে PLC এবং PC-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থিতিশীল এবং নির্ভরযোগ্য।

গুরুত্ব:

- সিস্টেমে নির্ভরযোগ্যতা ও স্থিতিশীলতা নিশ্চিত হয়।
- ভবিষ্যতে প্রোগ্রামিং ও অটোমেশন কার্যক্রম নির্বিঘ্নে পরিচালিত হয়।

- ত্রুটি দ্রুত শনাক্ত ও সমাধান করা যায়।
- শিল্পক্ষেত্রে উৎপাদন প্রক্রিয়া নিরাপদ ও কার্যকর হয়।

Verification of Communication between PLC & PC



সেলফ চেক (Self-check)-৪.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. কেন ব্যবহারকারীর ম্যানুয়াল অনুসরণ করে হার্ডওয়্যার পরীক্ষা করা গুরুত্বপূর্ণ?
২. হার্ডওয়্যার পরীক্ষা করার সময় কোন দুটি বিষয় যাচাই করা উচিত?
৩. PLC এবং PC-এর মধ্যে যোগাযোগের জন্য সাধারণত কোন ধরনের ঠিকানা কনফিগার করা হয়?
৪. একই নেটওয়ার্কে ডুপ্লিকেট ঠিকানা ব্যবহার করলে কী সমস্যা হতে পারে?
৫. PLC এবং PC-এর মধ্যে যোগাযোগের জন্য দুটি সাধারণ প্রোটোকলের নাম বলুন।
৬. PLC এবং PC-এর মধ্যে প্রোটোকল ভিত্তিক যোগাযোগের জন্য কোন সেটিংসগুলো মিলতে হবে?
৭. PLC এবং PC-এর মধ্যে সফল যোগাযোগ কীভাবে যাচাই করা যায়?
৮. যদি যোগাযোগে সমস্যা দেখা দেয়, তাহলে কী করা উচিত?

উত্তরপত্র (Answer Key)- ৪.৩

১. সঠিক সংযোগ, নিরাপত্তা এবং ডিভাইসের কার্যকারিতা নিশ্চিত করার জন্য।
২. ক্যাবল সংযোগ এবং পাওয়ার সাপ্লাই কনফিগারেশন।
৩. IP ঠিকানা অথবা স্টেশন আইডি।
৪. যোগাযোগে সংঘর্ষ সৃষ্টি হয় এবং ডেটা আদান-প্রদানে সমস্যা দেখা দেয়।
৫. Modbus এবং Ethernet/IP।
৬. Baud Rate, Data Bits, Parity এবং COM Port।
৭. টেস্ট সিগন্যাল পাঠিয়ে এবং ডেটা আদান-প্রদানের অবস্থা পর্যবেক্ষণ করে।
৮. প্রোটোকল সেটিংস, ক্যাবল সংযোগ এবং ত্রুটি বার্তা যাচাই করে সমস্যা সমাধান করা।

জব শিট (Job Sheet) - ৪.৩

জবের নাম: PLC এবং PC-এর মধ্যে যোগাযোগ প্রোটোকল ব্যবহার করে যোগাযোগ স্থাপন করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী উপযুক্ত যোগাযোগ প্রোটোকল নির্বাচন করা (যেমন Modbus, Profibus, Ethernet/IP)।
২. PLC-এর কমিউনিকেশন সেটিংস কনফিগার করা (Baud Rate, Data Bits, Stop Bits, Parity ইত্যাদি)।
৩. PC সফটওয়্যারে একই প্রোটোকল অনুযায়ী সেটিংস মিলিয়ে দেওয়া।
৪. PLC এবং PC-এর মধ্যে কেবল/নেটওয়ার্ক সংযোগ স্থাপন করা।
৫. টেস্ট সিগন্যাল পাঠিয়ে যোগাযোগ যাচাই করা।
৬. কোনো ত্রুটি দেখা দিলে ট্রাবলশুটিং করা।

সতর্কতা:

- সবসময় ব্যবহারকারীর ম্যানুয়াল অনুযায়ী সেটিংস কনফিগার করতে হবে।
- বিদ্যুৎ সংযোগ চালু করার আগে কেবল সংযোগ সঠিকভাবে বসানো হয়েছে কিনা যাচাই করতে হবে।
- একই নেটওয়ার্কে ডুপ্লিকেট ঠিকানা ব্যবহার করা যাবে না।
- প্রোটোকল সেটিংস মিল না হলে যোগাযোগ ব্যর্থ হবে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ৪.৩

জবের নাম: PLC এবং PC-এর মধ্যে যোগাযোগ প্রোটোকল ব্যবহার করে যোগাযোগ স্থাপন করা।

প্রয়োজনীয় PPE:

- সেফটি গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- অ্যান্টি-স্ট্যাটিক রিস্ট স্ট্র্যাপ
- সেফটি শু

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- ল্যাপটপ/PC (PLC সফটওয়্যার ইনস্টল করা)
- PLC ডিভাইস
- কমিউনিকেশন কেবল (Ethernet/RS-232/RS-485)
- Screwdriver সেট
- Multimeter

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- নেটওয়ার্ক কেবল (Cat5/Cat6)
- পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট
- কানেক্টর ও টার্মিনাল ব্লক
- প্রোটোকল ড্রাইভার/সফটওয়্যার

ডায়াগ্রাম/লে-আউট:

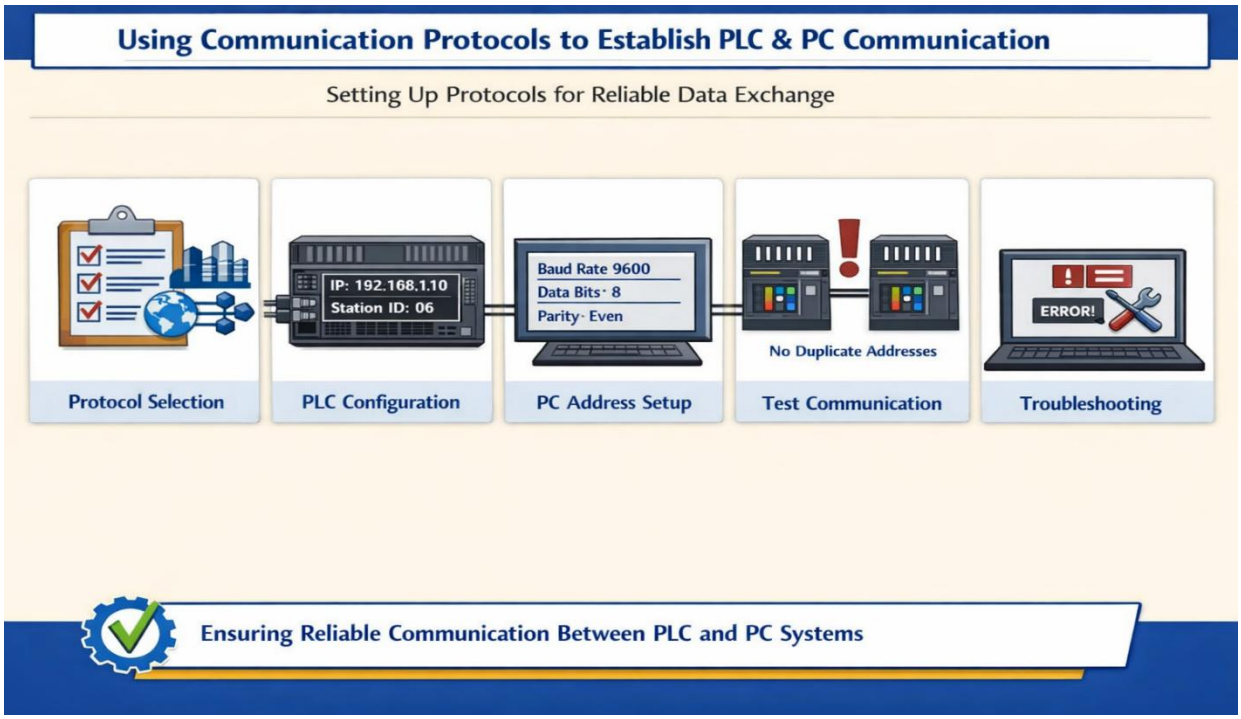


Figure: Establishing PLC and PC Communication using Communication Protocols

মডিউল-৫

মডিউলঃ PLC প্রোগ্রামিংয়ে ল্যাডার ডায়াগ্রাম বাস্তবায়ন করা

SICIP-LE-PLC-05-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম

অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৫

মডিউল শিরোনাম: PLC প্রোগ্রামিংয়ে ল্যাডার ডায়াগ্রাম বাস্তবায়ন করা

ইউনিট কোডঃ SICIP-LE-PLC-05-O **নোমিনাল আওয়ার:** ৬০ ঘণ্টা।

মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলে PLC প্রোগ্রিংয়ে ল্যাডার ডায়াগ্রাম বাস্তবায়নের জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাবকে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ করা, ল্যাডার ডায়াগ্রাম ব্যবহার করে PLC প্রোগ্রামিং সম্পাদন করা, এবং অপারেশনের জন্য PLC প্রস্তুত করার কার্যসমূহ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখনফল: এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা:

১. ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারবে।
২. ল্যাডার ডায়াগ্রাম ব্যবহার করে PLC প্রোগ্রামিং সম্পাদন করতে পারবে।
৩. অপারেশনের জন্য PLC প্রস্তুত করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:

১. নিরাপদ কর্মপদ্ধতি অনুসরণ করা হয়েছে এবং প্রয়োজন অনুযায়ী ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) পরিধান করা হয়েছে।
২. কাজের চাহিদা অনুযায়ী প্রয়োজনীয় সফটওয়্যার ও হার্ডওয়্যার নির্বাচন করা হয়েছে।
৩. সাব-প্রোগ্রাম, ফাংশন, ফাংশন ব্লক এবং ডাটা ব্লকের জন্য টেবিল চার্ট প্রস্তুত করা হয়েছে।
৪. PLC-এর ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রয়োজনীয় প্রোগ্রামিং কম্পোনেন্ট এবং ল্যাডার লজিকের প্রতীকসমূহ শনাক্ত করা হয়েছে।
৫. নির্দেশিকা ম্যানুয়াল অনুযায়ী মৌলিক ল্যাডার লজিক প্রতীক ও কম্পোনেন্টগুলো শনাক্ত করা হয়েছে।
৬. কাঙ্ক্ষিত নিয়ন্ত্রণ ক্রম (control sequence) প্রদর্শনের জন্য প্রতীকগুলো যৌক্তিকভাবে সাজিয়ে ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করা হয়েছে।
৭. ল্যাডার ডায়াগ্রামের মধ্যে ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইসসমূহ ম্যাপ করা হয়েছে।
৮. ল্যাডার ডায়াগ্রামটি যৌক্তিক সামঞ্জস্যের জন্য পরীক্ষা করা হয়েছে এবং সিমুলেশনের মাধ্যমে পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে।
৯. পরীক্ষার ফলাফলের ভিত্তিতে ল্যাডার ডায়াগ্রামে প্রয়োজনীয় পরিবর্তন ও সংশোধন করা হয়েছে।
১০. প্রোগ্রামিং ডিভাইস সংগ্রহ করা হয়েছে।
১১. নির্দিষ্ট অ্যাপ্লিকেশনের জন্য প্রয়োজনীয় PLC প্রোগ্রাম তৈরি করা হয়েছে।
১২. প্রয়োজনে মেমোরি কার্ড থেকে PLC প্রোগ্রাম ইমপোর্ট করা হয়েছে।
১৩. PLC প্রোগ্রামটি ডায়াগনোসিসসহ কম্পাইল করা হয়েছে।
১৪. প্রোগ্রাম PLC-তে স্থানান্তর করা হয়েছে এবং PLC-কে Run Mode-এ সেট করা হয়েছে।
১৫. প্রথম টেস্ট রান শেষে প্রোগ্রামের কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে সফটওয়্যার অপ্টিমাইজ করা হয়েছে।
১৬. পুরো সিস্টেমে কোনো ত্রুটি না থাকে তা নিশ্চিত করতে চূড়ান্ত সার্কিট টেস্টিং ও অপ্টিমাইজেশন করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)- ৫.১

শিখন ফল-১: ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারবে।

উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- নিরাপদ কর্মপদ্ধতি অনুসরণ এবং ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার
- কাজের চাহিদা অনুযায়ী প্রয়োজনীয় সফটওয়্যার ও হার্ডওয়্যার নির্বাচন
- সাব-প্রোগ্রাম, ফাংশন, ফাংশন ব্লক এবং ডাটা ব্লকের জন্য টেবিল চার্ট প্রস্তুতকরণ
- প্রোগ্রামিং কম্পোনেন্ট এবং ল্যাডার লজিকের প্রতীকসমূহ শনাক্তকরণ

(ক) নিরাপদ কর্মপদ্ধতি অনুসরণ এবং ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহারঃ

ল্যাডার ডায়াগ্রাম প্রস্তুত করার পূর্বে নিরাপদ কর্মপরিবেশ নিশ্চিত করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। PLC প্রোগ্রামিং কাজটি যদিও অনেকাংশে সফটওয়্যার নির্ভর, তবুও এটি বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি, হার্ডওয়্যার সেটআপ এবং লাইভ সিস্টেমের সাথে সংশ্লিষ্ট হতে পারে। তাই কাজ শুরু করার আগে নির্ধারিত নিরাপদ কর্মপদ্ধতি অনুসরণ এবং উপযুক্ত PPE ব্যবহার করা বাধ্যতামূলক।

নিরাপদ কর্মপদ্ধতি (Safe Work Practices):

ল্যাডার ডায়াগ্রাম প্রস্তুতির সময় নিম্নলিখিত নিরাপত্তা নির্দেশনা অনুসরণ করতে হবে-

- **ঝুঁকি মূল্যায়ন (Risk Assessment):**
  কাজ শুরু করার আগে সম্ভাব্য বৈদ্যুতিক ঝুঁকি, শর্ট সার্কিট, বা যন্ত্রপাতির ত্রুটি চিহ্নিত করতে হবে।
- **পাওয়ার আইসোলেশন:**
  PLC হার্ডওয়্যার সংযোগ বা পরিবর্তনের আগে মেইন পাওয়ার বন্ধ করতে হবে (Lockout/Tagout পদ্ধতি অনুসরণ করা উত্তম)।
- **ম্যানুয়াল ও নির্দেশিকা অনুসরণ:**
  PLC, সফটওয়্যার এবং সংশ্লিষ্ট যন্ত্রপাতির ইউজার ম্যানুয়াল অনুযায়ী কাজ করতে হবে।
- **সঠিক টুলস ব্যবহার:**
  নিরোধক (insulated) টুলস ব্যবহার করতে হবে এবং ত্রুটিপূর্ণ টুলস এড়িয়ে চলতে হবে।
- **পরিষ্কার ও সুশৃঙ্খল কর্মস্থল:**
  তার, কেবল ও যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে সাজানো থাকতে হবে যাতে দুর্ঘটনার ঝুঁকি কমে।
- **ভেজা পরিবেশ এড়ানো:**
  ভেজা হাত বা ভেজা মেঝেতে কাজ করা থেকে বিরত থাকতে হবে।
- **সিমুলেশন ব্যবহারের সময় সতর্কতা:**
  সফটওয়্যারে ল্যাডার ডায়াগ্রাম রান করার আগে লজিক যাচাই করতে হবে যাতে বাস্তব সিস্টেমে ত্রুটি না ঘটে।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE):

ল্যাডার ডায়াগ্রাম প্রস্তুতির সময় প্রয়োজন অনুযায়ী নিম্নলিখিত PPE ব্যবহার করতে হবে-

- **ইনসুলেটেড গ্লাভস:** বৈদ্যুতিক শক থেকে হাতকে সুরক্ষা দেয়

- **ইনসুলেটেড জুতা:** শরীরে বিদ্যুৎ প্রবাহ প্রতিরোধ করে
- **গগলস:** চোখকে ধুলাবালি বা স্পার্ক থেকে রক্ষা করে
- **এপ্রন/ওভারঅল:** শরীরকে নিরাপদ রাখে এবং পেশাদার কর্মপরিবেশ নিশ্চিত করে
- **কর্মস্থলের নিয়ম অনুযায়ী PPE:**
- প্রতিটি প্রতিষ্ঠানে নির্দিষ্ট নিরাপত্তা নীতিমালা (safety policy) থাকে, যা অনুসরণ করা বাধ্যতামূলক। কাজের ধরন অনুযায়ী PPE নির্বাচন করতে হবে (যেমন: বৈদ্যুতিক কাজের জন্য insulated PPE)। ব্যবহারের আগে PPE ভালো অবস্থায় আছে কিনা পরীক্ষা করতে হবে।

নিচে কয়েটির বিবরণ দেওয়া হলো:

ছবি	বিবরণ
 **এ্যপ্রোন**	একটি টেকসই এপ্রন, মোটা কাপড় দিয়ে তৈরি, যা শরীরকে স্পার্ক, ধুলো এবং বৈদ্যুতিক ঝুঁকি থেকে রক্ষা করে। এতে সামঞ্জস্যযোগ্য স্ট্র্যাপ এবং টুল রাখার জন্য পকেট রয়েছে।
 **সুরক্ষা চশমা**	**সংজ্ঞা:** স্বচ্ছ বা রঙিন লেন্সযুক্ত চশমা যা চোখকে ধুলা, ধাতব কণা, রাসায়নিক পদার্থ বা স্পার্ক থেকে রক্ষা করে। **ব্যবহার:** ওয়্যারিং, কাটিং বা রাসায়নিক কাজের সময় চোখে ক্ষতিকর কণা প্রবেশ ঠেকায়।
 **ইনসুলেটেড গ্লোভস**	**সংজ্ঞা:** বৈদ্যুতিক নিরোধক রাবার বা বিশেষ উপাদানে তৈরি গ্লাভস, যা হাতকে বিদ্যুতের শক থেকে রক্ষা করে। **ব্যবহার:** বৈদ্যুতিক সার্কিট, PLC ইনস্টলেশন বা ওয়্যারিংয়ের সময় হাতকে নিরাপদ রাখে।
 **সেফটি সু**	**সংজ্ঞা:** স্টিল-টু বা শক্তিশালী সোলযুক্ত জুতা, যা পা-কে আঘাত, ভারী বস্তু পড়া বা পিচ্ছিল জায়গা থেকে রক্ষা করে। **ব্যবহার:** ভারী যন্ত্রপাতি বহন, নির্মাণ বা ইঞ্জিনিয়ারিং কাজের সময় পায়ের সুরক্ষা নিশ্চিত করে।

এই ধাপের গুরুত্ব:

- কর্মীর ব্যক্তিগত নিরাপত্তা নিশ্চিত করে
- PLC ও অন্যান্য যন্ত্রপাতির ক্ষতি প্রতিরোধ করে
- ল্যাডার ডায়াগ্রাম প্রস্তুতকালে ভুল ও দুর্ঘটনা কমায়
- নিরাপদ ও কার্যকর প্রোগ্রামিং পরিবেশ তৈরি করে

(খ) কাজের চাহিদা অনুযায়ী প্রয়োজনীয় সফটওয়্যার ও হার্ডওয়্যার নির্বাচনঃ

ল্যাডার ডায়াগ্রাম প্রস্তুত করার পূর্বে সঠিক সফটওয়্যার ও হার্ডওয়্যার নির্বাচন করা একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। কারণ, PLC প্রোগ্রামিংয়ের সফলতা অনেকাংশে নির্ভর করে ব্যবহৃত টুলস ও ডিভাইসের সঠিকতার উপর। কাজের ধরন, PLC ব্র্যান্ড, সিস্টেমের জটিলতা এবং অ্যাপ্লিকেশনের চাহিদা অনুযায়ী উপযুক্ত সফটওয়্যার ও হার্ডওয়্যার নির্বাচন করতে হয়।

সফটওয়্যার নির্বাচন (Software Selection):

PLC প্রোগ্রামিংয়ের জন্য নির্দিষ্ট ব্র্যান্ড ও মডেল অনুযায়ী সফটওয়্যার নির্বাচন করা হয়। যেমন-

- **PLC ব্র্যান্ড অনুযায়ী সফটওয়্যার নির্বাচন:**
    - Siemens PLC → TIA Portal
    - Mitsubishi PLC → GX Works
    - Delta PLC → WPLSoft

সফটওয়্যার:



TIA Portal

বিবরণ: Siemens PLC প্রোগ্রামিংয়ের জন্য ব্যবহৃত একটি ইন্টিগ্রেটেড সফটওয়্যার। এতে Ladder Diagram, Function Block Diagram, এবং অন্যান্য প্রোগ্রামিং ভাষা ব্যবহার করা যায়।
ব্যবহার: PLC, HMI, এবং SCADA সিস্টেম কনফিগারেশন ও প্রোগ্রামিং।



GX Works

বিবরণ: Mitsubishi PLC-এর জন্য অফিসিয়াল প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার।
ব্যবহার: Ladder Logic, Structured Text, এবং অন্যান্য প্রোগ্রামিং ভাষা ব্যবহার করে PLC প্রোগ্রাম তৈরি ও টেস্ট করা।



WPLSoft

বিবরণ: Delta PLC-এর জন্য প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার।
ব্যবহার: সহজ ইন্টারফেসের মাধ্যমে Ladder Logic প্রোগ্রাম তৈরি ও আপলোড করা।

- **সফটওয়্যার ফিচার যাচাই:**
    - Ladder Diagram তৈরির সুবিধা
    - Simulation ও Debugging অপশন
    - Hardware Configuration সাপোর্ট
    - Communication সেটআপ সুবিধা
- **ভার্সন সামঞ্জস্যতা (Compatibility):**
  ব্যবহৃত PLC মডেলের সাথে সফটওয়্যার ভার্সন সামঞ্জস্যপূর্ণ কিনা তা নিশ্চিত করতে হবে।

হার্ডওয়্যার নির্বাচন (Hardware Selection):

ল্যাডার ডায়াগ্রাম বাস্তবায়নের জন্য প্রয়োজনীয় হার্ডওয়্যার সঠিকভাবে নির্বাচন করতে হবে-

- **PLC CPU:**
  প্রোগ্রাম প্রসেসিংয়ের জন্য উপযুক্ত ক্ষমতার CPU নির্বাচন করা হয়।
- **Input Module:**
  সেন্সর, সুইচ ইত্যাদি ইনপুট ডিভাইস সংযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **Output Module:**
  মোটর, ল্যাম্প, রিলে ইত্যাদি আউটপুট ডিভাইস নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **Communication Module:**
  PLC ও কম্পিউটারের মধ্যে ডাটা আদান-প্রদানের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **Communication Cable ও Programming Cable:**
  PLC এবং PC সংযোগের জন্য প্রয়োজনীয়।

হার্ডওয়্যার বিবরণ দেওয়া হলো:

উপাদানের ছবি	বিবরণ
 PLC CPU	এটি একটি প্রোগ্রামেবল লজিক কন্ট্রোলারের কেন্দ্রীয় প্রসেসিং ইউনিট। এটি সমস্ত ইনপুট ও আউটপুট সিগন্যাল প্রক্রিয়াকরণ করে এবং প্রোগ্রাম অনুযায়ী সিদ্ধান্ত নেয়।
 Input Module (Digital/Analog)	এই মডিউলটি বাইরের সেন্সর বা ডিভাইস থেকে ইনপুট সিগন্যাল গ্রহণ করে। ডিজিটাল ইনপুট: অন/অফ সিগন্যাল (যেমন সুইচ, সেন্সর) অ্যানালগ ইনপুট: পরিবর্তনশীল মান (যেমন তাপমাত্রা, চাপ)
 Output Module (Digital/Analog)	এই মডিউলটি PLC থেকে বাইরের ডিভাইসে সিগন্যাল পাঠায়। ডিজিটাল আউটপুট: অন/অফ নিয়ন্ত্রণ (যেমন রিলে, লাইট) অ্যানালগ আউটপুট: পরিবর্তনশীল নিয়ন্ত্রণ (যেমন মোটর স্পিড)

উপাদানের ছবি	বিবরণ
 Communication Module	এটি PLC কে অন্যান্য ডিভাইস বা নেটওয়ার্কের সাথে সংযুক্ত করে। যেমন: Ethernet, RS-232, Profibus ইত্যাদি।
 Programing Cable	**প্রোগ্রামিং কেবল (Programming Cable)** হল একটি যোগাযোগ সংযোগকারী যন্ত্র যা কম্পিউটার এবং অন্যান্য যন্ত্রপাতির মধ্যে ডেটা স্থানান্তরের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই কেবলটি সাধারণত বিভিন্ন ধরনের কানেক্টর নিয়ে থাকে, যেমন: 1. USB Connector 2. RS-232 Connector (DB9 Connector) 3. USB-to-RS-232 Converter Module

নির্বাচন করার সময় বিবেচ্য বিষয়:

- কাজের ধরন (Industry/Automation requirement)
- ইনপুট ও আউটপুট পয়েন্টের সংখ্যা
- সিস্টেমের জটিলতা
- ভবিষ্যৎ সম্প্রসারণের সম্ভাবনা
- খরচ ও সহজলভ্যতা

এই ধাপের গুরুত্ব:

- সঠিক প্রোগ্রামিং ও কনফিগারেশন নিশ্চিত করে
- সময় ও খরচ সাশ্রয় করে
- সিস্টেমের কার্যকারিতা ও নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি করে
- ত্রুটি ও অসামঞ্জস্যতা কমায়

(গ) সাব-প্রোগ্রাম, ফাংশন, ফাংশন ব্লক এবং ডাটা ব্লকের জন্য টেবিল চার্ট প্রস্তুতকরণঃ

ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করার পূর্বে প্রোগ্রামের কাঠামোকে সুসংগঠিত ও সহজবোধ্য করার জন্য সাব-প্রোগ্রাম (Sub-program), ফাংশন (Function), ফাংশন ব্লক (Function Block) এবং ডাটা ব্লক (Data Block)-এর একটি টেবিল চার্ট প্রস্তুত করা বেশ প্রয়োজনীয়। এটি মূলত একটি পরিকল্পনা (planning) ধাপ, যা প্রোগ্রামিং কাজকে সুশৃঙ্খল ও কার্যকর করে।

টেবিল চার্ট কী এবং কেন প্রয়োজন:

টেবিল চার্ট হলো একটি সংগঠিত তালিকা বা সারণি, যেখানে প্রোগ্রামের বিভিন্ন অংশ, তাদের কাজ এবং ডাটা ব্যবহারের বিবরণ উল্লেখ থাকে। এটি প্রোগ্রামারকে আগে থেকেই একটি পরিষ্কার ধারণা দেয়—

- কোন অংশ কী কাজ করবে
- কোন ফাংশন কোথায় ব্যবহৃত হবে
- কোন ডাটা কোথায় সংরক্ষিত হবে

চার্টে অন্তর্ভুক্ত উপাদানসমূহ:

১. সাব-প্রোগ্রাম (Sub-program)

- প্রধান প্রোগ্রামের (Main Program) অংশ হিসেবে কাজ করে
- নির্দিষ্ট কাজ সম্পাদনের জন্য আলাদা করে ভাগ করা হয়
- যেমন: মোটর চালু/বন্ধ নিয়ন্ত্রণ, এলার্ম সিস্টেম

২. ফাংশন (Function - FC)

- একটি নির্দিষ্ট কাজ সম্পন্ন করে এবং একটি ফলাফল প্রদান করে
- সাধারণত ইনপুট নিয়ে আউটপুট দেয়
- যেমন: গাণিতিক হিসাব, লজিক অপারেশন

৩. ফাংশন ব্লক (Function Block - FB)

- ফাংশনের মতোই কাজ করে, তবে এতে ডাটা সংরক্ষণের ক্ষমতা থাকে
- বারবার ব্যবহারের জন্য উপযোগী
- যেমন: টাইমার, কাউন্টার, PID কন্ট্রোল

৪. ডাটা ব্লক (Data Block - DB)

- প্রোগ্রামের ডাটা সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়
- যেমন: টাইমার ভ্যালু, কাউন্টার ভ্যালু, সেটিংস ইত্যাদি

একটি টেবিল চার্টের নমুনা কাঠামো:

ক্রঃ নং	নাম	টাইপ	কাজের বিবরণ	ব্যবহৃত ইনপুট/আউটপুট
১	Motor_Control	Sub-program	মোটর চালু/বন্ধ নিয়ন্ত্রণ	Start, Stop, Motor
২	Add_Function	Function	দুইটি মান যোগ করা	A, B → Result
৩	Timer_Block	Function Block	নির্দিষ্ট সময় বিলম্ব	Time Input → Output
৪	DB1	Data Block	টাইমার ও কাউন্টার ডাটা সংরক্ষণ	Internal Data

এই ধাপের সুবিধা:

- প্রোগ্রামকে সুশৃঙ্খল ও মডুলার করে
- বড় প্রোগ্রাম সহজে বোঝা ও পরিবর্তন করা যায়
- ত্রুটি শনাক্ত ও সংশোধন করা সহজ হয়
- টিমওয়ার্কে কাজ করা সহজ হয়
- সময় ও শ্রম সাশ্রয় হয়

গুরুত্ব:

এই ধাপটি ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরির একটি পূর্ব প্রস্তুতি, যা প্রোগ্রামের গঠন (structure) নির্ধারণ করে। সঠিকভাবে টেবিল চার্ট তৈরি করা হলে পরবর্তী প্রোগ্রামিং ধাপগুলো অনেক সহজ, দ্রুত এবং নির্ভুল হয়।

সাব-প্রোগ্রাম, ফাংশন, ফাংশন ব্লক এবং ডাটা ব্লকের টেবিল চার্ট প্রস্তুত করা হলো PLC ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরির একটি পরিকল্পিত ভিত্তি, যা পুরো প্রোগ্রামকে সংগঠিত, কার্যকর এবং ত্রুটিমুক্ত করতে সহায়তা করে।

(ঘ) প্রোগ্রামিং কম্পোনেন্ট এবং ল্যাডার লজিক প্রতীকসমূহ শনাক্তকরনঃ

ল্যাডার ডায়াগ্রাম প্রস্তুত করার পূর্বে PLC প্রোগ্রামিংয়ে ব্যবহৃত বিভিন্ন কম্পোনেন্ট ও লজিক প্রতীকগুলো সঠিকভাবে শনাক্ত করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কারণ, এই প্রতীকগুলোই ল্যাডার ডায়াগ্রামের মূল ভাষা- যার মাধ্যমে একটি স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা (control system) উপস্থাপন করা হয়।

প্রোগ্রামিং কম্পোনেন্ট কী?

প্রোগ্রামিং কম্পোনেন্ট বলতে PLC প্রোগ্রামে ব্যবহৃত বিভিন্ন লজিক্যাল উপাদানকে বোঝায়, যেমন ইনপুট, আউটপুট, টাইমার, কাউন্টার, ফাংশন ইত্যাদি। এগুলো ব্যবহার করে বাস্তব যন্ত্রপাতির কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

ল্যাডার লজিক প্রতীক (Ladder Logic Symbols):

ল্যাডার ডায়াগ্রামে বিভিন্ন প্রতীক ব্যবহৃত হয়, যেগুলো বৈদ্যুতিক সার্কিটের মতো দেখতে এবং নির্দিষ্ট কাজ নির্দেশ করে। প্রধান প্রতীকসমূহ হলো-

১. মেক কন্টাক্ট (NO – Normally Open)

- সাধারণ অবস্থায় খোলা থাকে
- ইনপুট সক্রিয় হলে সার্কিট সম্পূর্ণ হয়

২. ব্রেক কন্টাক্ট (NC – Normally Closed)

- সাধারণ অবস্থায় বন্ধ থাকে
- ইনপুট সক্রিয় হলে সার্কিট বিচ্ছিন্ন হয়

৩. রিলে কয়েল (Output Coil)

- আউটপুট ডিভাইস নিয়ন্ত্রণ করে
- যেমন: মোটর, লাইট, রিলে

৪. ইনভার্টেড আউটপুট

- বিপরীত (NOT) লজিক অনুযায়ী কাজ করে

৫. অ্যানালগ ইনপুট/আউটপুট

- পরিবর্তনশীল মান (যেমন: তাপমাত্রা, চাপ) নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়

৬. টাইমার (Timer)

- নির্দিষ্ট সময় বিলম্ব বা সময় নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়
- যেমন: ON Delay, OFF Delay

৭. কাউন্টার (Counter)

- কোনো ইভেন্ট বা সিগন্যাল গণনা করার জন্য ব্যবহৃত হয়

৮. কম্পারেটর (Comparator)

- দুইটি মান তুলনা করে (>, <, =)

৯. গাণিতিক ফাংশন

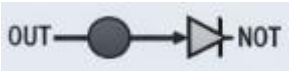
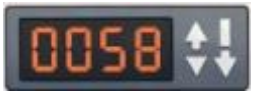
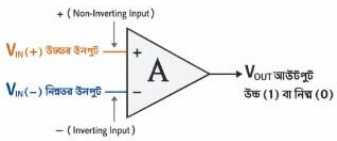
- যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগ ইত্যাদি হিসাব করার জন্য ব্যবহৃত হয়

শনাক্তকরণের প্রক্রিয়া:

- কাজের চাহিদা অনুযায়ী কোন কোন ইনপুট ও আউটপুট লাগবে তা নির্ধারণ করা

- প্রয়োজনীয় লজিক অপারেশন (AND, OR, NOT) নির্বাচন করা
- টাইমার, কাউন্টার বা বিশেষ ফাংশনের প্রয়োজন আছে কিনা তা নির্ধারণ করা
- PLC সফটওয়্যারে ব্যবহৃত প্রতীক ও কম্পোনেন্টের নাম ও কাজ সম্পর্কে নিশ্চিত হওয়া

প্রোগ্রামিং উপাদান এবং ল্যাডার লজিক চিহ্ন:

ক্রমিক	আইটেম	ছবি	বিবরণ
১.	**মেক কন্টাক্ট (NO Contact)**		"৩" (লোগিক ১) নির্দেশনা। একটুকু বড় ত্রুটি হওয়ার সম্ভাবনা।
২.	**ব্রেক কন্টাক্ট (NC Contact)**		"০" (লোগিক ০) নির্দেশনা। একটুকু ছোট ত্রুটি হওয়ার সম্ভাবনা।
৩.	**অ্যানালগ কন্টাক্ট**		অ্যানালগ সংকেত ইনপুট/আউটপুট করতে ব্যবহৃত।
৪.	**রিলে কয়েল**		ইন্ডাক্টিভ কয়েল যা বৈদ্যুতিক সংকেত পেয়ে রিলে চালনা করে।
৫.	**ইনভার্টেড আউটপুট**		আউটপুটের বিপরীত ফলাফল দেয়।
৬.	**অ্যানালগ আউটপুট**		অ্যানালগ সংকেত আউটপুট হিসাবে প্রদান করে।
৭.	**সব ধরনের টাইমার**		নির্দিষ্ট সময় পর একটি কর্ম শুরু বা বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত টাইমার।
৮.	**কাউন্টার**		একটি সংখ্যা গুনতে বা হিসাব করতে ব্যবহৃত কাউন্টার।
৯.	**কম্পারেটর**		দুইটি ইনপুটের মধ্যে তুলনা করে আউটপুট দেয়।
১০.	**গাণিতিক ফাংশন**		গাণিতিক গণনা বা ফাংশন সংক্রান্ত কাজ সম্পাদন করে।

এই ধাপের গুরুত্ব:

- সঠিক ও কার্যকর ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করা সহজ হয়
- ভুল প্রতীক ব্যবহারের ঝুঁকি কমে
- প্রোগ্রামের লজিক পরিষ্কার ও বোধগম্য হয়
- দ্রুত ডিবাগিং ও ট্রাবলশুটিং সম্ভব হয়

সেলফ চেক (Self-check)- ৫.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. নিরাপদ কর্মপদ্ধতি (Safe Work Practices) বলতে কী বোঝায়?
২. PLC কাজের সময় PPE ব্যবহার কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৩. PLC প্রোগ্রামিংয়ের জন্য সঠিক সফটওয়্যার নির্বাচন কেন জরুরি?
৪. PLC হার্ডওয়্যার নির্বাচন করার সময় কোন বিষয়গুলো বিবেচনা করতে হয়?
৫. টেবিল চার্ট (Table Chart) কী এবং এটি কেন প্রস্তুত করা হয়?
৬. সাব-প্রোগ্রাম (Sub-program) এবং ফাংশন (Function) এর মধ্যে পার্থক্য কী?
৭. ফাংশন ব্লক (Function Block) কেন ব্যবহার করা হয়?
৮. ডাটা ব্লক (Data Block) কী কাজে ব্যবহৃত হয়?
৯. ল্যাডার লজিক প্রতীক (Ladder Logic Symbols) কী?
১০. Normally Open (NO) এবং Normally Closed (NC) কন্টাক্টের মধ্যে পার্থক্য কী?
১১. টাইমার এবং কাউন্টার PLC প্রোগ্রামে কী কাজে ব্যবহৃত হয়?
১২. প্রোগ্রামিং কম্পোনেন্ট সঠিকভাবে শনাক্ত করা কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তরপত্র (Answer Key)- ৫.১

১. **নিরাপদ কর্মপদ্ধতি** হলো এমন নিয়ম ও প্রক্রিয়া যা অনুসরণ করলে কাজ করার সময় দুর্ঘটনা ও ঝুঁকি কমে এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়।
২. **PPE ব্যবহার গুরুত্বপূর্ণ**, কারণ এটি কর্মীকে বৈদ্যুতিক শক, ধুলা, স্পার্ক ইত্যাদি ঝুঁকি থেকে রক্ষা করে।
৩. **সঠিক সফটওয়্যার নির্বাচন জরুরি**, কারণ এটি PLC প্রোগ্রামিং, সিমুলেশন ও ডিবাগিং সঠিকভাবে করতে সাহায্য করে।
৪. **হার্ডওয়্যার নির্বাচনের সময় বিবেচ্য বিষয়**: কাজের ধরন, ইনপুট-আউটপুট সংখ্যা, PLC ক্ষমতা, খরচ ও ভবিষ্যৎ সম্প্রসারণ।
৫. **টেবিল চার্ট** হলো একটি সারণি যেখানে প্রোগ্রামের বিভিন্ন অংশ ও তাদের কাজ উল্লেখ থাকে; এটি প্রোগ্রামকে সংগঠিত করতে সাহায্য করে।
৬. **সাব-প্রোগ্রাম** নির্দিষ্ট কাজের জন্য ব্যবহৃত অংশ, আর **ফাংশন** ইনপুট নিয়ে আউটপুট প্রদান করে নির্দিষ্ট কাজ সম্পন্ন করে।
৭. **ফাংশন ব্লক** ব্যবহার করা হয় কারণ এটি ডাটা সংরক্ষণ করতে পারে এবং পুনঃব্যবহারযোগ্য (reusable)।
৮. **ডাটা ব্লক** প্রোগ্রামের বিভিন্ন ডাটা সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
৯. **ল্যাডার লজিক প্রতীক** হলো PLC প্রোগ্রামে ব্যবহৃত বিভিন্ন চিহ্ন যা নিয়ন্ত্রণ লজিক প্রকাশ করে।
১০. **NO কন্টাক্ট** স্বাভাবিক অবস্থায় খোলা থাকে, আর **NC কন্টাক্ট** স্বাভাবিক অবস্থায় বন্ধ থাকে।
১১. **টাইমার** সময় নিয়ন্ত্রণের জন্য এবং **কাউন্টার** গণনার জন্য ব্যবহৃত হয়।
১২. **সঠিকভাবে কম্পোনেন্ট শনাক্ত করা গুরুত্বপূর্ণ**, কারণ এতে প্রোগ্রাম সঠিক ও নির্ভুল হয় এবং ত্রুটি কমে।

জব শিট (Job Sheet)- ৫.১

জবের নাম: PLC ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রয়োজনীয় প্রোগ্রামিং কম্পোনেন্ট ও ল্যাডার লজিক প্রতীক শনাক্তকরণ।

কাজের ধাপসমূহ (Steps of Work):

১. কাজের প্রয়োজনীয়তা (Job Requirement) বিশ্লেষণ করা।
২. ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইস চিহ্নিত করা (যেমন: সুইচ, সেন্সর, মোটর, লাইট)।
৩. প্রয়োজনীয় লজিক অপারেশন নির্ধারণ করা (AND, OR, NOT)।
৪. ল্যাডার লজিক প্রতীক নির্বাচন করা:
   - NO (Normally Open) Contact
   - NC (Normally Closed) Contact
   - Output Coil
৫. প্রয়োজন অনুযায়ী অতিরিক্ত কম্পোনেন্ট নির্বাচন করা:
   - Timer (ON Delay, OFF Delay)
   - Counter
   - Comparator
   - Mathematical Function
৬. PLC সফটওয়্যার (যেমন: TIA Portal, GX Works, WPLSoft) খুলে প্রতীকগুলো যাচাই করা।
৭. প্রতিটি কম্পোনেন্টের কাজ ও ব্যবহার নিশ্চিত করা।
৮. একটি খসড়া (Draft) ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করা।
৯. সুপারভাইজার/ইনস্ট্রাক্টরের মাধ্যমে যাচাই করা।

সতর্কতা (Cautions):

- ভুল লজিক প্রতীক ব্যবহার করা যাবে না।
- PLC মডেলের সাথে অসামঞ্জস্যপূর্ণ কম্পোনেন্ট নির্বাচন করা যাবে না।
- লাইভ সার্কিটে কাজ করার সময় বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।
- ডায়াগ্রাম তৈরি করার আগে সব ইনপুট-আউটপুট যাচাই করতে হবে।
- ত্রুটিপূর্ণ সফটওয়্যার বা হার্ডওয়্যার ব্যবহার করা যাবে না।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৫.১

জবের নাম: PLC ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রয়োজনীয় প্রোগ্রামিং কম্পোনেন্ট ও ল্যাডার লজিক প্রতীক শনাক্তকরণ।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE):

- ইনসুলেটেড গ্লাভস
- ইনসুলেটেড জুতা
- সেফটি গগলস
- এপ্রন/ওভারঅল

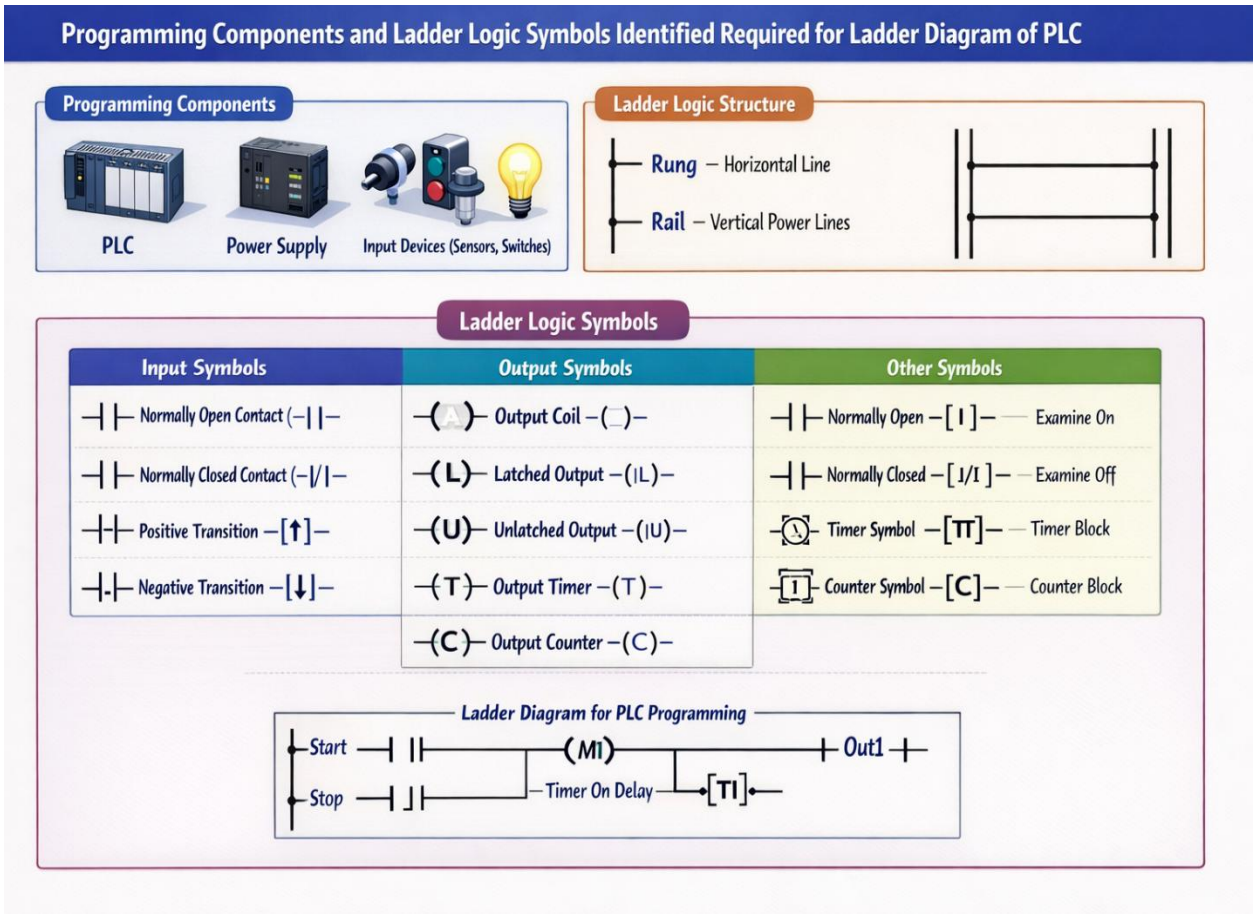
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- কম্পিউটার/ল্যাপটপ
- PLC ট্রেইনার কিট
- প্রোগ্রামিং কেবল
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- মাল্টিমিটার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- PLC CPU
- ইনপুট মডিউল
- আউটপুট মডিউল
- কমিউনিকেশন কেবল
- ইলেকট্রিক তার
- সুইচ ও সেন্সর
- রিলে/লোড (মোটর/লাইট)

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউট:



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৫.২

শিখন ফল-২: ল্যাডার ডায়াগ্রাম ব্যবহার করে PLC প্রোগ্রামিং সম্পাদন করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- মৌলিক ল্যাডার লজিক প্রতীক ও কম্পোনেন্টগুলো শনাক্তকরণ
- প্রতীকগুলো যৌক্তিকভাবে সাজিয়ে ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করা
- ল্যাডার ডায়াগ্রামের মধ্যে ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইসসমূহ ম্যাপ করা
- ল্যাডার ডায়াগ্রাম যৌক্তিক সামঞ্জস্যের জন্য পরীক্ষা করা এবং সিমুলেশনের মাধ্যমে পর্যবেক্ষণ করা
- পরীক্ষার ফলাফলের ভিত্তিতে ল্যাডার ডায়াগ্রামে প্রয়োজনীয় পরিবর্তন ও সংশোধন

(ক) মৌলিক ল্যাডার লজিক প্রতীক এবং কম্পোনেন্ট শনাক্তকরণঃ

PLC প্রোগ্রামিংয়ের ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করার প্রাথমিক ধাপ হল ব্যবহৃত মৌলিক লজিক প্রতীক (Basic Ladder Logic Symbols) এবং কম্পোনেন্টগুলো সনাক্ত করা। এই ধাপটি নিশ্চিত করে যে প্রোগ্রামারের কাছে প্রতিটি লজিক ফাংশন, ইনপুট এবং আউটপুট উপাদান সম্পর্কে সঠিক ধারণা রয়েছে এবং এটি নির্দেশিকা ম্যানুয়াল অনুযায়ী সম্পন্ন করা হয়।

মৌলিক ল্যাডার লজিক প্রতীকসমূহ:

প্রোগ্রামিংয়ের সময় যে প্রতীকগুলো সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়, তা হলো:

১. **NO (Normally Open) Contact**
   - সাধারণ অবস্থায় খোলা থাকে।
   - ইনপুট সক্রিয় হলে সার্কিট বন্ধ হয়।

২. **NC (Normally Closed) Contact**
   - সাধারণ অবস্থায় বন্ধ থাকে।
   - ইনপুট সক্রিয় হলে সার্কিট খোলা হয়।

৩. **Output Coil**
   - আউটপুট ডিভাইস (যেমন মোটর, লাইট, রিলে) নিয়ন্ত্রণ করে।

৪. **Timer (ON Delay, OFF Delay)**
   - সময় বিলম্ব বা টাইমার ফাংশন সম্পন্ন করে।

৫. **Counter**
   - কোনো ইভেন্ট বা সংকেত গণনা করে।

৬. **Special Function Blocks**
   - Mathematical functions, Comparators ইত্যাদি প্রয়োজনে ব্যবহার করা হয়।

কম্পোনেন্ট শনাক্তকরণ প্রক্রিয়া:

১. PLC নির্দেশিকা ম্যানুয়াল খোলা এবং সংশ্লিষ্ট প্রতীক/কম্পোনেন্ট তালিকা পর্যবেক্ষণ করা।
২. ব্যবহারযোগ্য প্রতীকগুলো চিহ্নিত করা এবং লজিক ফাংশন অনুযায়ী শ্রেণিবদ্ধ করা।
৩. প্রতিটি কম্পোনেন্টের ইনপুট ও আউটপুট ঠিকভাবে যাচাই করা।
৪. যে প্রতীকগুলো ব্যবহার হবে সেগুলো টেস্টিং বা সিমুলেশনের জন্য প্রস্তুত রাখা।

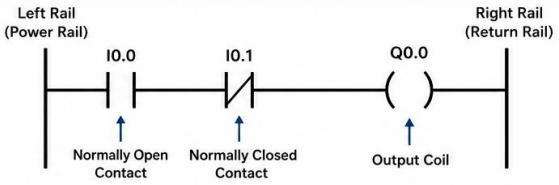
IDENTIFICATION OF BASIC LADDER LOGIC SYMBOLS AND COMPONENTS ACCORDING TO INSTRUCTION MANUAL

Ladder diagram is a graphical programming language used in PLCs.
It uses various symbols to represent inputs, outputs and internal operations.

1. BASIC LADDER LOGIC SYMBOLS

Symbol	Name	Description	Example
⊣ ⊢	Normally Open Contact (NO)	Allows current flow when the condition is TRUE (ON).	I0.0
⊣/⊢	Normally Closed Contact (NC)	Allows current flow when the condition is FALSE (OFF).	I0.1
( )	Output Coil	Energizes (turns ON) an output when the rung is TRUE.	Q0.0
(S)	Set Coil	Sets or latches an output ON.	Q0.1 (S)
(R)	Reset Coil	Resets or unlatches an output OFF.	Q0.1 (R)
⊣↑⊢	Rising Edge Contact	Allows current flow only on a rising (OFF to ON) transition.	P I0.0
⊣↓⊢	Falling Edge Contact	Allows current flow only on a falling (ON to OFF) transition.	N I0.0
TON	Timer (TON)	On-delay timer. Delays turning ON.	T37
CTU	Counter (CTU)	Count up counter.	C0

2. COMMON COMPONENTS IN LADDER DIAGRAM



Power flows from Left Rail → through contacts → to the Output Coil → to **Right Rail**, when conditions are TRUE.

3. OTHER COMMON SYMBOLS

Symbol	Name	Description
⊣●⊢	Junction	Connects lines/rungs.
⊣┬⊢	Branch	Creates a parallel path in the rung.
MOV	Move Instruction	Moves data from source to destination.
END	End Instruction	Marks the end of the program.

NOTE: Actual symbols may vary slightly depending on PLC brand (Siemens, Mitsubishi, Omron, Allen-Bradley, etc.).
Always refer to the specific instruction manual of the PLC being used.

এই ধাপের গুরুত্ব

- প্রোগ্রামের লজিক সঠিকভাবে বোঝা যায়।
- ভুল প্রতীক ব্যবহারের ঝুঁকি কমে।
- পরবর্তী ল্যাডার ডায়াগ্রাম নির্মাণ সহজ হয়।
- ডিবাগিং এবং প্রোগ্রামিং ত্রুটি কমে।
- কাজের গতি ও কার্যকারিতা বৃদ্ধি পায়।

(খ) প্রতীকগুলো যৌক্তিকভাবে সাজিয়ে ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করাঃ

ল্যাডার ডায়াগ্রাম একটি গ্রাফিক্যাল প্রোগ্রামিং ভাষা যা PLC-তে নিয়ন্ত্রণ লজিক প্রকাশ করতে ব্যবহৃত হয়। এই ধাপে, ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করার সময় নিচের বিষয়গুলো অনুসরণ করা হয়:

প্রতীকগুলোর যৌক্তিক বিন্যাস:

- ল্যাডার ডায়াগ্রামে বিভিন্ন প্রতীক যেমন NO (Normally Open) কন্টাক্ট, NC (Normally Closed) কন্টাক্ট, কয়েল (Output Coil), টাইমার, এবং কাউন্টার ব্যবহার করা হয়।
- প্রতীকগুলো এমনভাবে সাজানো হয় যাতে তারা একটি নিয়ন্ত্রণ ক্রম (Control Sequence) প্রকাশ করে- অর্থাৎ, কোন ইনপুটে কোন আউটপুট সক্রিয় হবে, কত সময় পরে হবে, কতবার হবে ইত্যাদি।

উদাহরণ:

- যদি একটি বাটন চাপলে একটি মোটর চালু হয়, তাহলে NO কন্টাক্ট এবং Output Coil ব্যবহার করে সেই লজিক সাজানো হবে।
- যদি মোটর ৫ সেকেন্ড পরে বন্ধ হয়, তাহলে টাইমার যুক্ত করে সেই ক্রম যুক্ত করা হবে।

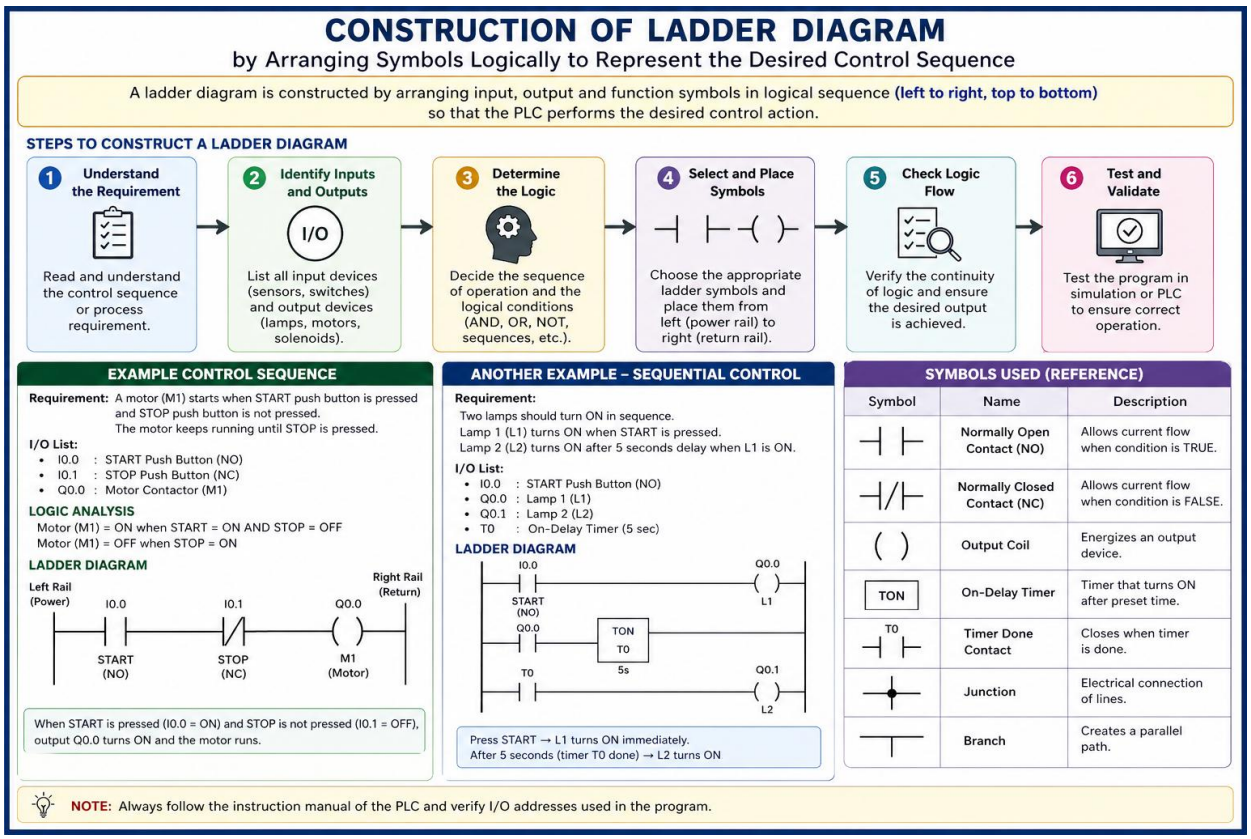
লজিক্যাল চিন্তা:

- প্রতিটি প্রতীক একটি নির্দিষ্ট কার্যকলাপ বা শর্ত প্রকাশ করে।

- এগুলোকে এমনভাবে সাজাতে হয় যাতে নিয়ন্ত্রণের উদ্দেশ্য পূরণ হয় — যেমন নিরাপদভাবে যন্ত্র চালু/বন্ধ করা, স্বয়ংক্রিয়ভাবে সময় নির্ধারণ করা, বা কাউন্টিং করা।

পরিকল্পনা ও নির্ভুলতা:

- প্রতীক সাজানোর আগে ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস চিহ্নিত করতে হয়।
- ডায়াগ্রামের পরিকল্পনা কাগজে বা সফটওয়্যারে করে নিতে হয় যাতে ভুল না হয়।



(গ) ল্যাডার ডায়াগ্রামের মধ্যে ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইসসমূহ ম্যাপ করাঃ

এই ধাপে, PLC প্রোগ্রামিংয়ের জন্য ল্যাডার ডায়াগ্রামে ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইসগুলোকে সঠিকভাবে সংযুক্ত ও চিহ্নিত করা হয়। এর মাধ্যমে পুরো নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়ার কার্যক্রম নির্ধারিত হয়।

ইনপুট ডিভাইস ম্যাপিং:

- ইনপুট ডিভাইস যেমন পুশ বাটন, সুইচ, সেন্সর, ইত্যাদি ল্যাডার ডায়াগ্রামের বাম পাশে প্রতীক আকারে স্থাপন করা হয়।
- প্রতিটি ইনপুটের জন্য একটি অ্যাড্রেস নির্ধারণ করা হয় (যেমন I0.0, I0.1), যা PLC-তে ইনপুট সিগন্যাল শনাক্ত করতে সাহায্য করে।

আউটপুট ডিভাইস ম্যাপিং:

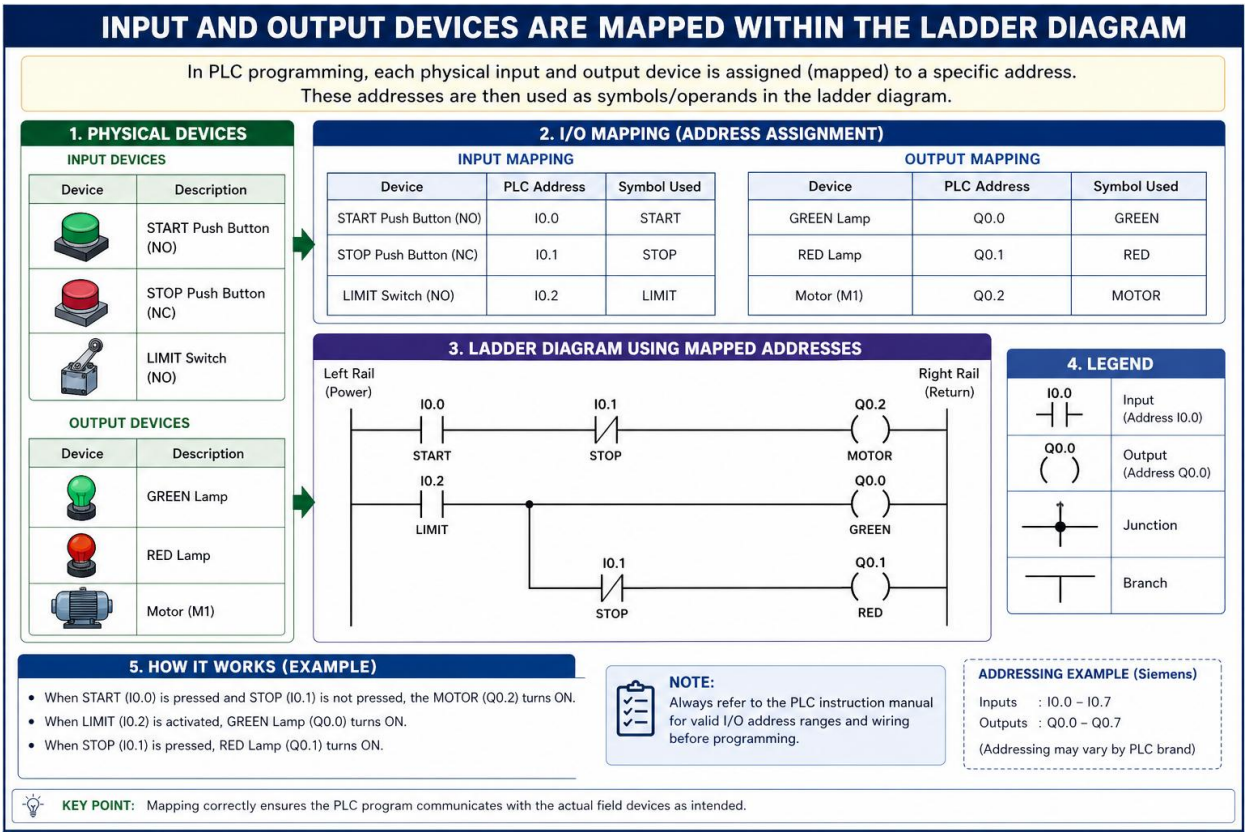
- আউটপুট ডিভাইস যেমন ল্যাম্প, মোটর, বেল, সোলেনয়েড, ইত্যাদি ডায়াগ্রামের ডান পাশে কয়েল (Coil) প্রতীক হিসেবে স্থাপন করা হয়।
- প্রতিটি আউটপুটের জন্যও একটি নির্দিষ্ট অ্যাড্রেস থাকে (যেমন Q0.0, Q0.1), যা PLC থেকে সিগন্যাল পাঠানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

ম্যাপিং এর গুরুত্ব:

- ইনপুট ও আউটপুট সঠিকভাবে ম্যাপ না করলে প্রোগ্রাম কাজ করবে না বা ভুলভাবে কাজ করবে।
- ম্যাপিং নিশ্চিত করে যে প্রতিটি ফিজিক্যাল ডিভাইস তার লজিক্যাল প্রতীক এর সাথে সঠিকভাবে যুক্ত হয়েছে।

উদাহরণ:

- একটি পুশ বাটন (I0.0) চাপলে একটি মোটর (Q0.0) চালু হবে — এই লজিক ল্যাডার ডায়াগ্রামে NO কন্টাক্ট ও Output Coil ব্যবহার করে ম্যাপ করা হয়।



(ঘ) ল্যাডার ডায়াগ্রাম লজিক্যাল কনসিস্টেন্সি যাচাই ও সিমুলেশনের মাধ্যমে পর্যবেক্ষণঃ

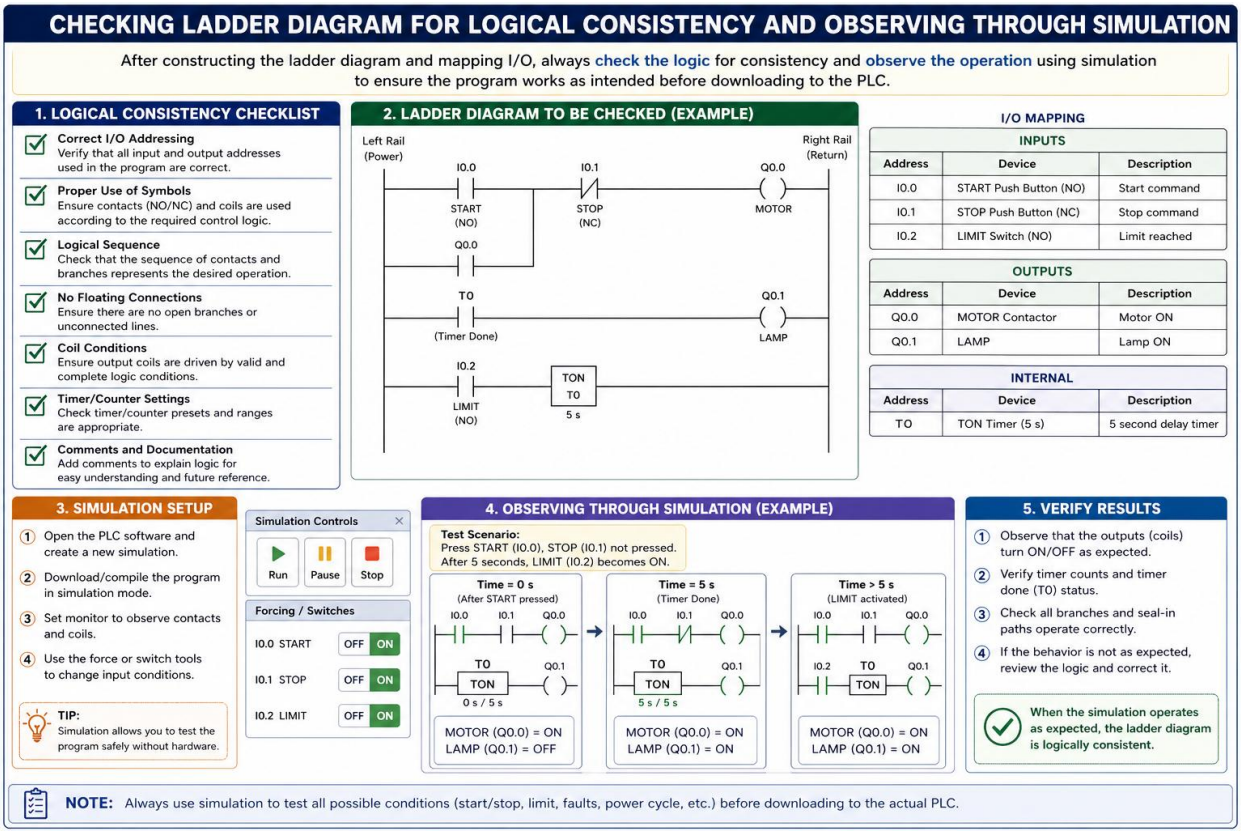
PLC প্রোগ্রামিংয়ে ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করার পর সেটি যৌক্তিকভাবে সঠিক (Logical Consistency) কিনা তা যাচাই করা অত্যন্ত জরুরি। এরপর সফটওয়্যারের মাধ্যমে সিমুলেশন চালিয়ে বাস্তব কাজের মতো পর্যবেক্ষণ করা হয়।

লজিক্যাল কনসিস্টেন্সি যাচাই:

- প্রতিটি ইনপুট ও আউটপুট সঠিকভাবে সংযুক্ত হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করা হয়।
- ল্যাডার লজিকের প্রতীকগুলো (NO, NC, Coil, Timer, Counter) সঠিকভাবে সাজানো হয়েছে কিনা দেখা হয়।
- প্রোগ্রামে কোনো অপ্রয়োজনীয় বা বিরোধপূর্ণ লজিক আছে কিনা তা শনাক্ত করা হয়।
- উদাহরণ: একটি মোটর চালু করার লজিক যদি একই সাথে বন্ধ করার লজিকের সাথে সংঘর্ষ করে, তবে সেটি লজিক্যালি অসঙ্গত হবে।

সিমুলেশন পর্যবেক্ষণ:

- **PLC সফটওয়্যার (যেমন Siemens TIA Portal বা Mitsubishi GX Works) ব্যবহার করে** প্রোগ্রামটি সিমুলেট করা হয়।
- সিমুলেশনে দেখা যায় ইনপুট ডিভাইস সক্রিয় হলে আউটপুট ডিভাইস সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা।
- টাইমার ও কাউন্টার সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা পর্যবেক্ষণ করা হয়।
- সিমুলেশনের মাধ্যমে বাস্তব হার্ডওয়্যার ছাড়াই প্রোগ্রামের কার্যকারিতা যাচাই করা যায়।



গুরুত্ব:

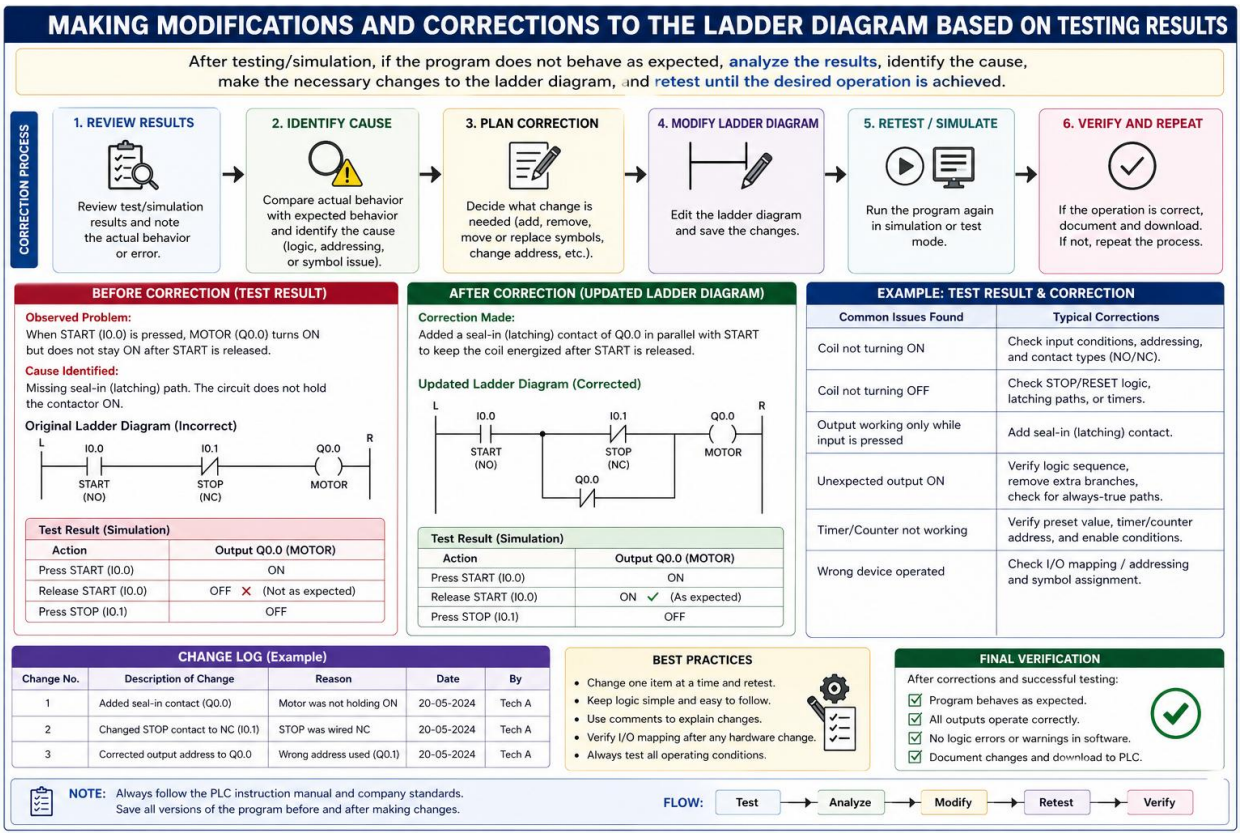
- লজিক্যাল কনসিস্টেন্সি যাচাই না করলে প্রোগ্রাম বাস্তবে কাজ করবে না বা ভুলভাবে কাজ করবে।
- সিমুলেশন ব্যবহারের মাধ্যমে ত্রুটি আগে থেকেই শনাক্ত ও সংশোধন করা যায়।
- এটি নিরাপত্তা নিশ্চিত করে এবং সময় ও খরচ বাঁচায়।

(ঙ) পরীক্ষার ফলাফলের ভিত্তিতে ল্যাডার ডায়াগ্রামে প্রয়োজনীয় সংশোধন ও পরিবর্তনঃ

ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি ও সিমুলেশন শেষে বাস্তব বা ভার্চুয়াল পরীক্ষার মাধ্যমে দেখা যায় প্রোগ্রামটি প্রত্যাশিতভাবে কাজ করছে কিনা। যদি কোনো ত্রুটি বা অসঙ্গতি পাওয়া যায়, তবে সেই অনুযায়ী ডায়াগ্রামে পরিবর্তন ও সংশোধন করা হয়।

সংশোধনের ধাপসমূহ:

- ত্রুটি শনাক্তকরণ: পরীক্ষার সময় দেখা যায় কোনো ইনপুট সঠিকভাবে কাজ করছে না, আউটপুট প্রত্যাশিতভাবে সক্রিয় হচ্ছে না, অথবা টাইমার/কাউন্টার ভুলভাবে কাজ করছে।
- লজিক পরিবর্তন: ভুল লজিক্যাল প্রতীক (যেমন NO/NC কন্টাক্টের ভুল ব্যবহার) সংশোধন করা হয়।
- অ্যাড্রেস সংশোধন: ইনপুট/আউটপুট ডিভাইসের অ্যাড্রেস ভুল হলে তা ঠিক করা হয়।
- টাইমিং সমন্বয়: টাইমার বা কাউন্টারের সময়সীমা বাস্তব প্রয়োজন অনুযায়ী পরিবর্তন করা হয়।
- অতিরিক্ত প্রতীক যোগ/অপসারণ: প্রয়োজন হলে নতুন প্রতীক যোগ করা হয় বা অপ্রয়োজনীয় প্রতীক বাদ দেওয়া হয়।



পরিবর্তনের গুরুত্ব:

- পরীক্ষার ফলাফলের ভিত্তিতে সংশোধন করলে প্রোগ্রাম বাস্তব পরিবেশে নির্ভরযোগ্যভাবে কাজ করে।
- এটি নিরাপত্তা নিশ্চিত করে, কারণ ভুল লজিক থাকলে যন্ত্রপাতি ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
- সংশোধন প্রক্রিয়া প্রোগ্রামকে আরও কার্যকর ও দক্ষ করে তোলে।

উদাহরণ:

- যদি একটি বাটন চাপলে মোটর চালু হওয়ার কথা থাকে কিন্তু ল্যাম্প চালু হয়, তবে আউটপুট অ্যাড্রেস পরিবর্তন করতে হবে।
- যদি মোটর ১০ সেকেন্ড পরে বন্ধ হওয়ার কথা থাকে কিন্তু ৫ সেকেন্ডেই বন্ধ হয়ে যায়, তবে টাইমারের মান সংশোধন করতে হবে।

সেলফ চেক (Self-check)-৫.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ল্যাডার লজিকের প্রতীকগুলির মধ্যে কোন কোন উপাদান ব্যবহার করা হয়?
২. ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরির জন্য কিভাবে প্রতীকগুলি সাজানো হয়?
৩. ল্যাডার ডায়াগ্রামে ইনপুট এবং আউটপুট ডিভাইসগুলি কিভাবে মানচিত্রিত করা হয়?
৪. ল্যাডার ডায়াগ্রাম পরীক্ষা কিভাবে করা হয়?
৫. ল্যাডার ডায়াগ্রামে ত্রুটি সনাক্ত হলে কিভাবে তা সংশোধন করা হয়?
৬. ল্যাডার লজিকের কোন ধরনের ডিভাইস গুলি প্রধানত ব্যবহৃত হয়?
৭. ল্যাডার লজিকের প্রতীকসমূহ কীভাবে সঠিকভাবে চিহ্নিত করা হয়?
৮. ল্যাডার লজিক সিস্টেমের লজিক্যাল ত্রুটিগুলি কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?
৯. ল্যাডার ডায়াগ্রামে ব্যবহৃত ইনপুট এবং আউটপুট ডিভাইসের কাজ কী?
১০. পরীক্ষার ফলাফলের ভিত্তিতে ল্যাডার ডায়াগ্রামে কীভাবে সংশোধনী এবং পরিবর্তন করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) - ৫.২

১. ল্যাডার লজিকের প্রতীকগুলির মধ্যে সিঁড়ি প্রতীক, পুশ বাটন, কন্ট্যাক্ট, রিলে, টার্মিনাল এবং সংযোগ ব্যবহার করা হয়।
২. প্রতীকগুলি সঠিকভাবে সাজাতে হয় যাতে তারা সিস্টেমের নিয়ন্ত্রণ সিকোয়েন্স সঠিকভাবে উপস্থাপন করতে পারে। সাধারণত, ইনপুট ডিভাইসগুলো ডান থেকে বাম দিকে এবং আউটপুট ডিভাইসগুলো ডান দিকে থাকে।
৩. ইনপুট ডিভাইসগুলিকে প্রথমে সিস্টেমে চিহ্নিত করা হয় এবং আউটপুট ডিভাইসগুলির জন্য সঠিক অবস্থান নির্ধারণ করা হয়। তারপর, তারা সঠিকভাবে লজিক্যালভাবে মানচিত্রিত হয়।
৪. ল্যাডার ডায়াগ্রাম পরীক্ষার জন্য সিমুলেশন চালানো হয়, যাতে সিস্টেমের সমস্ত ইনপুট এবং আউটপুট সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা নিশ্চিত করা যায়।
৫. ত্রুটি সনাক্ত হলে সেগুলিকে সংশোধন করতে হয়, যেমন সিঁড়ির প্রতীক পরিবর্তন, নতুন কন্ট্রোল সিগন্যাল যোগ করা অথবা রিলেগুলির পুনর্বিন্যাস করা।
৬. ল্যাডার লজিকের মধ্যে প্রধানত সেন্সর, পুশ বাটন, রিলে, ল্যাম্প, সুইচ, এবং সিগন্যাল কন্ট্রোল ডিভাইস ব্যবহৃত হয়।
৭. ল্যাডার লজিকের প্রতীকসমূহকে সঠিকভাবে চিহ্নিত করতে সংশ্লিষ্ট ইনস্ট্রাকশন ম্যানুয়াল বা ডকুমেন্টেশন থেকে প্রতীক এবং তাদের মানে অনুযায়ী চিহ্নিত করতে হয়।
৮. লজিক্যাল ত্রুটিগুলি পরীক্ষা করতে প্রতিটি সিঁড়ির প্রতীক এবং তাদের লজিক্যাল সম্পর্ক পর্যবেক্ষণ করতে হয়, এবং সিমুলেশন চালিয়ে ত্রুটিগুলি চিহ্নিত করা হয়।
৯. ইনপুট ডিভাইসগুলি সিস্টেমে সিগন্যাল বা তথ্য প্রেরণ করে এবং আউটপুট ডিভাইসগুলি সেই সিগন্যাল অনুযায়ী কাজ করে, যেমন রিলে চালানো বা ল্যাম্প জ্বালানো।
১০. পরীক্ষার ফলাফল অনুযায়ী, সিম্বল পরিবর্তন, নতুন কন্ট্রোল সিগন্যাল যোগ করা, অথবা আউটপুট ডিভাইসের অবস্থান পুনর্বিন্যাস করা হয় যাতে সিস্টেমটি সঠিকভাবে কাজ করতে পারে।

জব শিট (Job Sheet)- ৫.২

জবের নাম: কাঙ্ক্ষিত নিয়ন্ত্রণ ক্রম (control sequence) প্রদর্শনের জন্য প্রতীকগুলো যৌক্তিকভাবে সাজিয়ে ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করা।

কাজের ধাপসমূহ (Steps of Work):

১. প্রথমে কাজের স্থান প্রস্তুত করা-কাজ করার স্থান পরিষ্কার এবং সুরক্ষিত রাখা। সমস্ত সাপোর্টিং ডিভাইস এবং উপাদান নিশ্চিত করা।
২. প্রয়োজনীয় ডকুমেন্টেশন প্রস্তুত করা-ইনস্ট্রাকশন ম্যানুয়াল বা প্রকল্পের পরিকল্পনা অনুযায়ী ল্যাডার ডায়াগ্রামের জন্য প্রতীক এবং উপাদান নির্বাচন করা।
৩. প্রতীক নির্বাচন করা-ল্যাডার লজিকের জন্য প্রয়োজনীয় প্রতীকগুলো চিহ্নিত করা (যেমন পুশ বাটন, কন্ট্র্যাক্ট, রিলে, সুইচ, টার্মিনাল ইত্যাদি)।
৪. ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করা-প্রতীকগুলো সঠিকভাবে সাজানো এবং নিয়ন্ত্রণ সিকোয়েন্সের জন্য সঠিক লজিক্যাল সংযোগ তৈরি করা।
৫. ইনপুট এবং আউটপুট ডিভাইস মানচিত্রিত করা-ডায়াগ্রামে ইনপুট এবং আউটপুট ডিভাইসগুলিকে সঠিকভাবে মানচিত্রিত করা।
৬. লজিক্যাল পরীক্ষণ-ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি হয়ে গেলে, এটি সিমুলেশন এবং বাস্তব পরীক্ষণের মাধ্যমে পরীক্ষা করা যাতে নিশ্চিত করা যায় সঠিকভাবে কাজ করছে।
৭. সংশোধন ও পরিবর্তন করুন-পরীক্ষার ফলাফলের ভিত্তিতে যেকোন ত্রুটি চিহ্নিত হলে সংশোধন বা পরিবর্তন করা।

সতর্কতা (Cautions):

- কাজের সময় শরীরিক অবস্থা ভালো রাখা এবং সঠিক অবস্থানে কাজ করা।
- কোনো লজিক্যাল ত্রুটি চিহ্নিত হলে তা দ্রুত সমাধান করা, যাতে সিস্টেমটি সঠিকভাবে কাজ করে।
- ইনপুট এবং আউটপুট ডিভাইসের সংযোগ সঠিকভাবে না হলে সিস্টেমে সমস্যা সৃষ্টি হতে পারে।
- টুলস ও সরঞ্জাম ব্যবহার করার সময় সঠিকভাবে তাদের ব্যবহার করা এবং নিরাপদে কাজ করা।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) - ৫.২

জবের নামঃ কাঙ্ক্ষিত নিয়ন্ত্রণ ক্রম (control sequence) প্রদর্শনের জন্য প্রতীকগুলো যৌক্তিকভাবে সাজিয়ে ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরি করা।

প্রয়োজনীয় PPE:

- হেলমেট: মাথা সুরক্ষিত রাখার জন্য।
- গ্লাভস: হাত সুরক্ষিত রাখার জন্য।
- সুরক্ষা চশমা: চোখ সুরক্ষিত রাখার জন্য (যদি কাজের সময় ঝুঁকি থাকে)।
- নিরাপদ পোশাক: সুরক্ষা পোশাক পরিধান করুন যাতে শরীর সুরক্ষিত থাকে।

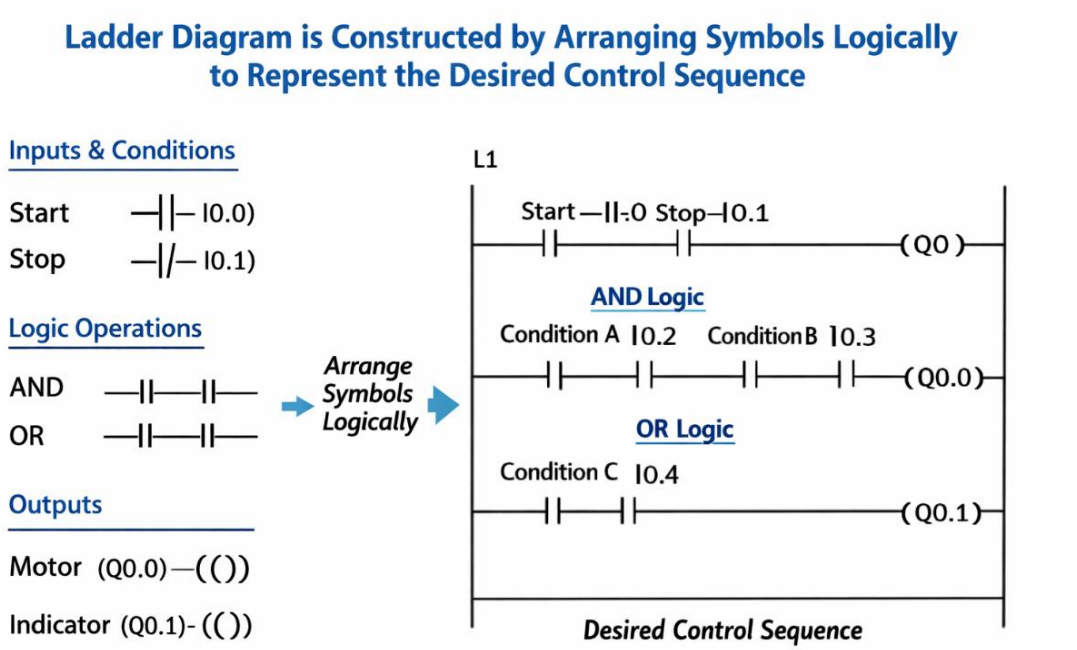
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- ল্যাডার ডায়াগ্রাম তৈরির সফটওয়্যার: যেমন AutoCAD, PLC প্রোগ্রামিং টুলস।
- ওয়্যারিং টেস্টার: সঠিক সংযোগ পরীক্ষা করার জন্য।
- ডিজিটাল মাল্টিমিটার: সিস্টেমের বৈদ্যুতিক পারফরমেন্স পরীক্ষা করার জন্য।
- পেন্সিল এবং স্কেল: সঠিকভাবে ডায়াগ্রাম আঁকার জন্য।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ল্যাডার লজিক প্রতীক এবং উপাদান: যেমন পুশ বাটন, কন্ট্র্যাক্ট, রিলে, সুইচ, টার্মিনাল ইত্যাদি।
- ল্যাডার ডায়াগ্রাম ডিজাইন পেপার বা সফটওয়্যার: ডিজিটাল বা কাগজে ডায়াগ্রাম তৈরি করতে।
- ইনপুট এবং আউটপুট ডিভাইস: যেমন সেন্সর, সুইচ, রিলে, ল্যাম্প ইত্যাদি।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৫.৩

শিখন ফল-৩: অপারেশনের জন্য PLC প্রস্তুত করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- প্রোগ্রামিং ডিভাইস সংগ্রহ করা
- নির্দিষ্ট অ্যাপ্লিকেশনের জন্য প্রয়োজনীয় PLC প্রোগ্রাম তৈরিকরণ
- প্রয়োজনে মেমোরি কার্ড থেকে PLC প্রোগ্রাম ইমপোর্ট করা
- PLC প্রোগ্রাম ডায়াগনোসিসসহ কম্পাইল করা
- প্রোগ্রাম PLC-তে স্থানান্তর করা এবং PLC-কে Run Mode-এ সেট করা
- প্রথম টেস্ট রান শেষে প্রোগ্রামের কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে সফটওয়্যার অপ্টিমাইজ করা
- পুরো সিস্টেমে যেন কোনো ত্রুটি না থাকে তা নিশ্চিত করতে চূড়ান্ত সার্কিট টেস্টিং ও অপ্টিমাইজেশন করা

(ক) প্রোগ্রামিং ডিভাইস সংগ্রহ করাঃ

PLC পরিচালনার জন্য প্রোগ্রামিং শুরু করার আগে প্রয়োজনীয় প্রোগ্রামিং ডিভাইসগুলো সংগ্রহ ও প্রস্তুত করতে হয়। এই ধাপটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কারণ সঠিক ডিভাইস ছাড়া PLC প্রোগ্রামিং কার্যকরভাবে সম্পন্ন করা সম্ভব নয়।

প্রোগ্রামিং ডিভাইসের তালিকা:

- কম্পিউটার বা ল্যাপটপ: PLC প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার (যেমন Siemens TIA Portal, Mitsubishi GX Works) চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।
- PLC কিট/ইউনিট: মূল কন্ট্রোলার যেখানে প্রোগ্রাম লোড করা হবে।
- প্রোগ্রামিং কেবল: কম্পিউটার ও PLC-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন করতে ব্যবহৃত হয় (USB, Serial বা Ethernet কেবল)।
- সফটওয়্যার: PLC ব্র্যান্ড অনুযায়ী নির্দিষ্ট সফটওয়্যার ব্যবহার করতে হয়।
- মাল্টিমিটার: বৈদ্যুতিক সংযোগ ও ভোল্টেজ যাচাই করার জন্য।

সংগ্রহের উদ্দেশ্য:

- প্রোগ্রামিং ডিভাইস সংগ্রহ করলে হার্ডওয়্যার ও সফটওয়্যার প্রস্তুত থাকে।
- এটি নিশ্চিত করে যে প্রোগ্রাম লোডিং ও টেস্টিং সঠিকভাবে সম্পন্ন হবে।
- ভুল বা অনুপস্থিত ডিভাইস থাকলে প্রোগ্রামিং প্রক্রিয়া ব্যাহত হতে পারে।

উদাহরণ:

- Siemens PLC প্রোগ্রামিংয়ের জন্য একটি ল্যাপটপ, TIA Portal সফটওয়্যার, USB কেবল এবং PLC ইউনিট সংগ্রহ করতে হবে।
- Mitsubishi PLC-এর জন্য GX Works সফটওয়্যার, Ethernet কেবল এবং সংশ্লিষ্ট PLC কিট ব্যবহার করতে হবে।

এই ধাপটি মূলত প্রস্তুতিমূলক কাজ, যা নিশ্চিত করে যে PLC প্রোগ্রামিং শুরু করার আগে সব প্রয়োজনীয় ডিভাইস হাতে রয়েছে।

(খ) নির্দিষ্ট অ্যাপ্লিকেশনের জন্য PLC প্রোগ্রাম তৈরি করাঃ

PLC পরিচালনার জন্য সবসময় একটি নির্দিষ্ট অ্যাপ্লিকেশন বা কাজের উদ্দেশ্য থাকে। সেই উদ্দেশ্য অনুযায়ী প্রোগ্রাম তৈরি করা হয় যাতে ইনপুট ডিভাইসের সিগন্যাল সঠিকভাবে প্রক্রিয়াজাত হয়ে আউটপুট ডিভাইসকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

প্রোগ্রাম তৈরির ধাপসমূহ:

১. **অ্যাপ্লিকেশন বিশ্লেষণ:**
   - কোন কাজটি সম্পন্ন করতে হবে তা নির্ধারণ করা হয় (যেমন মোটর চালু/বন্ধ, ল্যাম্প জ্বালানো, কাউন্টিং, টাইমিং ইত্যাদি)।
   - কাজের জন্য প্রয়োজনীয় ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইস চিহ্নিত করা হয়।

২. **লজিক ডিজাইন:**
   - কাজের ধাপ অনুযায়ী ল্যাডার লজিক তৈরি করা হয়।
   - প্রতীক (NO, NC, Coil, Timer, Counter) ব্যবহার করে নিয়ন্ত্রণ ক্রম সাজানো হয়।

৩. **প্রোগ্রাম লেখা:**
   - PLC সফটওয়্যার (যেমন Siemens TIA Portal বা Mitsubishi GX Works) ব্যবহার করে ল্যাডার ডায়াগ্রাম আকারে প্রোগ্রাম লেখা হয়।
   - প্রতিটি ইনপুট/আউটপুটের জন্য সঠিক অ্যাড্রেস নির্ধারণ করা হয়।

৪. **সিমুলেশন ও টেস্টিং:**
   - প্রোগ্রামটি সফটওয়্যারে সিমুলেট করে দেখা হয় এটি প্রত্যাশিতভাবে কাজ করছে কিনা।
   - প্রয়োজন হলে সংশোধন করা হয়।

গুরুত্ব:

- নির্দিষ্ট অ্যাপ্লিকেশনের জন্য প্রোগ্রাম তৈরি করলে PLC বাস্তব পরিবেশে সঠিকভাবে কাজ করে।
- এটি অটোমেশন প্রক্রিয়াকে কার্যকর ও নির্ভরযোগ্য করে তোলে।
- প্রোগ্রামটি অ্যাপ্লিকেশনের চাহিদা অনুযায়ী কাস্টমাইজ করা যায়।

উদাহরণ:

- একটি কনভেয়র বেল্ট চালু/বন্ধ করার জন্য প্রোগ্রাম তৈরি করা হলে ইনপুট হিসেবে সেন্সর ও সুইচ ব্যবহার করা হবে, আর আউটপুট হিসেবে মোটর।
- একটি উৎপাদন লাইনে কাউন্টার ব্যবহার করে নির্দিষ্ট সংখ্যক পণ্য গণনা করার জন্য প্রোগ্রাম তৈরি করা হবে।

এই ধাপটি মূলত অ্যাপ্লিকেশনভিত্তিক প্রোগ্রামিং, যা PLC-কে বাস্তব কাজের জন্য প্রস্তুত করে।

(গ) প্রয়োজনে মেমোরি কার্ড থেকে PLC প্রোগ্রাম ইমপোর্ট করা

PLC পরিচালনার সময় অনেক ক্ষেত্রে প্রোগ্রাম আগে থেকেই মেমরি কার্ডে সংরক্ষিত থাকে। নতুন করে প্রোগ্রাম তৈরি না করে সেই প্রোগ্রাম সরাসরি PLC-তে ইমপোর্ট করা যায়। এটি সময় বাঁচায় এবং একই ধরনের কাজের জন্য পুনরায় প্রোগ্রামিংয়ের প্রয়োজন হয় না।

ইমপোর্ট করার ধাপসমূহ:

১. **মেমরি কার্ড প্রস্তুত করা:**
   - প্রোগ্রাম আগে থেকেই মেমরি কার্ডে সংরক্ষিত থাকতে হবে।
   - কার্ডটি PLC ব্র্যান্ড অনুযায়ী উপযুক্ত হতে হবে (যেমন Siemens, Mitsubishi)।

২. **কার্ড সংযুক্ত করা:**
   - মেমরি কার্ডটি PLC ইউনিটে নির্দিষ্ট স্লটে প্রবেশ করানো হয়।

৩. **সফটওয়্যার ব্যবহার:**
   - PLC সফটওয়্যার (TIA Portal, GX Works ইত্যাদি) ব্যবহার করে মেমরি কার্ড থেকে প্রোগ্রাম ইমপোর্ট করা হয়।
   - সফটওয়্যারের মাধ্যমে প্রোগ্রামটি PLC CPU-তে লোড করা হয়।
৪. **যাচাই ও টেস্টিং:**
   - ইমপোর্ট করা প্রোগ্রাম সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা সিমুলেশন বা বাস্তব টেস্টের মাধ্যমে যাচাই করা হয়।

গুরুত্ব:
- মেমরি কার্ড থেকে প্রোগ্রাম ইমপোর্ট করলে সময় ও শ্রম বাঁচে।
- একই প্রোগ্রাম একাধিক PLC-তে ব্যবহার করা যায়।
- এটি ব্যাকআপ ও পুনরুদ্ধার প্রক্রিয়ার জন্যও অত্যন্ত কার্যকর।

উদাহরণ:
- একটি উৎপাদন লাইনে একই ধরনের ৫টি PLC ব্যবহার করা হলে, একবার প্রোগ্রাম তৈরি করে সেটি মেমরি কার্ডে সংরক্ষণ করা যায়। এরপর প্রতিটি PLC-তে সেই কার্ড ব্যবহার করে প্রোগ্রাম ইমপোর্ট করা যায়।

এই ধাপটি মূলত প্রোগ্রাম ব্যাকআপ ও পুনঃব্যবহার নিশ্চিত করে।

(ঘ) PLC প্রোগ্রাম ডায়াগনোসিসসহ কম্পাইল করা:

PLC প্রোগ্রাম তৈরি বা ইমপোর্ট করার পর সেটিকে কম্পাইল (Compile) করতে হয়। কম্পাইল করার মাধ্যমে প্রোগ্রামটি সফটওয়্যারে যাচাই হয় এবং কোনো ত্রুটি থাকলে তা শনাক্ত করা যায়। এই প্রক্রিয়ায় ডায়াগনোসিস (Diagnosis) অন্তর্ভুক্ত থাকে, যা প্রোগ্রামের সঠিকতা ও কার্যকারিতা নিশ্চিত করে।

কম্পাইল করার ধাপসমূহ:

১. **প্রোগ্রাম লোড করা:**
   - PLC সফটওয়্যারে (যেমন Siemens TIA Portal, Mitsubishi GX Works) প্রোগ্রামটি খোলা হয়।
২. **কম্পাইল কমান্ড চালানো:**
   - সফটওয়্যারের Compile অপশন ব্যবহার করে প্রোগ্রামটি কম্পাইল করা হয়।
৩. **ডায়াগনোসিস রিপোর্ট:**
   - কম্পাইল শেষে সফটওয়্যার একটি রিপোর্ট প্রদান করে যেখানে ত্রুটি (Errors), সতর্কতা (Warnings), এবং তথ্য (Messages) প্রদর্শিত হয়।
   - উদাহরণ: ভুল অ্যাড্রেস, লজিক্যাল অসঙ্গতি, বা অনুপস্থিত ডিভাইস শনাক্ত করা যায়।
৪. **ত্রুটি সংশোধন:**
   - রিপোর্টে পাওয়া ত্রুটি অনুযায়ী প্রোগ্রামে পরিবর্তন করা হয়।
   - পুনরায় কম্পাইল করে নিশ্চিত করা হয় যে সব ত্রুটি দূর হয়েছে।

গুরুত্ব:
- কম্পাইল ও ডায়াগনোসিস ছাড়া প্রোগ্রাম সরাসরি PLC-তে লোড করলে ভুল কাজ করতে পারে বা যন্ত্রপাতি ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
- ডায়াগনোসিস প্রোগ্রামের নির্ভরযোগ্যতা ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করে।
- এটি প্রোগ্রামকে বাস্তব পরিবেশে চালানোর জন্য প্রস্তুত করে।

উদাহরণ:

- একটি মোটর চালু করার প্রোগ্রামে যদি আউটপুট অ্যাড্রেস ভুলভাবে Q0.1 এর পরিবর্তে Q0.0 লেখা হয়, কম্পাইলের সময় সফটওয়্যার সেই ত্রুটি শনাক্ত করবে।
- টাইমার ব্লকে ভুল মান দিলে ডায়াগনোসিস সতর্কতা দেখাবে, যা সংশোধন করতে হবে।

এই ধাপটি মূলত প্রোগ্রামের গুণগত মান যাচাই ও নিরাপদ অপারেশন নিশ্চিত করার প্রক্রিয়া।

(ঙ) প্রোগ্রাম PLC-তে ট্রান্সফার করা এবং PLC-কে Run Mode-এ সেট করা:

PLC প্রোগ্রাম তৈরি, কম্পাইল ও যাচাই করার পর সেটিকে PLC ইউনিটে ট্রান্সফার (Transfer) করতে হয়। এরপর PLC-কে Run Mode-এ সেট করা হয় যাতে এটি বাস্তব ইনপুট সিগন্যাল গ্রহণ করে আউটপুট ডিভাইস নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

প্রোগ্রাম ট্রান্সফারের ধাপসমূহ:

১. **সংযোগ স্থাপন:**
   - কম্পিউটার ও PLC-এর মধ্যে প্রোগ্রামিং কেবল (USB, Ethernet বা Serial) ব্যবহার করে সংযোগ স্থাপন করা হয়।
   - সফটওয়্যারের মাধ্যমে PLC CPU শনাক্ত করা হয়।

২. **প্রোগ্রাম লোড করা:**
   - কম্পিউটার থেকে প্রস্তুতকৃত প্রোগ্রাম PLC-তে ট্রান্সফার করা হয়।
   - সফটওয়্যারে "Download to PLC" বা "Transfer to PLC" অপশন ব্যবহার করা হয়।

৩. **যাচাই:**
   - ট্রান্সফার শেষে দেখা হয় প্রোগ্রাম সঠিকভাবে PLC-তে লোড হয়েছে কিনা।
   - প্রয়োজন হলে আবার কম্পাইল ও সংশোধন করা হয়।

Run Mode-এ সেট করা:

- PLC-তে সাধারণত তিনটি মোড থাকে: STOP Mode, RUN Mode, এবং Program Mode।
- প্রোগ্রাম ট্রান্সফারের পর PLC-কে RUN Mode-এ সেট করা হয়।
- RUN Mode-এ PLC বাস্তব ইনপুট সিগন্যাল গ্রহণ করে এবং আউটপুট ডিভাইসকে নিয়ন্ত্রণ করে।

গুরুত্ব:

- প্রোগ্রাম ট্রান্সফার ও RUN Mode-এ সেট না করলে PLC বাস্তবে কাজ করবে না।
- RUN Mode নিশ্চিত করে যে PLC অটোমেশন প্রক্রিয়ায় সক্রিয়ভাবে অংশ নিচ্ছে।
- এটি বাস্তব উৎপাদন বা নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় প্রোগ্রামের কার্যকারিতা যাচাই করার শেষ ধাপ।

উদাহরণ:

- একটি মোটর চালু/বন্ধ করার প্রোগ্রাম কম্পিউটার থেকে PLC-তে ট্রান্সফার করা হলো।
- PLC RUN Mode-এ সেট করার পর বাটন চাপলে মোটর চালু হয় এবং ছেড়ে দিলে বন্ধ হয়।

এই ধাপটি মূলত প্রোগ্রামকে বাস্তব অপারেশনে কার্যকর করার চূড়ান্ত ধাপ। আপনি চাইলে আমি এর জন্য একটি বাইলিংগুয়াল ফ্লোচার্ট (Bangla + English) তৈরি করে দিতে পারি, যাতে শিক্ষার্থীরা সহজে বুঝতে পারে কীভাবে প্রোগ্রাম ট্রান্সফার ও RUN Mode সেট করা হয়।

(চ) প্রথম টেস্ট রান শেষে সফটওয়্যার অপ্টিমাইজেশন করাঃ

PLC প্রোগ্রাম প্রথমবার চালানোর পর দেখা যায় প্রোগ্রামটি প্রত্যাশিতভাবে কাজ করছে কিনা। যদি কোনো ত্রুটি, বিলম্ব বা অপ্রয়োজনীয় লজিক থাকে, তবে সফটওয়্যারকে অপ্টিমাইজ (Optimization) করা হয়। এর মাধ্যমে প্রোগ্রামকে আরও কার্যকর, দ্রুত এবং নির্ভরযোগ্য করা হয়।

অপ্টিমাইজেশনের ধাপসমূহ:

১. **টেস্ট রান পর্যবেক্ষণ:**
   - প্রথমবার প্রোগ্রাম চালানোর সময় ইনপুট ও আউটপুটের প্রতিক্রিয়া দেখা হয়।
   - টাইমার, কাউন্টার, এবং অন্যান্য লজিক সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা যাচাই করা হয়।

২. **ত্রুটি শনাক্তকরণ:**
   - যদি কোনো আউটপুট দেরিতে সক্রিয় হয় বা ভুলভাবে কাজ করে, তবে সেটি চিহ্নিত করা হয়।
   - অপ্রয়োজনীয় বা পুনরাবৃত্ত লজিক থাকলে তা বাদ দেওয়া হয়।

৩. **সফটওয়্যার অপ্টিমাইজেশন:**
   - প্রোগ্রামের লজিক সহজ ও কার্যকর করা হয়।
   - টাইমিং, অ্যাড্রেসিং এবং সিগন্যাল প্রসেসিং উন্নত করা হয়।
   - প্রোগ্রামের আকার ছোট করা হয় যাতে CPU দ্রুত কাজ করতে পারে।

৪. **পুনঃপরীক্ষা:**
   - অপ্টিমাইজেশনের পর আবার টেস্ট রান করা হয়।
   - নিশ্চিত করা হয় যে প্রোগ্রাম এখন প্রত্যাশিতভাবে কাজ করছে।

গুরুত্ব:

- অপ্টিমাইজেশন করলে প্রোগ্রাম দ্রুত ও নির্ভরযোগ্যভাবে কাজ করে।
- এটি শক্তি সাশ্রয় ও উৎপাদন দক্ষতা বৃদ্ধি করে।
- দীর্ঘমেয়াদে PLC-এর কর্মক্ষমতা উন্নত হয় এবং ত্রুটি কমে যায়।

উদাহরণ:

- একটি মোটর চালু হওয়ার প্রোগ্রামে যদি ২ সেকেন্ড বিলম্ব হয়, তবে টাইমার সেটিং পরিবর্তন করে অপ্টিমাইজ করা হয়।
- একটি কাউন্টার যদি অপ্রয়োজনীয়ভাবে বারবার গণনা করে, তবে লজিক পরিবর্তন করে সঠিকভাবে কাজ করানো হয়।

এই ধাপটি মূলত প্রোগ্রামের কার্যকারিতা ও দক্ষতা নিশ্চিত করার জন্য চূড়ান্ত পরিমার্জন প্রক্রিয়া।

(ছ) চূড়ান্ত সার্কিট টেস্টিং ও অপ্টিমাইজেশন করা:

PLC প্রোগ্রাম ট্রান্সফার ও Run Mode-এ সেট করার পর সর্বশেষ ধাপ হলো চূড়ান্ত সার্কিট টেস্টিং। এই ধাপে পুরো সিস্টেমকে বাস্তব অবস্থায় চালিয়ে দেখা হয় এবং প্রয়োজন হলে অপ্টিমাইজেশন করা হয়। এর মাধ্যমে নিশ্চিত করা হয় যে কোনো ত্রুটি নেই এবং সিস্টেম নির্ভরযোগ্যভাবে কাজ করছে।

চূড়ান্ত টেস্টিং ধাপসমূহ:

১. **ইনপুট ডিভাইস পরীক্ষা:**
   - সেন্সর, সুইচ, পুশ বাটন ইত্যাদি সঠিকভাবে সিগন্যাল পাঠাচ্ছে কিনা যাচাই করা হয়।

২. **আউটপুট ডিভাইস পরীক্ষা:**
   - মোটর, ল্যাম্প, বেল, সোলেনয়েড ইত্যাদি প্রত্যাশিতভাবে কাজ করছে কিনা দেখা হয়।

৩. **সার্কিট সংযোগ যাচাই:**

- সমস্ত তার, রিলে, কন্টাক্টর এবং পাওয়ার সাপ্লাই সঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।

৪. **প্রোগ্রাম লজিক যাচাই:**

- ল্যাডার ডায়াগ্রামের প্রতিটি লজিক বাস্তবে সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা দেখা হয়।
- টাইমার ও কাউন্টার সঠিকভাবে প্রতিক্রিয়া দিচ্ছে কিনা পর্যবেক্ষণ করা হয়।

অপ্টিমাইজেশন:

- যদি কোনো আউটপুট দেরিতে কাজ করে বা অতিরিক্ত সময় নেয়, তবে টাইমিং পরিবর্তন করা হয়।
- অপ্রয়োজনীয় লজিক বাদ দিয়ে প্রোগ্রামকে সহজ ও কার্যকর করা হয়।
- সিস্টেমের প্রতিক্রিয়া দ্রুত ও নির্ভরযোগ্য করার জন্য সফটওয়্যার ও হার্ডওয়্যার উভয়ই সমন্বয় করা হয়।

গুরুত্ব:

- চূড়ান্ত টেস্টিং নিশ্চিত করে যে পুরো সিস্টেমে কোনো ত্রুটি নেই।
- অপ্টিমাইজেশন করলে সিস্টেম দ্রুত, নিরাপদ ও কার্যকরভাবে কাজ করে।
- এটি বাস্তব উৎপাদন বা অটোমেশন প্রক্রিয়ায় নির্ভরযোগ্যতা ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করে।

উদাহরণ:

- একটি উৎপাদন লাইনে সেন্সর সঠিকভাবে পণ্য শনাক্ত করছে কিনা এবং মোটর নির্দিষ্ট সময়ে চালু/বন্ধ হচ্ছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- যদি মোটর চালু হতে ২ সেকেন্ড বিলম্ব হয়, তবে টাইমার সেটিং পরিবর্তন করে অপ্টিমাইজ করা হয়।

এই ধাপটি মূলত চূড়ান্ত যাচাই ও পরিমার্জন প্রক্রিয়া, যা নিশ্চিত করে যে PLC প্রোগ্রাম ও সার্কিট বাস্তব পরিবেশে কোনো ত্রুটি ছাড়াই কাজ করবে।

সেলফ চেক (Self-check)-৫.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ল্যাডার ডায়াগ্রামে প্রতীকগুলো কীভাবে সাজানো হয় এবং কেন?
২. ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইস ম্যাপিং কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৩. সিমুলেশনের মাধ্যমে ল্যাডার ডায়াগ্রাম যাচাই করার সুবিধা কী?
৪. পরীক্ষার ফলাফলের ভিত্তিতে প্রোগ্রাম সংশোধন করার উদ্দেশ্য কী?
৫. PLC প্রোগ্রাম কম্পাইল করার সময় ডায়াগনোসিস রিপোর্টে কী ধরনের তথ্য পাওয়া যায়?
৬. PLC-তে প্রোগ্রাম ট্রান্সফার করার পর Run Mode-এ সেট করার কারণ কী?
৭. সফটওয়্যার অপ্টিমাইজেশন কেন করা হয় এবং এটি কীভাবে সিস্টেমকে উন্নত করে?
৮. চূড়ান্ত সার্কিট টেস্টিংয়ের সময় কোন কোন বিষয় যাচাই করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key)- ৫.৩

১. প্রতীকগুলো যৌক্তিকভাবে সাজানো হয় যাতে কাঙ্ক্ষিত নিয়ন্ত্রণ ক্রম (Control Sequence) প্রকাশ পায়।
২. ইনপুট/আউটপুট ম্যাপিং করলে ফিজিক্যাল ডিভাইস সঠিকভাবে লজিক্যাল প্রতীকের সাথে যুক্ত হয়, ফলে প্রোগ্রাম সঠিকভাবে কাজ করে।
৩. সিমুলেশনের মাধ্যমে বাস্তব হার্ডওয়্যার ছাড়াই প্রোগ্রামের কার্যকারিতা যাচাই করা যায় এবং ত্রুটি আগে থেকেই শনাক্ত করা যায়।
৪. পরীক্ষার ফলাফলের ভিত্তিতে সংশোধন করলে প্রোগ্রাম আরও নির্ভরযোগ্য ও নিরাপদ হয়।
৫. ডায়াগনোসিস রিপোর্টে ত্রুটি (Errors), সতর্কতা (Warnings), এবং তথ্য (Messages) পাওয়া যায় যা প্রোগ্রামের সঠিকতা যাচাই করতে সাহায্য করে।
৬. Run Mode-এ সেট করলে PLC বাস্তব ইনপুট সিগন্যাল গ্রহণ করে আউটপুট ডিভাইস নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।
৭. সফটওয়্যার অপ্টিমাইজেশন করলে প্রোগ্রাম দ্রুত, কার্যকর ও নির্ভরযোগ্য হয় এবং CPU-এর কর্মক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।
৮. চূড়ান্ত সার্কিট টেস্টিংয়ে ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস, সার্কিট সংযোগ, প্রোগ্রাম লজিক ও টাইমিং যাচাই করা হয় যাতে পুরো সিস্টেমে কোনো ত্রুটি না থাকে।

জব শিট (Job Sheet)- ৫.৩

জবের নামঃ প্রোগ্রাম PLC-তে স্থানান্তর করা এবং PLC-কে Run Mode-এ সেট করা।

কাজের ধাপসমূহ (Steps of Work):

১. কম্পিউটার ও PLC-এর মধ্যে প্রোগ্রামিং কেবল (USB/Ethernet/Serial) সংযুক্ত করা।
২. PLC সফটওয়্যার (TIA Portal / GX Works) চালু করা।
৩. প্রস্তুতকৃত প্রোগ্রাম সফটওয়্যারে খোলা।
৪. "Download to PLC" বা "Transfer to PLC" অপশন ব্যবহার করে প্রোগ্রাম PLC CPU-তে লোড করা।
৫. ট্রান্সফার শেষে প্রোগ্রাম যাচাই করা।
৬. PLC মোড পরিবর্তন করে **RUN Mode**-এ সেট করা।
৭. ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইস পরীক্ষা করা।

সতর্কতা (Cautions)

- ভুল প্রোগ্রাম ট্রান্সফার না করা।
- RUN Mode-এ সেট করার আগে সব সংযোগ সঠিকভাবে যাচাই করা।
- বিদ্যুৎ সংযোগে সতর্ক থাকা।
- প্রোগ্রাম ট্রান্সফারের সময় কেবল বিচ্ছিন্ন না করা।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet)-৫.৩

জবের নামঃ প্রোগ্রাম PLC-তে স্থানান্তর করা এবং PLC-কে Run Mode-এ সেট করা।

প্রয়োজনীয় PPE:

- ইনসুলেটেড গ্লাভস
- ইনসুলেটেড বুট
- সেফটি গগলস
- ওভারঅল / এপ্রন

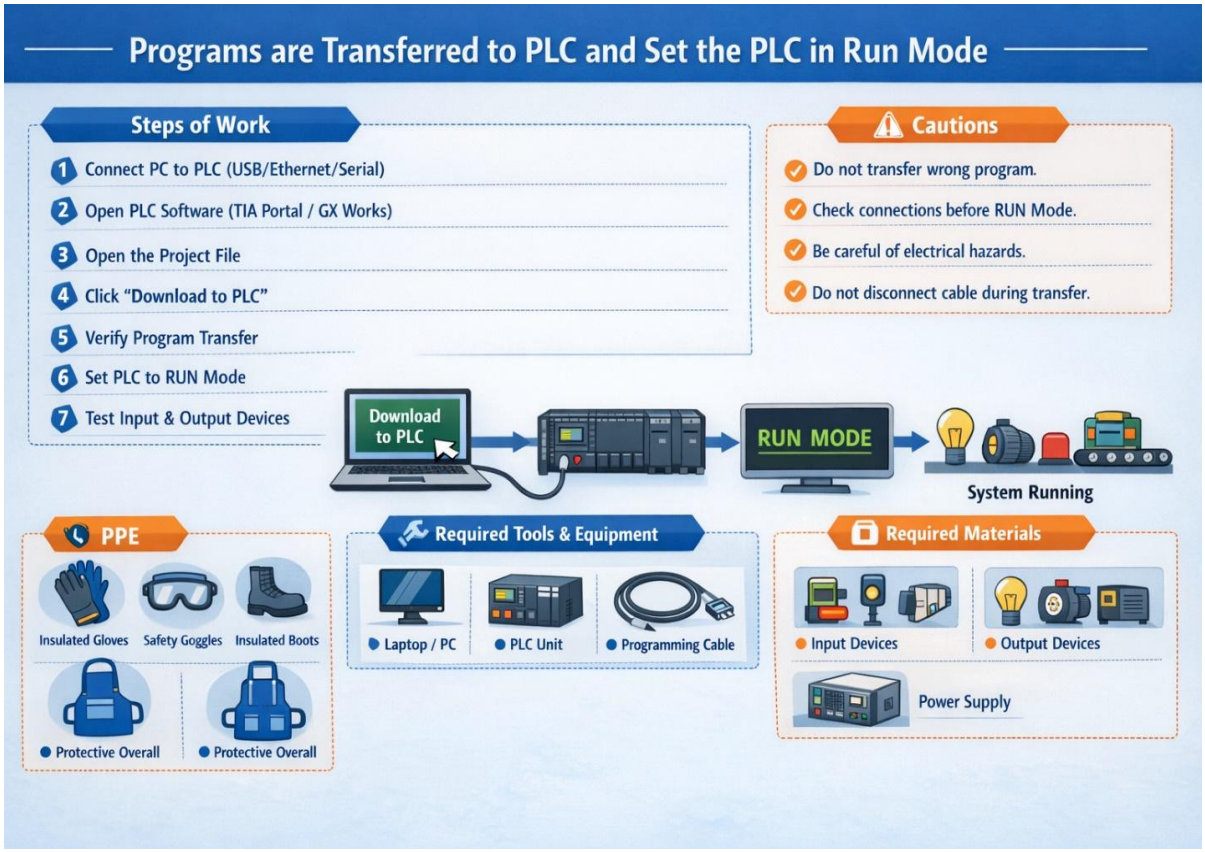
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- কম্পিউটার / ল্যাপটপ
- PLC ইউনিট
- প্রোগ্রামিং কেবল (USB/Ethernet/Serial)
- PLC সফটওয়্যার (TIA Portal / GX Works)
- মাল্টিমিটার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- PLC কিট
- ইনপুট ডিভাইস (সুইচ, সেন্সর)
- আউটপুট ডিভাইস (ল্যাম্প, মোটর, বেল)
- পাওয়ার সাপ্লাই

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



মডিউল-৬

মডিউলঃ HMI ব্যবহার করে প্রসেস ভিজ্যুয়ালাইজেশন সম্পাদন করা

SICIP-LE-PLC-06-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম

অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৬

মডিউল শিরোনামঃ HMI ব্যবহার করে প্রসেস ভিজ্যুয়ালাইজেশন সম্পাদন করা

ইউনিট কোডঃ SICIP-LE-PLC-06-O **নোমিনাল আওয়ারঃ** ৩০ ঘণ্টা।

মডিউলের বিবরণঃ

এই মডিউলে HMI ব্যবহার করে প্রসেস **ভিজ্যুয়ালাইজেশন সম্পাদন করা** জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে হিউম্যান মেশিন ইন্টারফেস (HMI) প্যানেল ইন্টিগ্রেশন কনফিগার করা, HMI-এ প্রসেস ডিজাইন সম্পাদন করা, PLC এবং HMI এর মধ্যে ইন্টারফেস পরিচালনা করা, এবং HMI-তে প্রসেস ভিজ্যুয়ালাইজ করার কাজগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ

৬. হিউম্যান মেশিন ইন্টারফেস (HMI) প্যানেল ইন্টিগ্রেশন কনফিগার করতে পারবে।
৭. HMI-এ প্রসেস ডিজাইন সম্পাদন করতে পারবে।
৮. PLC এবং HMI এর মধ্যে ইন্টারফেস পরিচালনা করতে পারবে।
৯. HMI-এ প্রসেস ভিজ্যুয়ালাইজ করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

১. হিউম্যান মেশিন ইন্টারফেস (HMI) এর ধারণা এবং কার্যাবলী সিস্টেমের চাহিদা অনুযায়ী ব্যাখ্যা করা হয়েছে এবং অনুধাবন করা হয়েছে।
২. বিভিন্ন HMI কমিউনিকেশন প্রোটোকল স্থাপন এবং কনফিগার করা হয়েছে।
৩. বিভিন্ন HMI স্ক্রীন তৈরি, নির্বাচন এবং সফট বাটন সহ প্রোগ্রাম করা হয়েছে ।
৪. মৌলিক অবজেক্ট এবং উপাদান তৈরি এবং কনফিগার করা হয়েছে ।
৫. গ্রাফিক অবজেক্ট সফটওয়্যার লাইব্রেরি থেকে আমদানি এবং ইন্টিগ্রেট করা হয়েছে ।
৬. অ্যানালগ ডেটা ট্যাগ কনফিগার করা হয়েছে যাতে রিয়েল-টাইম মনিটরিং সম্ভব হয়।
৭. প্রক্রিয়া চাহিদা এবং স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা ও ব্যাখ্যা করা হয়েছে ।
৮. প্রাসঙ্গিক প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ প্যারামিটারগুলি HMI ডিজাইনে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।
৯. প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ এবং পর্যবেক্ষণের জন্য উপযুক্ত ইন্টারঅ্যাকটিভ উপাদান ডিজাইন এবং কনফিগার করা হয়েছে।
১০. অ্যালার্ম এবং নোটিফিকেশন সিস্টেম HMI-তে ইন্টিগ্রেট করা হয়েছে।
১১. প্রক্রিয়া ডিজাইন HMI এর মধ্যে সিমুলেট এবং পরীক্ষা করা হয়েছে।
১২. PLC এবং HMI এর মধ্যে যোগাযোগ সঠিক কমিউনিকেশন প্রোটোকল ব্যবহার করে স্থাপন করা হয়েছে।
১৩. PLC এবং HMI এর মধ্যে ডেটা এক্সচেঞ্জ কনফিগার এবং নির্ভুলতা ও নির্ভরযোগ্যতার জন্য যাচাই করা হয়েছে।
১৪. সিস্টেমের চাহিদা অনুযায়ী যোগাযোগ সেটিংস সেট করা হয়েছে।
১৫. নেটওয়ার্ক সংযোগ ও ওয়্যারিং পরিদর্শন এবং সঠিক ইন্টারফেস অপারেশন নিশ্চিত করার জন্য নিশ্চিত করা হয়েছে।
১৬. PLC এবং HMI এর মধ্যে যোগাযোগ সমস্যা চিহ্নিত ও সমাধান করতে ট্রাবলশুটিং পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়েছে।

১৭. ইন্টারফেসের কার্যকারিতা মনিটর করা হয়েছে।

১৮. প্রক্রিয়া প্রবাহ এবং অপারেশনাল প্যারামিটারগুলি ভিজ্যুয়ালাইজেশন-এর উদ্দেশ্যে ব্যাখ্যা এবং বিশ্লেষণ করা হয়েছে।

১৯. প্রক্রিয়া ভেরিয়েবলগুলি সঠিকভাবে উপস্থাপন করতে উপযুক্ত গ্রাফিক্যাল উপাদান এবং ইনডিকেটর নির্বাচন এবং কনফিগার করা হয়েছে।

২০. প্রক্রিয়া ডেটা ইনটিগ্রেট এবং রিয়েল-টাইমে HMI স্ক্রীনে চার্ট, গেজ এবং ট্রেন্ড গ্রাফের মাধ্যমে প্রদর্শিত হয়েছে।

২১. ইন্টারঅ্যাকটিভ উপাদান এবং অ্যালার্ম প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ এবং পর্যবেক্ষণের জন্য অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।

২২. ভিজ্যুয়ালাইজেশন পরীক্ষা এবং বৈধতা যাচাই করা হয়েছে যাতে সঠিকতা এবং প্রতিক্রিয়া নিশ্চিত হয়।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৬.১

শিখন ফল-১: হিউম্যান মেশিন ইন্টারফেস (HMI) প্যানেল ইন্টিগ্রেশন কনফিগার করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- হিউম্যান মেশিন ইন্টারফেস (HMI)-এর ধারণা এবং কার্যাবলী সিস্টেমের চাহিদা অনুযায়ী ব্যাখ্যাকরণ ও অনুধাবন
- বিভিন্ন HMI কমিউনিকেশন প্রোটোকল স্থাপন এবং কনফিগার করা
- বিভিন্ন HMI স্ক্রীন তৈরি, নির্বাচন এবং সফট বাটন সহ প্রোগ্রাম করা
- মৌলিক অবজেক্ট ও উপাদান তৈরি এবং কনফিগার করা
- গ্রাফিক অবজেক্ট সফটওয়্যার লাইব্রেরি থেকে ইমপোর্ট এবং ইন্টিগ্রেট করা
- অ্যানালগ ডেটা ট্যাগ কনফিগার করা এবং রিয়েল-টাইম মনিটরিং করা

(ক) হিউম্যান মেশিন ইন্টারফেস (HMI)-এর ধারণা এবং কার্যাবলী সিস্টেমের চাহিদা অনুযায়ী ব্যাখ্যাকরণ ও অনুধাবনঃ

Human Machine Interface (HMI) হলো এমন একটি প্রযুক্তি বা ডিভাইস যার মাধ্যমে মানুষ (Operator) এবং মেশিন (Machine/PLC System) একে অপরের সাথে যোগাযোগ করতে পারে।
এই অংশে মূলত শেখানো হয় কিভাবে একটি **HMI Panel** সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত করে মেশিনের বিভিন্ন তথ্য দেখা ও নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

HMI Concept (ধারণা)

HMI এর মূল ধারণা হলো:

- মেশিন বা প্রসেসের ডাটা ভিজুয়ালি দেখানো
- অপারেটরকে মেশিন কন্ট্রোল করার সুবিধা দেওয়া
- সিস্টেমের স্ট্যাটাস মনিটর করা

উদাহরণ:

- মোটর ON/OFF দেখানো
- ট্যাংকের লেভেল দেখানো
- তাপমাত্রা বা প্রেসার ডিসপ্লে করা

HMI Functions (কার্যাবলী)

HMI সাধারণত নিচের কাজগুলো করে:

1.Process Monitoring

মেশিন বা প্রসেসের অবস্থা স্ক্রিনে দেখানো।

2.Process Control

অপারেটর HMI থেকে মেশিন চালু/বন্ধ করতে পারে।

3.Alarm Display

কোনো সমস্যা হলে অ্যালার্ম দেখায়।

4.**Data Visualization**
গ্রাফ, সংখ্যা বা অ্যানিমেশন দিয়ে তথ্য দেখায়।
5. **Communication with PLC**
HMI সাধারণত **PLC এর সাথে যোগাযোগ করে** এবং PLC থেকে ডাটা নিয়ে স্ক্রিনে দেখায়।

System Requirements অনুযায়ী বোঝা 🔧
একটি সিস্টেমে HMI ব্যবহারের আগে বুঝতে হয়:

- কোন **ডাটা HMI তে দেখাতে হবে**
- কোন **বাটন বা কন্ট্রোল দরকার**
- PLC এর সাথে **কোন communication protocol ব্যবহার হবে** (Modbus, Ethernet, RS485 ইত্যাদি)
- কতগুলো **screen বা page দরকার**

(খ) বিভিন্ন HMI কমিউনিকেশন প্রোটোকল স্থাপন এবং কনফিগার করাঃ
বিভিন্ন ধরনের HMI Communication Protocol স্থাপন (Establish) এবং কনফিগার (Configure) করা হয়।
অর্থাৎ, **HMI Panel** যেন **PLC, Controller বা অন্যান্য Industrial Device** এর সাথে সঠিকভাবে যোগাযোগ করতে পারে, সে জন্য প্রয়োজনীয় **Communication Protocol নির্বাচন ও সেটআপ করা হয়।**

Communication Protocol কি?
Communication Protocol হলো এমন একটি নিয়ম বা পদ্ধতি যার মাধ্যমে **HMI এবং PLC এর মধ্যে ডাটা আদান-প্রদান (Data Communication)** হয়।
এর মাধ্যমে HMI স্ক্রিনে PLC এর ডাটা দেখা যায় এবং HMI থেকে PLC কে কমান্ড দেওয়া যায়।

সাধারণ HMI Communication Protocol সমূহ-
1.1 Modbus
Modbus একটি বহুল ব্যবহৃত **Industrial Communication Protocol** যা PLC, HMI, Sensor এবং অন্যান্য Automation Device এর মধ্যে ডাটা আদান-প্রদানের জন্য ব্যবহৃত হয়।
Modbus এর বৈশিষ্ট্য

- সহজ ও নির্ভরযোগ্য communication system
- Master–Slave architecture ব্যবহার করে
- PLC ও HMI এর মধ্যে data exchange করে
- Serial এবং Ethernet দুই ধরনের network এ কাজ করতে পারে

1.1.1 RS232
RS232 হলো একটি **Serial Communication Standard** যা দুইটি ডিভাইসের মধ্যে সরাসরি যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়।
বৈশিষ্ট্য-

- Point to Point communication
- সাধারণত 15 মিটার পর্যন্ত কাজ করে
- কম ডিভাইস সংযোগ করা যায়

- PLC ও HMI configuration বা programming এ ব্যবহৃত হয়

উদাহরণ

Computer ↔ PLC

Computer ↔ HMI

1.1.2 RS485

RS485 একটি Industrial Serial Communication Standard যা অনেকগুলো ডিভাইসকে একই লাইনে সংযোগ করতে পারে।

বৈশিষ্ট্য

- Multi-device communication
- প্রায় 1200 মিটার পর্যন্ত কাজ করতে পারে
- Noise resistant (industrial environment এর জন্য ভালো)
- Modbus RTU communication এ বেশি ব্যবহৃত হয়

উদাহরণ

PLC ↔ HMI ↔ VFD ↔ Sensor

1.2 Profibus

Profibus হলো একটি **Industrial Fieldbus Communication Protocol** যা automation system এ PLC, sensor এবং actuator এর মধ্যে দ্রুত যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়।

বৈশিষ্ট্য

- High speed communication
- Industrial automation network
- Siemens PLC system এ বেশি ব্যবহৃত

উদাহরণ

PLC ↔ Remote I/O ↔ Sensor

1.3 TCP/IP / Ethernet

TCP/IP Ethernet হলো একটি network communication protocol যা Industrial Ethernet এর মাধ্যমে PLC, HMI এবং computer এর মধ্যে ডাটা আদান-প্রদান করে।

বৈশিষ্ট্য

- High speed data transfer
- Network communication system
- Ethernet cable ব্যবহার করে
- Large automation system এ ব্যবহৃত হয়

উদাহরণ

PLC ↔ HMI ↔ SCADA ↔ Computer

1.4 Profinet

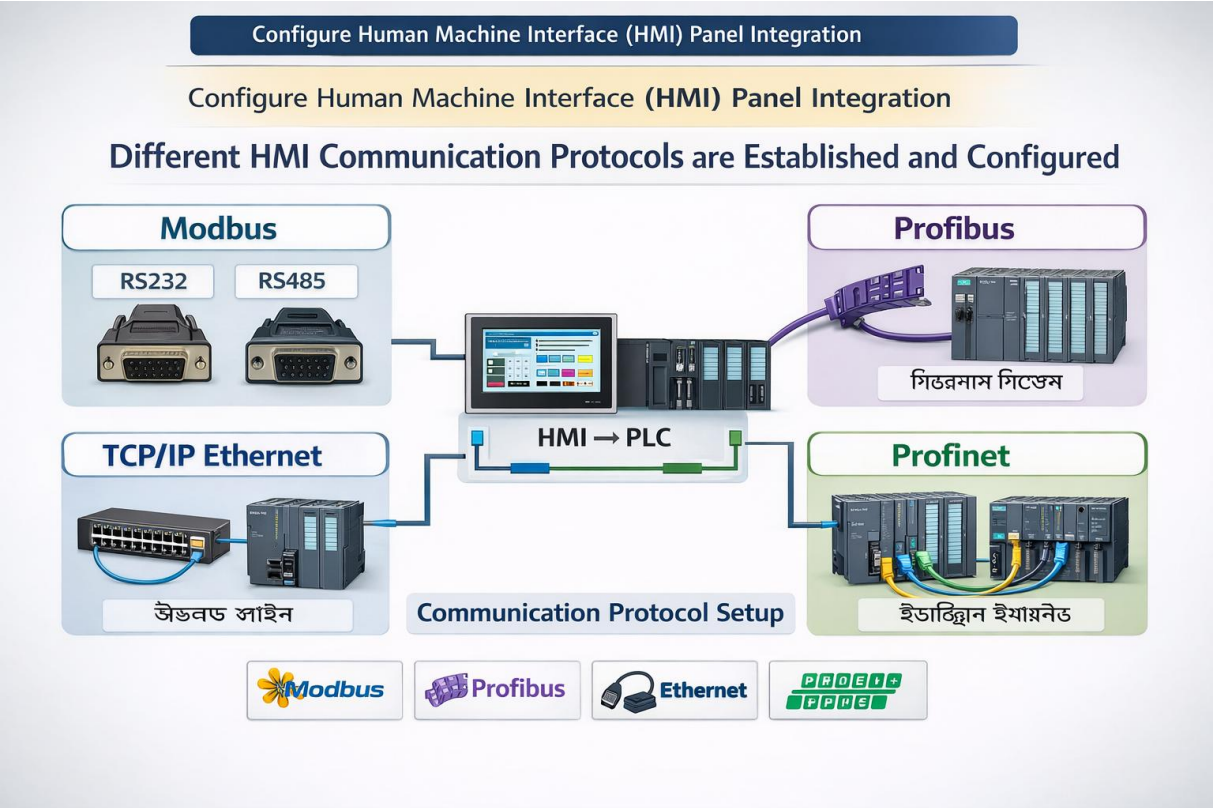
Profinet হলো একটি **Industrial Ethernet Communication Protocol** যা আধুনিক automation system এ ব্যবহৃত হয়।

বৈশিষ্ট্য

- খুব দ্রুত communication
- Real-time data transfer
- Siemens automation system এ বেশি ব্যবহৃত

উদাহরণ

PLC ↔ HMI ↔ Drive ↔ Remote I/O



(গ) বিভিন্ন HMI স্ক্রীন তৈরি, নির্বাচন এবং সফট বাটন সহ প্রোগ্রাম করাঃ

বিভিন্ন ধরনের HMI Screen তৈরি করা, নির্বাচন করা এবং Soft Button ব্যবহার করে প্রোগ্রাম করা। অর্থাৎ, একটি **HMI Panel** এ মেশিন বা প্রসেসকে সহজে নিয়ন্ত্রণ ও মনিটর করার জন্য বিভিন্ন **Display Screen তৈরি করা হয়** এবং সেই স্ক্রিনে **Soft Button (Touch Button)** ব্যবহার করে মেশিনের বিভিন্ন কাজ পরিচালনা করা হয়।

HMI Screen কী?

HMI Screen হলো HMI প্যানেলের ডিসপ্লেতে দেখানো বিভিন্ন **interface page** যেখানে মেশিনের তথ্য (data) দেখা যায় এবং অপারেটর মেশিন নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

উদাহরণ:

- Main Screen
- Control Screen

- Alarm Screen
- Data Monitoring Screen

HMI Screen তৈরি করার কাজ

HMI software (যেমন: **DOPSoft, WinCC, FactoryTalk ইত্যাদি**) ব্যবহার করে বিভিন্ন স্ক্রিন তৈরি করা হয়।

Screen তৈরির সময় সাধারণত নিচের বিষয়গুলো যোগ করা হয়:

- Text Display
- Indicator Light
- Numeric Display
- Graph / Trend
- Soft Button

Soft Button কী?

Soft Button হলো HMI স্ক্রিনে থাকা **Touch Button** যার মাধ্যমে অপারেটর মেশিনের বিভিন্ন কাজ নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

Soft Button এর ব্যবহার

- Motor Start / Stop
- Conveyor ON / OFF
- Cylinder Extend / Retract
- Alarm Reset

Soft Button চাপলে HMI থেকে PLC এর কাছে **command signal** পাঠানো হয়।

(ঘ) মৌলিক অবজেক্ট ও উপাদান তৈরি এবং কনফিগার করাঃ

HMI সফটওয়্যারে বিভিন্ন **মৌলিক গ্রাফিক অবজেক্ট ও কন্ট্রোল এলিমেন্ট তৈরি করা এবং সেগুলো প্রয়োজন অনুযায়ী সেটিং বা কনফিগার করা।**

অর্থাৎ, HMI স্ক্রিনে যে সব **Line, Ellipse, Circle, Rectangle, Text Field, Graphic View, Trend View** ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়, সেগুলো তৈরি করে PLC বা মেশিনের সাথে সংযুক্ত করা।

Basic Objects এবং Elements কী?

Basic Objects হলো HMI স্ক্রিনে ব্যবহৃত সাধারণ গ্রাফিক উপাদান।

এই উপাদানগুলো ব্যবহার করে **machine process visualization** করা হয়।

লাইন (Line)

ব্যবহার: সিস্টেমের ভিজ্যুয়াল কাঠামো তৈরি করতে বা বিভিন্ন উপাদানকে সংযোগ দেখানোর জন্য।

বৈশিষ্ট্য: লম্বা, বাঁকা বা তির্যক হতে পারে; সাধারণত নির্দেশনা বা গ্রাফিকাল বিভাজনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

বৃত্তাকার অন্ডাকৃতি (Ellipse)

ব্যবহার: চিহ্ন, আইকন বা ডায়াগ্রামের জন্য।

বৈশিষ্ট্য: বৃত্তের চেহারা বা ডিমের আকৃতির, কোন আকারের প্রস্থ ও উচ্চতা নির্ধারণযোগ্য।

বৃত্ত (Circle)

ব্যবহার: স্ট্যাটাস বা অ্যালার্ম সূচক হিসেবে; বাটন বা LED সিমুলেশনের জন্য।

বৈশিষ্ট্য: সমান ব্যাসার্ধের, পূর্ণ বৃত্ত, সাধারণত রঙ পরিবর্তনের মাধ্যমে স্ট্যাটাস দেখানো হয়।

আয়তক্ষেত্র (Rectangle)

ব্যবহার: প্যানেল, বাটন, ইনফরমেশন বক্স বা লেবেল দেখানোর জন্য।

বৈশিষ্ট্য: উচ্চতা ও প্রস্থ নির্ধারণযোগ্য, সাধারণত বর্ডার এবং রঙ কনফিগার করা যায়।

টেক্সট ফিল্ড (Text Field)

ব্যবহার: ডেটা, স্ট্যাটাস, নাম, বা মেশিন থেকে আসা মান দেখানোর জন্য।

বৈশিষ্ট্য: ফন্ট, রঙ, আকার পরিবর্তনযোগ্য; ডাইনামিক বা স্ট্যাটিক মান দেখাতে সক্ষম।

গ্রাফিক ভিউ (Graphic View)

ব্যবহার: যেকোনো ভিজ্যুয়াল উপাদান একত্রিত করে প্যানেল বা সিস্টেমের ভিজ্যুয়াল রেপ্রেজেন্টেশন তৈরি করতে।

বৈশিষ্ট্য: বিভিন্ন আইকন, লাইন, আকার একসাথে দেখানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

ট্রেন্ড ভিউ (Trend View)

ব্যবহার: প্রক্রিয়ার মান (যেমন তাপমাত্রা, চাপ, ফ্লো) সময়ের সাথে কিভাবে পরিবর্তিত হচ্ছে তা দেখাতে।

বৈশিষ্ট্য: গ্রাফ আকারে লাইভ বা রেকর্ডেড ডেটা প্রদর্শন; বিভিন্ন প্যারামিটার তুলনা করা যায়।

Elements

১.১ I/O field (ইনপুট/আউটপুট ফিল্ড)

এটি একটি টেক্সট বক্সের মতো, যা দুই ধরনের কাজ করে। প্রথমত, এটি মেশিনের কোনো বর্তমান মান (যেমন: মোটরের গতি বা তাপমাত্রা) স্ক্রিনে দেখায়। দ্বিতীয়ত, অপারেটর এখানে নতুন কোনো মান টাইপ করে সিস্টেমে পাঠাতে পারেন।

১.২ Symbolic I/O field

এটি সাধারণ I/O ফিল্ডের মতো হলেও এখানে সংখ্যার বদলে বিভিন্ন **নাম বা টেক্সট** ব্যবহার করা হয়। যেমন: একটি ড্রপ-ডাউন মেনু যেখানে "Manual", "Auto", অথবা "Stop" লেখা থাকে। অপারেটর টেক্সট সিলেক্ট করলে ব্যাকগ্রাউন্ডে নির্দিষ্ট একটি সংখ্যা (Value) PLC-তে চলে যায়।

১.৩ Graphic I/O field

এটি অনেকটা সিম্বলিক ফিল্ডের মতোই, তবে এখানে টেক্সটের বদলে **ছবি বা গ্রাফিক্স** ব্যবহার করা হয়। যেমন: একটি মোটর বন্ধ থাকলে ধূসর রঙের ছবি দেখাবে, আর চালু হলে সেটি সবুজ রঙের এনিমেটেড ছবিতে পরিণত হবে।

১.৪ Date/Time field

এই ফিল্ডটি সিস্টেমের বর্তমান তারিখ এবং সময় দেখানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত ডেটা লগিং বা কখন কোনো অ্যালার্ম এসেছে তা ট্র্যাক করার জন্য প্রয়োজন হয়।

১.৫ Bar (বার গ্রাফ)

এটি একটি গ্রাফিকাল ইন্ডিকেটর যা কোনো লেভেল বা পরিমাণ বোঝাতে ব্যবহৃত হয়। যেমন: একটি পানির ট্যাংকে কতটুকু পানি আছে তা একটি ভার্টিক্যাল বারের মাধ্যমে দেখানো। পানির উচ্চতা বাড়লে বারের উচ্চতাও বাড়বে।

১.৬ Switch (সুইচ)

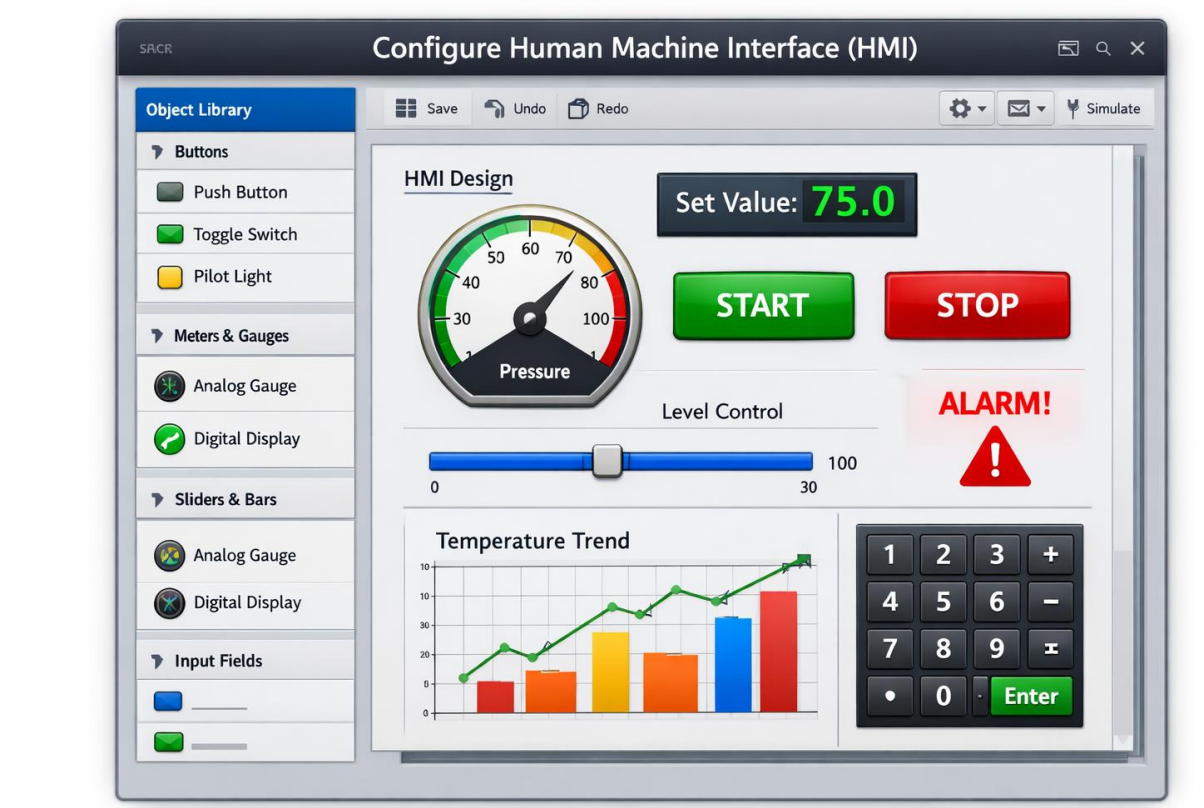
সুইচ হলো এমন একটি এলিমেন্ট যা কোনো একটি প্রসেসকে 'On' বা 'Off' করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত টগল (Toggle) স্টাইলে থাকে। অর্থাৎ একবার ক্লিক করলে অন হয় এবং আবার ক্লিক করলে অফ হয়।

১.৭ Button (বাটন)

বাটন হলো একটি কমান্ড এলিমেন্ট। অপারেটর এটি প্রেস করে কোনো নির্দিষ্ট কাজ শুরু করেন। যেমন: "Start" বাটন চেপে মেশিন চালানো বা "Reset" বাটন চেপে অ্যালার্ম বন্ধ করা। বাটনের ওপর সাধারণত টেক্সট বা আইকন থাকে যা দেখে এর কাজ বোঝা যায়।

সারসংক্ষেপ টেবিল:

এলিমেন্ট	প্রধান কাজ	উদাহরণ
I/O Field	সংখ্যা ইনপুট বা আউটপুট	RPM সেট করা
Bar	লেভেল বা পরিমাণ দেখানো	ফুয়েল লেভেল
Switch	স্থায়ী অবস্থা পরিবর্তন (On/Off)	লাইট সুইচ
Button	তাৎক্ষণিক কমান্ড দেওয়া	ইমারজেন্সি স্টপ



(ঙ) গ্রাফিক অবজেক্ট সফটওয়্যার লাইব্রেরি থেকে ইমপোর্ট এবং ইন্টিগ্রেট করাঃ

গ্রাফিক অবজেক্টগুলো সফটওয়্যার লাইব্রেরি থেকে আমদানি (Import) করা হয় এবং তা Human Machine Interface (HMI) প্যানেল-এর সাথে সংহত (Integrate) করা হয়। অর্থাৎ, বিভিন্ন পূর্বনির্ধারিত চিত্র, আইকন, গ্রাফ, বা ভিজ্যুয়াল উপাদান সফটওয়্যার লাইব্রেরি থেকে নিয়ে HMI স্ক্রিনে বসানো হয় এবং সেগুলো কার্যকরভাবে মেশিনের প্রক্রিয়ার সাথে সংযুক্ত করা হয়। এর মাধ্যমে অপারেটর সহজে তথ্য দেখতে, নিয়ন্ত্রণ করতে এবং মেশিনের অবস্থার উপর নজর রাখতে পারে।

(চ) অ্যানালগ ডেটা ট্যাগ কনফিগার করা এবং রিয়েল-টাইম মনিটরিং করাঃ

HMI (Human Machine Interface) প্যানেল ইন্টিগ্রেশনের মাধ্যমে সিস্টেমের analogue বা ধ্রুবক মানের ডেটা (যেমন: তাপমাত্রা, চাপ, ভলিউম, RPM ইত্যাদি) **রিয়েল-টাইমে মনিটরিং** করার জন্য analogue data tags কনফিগার করা হয়।

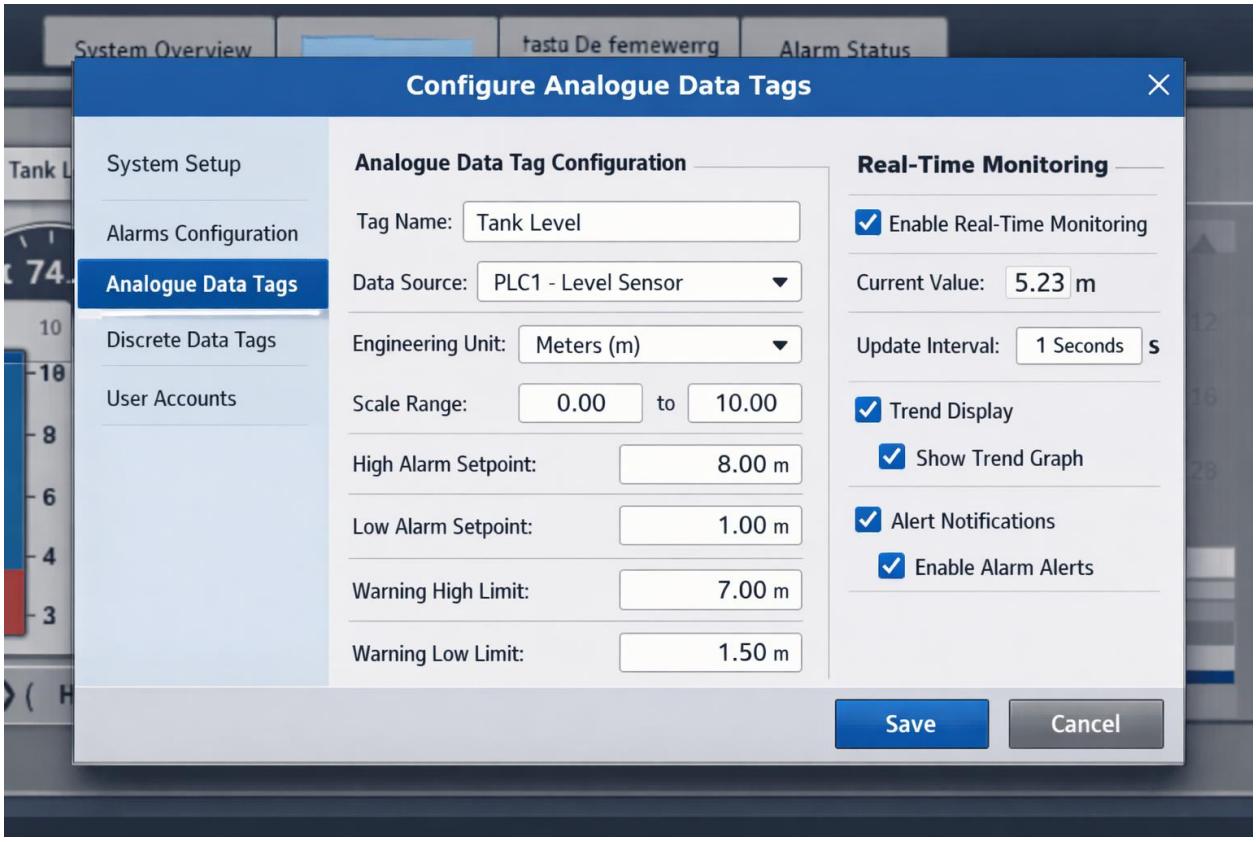
কীভাবে কাজ করে:

১. **Analogue Data Tag তৈরি করা:**
   - HMI সফটওয়্যারের tag configuration মডিউলে নতুন tag তৈরি করা হয়।
   - প্রতিটি tag একটি নির্দিষ্ট analogue ইনপুট বা আউটপুট ডিভাইসের সাথে যুক্ত থাকে। উদাহরণ: temperature sensor → Temp_Tag, pressure sensor → Pressure_Tag।

২. **Properties সেট করা:**
   - **Data Type**: Real, Integer, Float ইত্যাদি।
   - **Address/Channel**: PLC বা controller এ যে পয়েন্ট থেকে ডেটা আসবে তা নির্দিষ্ট করা।
   - **Scaling**: Raw signal (0–10V বা 4–20mA) কে বাস্তব মানে রূপান্তর করা।
   - **Alarms/Thresholds**: অতিরিক্ত বা নিম্ন সীমা অতিক্রম করলে alert দেখানো।

৩. **Real-time Monitoring সক্ষম করা:**
   - Analogue tag HMI স্ক্রিনে যুক্ত করা হয়।
   - Gauge, Trend, Bar, Numeric Display ইত্যাদির মাধ্যমে ব্যবহারকারী রিয়েল-টাইম মান দেখতে পারে।
   - ডেটা লোগিং বা historical trend সংরক্ষণ করা যেতে পারে।

Configuring Analogue Data Tags to Enable Real-time Monitoring



সেলফ চেক (Self-check) – ৬.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১: HMI কি এবং এর প্রধান কার্যাবলী কী?
২: HMI তে যোগাযোগ প্রটোকল কিসের জন্য ব্যবহার করা nq?
৩: HMI কোন ধরনের প্রটোকল সমর্থন করতে পারে?
৪: HMI তে স্ক্রিন তৈরি এবং সফট বাটন প্রোগ্রাম করার উদ্দেশ্য কী?
৫: সফট বাটন কি?
৬: HMI তে কোন কোন বেসিক অবজেক্ট ব্যবহার করা nq?
৭: বেসিক অবজেক্ট কেন কনফিগার করা nq?
৮: গ্রাফিক অবজেক্ট কিভাবে HMI তে অন্তর্ভুক্ত করা nq?
৯: এনালগ ডেটা ট্যাগ কিসের জন্য ব্যবহৃত nq?
১০: এনালগ ডেটা ট্যাগ কনফিগার না করলে কী সমস্যা হতে পারে?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৬.১

প্রশ্ন ১: HMI কি এবং এর প্রধান কার্যাবলী কী?
উত্তর: HMI হলো একটি ইন্টারফেস যা মানুষের সাথে যন্ত্র বা প্রসেসের মধ্যে যোগাযোগের সুযোগ দেয়। এর প্রধান কার্যাবলী হলো মনিটরিং, নিয়ন্ত্রণ এবং তথ্য প্রদর্শন করা।
প্রশ্ন ২: HMI তে যোগাযোগ প্রটোকল কিসের জন্য ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: এটি PLC বা অন্যান্য ডিভাইসের সাথে ডেটা আদানপ্রদানের জন্য ব্যবহৃত হয়।
প্রশ্ন ৩: HMI কোন ধরনের প্রটোকল সমর্থন করতে পারে?
উত্তর: উদাহরণ: Modbus, Ethernet/IP, Profibus ইত্যাদি।
প্রশ্ন ৪: HMI তে স্ক্রিন তৈরি এবং সফট বাটন প্রোগ্রাম করার উদ্দেশ্য কী?
উত্তর: বিভিন্ন প্রসেসের তথ্য দেখানো এবং ব্যবহারকারীর ইনপুট নেওয়া।
প্রশ্ন ৫: সফট বাটন কি?
উত্তর: স্ক্রিনে প্রদর্শিত ভার্চুয়াল বাটন যা ব্যবহারকারী ক্লিক করলে নির্দিষ্ট কাজ করে।
প্রশ্ন ৬: HMI তে কোন কোন বেসিক অবজেক্ট ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: লাইন, সার্কেল, আয়তক্ষেত্র, টেক্সট ফিল্ড, ট্রেন্ড ভিউ ইত্যাদি।
প্রশ্ন ৭: বেসিক অবজেক্ট কেন কনফিগার করা হয়?
উত্তর: স্ক্রিনে ডেটা প্রদর্শন এবং কন্ট্রোল ফাংশন কার্যকর করার জন্য।
প্রশ্ন ৮: গ্রাফিক অবজেক্ট কিভাবে HMI তে অন্তর্ভুক্ত করা হয়?
উত্তর: সফটওয়্যার লাইব্রেরি থেকে ইম্পোর্ট করে স্ক্রিনে যুক্ত করা হয়।
প্রশ্ন ৯: এনালগ ডেটা ট্যাগ কিসের জন্য ব্যবহৃত হয়?
উত্তর: এটি রিয়েল-টাইমে সেন্সর বা ডিভাইসের মান মনিটর করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
প্রশ্ন ১০: এনালগ ডেটা ট্যাগ কনফিগার না করলে কী সমস্যা হতে পারে?
উত্তর: রিয়েল-টাইম ডেটা প্রদর্শন হবে না এবং প্রসেস মনিটরিং অসুবিধা হবে।

জব শিট (Job Sheet) – ৬.১

জবের নামঃ HMI প্যানেল ইন্টিগ্রেশন কনফিগার করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. সিস্টেম প্রস্তুতি:
   - HMI প্যানেল এবং PLC প্যানেল শক্তি বন্ধ অবস্থায় স্থাপন করুন।
   - প্রয়োজনীয় কেবল ও সংযোগ চেক করুন।

২. HMI সফটওয়্যার খোলা:
   - কম্পিউটার / ল্যাপটপে HMI সফটওয়্যার চালু করুন।

৩. প্রটোকল কনফিগারেশন:
   - PLC বা ডিভাইসের সাথে যোগাযোগ প্রটোকল (Modbus, Ethernet/IP ইত্যাদি) কনফিগার করুন।

৪. স্ক্রিন ও সফট বাটন তৈরি:
   - বিভিন্ন HMI স্ক্রিন তৈরি করুন।
   - সফট বাটন প্রোগ্রাম করুন, যেগুলি নির্দিষ্ট ইনপুট / আউটপুট ট্রিগার করবে।

৫. বেসিক অবজেক্ট কনফিগারেশন:
   - লাইন, সার্কেল, আয়তক্ষেত্র, টেক্সট ফিল্ড ইত্যাদি তৈরি করুন এবং স্ক্রিনে স্থাপন করুন।

৬. গ্রাফিক অবজেক্ট ইম্পোর্ট:
   - সফটওয়্যার লাইব্রেরি থেকে প্রয়োজনীয় গ্রাফিক অবজেক্ট স্ক্রিনে ইম্পোর্ট করুন।

৭. ডেটা ট্যাগ কনফিগারেশন:
   - Analogue এবং Digital Data Tags সংযোগ করুন।
   - রিয়েল-টাইম সেন্সর ডেটা মনিটর করার জন্য কনফিগার করুন।

৮. ফাংশনাল টেস্ট:
   - সমস্ত স্ক্রিন, বাটন ও ডেটা ট্যাগের কার্যকারিতা চেক করুন।
   - অপ্রত্যাশিত ফলাফলের জন্য সফটওয়্যার লগ চেক করুন।

৯. সফটওয়্যার আপলোড:
   - HMI প্যানেলে প্রোগ্রাম আপলোড করুন।
   - PLC ও HMI এর মধ্যে সঠিক সংযোগ নিশ্চিত করুন।

১০. ডকুমেন্টেশন ও রিপোর্ট:
   - কনফিগারেশন ও ড্রাইং, ট্যাগ লিস্ট রিপোর্ট তৈরি করুন।

সতর্কতাঃ

- বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের কাজ করার আগে পাওয়ার বন্ধ রাখুন।
- HMI এবং PLC পোর্টে সংযোগের সময় Static Electricity থেকে সাবধান থাকুন।
- কেবল ও সংযোগ ঠিকভাবে চেক করুন, ক্ষতিগ্রস্ত কেবল ব্যবহার করবেন না।
- সমস্ত কাজ PPE পরিধানের পরে শুরু করুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৬.১

জবের নামঃ HMI প্যানেল ইন্টিগ্রেশন কনফিগার করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা হ্যান্ডগ্লাভস
- নিরাপত্তা চশমা / গগলস
- সুরক্ষা জুতা
- ইন্সুলেটেড স্ক্রু ড্রাইভার

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- ক্রস হেড ও ফ্ল্যাটহেড স্ক্রু ড্রাইভার
- মাল্টিমিটার
- কম্পিউটার / ল্যাপটপ (HMI সফটওয়্যার সহ)
- ইথারনেট বা সিরিয়াল কেবল
- HMI প্যানেল
- PLC / কন্ট্রোলার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- HMI সফটওয়্যার লাইব্রেরি ফাইল
- গ্রাফিক অবজেক্ট ও আইকন ফাইল
- Analogue & Digital Data Tags তালিকা
- সংযোগকারী কেবল এবং টার্মিনাল

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

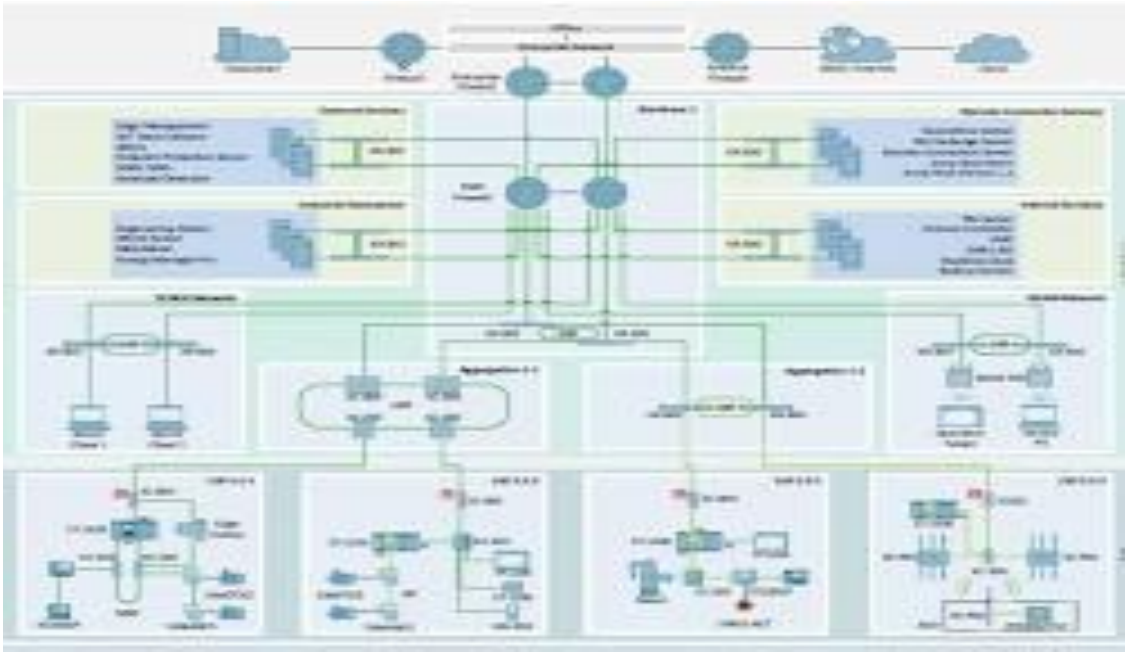


Figure: Configuring HMI Panel Integration

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৬.২

শিখন ফল-২: HMI-এ প্রসেস ডিজাইন সম্পাদন করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- প্রক্রিয়া চাহিদা এবং স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা এবং ব্যাখ্যাকরণ
- প্রাসঙ্গিক প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ প্যারামিটারগুলি HMI ডিজাইনে অন্তর্ভুক্তকরণ
- প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ এবং পর্যবেক্ষণের জন্য উপযুক্ত ইন্টারঅ্যাকটিভ উপাদান ডিজাইন এবং কনফিগার করা
- অ্যালার্ম এবং নোটিফিকেশন সিস্টেম HMI-তে ইন্টিগ্রেট করা
- প্রক্রিয়া ডিজাইন HMI এর মধ্যে সিমুলেট এবং পরীক্ষা করা

(ক) প্রক্রিয়া চাহিদা এবং স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা এবং ব্যাখ্যাকরণঃ

১. রিকোয়ারমেন্ট এবং স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা (Reviewing Requirements)

যেকোনো ডিজাইন শুরু করার আগে ক্লায়েন্ট বা প্রজেক্টের চাহিদাগুলো ভালোমতো বুঝতে হয়। এর মধ্যে থাকে:

- **অপারেশনাল নিড:** সিস্টেমটি দিয়ে ঠিক কী কাজ করা হবে? (যেমন: একটি পানির পাম্প কন্ট্রোল করা না কি পুরো একটি রিফাইনারি পর্যবেক্ষণ করা?)
- **ইউজার ইন্টারফেস (UI) স্ট্যান্ডার্ড:** কোম্পানির কোনো নির্দিষ্ট কালার কোড বা ফন্ট ব্যবহারের নিয়ম আছে কি না।
- **সেফটি রিকোয়ারমেন্টস:** কোন কোন অ্যালার্ম বা ইমারজেন্সি স্টপ বাটন স্ক্রিনে অবশ্যই থাকতে হবে।

২. ইন্টারপ্রিটেশন বা ব্যাখ্যা (Interpretation)

শুধুমাত্র রিকোয়ারমেন্ট পড়লেই হয় না, সেগুলোকে কারিগরি নকশায় রূপান্তর করতে হয়। এই ধাপে যা করা হয়:

- **P&ID (Piping and Instrumentation Diagram) বিশ্লেষণ:** ড্রয়িং দেখে বোঝা যে কোথায় সেন্সর আছে এবং কোথায় ভালভ (Valve) আছে।
- **ট্যাগ লিস্ট তৈরি:** PLC (Programmable Logic Controller) থেকে আসা ডেটাগুলো HMI-এর কোন ভেরিয়েবলের সাথে যুক্ত হবে তা নিশ্চিত করা।
- **প্রসেস ফ্লো চার্ট:** প্রসেসটি কোন দিক থেকে কোন দিকে প্রবাহিত হচ্ছে তার একটি মানসিক বা স্কেচ ম্যাপ তৈরি করা।

৩. ডিজাইন প্রক্রিয়ার মূল ধাপসমূহ (Key Steps in Design)

রিকোয়ারমেন্টগুলো পর্যালোচনার পর ডিজাইন পর্যায়ে নিচের কাজগুলো করা হয়:

ক. গ্রাফিক্স লেআউট তৈরি

স্ক্রিনের কোথায় কী থাকবে তার একটি খসড়া তৈরি করা। সাধারণত উপরের দিকে হেডার (নাম, সময়), মাঝখানে মেইন প্রসেস এবং নিচে নেভিগেশন বাটন রাখা হয়।

খ. অবজেক্ট কনফিগারেশন

বিভিন্ন গ্রাফিকাল অবজেক্ট (যেমন: ট্যাংক, মোটর, পাইপ) স্ক্রিনে বসানো এবং সেগুলোর রঙ বা অবস্থা পরিবর্তন হওয়ার লজিক সেট করা।

গ. অ্যালার্ম ও ইভেন্ট ম্যানেজমেন্ট

সিস্টেমে কোনো সমস্যা হলে অপারেটর কীভাবে তা জানতে পারবে, তার জন্য অ্যালার্ম স্ক্রিন এবং পপ-আপ মেসেজ ডিজাইন করা।

৪. যাচাইকরণ (Verification)

ডিজাইন শেষ করার পর পুনরায় রিকোয়ারমেন্টের সাথে মিলিয়ে দেখা হয়। একে বলা হয় **Validation**। অর্থাৎ, শুরুতে যা চাওয়া হয়েছিল, ডিজাইনটি ঠিক তেমন হয়েছে কি না

(খ) প্রাসঙ্গিক প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ প্যারামিটারগুলি HMI ডিজাইনে অন্তর্ভুক্তকরণঃ

প্রসেস কন্ট্রোল প্যারামিটার শনাক্তকরণ (Identifying Control Parameters)

একটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রসেসকে HMI স্ক্রিনে ফুটিয়ে তোলার জন্য কোন কোন ডেটা বা প্যারামিটার দেখাতে হবে, তা শনাক্ত করার ধাপগুলো নিচে দেওয়া হলো:

১. এনালগ প্যারামিটার (Analog Parameters)

এগুলো হলো সেইসব মান যা সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয়। ডিজাইনের সময় এগুলোকে সংখ্যায় (Numeric) বা গ্রাফের (Trend) মাধ্যমে দেখানো হয়।

- **তাপমাত্রা (Temperature):** যেমন একটি বয়লারের তাপমাত্রা।
- **চাপ (Pressure):** পাইপলাইনের ভেতরের প্রেসার।
- **লেভেল (Level):** ট্যাংকে কতটুকু তরল আছে।
- **ফ্লো রেট (Flow Rate):** প্রতি মিনিটে কতটুকু গ্যাস বা পানি প্রবাহিত হচ্ছে।

২. ডিজিটাল বা ডিসক্রিট প্যারামিটার (Discrete Parameters)

এগুলো মূলত "হ্যাঁ" অথবা "না" (ON/OFF) অবস্থায় থাকে।

- **মোটর স্ট্যাটাস:** মোটর কি চলছে (Running) নাকি বন্ধ (Stopped)?
- **ভালভ পজিশন:** ভালভ কি খোলা (Open) না কি বন্ধ (Close)?
- **সেন্সর ফিডব্যাক:** কোনো প্রক্সিমিটি সেন্সর কি অবজেক্ট ডিটেক্ট করেছে?

ডিজাইন প্রক্রিয়ায় প্যারামিটারগুলোর প্রয়োগ (Integration in Design)-

প্যারামিটারগুলো শনাক্ত করার পর সেগুলোকে নিচের পদ্ধতিতে HMI-এ সাজানো হয়:

ক. সেট পয়েন্ট (Set Point - SP)

অপারেটর সিস্টেমে যে মানটি ইনপুট হিসেবে দেন (যেমন: তাপমাত্রা ১০০±C হতে হবে), তাকে সেট পয়েন্ট বলে। ডিজাইনে এটি সাধারণত একটি **Input Box** হিসেবে থাকে।

খ. প্রসেস ভ্যালু (Process Value - PV)

মেশিন বা সেন্সর থেকে বর্তমানে যে রিডিং পাওয়া যাচ্ছে (যেমন: এখন তাপমাত্রা ৯৮.৫±C), তাকে প্রসেস ভ্যালু বলে। এটি সাধারণত একটি **Display Box** বা **Gauge**-এর মাধ্যমে দেখানো হয়।

গ. লিমিট এবং রেঞ্জ (Limits and Ranges)

প্রতিটি প্যারামিটারের একটি সর্বোচ্চ (High) এবং সর্বনিম্ন (Low) সীমা থাকে। এই সীমার বাইরে গেলে যেন অ্যালার্ম বাজে, ডিজাইনে সেটি কনফিগার করতে হয়।

প্যারামিটার শনাক্তকরণের চেকলিস্ট-

ডিজাইন করার সময় নিচের টেবিল অনুযায়ী প্যারামিটারগুলো বিন্যাস করা হয়:

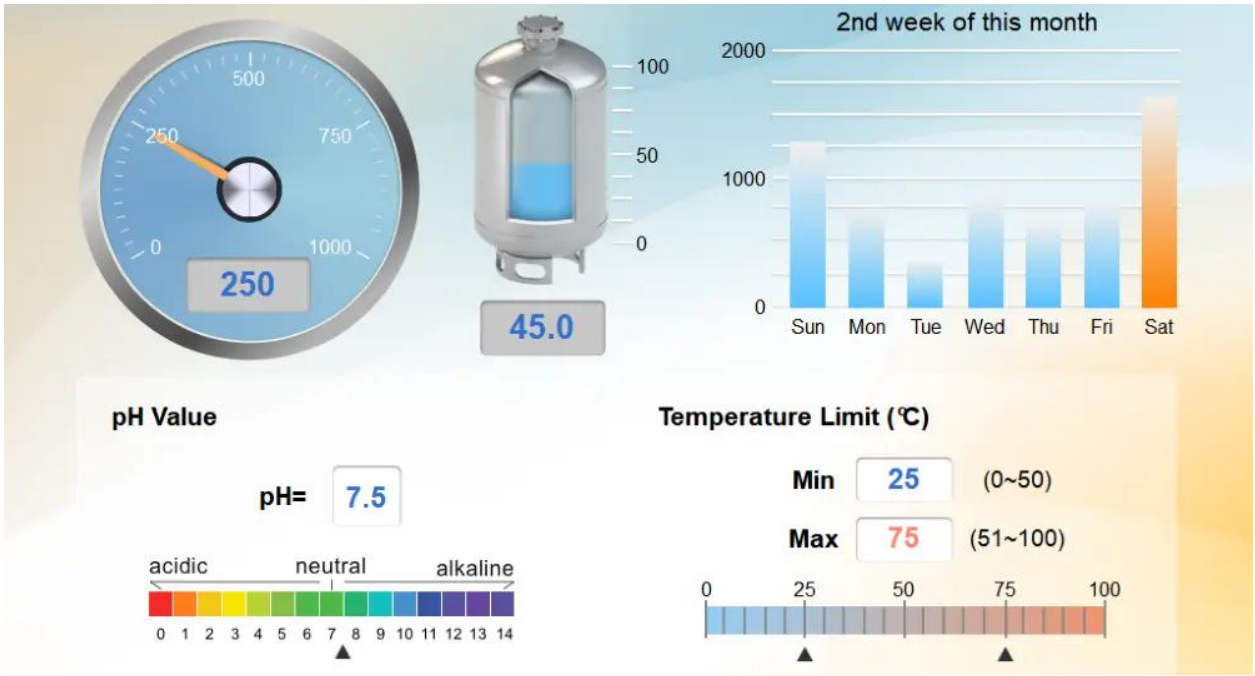
প্যারামিটারের ধরন	উদাহরণ	HMI ডিসপ্লে অবজেক্ট
Input Control	Start/Stop, Reset	Push Buttons
Status Monitoring	Power On, Fault	Pilot Lights / Icons
Measured Value	RPM, Voltage, Current	Digital Readouts / Bars
Historical Data	গত ১ ঘণ্টার প্রেসার	Trend Graphs

কেন এই শনাক্তকরণ জরুরি?

১. **সহজ মনিটরিং:** অপারেটর যেন এক পলকেই বুঝতে পারেন সিস্টেম ঠিকঠাক চলছে কি না।

২. **দ্রুত সিদ্ধান্ত:** কোনো প্যারামিটার লাল (Red) দেখালে বুঝতে হবে সেখানে সমস্যা আছে, ফলে দ্রুত ব্যবস্থা নেওয়া যায়।

৩. **সিস্টেম সেফটি:** ভুল প্যারামিটার রিডিং বা ওভারলোড এড়াতে এটি অত্যাবশ্যক।



(গ) প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ এবং পর্যবেক্ষণের জন্য উপযুক্ত ইন্টারঅ্যাকটিভ উপাদান ডিজাইন এবং কনফিগার করাঃ

ইন্টারঅ্যাক্টিভ এলিমেন্ট ডিজাইন ও কনফিগারেশন (Designing & Configuring Elements)
একটি কার্যকর HMI ডিজাইনে ইন্টারঅ্যাক্টিভ এলিমেন্টগুলোকে নিচের নিয়ম অনুযায়ী সাজানো হয়:
১. কন্ট্রোল এলিমেন্ট (Control Elements)
এগুলো ব্যবহার করে অপারেটর মেশিনকে নির্দেশ দেন।

- **Buttons (বাটন):** যেমন 'Start', 'Stop', বা 'Emergency Reset'। এগুলো এমনভাবে ডিজাইন করা হয় যেন অপারেটর বুঝতে পারেন কোনটি টিপলে কী হবে।
- **Switches (সুইচ):** যেমন 'Auto/Manual' সিলেকশন সুইচ। এটি সিস্টেমের মোড পরিবর্তন করতে ব্যবহৃত হয়।
- **Input Fields (ইনপুট ফিল্ড):** অপারেটর এখানে নির্দিষ্ট মান (যেমন: ১০ মিনিট বা ৫০ হার্টজ) টাইপ করে দিতে পারেন।

২. মনিটরিং এলিমেন্ট (Monitoring Elements)
এগুলো ব্যবহার করে প্রসেসের বর্তমান অবস্থা দেখা যায়।

- **Bar Graphs & Gauges (বার ও গেজ):** কোনো ট্যাংকের লেভেল বা প্রেশার কতটুকু আছে তা গ্রাফিক্যালভাবে দেখানোর জন্য।
- **Status Indicators (ইন্ডিকেটর):** যেমন লাল বা সবুজ বাতি। সবুজ মানে চলছে (Running), লাল মানে সমস্যা (Fault)।
- **Trend Displays:** সময়ের সাথে প্রসেসের পরিবর্তন (যেমন গত ১ ঘণ্টার তাপমাত্রা) দেখার জন্য চার্ট বা গ্রাফ।

ডিজাইন ও কনফিগারেশনের মূল বৈশিষ্ট্যসমূহ (Appropriate Design Standards)-
একটি এলিমেন্টকে তখনই "Appropriate" বা উপযুক্ত বলা হয় যখন সেটি নিচের শর্তগুলো পূরণ করে:

- **Visual Feedback (দৃশ্যমান প্রতিক্রিয়া):** অপারেটর যখন একটি বাটন চাপবেন, তখন বাটনের রঙ পরিবর্তন বা একটি শব্দ হওয়া উচিত যাতে তিনি বোঝেন কমান্ডটি কাজ করেছে।
- **Consistency (সামঞ্জস্যতা):** পুরো প্রসেসে একই ধরনের কাজের জন্য একই রঙ বা চিহ্ন ব্যবহার করা। যেমন- সব 'Stop' বাটন লাল রঙের হওয়া।
- **Ergonomics (সহজবোধ্যতা):** স্ক্রিনের গুরুত্বপূর্ণ বাটনগুলো এমন জায়গায় রাখা যেখানে অপারেটরের হাত বা নজর সহজে পৌঁছায়।
- **Security & Access:** সব বাটন সবার জন্য নয়। যেমন- 'Configuration' বা 'Delete' বাটন যেন শুধু ইঞ্জিনিয়াররাই ব্যবহার করতে পারেন, তার জন্য পাসওয়ার্ড প্রটেকশন কনফিগার করা।

কনফিগারেশন প্রক্রিয়া (Steps to Configure)-
১. **Tag Mapping (ট্যাগ ম্যাপিং):** HMI-এর প্রতিটি বাটনের সাথে PLC-এর নির্দিষ্ট অ্যাড্রেস বা মেমরি বিট (Memory Bit) যুক্ত করা। ২. **Range Scaling:** একটি বার গ্রাফের মান কত থেকে কত হবে (যেমন ০ থেকে ১০০ লিটার) তা সফটওয়্যারে সেট করা। ৩. **Event Triggering:** কোনো বাটন চাপলে ঠিক কী ঘটবে (যেমন একটি পপ-আপ উইন্ডো খোলা বা একটি মোটর চালু হওয়া) তা স্ক্রিপ্ট বা প্রপার্টিজে সেট করা।

(ঘ) অ্যালার্ম এবং নোটিফিকেশন সিস্টেম HMI-তে ইন্টিগ্রেট করাঃ
এটি মূলত একটি সুরক্ষা ব্যবস্থা হিসেবে কাজ করে, যা কোনো বিপদ বা অস্বাভাবিক পরিস্থিতি ঘটলে অপারেটরকে সতর্ক করে।

এর মূল বিষয়গুলো নিম্নরূপ:

অ্যালার্ম ও নোটিফিকেশন সিস্টেমের ইন্টিগ্রেশন (Integration Process)-

HMI ডিজাইনে অ্যালার্ম সিস্টেম মূলত তিনটি প্রধান উদ্দেশ্যে যুক্ত করা হয়: **শনাক্তকরণ (Detection), সতর্কতা (Alerting), এবং নথিবদ্ধকরণ (Logging)**।

১. অ্যালার্মের ধরন (Types of Alarms)

ডিজাইন করার সময় প্যারামিটার অনুযায়ী অ্যালার্মগুলোকে ভাগ করা হয়:

- **Discrete Alarms:** কোনো সুইচ বা সেন্সর হঠাৎ অবস্থা পরিবর্তন করলে (যেমন: 'Motor Tripped' বা 'Emergency Stop Pressed')।
- **Analog Alarms:** কোনো মান সীমা অতিক্রম করলে। যেমন:
    - **High-High (HH):** অত্যন্ত বিপজ্জনক উচ্চ মাত্রা (মেশিন বন্ধ হতে পারে)।
    - **High (H):** সতর্কতামূলক উচ্চ মাত্রা।
    - **Low (L) / Low-Low (LL):** একইভাবে নিম্ন মাত্রার সতর্কতা।

২. অ্যালার্ম ডিসপ্লে ডিজাইন (Alarm Display Design)

অপারেটর যেন সহজে বুঝতে পারেন, সেজন্য ডিজাইনে নিচের বিষয়গুলো অন্তর্ভুক্ত থাকে:

- **Alarm Banner:** স্ক্রিনের উপরে বা নিচে একটি নির্দিষ্ট জায়গা যেখানে সবসময় সর্বশেষ অ্যালার্মটি দেখা যাবে।
- **Alarm Summary Page:** একটি ডেডিকেটেড স্ক্রিন যেখানে সব সক্রিয় (Active) অ্যালার্মের তালিকা থাকে।
- **Color Coding:** গুরুত্ব অনুযায়ী আলাদা রঙ ব্যবহার করা হয়:
    - **লাল (Red):** ক্রিটিক্যাল বা জরুরি অ্যালার্ম।
    - **হলুদ (Yellow):** ওয়ার্নিং বা সাধারণ সতর্কতা।
    - **নীল/সাদা (Blue/White):** তথ্যমূলক নোটিফিকেশন।

৩. কনফিগারেশন ধাপসমূহ (Configuration Steps)

সফটওয়্যারে অ্যালার্ম সেট করার সময় যা করতে হয়:

- **Trigger Tag:** কোন ট্যাগের (যেমন: Temperature_Value) মান কত হলে অ্যালার্ম বাজবে তা নির্ধারণ করা।
- **Alarm Message:** অ্যালার্মের সময় অপারেটর স্ক্রিনে কী লেখা দেখবেন (যেমন: "Boiler Pressure High!")।
- **Acknowledgment (Ack):** অপারেটর অ্যালার্মটি দেখেছেন কি না তা নিশ্চিত করার জন্য একটি বাটন কনফিগার করা।
- **History/Logging:** পুরোনো অ্যালার্মগুলো একটি ডাটাবেসে সেভ করা যাতে পরে বিশ্লেষণ করা যায়।

৪. নোটিফিকেশন সিস্টেম (Notification System)

অ্যালার্ম ছাড়াও কিছু সাধারণ তথ্য বা নোটিফিকেশন থাকে:

- **System Messages:** যেমন "Batch Cycle Completed" বা "User Logged In"।
- **Audible Alerts:** গুরুত্বপূর্ণ অ্যালার্মের সাথে বাজার (Buzzer) বা সাইরেন কনফিগার করা।



(ঙ) প্রক্রিয়া ডিজাইন HMI-এর মধ্যে সিমুলেট এবং পরীক্ষা করাঃ

১। সিমুলেশন ও টেস্টিং (Simulation & Testing) কী?

সিমুলেশন হলো একটি ভার্চুয়াল পরীক্ষা। এখানে আসল PLC বা মেশিনের সাথে যুক্ত না হয়েই কম্পিউটারের সফটওয়্যারের মাধ্যমে দেখা হয় যে, এইচএমআই-এর বাটন চাপলে কাজ হচ্ছে কি না বা গ্রাফগুলো ঠিকমতো নড়ছে কি না।

২। সিমুলেশনের প্রধান ধাপসমূহ (Steps of Simulation)

- **Offline Simulation:** এখানে কোনো হার্ডওয়্যার (PLC) ছাড়াই এইচএমআই সফটওয়্যারের ভেতর ইন্টারনাল ট্যাগ ব্যবহার করে পরীক্ষা করা হয়। যেমন: একটি স্লাইডার টেনে দেখা হয় যে ট্যাংকের পানির লেভেল বাড়ছে কি না।
- **Online Simulation / PLC Simulation:** এখানে **PLC Simulator** (যেমন: S7-PLCSIM) ব্যবহার করা হয়। এইচএমআই-এর কমান্ডগুলো সিমুলেটেড পিএলসি-তে যায় এবং সেখান থেকে রেসপন্স ফিরে আসে।
- **I/O Check:** ইনপুট এবং আউটপুট ফিল্ডগুলো সঠিক ডেটা টাইপ (Integer, Real, Boolean) গ্রহণ করছে কি না তা যাচাই করা।

৩। টেস্টিংয়ের সময় যা যাচাই করা হয় (What to Test)

টেস্টিংয়ের সময় নিচের বিষয়গুলো কঠোরভাবে পরীক্ষা করা হয়:

১. **Navigation Testing:** এক স্ক্রিন থেকে অন্য স্ক্রিনে যাওয়ার বাটনগুলো (যেমন: Home, Settings, Alarms) ঠিকমতো কাজ করছে কি না।

২. **Control Logic Validation:** 'Start' বাটন চাপলে পিএলসি-তে সিগন্যাল যাচ্ছে কি না এবং 'Stop' বাটন চাপলে প্রসেস বন্ধ হচ্ছে কি না।

৩. **Alarm Triggering:** কোনো ভেরিয়েবলের মান ইচ্ছাকৃতভাবে বাড়িয়ে (যেমন: তাপমাত্রা ১১০±C করে) দেখা হয় যে অ্যালার্ম পপ-আপ স্ক্রিনে আসছে কি না এবং লাল রঙ দেখাচ্ছে কি না।

৪. **Data Consistency:** পিএলসি-তে যে মান আছে, এইচএমআই স্ক্রিনে হুবহু সেই মানটিই দেখাচ্ছে কি না।

৪। সিমুলেশন ও টেস্টিংয়ের সুবিধাসমূহ-

সুবিধা	বিবরণ
Risk Reduction	আসল মেশিনে কোনো ক্ষতি হওয়ার আগেই ভুলগুলো ধরা পড়ে।
Time Saving	সাইটে (Field) যাওয়ার আগেই লজিকের ভুলগুলো সংশোধন করা যায়।
User Training	অপারেটরদের প্রশিক্ষণ দেওয়ার জন্য সিমুলেশন মোড ব্যবহার করা যায়।
Cost Effective	হার্ডওয়্যার নষ্ট হওয়ার ভয় থাকে না বলে খরচ বাঁচে।

৫। চূড়ান্ত যাচাইকরণ (Final Validation)

সবশেষে একটি **Test Report** তৈরি করা হয়। যদি কোনো বাটন বা ইন্ডিকেটর ঠিকমতো কাজ না করে, তবে ডিজাইনে ফিরে গিয়ে সেটি সংশোধন (Debugging) করা হয় এবং পুনরায় সিমুলেশন চালানো হয়।



সেলফ চেক (Self-check) – ৬.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১: HMI ডিজাইন শুরু করার আগে প্রসেস রিকোয়ারমেন্ট এবং স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা করা কেন জরুরি?
২: HMI ডিজাইনে 'প্রসেস কন্ট্রোল প্যারামিটার' শনাক্ত করা বলতে কী বোঝায়?
৩: এইচএমআই-তে 'ইন্টারঅ্যাক্টিভ এলিমেন্ট' (Interactive Elements) এর কাজ কী?
৪: অ্যালার্ম এবং নোটিফিকেশন সিস্টেম কেন এইচএমআই-তে ইন্টিগ্রেট করা হয়?
৫: এইচএমআই ডিজাইন করার পর সিমুলেশন এবং টেস্টিং কেন করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৬.২

প্রশ্ন ১: HMI ডিজাইন শুরু করার আগে প্রসেস রিকোয়ারমেন্ট এবং স্পেসিফিকেশন পর্যালোচনা করা কেন জরুরি?
উত্তর: প্রসেস রিকোয়ারমেন্ট পর্যালোচনা করলে প্রজেক্টের আসল উদ্দেশ্য, সেফটি স্ট্যান্ডার্ড এবং অপারেশনাল নিড (যেমন: কী কী কন্ট্রোল করতে হবে) পরিষ্কারভাবে বোঝা যায়। এটি ভুল ডিজাইন এবং অকেজো এলিমেন্ট তৈরি করা থেকে বাঁচায়।

প্রশ্ন ২: HMI ডিজাইনে 'প্রসেস কন্ট্রোল প্যারামিটার' শনাক্ত করা বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: এটি হলো প্রসেসের সেই সব মান (যেমন: তাপমাত্রা, প্রেশার, মোটরের আরপিএম বা ট্যাংকের লেভেল) শনাক্ত করা যা অপারেটরকে স্ক্রিনে দেখাতে হবে অথবা নিয়ন্ত্রণ করতে হবে। এটি ছাড়া একটি কার্যকর মনিটরিং সিস্টেম তৈরি করা অসম্ভব।

প্রশ্ন ৩: এইচএমআই-তে 'ইন্টারঅ্যাক্টিভ এলিমেন্ট' (Interactive Elements) এর কাজ কী?
উত্তর: ইন্টারঅ্যাক্টিভ এলিমেন্ট (যেমন: বাটন, সুইচ এবং ইনপুট ফিল্ড) ব্যবহার করে একজন অপারেটর সরাসরি মেশিনের সাথে যোগাযোগ করেন। এর মাধ্যমে মেশিন চালানো (Start), বন্ধ করা (Stop) বা কোনো নির্দিষ্ট মান (Set Point) পরিবর্তন করা যায়।

প্রশ্ন ৪: অ্যালার্ম এবং নোটিফিকেশন সিস্টেম কেন এইচএমআই-তে ইন্টিগ্রেট করা হয়?
উত্তর: সিস্টেমে কোনো অস্বাভাবিক পরিস্থিতি বা বিপদ (যেমন: ওভারহিট বা ইমারজেন্সি স্টপ) দেখা দিলে অপারেটরকে দ্রুত সতর্ক করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়। এটি বড় ধরনের দুর্ঘটনা এড়াতে এবং সিস্টেমের নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে।

প্রশ্ন ৫: এইচএমআই ডিজাইন করার পর সিমুলেশন এবং টেস্টিং কেন করা হয়?
উত্তর: আসল মেশিনে বা কারখানায় এইচএমআই প্যানেলটি বসানোর আগে সেটির লজিক, বাটন এবং গ্রাফগুলো ঠিকমতো কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করার জন্য সিমুলেশন করা হয়। এতে কোনো ঝুঁকি ছাড়াই ডিজাইনের ভুল বা ত্রুটি (Bug) ধরা পড়ে এবং সংশোধন করা যায়।

জব শিট (Job Sheet) – ৬.২

জবের নামঃ HMI-তে অ্যালার্ম এবং নোটিফিকেশন সিস্টেম ইন্টিগ্রেট করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- ট্যাগ আইডেন্টিফিকেশন: পিএলসি প্রোগ্রামের সেই সব ট্যাগ শনাক্ত করুন যেগুলো অ্যালার্ম ট্রিগার করবে (যেমন: High_Temp_Bit বা Pressure_Sensor Value) ।
- অ্যালার্ম ক্লাস তৈরি: গুরুত্ব অনুযায়ী অ্যালার্ম ক্লাস (যেমন: Critical, Warning) তৈরি করুন এবং সেগুলোর জন্য আলাদা রঙ ও শব্দ (Sound) সেট করুন।
- মেসেজ কনফিগারেশন: প্রতিটি অ্যালার্মের জন্য একটি পরিষ্কার বার্তা লিখুন (যেমন: "Tank 1 Level High")।
- অ্যালার্ম ডিসপ্লে ডিজাইন: এইচএমআই স্ক্রিনে একটি 'Alarm Table' বা 'Alarm Banner' যুক্ত করুন যাতে অপারেটর অ্যালার্ম আসার সাথে সাথে দেখতে পান।
- অ্যাকনলেজমেন্ট বাটন (Ack): একটি বাটন কনফিগার করুন যা চেপে অপারেটর নিশ্চিত করবেন যে তিনি অ্যালার্মটি দেখেছেন।
- হিস্ট্রি ও লগিং: অ্যালার্মগুলো যেন একটি ডাটাবেসে বা এক্সেল ফাইলে সেভ হয়, সেই সেটিংস কনফিগার করুন।
- ডাউনলোড ও পরীক্ষা: ডিজাইনটি এইচএমআই-তে ডাউনলোড করুন অথবা সিমুলেটরে চালিয়ে যাচাই করুন।

সতকর্তাঃ

- সঠিক কালার স্ট্যান্ডার্ড: আন্তর্জাতিক স্ট্যান্ডার্ড (যেমন ISA-101) অনুযায়ী রঙ ব্যবহার করুন (যেমন জরুরি অ্যালার্ম সবসময় লাল) ।
- অ্যালার্ম ফ্লাডিং এড়ানো: অপ্রয়োজনীয় বা ছোটখাটো বিষয়ের জন্য অ্যালার্ম সেট করবেন না, এতে অপারেটর বিভ্রান্ত হতে পারেন।
- সঠিক ট্যাগ লিঙ্কিং: ভুল ট্যাগের সাথে অ্যালার্ম লিঙ্ক করলে বিপদের সময় সংকেত পাওয়া যাবে না।
- ডাটা সেভ: কাজ করার সময় নিয়মিত প্রজেক্ট ফাইলটি সেভ করুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৬.২

জবের নামঃ HMI-তে অ্যালার্ম এবং নোটিফিকেশন সিস্টেম ইন্টিগ্রেট করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- অ্যান্টি-স্ট্যাটিক রিস্ট স্ট্র্যাপ (যদি হার্ডওয়্যারে সরাসরি কাজ করেন) ।
- অর্গোনোমিক চেয়ার এবং সঠিক আলোকসজ্জা।
- ল্যাব কোট বা এপ্রন।

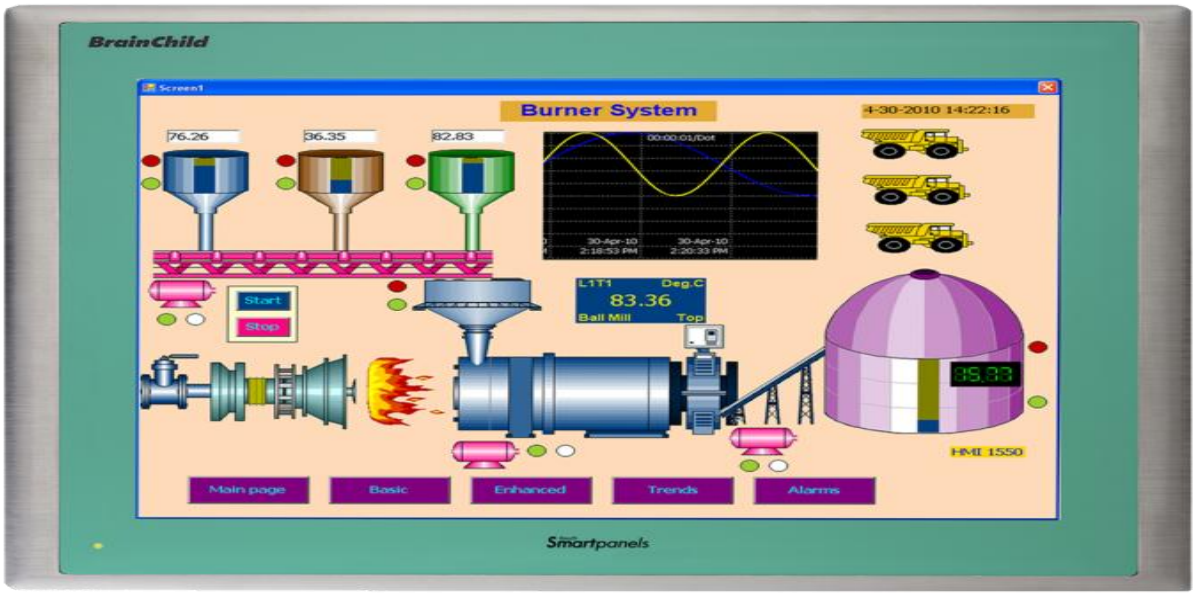
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- কম্পিউটার/ল্যাপটপ: এইচএমআই কনফিগারেশন সফটওয়্যারসহ (যেমন: TIA Portal, FactoryTalk View, বা WinCC)।
- HMI প্যানেল/ডিসপ্লে: (ফিজিক্যাল হার্ডওয়্যার বা সিমুলেটর)।
- PLC (Programmable Logic Controller): ডেটা সোর্স হিসেবে।
- কমিউনিকেশন কেবল: ইথারনেট বা ইউএসবি কেবল (প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে)।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- পিএলসি ট্যাগ লিস্ট (PLC Tag List)।
- অ্যালার্ম লিস্ট (অ্যালার্মের নাম, ট্রিগার ভ্যালু এবং মেসেজসহ)।
- অপারেশনাল ম্যানুয়াল।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৬.৩

শিখন ফল-৩: PLC এবং HMI এর মধ্যে ইন্টারফেস পরিচালনা করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- PLC এবং HMI এর মধ্যে যোগাযোগ সঠিক কমিউনিকেশন প্রোটোকল ব্যবহার করে স্থাপন করা
- PLC এবং HMI এর মধ্যে ডেটা এক্সচেঞ্জ কনফিগার এবং নির্ভুলতা ও নির্ভরযোগ্যতার জন্য যাচাই করা
- সিস্টেমের চাহিদা অনুযায়ী যোগাযোগ সেটিংস সেট করা
- নেটওয়ার্ক সংযোগ এবং ওয়্যারিং পরিদর্শন এবং সঠিক ইন্টারফেস অপারেশন নিশ্চিত করার জন্য নিশ্চিত করা
- PLC এবং HMI এর মধ্যে যোগাযোগ সমস্যা চিহ্নিত এবং সমাধান করতে ট্রাবলশুটিং পদ্ধতি প্রয়োগ করা
- ইন্টারফেসের কার্যকারিতা মনিটর করা

(ক) PLC এবং HMI এর মধ্যে যোগাযোগ সঠিক কমিউনিকেশন প্রোটোকল ব্যবহার করে স্থাপন করাঃ

শিল্প কলকারখানায় অটোমেশনের ক্ষেত্রে PLC (Programmable Logic Controller) এবং HMI (Human-Machine Interface)-এর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন মূলত হার্ডওয়্যার সংযোগ এবং সফটওয়্যার প্রোটোকলের একটি সমন্বয়।

নিচে PLC এবং HMI-এর মধ্যে যোগাযোগের প্রক্রিয়া বর্ণনা করা হলো:

১. ফিজিক্যাল কানেকশন (Physical Connection)

প্রথমে PLC এবং HMI-কে একটি তার বা ক্যাবলের মাধ্যমে যুক্ত করতে হয়। বর্তমানে প্রধানত তিন ধরনের মাধ্যম ব্যবহার করা হয়:

- **Ethernet (RJ45):** এটি বর্তমানে সবচেয়ে জনপ্রিয়। এর মাধ্যমে দ্রুত ডেটা আদান-প্রদান করা যায়।
- **Serial Communication:** পুরনো সিস্টেমগুলোতে RS-232 বা RS-485 পোর্ট ব্যবহার করা হয়।
- **USB:** অনেক সময় প্রোগ্রাম আপলোড বা ছোট কাজের জন্য সরাসরি USB ক্যাবল ব্যবহার করা হয়।

২. কমিউনিকেশন প্রোটোকল (Communication Protocols)

প্রোটোকল হলো এক সেট নিয়ম যা নির্ধারণ করে PLC এবং HMI কীভাবে একে অপরের সাথে কথা বলবে। সঠিক প্রোটোকল নির্বাচন না করলে যোগাযোগ সম্ভব নয়।

- **Modbus (TCP/IP or RTU):** এটি একটি ওপেন স্ট্যান্ডার্ড প্রোটোকল যা বিভিন্ন ব্র্যান্ডের ডিভাইসের মধ্যে যোগাযোগে ব্যবহৃত হয়।
- **Profinet/Profibus:** সাধারণত Siemens PLC-এর ক্ষেত্রে এটি বেশি ব্যবহৃত হয়।
- **EtherNet/IP:** Rockwell Automation বা Allen-Bradley সিস্টেমে এটি বেশি দেখা যায়।

৩. ইন্টারফেসিং প্রক্রিয়া (The Interfacing Steps)

একটি প্রসেস ভিজ্যুয়ালাইজ করার জন্য নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়:

ক. আইপি অ্যাড্রেস কনফিগারেশন (IP Configuration)

যদি ইথারনেট ব্যবহার করা হয়, তবে PLC এবং HMI উভয় ডিভাইসে একই সাবনেট মাস্কের অধীনে আলাদা আলাদা **IP Address** সেট করতে হয়। যেমন:

- PLC IP: 192.168.0.1
- HMI IP: 192.168.0.2

খ. ড্রাইভার সিলেকশন (Driver Selection)

HMI সফটওয়্যারে (যেমন: TIA Portal, EasyBuilder, বা FactoryTalk) গিয়ে নির্দিষ্ট PLC মডেলের জন্য সঠিক **Communication Driver** সিলেক্ট করতে হয়।

গ. ট্যাগ ম্যাপিং (Tag Mapping)

এটি সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। PLC-এর মেমোরি অ্যাড্রেসকে (যেমন: %M0.0 বা Register 40001) HMI-এর একটি **Tag**-এর সাথে লিঙ্ক করা হয়।

- **উদাহরণ:** যদি PLC-তে একটি মটর চালু করার সুইচ থাকে, তবে HMI-তে একটি বাটন তৈরি করে সেই সুইচের অ্যাড্রেসের সাথে যুক্ত করে দিতে হবে।

৪. প্রসেস ভিজ্যুয়ালাইজেশন (Process Visualization)

কমিউনিকেশন সফলভাবে স্থাপিত হলে HMI স্ক্রিনে নিচের বিষয়গুলো দেখা যায়:

- **Real-time Monitoring:** সেন্সর বা মটরের বর্তমান অবস্থা দেখা।
- **Control:** HMI স্ক্রিন থেকে কমান্ড দিয়ে PLC-কে নিয়ন্ত্রণ করা।
- **Alarms:** সিস্টেমে কোনো ত্রুটি দেখা দিলে স্ক্রিনে সতর্কবার্তা আসা।
- **Data Logging:** গ্রাফ বা চার্টের মাধ্যমে পুরনো ডেটা দেখা

(খ) PLC এবং HMI এর মধ্যে ডেটা এক্সচেঞ্জ কনফিগার এবং নির্ভুলতা ও নির্ভরযোগ্যতার জন্য যাচাই করাঃ

PLC এবং HMI-এর মধ্যে ডেটা আদান-প্রদান কনফিগারেশন-

PLC এবং HMI-এর মধ্যে ডেটা বিনিময়ের মূল উদ্দেশ্য হলো মেশিনের অবস্থা মনিটর করা এবং কন্ট্রোল করা। এটি সঠিকভাবে কাজ করার জন্য নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়:

ক. কমিউনিকেশন প্যারামিটার সেটআপ (Configuration)

প্রথমে উভয় ডিভাইসের মধ্যে একটি সাধারণ যোগাযোগের মাধ্যম নিশ্চিত করতে হয়।

- **IP Address ও Subnet Mask:** যদি ইথারনেট ব্যবহার করা হয়, তবে নিশ্চিত করতে হবে যেন PLC এবং HMI একই নেটওয়ার্ক রেঞ্জে থাকে।
- **Baud Rate ও Parity:** সিরিয়াল কমিউনিকেশনের (RS-232/485) ক্ষেত্রে উভয় ডিভাইসের ডেটা ট্রান্সমিশন স্পিড বা বড রেট একই হতে হবে।
- **Station Address:** নেটওয়ার্কে প্রতিটি ডিভাইসের একটি অনন্য (Unique) আইডি বা অ্যাড্রেস থাকতে হবে।

খ. ট্যাগ কনফিগারেশন (Tag Configuration)

HMI সরাসরি PLC-এর হার্ডওয়্যার বোঝে না, সে বোঝে **Tags**।

- **Read/Write Access:** প্রতিটি ট্যাগের জন্য সেটি শুধু পড়ার (Read Only) জন্য নাকি কমান্ড দেওয়ার (Read/Write) জন্য, তা নির্দিষ্ট করে দিতে হয়।
- **Data Types:** ডেটা আদান-প্রদানের সময় ডেটা টাইপ (যেমন: Boolean, Integer, বা Real/Float) মিল থাকতে হবে। অন্যথায় ভুল মান প্রদর্শিত হবে।

২. সঠিকতা যাচাইকরণ (Verification for Accuracy)

কনফিগারেশন শেষ করার পর ডেটা সঠিকভাবে আসছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়:

- **Value Matching:** PLC-এর মেমোরিতে যে ভ্যালু আছে (যেমন: মোটরের স্পিড ৫০ Hz), HMI স্ক্রিনেও ঠিক সেই একই মান দেখা যাচ্ছে কি না তা মিলিয়ে দেখা।

- **Bit Testing**: HMI থেকে একটি সুইচ অন করলে PLC-এর নির্দিষ্ট আউটপুট বিটটি হাই (High) হচ্ছে কি না তা পর্যবেক্ষণ করা।
- **Scaling Verification**: এনালগ ডেটার ক্ষেত্রে (যেমন: তাপমাত্রা ০-১০০±C) স্কেলিং ঠিক আছে কি না তা যাচাই করা।

৩. নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিতকরণ (Verification for Reliability)

সিস্টেমটি দীর্ঘমেয়াদে বা কঠিন পরিস্থিতিতেও ঠিকমতো কাজ করবে কি না তা নিশ্চিত করতে এই ধাপটি প্রয়োজন:

- **Communication Cycle Time**: ডেটা কত দ্রুত আপডেট হচ্ছে তা দেখা। যদি আপডেট হতে অনেক দেরি হয়, তবে রিয়েল-টাইম কন্ট্রোল ব্যাহত হতে পারে।
- **Error Handling**: যদি ক্যাবল খুলে যায় বা সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়, তবে HMI স্ক্রিনে যেন "Communication Error" বা "Disconnected" মেসেজ দেখায়, তা নিশ্চিত করা।
- **Noise Immunity**: ইন্ডাস্ট্রিয়াল পরিবেশে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্টারফারেন্স (EMI) থাকে। তাই শিল্ডেড ক্যাবল ব্যবহার করে ডেটা লস কমানো হয়েছে কি না তা যাচাই করা।

(গ) সিস্টেমের চাহিদা অনুযায়ী যোগাযোগ সেটিংস সেট করা, এবং নেটওয়ার্ক সংযোগ ও ওয়্যারিং পরিদর্শন এবং সঠিক ইন্টারফেস অপারেশন নিশ্চিত করাঃ

১. সিস্টেমের প্রয়োজন অনুযায়ী কমিউনিকেশন সেটিংস (Communication Settings)

সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা বা রিকয়্যারমেন্ট অনুযায়ী PLC এবং HMI-এর প্যারামিটারগুলো কনফিগার করতে হয়। এটি নিশ্চিত করে যে দুটি ডিভাইস একই "ফ্রিকোয়েন্সিতে" কাজ করছে।

- **প্রোটোকল নির্বাচন (Protocol Selection)**: সিস্টেম ডিজাইনের ওপর ভিত্তি করে সঠিক প্রোটোকল (যেমন: **Profinet, Modbus TCP, বা Ethernet/IP**) সিলেক্ট করতে হয়।
- **আইপি অ্যাড্রেসিং (IP Addressing)**: নেটওয়ার্ক সেটিংসের ক্ষেত্রে PLC এবং HMI-কে একই সাবনেটের অধীনে থাকতে হয়। যেমন:
    - PLC IP: 192.168.1.10
    - HMI IP: 192.168.1.11
    - Subnet Mask: 255.255.255.0
- **বড রেট এবং স্টপ বিট (Baud Rate & Stop Bits)**: যদি সিরিয়াল পোর্ট (RS-232/485) ব্যবহার করা হয়, তবে উভয় ডিভাইসের ডেটা ট্রান্সমিশন স্পিড (যেমন: 9600 bps বা 19200 bps) হুবহু মিল থাকতে হবে।
- **আপডেট রেট (Scan Time/Update Rate)**: সিস্টেমের রিয়েল-টাইম রিকয়ারমেন্ট অনুযায়ী ডেটা রিফ্রেশ রেট (যেমন: ১০০ মিলি-সেকেন্ড) সেট করতে হয়।

২. নেটওয়ার্ক কানেকশন এবং ওয়্যারিং পরিদর্শন (Inspection of Connections)

সফটওয়্যার কনফিগারেশন ঠিক থাকলেও যদি তার বা ক্যাবল সংযোগে ত্রুটি থাকে, তবে ইন্টারফেস কাজ করবে না। তাই এটি পরিদর্শন এবং নিশ্চিত (Confirm) করা প্রয়োজন।

- **তারের ধরন যাচাই (Cable Type)**: সঠিক ক্যাবল ব্যবহার করা হয়েছে কি না তা দেখা। যেমন- ইথারনেটের জন্য **Cat6** বা সিরিয়ালের জন্য **Shielded Twisted Pair** ক্যাবল।
- **শারীরিক সংযোগ বা কানেক্টিভিটি (Physical Connectivity)**:
    - কানেক্টরগুলো (RJ45 বা DB9) পোর্টে শক্তভাবে লাগানো আছে কি না তা পরীক্ষা করা।
    - ক্যাবলে কোনো কাটা বা ড্যামেজ আছে কি না তা দেখা।

- **নয়েজ প্রোটেকশন (EMI Shielding):** ইন্ডাস্ট্রিয়াল পরিবেশে মোটরের হাই ভোল্টেজ তারের পাশ দিয়ে কমিউনিকেশন তার নিলে নয়েজ তৈরি হতে পারে। তাই তারগুলো যেন পাওয়ার ক্যাবল থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে থাকে এবং প্রপারলি গ্রাউন্ডিং করা থাকে তা নিশ্চিত করা।
- **কন্টিনিউটি টেস্ট (Continuity Test):** মাল্টিমিটার ব্যবহার করে তারের এক মাথা থেকে অন্য মাথা পর্যন্ত সংযোগ ঠিক আছে কি না তা পরীক্ষা করা।

৩. ইন্টারফেস অপারেশন নিশ্চিতকরণ (Confirmation of Operation)

সবকিছু পরিদর্শন করার পর অপারেশন ঠিক আছে কি না তা নিচের পদ্ধতিতে নিশ্চিত করা হয়:

- **পিং টেস্ট (Ping Test):** পিসি বা ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করে দেখা হয় যে নেটওয়ার্কে ডিভাইসগুলো রেসপন্স করছে কি না।
- **এলইডি স্ট্যাটাস (LED Status Indication):** PLC এবং HMI-এর কমিউনিকেশন পোর্টের কাছে থাকা LED (যেমন: Link/Act light) জ্বলে উঠছে কি না তা দেখা। যদি এটি ব্লিংক (Blink) করে, তবে বুঝতে হবে ডেটা আদান-প্রদান হচ্ছে।
- **অনলাইন ডায়াগনস্টিকস:** সফটওয়্যারের মাধ্যমে "Node Search" করে ডিভাইসগুলোর অনলাইন স্ট্যাটাস নিশ্চিত করা।

চেকলিস্ট (Verification Checklist)

বিষয়	কি চেক করতে হবে	ফলাফল
Settings	IP Address, Subnet Mask, Gateway	সঠিক ও ইউনিক হতে হবে।
Wiring	Tightness of connectors, Shielding	লুজ কানেকশন থাকা যাবে না।
Network	Network Switch/Hub power	সুইচ চালু থাকতে হবে।
Safety	Proper Grounding/Earthing	নয়েজ কমানোর জন্য জরুরি।

(ঘ) PLC এবং HMI এর মধ্যে যোগাযোগ সমস্যা চিহ্নিত এবং সমাধান করতে ট্রাবলশুটিং পদ্ধতি প্রয়োগ করাঃ

PLC এবং HMI-এর মধ্যে কমিউনিকেশন সমস্যা চিহ্নিত করা এবং তা সমাধান করার জন্য **Troubleshooting** বা ত্রুটি অনুসন্ধান পদ্ধতি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। **Perform Process Visualization (HMI)** ইউনিটের অধীনে এই পদ্ধতিগুলো নিচে সহজভাবে বর্ণনা করা হলো:

১. সমস্যা শনাক্তকরণ (Identifying the Issues)

কমিউনিকেশন কাজ না করলে সাধারণত HMI স্ক্রিনে **"Comm. Error"**, **"PLC No Response"**, অথবা **"Disconnected"** জাতীয় মেসেজ আসে। সমস্যাটি হার্ডওয়্যার না সফটওয়্যার তা বুঝতে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়:

- **LED স্ট্যাটাস চেক:** PLC এবং HMI-এর পোর্টের পাশে থাকা কমিউনিকেশন LED (যেমন: LNK/ACT) পরীক্ষা করুন। যদি আলো না জ্বলে, তবে বুঝতে হবে সংযোগে সমস্যা আছে।

- **Error Code বিশ্লেষণ:** HMI স্ক্রিনে কোনো নির্দিষ্ট এরর কোড (যেমন: Error 0x01) দেখাচ্ছে কি না তা নোট করুন। ম্যানুয়াল দেখে এই কোডের মানে বোঝা যায়।

২. ট্রাবলশুটিং পদ্ধতি (Troubleshooting Procedures)

ক. ফিজিক্যাল লেয়ার চেক (Physical Layer Check)

বেশিরভাগ সমস্যা ক্যাবল বা কানেকশন থেকে হয়:

- **ক্যাবল সংযোগ:** ইথারনেট বা সিরিয়াল ক্যাবলটি পোর্টে লুজ হয়ে আছে কি না তা দেখুন। প্রয়োজনে ক্যাবলটি খুলে পুনরায় লাগান।
- **ক্যাবল ড্যামেজ:** ক্যাবল কোথাও কাটা বা অতিরিক্ত বাঁকানো কি না তা পরীক্ষা করুন। প্রয়োজনে অন্য একটি ভালো ক্যাবল দিয়ে চেষ্টা করুন।
- **পাওয়ার সাপ্লাই:** নিশ্চিত করুন যে PLC এবং HMI উভয় ডিভাইসেই সঠিক ভোল্টেজের পাওয়ার সাপ্লাই আছে।

খ. নেটওয়ার্ক ও সফটওয়্যার কনফিগারেশন চেক

যদি হার্ডওয়্যার ঠিক থাকে, তবে সফটওয়্যার সেটিংস পরীক্ষা করতে হবে:

- **Ping Test:** ল্যাপটপ ব্যবহার করে PLC এবং HMI-এর IP Address-এ 'Ping' পাঠিয়ে দেখুন রেসপন্স পাওয়া যায় কি না।
- **IP Address ও সাবনেট মাস্ক:** নিশ্চিত করুন যে দুটি ডিভাইসের IP একই সিরিজের (যেমন: 192.168.0.x) এবং সাবনেট মাস্ক একই।
- **প্রোটোকল ম্যাচিং:** HMI-তে যে কমিউনিকেশন ড্রাইভার বা প্রোটোকল (যেমন: Modbus বা Profinet) সিলেক্ট করা হয়েছে, তা PLC-এর সাথে মিল আছে কি না যাচাই করুন।

গ. ট্যাগ এবং অ্যাড্রেস ভেরিফিকেশন (Tag Verification)

কখনও কখনও সংযোগ ঠিক থাকলেও নির্দিষ্ট কিছু ডেটা দেখা যায় না:

- **ভুল অ্যাড্রেস:** HMI-তে দেওয়া PLC অ্যাড্রেস বা রেজিস্টার নম্বর সঠিক কি না তা চেক করুন।
- **ডেটা টাইপ:** PLC-তে যদি ডেটা 'Integer' হয় এবং HMI-তে 'Real' সেট করা থাকে, তবে এরর দেখাতে পারে।

৩. সমস্যা সমাধান (Resolving the Issues)

সমস্যা চিহ্নিত হওয়ার পর নিচের পদক্ষেপগুলো নিন:

- **রিসেট/রিস্টার্ট:** অনেক সময় PLC এবং HMI রিস্টার্ট দিলে ছোটখাটো বাফার সমস্যা সমাধান হয়ে যায়।
- **ফার্মওয়্যার আপডেট:** যদি ডিভাইসগুলোর মধ্যে সামঞ্জস্য (Compatibility) না থাকে, তবে ফার্মওয়্যার আপডেট করার প্রয়োজন হতে পারে।
- **নয়েজ রিডাকশন:** যদি ডেটা মাঝে মাঝে আসে আর যায়, তবে কমিউনিকেশন তারটিকে হাই-ভোল্টেজ পাওয়ার লাইন থেকে দূরে সরিয়ে রাখুন এবং শিল্ডেড ক্যাবল ব্যবহার করুন।

ট্রাবলশুটিং চেকলিস্ট (Quick Checklist)

ধাপ	চেক পয়েন্ট	সম্ভাব্য সমাধান
১	ক্যাবল কানেকশন	কানেক্টর টাইট করুন বা ক্যাবল পরিবর্তন করুন।
২	IP Address	উভয় ডিভাইসে একই নেটওয়ার্ক রেঞ্জ নিশ্চিত করুন।

ধাপ	চেক পয়েন্ট	সম্ভাব্য সমাধান
৩	প্রোটোকল সেটিংস	ড্রাইভার এবং স্টেশন আইডি (Station ID) চেক করুন।
৪	স্ট্যাটাস লাইট	পোর্টের LED ব্লিংক করছে কি না নিশ্চিত করুন।

(ঙ) ইন্টারফেসের কার্যকারিতা মনিটর করাঃ

PLC এবং HMI-এর মধ্যে ইন্টারফেস স্থাপনের পর এর পারফরম্যান্স বা কার্যকারিতা নিয়মিত পর্যবেক্ষণ (Monitor) করা অত্যন্ত জরুরি। এটি নিশ্চিত করে যে সিস্টেমটি কোনো বিলম্ব (Delay) ছাড়াই রিয়েল-টাইমে ডেটা আদান-প্রদান করছে। **Perform Process Visualization (HMI)** ইউনিটের অধীনে ইন্টারফেস পারফরম্যান্স মনিটরিংয়ের ধাপগুলো নিচে আলোচনা করা হলো:

১. ইন্টারফেস পারফরম্যান্স মনিটরিং (Interface Performance Monitoring)

ইন্টারফেস মনিটরিং বলতে বোঝায় PLC থেকে HMI-তে ডেটা আসার গতি এবং নির্ভুলতা পর্যবেক্ষণ করা। এর প্রধান দিকগুলো হলো:

- **কমিউনিকেশন সাইকেল টাইম (Cycle Time):** একটি সিগন্যাল PLC থেকে HMI-তে পৌঁছাতে কত সময় নিচ্ছে তা দেখা। যদি এই সময় বেশি হয় (যেমন ১ সেকেন্ডের বেশি), তবে স্ক্রিনে ভ্যালু আপডেট হতে দেরি হবে।
- **আপডেট রেট যাচাই (Update Rate):** গুরুত্বপূর্ণ প্যারামিটারগুলো (যেমন: প্রেসার বা টেম্পারেচার) প্রতি সেকেন্ডে অন্তত কয়েকবার আপডেট হচ্ছে কি না তা নিশ্চিত করা।
- **ডেটা লস বা এরর কাউন্ট:** কমিউনিকেশনের সময় কত শতাংশ প্যাকেট বা ডেটা ড্রপ করছে তা সফটওয়্যারের ডায়াগনস্টিক টুলের মাধ্যমে দেখা।

২. মনিটরিং পদ্ধতি ও টুলস (Methods and Tools)

পারফরম্যান্স মনিটর করার জন্য সাধারণত নিচের পদ্ধতিগুলো ব্যবহার করা হয়:

ক. সফটওয়্যার ডায়াগনস্টিকস (Software Diagnostics)

আধুনিক HMI সফটওয়্যারগুলোতে (যেমন: Siemens TIA Portal বা Mitsubishi GT Designer) বিল্ট-ইন ডায়াগনস্টিক উইন্ডো থাকে। এখান থেকে লাইভ দেখা যায় যে PLC-এর সাথে কানেকশন "Healthy" কি না।

খ. হার্টবিট সিগন্যাল (Heartbeat Signal)

এটি একটি অত্যন্ত কার্যকর পদ্ধতি। PLC-তে একটি টাইমার ব্যবহার করে একটি বিট (Bit) অন-অফ করা হয় এবং HMI-তে সেই বিটটি পর্যবেক্ষণ করা হয়। যদি HMI দেখে যে বিটটি আর পরিবর্তন হচ্ছে না, তবে বোঝা যায় ইন্টারফেসে সমস্যা হয়েছে।

৩. পারফরম্যান্সের ওপর প্রভাব ফেলে এমন বিষয়সমূহ

মনিটর করার সময় নিচের বিষয়গুলো খেয়াল রাখতে হয়:

- **নেটওয়ার্ক ট্রাফিক (Network Traffic):** একই নেটওয়ার্কে যদি অনেক বেশি ডিভাইস থাকে, তবে ইন্টারফেস স্লো হয়ে যেতে পারে।
- **ট্যাগ সংখ্যা (Number of Tags):** যদি একটি স্ক্রিনে হাজার হাজার ট্যাগ একসাথে রিড করা হয়, তবে পারফরম্যান্স কমে যায়। অপ্রয়োজনীয় ট্যাগ স্ক্যানিং বন্ধ রাখা উচিত।

- **ক্যাবল কোয়ালিটি:** নিম্নমানের বা নয়েজযুক্ত ক্যাবল ডেটা ট্রান্সমিশন স্পিড কমিয়ে দেয়।

৪. পারফরম্যান্স মনিটরিংয়ের সুবিধা

- **দ্রুত ত্রুটি শনাক্তকরণ:** কোনো সমস্যা বড় হওয়ার আগেই তা চিহ্নিত করা যায়।
- **সিস্টেম অপ্টিমাইজেশন:** ডেটা আপডেট রেট বাড়িয়ে প্রসেস কন্ট্রোলকে আরও নিখুঁত করা যায়।
- **নিরাপত্তা নিশ্চিতকরণ:** ইন্টারফেস ফেল করলে সিস্টেম যেন অটোমেটিক সেফ মোডে চলে যায়, তা নিশ্চিত করা সম্ভব হয়।

সারসংক্ষেপ (Monitoring Checklist)

মনিটরিং পয়েন্ট	লক্ষ্য	কাঙ্ক্ষিত ফলাফল
Response Time	ডেটা আসার গতি।	১০০-৫০০ মিলি-সেকেন্ড।
Error Log	কতবার ডিসকানেক্ট হয়েছে।	শূন্য বা অত্যন্ত কম।
CPU Load	PLC/HMI-এর ওপর চাপ।	৫০-৭০% এর নিচে।
LED Status	ফিজিক্যাল পোর্টের অবস্থা।	সবুজ বা ব্লিংকিং লাইট।

সেলফ চেক (Self-check) – ৬.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১: PLC এবং HMI-এর মধ্যে যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত দুটি জনপ্রিয় প্রোটোকলের নাম কী?
২: কমিউনিকেশন প্রোটোকল বলতে কী বোঝায়?
৩: HMI-তে 'Tag Configuration' কেন করা হয়?
৪: ডেটা এক্সচেঞ্জের নির্ভুলতা (Accuracy) কীভাবে যাচাই করা যায়?
৫: ইথারনেট কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে কোন দুটি সেটিংস মিল থাকা জরুরি?
৬: সিরিয়াল কমিউনিকেশনের (RS-485) ক্ষেত্রে 'Baud Rate' বলতে কী বোঝায়?
৭: কমিউনিকেশন লাইনে 'Shielded Cable' ব্যবহারের সুবিধা কী?
৮: কানেকশন ইনস্পেকশন করার সময় কোন বিষয়টিতে গুরুত্ব দিতে হয়?
৯: HMI স্ক্রিনে "PLC No Response" দেখালে প্রাথমিক পদক্ষেপ কী হওয়া উচিত?
১০: 'Ping' কমান্ড কেন ব্যবহার করা হয়?
১১: 'Heartbeat Signal' বলতে কী বোঝায়?
১২: ইন্টারফেস পারফরম্যান্স কেন নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করা প্রয়োজন?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৬.৩

প্রশ্ন ১: PLC এবং HMI-এর মধ্যে যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত দুটি জনপ্রিয় প্রোটোকলের নাম কী?
উত্তর: PLC এবং HMI-এর মধ্যে যোগাযোগের জন্য বহুল ব্যবহৃত দুটি প্রোটোকল হলো Modbus (TCP/IP বা RTU) এবং Profinet।

প্রশ্ন ২: কমিউনিকেশন প্রোটোকল বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: প্রোটোকল হলো এক সেট নিয়ম বা ডিজিটাল ভাষা যা নিশ্চিত করে যে PLC এবং HMI একে অপরের পাঠানো তথ্য সঠিকভাবে বুঝতে পারছে।

প্রশ্ন ৩: HMI-তে 'Tag Configuration' কেন করা হয়?
উত্তর: PLC-এর নির্দিষ্ট মেমোরি অ্যাড্রেস (যেমন: %M0.0) থেকে ডেটা পড়ার বা সেখানে কমান্ড পাঠানোর জন্য HMI-তে ট্যাগ কনফিগার করা হয়।

প্রশ্ন ৪: ডেটা এক্সচেঞ্জের নির্ভুলতা (Accuracy) কীভাবে যাচাই করা যায়?
উত্তর: PLC-তে বিদ্যমান ভ্যালু এবং HMI স্ক্রিনে প্রদর্শিত ভ্যালু মিলিয়ে দেখার মাধ্যমে নির্ভুলতা যাচাই করা যায়।
প্রশ্ন ৫: ইথারনেট কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে কোন দুটি সেটিংস মিল থাকা জরুরি?

উত্তর: উভয় ডিভাইসের IP Address একই সাবনেটের অন্তর্ভুক্ত হতে হবে এবং তাদের Subnet Mask একই হতে হবে।

প্রশ্ন ৬: সিরিয়াল কমিউনিকেশনের (RS-485) ক্ষেত্রে 'Baud Rate' বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: Baud Rate হলো ডেটা ট্রান্সমিশনের গতি। যদি উভয় ডিভাইসের Baud Rate (যেমন: 9600 bps) এক না হয়, তবে যোগাযোগ সফল হবে না।

প্রশ্ন ৭: কমিউনিকেশন লাইনে 'Shielded Cable' ব্যবহারের সুবিধা কী?
উত্তর: এটি ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্টারফারেন্স (EMI) বা বাইরের বৈদ্যুতিক নয়েজ থেকে ডেটাকে রক্ষা করে এবং সিগন্যাল লস কমায়।

প্রশ্ন ৮: কানেকশন ইনস্পেকশন করার সময় কোন বিষয়টিতে গুরুত্ব দিতে হয়?
উত্তর: কানেক্টরগুলো (RJ45 বা DB9) পোর্টে শক্তভাবে লাগানো আছে কি না এবং ক্যাবল কোথাও ড্যামেজ আছে কি না তা গুরুত্বের সাথে দেখতে হয়।

প্রশ্ন ৯: HMI স্ক্রিনে "PLC No Response" দেখালে প্রাথমিক পদক্ষেপ কী হওয়া উচিত?
উত্তর: প্রথমে কমিউনিকেশন ক্যাবল এবং পোর্টের LED স্ট্যাটাস চেক করতে হবে। এরপর IP সেটিংস সঠিক আছে কি না তা যাচাই করতে হবে।

প্রশ্ন ১০: 'Ping' কমান্ড কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: নেটওয়ার্কে PLC এবং HMI একে অপরের সাথে কানেক্টেড কি না বা তারা রেসপন্স করছে কি না তা দ্রুত যাচাই করতে ল্যাপটপ থেকে Ping কমান্ড ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন ১১: 'Heartbeat Signal' বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: এটি একটি বিশেষ সিগন্যাল যা নিয়মিত বিরতিতে PLC এবং HMI-এর মধ্যে আদান-প্রদান হয়, যাতে বোঝা যায় ইন্টারফেসটি বর্তমানে সচল বা 'Live' আছে।

প্রশ্ন ১২: ইন্টারফেস পারফরম্যান্স কেন নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করা প্রয়োজন?
উত্তর: ডেটা আপডেট হতে কোনো বিলম্ব (Delay) হচ্ছে কি না এবং সিস্টেমে কোনো এরর আছে কি না তা জানার জন্য এটি প্রয়োজন।

জব শিট (Job Sheet) – ৬.৩

জবের নামঃ PLC এবং HMI-এর মধ্যে ইন্টারফেস এবং কমিউনিকেশন স্থাপন করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. হার্ডওয়্যার সংযোগ: প্রথমে PLC এবং HMI-কে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের সাথে যুক্ত করুন। এরপর ইথারনেট বা সিরিয়াল ক্যাবল দিয়ে ডিভাইস দুটির মধ্যে ফিজিক্যাল কানেকশন দিন।

২. IP Address সেট করা: ল্যাপটপের মাধ্যমে PLC এবং HMI উভয় ডিভাইসে একই নেটওয়ার্ক রেঞ্জের আইপি অ্যাড্রেস সেট করুন (যেমন: ১৯২.১৬৮.০.১০ এবং ১৯২.১৬৮.০.১১) ।

৩. সফটওয়্যার কনফিগারেশন: HMI প্রোগ্রামিং সফটওয়্যারে গিয়ে সঠিক PLC মডেল এবং কমিউনিকেশন প্রোটোকল (যেমন: Modbus TCP বা Profinet) নির্বাচন করুন।

৪. ট্যাগ তৈরি (Tag Creation): PLC-তে থাকা ইনপুট/আউটপুট অ্যাড্রেসগুলোকে (যেমন: %M0.0) HMI-এর ট্যাগের সাথে লিঙ্ক করুন।

৫. প্রোগ্রাম ডাউনলোড: কনফিগারেশন শেষ হলে HMI এবং PLC-তে প্রোগ্রাম ডাউনলোড করুন।

৬. নির্ভুলতা যাচাই (Verification): HMI স্ক্রিনের একটি বাটন চেপে দেখুন PLC-এর নির্দিষ্ট আউটপুট কাজ করছে কি না এবং ডেটা সঠিক দেখাচ্ছে কি না।

সতর্কতা (Precautions)

- পাওয়ার সাপ্লাই সংযোগ দেওয়ার আগে ভোল্টেজ (24V DC) মাল্টিমিটার দিয়ে মেপে নিশ্চিত হয়ে নিন। ভুল ভোল্টেজে ডিভাইস নষ্ট হতে পারে।
- কমিউনিকেশন ক্যাবল যেন কোনোভাবেই হাই-ভোল্টেজ পাওয়ার লাইনের সমান্তরালে না থাকে (নয়েজ এড়াতে)।
- কমিউনিকেশন পোর্টে ক্যাবল লাগানোর সময় অতিরিক্ত চাপ দেবেন না।
- নেটওয়ার্কে একই আইপি অ্যাড্রেস (Duplicate IP) যেন দুটি ডিভাইসে না থাকে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৬.৩

জবের নামঃ PLC এবং HMI-এর মধ্যে ইন্টারফেস এবং কমিউনিকেশন স্থাপন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- সেফটি জুতো (Safety Shoes)
- ইলেক্ট্রিক্যাল হ্যান্ড গ্লাভস (Insulated Gloves)
- অ্যান্টি-স্ট্যাটিক রিস্ট ব্যান্ড (Anti-static Wrist Band)
- অ্যাপ্রন বা কাজের পোশাক (Work Uniform)

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- PLC: (যেমন: Siemens S7-1200, Mitsubishi, বা Delta)
- HMI Unit: (যেমন: KTP700, DOP-107, বা অনুরূপ)

- Programming PC/Laptop: সফটওয়্যার ইনস্টল করা ল্যাপটপ।
- Communication Cables: Ethernet (Cat6) বা Serial (RS-232/485) ক্যাবল।
- Screw Driver Set: তার সংযোগ দেওয়ার জন্য।
- Multimeter: ভোল্টেজ এবং কন্টিনিউটি চেক করার জন্য।
- Network Switch: একাধিক ডিভাইসের সংযোগের জন্য (প্রয়োজন সাপেক্ষে) ।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- RJ45 কানেক্টর।
- ক্যাবল টাই (Cable Ties)।
- ফেরুল (Ferrules) এবং নাম্বারিং ট্যাগ।
- পাওয়ার ক্যাবল (24V DC)।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

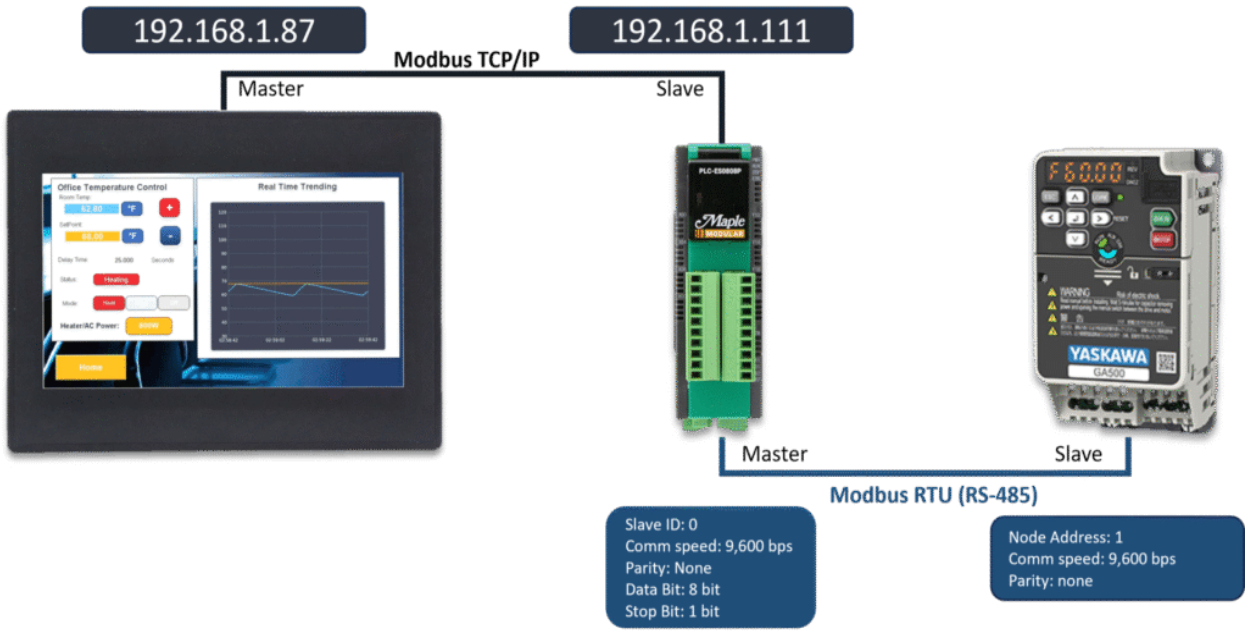


Figure: Establishing an Interface & Communication between PLC and HMI

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৬.৪

শিখন ফল-৪: HMI-এ প্রসেস ভিজ্যুয়্যালাইজ করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- প্রক্রিয়া প্রবাহ এবং অপারেশনাল প্যারামিটারগুলি ভিজ্যুয়্যালাইজেশন-এর উদ্দেশ্যে ব্যাখ্যা এবং বিশ্লেষণ
- প্রক্রিয়া ভেরিয়েবলগুলি সঠিকভাবে উপস্থাপন করতে উপযুক্ত গ্রাফিক্যাল উপাদান এবং ইনডিকেটর নির্বাচন এবং কনফিগার করা
- প্রক্রিয়া ডেটা ইনটিগ্রেট করা ও রিয়েল-টাইমে HMI স্ক্রীনে চার্ট, গেজ এবং ট্রেন্ড গ্রাফের মাধ্যমে প্রদর্শণ, এবং ইন্টারঅ্যাকটিভ উপাদান ও অ্যালার্ম প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ ও পর্যবেক্ষণের জন্য অন্তর্ভুক্তকরণ
- ভিজ্যুয়্যালাইজেশন পরীক্ষা এবং বৈধতা যাচাইকরণ যাতে সঠিকতা এবং প্রতিক্রিয়া নিশ্চিত হয়

(ক) প্রক্রিয়া প্রবাহ এবং অপারেশনাল প্যারামিটারগুলি ভিজ্যুয়্যালাইজেশন-এর উদ্দেশ্যে ব্যাখ্যা এবং বিশ্লেষণঃ

ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন সিস্টেমে **Perform Process Visualization (HMI)**-এর একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হলো প্রসেস ফ্লো (Process Flow) এবং অপারেশনাল প্যারামিটারগুলো (Operational Parameters) বিশ্লেষণ করা।

১. প্রসেস ফ্লো বিশ্লেষণ (Process Flow Analysis)

প্রসেস ফ্লো বলতে বোঝায় একটি কাঁচামাল থেকে চূড়ান্ত পণ্য তৈরির প্রতিটি ধাপ। HMI স্ক্রিনে এটি সঠিকভাবে দেখানোর জন্য নিচের বিষয়গুলো বিশ্লেষণ করতে হয়:

- **Logic Sequence:** মেশিনের কার্যক্রম কোন ধাপের পর কোন ধাপে যাবে (যেমন: Filling -> Capping -> Labeling) তা বোঝা।
- **Dynamic Graphics:** প্রসেস ফ্লো অনুযায়ী HMI-তে অ্যানিমেশন ব্যবহার করা হয়। যেমন: লিকুইড প্রবাহিত হলে পাইপলাইনের রং পরিবর্তন হওয়া বা মোটর চললে ফ্যানের ছবি ঘোরা।
- **Layout Mapping:** কারখানার বাস্তব মেশিনের বিন্যাস অনুযায়ী HMI স্ক্রিনে আইকন বা সিম্বলগুলো (Valves, Pumps, Tanks) সাজানো।

২. অপারেশনাল প্যারামিটার বিশ্লেষণ (Operational Parameters)

মেশিনটি কতটুকু দক্ষতায় বা কোন অবস্থায় চলছে তা বোঝার জন্য কিছু নির্দিষ্ট মান বা প্যারামিটার মনিটর করতে হয়:

- **Analog Values:** তাপমাত্রা (Temperature), চাপ (Pressure), লেভেল (Level) এবং গতি (Speed)। এই মানগুলোকে HMI-তে সংখ্যা বা গ্রাফের (Trend) মাধ্যমে দেখানো হয়।
- **Digital Status:** মোটর বা সেন্সর চালু (ON) নাকি বন্ধ (OFF) আছে তা চিহ্নিত করা। সাধারণত সবুজ রং দিয়ে 'ON' এবং লাল রং দিয়ে 'OFF' বোঝানো হয়।
- **Set Points (SP):** অপারেটর HMI থেকে যে কাঙ্ক্ষিত মান সেট করে দেন (যেমন: তাপমাত্রা ২৫±C রাখতে হবে)।
- **Process Variable (PV):** সেন্সর থেকে পাওয়া বর্তমান বাস্তব মান (যেমন: এখন তাপমাত্রা ২৪±C আছে)।

৩. ভিজ্যুয়ালাইজেশনের উদ্দেশ্যে ডেটা ইন্টারপ্রিটেশন

বিশ্লেষণ করা ডেটাগুলোকে কীভাবে HMI স্ক্রিনে উপস্থাপন করা হবে, তার কৌশল নিচে দেওয়া হলো:

ক. অ্যালার্ম এবং ইভেন্ট (Alarms & Events)

যদি কোনো প্যারামিটার বিপদসীমা অতিক্রম করে (যেমন: প্রেসার খুব বেড়ে যাওয়া), তবে HMI স্ক্রিনে পপ-আপ মেসেজ বা ফ্ল্যাশিং লাল আলো দিয়ে অপারেটরকে সতর্ক করা হয়।

খ. রিয়েল-টাইম ট্রেন্ডিং (Real-time Trending)

প্যারামিটারগুলোর পরিবর্তন সময়ের সাথে সাথে একটি গ্রাফের মাধ্যমে দেখানো হয়। এতে বোঝা যায় গত ১ ঘণ্টায় মেশিনের পারফরম্যান্স কেমন ছিল।

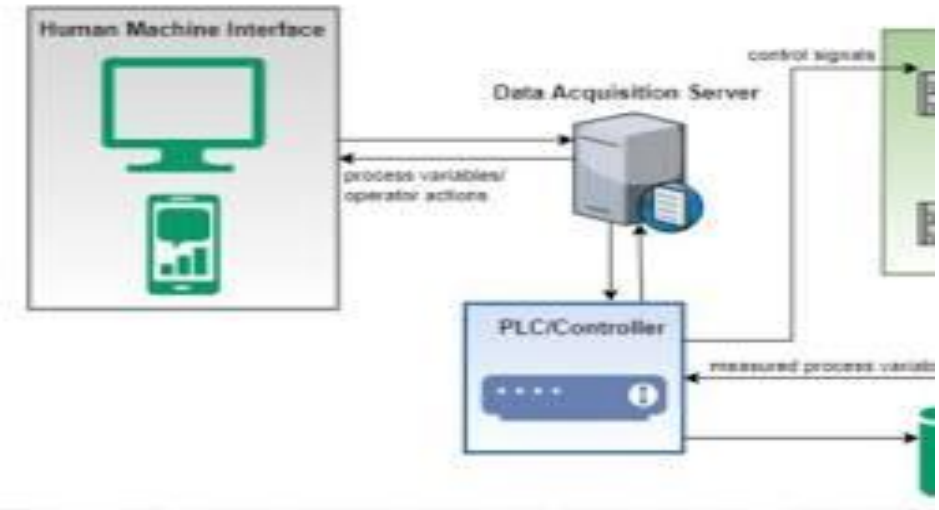
গ. ডেটা স্কেলিং (Data Scaling)

PLC-এর ডিজিটাল মান (যেমন: 0-27648) কে মানুষের পড়ার যোগ্য মানে (যেমন: 0-100±C) রূপান্তর করা। এই ক্যালকুলেশন বিশ্লেষণ করেই HMI-তে সঠিক রিডিং নিশ্চিত করা হয়।

৪. ইন্টারপ্রিটেশনের চেকলিস্ট

ভিজ্যুয়ালাইজেশন শুরুর আগে একজন টেকনিশিয়ানকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর নিশ্চিত করতে হয়:

১. **গুরুত্বপূর্ণ প্যারামিটার কোনগুলো?** (যা সবসময় স্ক্রিনে থাকা প্রয়োজন)
২. **বিপদসীমা (Threshold) কত?** (অ্যালার্ম সেট করার জন্য)
৩. **ইউজার এক্সেস লেভেল কী?** (কে মান পরিবর্তন করতে পারবে আর কে শুধু দেখতে পারবে)



(খ) প্রক্রিয়া ভেরিয়েবলগুলি সঠিকভাবে উপস্থাপন করতে উপযুক্ত গ্রাফিক্যাল উপাদান এবং ইনডিকেটর নির্বাচন এবং কনফিগার করাঃ

ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন সিস্টেমে **Visualize the Process** বা প্রসেস ভিজ্যুয়ালাইজেশনের একটি মূল ধাপ হলো সঠিক গ্রাফিকাল এলিমেন্ট (Graphical Elements) এবং ইন্ডিকেটর (Indicators) নির্বাচন করা। এটি নিশ্চিত করে যে একজন অপারেটর স্ক্রিন দেখেই মেশিনের অবস্থা দ্রুত এবং নির্ভুলভাবে বুঝতে পারবেন।

১. গ্রাফিকাল এলিমেন্ট এবং ইন্ডিকেটর নির্বাচন (Selection)

প্রসেস ভেরিয়েবল (যেমন: তাপমাত্রা, লেভেল, প্রেসার) দেখানোর জন্য বিভিন্ন ধরনের অবজেক্ট ব্যবহার করা হয়:

- **অ্যানালগ গেজ (Analog Gauges):** এগুলো সাধারণত কাঁটাওয়ালা ঘড়ির মতো দেখতে হয়। প্রেসার বা টেম্পারেচারের মতো ভেরিয়েবলগুলো যখন একটি নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে থাকে, তখন গেজ ব্যবহার করা হয়।
- **বার গ্রাফ (Bar Graphs):** ট্যাঙ্কের লিকুইড লেভেল (Level) দেখানোর জন্য এটি সবচেয়ে উপযুক্ত। এটি দেখে দ্রুত বোঝা যায় ট্যাঙ্কটি কতটুকু পূর্ণ।

- **নিউমেরিক ডিসপ্লে (Numeric Display):** যখন একদম সঠিক মানের (Exact Value) প্রয়োজন হয়, তখন সংখ্যায় মান দেখানো হয় (যেমন: ৪৫.৬ ±C)।
- **স্ট্যাটাস ইন্ডিকেটর (Status Indicators/Pilot Lights):** মোটর বা ভালভ 'চালু' না 'বন্ধ' তা বোঝাতে ছোট বাতি বা রঙের পরিবর্তন ব্যবহার করা হয়।

২. কনফিগারেশন এবং নির্ভুলতা (Configuration for Accuracy)

শুধুমাত্র ছবি দিলেই হবে না, সেগুলোকে PLC-এর ডেটার সাথে সঠিকভাবে কনফিগার করতে হয়:

ক. স্কেলিং (Scaling)

PLC থেকে আসা র' ডেটা (Raw Data) সাধারণত ০ থেকে ২৭৬৪৮-এর মতো সংখ্যায় থাকে। কনফিগারেশনের মাধ্যমে এটিকে বাস্তব মানে (যেমন: ০ থেকে ১০০ মিটার বা ডিগ্রি সেলসিয়াস) রূপান্তর করা হয়। যদি স্কেলিং ভুল হয়, তবে HMI-তে ভুল তথ্য দেখাবে।

খ. কালার কোডিং (Color Coding)

নির্ভুল ভিজ্যুয়ালাইজেশনের জন্য আন্তর্জাতিক স্ট্যান্ডার্ড (যেমন ISA) অনুযায়ী রং সেট করা হয়:

- **সবুজ (Green):** মেশিন সচল বা নিরাপদ অবস্থা।
- **লাল (Red):** মেশিন বন্ধ বা বিপদজনক অবস্থা (Alarm)।
- **হলুদ (Yellow):** সতর্কবার্তা (Warning)।

গ. লিমিট সেটিংস (Limit Settings)

প্রতিটি ইন্ডিকেটরে 'High Limit' এবং 'Low Limit' সেট করা হয়। যদি তাপমাত্রা সেফটি লিমিট পার করে, তবে ইন্ডিকেটরের রং নিজে থেকেই বদলে গিয়ে অপারেটরকে সতর্ক করে।

৩. প্রসেস রিপ্রেজেন্টেশন (Representation)

ভিজ্যুয়ালাইজেশনের সময় স্ক্রিনটিকে এমনভাবে সাজানো হয় যেন তা বাস্তব মেশিনের প্রতিচ্ছবি হয়:

- **সিম্বল লাইব্রেরি (Symbol Library):** বাস্তব ভালভ, পাম্প বা মোটরের মতো দেখতে আইকন ব্যবহার করা হয়।
- **অ্যানিমেশন (Animation):** পাইপলাইনের ভেতর দিয়ে কিছু প্রবাহিত হচ্ছে কি না তা বোঝাতে চলমান লাইনের (Moving lines) অ্যানিমেশন দেওয়া হয়।
- **ইউনিট প্রদর্শন (Units):** প্রতিটি ভেরিয়েবলের পাশে তার একক (যেমন: Bar, PSI, ±C, RPM) অবশ্যই থাকতে হয়।

সংক্ষেপে চেকলিস্ট (Checklist for Visualization)-

এলিমেন্ট	কোন কাজে ব্যবহৃত হয়	সঠিক কনফিগারেশন
Gauge	প্রেসার বা স্পিড দেখতে	Range (0-Max) এবং Units
Bar Graph	লিকুইড লেভেল দেখতে	Fill color এবং Scaling
Numeric	নিখুঁত মান দেখতে	Decimal points (দশমিক)
Icon/Symbol	মেশিনের পার্টস চিনতে	Dynamic color change (On/Off)

(গ) প্রক্রিয়া ডেটা ইনটিগ্রেট করা ও রিয়েল-টাইমে HMI স্ক্রীনে চার্ট, গেজ এবং ট্রেন্ড গ্রাফের মাধ্যমে প্রদর্শণ, এবং ইন্টারঅ্যাকটিভ উপাদান ও অ্যালার্ম প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ ও পর্যবেক্ষণের জন্য অন্তর্ভুক্তকরণঃ

ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন সিস্টেমে **Visualize the Process** বা প্রসেস ভিজ্যুয়ালাইজেশনের মূল লক্ষ্য হলো জটিল মেশিনারি ডেটাকে সহজবোধ্য গ্রাফিক্সের মাধ্যমে উপস্থাপন করা।

১.১ রিয়েল-টাইম ডেটা ইন্টিগ্রেশন এবং ডিসপ্লে (Real-time Data Display)

PLC থেকে আসা প্রসেস ডেটাগুলোকে HMI স্ক্রিনে সরাসরি (Real-time) দেখানোর জন্য বিভিন্ন টুলস ব্যবহার করা হয়। এটি অপারেটরকে মুহূর্তের মধ্যে মেশিনের অবস্থা বুঝতে সাহায্য করে।

- **চার্ট (Charts):** সাধারণত প্রোডাকশন কাউন্ট বা ব্যাচ রিপোর্ট দেখানোর জন্য পাই চার্ট (Pie Chart) বা বার চার্ট (Bar Chart) ব্যবহার করা হয়।
- **গেজ (Gauges):** প্রেসার, টেম্পারেচার বা স্পিড দেখানোর জন্য অ্যানালগ মিটারের মতো গেজ ব্যবহার করা হয়। এতে কোনো মান 'সেফ জোন'-এ আছে কি না তা এক পলকেই বোঝা যায়।
- **ট্রেন্ড গ্রাফ (Trend Graphs):** এটি সময়ের সাথে সাথে কোনো প্যারামিটারের পরিবর্তন (যেমন: গত ১ ঘণ্টায় তাপমাত্রার ওঠানামা) দেখায়। এটি ভবিষ্যতের কোনো ত্রুটি অনুমান করতে সাহায্য করে।

২. ইন্টারঅ্যাক্টিভ কম্পোনেন্ট এবং অ্যালার্ম (Interactive Components & Alarms)

প্রসেস কন্ট্রোল এবং মনিটরিং সহজ করার জন্য HMI-তে কিছু বিশেষ ফিচার যোগ করা হয়:

ক. ইন্টারঅ্যাক্টিভ কম্পোনেন্ট (Interactive Components)

এগুলো হলো এমন অবজেক্ট যার মাধ্যমে অপারেটর মেশিনের সাথে যোগাযোগ করতে পারে:

- **পুশ বাটন (Push Buttons):** মটর বা পাম্প চালু (Start) ও বন্ধ (Stop) করার জন্য।
- **সুইচ (Switches):** মোড পরিবর্তন করার জন্য (যেমন: Manual থেকে Auto মোড)।
- **ডেটা এন্ট্রি (Numeric Input):** নতুন সেটপয়েন্ট (Setpoint) দেওয়ার জন্য, যেমন: কাঙ্ক্ষিত তাপমাত্রা বা মেশিনের গতি সেট করা।

খ. অ্যালার্ম ইনকর্পোরেশন (Alarms)

সিস্টেমে কোনো অস্বাভাবিকতা দেখা দিলে অ্যালার্ম সিস্টেম কাজ শুরু করে:

- **ভিজ্যুয়াল অ্যালার্ম:** স্ক্রিনে লাল রঙের ফ্ল্যাশিং মেসেজ বা পপ-আপ উইন্ডো।
- **অ্যালার্ম হিস্ট্রি:** কখন কোন ত্রুটি হয়েছিল তার একটি তালিকা (Log), যা পরবর্তীতে ট্রাবলশুটিংয়ে কাজে লাগে।
- **বিপদসীমা সতর্কতা:** তাপমাত্রা বা প্রেসার নির্দিষ্ট সীমার বাইরে গেলে সাথে সাথে অপারেটরকে সতর্ক করা।

৩. প্রসেস কন্ট্রোল এবং মনিটরিং (Control & Monitoring)

এই ভিজ্যুয়ালাইজেশন ব্যবস্থার মাধ্যমে অপারেটর দুটি প্রধান কাজ করেন:

১. **মনিটরিং:** সেন্সর থেকে আসা ডেটাগুলো (যেমন: ট্যাঙ্কের লেভেল বা মটরের কারেন্ট) নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করা।
২. **কন্ট্রোল:** HMI স্ক্রিন থেকে কমান্ড পাঠিয়ে প্রসেস ভেরিয়েবলগুলোকে নিয়ন্ত্রণ করা (যেমন: ভালভ খোলা বা বন্ধ করা) ।

সারসংক্ষেপ (Key Points)

ফিচার	কেন ব্যবহার করা হয়?	উদাহরণ
Gauges/Charts	রিয়েল-টাইম ডেটা দেখতে	প্রেসার মিটার, প্রোডাকশন গ্রাফ
Trend Graphs	ঐতিহাসিক ডেটা বিশ্লেষণ করতে	তাপমাত্রার গত ২ ঘণ্টার চার্ট

ফিচার	কেন ব্যবহার করা হয়?	উদাহরণ
Interactive Components	মেশিনকে কমান্ড দিতে	Start/Stop বাটন, Setpoint ইনপুট
Alarms	ঝুঁকি এড়াতে এবং দ্রুত ব্যবস্থা নিতে	High Pressure Alert, Emergency Stop Log

(ঘ) ভিজ্যুয়্যালাইজেশন পরীক্ষা এবং বৈধতা যাচাইকরণ যাতে সঠিকতা এবং প্রতিক্রিয়া নিশ্চিত হয়ঃ

ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন সিস্টেমে **Visualize the Process** বা প্রসেস ভিজ্যুয়্যালাইজেশনের শেষ এবং অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হলো তৈরি করা HMI ইন্টারফেসটি পরীক্ষা (Testing) এবং যাচাই (Validation) করা। এটি নিশ্চিত করে যে স্ক্রিনে দেখানো তথ্যগুলো সঠিক এবং সিস্টেমটি দ্রুত সাড়া দিচ্ছে।

১. নির্ভুলতা যাচাই (Testing for Accuracy)

নির্ভুলতা যাচাইয়ের অর্থ হলো PLC-তে যে ডেটা আছে, HMI স্ক্রিনে ঠিক সেই একই মান দেখা যাচ্ছে কি না তা নিশ্চিত করা।

- **ভ্যালু ম্যাচিং (Value Matching):** PLC-এর মেমোরি রেজিস্টারে থাকা মান (যেমন: একটি সেন্সরের রিডিং ২৫.৫) এবং HMI-এর ডিসপ্লেতে দেখানো মান একই কি না তা মিলিয়ে দেখা হয়।
- **স্কেলিং ভেরিফিকেশন (Scaling Verification):** যদি একটি এনালগ সেন্সর ৪-২০ mA সিগন্যাল দেয়, তবে HMI স্ক্রিনে সেটি সঠিক ইউনিটে (যেমন: ০-১০০%) রূপান্তরিত হয়ে দেখাচ্ছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়।
- **স্ট্যাটাস চেক (Status Check):** একটি মটর বাস্তবে 'চালু' থাকলে HMI-তেও সেটি 'সবুজ' বা 'ON' দেখাচ্ছে কি না এবং বাস্তবে 'বন্ধ' করলে HMI-তেও 'লাল' বা 'OFF' হচ্ছে কি না তা দেখা হয়।

২. রেসপন্সিভনেস বা সাড়া দেওয়ার গতি যাচাই (Testing for Responsiveness)

রেসপন্সিভনেস বলতে বোঝায় অপারেটর কোনো কমান্ড দিলে বা প্রসেসে কোনো পরিবর্তন হলে HMI কত দ্রুত তা আপডেট করে।

- **কমান্ড ল্যাটেন্সি (Command Latency):** HMI স্ক্রিনের 'START' বাটন চাপার পর কত মিলি-সেকেন্ডের মধ্যে PLC-এর আউটপুট সক্রিয় হচ্ছে তা পর্যবেক্ষণ করা। এটি সাধারণত ৫০০ মিলি-সেকেন্ডের নিচে হওয়া উচিত।
- **রিফ্রেশ রেট (Refresh Rate):** গ্রাফ বা ট্রেন্ডগুলো মসৃণভাবে আপডেট হচ্ছে কি না তা দেখা। যদি স্ক্রিন 'হ্যাং' করে বা ডেটা অনেক দেরিতে আসে, তবে কমিউনিকেশন সেটিংস অপ্টিমাইজ করতে হয়।
- **টাচ রেসপন্স (Touch Response):** টাচ স্ক্রিনে চাপ দিলে সেটি সঠিক জায়গায় এবং দ্রুত কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করা।

৩. ভ্যালিডেশন প্রক্রিয়া (Validation Steps)

সিস্টেমটি ব্যবহারের উপযোগী কি না তা চূড়ান্তভাবে নিশ্চিত করতে নিচের কাজগুলো করা হয়:

- **অ্যালার্ম ভ্যালিডেশন (Alarm Validation):** একটি কৃত্রিম ফল্ট (Fault) তৈরি করে দেখা হয় যে HMI স্ক্রিনে অ্যালার্ম মেসেজটি সাথে সাথে আসছে কি না এবং সেটি সঠিক রঙে ও শব্দে (Beep) অপারেটরকে সতর্ক করছে কি না।
- **লিমিট টেস্টিং (Limit Testing):** কোনো প্যারামিটার (যেমন: প্রেসার) বিপদসীমা পার করলে HMI-তে রেড জোন ইন্ডিকেটর কাজ করছে কি না তা দেখা।
- **ইউজার নেভিগেশন (User Navigation):** এক স্ক্রিন থেকে অন্য স্ক্রিনে (যেমন: Home থেকে Settings) যাওয়া সহজ এবং দ্রুত কি না তা যাচাই করা।

৪. টেস্টিং এবং ভ্যালিডেশনের সুবিধা

- **দুর্ঘটনা রোধ:** ভুল ডেটার কারণে মেশিনারি ড্যামেজ বা দুর্ঘটনা হওয়ার ঝুঁকি কমে।
- **অপারেটর কনফিডেন্স:** সঠিক ভিজ্যুয়ালাইজেশন অপারেটরকে মেশিন চালাতে আত্মবিশ্বাস যোগায়।
- **সিস্টেম অপ্টিমাইজেশন:** যেকোনো ল্যাগ বা ধীরগতি শুরুতেই ধরা পড়ে এবং ঠিক করা যায়।

সেলফ চেক (Self-check) – ৬.৪

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১: প্রসেস ফ্লো (Process Flow) বিশ্লেষণ করার প্রধান উদ্দেশ্য কী?
২: অপারেশনাল প্যারামিটার (Operational Parameters) বলতে কী বোঝায়?
৩: লিকুইড লেভেল (Liquid Level) প্রদর্শনের জন্য কোন গ্রাফিকাল এলিমেন্টটি সবচেয়ে উপযুক্ত?
৪: কালার কোডিং (Color Coding) কেন ব্যবহার করা হয়?
৫: ট্রেন্ড গ্রাফ (Trend Graph) ব্যবহারের সুবিধা কী?
৬: গেজ (Gauge) এবং নিউমেরিক ডিসপ্লের মধ্যে পার্থক্য কী?
৭: HMI-তে 'Interactive Component' বলতে কী বোঝায়?
৮: অ্যালার্ম ম্যানেজমেন্ট কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৯: HMI রেসপন্সিভনেস (Responsiveness) কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?
১০: HMI ভ্যালিডেশন (Validation) বলতে কী বোঝায়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৬.৪

প্রশ্ন ১: প্রসেস ফ্লো (Process Flow) বিশ্লেষণ করার প্রধান উদ্দেশ্য কী?
উত্তর: প্রসেস ফ্লো বিশ্লেষণের প্রধান উদ্দেশ্য হলো একটি সিস্টেমের কাজের ধাপগুলো (যেমন: Filling, Capping) বোঝা, যাতে HMI স্ক্রিনে সেগুলোর সঠিক গ্রাফিকাল সিকোয়েন্স তৈরি করা যায়।

প্রশ্ন ২: অপারেশনাল প্যারামিটার (Operational Parameters) বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: একটি সিস্টেম পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় চলক বা মান, যেমন: তাপমাত্রা (Temperature), চাপ (Pressure) এবং মেশিনের গতি (Speed), যা HMI-তে মনিটর করা হয়।

প্রশ্ন ৩: লিকুইড লেভেল (Liquid Level) প্রদর্শনের জন্য কোন গ্রাফিকাল এলিমেন্টটি সবচেয়ে উপযুক্ত?
উত্তর: লিকুইড লেভেল প্রদর্শনের জন্য বার গ্রাফ (Bar Graph) সবচেয়ে উপযুক্ত, কারণ এটি দেখে দ্রুত বোঝা যায় ট্যাঙ্কটি কতটুকু পূর্ণ।

প্রশ্ন ৪: কালার কোডিং (Color Coding) কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: কালার কোডিং ব্যবহার করা হয় যাতে অপারেটর দ্রুত মেশিনের অবস্থা বুঝতে পারেন। যেমন: সবুজ রং দিয়ে 'সচল' (Normal) এবং লাল রং দিয়ে 'বিপদ' (Alarm) বোঝানো হয়।

প্রশ্ন ৫: ট্রেন্ড গ্রাফ (Trend Graph) ব্যবহারের সুবিধা কী?
উত্তর: ট্রেন্ড গ্রাফের মাধ্যমে সময়ের সাথে সাথে কোনো প্যারামিটারের পরিবর্তন (যেমন: গত ১ ঘণ্টার তাপমাত্রার গ্রাফ) দেখা যায়, যা সিস্টেমের পারফরম্যান্স বিশ্লেষণে সাহায্য করে।

প্রশ্ন ৬: গেজ (Gauge) এবং নিউমেরিক ডিসপ্লের মধ্যে পার্থক্য কী?
উত্তর: গেজ একটি অ্যানালগ মিটারের মতো মান দেখায় যা দ্রুত অনুধাবনযোগ্য, আর নিউমেরিক ডিসপ্লে একদম নিখুঁত গাণিতিক মান (যেমন: ২৫.৬ ±C) প্রদর্শন করে।

প্রশ্ন ৭: HMI-তে 'Interactive Component' বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: যেসব অবজেক্টের মাধ্যমে অপারেটর মেশিনকে কমান্ড দিতে পারেন, যেমন: Start/Stop বাটন বা নতুন Setpoint ইনপুট দেওয়ার বক্স।

প্রশ্ন ৮: অ্যালার্ম ম্যানেজমেন্ট কেন গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: কোনো প্যারামিটার বিপদসীমা অতিক্রম করলে অ্যালার্ম অপারেটরকে সাথে সাথে সতর্ক করে, যা বড় ধরনের দুর্ঘটনা বা মেশিনের ক্ষতি রোধ করতে সাহায্য করে।

প্রশ্ন ৯: HMI রেসপন্সিভনেস (Responsiveness) কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?
উত্তর: HMI স্ক্রিনে কোনো বাটন চাপলে কত দ্রুত PLC-এর আউটপুট সক্রিয় হচ্ছে এবং ডেটা কত দ্রুত আপডেট হচ্ছে, তা পর্যবেক্ষণ করার মাধ্যমে রেসপন্সিভনেস পরীক্ষা করা হয়।

প্রশ্ন ১০: HMI ভ্যালিডেশন (Validation) বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: পুরো ভিজ্যুয়ালাইজেশন সিস্টেমটি সঠিকভাবে কাজ করছে কি না এবং PLC-এর তথ্যের সাথে HMI-এর তথ্যের ১০০% মিল আছে কি না, তা চূড়ান্তভাবে নিশ্চিত করাই হলো ভ্যালিডেশন।

জব শিট (Job Sheet) – ৬.৪

জবের নামঃ HMI স্ক্রিনে প্রসেস ভিজ্যুয়্যালাইজেশন (Process Visualization) তৈরি এবং কনফিগার করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

- প্রসেস বিশ্লেষণ: প্রথমে মেশিনের কাজের ধারা (Process Flow) এবং কোন কোন মান (যেমন: Temperature, Pressure) স্ক্রিনে দেখাতে হবে তা তালিকাভুক্ত করুন।
- নতুন প্রজেক্ট তৈরি: সফটওয়্যারে গিয়ে HMI-এর মডেল নম্বর নির্বাচন করে একটি নতুন প্রজেক্ট ওপেন করুন।
- কমিউনিকেশন সেটআপ: PLC-এর সাথে HMI-এর যোগাযোগ স্থাপনের জন্য IP Address এবং সঠিক ড্রাইভার সেট করুন।
- স্ক্রিন ডিজাইন: গ্রাফিকাল লাইব্রেরি থেকে ট্যাঙ্ক, মোটর এবং পাইপলাইনের ছবি নিয়ে মেইন স্ক্রিনে সাজান।
- ট্যাগ ইন্টিগ্রেশন: PLC-এর মেমোরি অ্যাড্রেসকে HMI-এর গ্রাফিকাল এলিমেন্টের (যেমন: Gauge বা Numeric Display) সাথে লিঙ্ক করুন।
- অ্যালার্ম ও ট্রেন্ড কনফিগারেশন: গুরুত্বপূর্ণ প্যারামিটারের জন্য হাই/লো লিমিট সেট করে অ্যালার্ম উইন্ডো তৈরি করুন এবং ডেটা হিস্ট্রির জন্য ট্রেন্ড গ্রাফ যোগ করুন।
- সফটওয়্যার সিমুলেশন: হার্ডওয়্যারে ডাউনলোড করার আগে সফটওয়্যারে রান করে দেখুন সব বাটন এবং অ্যানিমেশন ঠিকমতো কাজ করছে কি না।
- ডাউনলোড ও ভ্যালিডেশন: ক্যাবলের মাধ্যমে HMI-তে প্রোগ্রামটি ডাউনলোড করুন এবং বাস্তবে সেন্সরের ভ্যালুর সাথে HMI-এর ভ্যালু মিলিয়ে দেখুন।

সতকর্তাঃ

- Color Coding: আন্তর্জাতিক স্ট্যান্ডার্ড বজায় রাখুন (সবুজ = সচল, লাল = অ্যালার্ম/বন্ধ)।
- User Friendly: স্ক্রিনটি এমনভাবে ডিজাইন করুন যেন অপারেটর খুব সহজেই বুঝতে পারে। অপ্রয়োজনীয় গ্রাফিক্স দিয়ে স্ক্রিন ভর্তি করবেন না।
- Touch Sensitivity: বাটনগুলো খুব ছোট করবেন না, যাতে টাচ করতে অসুবিধা হয়।
- Backup: কাজ শেষ করার পর অবশ্যই সোর্স ফাইলের একটি ব্যাকআপ রাখুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৬.৪

জবের নামঃ HMI স্ক্রিনে প্রসেস ভিজ্যুয়্যালাইজেশন (Process Visualization) তৈরি এবং কনফিগার করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- সেফটি জুতো (Safety Shoes)
- অ্যান্টি-স্ট্যাটিক রিস্ট ব্যান্ড (Anti-static Wrist Band) - যা স্ট্যাটিক চার্জ থেকে ইলেকট্রনিক্স রক্ষা করে।
- লিন্ট-ফ্রি কাপড় (Lint-free Cloth) - স্ক্রিন পরিষ্কার রাখার জন্য।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

- HMI Touch Panel: (যেমন: Siemens Comfort Panel, Delta DOP, বা Weintek) ।
- PLC Unit: ডেটা সোর্স হিসেবে।

- Workstation/Laptop: HMI ডিজাইনিং সফটওয়্যারসহ (যেমন: TIA Portal, EBPro, বা GT Designer)।
- Communication Cable: Ethernet (Cat6) বা USB প্রোগ্রামিং ক্যাবল।
- Stylus Pen: টাচ স্ক্রিন ক্যালিব্রেশনের জন্য।

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- সফটওয়্যার লাইসেন্স কী (যদি প্রয়োজন হয়)।
- গ্রাফিকাল লাইব্রেরি ফাইল (Icons, Symbols)।
- স্ক্রিন প্রোটেক্টর।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

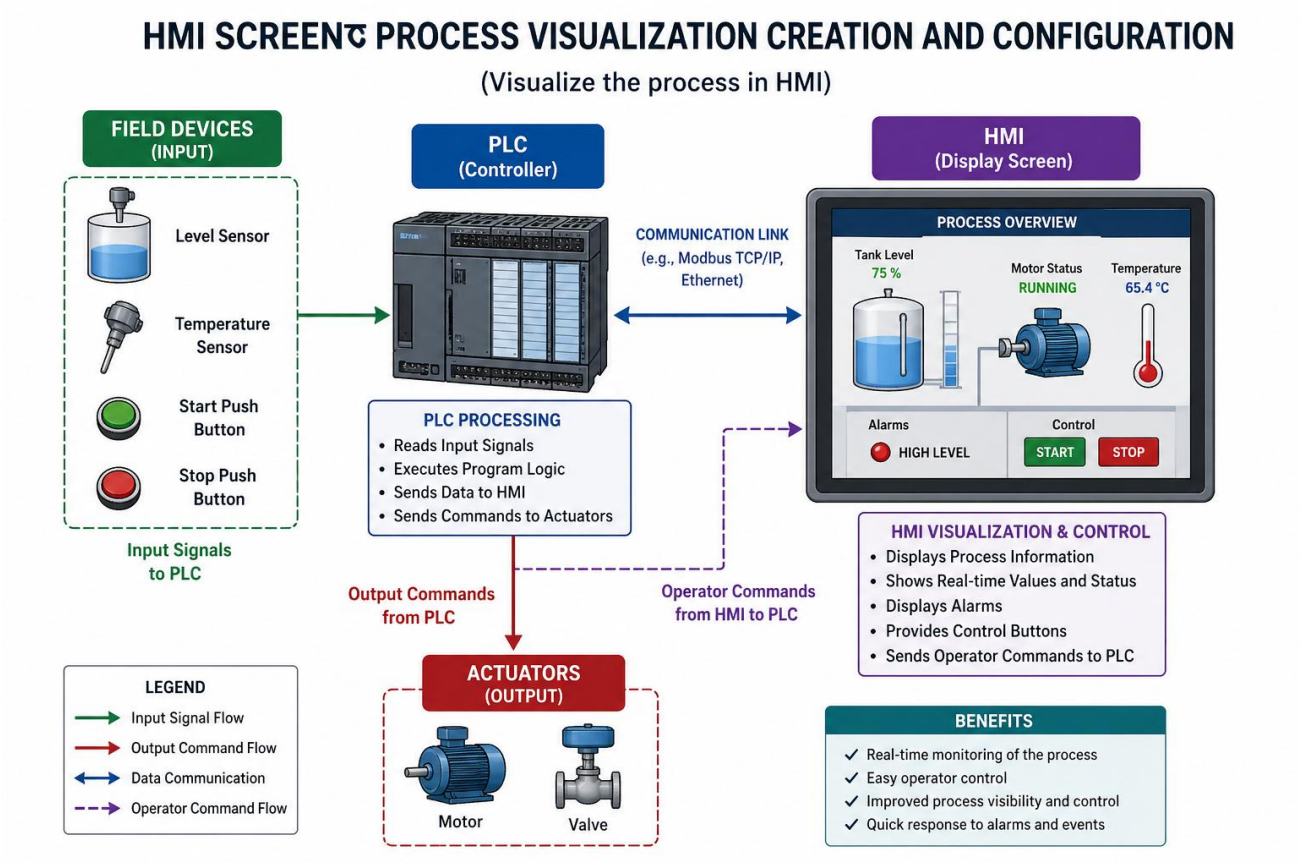


Figure: Creating and Configuring Process Visualization on HMI Screen

মডিউল-৭

মডিউলঃ পিএলসি (PLC) ব্যবহার করে নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেম পরিচালনা করা

SICIP-LE-PLC-07-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৭

মডিউল শিরোনামঃ পিএলসি (PLC) ব্যবহার করে নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেম পরিচালনা **করা**

ইউনিট কোডঃ SICIP-LE-PLC-07-O **নোমিনাল আওয়ারঃ** ৪০ ঘণ্টা।

মডিউলের বিবরণঃ

এই মডিউলে পিএলসি (PLC) ব্যবহার করে নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেম পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের উপাদানসমূহ শনাক্ত করা, পিএলসি (PLC) ইন্সটল এবং কনফিগার করা, নিউমেটিক কন্ট্রোল সিস্টেমের জন্য পিএলসি প্রোগ্রাম তৈরি করা, হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেমের জন্য পিএলসি প্রোগ্রাম তৈরি করা, এবং পিএলসি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত নিউমেটিক ও হাইড্রোলিক সিস্টেমগুলো পরীক্ষা (Testing) ও পরিচালনা (Running) করার কাজগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ

- নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের উপাদানসমূহ শনাক্ত করতে পারবে।
- পিএলসি (PLC) ইন্সটল এবং কনফিগার করতে পারবে।
- নিউমেটিক কন্ট্রোল সিস্টেমের জন্য পিএলসি প্রোগ্রাম তৈরি করতে পারবে।
- হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেমের জন্য পিএলসি প্রোগ্রাম তৈরি করতে পারবে।
- পিএলসি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত নিউমেটিক ও হাইড্রোলিক সিস্টেমগুলো পরীক্ষা (Testing) ও পরিচালনা (Running) করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

১. নিউম্যাটিক সিস্টেম এবং হাইড্রোলিক সিস্টেম ব্যাখ্যা এবং বর্ণনা করা হয়েছে।
২. নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেমের উপাদানসমূহ (Components) চেনা এবং তাদের শ্রেণীবিভাগ করা হয়েছে।
৩. নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক যন্ত্রাংশের কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৪. নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের সাথে সংশ্লিষ্ট নিরাপত্তা বৈশিষ্ট্যসমূহ (Safety features) চিহ্নিত করা এবং ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৫. নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের সাথে PLC ইন্টিগ্রেশনের জন্য ইনস্টলেশন সাইট এবং সরঞ্জামসমূহ পরিদর্শন ও প্রস্তুত করা হয়েছে।
৬. PLC হার্ডওয়্যার উপাদানসমূহ ইনস্টল করা এবং সংযোগ প্রদান করা হয়েছে।
৭. PLC এবং নিউম্যাটিক ও হাইড্রোলিক যন্ত্রাংশের মধ্যে ওয়্যারিং (Wiring) সম্পন্ন করা হয়েছে।
৮. নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণের জন্য PLC সফটওয়্যার ইনস্টল এবং কনফিগার করা হয়েছে।
৯. PLC ব্যবহার করে ভালভ সিকোয়েন্সিং (Valve sequencing) সম্পন্ন করা হয়েছে।
১০. নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে চাপ (Pressure) নিয়ন্ত্রণ এবং বজায় রাখার জন্য 'টু-স্টেপ' (Two-step) কন্ট্রোল সিস্টেম কার্যকর করা হয়েছে।
১১. সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী উন্নত চাপ নিয়ন্ত্রণের জন্য 'থ্রি-স্টেপ' (Three-step) কন্ট্রোল সিস্টেম কার্যকর করা হয়েছে।

১২. সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী PLC ব্যবহার করে ভালভ সিকোয়েন্সিং পরিচালনা করা হয়েছে।

১৩. নির্দিষ্ট প্যারামিটার অনুযায়ী চাপ নিয়ন্ত্রণের জন্য 'টু-স্টেপ' কন্ট্রোল সিস্টেম পরিচালনা করা হয়েছে।

১৪. উন্নত চাপ নিয়ন্ত্রণ (Advanced pressure control) নিশ্চিত করতে 'থ্রি-স্টেপ' কন্ট্রোল সিস্টেম পরিচালনা করা হয়েছে।

১৫. নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেম নিয়ন্ত্রণের জন্য কন্ট্রোল সার্কিট পরীক্ষা (Test) করা হয়েছে।

১৬. টেস্টিং প্রোটোকল বা নিয়মাবলী অনুযায়ী সিস্টেমের কার্যক্রম পরিচালনা করা হয়েছে।

১৭. কার্যক্রম চলাকালীন ত্রুটি এবং অনিয়মসমূহ চিহ্নিত করা, রোগনির্ণয় (Diagnose) করা এবং সমাধান করা হয়েছে।

১৮. কন্ট্রোল কমান্ডের বিপরীতে সিস্টেমের প্রতিক্রিয়া পর্যবেক্ষণ এবং রেকর্ড করা হয়েছে।

১৯. পরীক্ষার ফলাফল এবং ত্রুটি সমাধানের পদক্ষেপসমূহ নথিভুক্ত (Documented) করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৭.১

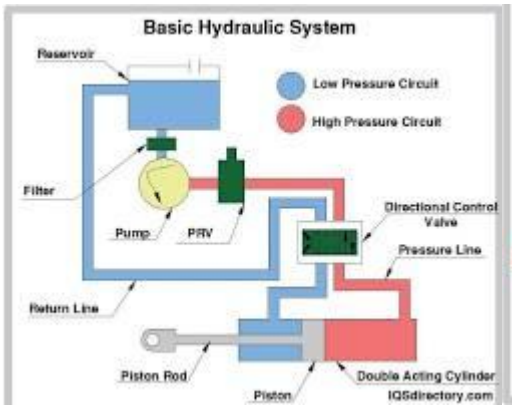
শিখন ফল-১: নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের উপাদানসমূহ শনাক্ত করতে পারবে।

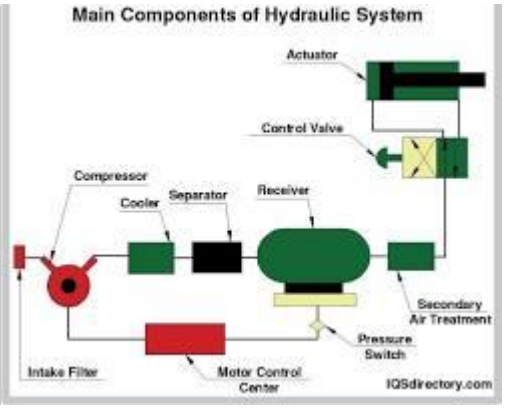
উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

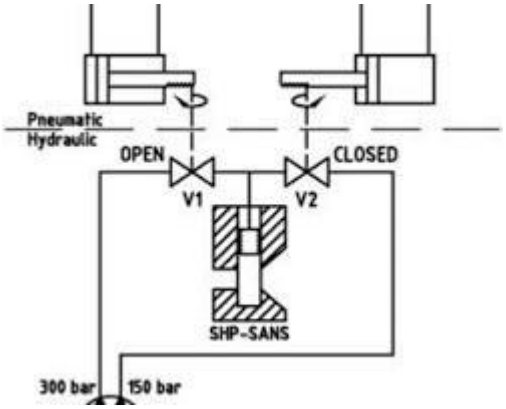
বিষয়বস্তু (Contents):

- নিউম্যাটিক সিস্টেম এবং হাইড্রোলিক সিস্টেম এর ব্যাখ্যা ও বর্ণনা
- নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেমের উপাদানসমূহ (Components) এবং তাদের শ্রেণীবিভাগ
- নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক যন্ত্রাংশের কার্যপ্রণালী
- নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের সাথে সংশ্লিষ্ট নিরাপত্তা বৈশিষ্ট্যসমূহ

(ক) নিউম্যাটিক সিস্টেম এবং হাইড্রোলিক সিস্টেম এর ব্যাখ্যা এবং বর্ণনাঃ







নিউম্যাটিক (Pneumatic) এবং হাইড্রোলিক (Hydraulic) সিস্টেম হলো ফ্লুইড পাওয়ার কন্ট্রোল প্রযুক্তির দুটি প্রধান শাখা। নিচে এদের সহজ ব্যাখ্যা দেওয়া হলো:

১. নিউম্যাটিক সিস্টেম (Pneumatic System)

নিউম্যাটিক সিস্টেম হলো এমন একটি প্রযুক্তি যেখানে **সংকুচিত বাতাস (Compressed Air)** ব্যবহার করে যান্ত্রিক কাজ সম্পন্ন করা হয়।

- **কার্যপ্রণালী:** এই সিস্টেমে একটি কম্প্রেসরের সাহায্যে বাতাসকে সংকুচিত করা হয় এবং পাইপের মাধ্যমে সিলিন্ডার বা মোটরে পাঠিয়ে শক্তি উৎপন্ন করা হয়।

- **প্রধান উপাদান:** এয়ার কম্প্রেসর, কন্ট্রোল ভালভ, অ্যাকচুয়েটর (সিলিন্ডার) এবং এয়ার ফিল্টার।
- **ব্যবহার:** দাঁতের চিকিৎসায় ব্যবহৃত ড্রিল মেশিন, কারখানার অটোমেশন লাইন এবং বাসের দরজা খোলা-বন্ধ করার কাজে এটি ব্যবহৃত হয়।

২. হাইড্রোলিক সিস্টেম (Hydraulic System)

হাইড্রোলিক সিস্টেম হলো এমন একটি প্রযুক্তি যেখানে **চাপযুক্ত তরল (সাধারণত বিশেষ তেল)** ব্যবহার করে শক্তি সঞ্চালন করা হয়।

- **কার্যপ্রণালী:** তরল পদার্থ (যেমন তেল) অসংকোচনীয়। তাই যখন তরলের ওপর চাপ দেওয়া হয়, সেই চাপ সমানভাবে প্রবাহিত হয়ে অনেক বেশি বল বা শক্তি তৈরি করতে পারে। এটি প্যাসকেলের সূত্রের ওপর ভিত্তি করে কাজ করে।
- **প্রধান উপাদান:** হাইড্রোলিক পাম্প, রিজার্ভার (তেল রাখার পাত্র), কন্ট্রোল ভালভ এবং হাইড্রোলিক সিলিন্ডার।
- **ব্যবহার:** ক্রেন, এক্সকাভেটর (মাটি কাটার যন্ত্র), গাড়ির ব্রেক সিস্টেম এবং ভারী উত্তোলক যন্ত্রে এটি ব্যবহৃত হয়।

নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের মধ্যে মূল পার্থক্য

সহজ কথায়: ছোট এবং দ্রুত কাজের জন্য আমরা নিউম্যাটিক ব্যবহার করি, আর অনেক বেশি ওজনের বা শক্তিশালী কাজের জন্য হাইড্রোলিক ব্যবহার করি।

(খ) নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেমের উপাদানসমূহ (Components) এবং তাদের শ্রেণীবিভাগঃ

নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেমের উপাদানগুলোকে তাদের কাজ অনুযায়ী প্রধান কয়েকটি শ্রেণীতে ভাগ করা যায়। নিচে এই উপাদানগুলোর বিস্তারিত শ্রেণীবিন্যাস দেওয়া হলো:

১. শক্তির উৎস (Power Source / Generation Stage)

যেকোনো সিস্টেম শুরু করার জন্য শক্তির প্রয়োজন। এখানে মাধ্যম (বাতাস বা তেল) প্রস্তুত করা হয়।

- **নিউম্যাটিক:** * **এয়ার কম্প্রেসর (Air Compressor):** বাতাসকে সংকুচিত করে।
    - **এয়ার রিসিভার ট্যাংক:** সংকুচিত বাতাস জমা রাখে।
- **হাইড্রোলিক:** * **হাইড্রোলিক পাম্প (Hydraulic Pump):** তরল বা তেলের প্রবাহ তৈরি করে।
    - **রিজার্ভার (Reservoir):** তেল জমা রাখার ট্যাংক।

২. কন্ডিশনিং ইউনিট (Preparation Stage)

সিস্টেমের দীর্ঘস্থায়িত্ব নিশ্চিত করতে মাধ্যমটিকে পরিষ্কার ও নিয়ন্ত্রণযোগ্য করা হয়।

- **নিউম্যাটিক (FRL Unit):**
    - **Filter (ফিল্টার):** ধুলাবালি পরিষ্কার করে।
    - **Regulator (রেগুলেটর):** বাতাসের চাপ নিয়ন্ত্রণ করে।
    - **Lubricator (লুব্রিকেটর):** যন্ত্রাংশের ঘর্ষণ কমাতে সামান্য তেল মিশিয়ে দেয়।
- **হাইড্রোলিক:**
    - **অয়েল ফিল্টার:** তেলের ময়লা পরিষ্কার করে।
    - **হিট এক্সচেঞ্জার:** তেলের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে।

৩. কন্ট্রোল ভালভ (Control Stage)

সিস্টেমের গতি, দিক এবং চাপ নিয়ন্ত্রণ করার জন্য বিভিন্ন ভালভ ব্যবহার করা হয়।

- **Directional Control Valve (DCV):** বাতাস বা তেলের প্রবাহের দিক পরিবর্তন করে (যেমন: 3/2, 4/2, 5/2 ভালভ)।
- **Pressure Control Valve:** সিস্টেমের সর্বোচ্চ চাপ নিয়ন্ত্রণ করে যাতে পাইপ বা সিলিন্ডার ফেটে না যায়।

- **Flow Control Valve:** বাতাস বা তেলের প্রবাহের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করে সিলিন্ডারের গতি কমায় বা বাড়ায়।

৪. অ্যাকচুয়েটর (Execution Stage)

এটি সিস্টেমের শেষ ধাপ যেখানে বাতাসের বা তেলের চাপ যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

- **লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর (Linear Actuator):** সিলিন্ডার (Cylinder) যা সামনে-পিছনে যাতায়াত করে কাজ করে।
- **রোটারি অ্যাকচুয়েটর (Rotary Actuator):** মোটর (Motor) যা ঘোরার মাধ্যমে কাজ সম্পন্ন করে।

৫. সংযোগকারী এবং আনুষঙ্গিক সরঞ্জাম (Transmission & Accessories)

- **পাইপ এবং হোস (Pipes & Hoses):** মাধ্যম পরিবহনের জন্য।
- **ফিটিংস (Fittings):** পাইপ বা ভালভ জোড়া দেওয়ার জন্য।
- **ম্যানোমিটার বা প্রেসার গেজ:** সিস্টেমের চাপ কত তা দেখার জন্য।

শ্রেণীবিন্যাস টেবিল (একনজরে)

বিভাগ	নিউম্যাটিক উপাদান	হাইড্রোলিক উপাদান
শক্তি উৎপাদন	কম্প্রেসর	পাম্প
প্রস্তুতি	FRL ইউনিট	ফিল্টার ও কুলার
নিয়ন্ত্রণ	এয়ার ভালভ	অয়েল ভালভ
কাজ সম্পাদন	এয়ার সিলিন্ডার	হাইড্রোলিক সিলিন্ডার
পরিবহন	নিউম্যাটিক টিউব	হাই-প্রেসার হোস

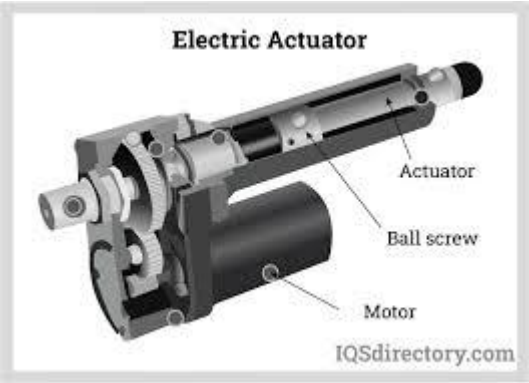
১.১ ভালভ (Valves)



ভালভ হলো সিস্টেমের **কন্ট্রোল ইউনিট**। এটি বাতাস বা তেলের প্রবাহ শুরু করা, বন্ধ করা এবং প্রবাহের দিক পরিবর্তন করতে ব্যবহৃত হয়।

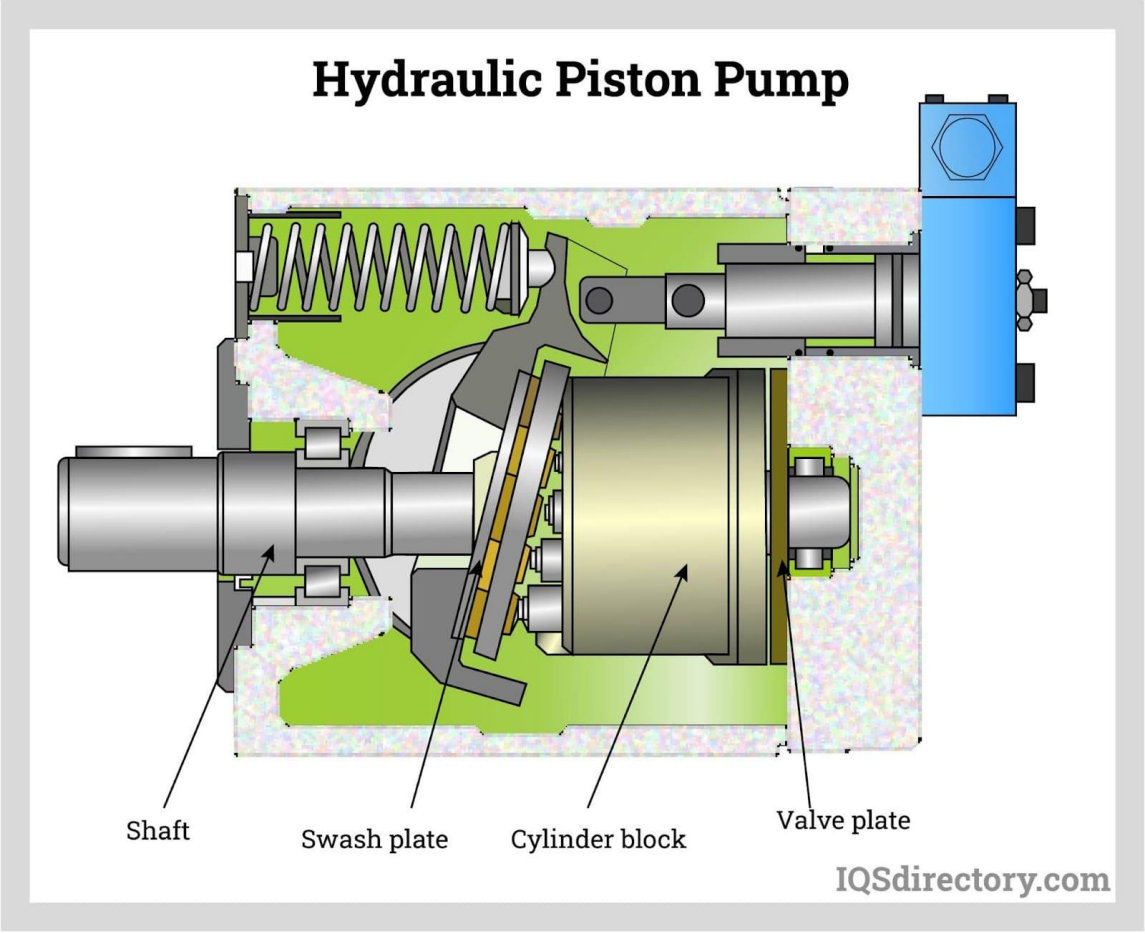
- **Directional Control Valves:** প্রবাহের দিক ঠিক করে।
- **Pressure Relief Valves:** অতিরিক্ত চাপ থেকে সিস্টেমকে রক্ষা করে।

১.২ অ্যাকচুয়েটর (Actuators)



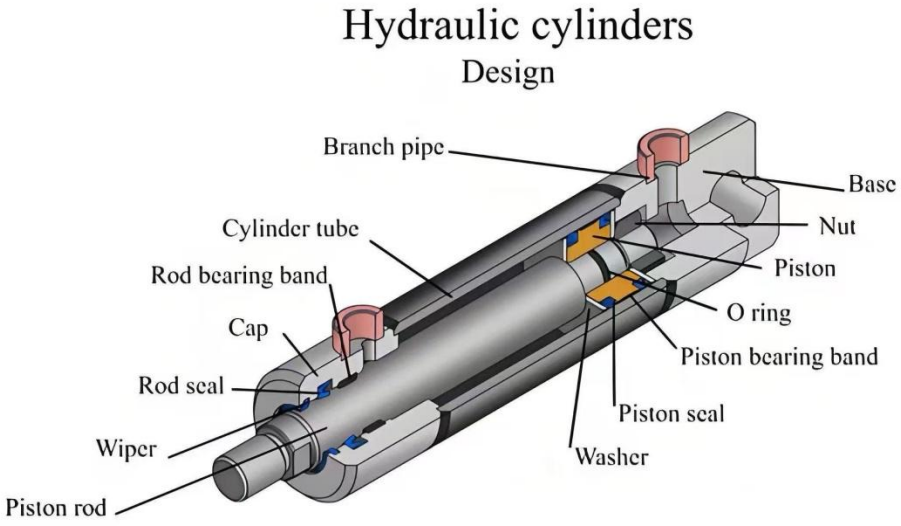
অ্যাকচুয়েটর হলো সেই যন্ত্র যা ফ্লুইড শক্তিকে (বাতাস বা তেলের চাপ) **যান্ত্রিক শক্তিতে** রূপান্তর করে। এটি কোনো কিছুকে ধাক্কা দিতে, টানতে বা ঘোরাতে সাহায্য করে।

১.৩ পাম্প (Pumps)



পাম্প মূলত হাইড্রোলিক সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়। এটি মেকানিক্যাল শক্তিকে হাইড্রোলিক শক্তিতে রূপান্তর করে তেলের একটি নির্দিষ্ট প্রবাহ (Flow) তৈরি করে। এটি সিস্টেমের হৃৎপিন্ডের মতো কাজ করে।

১.৪ সিলিন্ডার (Cylinders)





সিলিন্ডার এক ধরণের লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর। যখন বাতাস বা তেল সিলিন্ডারের ভেতরে প্রবেশ করে, তখন এর ভেতরের পিস্টনটি সামনে বা পিছনে নড়াচড়া করে কাজ সম্পন্ন করে। এটি সোজা লাইনে কাজ করার জন্য সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়।

১.৫ ফিল্টার (Filters)





ফিল্টার সিস্টেমের পরিচ্ছন্নতা নিশ্চিত করে। বাতাস বা তেলের মধ্যে থাকা ধুলাবালি বা ময়লা দূর করে এটি দামি যন্ত্রাংশগুলোকে (যেমন পাম্প বা ভালভ) নষ্ট হওয়ার হাত থেকে রক্ষা করে।

১.৬ অ্যাকুমুলেটর (Accumulators)



এটি মূলত হাইড্রোলিক সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়। এটি শক্তি সঞ্চয়কারী হিসেবে কাজ করে। যখন সিস্টেমে অতিরিক্ত তেলের চাপের প্রয়োজন হয় বা পাম্প বন্ধ থাকে, তখন এটি সঞ্চিত চাপ সরবরাহ করে সিস্টেমকে সচল রাখে।

(গ) নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক যন্ত্রাংশের কার্যপ্রণালীঃ

নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের প্রধান যন্ত্রাংশগুলো কীভাবে কাজ করে, তার মূলনীতি (Operating Principles) নিচে সহজভাবে ব্যাখ্যা করা হলো:

১. নিউম্যাটিক উপাদানের কার্যনীতি (Pneumatic Operating Principles)

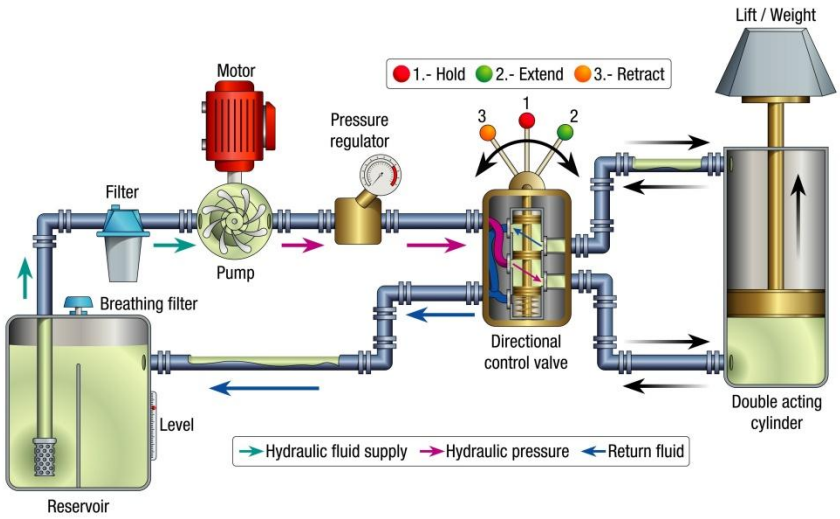
নিউম্যাটিক সিস্টেম **সংকুচিত বাতাসের স্থিতিস্থাপকতা** এবং চাপের ওপর ভিত্তি করে কাজ করে।

- **এয়ার কম্প্রেসর (Air Compressor):** এটি বাইরের বাতাস টেনে নিয়ে তাকে একটি ছোট জায়গায় আবদ্ধ করে। ফলে বাতাসের অণুগুলো খুব কাছাকাছি চলে আসে এবং উচ্চ চাপ তৈরি হয়।
- **কন্ট্রোল ভালভ (Directional Control Valve):** এটি একটি দরজার মতো কাজ করে। যখন সোলেনয়েড বা লিভারের মাধ্যমে এটি সক্রিয় হয়, তখন এটি সংকুটিক বাতাসকে নির্দিষ্ট পাইপের দিকে যাওয়ার পথ করে দেয়।
- **নিউম্যাটিক সিলিন্ডার (Cylinder):** সংকুচিত বাতাস যখন সিলিন্ডারের একপাশে ঢোকে, তখন সেটি পিস্টনের ওপর প্রবল চাপ সৃষ্টি করে। এই চাপের কারণে পিস্টনটি সামনের দিকে অগ্রসর হয় (Extension)। বাতাস বের করে দিলে বা উল্টো দিকে বাতাস দিলে পিস্টনটি আবার আগের জায়গায় ফিরে আসে (Retraction)।

২. হাইড্রোলিক উপাদানের কার্যনীতি (Hydraulic Operating Principles)

হাইড্রোলিক সিস্টেম মূলত **প্যাসকেলের সূত্রের (Pascal's Law)** ওপর ভিত্তি করে কাজ করে। এই সূত্র অনুযায়ী, একটি আবদ্ধ তরলের ওপর চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয়।

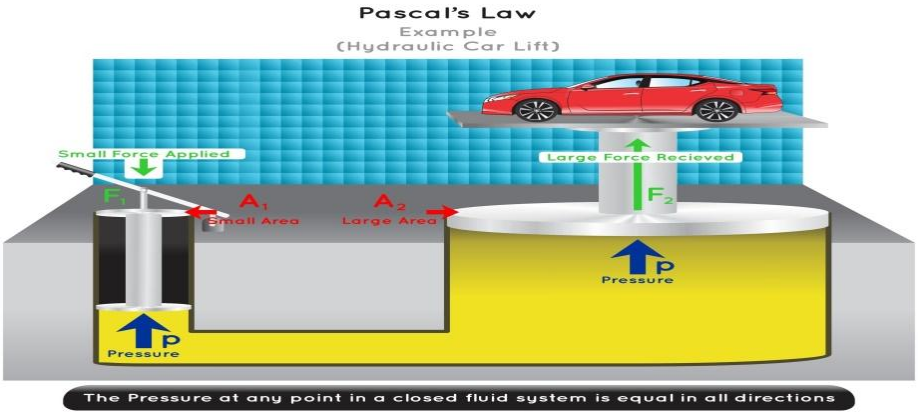
- **হাইড্রোলিক পাম্প (Hydraulic Pump):** পাম্প নিজে চাপ তৈরি করে না, বরং এটি তেলের একটি ধারাবাহিক প্রবাহ (Flow) তৈরি করে। যখন এই প্রবাহ কোনো বাধার সম্মুখীন হয়, তখন সেখানে চাপের সৃষ্টি হয়।



BASIC HYDRAULIC SYSTEM

Shutterstock

- **হাইড্রোলিক ভালভ:** এটি তেলের উচ্চ চাপকে নিয়ন্ত্রণ করে। এর মাধ্যমে ঠিক করা হয় তেল কোন সিলিন্ডারে যাবে এবং কত গতিতে যাবে।
- **হাইড্রোলিক সিলিন্ডার ও অ্যাকচুয়েটর:** যেহেতু তেল বা ফ্লুইডকে সংকুচিত করা যায় না (Incompressible), তাই পাম্প থেকে আসা তেলের চাপ সরাসরি পিস্টনকে অনেক বেশি শক্তি দিয়ে ধাক্কা দেয়। একারণেই হাইড্রোলিক সিস্টেম অনেক ভারী ওজন তুলতে সক্ষম।



A force of 300N is applied to the manual compressor in a hydraulic car lift where the cross-sectional area is 1.5m², the cross-sectional area in the car lifting area is 12m², Find the force produced in the car lift area?

1st we find the pressure (p):

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{300}{1.5} = 200pa$$

2nd from pascal's law:

$$p = \frac{F_2}{A_2}$$

So,

$$F_2 = pA_2 = 200 \times 12 = 2400N$$

- **অ্যাকুমুলেটর (Accumulator):** এটি একটি স্প্রিং বা নাইট্রোজেন গ্যাস ভর্তি ব্লাডারের সাহায্যে তেলের চাপকে জমা রাখে। যখন সিস্টেমে হঠাৎ বেশি তেলের প্রয়োজন হয়, তখন এটি দ্রুত তেল সরবরাহ করে।

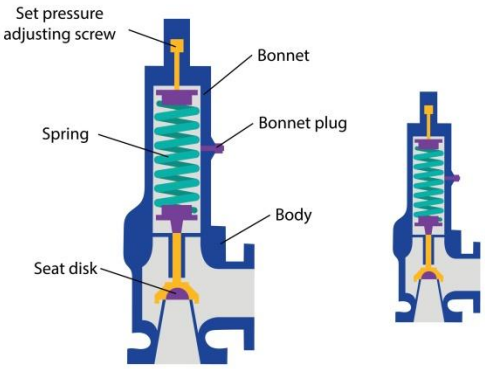
(ঘ) নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের সাথে সংশ্লিষ্ট নিরাপত্তা বৈশিষ্ট্যসমূহঃ

নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমে উচ্চ চাপ (High Pressure) ব্যবহার করা হয়, তাই সঠিক নিরাপত্তা ব্যবস্থা বা **Safety Features** না থাকলে বড় ধরনের দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। নিচে এই সিস্টেমগুলোর প্রধান নিরাপত্তা বৈশিষ্ট্যসমূহ চিহ্নিত এবং ব্যাখ্যা করা হলো:

১. প্রেসার রিলিফ ভালভ (Pressure Relief Valve - PRV)

এটি হাইড্রোলিক এবং নিউম্যাটিক উভয় সিস্টেমের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ নিরাপত্তা উপাদান।

- **ব্যাখ্যা:** সিস্টেমের ভেতরে চাপ যদি নির্ধারিত সীমার চেয়ে বেড়ে যায়, তবে এই ভালভটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে খুলে যায় এবং অতিরিক্ত চাপ বের করে দেয় (রিলিজ করে)। এটি পাইপ বা সিলিন্ডার ফেটে যাওয়া রোধ করে।



CONVENTIONAL SPRING LOADED PRESSURE RELIEF VALVE

২. লক-আউট এবং ট্যাগ-আউট (Lock-out / Tag-out - LOTO)

- **ব্যাখ্যা:** রক্ষণাবেক্ষণ বা মেরামতের সময় সিস্টেমের মেইন পাওয়ার বা প্রেসার সোর্স বন্ধ করে তালা (Lock) লাগিয়ে দেওয়া হয়। এতে নিশ্চিত করা হয় যে, কেউ কাজ করার সময় ভুলবশত মেশিন চালু করতে পারবে না।

৩. চেক ভালভ বা নন-রিটার্ন ভালভ (Check Valve)

- **ব্যাখ্যা:** এই ভালভটি বাতাস বা তেলকে শুধুমাত্র একদিকে প্রবাহিত হতে দেয়। যদি হঠাৎ পাম্প বন্ধ হয়ে যায় বা বিদ্যুৎ চলে যায়, তবে এটি লোডকে নিচে পড়ে যেতে বাধা দেয় (যেমন: হাইড্রোলিক লিফট)।

৪. ইমার্জেন্সি স্টপ বাটন (Emergency Stop - E-Stop)

- **ব্যাখ্যা:** এটি একটি ইলেকট্রনিক নিরাপত্তা ব্যবস্থা যা সরাসরি PLC বা কন্ট্রোল প্যানেলের সাথে যুক্ত থাকে। কোনো বিপদ দেখলে এই বাটন চাপলে সাথে সাথে ভালভগুলো বন্ধ হয়ে যায় এবং সিস্টেম স্থির হয়ে যায়।

৫. প্রেসার গেজ (Pressure Gauge)

- **ব্যাখ্যা:** এটি কোনো স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র নয়, কিন্তু এটি অপারেটরকে সিস্টেমের বর্তমান চাপের অবস্থা জানায়। এর মাধ্যমে অস্বাভাবিক চাপ চিহ্নিত করে দ্রুত ব্যবস্থা নেওয়া সম্ভব হয়।

৬. প্রটেক্টিভ গার্ড এবং এনক্লোজার (Protective Guards)

- **ব্যাখ্যা:** হাইড্রোলিক হোস বা পাইপ ফেটে গেলে যাতে উচ্চ গতির তেল কারও গায়ে না লাগে, সেজন্য পাইপের ওপর সুরক্ষা আবরণ বা গার্ড ব্যবহার করা হয়।

৭. ফিউজিবল প্লাগ বা বার্স্ট ডিস্ক (Burst Disc)

- **ব্যাখ্যা:** এটি মূলত নিউম্যাটিক সিস্টেমে বা এয়ার ট্যাংকে থাকে। যদি প্রেসার রিলিফ ভালভ কাজ না করে, তবে এই ডিস্কটি ফেটে গিয়ে বাতাস বের করে দেয়, যাতে পুরো ট্যাংকটি বিস্ফোরিত না হয়।

সেলফ চেক (Self-check) – ৭.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

প্রশ্ন ১: নিউমেটিক ও হাইড্রোলিক সিস্টেমের মূল পার্থক্য কী?

প্রশ্ন ২: হাইড্রোলিক সিস্টেম কোথায় বেশি ব্যবহৃত হয়?

প্রশ্ন ৩: নিউমেটিক সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো কী কী?

প্রশ্ন ৪: হাইড্রোলিক সিস্টেমে 'পাম্প' এর কাজ কী?

প্রশ্ন ৫: প্রশ্ন ৫: অ্যাকচুয়েটর (Actuator) কয় প্রকার ও কী কী?

প্রশ্ন ৬: Pascal's Law হাইড্রোলিক সিস্টেমে কীভাবে কাজ করে?

প্রশ্ন ৭: ডিরেকশনাল কন্ট্রোল ভালভ (DCV) এর কাজ কী?

প্রশ্ন ৮: নিউমেটিক সিস্টেমে FRL ইউনিটের কাজ কী?

প্রশ্ন ৯: রিলিফ ভালভ (Relief Valve) কেন ব্যবহার করা হয়?

প্রশ্ন ১০: নিউমেটিক সিস্টেমে সাইলেন্সার (Silencer) এর গুরুত্ব কী?

প্রশ্ন ১১: হাইড্রোলিক সিস্টেমে লিক (Leak) কেন বিপজ্জনক?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৭.১

প্রশ্ন ১: নিউমেটিক ও হাইড্রোলিক সিস্টেমের মূল পার্থক্য কী?

উত্তর: নিউমেটিক সিস্টেম সংকুচিত বাতাস (Compressed Air) ব্যবহার করে কাজ করে, অন্যদিকে হাইড্রোলিক সিস্টেম চাপের মুখে থাকা তরল বা তেল (Pressurized Liquid/Oil) ব্যবহার করে শক্তি সঞ্চালন করে।

প্রশ্ন ২: হাইড্রোলিক সিস্টেম কোথায় বেশি ব্যবহৃত হয়?

উত্তর: যেখানে অনেক বেশি শক্তির (Heavy Force) প্রয়োজন হয়, যেমনক্রেন, এক্সকাভেটর বা ভারী ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রেসে হাইড্রোলিক সিস্টেম ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ৩: নিউমেটিক সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর: এয়ার কম্প্রেসর, রিসিভার ট্যাঙ্ক, এফ.আর.এল (FRL - Filter, Regulator, Lubricator) ইউনিট, কন্ট্রোল ভালভ এবং অ্যাকচুয়েটর (সিলিন্ডার) ।

প্রশ্ন ৪: হাইড্রোলিক সিস্টেমে 'পাম্প' এর কাজ কী?

উত্তর: পাম্প মেকানিক্যাল শক্তিকে হাইড্রোলিক শক্তিতে রূপান্তর করে এবং সিস্টেমের ভেতরে তরল প্রবাহ তৈরি করে।

প্রশ্ন ৫: অ্যাকচুয়েটর (Actuator) কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর: প্রধানত দুই প্রকার:

১. লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর: যেমন নিউমেটিক বা হাইড্রোলিক সিলিন্ডার (সরলরেখায় কাজ করে)।

২. রোটারি অ্যাকচুয়েটর: যেমন মোটর (ঘূর্ণন গতি তৈরি করে)।

প্রশ্ন ৬: (Pascal's Law) হাইড্রোলিক সিস্টেমে কীভাবে কাজ করে?

উত্তর: আবদ্ধ তরলের যেকোনো অংশে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয়। এই নীতির ফলেই ছোট পিস্টনে সামান্য বল প্রয়োগ করে বড় পিস্টনে বিশাল ওজন তোলা সম্ভব হয়।

প্রশ্ন ৭: ডিরেকশনাল কন্ট্রোল ভালভ (DCV) এর কাজ কী?

উত্তর: এটি বাতাস বা তরলের প্রবাহের দিক পরিবর্তন করে সিলিন্ডার বা মোটরের গতিপথ (সামনে বা পেছনে) নিয়ন্ত্রণ করে।

প্রশ্ন ৮: নিউমেটিক সিস্টেমে FRL ইউনিটের কাজ কী?
উত্তর: FRL ইউনিট বাতাসকে পরিষ্কার করে (Filter), চাপ নিয়ন্ত্রণ করে (Regulator) এবং যন্ত্রাংশের ঘর্ষণ কমাতে সামান্য লুব্রিকেন্ট মিশিয়ে দেয় (Lubricator) ।
প্রশ্ন ৯: রিলিফ ভালভ (Relief Valve) কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: সিস্টেমে চাপ নির্ধারিত সীমার বাইরে চলে গেলে রিলিফ ভালভ অতিরিক্ত তরল বা বাতাস বের করে দিয়ে সিস্টেমকে বিস্ফোরণ বা ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করে।
প্রশ্ন ১০: নিউমেটিক সিস্টেমে সাইলেন্সার (Silencer) এর গুরুত্ব কী?
উত্তর: সংকুচিত বাতাস যখন দ্রুত পরিবেশে বেরিয়ে আসে, তখন প্রচুর শব্দ হয়। সাইলেন্সার এই শব্দের মাত্রা কমিয়ে কাজের পরিবেশ নিরাপদ রাখে।
প্রশ্ন ১১: হাইড্রোলিক সিস্টেমে লিক (Leak) কেন বিপজ্জনক?
উত্তর: হাইড্রোলিক সিস্টেমে উচ্চ চাপে তেল থাকে। সামান্য লিক থেকে নির্গত তেলের জেট মানুষের ত্বকের ক্ষতি করতে পারে এবং এটি আগুনের ঝুঁকিও তৈরি করে।

জব শিট (Job Sheet) – ৭.১

জবের নামঃ নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদানসমূহ শনাক্তকরণ, শ্রেণিবিন্যাস এবং লে-আউট অংকন।

কাজের ধাপসমূহঃ

ধাপ ১: প্রথমে নিউমেটিক ট্রেইনার বোর্ডের সামনে গিয়ে এর শক্তি উৎস বা এয়ার কম্প্রেসর এবং রিসিভার ট্যাঙ্ক শনাক্ত করুন।

ধাপ ২: বাতাসের মান নিয়ন্ত্রণের জন্য থাকা FRL (Filter, Regulator, Lubricator) ইউনিটটি পর্যবেক্ষণ করুন এবং এর ইনলেট ও আউটলেট লাইন দেখুন।

ধাপ ৩: হাইড্রোলিক সিস্টেমে গিয়ে হাইড্রোলিক পাম্প এবং তেলের আধার (Reservoir) শনাক্ত করুন।

ধাপ ৪: বিভিন্ন ধরনের কন্ট্রোল ভালভ যেমন—Directional Control Valve (DCV), Flow Control Valve, এবং Pressure Relief Valve চিহ্নিত করুন।

ধাপ ৫: চূড়ান্ত পর্যায়ে অ্যাকচুয়েটর (যেমন: লিনিয়ার সিলিন্ডার বা হাইড্রোলিক মোটর) শনাক্ত করুন যা মেকানিক্যাল আউটপুট দেয়।

ধাপ ৬: প্রতিটি উপাদানের সিম্বল বা প্রতীক খাতায় নোট করুন এবং একটি সিম্পল সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন করুন।

সতকর্তাঃ

- **উচ্চ চাপ:** সিস্টেম চালু অবস্থায় কোনো পাইপ বা হোস কানেকশন খোলার চেষ্টা করবেন না।
- **তেল নিঃসরণ:** হাইড্রোলিক সিস্টেমে লিক থাকলে মেঝে পিচ্ছিল হতে পারে, তাই দ্রুত পরিষ্কার করুন।
- **কানেকশন:** নিশ্চিত করুন যে সব কানেকশন সঠিকভাবে লক করা হয়েছে।
- **বিদ্যুৎ:** ইলেকট্রিক পাম্প বা কম্প্রেসর চালানোর সময় ভেজা হাতে সুইচ ধরবেন না।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৭.১

জবের নামঃ নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদানসমূহ শনাক্তকরণ, শ্রেণিবিন্যাস এবং লে-আউট অংকন।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- সেফটি গগলস: চোখের নিরাপত্তার জন্য।
- হ্যান্ড গ্লাভস: হাতকে তেল বা ঘর্ষণ থেকে রক্ষা করতে।
- সেফটি শু: ভারী যন্ত্রপাতি থেকে পায়ের নিরাপত্তার জন্য।
- অ্যাপ্রন/ওয়ার্কিং ড্রেস: পরিষ্কার পরিচ্ছন্নতার জন্য।

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

ক্রমিক	নাম	বিবরণ
১	নিউমেটিক ট্রেইনার বোর্ড	উপাদান শনাক্তকরণের জন্য
২	হাইড্রোলিক পাওয়ার প্যাক/ট্রেইনার	উচ্চ চাপের সিস্টেম দেখার জন্য

ক্রমিক	নাম	বিবরণ
৩	মেজারিং টেপ/রুলার	ডায়াগ্রাম তৈরির জন্য
৪	ডাবল অ্যাক্টিং সিলিন্ডার	একচুয়েটর হিসেবে
৫	বিভিন্ন কন্ট্রোল ভালভ (DCV)	৩/২, ৫/২ ডিরেকশনাল ভালভ

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- কানেক্টিং টিউব বা পাইপ (Hose Pipes)
- লুব্রিকেটিং অয়েল (হাইড্রোলিক সিস্টেমের জন্য)
- ক্লিনিং ক্লথ (বর্জ্য পরিষ্কারের জন্য)
- অংকন খাতা ও কলম

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

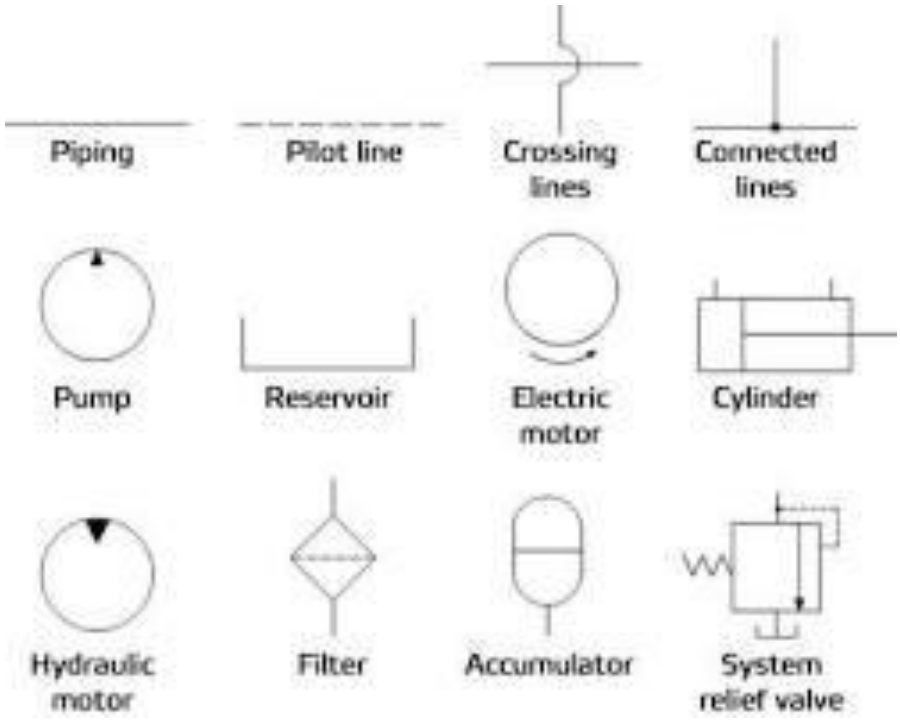


Figure: Recognition, Classification and Lay-out Drawing of Different Components of Pneumatic and Hydraulic Systems

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৭.২

শিখন ফল-২: পিএলসি (PLC) ইন্সটল এবং কনফিগার করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents)

- নিউম্যাটিক ও হাইড্রোলিক সিস্টেমের সাথে PLC ইন্টিগ্রেশনের জন্য ইনস্টলেশন সাইট এবং সরঞ্জামসমূহ পরিদর্শন ও প্রস্তুত করা
- PLC হার্ডওয়্যার উপাদানসমূহ ইনস্টল ও সংযোগ প্রদান করা
- PLC এবং নিউম্যাটিক ও হাইড্রোলিক যন্ত্রাংশের মধ্যে ওয়্যারিং (Wiring) সম্পন্ন করা
- নিউম্যাটিক ও হাইড্রোলিক সিস্টেমের কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণের জন্য PLC সফটওয়্যার ইনস্টল ও কনফিগার করা

(ক) নিউম্যাটিক ও হাইড্রোলিক সিস্টেমের সাথে PLC ইন্টিগ্রেশনের জন্য ইনস্টলেশন সাইট এবং সরঞ্জামসমূহ পরিদর্শন ও প্রস্তুত করাঃ

PLC-কে নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের সাথে ইন্টিগ্রেট (একত্রীকরণ) করার জন্য ইন্সটলেশন সাইট এবং ইক্যুইপমেন্ট পরিদর্শন ও প্রস্তুতির প্রক্রিয়াটি নিচে আলোচনা করা হলো:

১. ইন্সটলেশন সাইট পরিদর্শন (Installation Site Inspection)

PLC এবং ফ্লুইড পাওয়ার সিস্টেম (Pneumatic/Hydraulic) যেখানে স্থাপন করা হবে, সেই জায়গাটি নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর ভিত্তিতে পরিদর্শন করতে হয়:

- পরিবেশগত অবস্থা (Environmental Conditions): সাইটটি কি অতিরিক্ত ধুলোবালি, আর্দ্রতা বা উচ্চ তাপমাত্রাসম্পন্ন? PLC-এর জন্য একটি শুষ্ক এবং শীতল পরিবেশ প্রয়োজন। প্রয়োজনে কুলিং ফ্যান বা এয়ার কন্ডিশনার ব্যবহার করতে হয়।
- জায়গার প্রাপ্যতা (Space Availability): কন্ট্রোল প্যানেল, পাইপলাইন এবং অ্যাকচুয়েটর স্থাপনের জন্য পর্যাপ্ত জায়গা আছে কিনা তা নিশ্চিত করা।
- বিদ্যুৎ ও বায়ু সরবরাহ (Power & Air Supply): PLC-এর জন্য স্থিতিশীল পাওয়ার সোর্স (সাধারণত 24V DC বা 220V AC) এবং নিউমেটিক সিস্টেমের জন্য এয়ার কম্প্রেসর লাইন কাছাকাছি আছে কিনা তা যাচাই করা।
- নিরাপত্তা (Safety Awareness): সাইটে ইমারজেন্সি স্টপ বাটন এবং যথাযথ সেফটি ব্যারিয়ার স্থাপনের সুযোগ আছে কিনা তা দেখা।

২. ইক্যুইপমেন্ট এবং কম্পোনেন্ট প্রস্তুতি (Equipment Preparation)

সিস্টেমটি চালু করার আগে প্রয়োজনীয় সকল যন্ত্রাংশ সংগ্রহ এবং পরীক্ষা করতে হবে:

ক) ইলেকট্রনিক্স ও কন্ট্রোল ইউনিট (PLC & Accessories)

- PLC ইউনিট: ইনপুট এবং আউটপুট (I/O) পোর্টগুলো ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করা।
- কন্ট্রোল প্যানেল: PLC এবং রিলে রাখার জন্য উপযুক্ত ডাস্ট-প্রুফ প্যানেল।
- সেন্সর ও ইন্টারফেস: প্রেসার সুইচ, প্রক্সিমিটি সেন্সর এবং লিমিট সুইচগুলো সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা নিশ্চিত করা।

খ) নিউমেটিক ও হাইড্রোলিক কম্পোনেন্ট

- অ্যাকচুয়েটর (Actuators): সিলিন্ডার বা মোটরগুলো মসৃণভাবে নড়াচড়া করছে কিনা দেখা।
- ভালভ (Valves): সোলেনয়েড ভালভগুলো PLC-এর সিগন্যাল অনুযায়ী কাজ করার জন্য প্রস্তুত রাখা।
- পাম্প ও কম্প্রেসর: হাইড্রোলিক পাম্পের ফ্লুইড লেভেল এবং নিউমেটিক কম্প্রেসরের এয়ার প্রেসার রেগুলেটর চেক করা।
- পাইপিং ও হোস: কোনো লিক বা ফাটল আছে কিনা তা নিবিড়ভাবে পর্যবেক্ষণ করা।

৩. ইন্সটলেশন প্রস্তুতি ধাপসমূহ (Preparation Steps)

১. লে-আউট ডিজাইন: প্রথমে হার্ডওয়্যার ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম এবং নিউমেটিক/হাইড্রোলিক সার্কিট ডায়াগ্রাম চূড়ান্ত করা।
২. পরিষ্কার-পরিচ্ছন্নতা: পাইপলাইনের ভেতরে যেন কোনো ময়লা বা লোহার কণা না থাকে, তা নিশ্চিত করা। কারণ এটি ভালভ বা সিলিন্ডার নষ্ট করতে পারে। ৩. মাউন্টিং (Mounting): PLC-কে DIN Rail-এর ওপর শক্তভাবে আটকানো এবং ভাইব্রেশন হয় এমন জায়গা থেকে দূরে রাখা। ৪. আর্থিং ও গ্রাউন্ডিং (Earthing & Grounding): ইলেকট্রিক্যাল নয়েজ কমানোর জন্য এবং নিরাপত্তার জন্য সিস্টেমের সঠিক আর্থিং নিশ্চিত করা।

৪. চূড়ান্ত চেকলিস্ট (Final Checklist)

ইন্সটলেশন শুরু করার আগে এই তালিকাটি মিলিয়ে নিন:

- সকল ক্যাবল এবং তারের গায়ে সঠিক লেবেলিং (Labeling) করা হয়েছে।
- হাইড্রোলিক তেলের মান এবং পরিমাণ সঠিক আছে।
- এয়ার ফিল্টার, রেগুলেটর এবং লুব্রিকেটর (FRL Unit) বসানো হয়েছে।
- PLC প্রোগ্রাম আপলোড করার জন্য কমিউনিকেশন ক্যাবল প্রস্তুত।

(খ) PLC হার্ডওয়্যার উপাদানসমূহ ইনস্টল ও সংযোগ প্রদান করাঃ

PLC হার্ডওয়্যার কম্পোনেন্টগুলো সঠিকভাবে ইনস্টল এবং সংযোগ করার প্রক্রিয়া নিচে সহজভাবে বর্ণনা করা হলো:

১. হার্ডওয়্যার কম্পোনেন্ট ইনস্টলেশন (Hardware Installation)

PLC সিস্টেমের বিভিন্ন অংশগুলো প্যানেলের ভেতরে নির্দিষ্ট নিয়মে বসাতে হয়:



- **DIN Rail মাউন্টিং:** সাধারণত একটি মেটাল রেল (DIN Rail) কন্ট্রোল প্যানেলে স্ক্রু দিয়ে আটকানো থাকে। PLC ইউনিট, পাওয়ার সাপ্লাই এবং I/O মডিউলগুলো এই রেলের ওপর শক্তভাবে বসানো হয়।
- **পাওয়ার সাপ্লাই বসানো:** PLC-এর জন্য নির্দিষ্ট পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট (যেমন: 24V DC) প্রথমে সেট করা হয়। এটি এমনভাবে বসাতে হয় যাতে পর্যাপ্ত বাতাস চলাচলের জায়গা থাকে।
- **I/O মডিউল সংযোগ:** যদি এক্সপেনশন মডিউল থাকে, তবে সেগুলো মেইন CPU-এর সাথে বাসের (Bus connector) মাধ্যমে যুক্ত করতে হয়।
- **সুরক্ষা (Protection):** সিস্টেমকে শর্ট সার্কিট থেকে বাঁচাতে সার্কিট ব্রেকার (MCB) এবং ফিউজ ব্যবহার করা হয়।

২. ওয়্যারিং এবং কানেকশন (Wiring and Connections)

সবগুলো কম্পোনেন্ট বসানোর পর সেগুলোকে বৈদ্যুতিকভাবে সংযুক্ত করা হয়:

ক) পাওয়ার সাপ্লাই কানেকশন

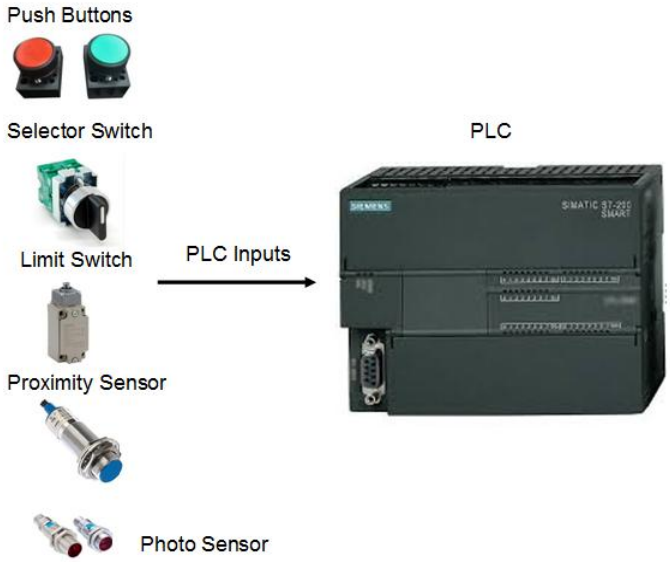






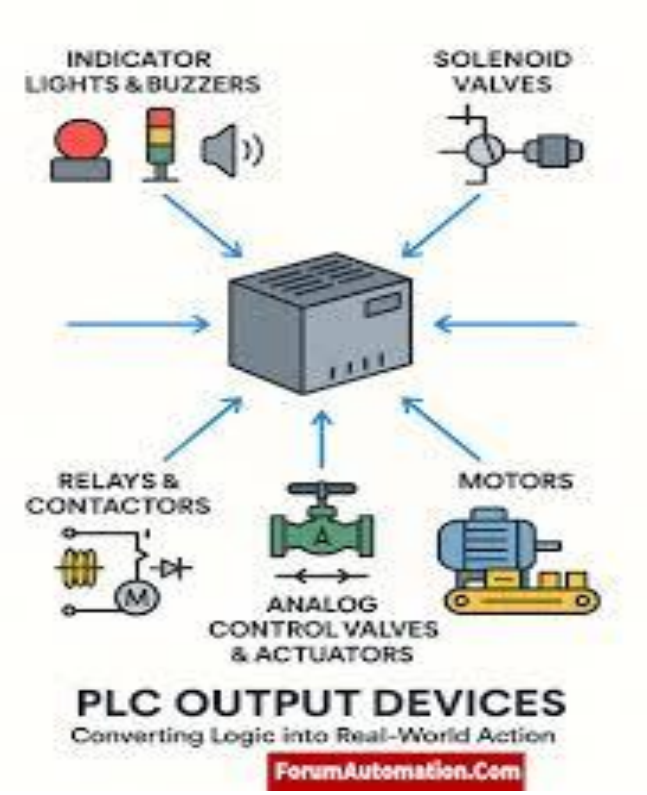
- প্রথমে মেইন এসি (AC) লাইন থেকে পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিটে সংযোগ দিতে হয়।
- এরপর পাওয়ার সাপ্লাই থেকে ২৪ ভোল্ট ডিসি (24V DC) আউটপুট নিয়ে PLC-এর পাওয়ার ইনপুট টার্মিনালে (+ এবং -) সংযোগ করতে হয়।

খ) ইনপুট ডিভাইস কানেকশন (Input Devices)



- পুশ বাটন, সুইচ বা সেন্সরগুলো PLC-এর **Input Terminal**-এ যুক্ত করা হয়।
- সেন্সরের ক্ষেত্রে সাধারণত ৩টি তার থাকে (V+, V-, এবং Signal), যা নির্দিষ্ট পোর্ট অনুযায়ী কানেক্ট করতে হয়।

গ) আউটপুট ডিভাইস কানেকশন (Output Devices)



- PLC-এর **Output Terminal** থেকে লোড যেমনসোলেনয়েড ভালভ, রিলে কয়েল বা ইন্ডিকেটর ল্যাম্প যুক্ত করা হয়।
- হাইড্রোলিক বা নিউমেটিক সিস্টেমের ক্ষেত্রে সোলেনয়েড ভালভগুলো আউটপুট পোর্টে সংযুক্ত থাকে।

৩. গ্রাউন্ডিং এবং কমিউনিকেশন (Grounding & Communication)

- **আর্থিং (Earthing):** ইলেকট্রিক্যাল ইন্টারফেয়ারেন্স বা নয়েজ কমানোর জন্য PLC-এর গ্রাউন্ড টার্মিনালকে অবশ্যই প্যানেলের কমন আর্থিং পয়েন্টের সাথে যুক্ত করতে হবে।
- **কমিউনিকশন ক্যাবল:** প্রোগ্রাম আপলোড করার জন্য PC-এর সাথে PLC-এর সংযোগ দিতে হবে (যেমন: Ethernet, RS-232, বা USB ক্যাবল ব্যবহার করে)।

৪. সংযোগ পরীক্ষার চেকলিস্ট (Testing Checklist)

ইনস্টলেশন শেষ হওয়ার পর নিচের বিষয়গুলো যাচাই করে নিন:

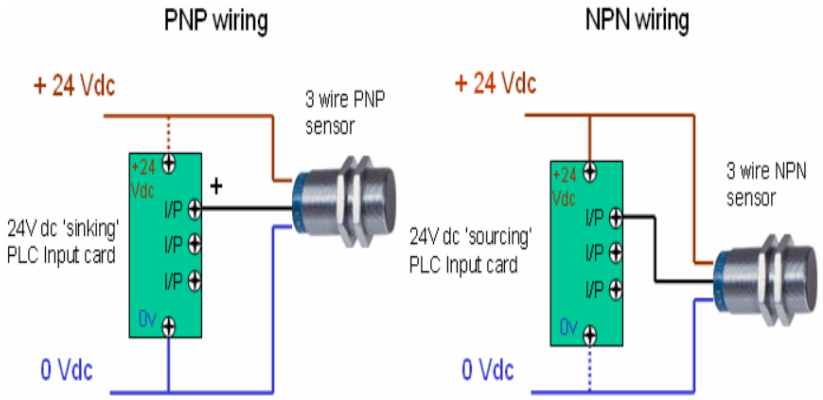
- **টাইটনেস (Tightness):** প্রতিটি টার্মিনালের স্ক্রু শক্তভাবে লাগানো আছে কি না চেক করুন, ঢিলা সংযোগ আগুনের ঝুঁকি তৈরি করে।
- **শর্ট সার্কিট টেস্ট:** পাওয়ার অন করার আগে মাল্টিমিটার দিয়ে ইনপুট ও আউটপুট লাইনে কোনো শর্ট সার্কিট আছে কিনা দেখে নিন।
- **ভোল্টেজ চেক:** টার্মিনালে সঠিক ভোল্টেজ (যেমন ২৪ ভোল্ট) পৌঁছাচ্ছে কি না তা নিশ্চিত করুন।
- **লেবেলিং (Labeling):** প্রতিটি তারের ওপর নম্বর বা ফেরুল (Ferrule) ব্যবহার করুন যাতে ভবিষ্যতে ট্রাবলশুটিং করতে সুবিধা হয়।

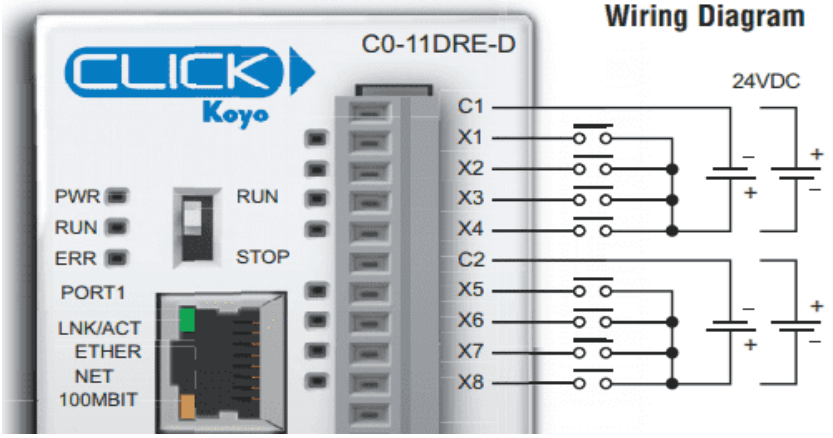
টিপস: সবসময় প্রস্তুতকারকের দেওয়া **Wiring Diagram** বা ম্যানুয়াল অনুসরণ করুন, কারণ বিভিন্ন ব্র্যান্ডের (যেমন: Siemens, Delta, Mitsubishi) কানেকশন ডায়াগ্রাম আলাদা হতে পারে।

(গ) PLC এবং নিউম্যাটিক ও হাইড্রোলিক যন্ত্রাংশের মধ্যে ওয়্যারিং (Wiring) সম্পন্ন করাঃ

PLC এবং নিউমেটিক/হাইড্রোলিক সিস্টেমের মধ্যে ওয়্যারিং করার প্রক্রিয়াটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ ভুল সংযোগের ফলে সেন্সর বা সোলেনয়েড ভালভ নষ্ট হয়ে যেতে পারে। নিচে এই ওয়্যারিং প্রক্রিয়ার ধাপগুলো বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

১. ইনপুট ডিভাইস ওয়্যারিং (Input Wiring)

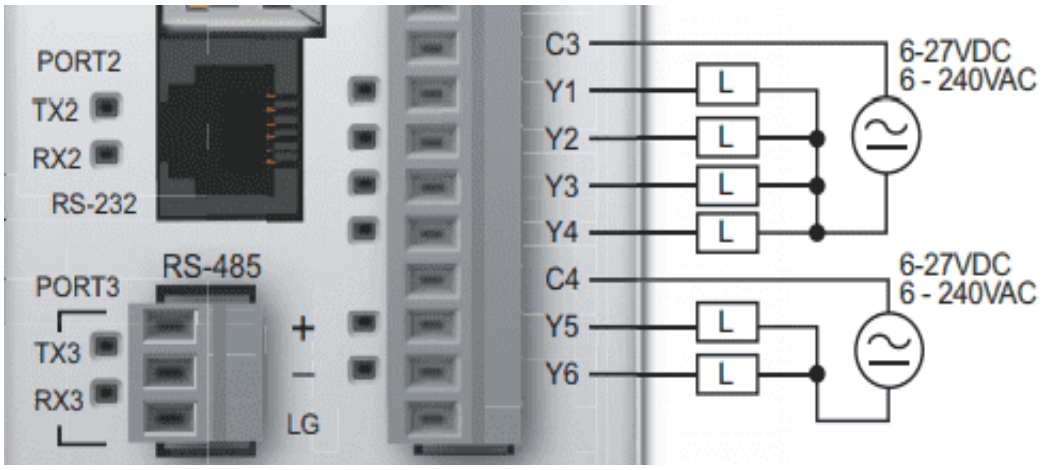




নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের অবস্থা বোঝার জন্য বিভিন্ন সেন্সর ও সুইচ PLC-এর ইনপুট টার্মিনালে যুক্ত করা হয়।

- **লিমিট সুইচ ও প্রক্সিমিটি সেন্সর:** সিলিন্ডারের পজিশন বোঝার জন্য এগুলো ব্যবহৃত হয়।
  - **PNP সেন্সর:** লোডকে পজিটিভ (+) সিগন্যাল দেয়।
  - **NPN সেন্সর:** লোডকে নেগেটিভ (-) সিগন্যাল দেয়।
- **প্রেসার সুইচ:** সিস্টেমে বাতাসের বা তেলের চাপ নির্দিষ্ট সীমার নিচে বা উপরে গেলে এটি PLC-কে সিগন্যাল পাঠায়।
- **কানেকশন পদ্ধতি:** সাধারণত সেন্সরের পজিটিভ তারটি +24V এ, নেগেটিভ তারটি 0V এ এবং সিগন্যাল তারটি PLC-এর নির্দিষ্ট ইনপুট পোর্টে (যেমন: X0, I0.0) যুক্ত করা হয়।

২. আউটপুট ডিভাইস ওয়্যারিং (Output Wiring)



PLC মূলত সোলেনয়েড ভালভের মাধ্যমে নিউমেটিক বা হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর নিয়ন্ত্রণ করে।

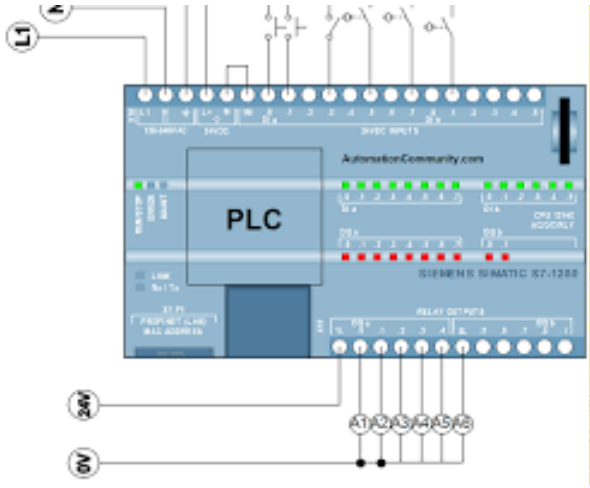
- **সোলেনয়েড ভালভ সংযোগ:** PLC-এর আউটপুট পোর্ট থেকে একটি তার সোলেনয়েড কয়েলের এক প্রান্তে যায় এবং অন্য প্রান্তটি কমন লাইনে (সাধারণত 0V বা Neutral) যুক্ত থাকে।
- **ইন্টারপোজ রিলে (Interpose Relay):** যদি সোলেনয়েড ভালভ বেশি কারেন্ট টানে বা উচ্চ ভোল্টেজের (যেমন ২২০ ভোল্ট এসি) হয়, তবে PLC এবং ভালভের মাঝে একটি রিলে ব্যবহার করা নিরাপদ। PLC প্রথমে রিলেকে অন করে, আর রিলে সোলেনয়েডকে পাওয়ার দেয়।
- **ডায়োড বা স্নাবার সার্কিট:** সোলেনয়েড কয়েল বন্ধ হওয়ার সময় ব্যাক-ইলেক্ট্রোমোটিভ ফোর্স (Back EMF) তৈরি করে যা PLC-কে নষ্ট করতে পারে। এটি রোধ করতে কয়েলের সাথে সমান্তরালে একটি ডায়োড (DC-এর জন্য) ব্যবহার করা উচিত।

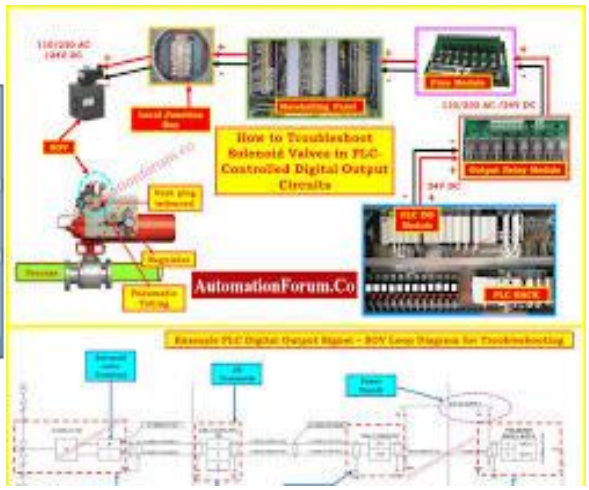
৩. ওয়্যারিং এর সাধারণ নিয়মাবলী (General Wiring Rules)

- **কমন (Common) টার্মিনাল:** PLC-এর ইনপুট বা আউটপুট কার্ডে একটি 'Common' পিন থাকে। আপনার সেন্সর বা ভালভ যদি পজিটিভ সুইচিং হয়, তবে কমন পিনে নেগেটিভ (0V) সংযোগ দিতে হবে।
- **তারের গেজ ও রঙ:** সিগন্যাল লাইনের জন্য সাধারণত চিকন তার (০.৫ - ০.৭৫ মিমি) এবং পাওয়ার লাইনের জন্য কিছুটা মোটা তার ব্যবহার করা হয়। লাল তার পজিটিভ এবং কালো তার নেগেটিভের জন্য ব্যবহার করা স্ট্যান্ডার্ড।
- **ফেরুল (Ferrule) ও লেবেলিং:** প্রতিটি তারের মাথায় ফেরুল পরানো উচিত এবং তারে নম্বর (Tagging) দেওয়া জরুরি যাতে ট্রাবলশুটিং সহজ হয়।

৪. সেফটি ও শিল্ডিং (Safety and Shielding)

- **শিল্ডেড ক্যাবল:** এনালগ সেন্সরের (যেমন: প্রেসার ট্রান্সমিটার) ক্ষেত্রে শিল্ডেড ক্যাবল ব্যবহার করতে হয় যাতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্টারফেয়ারেন্স (EMI) সিগন্যালকে নষ্ট না করে।
- **সেপারেশন:** পাওয়ার ক্যাবল (যা মোটর বা পাম্পে যায়) এবং সিগন্যাল ক্যাবল (যা PLC-তে আসে) একই ডাক্ট বা পাইপের ভেতর দিয়ে না নেওয়াই ভালো। এতে নয়েজ কম হয়।
- **ইমারজেন্সি স্টপ:** ইমারজেন্সি স্টপ বাটনটি এমনভাবে ওয়্যারিং করতে হবে যেন চাপ দেওয়া মাত্রই PLC-এর আউটপুট এবং পাম্পের পাওয়ার বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়।





(ঘ) নিউম্যাটিক ও হাইড্রোলিক সিস্টেমের কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণের জন্য PLC সফটওয়্যার ইনস্টল ও কনফিগার করাঃ

PLC এবং নিউমেটিক/হাইড্রোলিক সিস্টেম নিয়ন্ত্রণের জন্য সফটওয়্যার ইনস্টলেশন এবং কনফিগারেশন প্রক্রিয়াটি নিচে পর্যায়ক্রমে বর্ণনা করা হলো:

১. PLC সফটওয়্যার ইনস্টলেশন (Software Installation)

সিস্টেমটি প্রোগ্রাম করার জন্য প্রথমে কম্পিউটারে নির্দিষ্ট ব্র্যান্ডের (যেমন: Siemens-এর জন্য TIA Portal, Delta-এর জন্য ISPSoft, বা Mitsubishi-এর জন্য GX Works) সফটওয়্যারটি ইনস্টল করতে হবে।

- **সিস্টেম রিকোয়ারমেন্ট চেক:** কম্পিউটারের অপারেটিং সিস্টেম (Windows 10/11) এবং র‍্যাম (RAM) সফটওয়্যারের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ কি না তা নিশ্চিত করা।
- **ড্রাইভার ইনস্টলেশন:** PLC-এর সাথে যোগাযোগের জন্য প্রয়োজনীয় কমিউনিকেশন ড্রাইভার (যেমন: USB-to-Serial বা Ethernet drivers) ইনস্টল করা।
- **লাইসেন্স অ্যাক্টিভেশন:** সফটওয়্যারটি সঠিকভাবে ব্যবহারের জন্য প্রয়োজনীয় লাইসেন্স কি (License Key) ইনপুট দেওয়া।

২. হার্ডওয়্যার কনফিগারেশন (Hardware Configuration)

সফটওয়্যার ইনস্টল করার পর, আপনার কাছে থাকা শারীরিক (Physical) হার্ডওয়্যারটির একটি ডিজিটাল ম্যাপ সফটওয়্যারে তৈরি করতে হয়।

- **PLC মডেল সিলেকশন:** আপনার কাছে থাকা নির্দিষ্ট PLC মডেলটি (যেমন: CPU 1214C) সফটওয়্যার লাইব্রেরি থেকে সিলেক্ট করা।
- **I/O মডিউল সেটআপ:** PLC-এর সাথে অতিরিক্ত কোনো ইনপুট বা আউটপুট মডিউল যুক্ত থাকলে তা কনফিগারেশনে যুক্ত করা।
- **নেটওয়ার্ক সেটিংস:** যদি Ethernet ব্যবহার করা হয়, তবে PLC-এর জন্য একটি ইউনিক IP Address সেট করা।

৩. কন্ট্রোল লজিক বা প্রোগ্রামিং (Programming)

নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের কাজগুলো (যেমন: সিলিন্ডার এগিয়ে যাওয়া বা পাম্প চালু হওয়া) নিয়ন্ত্রণ করার জন্য কোড লিখতে হয়।

- **ট্যাগিং (Tagging):** ইনপুট এবং আউটপুট পোর্টগুলোর নাম দেওয়া। যেমন: ইনপুট I0.0 কে "Start_Button" এবং আউটপুট Q0.0 কে "Solenoid_Valve" নাম দেওয়া।
- **লজিক তৈরি:** সাধারণত **Ladder Logic (LD)** ব্যবহার করে প্রোগ্রাম লেখা হয়।

- *উদাহরণ:* যদি 'Start' বাটন চাপা হয় এবং 'Limit Switch' সিগন্যাল দেয়, তবেই সোলেনয়েড ভালভটি ওপেন হবে।

- **টাইমার ও কাউন্টার:** সিলিন্ডার কতক্ষণ পর পর কাজ করবে বা কতবার মুভ করবে তা নিয়ন্ত্রণের জন্য টাইমার ও কাউন্টার কনফিগার করা।

৪. ডাউনলোড এবং টেস্টিং (Download & Testing)

প্রোগ্রামটি লেখা শেষ হলে তা PLC-তে পাঠাতে হয় এবং পরীক্ষা করতে হয়।

- **কম্পাইল (Compile):** প্রোগ্রামে কোনো ভুল বা এরর (Error) আছে কি না তা সফটওয়্যারের মাধ্যমে যাচাই করা।
- **ডাউনলোড:** PC থেকে প্রোগ্রামটি PLC-তে ট্রান্সফার করা।
- **অনলাইন মনিটরিং:** সফটওয়্যারের 'Online Mode' ব্যবহার করে রিয়েল-টাইমে দেখা যে সেন্সরগুলো কাজ করছে কি না এবং ভালভগুলো সঠিকভাবে ওপেন/ক্লোজ হচ্ছে কি না।
- **ফোর্স চেক (Force Check):** মেকানিক্যাল পার্টসগুলো (যেমন: হাইড্রোলিক পাম্প) ঠিকমতো কাজ করছে কি না তা দেখার জন্য সফটওয়্যার থেকে ম্যানুয়ালি আউটপুট অন করে পরীক্ষা করা।

৫. নিউমেটিক/হাইড্রোলিক প্যারামিটার সেটআপ

সফটওয়্যারের মাধ্যমে কিছু বিশেষ প্যারামিটার সেট করতে হতে পারে:

- **প্রেসার কন্ট্রোল:** এনালগ মডিউল ব্যবহার করলে কত প্রেসারে পাম্প বন্ধ হবে তা সফটওয়্যারে ডিফাইন করা।
- **সেফটি ইন্টারলক:** একটি সিলিন্ডার বের হয়ে থাকা অবস্থায় অন্যটি যেন না নড়ে, সেই লজিক সফটওয়্যারে নিশ্চিত করা।

সেলফ চেক (Self-check) – ৭.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. প্রশ্ন: PLC-এর সাথে নিউমেটিক সিলিন্ডার সরাসরি যুক্ত করা যায় কি?
২. প্রশ্ন: PLC ওয়্যারিং করার সময় 'ফেরুল' (Ferrule) কেন ব্যবহার করা হয়?
৩. প্রশ্ন: হাইড্রোলিক সিস্টেমে 'প্রেসার সুইচ'-এর কাজ কী?
৪. প্রশ্ন: PLC সফটওয়্যারে 'I/O Mapping' বা 'Tagging' কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৫. প্রশ্ন: PLC এবং সোলেনয়েড ভালভের মাঝে 'রিলে' (Relay) কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৭.২

১. প্রশ্ন: PLC-এর সাথে নিউমেটিক সিলিন্ডার সরাসরি যুক্ত করা যায় কি?
উত্তর: না, সরাসরি যুক্ত করা যায় না। PLC-এর আউটপুট সিগন্যাল একটি সোলেনয়েড ভালভ (Solenoid Valve)-এ যায়, যা বাতাসের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে সিলিন্ডারটিকে পরিচালনা করে।

২. প্রশ্ন: PLC ওয়্যারিং করার সময় 'ফেরুল' (Ferrule) কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: তারের মাথাগুলো যেন ছড়িয়ে না যায় এবং টার্মিনালে শক্তভাবে লেগে থাকে তা নিশ্চিত করতে ফেরুল ব্যবহার করা হয়। এটি সংযোগকে নিরাপদ রাখে এবং শর্ট সার্কিটের ঝুঁকি কমায়।

৩. প্রশ্ন: হাইড্রোলিক সিস্টেমে 'প্রেসার সুইচ'-এর কাজ কী?
উত্তর: প্রেসার সুইচ সিস্টেমের তেলের চাপ পরিমাপ করে। যখন চাপ একটি নির্দিষ্ট সীমার বাইরে চলে যায়, তখন এটি PLC-কে একটি ইনপুট সিগন্যাল দেয় যাতে PLC পাম্প বন্ধ করতে বা সতর্কতা সংকেত দিতে পারে।

৪. প্রশ্ন: PLC সফটওয়্যারে 'I/O Mapping' বা 'Tagging' কেন গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: I/O Mapping-এর মাধ্যমে PLC-এর ফিজিক্যাল পোর্টগুলোর (যেমন: X0, Y0) নির্দিষ্ট নাম (যেমন: Start Button, Cylinder Open) দেওয়া হয়। এর ফলে প্রোগ্রাম লেখা এবং পরবর্তীতে সমস্যা সমাধান (Troubleshooting) করা সহজ হয়।

৫. প্রশ্ন: PLC এবং সোলেনয়েড ভালভের মাঝে 'রিলে' (Relay) কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: যদি সোলেনয়েড ভালভটি উচ্চ ভোল্টেজের (যেমন ২২০ ভোল্ট এসি) হয়, তবে PLC-এর ইন্টারনাল সার্কিটকে সুরক্ষিত রাখতে এবং বেশি কারেন্ট হ্যান্ডেল করার জন্য রিলে ব্যবহার করা হয়।

জব শিট (Job Sheet) –৭.২

জবের নামঃ PLC ইনস্টলেশন এবং কনফিগারেশন সম্পন্নকরণ (Pneumatic ও Hydraulic সিস্টেমের জন্য)।

কাজের ধাপসমূহঃ

ধাপ ১: সাইট ও কম্পোনেন্ট পরিদর্শন প্রথমে কাজের জায়গাটি পরিষ্কার করে নিন। PLC এবং সেন্সরগুলোর গায়ে কোনো শারীরিক আঘাত বা ত্রুটি আছে কিনা তা যাচাই করুন।

ধাপ ২: হার্ডওয়্যার মাউন্টিং কন্ট্রোল প্যানেলে DIN Rail স্থাপন করুন। এরপর সিরিয়াল অনুযায়ী প্রথমে পাওয়ার সাপ্লাই, তারপর PLC CPU এবং শেষে I/O মডিউলগুলো রেলের ওপর শক্তভাবে আটকান।

ধাপ ৩: ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী পাওয়ার সাপ্লাই থেকে PLC-তে ২৪ ভোল্ট সংযোগ দিন। এরপর সেন্সরগুলোকে ইনপুট পোর্টে এবং সোলেনয়েড ভালভগুলোকে আউটপুট পোর্টে যুক্ত করুন। প্রতিটি তারে ফেরুল ও নম্বর ট্যাগ ব্যবহার করুন।

ধাপ ৪: সফটওয়্যার কনফিগারেশন কম্পিউটারে PLC সফটওয়্যার ওপেন করে সঠিক মডেল এবং কমিউনিকেশন পোর্ট সিলেক্ট করুন। আইপি অ্যাড্রেস (যদি থাকে) কনফিগার করুন।

ধাপ ৫: লজিক রাইটিং ও ডাউনলোড প্রয়োজনীয় ল্যাডার লজিক (Ladder Logic) তৈরি করুন। প্রোগ্রামটি কম্পাইল করে কোনো ভুল না থাকলে PLC-তে ডাউনলোড করুন।

ধাপ ৬: টেস্টিং ও পর্যবেক্ষণ সিস্টেমটি চালু করে দেখুন সেন্সর সিগন্যাল দিলে সিলিন্ডার বা হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর সঠিকভাবে নড়াচড়া করছে কিনা। প্রয়োজনে অনলাইন মনিটরিংয়ের মাধ্যমে ত্রুটি সংশোধন করুন।

সতর্কতাঃ

- সংযোগ দেওয়ার আগে অবশ্যই মেইন পাওয়ার সুইচ বন্ধ (OFF) রাখুন।
- লুজ কানেকশন বা আলগা সংযোগ এড়িয়ে চলুন, কারণ এটি স্পার্ক তৈরি করতে পারে।
- PLC-এর পোলারিটি (+ এবং -) ঠিক আছে কিনা তা মাল্টিমিটার দিয়ে বারবার পরীক্ষা করুন।
- হাইড্রোলিক লাইনে কাজ করার সময় অতিরিক্ত চাপের (High Pressure) বিষয়ে সতর্ক থাকুন।
- কাজ শেষে প্যানেলের ভেতরের অতিরিক্ত তার বা বর্জ্য পরিষ্কার করুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) –৭.২

জবের নামঃ PLC ইনস্টলেশন এবং কনফিগারেশন সম্পন্নকরণ (Pneumatic ও Hydraulic সিস্টেমের জন্য)।

প্রয়োজনীয় পিপিইসমুহ:

- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা হ্যান্ডগ্লাভস
- নিরাপত্তা চশমা / গগলস
- সুরক্ষা জুতা
- ইন্সুলেটেড স্ক্রু ড্রাইভার

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম (Tools & Equipment):

ক্রমিক	নাম	বর্ণনা
১	স্ক্রু-ড্রাইভার সেট	ইলেকট্রিক্যাল কানেকশনের জন্য (Flat & Phillips)
২	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	তার কাটা বা ধরার জন্য
৩	ওয়্যার স্ট্রিপার	তারের ইনসুলেশন সরানোর জন্য
৪	মাল্টিমিটার	ভোল্টেজ ও কন্টিনিউটি চেক করার জন্য
৫	ফেরুল ক্রিমিং টুল	তারের মাথায় ফেরুল লাগানোর জন্য
৬	ল্যাপটপ/পিসি	প্রোগ্রামিং ও কনফিগারেশনের জন্য
৭	কমিউনিকেশন ক্যাবল	PLC ও পিসির মধ্যে সংযোগের জন্য (Ethernet/USB)

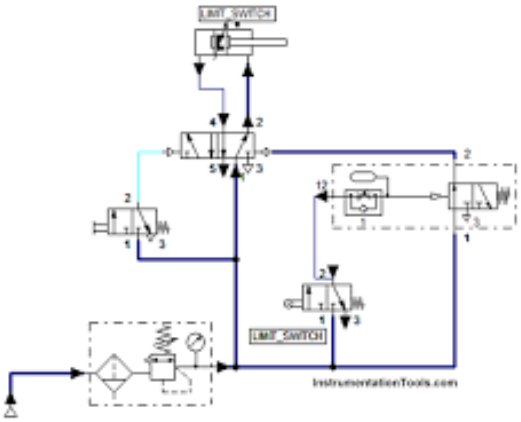
প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials):

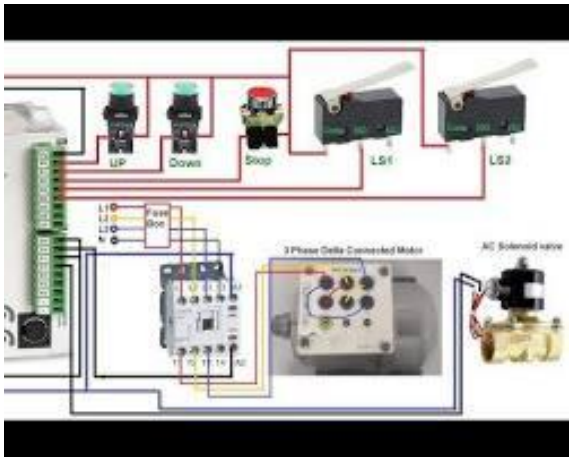
- PLC ইউনিট (CPU এবং I/O মডিউল)
- DIN Rail এবং চ্যানেল
- ২৪ ভোল্ট ডিসি পাওয়ার সাপ্লাই (SMPS)
- কানেক্টিং ওয়্যার (বিভিন্ন রঙের)
- ফেরুল এবং লাকস (Ferrules & Lugs)
- সোলেনয়েড ভালভ এবং সেন্সর (Limit/Proximity)
- কেবল টাই (Cable Tie) এবং মার্কার পেন

ড্রয়িং ও লে-আউট (Drawing/Lay-out):

কাজের শুরুতে নিচের ডায়াগ্রামগুলো অনুসরণ করতে হবে:

- **পাওয়ার ডায়াগ্রাম:** AC থেকে DC পাওয়ার সাপ্লাই এবং PLC-এর মেইন পাওয়ার কানেকশন।
- **I/O ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম:** সেন্সর (Input) এবং সোলেনয়েড ভালভ (Output) এর সংযোগ চিত্র।
- **সিস্টেম লে-আউট:** প্যানেলের ভেতরে কম্পোনেন্টগুলো কোথায় বসবে তার নকশা।





ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৭.৩

শিখন ফল-৩: নিউমেটিক কন্ট্রোল সিস্টেমের জন্য পিএলসি প্রোগ্রাম তৈরি করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- PLC ব্যবহার করে ভালভ সিকোয়েন্সিং (Valve sequencing) সম্পন্ন করা
- নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে চাপ (Pressure) নিয়ন্ত্রণ এবং বজায় রাখার জন্য 'টু-স্টেপ' (Two-step) কন্ট্রোল সিস্টেম কার্যকর করা
- সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী উন্নত চাপ নিয়ন্ত্রণের জন্য 'থ্রি-স্টেপ' (Three-step) কন্ট্রোল সিস্টেম কার্যকর করা

(ক) PLC ব্যবহার করে ভালভ সিকোয়েন্সিং (Valve sequencing) সম্পন্ন করাঃ

১. নিউমেটিক কন্ট্রোল সিস্টেম

নিউমেটিক সিস্টেম মূলত সংকুচিত বাতাস (Compressed Air) ব্যবহার করে যান্ত্রিক কাজ সম্পন্ন করে। এখানে প্রধান উপাদানগুলো হলো:

- **সিলিন্ডার (Cylinder):** যা লিনিয়ার মুভমেন্ট তৈরি করে (যেমন: এগিয়ে যাওয়া বা পিছিয়ে আসা)।
- **ডাইরেকশনাল কন্ট্রোল ভালভ (DCV):** যা বাতাসের প্রবাহের দিক পরিবর্তন করে সিলিন্ডারকে নিয়ন্ত্রণ করে।

২. পিএলসি-র ভূমিকা

পিএলসি এখানে "মস্তিষ্ক" হিসেবে কাজ করে। এটি সেন্সর থেকে ইনপুট নেয় এবং প্রোগ্রাম অনুযায়ী সোলেনয়েড ভালভকে (Solenoid Valve) কমান্ড দেয়।

৩. ভালভ সিকোয়েন্সিং (Valve Sequencing)

সিকোয়েন্সিং মানে হলো একটি নির্দিষ্ট ধারাবাহিকতায় কাজ সম্পন্ন করা। উদাহরণস্বরূপ, একটি সাধারণ সিকোয়েন্স হতে পারে **A+ B+ A- B-**:

১. **A+:** সিলিন্ডার A সামনে যাবে।
২. **B+:** সিলিন্ডার B সামনে যাবে।
৩. **A-:** সিলিন্ডার A পিছনে আসবে।
৪. **B-:** সিলিন্ডার B পিছনে আসবে।

৪. পিএলসি প্রোগ্রামের ধাপসমূহ

পিএলসিতে এই সিকোয়েন্স তৈরি করতে সাধারণত নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়:

- **ইনপুট সংকেত:** সিলিন্ডারের অবস্থান বোঝার জন্য লিমিট সুইচ (Limit Switch) বা রিড সেন্সর (Reed Sensor) ব্যবহার করা হয়।
- **লজিক তৈরি:** ল্যাডার লজিক (Ladder Logic) ব্যবহার করে নির্ধারণ করা হয় যে, একটি ধাপ শেষ হলে পরবর্তী ধাপটি কখন শুরু হবে।
- **আউটপুট কন্ট্রোল:** পিএলসির আউটপুট থেকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল সোলেনয়েড ভালভে পাঠানো হয়, যা ভালভটিকে ওপেন বা ক্লোজ করে বাতাস চলাচলে সাহায্য করে।

৫. ভালভ সিকোয়েন্সিংয়ের সুবিধা

- **নির্ভুলতা:** মানুষের হস্তক্ষেপ ছাড়াই অত্যন্ত নিখুঁতভাবে কাজ সম্পন্ন হয়।
- **সহজ পরিবর্তন:** ল্যাডার ডায়াগ্রাম পরিবর্তন করে সহজেই সিকোয়েন্স পরিবর্তন করা যায়, কোনো হার্ডওয়্যার পরিবর্তনের প্রয়োজন হয় না।
- **নিরাপত্তা:** সেন্সরের মাধ্যমে সিস্টেমের অবস্থা পর্যবেক্ষণ করা যায়, ফলে দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা কমে যায়।

(খ) নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে চাপ (Pressure) নিয়ন্ত্রণ এবং বজায় রাখার জন্য 'টু-স্টেপ' (Two-step) কন্ট্রোল সিস্টেম কার্যকর করাঃ

(Pressure) নিয়ন্ত্রণ এবং বজায় রাখার জন্য 'টু-স্টেপ' (Two-step) কন্ট্রোল সিস্টেম কার্যকর করা
নিউমেটিক কন্ট্রোল সিস্টেমে চাপের (Pressure) মাত্রা নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে বজায় রাখার জন্য **টু-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Two-step Control System)** বা **On-Off Control** একটি অত্যন্ত কার্যকর পদ্ধতি। নিচে এর কার্যপ্রণালী বাংলায় সহজভাবে ব্যাখ্যা করা হলো:

১. টু-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম কী?

এটি এমন একটি নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা যেখানে কন্ট্রোল এলিমেন্ট (যেমন: কম্প্রেসর বা ভালভ) কেবল দুটি অবস্থায় থাকতে পারে: **সম্পূর্ণ চালু (ON)** অথবা **সম্পূর্ণ বন্ধ (OFF)**। একে "ব্যাং-ব্যাং কন্ট্রোল" (Bang-bang control) ও বলা হয়।

২. কাজের ধাপসমূহ (Step-by-Step Process)

এই সিস্টেমে সাধারণত একটি **Pressure Switch** বা **Pressure Sensor** ব্যবহার করা হয় যা পিএলসি (PLC) এর সাথে যুক্ত থাকে।

- **লোয়ার লিমিট (Lower Limit):** যখন সিস্টেমের প্রেশার কমতে কমতে একটি নির্দিষ্ট সর্বনিম্ন বিন্দুতে (Set Point) পৌঁছায়, তখন সেন্সর পিএলসি-কে সিগন্যাল দেয়। পিএলসি সাথে সাথে আউটপুট অন করে কম্প্রেসর বা ইনলেট ভালভ চালু করে দেয়।
- **আপার লিমিট (Upper Limit):** প্রেশার বাড়তে বাড়তে যখন সর্বোচ্চ অনুমোদিত সীমায় পৌঁছায়, তখন সেন্সর আবার সংকেত পাঠায়। পিএলসি তখন আউটপুট বন্ধ করে দেয়, ফলে প্রেশার আর বাড়তে পারে না।

৩. ডেড ব্যান্ড বা ডিফারেনশিয়াল (Dead Band)

টু-স্টেপ কন্ট্রোলে **ডেড ব্যান্ড** একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। প্রেশার যদি ঠিক একটি নির্দিষ্ট পয়েন্টেই বারবার অন-অফ হতে থাকে, তবে মেশিন দ্রুত নষ্ট হয়ে যেতে পারে। তাই একটি রেঞ্জ রাখা হয়।

- ধরা যাক, আপনি চান প্রেশার ১০০-১২০ PSI এর মধ্যে থাকবে।
- এখানে ১০০ হলো লোয়ার এবং ১২০ হলো আপার লিমিট। এই ২০ PSI এর পার্থক্যই হলো ডেড ব্যান্ড।

৪. নিউমেটিক সিস্টেমে এর প্রয়োগ

নিউমেটিক সিস্টেমে বাতাস বা গ্যাসের চাপ নিয়ন্ত্রণে এটি ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়:

- **এয়ার রিসিভার ট্যাঙ্ক:** ট্যাঙ্কের ভেতরের প্রেশার নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে রাখতে।
- **সেফটি ভালভ অপারেশন:** প্রেশার অতিরিক্ত বেড়ে গেলে ভালভ খুলে বাতাস বের করে দেওয়া।
- **সিলিন্ডার মুভমেন্ট:** নির্দিষ্ট প্রেশারে পৌঁছালে সিলিন্ডারের গতিপথ পরিবর্তন করা।

৫. সুবিধা ও অসুবিধা

- **সুবিধা:** এটি অত্যন্ত সহজ সার্কিট, খরচ কম এবং রক্ষণাবেক্ষণ করা সহজ।
- **অসুবিধা:** প্রেশার একদম নিখুঁতভাবে (স্থিরভাবে) এক জায়গায় ধরে রাখা যায় না; এটি সবসময় দুই সীমার মধ্যে ওঠানামা করে।

(গ) সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী উন্নত চাপ নিয়ন্ত্রণের জন্য 'থ্রি-স্টেপ' (Three-step) কন্ট্রোল সিস্টেম কার্যকর করাঃ

নিউমেটিক সিস্টেমে চাপের আরও সূক্ষ্ম এবং নিখুঁত নিয়ন্ত্রণের জন্য **থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Three-step Control System)** ব্যবহার করা হয়। এটি টু-স্টেপ (On-Off) কন্ট্রোলের একটি উন্নত সংস্করণ।

নিচে এর কার্যপ্রণালী সহজভাবে ব্যাখ্যা করা হলো:

১. থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল কী?

টু-স্টেপ কন্ট্রোলে কেবল দুটি অবস্থা (চালু বা বন্ধ) থাকে। কিন্তু থ্রি-স্টেপ সিস্টেমে তিনটি ভিন্ন অবস্থা বা ধাপ থাকে। সাধারণত ধাপগুলো হলো:

১. **সম্পূর্ণ চালু (Full Power/High):** যখন প্রেশার খুব কম থাকে।
২. **আংশিক চালু (Partial/Low/Hold):** যখন প্রেশার কাঙ্ক্ষিত মাত্রার কাছাকাছি থাকে।
৩. **সম্পূর্ণ বন্ধ (Off):** যখন প্রেশার সর্বোচ্চ সীমায় পৌঁছায়।

২. এটি কীভাবে কাজ করে? (Working Principle)

একটি উদাহরণের মাধ্যমে দেখা যাক: ধরা যাক, আপনার সিস্টেমে প্রেশার ১০০ থেকে ১১০ PSI এর মধ্যে রাখা প্রয়োজন।

- **ধাপ ১ (High Action):** প্রেশার যদি ১০০ PSI এর নিচে নেমে যায়, তবে সিস্টেমটি ফুল স্পিডে বা দুটি ভালভ খুলে দিয়ে দ্রুত প্রেশার বাড়াতে থাকে।
- **ধাপ ২ (Partial/Throttling Action):** প্রেশার যখন ১০৫ PSI (মাঝামাঝি অবস্থা) পার হয়, তখন সিস্টেমটি তার শক্তি কমিয়ে দেয়। হয়তো একটি ভালভ বন্ধ করে দেয় বা মোটরের গতি কমিয়ে দেয়। এতে প্রেশার খুব ধীরে ধীরে বাড়তে থাকে এবং লক্ষ্যমাত্রার (Target) বাইরে যাওয়ার ঝুঁকি কমে।
- **ধাপ ৩ (Off Action):** প্রেশার যখন ১১০ PSI তে পৌঁছায়, তখন সিস্টেমটি সম্পূর্ণ বন্ধ হয়ে যায়।

৩. নিউমেটিক সিস্টেমে এর গুরুত্ব

নিউমেটিক কন্ট্রোলে অনেক সময় হঠাৎ প্রেশার বেড়ে গেলে (Overshoot) যন্ত্রপাতির ক্ষতি হতে পারে। থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল এই সমস্যা সমাধান করে:

- **নির্ভুলতা (Precision):** এটি টু-স্টেপ কন্ট্রোলের চেয়ে অনেক বেশি নিখুঁতভাবে চাপ বজায় রাখে।
- **স্থায়িত্ব:** মেশিন বা কম্প্রেসর বারবার হুটহাট অন-অফ না হয়ে ধাপে ধাপে কাজ করায় যান্ত্রিক ক্ষয় কম হয়।
- **বিদ্যুৎ সাশ্রয়:** সবসময় ফুল পাওয়ারে সিস্টেম না চালিয়ে প্রয়োজন অনুযায়ী আংশিক পাওয়ার ব্যবহার করা হয়।

৪. পিএলসি (PLC) প্রয়োগ

পিএলসি-তে এই সিস্টেমটি প্রোগ্রাম করার সময় দুটি ভিন্ন সেট-পয়েন্ট (Set-point) ব্যবহার করা হয়।

- **ইনপুট:** প্রেসার ট্রান্সমিটার (Pressure Transmitter) থেকে এনালগ সিগন্যাল নেওয়া হয়।
- **আউটপুট:** পিএলসি প্রোগ্রামের মাধ্যমে নির্ধারণ করে যে কখন একটি সোলেনয়েড ভালভ চলবে আর কখন দুটিই চলবে।

সেলফ চেক (Self-check) – ৭.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

প্রশ্ন ১: A+B+A–B– সিকোয়েন্স বলতে কী বোঝায়?

প্রশ্ন ২: এই সিকোয়েন্সে কোন ধরণের ভালভ ব্যবহার হয়?

প্রশ্ন ৩: কিভাবে সিকোয়েন্সটি শুরু ও শেষ হয়?

প্রশ্ন ৪: কোন ধরণের সেন্সর ব্যবহার হয়?

প্রশ্ন ৫: Delta PLC কোন মডেল বেশি ব্যবহৃত হয়?

প্রশ্ন ৬: HMI তে কোন তথ্য দেখানো হয়?

প্রশ্ন ৭: কোন কোন ধরনের ত্রুটি হতে পারে?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৭.৩

প্রশ্ন ১: A+B+A–B– সিকোয়েন্স বলতে কী বোঝায়?

উত্তর:এটি এমন একটি অটোমেটেড নিউম্যাটিক অপারেশন যেখানে দুটি সিলিন্ডার (A I B) একটি নির্দিষ্ট অনুক্রমে চালিত হয় প্রথমে A এক্সটেন্ড করে, তারপর B, তারপর A রিট্র্যাক্ট করে, তারপর B রিট্র্যাক্ট করে ।

প্রশ্ন ২: এই সিকোয়েন্সে কোন ধরণের ভালভ ব্যবহার হয়?

উত্তর:ডাবল সোলেনয়েড টাইপ ৫/২ Directional Control Valve (DCV) প্রতিটি সিলিন্ডারের জন্য ব্যবহৃত হয়, কারণ এতে সিলিন্ডার দুই দিকেই (ফরোয়ার্ড/ব্যাকওয়ার্ড) চলতে পারে ।

প্রশ্ন ৩: কিভাবে সিকোয়েন্সটি শুরু ও শেষ হয়?

উত্তর:সাধারণত একটি Start push button বা HMI touch switch দিয়ে সিকোয়েন্স শুরু হয় । শেষ হয় পুরো A+B+A–B– ধাপ শেষ হলে, অথবা Stop press করলে । সিকোয়েন্সের প্রতিটি ধাপ সেন্সর দ্বারা যাচাই হয় (যেমন: প্রক্সিমিটি সেন্সর বা লিমিট সুইচ) ।

প্রশ্ন ৪: কোন ধরণের সেন্সর ব্যবহার হয়?

উত্তর:সাধারণত ৮টি সেন্সর ব্যবহৃত হয়:

A সিলিন্ডারের জন্য: A+ সেন্সর, A– সেন্সর

B সিলিন্ডারের জন্য: B+ সেন্সর, B– সেন্সর

(এই চারটি ইনপুট দেয়)

এছাড়া প্রতিটি সিলিন্ডারের জন্য DCV এর দুইটি কয়েল আউটপুট থাকে (A+ Coil, A– Coil, B+ Coil, B– Coil)

প্রশ্ন ৫: Delta PLC কোন মডেল বেশি ব্যবহৃত হয়?

উত্তর:DVP-SS2, DVP-ES2 বা DVP-SE সিরিজের PLC গুলো সাধারণত ব্যবহৃত হয় কারণ এতে পর্যাপ্ত ইনপুট-আউটপুট থাকে এবং টাইমার/সিকোয়েন্স লজিক ব্যবহারে সুবিধা হয় ।

প্রশ্ন ৬: HMI তে কোন তথ্য দেখানো হয়?
উত্তর:

- Start/Stop বাটন
- প্রত্যেক সিলিন্ডারের অবস্থান (A+ A− B+ B−)
- সিকোয়েন্স সম্পূর্ণ হয়েছে কিনা
- Fault বা Time-out indication
- ম্যানুয়াল/অটো মোড নির্বাচন

প্রশ্ন ৭: কোন কোন ধরনের ত্রুটি হতে পারে?
উত্তর:

- সেন্সর রেসপন্স না দেওয়া (ড্যামেজ বা ডিসকানেক্টেড)
- সিলিন্ডার নির্ধারিত সময়ের মধ্যে না পৌঁছানো (যার ফলে টাইম-আউট)
- DCV সোলেনয়েড ব্যর্থতা
- এয়ার প্রেসার ইনসাফিশিয়েন্ট

জব শিট (Job Sheet) – ৭.৩

জবের নামঃ A+ B+ A– B– নিউম্যাটিক ডাবল এক্টিং সোলানোইড ভালভ সিকোয়েন্স কন্ট্রোল (Delta PLC ও HMI ভিত্তিক)।

বিষয়	বিবরণ
জব নাম	A+ B+ A– B– নিউম্যাটিক সিকোয়েন্স কন্ট্রোল
ইনপুট	X0 Start Switch,X1-Resume Switch/Stop
আউটপুট	Y0: A Forward Solenoid, Y1: A Reverse Solenoid
আউটপুট	Y2: B Forward Solenoid, Y3: B Reverse Solenoid
HMI Function	Start / Stop Control Button, Step Indication
বাস্তব প্রয়োগ	প্যাকেজিং, ক্ল্যাম্পিং, প্রেসিং অপারেশন

কাজের ধারা:

ধাপ ১:

Start Condition:

HMI স্ক্রিনে Start বাটন চাপলে সিকোয়েন্স শুরু হবে।

Step 1: A+ (Cylinder A extends)

Y0 সক্রিয় → Cylinder A এগিয়ে যাবে

৫সেকেন্ড পর পরবর্তী ধাপে যাবে

Step 2: B+ (Cylinder B extends)

Y2 সক্রিয় → Cylinder B এগিয়ে যাবে

৫সেকেন্ড পর পরবর্তী ধাপে যাবে

Step 3: A– (Cylinder A retracts)

Y1 সক্রিয় → Cylinder A পেছনে যাবে

৫সেকেন্ড পর পরবর্তী ধাপে যাবে

Step 4: B– (Cylinder B retracts)

Y3 সক্রিয় → Cylinder B পেছনে যাবে

৫সেকেন্ড পর পরবর্তী ধাপে যাবে

A– (Cylinder A retracts + B– (Cylinder B retracts) অফ হবে

সিকোয়েন্স শেষ হবে এবং ৫সেকেন্ড পর রিস্টার্ট হবে (Loop mode)

সেফটি ফিচার:

কোন সেন্সর না পেলে পরবর্তী ধাপে যাবে না (Interlock logic)

Emergency Stop দ্বারা সিকোয়েন্স থামানো যাবে

ধাপ ২:

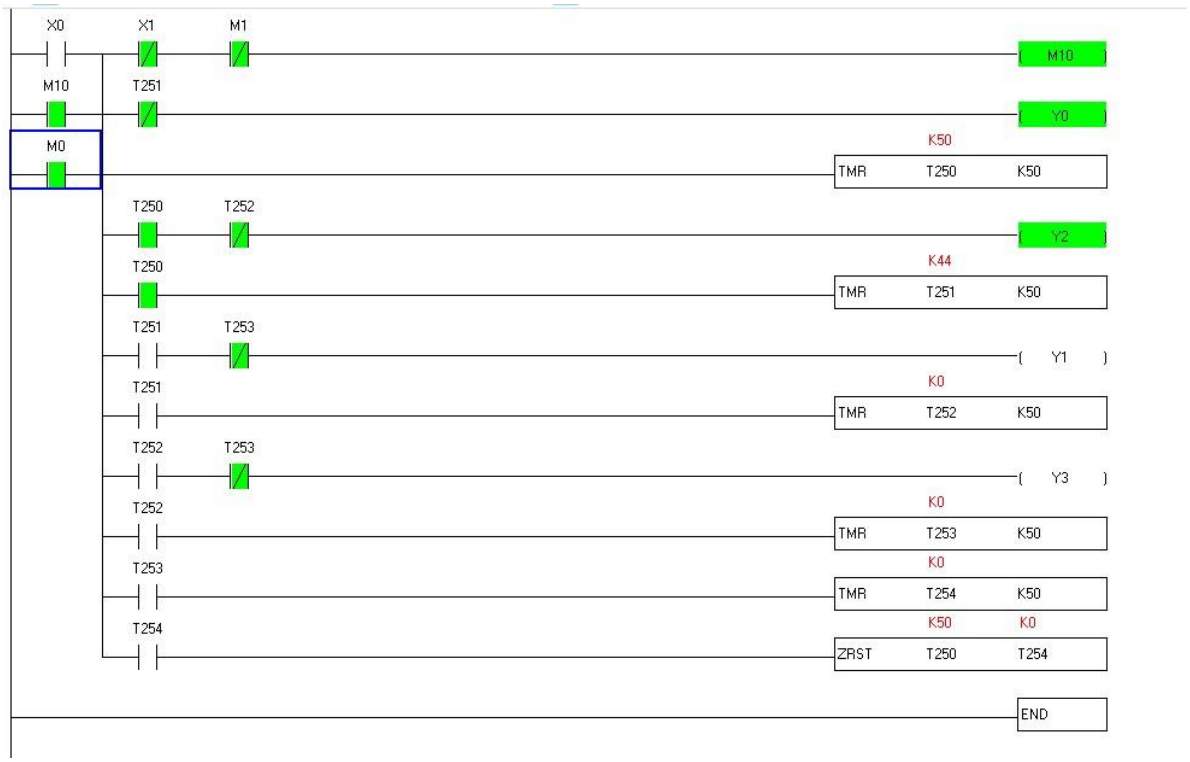
PLC ইনপুট/আউটপুট টাইমার এসাইনমেন্ট:

- X0: Start Switch
- X1: Stop Switch

- M10-Memory Bit
- Y0: A+
- Y1: A-
- Y2: B+
- Y3: B-
- T250-T254 Retentive ON Delay Timer

ধাপ ৩:

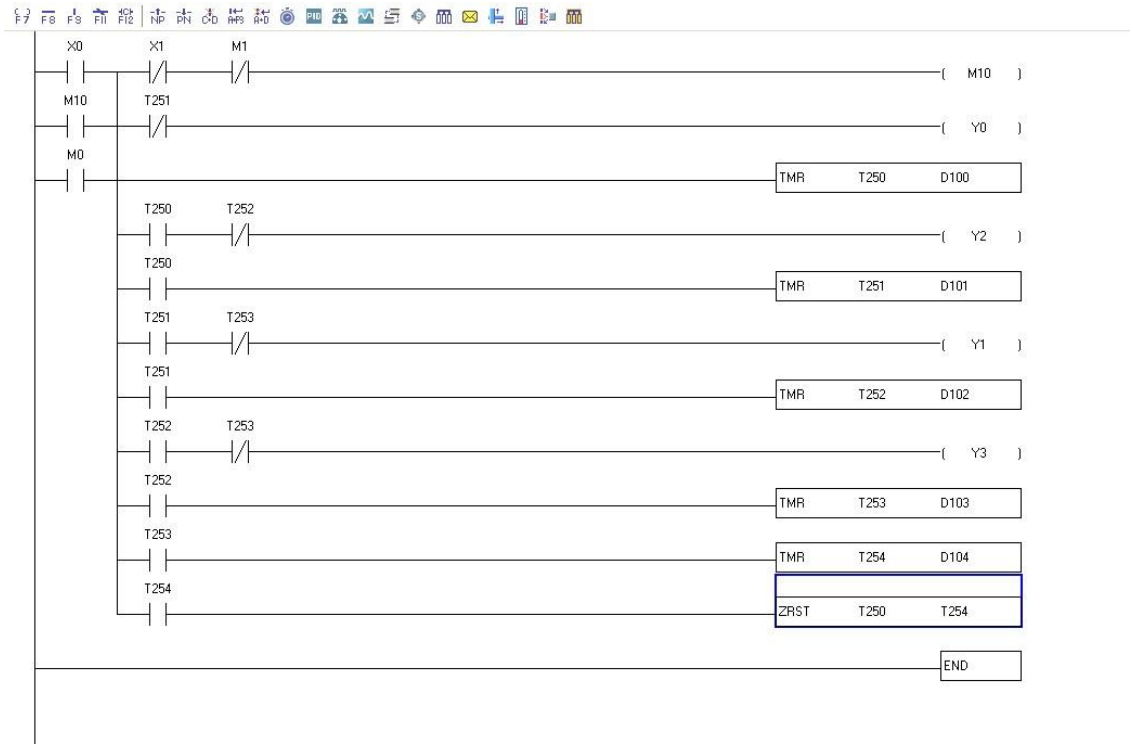
PLC Ladder Program (WPLSoft)

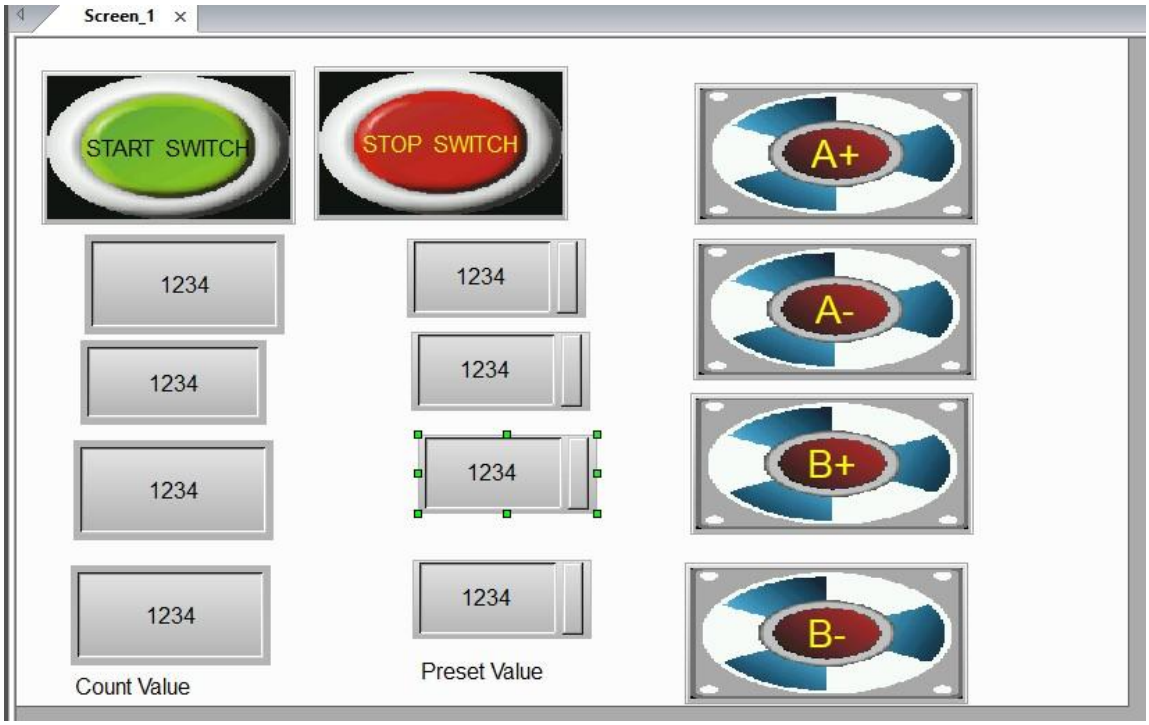


ধাপ ৪:

HMI স্ক্রিন উপাদান (DOPSoft)

উপাদান	কার্য	অ্যাড্রেস
Start Button	Start Switch	M0
Stop Button	Stop Switch	M1
Indicator 1	A+	Y0
Indicator 2	A-	Y1
Indicator 3	B+	Y2
Indicator 4	B-	Y3





সতর্কতা:

পাওয়ার অন করার আগে:

- লাইভ ভোল্টেজে কোনো কানেকশন পরিবর্তন করবেন না ।
- মোটর চালু থাকা অবস্থায় মোটরের পাশে দাঁড়াবেন না ।
- PLC তে প্রোগ্রাম ডাউনলোডের সময় RUN মোড থেকে STOP মোডে আনুন ।

- HMI তে ভুল অ্যাড্রেসিং করলে অপ্রত্যাশিত আউটপুট ঘটতে পারে – এটি আগে সিমুলেট করে পরীক্ষা করুন ।
- প্রোগ্রামে Overload Trip এবং Emergency Stop কন্ডিশন অবশ্যই রাখুন ।
- Personal Protective Equipment (PPE) যেমনঃ
- ইনসুলেটেড গ্লাভস
- সেফটি সু
- গগলস ব্যবহার করুন ।
- ওয়ার্কবেঞ্চে ইমার্জেন্সি স্টপ বোতাম থাকা উচিত ।
- মোটরের পাশে Fire Extinguisher (CO_2 টাইপ) প্রস্তুত রাখুন ।

কাজ শেষে:

- সম্পূর্ণ সার্কিট POWER OFF করে তারপর যেকোনো পরিদর্শন বা পরিবর্তন করুন ।
- কাজ শেষে HMI স্ক্রিন ও PLC বন্ধ করে নিন ।
- সফটওয়্যার/প্রোগ্রাম Backup করে রাখুন ভবিষ্যতের জন্য ।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) –৭.৩

জবের নামঃ A+ B+ A– B নিউম্যাটিক ডাবল এক্টিং সোলানোইড ভালভ সিকোয়েন্স কন্ট্রোল (Delta PLC ও HMI ভিত্তিক)।

ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম (PPE) :

- এপ্রোন ১ টি
- সেফটি সু ১ জোড়া

প্রযোজনীয় টুলস (Tools):

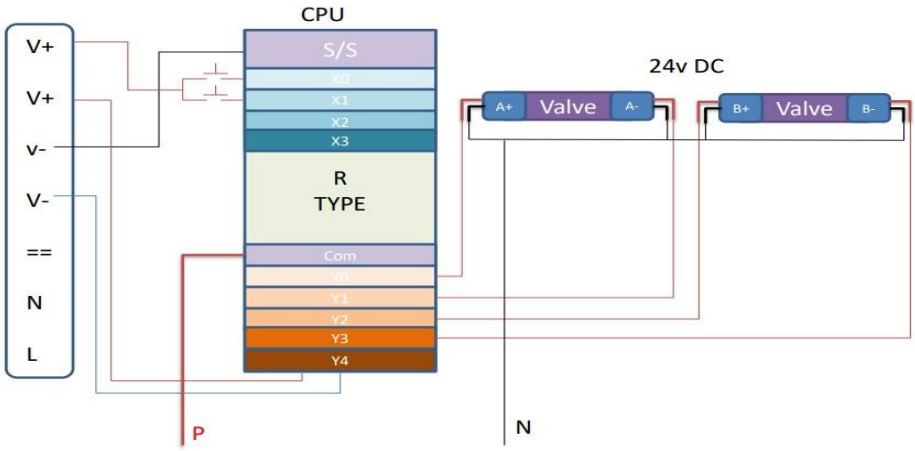
- নিয়ন টেষ্টার ১ টি
- কাটিং প্লায়ার্স ১ টি
- ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার ১ টি
- স্টার স্ক্রু ড্রাইভার ১ টি
- কানেকটিং স্ক্রু ড্রাইভার ১ টি

প্রয়োজনীয় উপকরণ (Required Components):

ক্রমিক	উপকরণ	পরিমাণ
১	Delta PLC (DVP-14SS2/DVP-12SA2)	১টি
২	Delta HMI (DOP-B07S411)	১টি

ক্রমিক	উপকরণ	পরিমাণ
৩	Pneumatic Cylinder A (Double Acting)	১টি
৪	Pneumatic Cylinder B (Double Acting)	১টি
৫	5/2 Double Solenoid Valve (For A)	১টি
৬	5/2 Double Solenoid Valve (For B)	১টি
৮	24VDC SMPS	১টি
৯	Air Compressor Line (FRL Unit mn)	১টি
১০	DVPSoft & DOPSoft Software	✔

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৭.৪

শিখন ফল-৪ হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেমের জন্য পিএলসি প্রোগ্রাম তৈরি করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী PLC ব্যবহার করে ভালভ সিকোয়েন্সিং পরিচালনা করা
- নির্দিষ্ট প্যারামিটার অনুযায়ী চাপ নিয়ন্ত্রণের জন্য 'টু-স্টেপ' কন্ট্রোল সিস্টেম পরিচালনা করা
- উন্নত চাপ নিয়ন্ত্রণ (Advanced pressure control) নিশ্চিত করতে 'থ্রি-স্টেপ' কন্ট্রোল সিস্টেম পরিচালনা করা

(ক) সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী PLC ব্যবহার করে ভালভ সিকোয়েন্সিং পরিচালনা করাঃ

পিএলসি (PLC) ব্যবহার করে **Valve Sequencing** বা ভাল্ভের পর্যায়ক্রমিক নিয়ন্ত্রণ শিল্পকারখানায় অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। মূলত একটি নির্দিষ্ট সময় বা লজিক অনুযায়ী একাধিক ভাল্ভকে একের পর এক খোলা বা বন্ধ করার প্রক্রিয়াকেই সিকোয়েন্সিং বলা হয়।

নিচে সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী এর বর্ণনা দেওয়া হলো:

১. ভাল্ভ সিকোয়েন্সিং কী? (What is Valve Sequencing?)

সহজ কথায়, একটি কাজের ধাপ শেষ হলে পরবর্তী ধাপে কোন ভাল্ভটি খুলবে বা বন্ধ হবে তা পিএলসি-র মাধ্যমে নির্ধারণ করাই হলো সিকোয়েন্সিং। যেমন: একটি ট্যাংকে প্রথমে তরল ইনপুট দেওয়া, তারপর মিক্সিং করা এবং সবশেষে আউটপুট ভাল্ভ দিয়ে বের করে দেওয়া।

২. পিএলসি-র মাধ্যমে সিস্টেম পরিচালনার ধাপসমূহ

সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী সাধারণত নিচের লজিকগুলো ব্যবহার করা হয়:

- **ইন্টারলকিং (Interlocking):** এটি একটি নিরাপত্তা ব্যবস্থা। ধরুন, ইনলেট (Inlet) ভাল্ভ খোলা থাকলে আউটলেট (Outlet) ভাল্ভ কোনোভাবেই খোলা যাবে না। পিএলসি প্রোগ্রামিংয়ের মাধ্যমে এই সুরক্ষা নিশ্চিত করা হয়।
- **টাইমিং (Timing):** অনেক ক্ষেত্রে একটি ভাল্ভ নির্দিষ্ট সময় (যেমন ১০ সেকেন্ড) খোলা রাখার প্রয়োজন হয়। পিএলসি-র 'Timer' ইন্সট্রাকশন এই কাজটি নিখুঁতভাবে করে।
- **সেন্সর ফিডব্যাক (Sensor Feedback):** ভাল্ভটি আসলে খুলেছে কি না, তা জানার জন্য লিমিট সুইচ বা প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহার করা হয়। পিএলসি এই ফিডব্যাক পাওয়ার পরই পরবর্তী ধাপে যায়।
- **এমারজেন্সি শাটডাউন (Emergency Shutdown):** সিস্টেমে কোনো ত্রুটি দেখা দিলে পিএলসি তাৎক্ষণিকভাবে সব ভাল্ভ বন্ধ (বা প্রয়োজন অনুযায়ী খোলা) করে দিতে পারে।

৩. কাজের ধাপ (Operational Sequence Example)

একটি ওয়াটার ট্রিটমেন্ট বা কেমিক্যাল মিক্সিং প্ল্যান্টের উদাহরণ নিচে দেওয়া হলো:

ধাপ ১: অপারেটর 'Start' বাটন চাপলে **Inlet Valve (V1)** ওপেন হবে।

ধাপ ২: যখন লেভেল সেন্সর সংকেত দেবে যে ট্যাংক পূর্ণ হয়েছে, তখন পিএলসি **V1** বন্ধ করে দেবে।

ধাপ ৩: এরপর **Mixing Valve** বা অন্য কোনো প্রসেস নির্দিষ্ট সময়ের জন্য চলবে।

ধাপ ৪: কাজ শেষ হলে **Drain/Outlet Valve (V2)** খুলে যাবে এবং ট্যাংক খালি না হওয়া পর্যন্ত খোলা থাকবে।

৪. পিএলসি ব্যবহারের সুবিধা

- **নির্ভুলতা:** মানুষের ভুল হওয়ার সম্ভাবনা থাকে না।
- **সহজ পরিবর্তন:** সিস্টেমের রিকোয়ারমেন্ট পরিবর্তন হলে হার্ডওয়্যার না বদলে শুধু পিএলসি কোড পরিবর্তন করলেই চলে।
- **রিমোট কন্ট্রোল:** দূরে বসেও ভাল্ভের অবস্থা পর্যবেক্ষণ ও নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

৫. লজিক ইমপ্লিমেন্টেশন (Programming)

পিএলসি-তে সাধারণত **Ladder Logic** ব্যবহার করে এই সিকোয়েন্স তৈরি করা হয়।

উদাহরণ: > IF (Sensor A is ON) AND (Timer 1 is Done) THEN (Open Valve 2)

(খ) নির্দিষ্ট প্যারামিটার অনুযায়ী চাপ নিয়ন্ত্রণের জন্য 'টু-স্টেপ' কন্ট্রোল সিস্টেম পরিচালনা করাঃ

পিএলসি (PLC) এবং সেন্সরের সমন্বয়ে গঠিত **Two-step Control System** (যাকে অন-অফ কন্ট্রোলও বলা হয়) প্রেশার বা চাপ নিয়ন্ত্রণের জন্য একটি বহুল ব্যবহৃত পদ্ধতি। নিচে এর কার্যপ্রণালী বাংলায় বর্ণনা করা হলো:

১. টু-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম কী?

এই সিস্টেমে কন্ট্রোলার বা পিএলসি শুধুমাত্র দুটি অবস্থায় কাজ করে: **পুরোপুরি চালু (ON)** অথবা **পুরোপুরি বন্ধ (OFF)**। যখন সিস্টেমের প্রেশার একটি নির্দিষ্ট সীমার নিচে নেমে যায় বা উপরে উঠে যায়, তখন পিএলসি অ্যাকচুয়েটর (যেমন: ভাল্ভ বা পাম্প) চালু বা বন্ধ করে প্রেশার নিয়ন্ত্রণ করে।

২. সিস্টেমের প্রধান উপাদানসমূহ

- **Pressure Sensor/Transmitter:** এটি বর্তমান প্রেশার পরিমাপ করে পিএলসি-কে জানায়।
- **PLC (Controller):** এটি সেন্সরের তথ্য বিশ্লেষণ করে সিদ্ধান্ত নেয়।
- **Set Point (SP):** এটি হলো কাঙ্ক্ষিত প্রেশার (যেমন: ১০০ PSI)।
- **Hysteresis (Dead-band):** সিস্টেম যেন বারবার খুব দ্রুত অন-অফ না হয়, সেজন্য একটি নির্দিষ্ট রেঞ্জ বা গ্যাপ রাখা হয়।

৩. কার্যপ্রণালী (Operational Steps)

ধরা যাক, একটি এয়ার ট্যাংকের প্রেশার **৯০ PSI থেকে ১১০ PSI** এর মধ্যে রাখতে হবে। এখানে ১১০ PSI হলো উচ্চ সীমা এবং ৯০ PSI হলো নিম্ন সীমা।

১. **চালু হওয়া (Step 1):** যখন প্রেশার সেন্সর সিগন্যাল দেয় যে চাপ ৯০ PSI-এর নিচে নেমে গেছে, তখন পিএলসি আউটপুট ভাল্ভ বা কম্প্রেসরকে **চালু (ON)** করে দেয়।

২. **চাপ বৃদ্ধি:** কম্প্রেসর চলার ফলে ট্যাংকের প্রেশার ধীরে ধীরে বাড়তে থাকে।

৩. **বন্ধ হওয়া (Step 2):** যখন প্রেশার ১১০ PSI-এ পৌঁছায়, তখন পিএলসি তাৎক্ষণিকভাবে আউটপুট সিগন্যাল বন্ধ করে দেয় এবং কম্প্রেসর **বন্ধ (OFF)** হয়ে যায়।

৪. **পুনরাবৃত্তি:** প্রেশার আবার ব্যবহারের কারণে কমতে শুরু করলে এবং পুনরায় ৯০ PSI-এর নিচে নামলে সাইকেলটি আবার শুরু হয়।

৪. ডেড-ব্যান্ড বা হিস্টেরেসিস (Hysteresis) এর গুরুত্ব

যদি আমরা শুধু ১০০ PSI-এ সেট করতাম, তবে প্রেশার ১০০.১ হলেই বন্ধ এবং ৯৯.৯ হলেই চালু হতো। এতে ভাল্ভ বা পাম্প দ্রুত নষ্ট হয়ে যেত। এই সমস্যা এড়াতে **Dead-band** ব্যবহার করা হয় (যেমন আমাদের উদাহরণে ২০ PSI-এর গ্যাপ)। এটি সিস্টেমকে স্থিরতা প্রদান করে।

৫. সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধা

সুবিধা	অসুবিধা
ডিজাইন এবং প্রোগ্রামিং করা খুব সহজ।	প্রেশার একদম স্থির থাকে না, সব সময় নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে উঠানামা (Oscillate) করে।
খরচ কম এবং রক্ষণাবেক্ষণ সহজ।	উচ্চ গতির বা নিখুঁত প্রসেসের জন্য এটি আদর্শ নয় (সেক্ষেত্রে PID কন্ট্রোল দরকার)।

(গ) উন্নত চাপ নিয়ন্ত্রণ (Advanced pressure control) নিশ্চিত করতে 'থ্রি-স্টেপ' কন্ট্রোল সিস্টেম পরিচালনা করাঃ

থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Three-step control system) হলো সাধারণ টু-স্টেপ বা অন-অফ কন্ট্রোলের একটি উন্নত সংস্করণ। যেখানে অন-অফ কন্ট্রোলে শুধুমাত্র দুটি অবস্থা থাকে, সেখানে থ্রি-স্টেপ সিস্টেমে তিনটি ভিন্ন আউটপুট অবস্থা থাকে। এটি প্রেশার বা চাপকে আরও নিখুঁতভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে সাহায্য করে।
নিচে এর বিস্তারিত বর্ণনা দেওয়া হলো:
১. থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল কী?
এই সিস্টেমে কন্ট্রোলার (যেমন পিএলসি) তিনটি পর্যায়ে কাজ করে। সাধারণত এগুলো হলো:

- **পুরোপুরি চালু (Full Speed/Open)**
- **আংশিক চালু (Reduced Speed/Partial Open)**
- **পুরোপুরি বন্ধ (Off/Closed)**

এটি প্রেশারকে হঠাৎ খুব বেশি বেড়ে যাওয়া বা কমে যাওয়া থেকে রক্ষা করে এবং সিস্টেমকে আরও স্থিতিশীল রাখে।
২. সিস্টেমের কার্যপ্রণালী (Operational Logic)

ধরা যাক, আমাদের একটি সিস্টেমে প্রেশার ১০০ PSI-এ রাখা প্রয়োজন। থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল যেভাবে কাজ করবে:

১. **High Power (ধাপ ১):** যখন প্রেশার কাঙ্ক্ষিত লেভেলের চেয়ে অনেক নিচে থাকে (যেমন ৮০ PSI-এর নিচে), তখন পিএলসি পাম্প বা ভাল্বকে **সম্পূর্ণ (100%)** খুলে দেয় যাতে দ্রুত প্রেশার বাড়ে।
২. **Low Power (ধাপ ২):** যখন প্রেশার কাঙ্ক্ষিত লেভেলের কাছাকাছি পৌঁছায় (যেমন ৯৫ PSI), তখন পিএলসি পাম্পের গতি কমিয়ে দেয় বা ভাল্বকে **আংশিক (৫০%)** বন্ধ করে দেয়। একে 'Fine Control' বলা হয়। এতে প্রেশার খুব ধীরে ধীরে ১০০ PSI-এর দিকে এগোয় এবং ওভারশুট (Overshoot) হয় না।
৩. **Off/Stop (ধাপ ৩):** যখন প্রেশার একদম সঠিক লেভেলে (১০০ PSI) পৌঁছায়, তখন পিএলসি সিস্টেমটি **বন্ধ (OFF)** করে দেয়।

৩. টু-স্টেপ ও থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোলের পার্থক্য

বৈশিষ্ট্য	টু-স্টেপ (On-Off)	থ্রি-স্টেপ (Advanced)
আউটপুট অবস্থা	২টি (On/Off)	৩টি (High/Low/Off)
নিখুঁততা	কম (প্রেশার অনেক বেশি উঠানামা করে)	বেশি (প্রেশার স্থিতিশীল থাকে)
যান্ত্রিক চাপ	পাম্প বা ভাল্ভ বারবার পুরোপুরি অন-অফ হওয়ায় ক্ষতি বেশি হয়।	গতি পরিবর্তনের সুবিধা থাকায় যন্ত্রপাতির স্থায়ীত্ব বাড়ে।
জটিলতা	অত্যন্ত সহজ।	কিছুটা জটিল প্রোগ্রামিং প্রয়োজন।

৪. পিএলসি-তে ইমপ্লিমেন্টেশন

পিএলসি-তে এই কন্ট্রোল কার্যকর করার জন্য সাধারণত দুটি **Set-point** ব্যবহার করা হয়:

- **Lower Set-point:** যে পয়েন্টে পৌঁছালে সিস্টেম ফুল পাওয়ারে চলবে।
- **Intermediate Set-point:** যেখানে পৌঁছালে সিস্টেম পাওয়ার কমিয়ে দেবে।
- **Upper Set-point:** যেখানে পৌঁছালে সিস্টেম বন্ধ হয়ে যাবে।

৫. অ্যাডভান্সড প্রেশার কন্ট্রোলের সুবিধা

- **ওভারশুট রোধ:** প্রেশার যেন সেট পয়েন্টের চেয়ে হুট করে অনেক বেড়ে না যায় তা নিশ্চিত করে।
- **বিদ্যুৎ সাশ্রয়:** সবসময় ফুল পাওয়ারে পাম্প না চালিয়ে প্রয়োজন অনুযায়ী কম গতিতে চালানো যায়।
- **স্থায়িত্ব:** যান্ত্রিক যন্ত্রপাতির ওপর হঠাৎ ধাক্কা (Mechanical Stress) কম পড়ে।

সেলফ চেক (Self-check) – ৭.৪

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ভাল্ভ সিকোয়েন্সিং (Valve Sequencing) বলতে কী বোঝায়?
২. টু-স্টেপ (Two-step) কন্ট্রোল সিস্টেমের অন্য নাম কী?
৩. থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম কেন টু-স্টেপ সিস্টেমের চেয়ে উন্নত?
৪. কন্ট্রোল সিস্টেমে 'ডেড-ব্যান্ড' (Dead-band) কেন ব্যবহার করা হয়?
৫. প্রেশার কন্ট্রোল সিস্টেমে পিএলসি (PLC) কী ভূমিকা পালন করে?
৬. ইন্টারলকিং (Interlocking) কী?
৭. প্রেশার ট্র্যান্সমিটার (Pressure Transmitter) এর কাজ কী?
৮. অ্যাডভান্সড প্রেশার কন্ট্রোলে 'লো-পাওয়ার' (Low Power) মোডের সুবিধা কী?
৯. সোলেনয়েড ভাল্ভ (Solenoid Valve) কী?
১০. টু-স্টেপ সিস্টেমে প্রেশার গ্রাফ কেমন হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৭.৪

১. ভাল্ভ সিকোয়েন্সিং (Valve Sequencing) বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: একটি নির্দিষ্ট লজিক বা সময় অনুযায়ী একাধিক ভাল্ভকে একের পর এক নির্দিষ্ট ধাপে খোলা বা বন্ধ করার প্রক্রিয়াকে ভাল্ভ সিকোয়েন্সিং বলে। এটি সাধারণত পিএলসি-র মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

২. টু-স্টেপ (Two-step) কন্ট্রোল সিস্টেমের অন্য নাম কী?
উত্তর: টু-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেমকে সাধারণত 'অন-অফ' (On-Off) কন্ট্রোল সিস্টেম বা ডিসক্রিট কন্ট্রোল বলা হয়।

৩. থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম কেন টু-স্টেপ সিস্টেমের চেয়ে উন্নত?
উত্তর: কারণ থ্রি-স্টেপ সিস্টেমে 'High', 'Low' এবং 'Off' এই তিনটি ধাপ থাকে, যা প্রেশারকে আরও নিখুঁতভাবে এবং ওভারশুট (Overshoot) ছাড়া নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

৪. কন্ট্রোল সিস্টেমে 'ডেড-ব্যান্ড' (Dead-band) কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: আউটপুট ডিভাইস (যেমন পাম্প বা ভাল্ভ) যেন খুব দ্রুত বারবার অন-অফ না হয় এবং যান্ত্রিক ক্ষতি না ঘটে, সেজন্য ডেড-ব্যান্ড বা হিস্টেরেসিস ব্যবহার করা হয়।

৫. প্রেশার কন্ট্রোল সিস্টেমে পিএলসি (PLC) কী ভূমিকা পালন করে?
উত্তর: পিএলসি সেন্সর থেকে প্রেশারের সিগন্যাল গ্রহণ করে, সেটিকে সেট-পয়েন্টের সাথে তুলনা করে এবং প্রোগ্রাম অনুযায়ী আউটপুট ভাল্ভ বা কম্প্রেসরকে নিয়ন্ত্রণ করার সিদ্ধান্ত দেয়।

৬. ইন্টারলকিং (Interlocking) কী?
উত্তর: ইন্টারলকিং হলো একটি সুরক্ষা ব্যবস্থা যা নিশ্চিত করে যে একটি নির্দিষ্ট ভাল্ভ খোলা থাকলে অন্য একটি (পরস্পরবিরোধী) ভাল্ভ যেন কোনোভাবেই না খোলে।

৭. প্রেশার ট্র্যান্সমিটার (Pressure Transmitter) এর কাজ কী?

উত্তর: এটি পাইপ বা ট্যাংকের ভেতরের বাস্তব প্রেশার বা চাপ পরিমাপ করে এবং সেই তথ্যটি ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল (যেমন ৪-২০ mA) হিসেবে পিএলসি-তে পাঠায়।

৮. অ্যাডভান্সড প্রেশার কন্ট্রোলে 'লো-পাওয়ার' (Low Power) মোডের সুবিধা কী?

উত্তর: যখন প্রেশার সেট-পয়েন্টের কাছাকাছি পৌঁছায়, তখন লো-পাওয়ার মোড ব্যবহারের ফলে প্রেশার ধীরে ধীরে লক্ষ্যমাত্রায় পৌঁছায়, ফলে সিস্টেমটি অনেক বেশি স্থিতিশীল থাকে।

৯. সোলেনয়েড ভাল্ভ (Solenoid Valve) কী?

উত্তর: এটি একটি ইলেকট্রো-মেকানিক্যাল ভাল্ভ যা পিএলসি থেকে আসা ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালের মাধ্যমে সরাসরি খোলা বা বন্ধ করা যায়।

১০. টু-স্টেপ সিস্টেমে প্রেশার গ্রাফ কেমন হয়?

উত্তর: টু-স্টেপ সিস্টেমে প্রেশার গ্রাফটি সব সময় একটি নির্দিষ্ট রেঞ্জের মধ্যে ঢেউয়ের মতো (Oscillating) উপর-নিচ করতে থাকে।

জব শিট (Job Sheet) – ৭.৪

জবের নামঃ হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেমের জন্য পিএলসি (PLC) প্রোগ্রাম তৈরি ও বাস্তবায়ন করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. প্ল্যানিং: প্রথমে হাইড্রোলিক সিলিন্ডারটি কীভাবে কাজ করবে তার একটি সিকোয়েন্স বা ফ্লোচার্ট তৈরি করুন (যেমন: Start → Cylinder Extend → Sensor Detect → Cylinder Retract)।
২. হার্ডওয়্যার কানেকশন: পিএলসি-র ইনপুটে সেন্সর ও সুইচ এবং আউটপুটে সোলেনয়েড ভাল্ভের কানেকশন দিন।
৩. হাইড্রোলিক সেটআপ: হোস পাইপ ব্যবহার করে পাম্প, ভাল্ভ এবং সিলিন্ডারের মধ্যে সংযোগ সম্পন্ন করুন।
৪. প্রোগ্রামিং: ল্যাপটপে ল্যাডার লজিক (Ladder Logic) তৈরি করুন।
    - সিলিন্ডার সামনে নেওয়ার জন্য Output Q0.0 অন করুন।
    - সিলিন্ডার পেছনে নেওয়ার জন্য Output Q0.1 অন করুন।
৫. সফটওয়্যার আপলোড: প্রোগ্রামটি কম্পাইল করে পিএলসিতে ডাউনলোড করুন।
৬. সিস্টেম টেস্টিং: প্রথমে হাইড্রোলিক পাওয়ার অফ রেখে শুধু পিএলসি লজিক চেক করুন। এরপর হাইড্রোলিক পাম্প অন করে সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষা করুন।

সতর্কতাঃ

- উচ্চ চাপ: হাইড্রোলিক হোস পাইপ কানেকশন দেওয়ার সময় নিশ্চিত হোন যে লকগুলো ঠিকমতো লেগেছে। প্রেশার থাকা অবস্থায় পাইপ খুলবেন না।
- ভোল্টেজ চেক: সোলেনয়েড ভাল্ভের ভোল্টেজ (24V DC বা 230V AC) অনুযায়ী পিএলসি আউটপুট নিশ্চিত করুন।
- তেল লিকেজ: কোনো লিকেজ থাকলে সাথে সাথে পাম্প বন্ধ করুন। পিচ্ছিল মেঝেতে বালু বা কাপড় ব্যবহার করুন।
- ইমারজেন্সি স্টপ: প্রোগ্রামে অবশ্যই একটি 'Emergency Stop' বাটন অন্তর্ভুক্ত রাখতে হবে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) –৭.৪

জবের নামঃ হাইড্রোলিক কন্ট্রোল সিস্টেমের জন্য পিএলসি (PLC) প্রোগ্রাম তৈরি ও বাস্তবায়ন করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা হ্যান্ডগ্লাভস
- নিরাপত্তা চশমা / গগলস
- সুরক্ষা জুতা
- ইন্সুলেটেড স্ক্রু ড্রাইভার

প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

১. LC (Programmable Logic Controller): (যেমন- Siemens S7-1200 বা Mitsubishi FX-Series)

২. Programming Laptop/PC: পিএলসি সফটওয়্যারসহ (TIA Portal/GX Works)
৩. Hydraulic Training Kit: পাম্প, রিজার্ভার এবং কানেক্টরসহ
৪. Solenoid Valve: 4/2 বা 4/3 ওয়ে ডিরেকশনাল কন্ট্রোল ভাল্ভ
৫. Sensors: লিমিট সুইচ বা প্রক্সিমিটি সেন্সর
৬. Hydraulic Cylinder: ডাবল অ্যাক্টিং সিলিন্ডার
৭. Multimeter: কানেকশন চেক করার জন্য

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials)

- কানেক্টিং ক্যাবল (Wire)
- হাইড্রোলিক হোস পাইপ (Hose Pipes)
- হাইড্রোলিক অয়েল
- ফেরুল এবং ক্যাবল টাই

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ

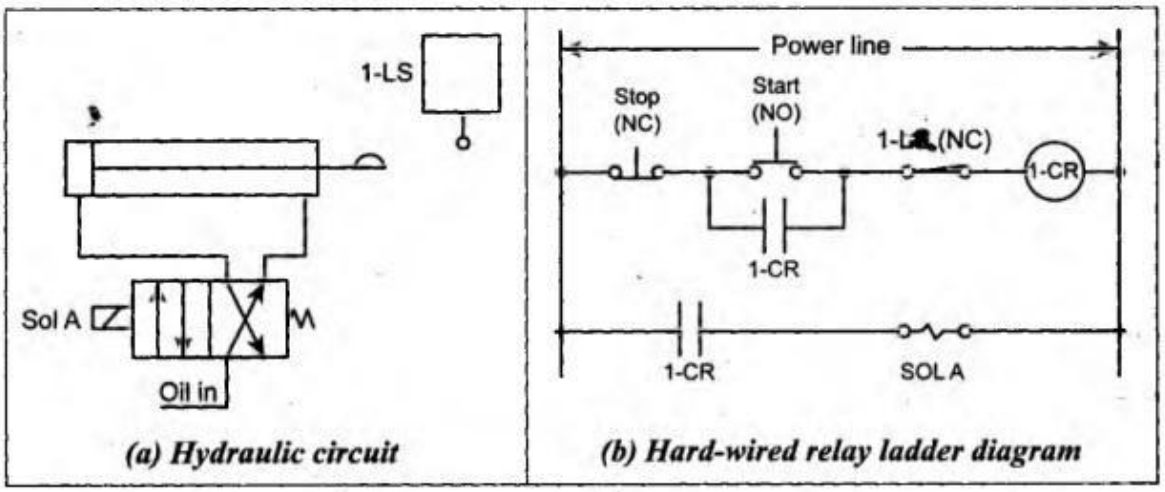
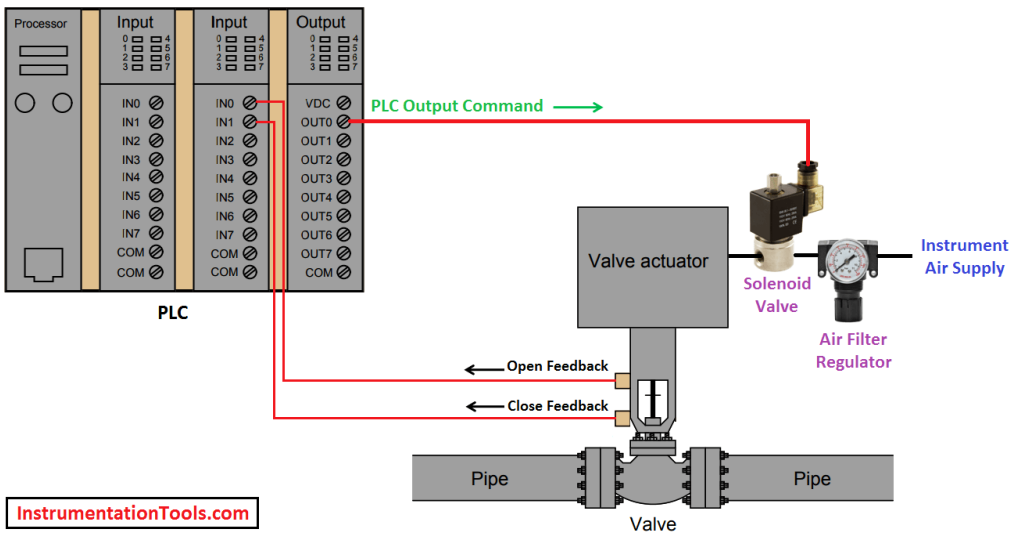


Fig. 15.25. Control of a hydraulic cylinder using a single limit switch



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৭.৫

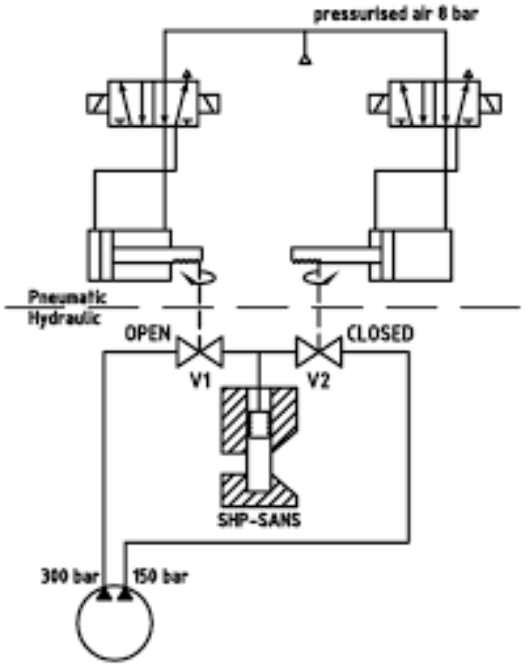
শিখন ফল-৫: পিএলসি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমগুলো পরীক্ষা (Testing) এবং পরিচালনা (Running) করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেম নিয়ন্ত্রণের জন্য কন্ট্রোল সার্কিট পরীক্ষা (Test) করা
- টেস্টিং প্রোটোকল বা নিয়মাবলী অনুযায়ী সিস্টেমের কার্যক্রম পরিচালনা করা
- কার্যক্রম চলাকালীন ত্রুটি এবং অনিয়মসমূহ চিহ্নিত করা, রোগনির্ণয় (Diagnose) করা এবং সমাধান করা
- কন্ট্রোল কমান্ডের বিপরীতে সিস্টেমের প্রতিক্রিয়া পর্যবেক্ষণ এবং রেকর্ড করা
- পরীক্ষার ফলাফল এবং ত্রুটি সমাধানের পদক্ষেপসমূহ নথিভুক্ত (Documented) করা

(ক) নিউম্যাটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেম নিয়ন্ত্রণের জন্য কন্ট্রোল সার্কিট পরীক্ষা (Test) করাঃ



নিউমেটিক (Pneumatic) এবং হাইড্রোলিক (Hydraulic) সিস্টেমের **কন্ট্রোল সার্কিট টেস্টিং** নিশ্চিত করে যে সিস্টেমটি কোনো দুর্ঘটনা ছাড়াই সঠিকভাবে কাজ করবে। নিচে এই কন্ট্রোল সার্কিট টেস্ট করার পদ্ধতি এবং ধাপসমূহ বর্ণনা করা হলো:

১. টেস্টিংয়ের প্রধান উদ্দেশ্য

- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কানেকশন সঠিক আছে কি না তা যাচাই করা।
- পিএলসি (PLC) থেকে আসা কমান্ড অনুযায়ী সোলেনয়েড ভাল্ভ কাজ করছে কি না তা দেখা।
- সিস্টেমের এমারজেন্সি স্টপ এবং সুরক্ষা ব্যবস্থা পরীক্ষা করা।

২. কন্ট্রোল সার্কিট টেস্টিংয়ের ধাপসমূহ

ক. ড্রাই রান বা কোল্ড টেস্ট (Dry Run/Cold Test)

পাওয়ার সোর্স (পাম্প বা কম্প্রেসর) চালু করার আগেই এই টেস্ট করা হয়।

- **কন্টিনিউটি টেস্ট:** মাল্টিমিটার ব্যবহার করে প্রতিটি তারের কানেকশন চেক করা হয় যাতে কোনো লুজ কানেকশন বা শর্ট সার্কিট না থাকে।
- **আই/ও চেক (I/O Check):** পিএলসি-র ইনপুট সুইচ চাপলে সঠিক ইন্ডিকেটর লাইট জ্বলছে কি না এবং আউটপুট সিগন্যাল সোলেনয়েড ভাল্ভ পর্যন্ত পৌঁছাচ্ছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়।

খ. হাইড্রোলিক ও নিউমেটিক কানেকশন চেক

- **হোস পাইপ কানেকশন:** পাইপগুলো সঠিকভাবে এবং মজবুতভাবে লাগানো হয়েছে কি না তা নিশ্চিত করা।
- **ডিরেকশনাল কন্ট্রোল ভাল্ভ (DCV):** ভাল্ভের ম্যানুয়াল ওভাররাইড বাটন চেপে দেখা হয় যে সিলিন্ডার নড়াচড়া করছে কি না।

গ. লাইভ ফাংশনাল টেস্ট (Live Functional Test)

পাওয়ার চালু করে পুরো সিস্টেমের কার্যকারিতা দেখা হয়।

- **সিকোয়েন্স টেস্ট:** পিএলসি প্রোগ্রাম অনুযায়ী ভাল্ভগুলো একের পর এক (Sequencing) কাজ করছে কি না তা পর্যবেক্ষণ করা।
- **প্রেশার সেটিং:** রেগুলেটরের মাধ্যমে নির্দিষ্ট চাপে সিস্টেমটি ঠিকমতো অপারেট করছে কি না তা যাচাই করা।

৩. টেস্টিংয়ের সময় প্রয়োজনীয় সেফটি চেক (Safety Check)

- **Leakage Test:** সাবান জল (নিউমেটিকের জন্য) বা ভিজ্যুয়াল ইনস্পেকশন (হাইড্রোলিকের জন্য) করে লিকেজ চেক করা।
- **Emergency Stop:** কাজ চলাকালীন এমারজেন্সি বাটন চাপলে সিস্টেমটি সাথে সাথে বন্ধ হচ্ছে কি না তা নিশ্চিত করা।
- **Relief Valve:** অতিরিক্ত চাপের সময় রিলিফ ভাল্ভটি খুলে যাচ্ছে কি না তা পরীক্ষা করা।

(খ) টেস্টিং প্রোটোকল বা নিয়মাবলী অনুযায়ী সিস্টেমের কার্যক্রম পরিচালনা করাঃ

পিএলসি (PLC) দ্বারা নিয়ন্ত্রিত নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেমের অপারেশন বা পরিচালনা করার সময় নির্দিষ্ট **Testing Protocols** বা পরীক্ষার নিয়মাবলী মেনে চলা বাধ্যতামূলক। এটি সিস্টেমের দীর্ঘস্থায়ীত্ব এবং অপারেটরের নিরাপত্তা নিশ্চিত করে।

টেস্টিং প্রটোকল অনুযায়ী সিস্টেম পরিচালনার ধাপসমূহ:

১. প্রি-অপারেশনাল প্রটোকল (Pre-operational Protocol)

সিস্টেমটি পূর্ণাঙ্গভাবে চালানোর আগে এই ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়:

- **Visual Inspection:** কোনো পাইপ ফাটা আছে কি না বা তেলের লিকেজ আছে কি না তা পরীক্ষা করা।
- **Power Verification:** পিএলসি এবং ভাল্ভের ইনপুট ভোল্টেজ (যেমন ২৪ ভোল্ট ডিসি) সঠিক আছে কি না তা মাল্টিমিটার দিয়ে চেক করা।
- **Pressure Setting:** সিস্টেম চালু করার আগে প্রেশার রেগুলেটর বা রিলিফ ভাল্ভ সর্বনিম্ন পর্যায়ে রাখা।

২. সিস্টেম অপারেশনাল প্রটোকল (Operational Steps)

প্রটোকল অনুযায়ী অপারেশন করার সময় নিচের বিষয়গুলো লক্ষ্য রাখা হয়:

১. **সার্কিট এনার্জাইজিং:** প্রথমে কন্ট্রোল প্যানেলের মেইন সুইচ অন করা এবং পিএলসি 'Run' মোডে আছে কি না তা নিশ্চিত করা।

২. **কন্ডিশনাল চেকিং:** যদি সিস্টেমে সেন্সর থাকে, তবে ল্যাডার লজিক অনুযায়ী হোম পজিশন (যেমন: সিলিন্ডার পেছনে থাকা) চেক করা।

৩. **ম্যানুয়াল টেস্ট:** অটোমেটিক মোডে চালানোর আগে একবার ম্যানুয়ালি প্রতিটি ভাল্ভ বা পাম্প ট্রিগার করে দেখা।

৪. **অটোমেটিক সিকোয়েন্স:** এরপর নির্দিষ্ট জব বা লজিক অনুযায়ী অটোমেটিক সাইকেল চালু করা।

৩. টেস্টিং প্রটোকলের প্রকারভেদ (Types of Protocols)

ক. ফাংশনাল টেস্ট (Functional Test)

সিস্টেমের প্রতিটি অংশ (সুইচ, সেন্সর, সিলিন্ডার) তার নির্ধারিত কাজ সঠিকভাবে করছে কি না তা যাচাই করা।

খ. লোড টেস্ট (Load Test)

সিস্টেমটি তার সর্বোচ্চ ক্ষমতার চাপে (Pressure) বা ওজনে ঠিকমতো কাজ করতে পারছে কি না তা দেখা। হাইড্রোলিক সিস্টেমের জন্য এটি অত্যন্ত জরুরি।

গ. সেফটি প্রটোকল (Safety Protocol)

অপারেশনের সময় কোনো ত্রুটি দেখা দিলে **Emergency Stop** বাটন কাজ করছে কি না তা পরীক্ষা করা। এছাড়া সিস্টেমে বাতাস বা তেলের চাপ অতিরিক্ত হয়ে গেলে রিলিফ ভাল্ভ স্বয়ংক্রিয়ভাবে খুলছে কি না তা দেখা।

(গ) কার্যক্রম চলাকালীন ত্রুটি এবং অনিয়মসমূহ চিহ্নিত করা, রোগনির্ণয় (Diagnose) করা এবং সমাধান করাঃ

ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশন বা পিএলসি-র মাধ্যমে পরিচালিত সিস্টেমে (Pneumatic & Hydraulic) কাজ করার সময় যেকোনো ত্রুটি বা **Faults** দ্রুত শনাক্ত করা এবং সমাধান করা অত্যন্ত জরুরি। নিচে এর ধাপগুলো আলোচনা করা হলো:

১. ত্রুটি শনাক্তকরণ (Identification of Faults)

অপারেশনের সময় কোনো অস্বাভাবিকতা দেখা দিলে তা বিভিন্নভাবে শনাক্ত করা যায়:

- **অ্যালার্ম সিস্টেম (HMI):** পিএলসি-র সাথে যুক্ত এইচএমআই (HMI) স্ক্রিনে সাধারণত এরর মেসেজ বা রেড সিগন্যাল দেখা যায়।
- **অস্বাভাবিক শব্দ বা কম্পন:** পাম্প বা সিলিন্ডার থেকে কোনো অস্বাভাবিক শব্দ হলে বুঝতে হবে মেকানিক্যাল সমস্যা আছে।
- **প্রেশার ড্রপ:** প্রেশার গেজে যদি হঠাৎ চাপ কমে যায়, তবে লিকেজ থাকার সম্ভাবনা থাকে।
- **পিএলসি ইন্ডিকেটর:** পিএলসি-র গায়ে 'SF' (System Fault) বা 'Bus Fault' লাইট জ্বললে বুঝতে হবে ইন্টারনাল বা কমিউনিকেশন সমস্যা হয়েছে।

২. ত্রুটি নির্ণয় বা ডায়াগনোসিস (Diagnosis)

ত্রুটির উৎস খুঁজে বের করার জন্য নিচের পদ্ধতিগুলো ব্যবহার করা হয়:

- **ল্যাডার লজিক মনিটরিং:** ল্যাপটপ কানেক্ট করে পিএলসি-র অনলাইন প্রোগ্রামে দেখা হয় কোন ইনপুট বা আউটপুট সিগন্যাল আসছে না।
- **I/O চেকিং:** মাল্টিমিটার দিয়ে চেক করা হয় যে সেন্সর বা সোলেনয়েড ভাল্ভে সঠিক ভোল্টেজ পৌঁছাচ্ছে কি না।
- **ফিজিক্যাল ইন্সপেকশন:** পাইপের জয়েন্ট, সিল বা ফিল্টার চেক করা হয় কোনো ব্লক বা লিকেজ আছে কি না তা দেখার জন্য।

৩. সমস্যা সমাধান (Resolution)

ত্রুটি অনুযায়ী নিচের পদক্ষেপগুলো নেওয়া হয়:

ধরনের সমস্যা	সম্ভাব্য সমাধান (Resolution)
সোলেনয়েড ভাল্ভ কাজ করছে না	কয়েলটি পুড়ে গেছে কি না চেক করুন এবং প্রয়োজনে পরিবর্তন করুন।
সিলিন্ডার খুব ধীরে নড়ছে	প্রেশার রেগুলেটর চেক করুন এবং ফ্লো কন্ট্রোল ভাল্ভ অ্যাডজাস্ট করুন।

ধরনের সমস্যা	সম্ভাব্য সমাধান (Resolution)
সেন্সর সিগন্যাল দিচ্ছে না	সেন্সরের পজিশন ঠিক করুন অথবা সেন্সরটি পরিষ্কার করুন।
পিএলসি আউটপুট দিচ্ছে না	প্রোগ্রামের লজিক বা ইন্টারলক চেক করুন। ফিউজ পুড়ে গেলে পরিবর্তন করুন।
তেল বা বাতাস লিকেজ	হোস পাইপ বা ফিটিংস টাইট দিন অথবা সিল পরিবর্তন করুন।

৪. অপারেশনাল প্রটোকল (Step-by-Step Resolution)

১. **সিস্টেম বন্ধ করা:** বড় ধরনের ত্রুটি দেখা দিলে প্রথমেই **Emergency Stop** বাটন চেপে পাওয়ার অফ করতে হবে।

২. **আইসোলেশন:** প্রেশারাইজড সিস্টেমে কাজ করার আগে বাতাস বা তেলের চাপ রিলিজ করে নিতে হবে।

৩. **মেরামত ও পরীক্ষা:** ত্রুটি সারানোর পর প্রথমে ম্যানুয়ালি এবং পরে অটোমেটিক মোডে টেস্ট করতে হবে।

৪. **রিপোর্ট তৈরি:** ভবিষ্যতে একই সমস্যা এড়ানোর জন্য ত্রুটির কারণ এবং সমাধানের বিবরণ লগ-বুকে লিখে রাখতে হবে।



(ঘ) কন্ট্রোল কমান্ডের বিপরীতে সিস্টেমের প্রতিক্রিয়া পর্যবেক্ষণ এবং রেকর্ড করাঃ

পিএলসি (PLC) দ্বারা নিয়ন্ত্রিত সিস্টেমে প্রতিটি কমান্ডের বিপরীতে সিস্টেমের প্রতিক্রিয়া বা **System Response** পর্যবেক্ষণ (Monitoring) এবং রেকর্ড করা অত্যন্ত জরুরি। এটি সিস্টেমের পারফরম্যান্স বিশ্লেষণ এবং ভবিষ্যতের রক্ষণাবেক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

নিচে সিস্টেম রেসপন্স মনিটরিং এবং রেকর্ডিংয়ের প্রক্রিয়া বাংলায় বর্ণনা করা হলো:

১. সিস্টেম রেসপন্স মনিটরিং (Monitoring)

পিএলসি যখন কোনো কমান্ড দেয় (যেমন: ভাল্ভ খোলার কমান্ড), তখন সিস্টেমটি কীভাবে সাড়া দিচ্ছে তা রিয়েল-টাইমে দেখা হয়। এটি মূলত দুটি উপায়ে করা হয়:

- **এইচএমআই (HMI) মনিটরিং:** এইচএমআই স্ক্রিনে গ্রাফিক্যাল এলিমেন্টের মাধ্যমে দেখা যায় সিলিন্ডারটি সামনে যাচ্ছে কি না বা ট্যাংকের প্রেশার বাড়ছে কি না।
- **ইনপুট ফিডব্যাক (Input Feedback):** পিএলসি প্রোগ্রামে লিমিট সুইচ বা সেন্সরের মাধ্যমে নিশ্চিত হওয়া যায় যে কমান্ডটি সফলভাবে কার্যকর হয়েছে। যেমন: Output Q0.0 (Valve Open) অন হওয়ার পর Input I0.0 (Limit Switch) অন হয়েছে কি না।
- **টাইম রেসপন্স (Time Response):** কমান্ড দেওয়ার কতক্ষণ পর সিস্টেমটি কাজ শুরু করল এবং কাজ শেষ করতে কত সময় নিল তা পর্যবেক্ষণ করা হয়।

২. সিস্টেম রেসপন্স রেকর্ডিং (Recording)

সিস্টেমের এই তথ্যগুলো পরবর্তী বিশ্লেষণের জন্য সংরক্ষণ করা হয়। আধুনিক সিস্টেমে এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে ঘটে:

- **ডেটা লগার (Data Logger):** পিএলসি বা স্কাডা (SCADA) সিস্টেম প্রতি সেকেন্ডে প্রেশার, ফ্লো এবং ভাল্ভের অবস্থা একটি ডেটাবেজে বা এক্সেল ফাইলে রেকর্ড করে।
- **ইভেন্ট লগ (Event Log):** কখন কোন কমান্ড দেওয়া হয়েছে এবং সিস্টেম কী রেসপন্স করেছে তার একটি টাইম-স্ট্যাম্পড (Time-stamped) তালিকা তৈরি হয়।
- **এরর লগ (Error Log):** যদি কমান্ড অনুযায়ী সিস্টেম রেসপন্স না করে (যেমন: ভাল্ভ জ্যাম হয়ে যাওয়া), তবে সেই ত্রুটিটি রেকর্ড করা হয়।

৩. মনিটরিং ও রেকর্ডিংয়ের প্রয়োজনীয়তা

১. **পারফরম্যান্স অ্যানালাইসিস:** সিস্টেমটি কি সময়ের সাথে ধীরে কাজ করছে? রেকর্ড করা ডেটা থেকে এটি সহজেই বোঝা যায়। ২. **প্রিভেন্টিভ মেইনটেন্যান্স:** যদি রেকর্ডে দেখা যায় একটি ভাল্ভ খুলতে স্বাভাবিকের চেয়ে বেশি সময় নিচ্ছে, তবে সেটি নষ্ট হওয়ার আগেই মেরামত করা সম্ভব। ৩. **নিরাপত্তা ও জবাবদিহিতা:** কোনো দুর্ঘটনা ঘটলে রেকর্ডিং থেকে বের করা যায় ঠিক কোন কমান্ডের পর সমস্যাটি শুরু হয়েছিল।

৪. প্রাকটিক্যাল উদাহরণ (Monitoring Example)

ধরা যাক, আপনি একটি হাইড্রোলিক সিলিন্ডারকে সামনে নেওয়ার কমান্ড দিলেন:

- **কমান্ড:** Extend Cylinder
- **মনিটরিং:** এইচএমআই-তে সিলিন্ডারের আইকন সবুজ হলো এবং প্রেশার গেজে চাপ বৃদ্ধি দেখাল।
- **রেকর্ডিং:** "Time: 10:00:05 AM, Command: Extend, Response: Success, Pressure: 50 Bar.

(ঙ) পরীক্ষার ফলাফল এবং ত্রুটি সমাধানের পদক্ষেপসমূহ নথিভুক্ত (Documented) করাঃ

পিএলসি (PLC) দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হাইড্রোলিক বা নিউমেটিক সিস্টেমের টেস্টিং এবং মেরামত শেষ করার পর **Test Results** এবং **Fault Resolution Actions** সঠিকভাবে ডকুমেন্ট বা নথিবদ্ধ করা একটা জরুরি বিষয়। এটি ভবিষ্যতে একই সমস্যা এড়াতে এবং সিস্টেমের মেইনটেন্যান্স রেকর্ড সংরক্ষণে সাহায্য করে।

নিচে কীভাবে এই ডকুমেন্টেশন তৈরি করা হয় তার একটি কাঠামো দেওয়া হলো:

১. টেস্ট রেজাল্ট ডকুমেন্টেশন (Documenting Test Results)

সিস্টেমটি চালানোর পর প্রাপ্ত তথ্যগুলো একটি টেবিলে বা ফর্মে লিপিবদ্ধ করা হয়। এতে মূলত নিচের বিষয়গুলো থাকে:

- **পাস/ফেইল স্ট্যাটাস:** প্রতিটি ধাপ (যেমন: সিলিন্ডার এক্সটেন্ড, রিট্র্যাক্ট) সফল হয়েছে কি না।
- **পারফরম্যান্স ডেটা:** সিলিন্ডারের গতি, সিস্টেমের বর্তমান প্রেশার (যেমন: ৬০ বার), এবং রেসপন্স টাইম।
- **সেন্সর ফিডব্যাক:** লিমিট সুইচ বা প্রক্সিমিটি সেন্সর ঠিক সময়ে সিগন্যাল দিচ্ছে কি না।

২. ফল্ট রেজোলিউশন অ্যাকশন (Fault Resolution Actions)

যদি টেস্টিংয়ের সময় কোনো ত্রুটি পাওয়া যায়, তবে সেটি কীভাবে সমাধান করা হয়েছে তার বিস্তারিত বিবরণ এখানে থাকে:

- **সমস্যার বর্ণনা (Fault Description):** ঠিক কী সমস্যা হয়েছিল (যেমন: সোলেনয়েড ভাল্ভ কাজ করছিল না)।
- **মূল কারণ (Root Cause):** কেন সমস্যাটি হয়েছিল (যেমন: কয়েল পুড়ে যাওয়া বা লুজ কানেকশন)।
- **গৃহীত পদক্ষেপ (Action Taken):** কীভাবে ঠিক করা হলো (যেমন: নতুন কয়েল লাগানো হয়েছে বা তার নতুন করে টার্মিনেশন করা হয়েছে)।
- **ভেরিফিকেশন:** মেরামতের পর পুনরায় টেস্ট করে দেখা হয়েছে কি না।

৩. ডেমো ডকুমেন্টেশন ফরম্যাট (Sample Log Sheet)

নিচে একটি নমুনা দেওয়া হলো যা আপনি আপনার ল্যাব রিপোর্ট বা ফ্যাক্টরি রেকর্ডে ব্যবহার করতে পারেন:

তারিখ ও সময়	টেস্ট আইটেম	ফলাফল (Result)	ত্রুটি (Fault)	সমাধান (Resolution)	স্বাক্ষর
০৭/০৪/২৬	হাইড্রোলিক সিলিন্ডার ১	পাস (Pass)	-	-	

তারিখ ও সময়	টেস্ট আইটেম	ফলাফল (Result)	ত্রুটি (Fault)	সমাধান (Resolution)	স্বাক্ষর
০৭/০৪/২৬	নিউমেটিক ইনপুট ভাল্ভ	ফেইল (Fail)	লিকেজ (Leakage)	সিল পরিবর্তন করা হয়েছে	
০৭/০৪/২৬	পিএলসি আউটপুট (Q0.1)	পাস (Pass)	-	-	

৪. ডকুমেন্টেশনের প্রয়োজনীয়তা

১. **আইনি ও সেফটি কমপ্লায়েন্স:** বড় কারখানায় সেফটি অডিটের সময় এই ডকুমেন্টগুলো প্রমাণ হিসেবে কাজ করে।

২. **হ্যান্ডওভার:** এক শিফট থেকে অন্য শিফটে দায়িত্ব হস্তান্তরের সময় পরবর্তী টেকনিশিয়ান সহজেই বুঝতে পারেন কী কী কাজ করা হয়েছে।

৩. **ট্রেন্ড অ্যানালাইসিস:** বারবার একই ভাল্ভ নষ্ট হচ্ছে কি না তা রেকর্ড দেখে বোঝা যায়, যা বড় ধরনের ব্রেকডাউন রোধ করে।

সেলফ চেক (Self-check) – ৭.৫

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. টেস্টিং প্রটোকল (Testing Protocol) কী?
২. কোল্ড টেস্ট বা ড্রাই রান (Dry Run) কেন করা হয়?
৩. সিস্টেমে 'ফল্ট' (Fault) শনাক্ত করার প্রাথমিক উপায় কী?
৪. পিএলসি সিস্টেমে 'মনিটরিং' (Monitoring) বলতে কী বোঝায়?
৫. ফল্ট ডায়াগনোসিস (Fault Diagnosis) করার সময় মাল্টিমিটার কেন ব্যবহার করা হয়?
৬. সিস্টেম রেসপন্স (System Response) রেকর্ড করা কেন জরুরি?
৭. হাইড্রোলিক লিকেজ শনাক্ত করার নিরাপদ পদ্ধতি কী?
৮. ইমারজেন্সি স্টপ (Emergency Stop) বাটন চাপলে কী ঘটে?
৯. ডকুমেন্টেশন (Documentation) কেন গুরুত্বপূর্ণ?
১০. পিএলসি প্রোগ্রামের 'অনলাইন মনিটরিং' কেন করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৭.৫

১. টেস্টিং প্রটোকল (Testing Protocol) কী?

উত্তর: কোনো সিস্টেম চালানোর আগে এবং পরে যে নির্দিষ্ট নিয়মাবলী বা চেকলিস্ট অনুসরণ করে এর কার্যকারিতা ও নিরাপত্তা পরীক্ষা করা হয়, তাকেই টেস্টিং প্রটোকল বলে।

২. কোল্ড টেস্ট বা ড্রাই রান (Dry Run) কেন করা হয়?

উত্তর: মূল পাওয়ার (হাইড্রোলিক বা নিউমেটিক প্রেশার) দেওয়ার আগেই ইলেকট্রিক্যাল কানেকশন এবং পিএলসি লজিক সঠিক আছে কি না তা নিশ্চিত করার জন্য ড্রাই রান করা হয়।

৩. সিস্টেমে 'ফল্ট' (Fault) শনাক্ত করার প্রাথমিক উপায় কী?

উত্তর: পিএলসি-র ইনপুট-আউটপুট ইন্ডিকেটর লাইট দেখা, এইচএমআই (HMI)-তে এরর মেসেজ চেক করা এবং অস্বাভাবিক শব্দ বা কম্পন পর্যবেক্ষণ করা।

৪. পিএলসি সিস্টেমে 'মনিটরিং' (Monitoring) বলতে কী বোঝায়?

উত্তর: অপারেশনের সময় সেন্সর ফিডব্যাক এবং এইচএমআই গ্রাফের মাধ্যমে রিয়েল-টাইমে সিস্টেমের অবস্থা (যেমন: প্রেশার বা সিলিন্ডারের অবস্থান) পর্যবেক্ষণ করা।

৫. ফল্ট ডায়াগনোসিস (Fault Diagnosis) করার সময় মাল্টিমিটার কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর: সেন্সর, সোলেনয়েড কয়েল বা পিএলসি টার্মিনালে সঠিক ভোল্টেজ আছে কি না এবং ক্যাবল বা তারের কন্টিনিউটি ঠিক আছে কি না তা যাচাই করতে।

৬. সিস্টেম রেসপন্স (System Response) রেকর্ড করা কেন জরুরি?

উত্তর: এটি সিস্টেমের পারফরম্যান্স বিশ্লেষণ করতে, ভবিষ্যতে বড় কোনো ব্রেকডাউন রোধ করতে এবং সেফটি অডিটের জন্য রেকর্ড হিসেবে কাজ করে।

৭. হাইড্রোলিক লিকেজ শনাক্ত করার নিরাপদ পদ্ধতি কী?

উত্তর: কোনোভাবেই খালি হাতে লিকেজ চেক করা যাবে না (উচ্চ চাপের কারণে)। কার্ডবোর্ড বা কাগজ ব্যবহার করে এবং খালি চোখে তেলের দাগ পর্যবেক্ষণ করে লিকেজ শনাক্ত করতে হয়।

৮. ইমারজেন্সি স্টপ (Emergency Stop) বাটন চাপলে কী ঘটে?

উত্তর: এটি চাপলে পিএলসি-র আউটপুট তৎক্ষণাৎ বন্ধ হয়ে যায় এবং সোলেনয়েড ভাল্বগুলো তাদের নিরাপদ অবস্থানে (Safe Position) ফিরে আসে, ফলে পুরো সিস্টেম থেমে যায়।

৯. ডকুমেন্টেশন (Documentation) কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর: কী ধরনের ত্রুটি হয়েছিল এবং কীভাবে তা সমাধান করা হয়েছে তার রেকর্ড থাকলে পরবর্তী শিফটের টেকনিশিয়ান বা ইঞ্জিনিয়ারের জন্য কাজ করা সহজ হয়।

১০. পিএলসি প্রোগ্রামের 'অনলাইন মনিটরিং' কেন করা হয়?

উত্তর: ল্যাপটপের মাধ্যমে সরাসরি পিএলসি-র ভেতরে কোন লজিকটি আটকে আছে বা কোন সেন্সরটি সিগন্যাল দিচ্ছে না, তা সরাসরি দেখার জন্য।

জব শিট (Job Sheet) – ৭.৫

জবের নামঃ পিএলসি-নিয়ন্ত্রিত নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেম পরীক্ষা (Test) ও পরিচালনা (Run) করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. প্রাথমিক পরিদর্শন (Visual Inspection): সব কানেকশন (ইলেকট্রিক্যাল ও মেকানিক্যাল) ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ঠিক আছে কি না তা দেখে নিন।
২. কোল্ড টেস্ট (Dry Run): কম্প্রেসর বা পাম্প বন্ধ রেখে পিএলসি অন করুন। ইনপুট সুইচ চেপে দেখুন পিএলসি-র আউটপুট লেড (LED) জ্বলছে কি না এবং সোলেনয়েড কয়েলে শব্দ হচ্ছে কি না।
৩. লিকেজ টেস্ট: নিউমেটিক সিস্টেমে বাতাস দিয়ে সাবান পানি দিয়ে জয়েন্টগুলো চেক করুন। হাইড্রোলিক সিস্টেমে তেলের কোনো চুয়ে পড়া দাগ আছে কি না দেখুন।
৪. প্রেশার সেটিং: রেগুলেটরের মাধ্যমে সিস্টেমের জন্য নির্ধারিত চাপ (যেমন: ৫ বার নিউমেটিকের জন্য) সেট করুন।
৫. অপারেশন রান (Running): পিএলসি-কে 'RUN' মোডে দিয়ে স্টার্ট বাটন চাপুন। সিলিন্ডারের মুভমেন্ট এবং সেন্সরের রেসপন্স পর্যবেক্ষণ করুন।
৬. ফল্ট ডায়াগনোসিস: যদি সিলিন্ডার না নড়ে, তবে মাল্টিমিটার দিয়ে সোলেনয়েড কয়েলের ভোল্টেজ চেক করুন।
৭. ডেটা রেকর্ডিং: সিলিন্ডারের যাতায়াতের সময় এবং প্রেশার রিডিং একটি নোটবুকে লিখে রাখুন।

সতর্কতা

- প্রেশার রিলিজ: কোনো পাইপ খোলার আগে অবশ্যই সিস্টেমের বাতাস বা তেলের চাপ সম্পূর্ণ রিলিজ (Release) করে নিতে হবে।
- ভোল্টেজ সতর্কতা: পিএলসি-র ইনপুট-আউটপুট ভোল্টেজ (২৪ ভোল্ট ডিসি) যেন এসি লাইনের সাথে মিশে না যায়।
- লিকেজ চেক: হাইড্রোলিক লিকেজ চেক করার সময় খালি হাত ব্যবহার করবেন না, কারণ উচ্চ চাপের তেল চামড়া ভেদ করতে পারে।
- ইমারজেন্সি বাটন: কাজের সময় ইমারজেন্সি স্টপ বাটনটি হাতের কাছে রাখুন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৭.৫

জবের নামঃ পিএলসি-নিয়ন্ত্রিত নিউমেটিক এবং হাইড্রোলিক সিস্টেম পরীক্ষা (Test) ও পরিচালনা (Run) করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- অ্যান্টি-স্ট্যাটিক রিস্ট স্ট্র্যাপ (যদি হার্ডওয়্যারে সরাসরি কাজ করেন)
- অর্গোনোমিক চেয়ার এবং সঠিক আলোকসজ্জা
- ল্যাব কোট বা এপ্রন

টুলস এবং ইকুইপমেন্ট (Tools & Equipment):

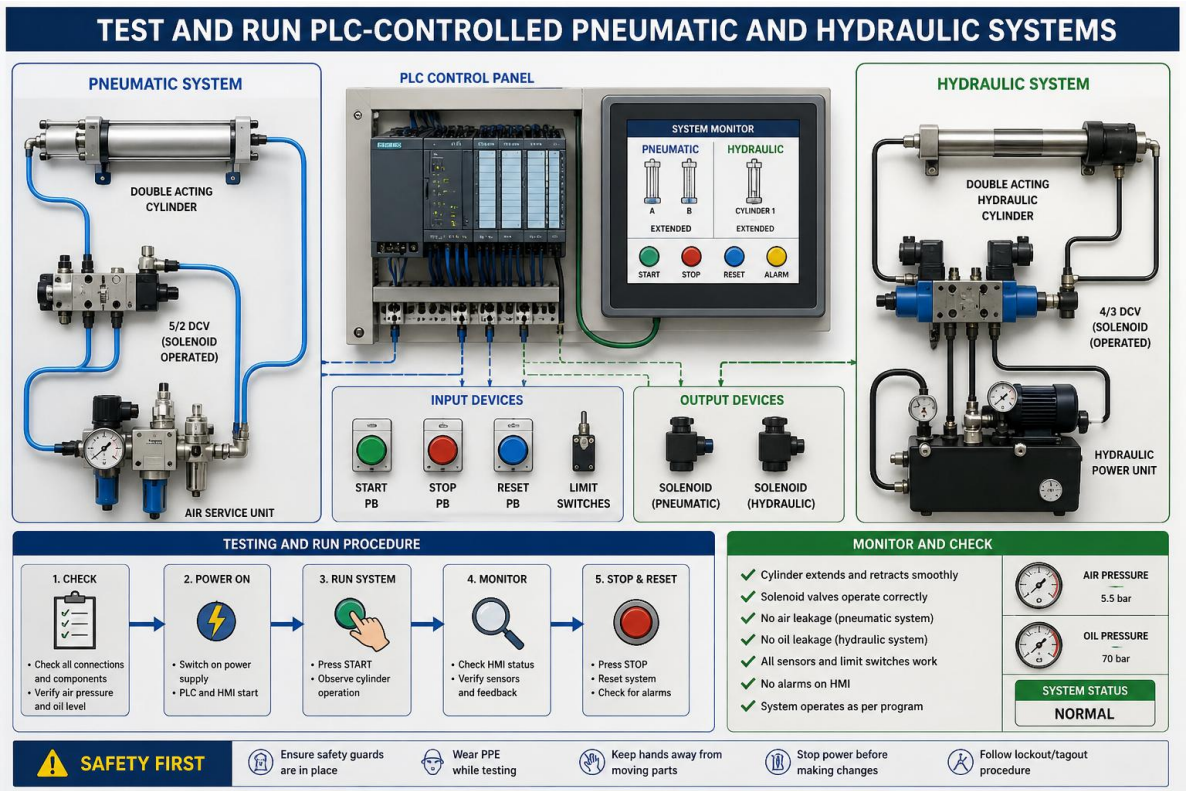
১. PLC Trainer Kit: (Siemens, Mitsubishi বা অনুরূপ)
২. Programming Laptop: পিএলসি সফটওয়্যারসহ
৩. Multimeter: ভোল্টেজ এবং কন্টিনিউটি চেক করার জন্য

৪. Pressure Gauge: বাতাস ও তেলের চাপ পরিমাপের জন্য
৫. Air Compressor (Pneumatic) & Hydraulic Power Pack (Hydraulic)
৬. Solenoid Valves & Cylinders: (5/2 বা 4/3 ওয়ে ভাল্ভ)

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials):

- পিইউ (PU) টিউব বা হাইড্রোলিক হোস পাইপ
- কানেক্টিং ক্যাবল ও ফেরুল
- হাইড্রোলিক অয়েল (প্রয়োজন হলে)
- সাবান পানি (নিউমেটিক লিকেজ চেক করার জন্য)

ড্রয়িং ডায়াগ্রাম/লে-আউট (Layout Diagram):



মডিউল-৮

মডিউলঃ পিএলসি (PLC) ব্যবহার করে ভ্যারিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) নিয়ন্ত্রণ করা

SICIP-LE-PLC-08-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৮

মডিউল শিরোনামঃ পিএলসি (PLC) ব্যবহার করে ভ্যারিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) নিয়ন্ত্রণ করা

ইউনিট কোডঃ SICIP-LE-PLC-08-O **নোমিনাল আওয়ারঃ** ২০ ঘণ্টা।

মডিউলের বিবরণঃ

এই মডিউলে পিএলসি (PLC) ব্যবহার করে ভ্যারিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) নিয়ন্ত্রণ করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে ভ্যারিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) এর কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করা, VFD ইনস্টল ও কনফিগার করা, বিভিন্ন মোডে VFD পরিচালনা করা এবং PLC ব্যবহার করে VFD পরিচালনার কাজগুলো অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ

- ভ্যারিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) এর কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- VFD ইনস্টল ও কনফিগার করতে পারবে।
- বিভিন্ন মোডে VFD পরিচালনা করতে পারবে।
- PLC ব্যবহার করে VFD পরিচালনা করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

১. ভ্যারিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) এর কার্যাবলি ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
২. VFD এর প্রধান উপাদানসমূহ (Key Components) ব্যাখ্যা ও বর্ণনা করা হয়েছে।
৩. PLC/PLC Operation সার্টিফিকেট কোর্সে VFD এর সাধারণ ব্যবহারসমূহ সনাক্ত করা হয়েছে।
৪. VFD এর স্পেসিফিকেশন (Specifications) বিশ্লেষণ ও ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৫. VFD স্থাপনের স্থান (Installation Site) পরিদর্শন করা হয়েছে।
৬. প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুযায়ী VFD ইউনিট নিরাপদভাবে স্থাপন করা হয়েছে।
৭. ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুসরণ করে পাওয়ার কেবল VFD এর সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে।
৮. মোটরকে VFD এর সাথে সঠিক ও সামঞ্জস্যপূর্ণ ওয়্যারিংয়ের মাধ্যমে সংযুক্ত করা হয়েছে।
৯. VFD নিয়ন্ত্রণের জন্য কন্ট্রোল সার্কিট স্থাপন করে কন্ট্রোল সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে।
১০. VFD এর মধ্যে মোটরের প্যারামিটারগুলো সঠিকভাবে সেট করা হয়েছে।
১১. অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজন অনুযায়ী কন্ট্রোলিং প্যারামিটারগুলো কনফিগার করা হয়েছে।
১২. অপারেশনাল প্রক্রিয়া অনুযায়ী লোকাল বা কিপ্যাড কন্ট্রোল মোড ব্যবহার করে মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করা হয়েছে।
১৩. টার্মিনাল কন্ট্রোল মোড বা রিমোট কন্ট্রোল মোড ব্যবহার করে মোটর নিয়ন্ত্রণ করা হয়েছে।
১৪. মোটরের দিক নিয়ন্ত্রণ (Direction Control) প্রয়োগ করা হয়েছে যাতে নিরাপদভাবে ফরোয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশন করা যায়।
১৫. VFD এর অ্যালার্ম এবং ফল্ট ইন্ডিকেটর সঠিকভাবে বিশ্লেষণ করে সিস্টেমের অবস্থা নির্ণয় করা হয়েছে।
১৬. অ্যালার্ম দেখা দিলে ট্রাবলশুটিং নির্দেশিকা অনুসরণ করে যথাযথ ব্যবস্থা নেওয়া হয়েছে।
১৭. মোটরের কাঙ্ক্ষিত কর্মক্ষমতা বজায় রাখতে অপারেশনাল প্যারামিটারগুলো পর্যবেক্ষণ ও সমন্বয় করা হয়েছে।
১৮. VFD পরিচালনার সময় নিরাপত্তা বিধি (Safety Protocols) অনুসরণ করা হয়েছে।

১৯. VFD কে PLC সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে এবং মোটরের প্রয়োজনীয় স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কনফিগার করা হয়েছে।
২০. VFD নিয়ন্ত্রণের জন্য PLC প্রোগ্রাম তৈরি ও যাচাই করা হয়েছে।
২১. PLC ব্যবহার করে ফ্রিকোয়েন্সি ও ভোল্টেজ লেভেল সেট করে মোটরের গতি ও টর্ক নিয়ন্ত্রণ করা হয়েছে।
২২. মসৃণ মোটর অপারেশন নিশ্চিত করতে VFD এর প্যারামিটারগুলো পর্যবেক্ষণ ও সমন্বয় করা হয়েছে।
২৩. সঠিক পারফরম্যান্স নিশ্চিত করার জন্য VFD অপারেশন পরীক্ষা করা হয়েছে।

ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৮.১

শিখন ফল-১: ভ্যারিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) এর কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- ভ্যারিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) এর কার্যাবলি
- VFD এর প্রধান উপাদানসমূহ (Key Components)
- PLC/PLC Operation সার্টিফিকেট কোর্সে VFD এর সাধারণ ব্যবহারসমূহ
- VFD এর স্পেসিফিকেশন (Specifications)

(ক) ভ্যারিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) এর কার্যাবলিঃ

একটি ভিএফডি (VFD) মূলত এসি (AC) মোটরের গতি এবং টর্ক নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এর প্রধান কাজগুলো নিচে দেওয়া হলো:

১. মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ (Speed Control)

ভিএফডি-র প্রধান কাজ হলো মোটরের ঘূর্ণন গতি বা আরপিএম (RPM) নিয়ন্ত্রণ করা। আমরা জানি যে, এসি মোটরের গতি ফ্রিকোয়েন্সির ওপর নির্ভর করে ($NS=120*F/P$)। ভিএফডি সরবরাহকৃত বিদ্যুতের ফ্রিকোয়েন্সি (f) পরিবর্তনের মাধ্যমে মোটরের গতি নিখুঁতভাবে নিয়ন্ত্রণ করে।

২. সফট স্টার্ট এবং সফট স্টপ (Soft Start & Stop)

মোটর যখন সরাসরি চালু করা হয় (Direct-on-Line), তখন এটি অনেক বেশি কারেন্ট (Inrush Current) টানে, যা মোটরের ক্ষতি করতে পারে। ভিএফডি মোটরকে ধীরে ধীরে গতি বাড়িয়ে চালু করে এবং ধীরে ধীরে কমিয়ে বন্ধ করে। এতে মোটরের ওপর যান্ত্রিক চাপ কমে এবং স্থায়িত্ব বাড়ে।

৩. শক্তি সাশ্রয় (Energy Saving)

অনেক ক্ষেত্রে মোটরকে সবসময় পূর্ণ গতিতে চালানোর প্রয়োজন হয় না (যেমন: ফ্যান বা পাম্প)। ভিএফডি প্রয়োজন অনুযায়ী মোটরের গতি কমিয়ে বিদ্যুৎ খরচ উল্লেখযোগ্যভাবে কমিয়ে আনে। এটি ভিএফডি ব্যবহারের অন্যতম বড় অর্থনৈতিক সুবিধা।

৪. দিক পরিবর্তন (Direction Reversal)

কোনো রকম অতিরিক্ত কন্টাক্টর বা ফিজিক্যাল ওয়্যারিং ছাড়াই ভিএফডি-র ইন্টারনাল সেটিংস বা কন্ট্রোল সিগন্যালের মাধ্যমে মোটরের ঘূর্ণন দিক (Forward/Reverse) পরিবর্তন করা যায়।

৫. সুরক্ষা প্রদান (Protection)

ভিএফডি মোটরকে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক সমস্যা থেকে রক্ষা করে, যেমন:

- **Overload (ওভারলোড):** মোটর অতিরিক্ত লোড নিলে ড্রাইভ নিজে থেকেই বন্ধ হয়ে যায়।
- **Overvoltage/Undervoltage:** ভোল্টেজ খুব বেশি বা কম হলে সুরক্ষা দেয়।
- **Short Circuit:** আউটপুটে শর্ট সার্কিট হলে দ্রুত সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে।
- **Phase Loss:** বিদ্যুতের কোনো ফেজ না থাকলে মোটরকে পুড়ে যাওয়া থেকে রক্ষা করে।

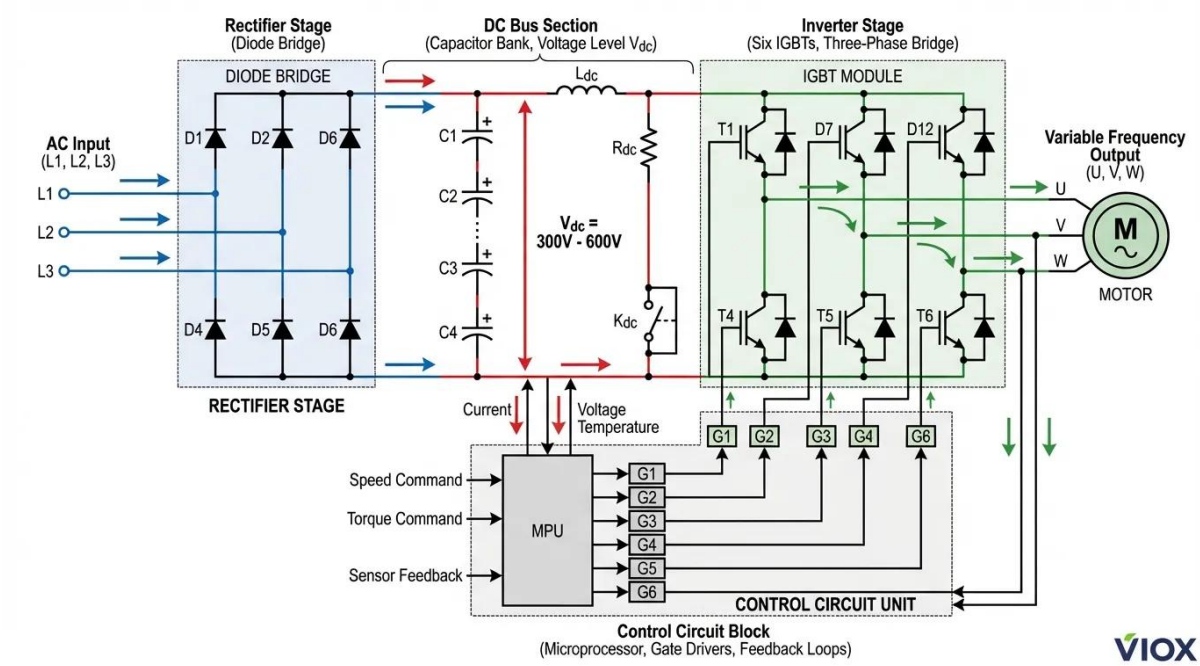
৬. টর্ক নিয়ন্ত্রণ (Torque Control)

উন্নত ভিএফডিগুলো মোটরের টর্ক বা শক্তি নিয়ন্ত্রণ করতে পারে। এটি বিশেষ করে ক্রেন, লিফট বা কনভেয়ার বেল্টের মতো ভারী কাজের ক্ষেত্রে খুব জরুরি, যেখানে লোড অনুযায়ী শক্তির তারতম্য প্রয়োজন হয়।

(খ) VFD এর প্রধান উপাদানসমূহ (Key Components):

১. ভিএফডি-র মূল উপাদানসমূহ (Key Components of VFD)-

একটি ভিএফডি প্রধানত তিনটি প্রধান ইলেকট্রনিক বিভাগ এবং একটি নিয়ন্ত্রণ ইউনিটের সমন্বয়ে গঠিত।



১. রেকটিফায়ার (Rectifiers)

রেকটিফায়ার হলো ভিএফডি-র প্রথম ধাপ। এর কাজ হলো ইনপুট হিসেবে আসা অল্টারনেটিং কারেন্ট (AC)-কে ডাইরেক্ট কারেন্ট (DC)-তে রূপান্তর করা।

- এটি সাধারণত ডায়োড (Diode) বা থাইরিস্টর ব্যবহার করে তৈরি করা হয়।
- শিল্পক্ষেত্রে ব্যবহৃত থ্রি-ফেজ এসি সরবরাহকে এটি একটি স্থির ডিসি ভোল্টেজে পরিণত করে।

২. ইনভার্টার (Inverters)

ইনভার্টার হলো ভিএফডি-র সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এটি রেকটিফায়ার থেকে আসা ডিসি কারেন্টকে আবার এসি (AC) কারেন্টে রূপান্তর করে।

- এটি **IGBT** (Insulated Gate Bipolar Transistor) নামক দ্রুত সুইচিং করতে সক্ষম ট্রানজিস্টর ব্যবহার করে।
- ইনভার্টারের মাধ্যমেই বিদ্যুতের ফ্রিকোয়েন্সি (Frequency) এবং ভোল্টেজ পরিবর্তন করা হয়, যা সরাসরি মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করে।

৩. কন্ট্রোল ইউনিট (Control Units)

কন্ট্রোল ইউনিট হলো ভিএফডি-র "মস্তিষ্ক"। এটি মূলত একটি মাইক্রোপ্রসেসর বা ডিএসপি (DSP) ভিত্তিক সার্কিট।

- এটি ব্যবহারকারীর দেওয়া কমান্ড (যেমন: গতি বাড়ানো বা কমানো) গ্রহণ করে এবং সেই অনুযায়ী ইনভার্টারকে নির্দেশনা দেয়।
- এটি পিএলসি (PLC) থেকে সিগন্যাল গ্রহণ করে এবং মোটরের বর্তমান অবস্থা (যেমন: কারেন্ট, তাপমাত্রা, ফল্ট) মনিটর করে সিস্টেমকে সুরক্ষিত রাখে।

(গ) PLC/PLC Operation সার্টিফিকেট কোর্সে VFD এর সাধারণ ব্যবহারসমূহঃ

শিল্পকারখানা এবং আধুনিক বৈদ্যুতিক ব্যবস্থায় **ভিএফডি (VFD)** বা ভেরিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভের ব্যবহার অপরিসীম। নিচে এর সাধারণ প্রয়োগ বা ব্যবহারগুলো (Common Applications) বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হলো:

১. পাম্প সিস্টেম (Pump Systems)

ভিএফডি-র সবচেয়ে বড় ব্যবহার দেখা যায় পানির পাম্পে।

- **চাহিদা অনুযায়ী নিয়ন্ত্রণ:** যখন পানির চাহিদা কম থাকে, তখন ভিএফডি মোটরের গতি কমিয়ে দেয়, ফলে বিদ্যুৎ সাশ্রয় হয়।
- **ওয়াটার হ্যামার প্রতিরোধ:** পাম্প হঠাৎ চালু বা বন্ধ হলে পাইপে যে ধাক্কা লাগে (Water Hammer), ভিএফডি তা প্রতিরোধ করে পাইপলাইনের স্থায়িত্ব বাড়ায়।

২. ফ্যান এবং ব্লোয়ার (Fans and Blowers)

বড় বড় ইন্ডাস্ট্রিয়াল ফ্যান বা কুলিং টাওয়ারে ভিএফডি ব্যবহার করা হয়।

- **তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ:** রুম বা মেশিনের তাপমাত্রা অনুযায়ী ফ্যানের গতি বাড়ানো বা কমানো হয়।
- **শব্দ দূষণ হ্রাস:** পূর্ণ গতিতে ফ্যান না চালিয়ে প্রয়োজনমতো চালালে শব্দ অনেক কম হয়।

৩. কনভেয়ার বেল্ট (Conveyor Belts)

পণ্য এক স্থান থেকে অন্য স্থানে নেওয়ার জন্য কনভেয়ার বেল্ট ব্যবহৃত হয়।

- **গতি সমন্বয়:** প্রোডাকশন লাইনের গতির সাথে তাল মিলিয়ে বেল্টের গতি সেট করা যায়।
- **সফট স্টার্ট:** বেল্টের ওপর থাকা পণ্য যাতে হঠাৎ ঝাকুনিতে পড়ে না যায়, সেজন্য ভিএফডি ধীরে ধীরে বেল্ট চালু করে।

৪. কম্প্রেসার (Compressors)

এয়ার কম্প্রেসারে বাতাসের চাপের (Pressure) ওপর ভিত্তি করে মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করতে ভিএফডি ব্যবহৃত হয়। এটি বারবার মোটর স্টার্ট-স্টপ করার ঝামেলা দূর করে এবং মেশিনের আয়ু বাড়ায়।

৫. লিফট এবং ক্রেন (Lifts and Cranes)

ভারী বস্তু তোলা বা নামানোর ক্ষেত্রে ভিএফডি অপরিহার্য।

- **মসৃণ যাত্রা:** লিফট যখন থামে বা চলতে শুরু করে, তখন আমরা যেন কোনো ঝাকুনি অনুভব না করি, তা ভিএফডি নিশ্চিত করে।
- **টর্ক নিয়ন্ত্রণ:** অল্প গতিতেও অনেক বেশি ওজন তোলার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি (Torque) সরবরাহ করে।

৬. টেক্সটাইল এবং পেপার মিল (Textile and Paper Mills)

সুতা বা কাগজ তৈরির মেশিনে সুক্ষ্ম টান (Tension) বজায় রাখা খুব জরুরি। ভিএফডি পিএলসি-র সাথে মিলে এই টান নিয়ন্ত্রণ করে যাতে সুতা বা কাগজ ছিঁড়ে না যায়।

৭. মিক্সার এবং গ্রাইন্ডার (Mixers and Grinders)

বিভিন্ন রাসায়নিক বা খাদ্যদ্রব্য মিশ্রণের সময় উপাদানের ঘনত্ব অনুযায়ী মোটরের গতি পরিবর্তন করতে ভিএফডি ব্যবহৃত হয়।

ভিএফডি ব্যবহারের মূল সুবিধাগুলো একনজরে:

১. **বিদ্যুৎ সাশ্রয়:** অপ্রয়োজনীয় উচ্চ গতি কমিয়ে প্রায় ৩০% থেকে ৫০% পর্যন্ত বিদ্যুৎ বাঁচানো সম্ভব।
২. **স্থায়িত্ব:** মোটরের যান্ত্রিক ক্ষয় কমিয়ে দেয়।
৩. **নিখুঁত নিয়ন্ত্রণ:** পিএলসি-র মাধ্যমে অটোমেশন করা সহজ হয়।

(ঘ) VFD এর স্পেসিফিকেশন (Specifications):

একটি **ভিএফডি (VFD)** এর **স্পেসিফিকেশন (Specifications)** বা প্রযুক্তিগত বৈশিষ্ট্যগুলো সঠিকভাবে বোঝা খুবই জরুরি, কারণ এর ওপর ভিত্তি করেই নির্ধারিত হয় ড্রাইভটি আপনার মোটরের জন্য উপযুক্ত কি না।
নিচে ভিএফডি-র প্রধান স্পেসিফিকেশনগুলো ব্যাখ্যা করা হলো:

১. ইনপুট স্পেসিফিকেশন (Input Specifications)

এটি ড্রাইভের ইনপুট পাওয়ার সাপ্লাইয়ের সাথে সম্পর্কিত।

- **ইনপুট ভোল্টেজ (Input Voltage):** ড্রাইভটি কত ভোল্টেজে চলবে (যেমন: 220V Single Phase অথবা 415V Three Phase)।
- **ইনপুট ফ্রিকোয়েন্সি (Input Frequency):** সাধারণত এটি ৫০ হার্টজ (50Hz) বা ৬০ হার্টজ (60Hz) হয়।
- **ফেজ (Phase):** ইনপুট কি সিঙ্গেল ফেজ নাকি থ্রি-ফেজ।

২. আউটপুট স্পেসিফিকেশন (Output Specifications)

এটি মোটরকে দেওয়া পাওয়ারের সাথে সম্পর্কিত।

- **আউটপুট ভোল্টেজ (Output Voltage):** ড্রাইভটি মোটরকে সর্বোচ্চ কত ভোল্টেজ দিতে পারবে (সাধারণত ইনপুট ভোল্টেজের সমান)।
- **আউটপুট ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ (Output Frequency Range):** ড্রাইভটি কত থেকে কত ফ্রিকোয়েন্সির মধ্যে মোটর ঘুরাতে পারবে (যেমন: 0.1Hz থেকে 400Hz বা তার বেশি)।
- **রেটেড কারেন্ট (Rated Current):** এটি সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ। মোটর চলার সময় ড্রাইভটি সর্বোচ্চ কত অ্যাম্পিয়ার (Amps) কারেন্ট সরবরাহ করতে পারবে।

৩. কন্ট্রোল পদ্ধতি (Control Method)

ভিএফডি কীভাবে মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করে তা এর মাধ্যমে বোঝা যায়।

- **V/f Control:** ভোল্টেজ এবং ফ্রিকোয়েন্সি একটি নির্দিষ্ট অনুপাতে পরিবর্তন করে গতি নিয়ন্ত্রণ করা হয়। এটি সাধারণ কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **Vector Control (Sensorless or Closed-loop):** এটি অত্যন্ত নির্ভুল গতি এবং টর্ক (Torque) নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

৪. কমিউনিকেশন প্রোটোকল (Communication Protocols)

পিএলসি-র সাথে ডেটা আদান-প্রদান করার জন্য কী মাধ্যম ব্যবহার করা হবে।

- **Modbus RTU/TCP, Profibus, Profinet, EtherNet/IP:** এগুলো হলো বিভিন্ন ভাষা বা মাধ্যম যার সাহায্যে পিএলসি এবং ভিএফডি একে অপরের সাথে কথা বলে।

৫. সুরক্ষা বৈশিষ্ট্য (Protection Functions)

ড্রাইভটি মোটরকে কী কী বিপদ থেকে রক্ষা করতে পারবে।

- **Overload:** লোড বেশি হলে ড্রাইভ ট্রিপ করবে।
- **Overvoltage/Undervoltage:** ভোল্টেজ কম-বেশি হলে সুরক্ষা দেবে।
- **Short Circuit:** আউটপুটে শর্ট সার্কিট হলে ড্রাইভ বন্ধ হয়ে যাবে।

৬. এনভায়রনমেন্টাল রেটিং (Environmental Rating)

এটি ড্রাইভের বাইরের পরিবেশের সাথে খাপ খাইয়ে নেওয়ার ক্ষমতা।

- **IP Rating (Ingress Protection):** যেমন IP20 (ইনডোর ব্যবহারের জন্য) বা IP65 (ধুলাবালি ও জলরোধী)।
- **অপারেটিং টেম্পারেচার:** কত ডিগ্রি সেলসিয়াসে ড্রাইভটি সুস্থভাবে কাজ করতে পারবে (যেমন: -10±C থেকে +50±C)।

সেলফ চেক (Self-check) – ৮.১

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১.ভিএফডি-র প্রধান কাজ কী?
২.'সফট স্টার্ট' (Soft Start) বলতে কী বোঝায়?
৩.ভিএফডি কীভাবে বিদ্যুৎ সাশ্রয় করে?
৪: রেকটিফায়ার (Rectifier)-এর কাজ কী?
৫: ইনভার্টার (Inverter) অংশে কোন সুইচিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়?
৬: ডিসি বাস (DC Bus)-এর কাজ কী?
৭: পিএলসি-র সাথে ভিএফডি-র একটি সাধারণ ব্যবহারের উদাহরণ দাও।
৮: ভিএফডি-র 'Rated Current' বলতে কী বোঝায়?
৯: ভিএফডি-তে কেন 'Modbus' বা 'Profinet' পোর্ট থাকে?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৮.১

প্রশ্ন ১: ভিএফডি-র প্রধান কাজ কী?
উত্তর: ভিএফডি-র প্রধান কাজ হলো এসি (AC) মোটরের ইনপুট ফ্রিকোয়েন্সি এবং ভোল্টেজ পরিবর্তনের মাধ্যমে মোটরের গতি (Speed) এবং টর্ক (Torque) নিয়ন্ত্রণ করা।

প্রশ্ন ২: 'সফট স্টার্ট' (Soft Start) বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: মোটর চালু করার সময় হঠাৎ উচ্চ কারেন্ট (Inrush Current) রোধ করে ধীরে ধীরে গতি বাড়িয়ে পূর্ণ ক্ষমতায় নিয়ে আসাকে সফট স্টার্ট বলে। এটি মোটরের যান্ত্রিক ক্ষতি কমায়।

প্রশ্ন ৩: ভিএফডি কীভাবে বিদ্যুৎ সাশ্রয় করে?
উত্তর: যখন মোটরের পূর্ণ গতিতে চলার প্রয়োজন হয় না (যেমন: লোড কম থাকলে), তখন ভিএফডি ফ্রিকোয়েন্সি কমিয়ে মোটরের গতি কমিয়ে দেয়, যা সরাসরি বিদ্যুৎ খরচ কমিয়ে দেয়।

প্রশ্ন ৪: রেকটিফায়ার (Rectifier)-এর কাজ কী?
উত্তর: রেকটিফায়ার ইনপুট হিসেবে আসা অল্টারনেটিং কারেন্ট (AC)-কে ডাইরেক্ট কারেন্ট (DC)-তে রূপান্তর করে।

প্রশ্ন ৫: ইনভার্টার (Inverter) অংশে কোন সুইচিং ডিভাইস ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: ইনভার্টার অংশে সাধারণত IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) ব্যবহার করা হয় যা খুব দ্রুত সুইচিং করতে পারে।

প্রশ্ন ৬: ডিসি বাস (DC Bus)-এর কাজ কী?
উত্তর: রেকটিফায়ার থেকে আসা পালসেটিং ডিসি-কে ক্যাপাসিটর এবং ইনডাক্টরের মাধ্যমে ফিল্টার করে বিশুদ্ধ এবং স্থিতিশীল ডিসি-তে রূপান্তর করা।

প্রশ্ন ৭: পিএলসি-র সাথে ভিএফডি-র একটি সাধারণ ব্যবহারের উদাহরণ দাও।
উত্তর: একটি কনভেয়ার বেল্ট সিস্টেমে সেন্সরের সিগন্যাল অনুযায়ী পিএলসি ভিএফডি-কে নির্দেশ দেয় বেল্টের গতি কমানো বা বাড়ানোর জন্য।

প্রশ্ন ৮: ভিএফডি-র 'Rated Current' বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: এটি ভিএফডি-র সেই সর্বোচ্চ কারেন্ট সীমা যা ড্রাইভটি মোটরকে নিরাপদে সরবরাহ করতে পারে। মোটরের কারেন্ট রেটিং অবশ্যই এর চেয়ে কম হতে হবে।

প্রশ্ন ৯: ভিএফডি-তে কেন 'Modbus' বা 'Profinet' পোর্ট থাকে?
উত্তর: এগুলো হলো কমিউনিকেশন প্রোটোকল। পিএলসি (PLC)-র সাথে ডাটা আদান-প্রদান এবং রিমোট কন্ট্রোলের জন্য এই পোর্টগুলো ব্যবহার করা হয়।

জব শিট (Job Sheet) – ৮.১

জবের নামঃ ভেরিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) বিশ্লেষণ এবং এর কার্যাবলি অনুধাবন করা ।

কাজের ধাপসমূহঃ

- নেমপ্লেট পর্যবেক্ষণ: প্রথমে ভিএফডি-র গায়ের নেমপ্লেটটি ভালো করে পড়ুন এবং এর ইনপুট ভোল্টেজ, ফেজ ও অ্যাম্পিয়ার রেটিং নোট করুন।
- উপাদান চিহ্নিতকরণ: ভিএফডি-র প্রধান অংশগুলো যেমন—রেকটিফায়ার, ডিসি লিঙ্ক এবং ইনভার্টার সেকশন চিহ্নিত করুন।
- টার্মিনাল শনাক্তকরণ: পাওয়ার টার্মিনাল (L_1, L_2, L_3) এবং মোটর আউটপুট টার্মিনাল (U, V, W) শনাক্ত করুন।
- কন্ট্রোল টার্মিনাল চেক: ডিজিটাল ইনপুট (DI), অ্যানালগ ইনপুট (AI) এবং রিলে আউটপুট টার্মিনালগুলো ডায়াগ্রাম দেখে বুঝে নিন।
- প্যারামিটার রিডিং: কিপ্যাড ব্যবহার করে ড্রাইভের মেনু অপশনে যান এবং ফ্যাক্টরি ডিফল্ট সেটিংসগুলো দেখুন।
- ফাংশন টেস্ট: ড্রাইভটি কীভাবে ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তন করে মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করছে তা পর্যবেক্ষণ করুন।

সতকর্তাঃ

- বিদ্যুৎ সংযোগ দেওয়ার আগে অবশ্যই ইনপুট ভোল্টেজ এবং ভিএফডি-র রেটিং মিলিয়ে নিতে হবে।
- ক্যাপাসিটর ডিসচার্জ: বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করার অন্তত ৫-১০ মিনিট পর ড্রাইভের ভেতরে হাত দিন, কারণ এর ভেতরের ক্যাপাসিটর চার্জ ধরে রাখতে পারে।
- কন্ট্রোল তার এবং পাওয়ার তার কখনও একসাথে পেঁচিয়ে রাখা যাবে না (এতে সিগন্যালে নয়েজ হতে পারে)।
- সঠিকভাবে আর্থিং (Earthing) নিশ্চিত করতে হবে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৮.১

জবের নামঃ ভেরিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) বিশ্লেষণ এবং এর কার্যাবলি অনুধাবন করা ।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- **সেফটি জুতো (Safety Shoes):** বৈদ্যুতিক শক থেকে বাঁচতে।
- **হ্যান্ড গ্লাভস (Insulated Gloves):** তার সংযোগ বা ড্রাইভ স্পর্শ করার সময় সুরক্ষার জন্য।
- **অ্যাপ্রন বা কাজের পোশাক:** শরীরকে সুরক্ষিত রাখতে।
- **সেফটি চশমা (Safety Goggles):** ধুলোবালি বা স্পার্ক থেকে চোখের সুরক্ষায়।

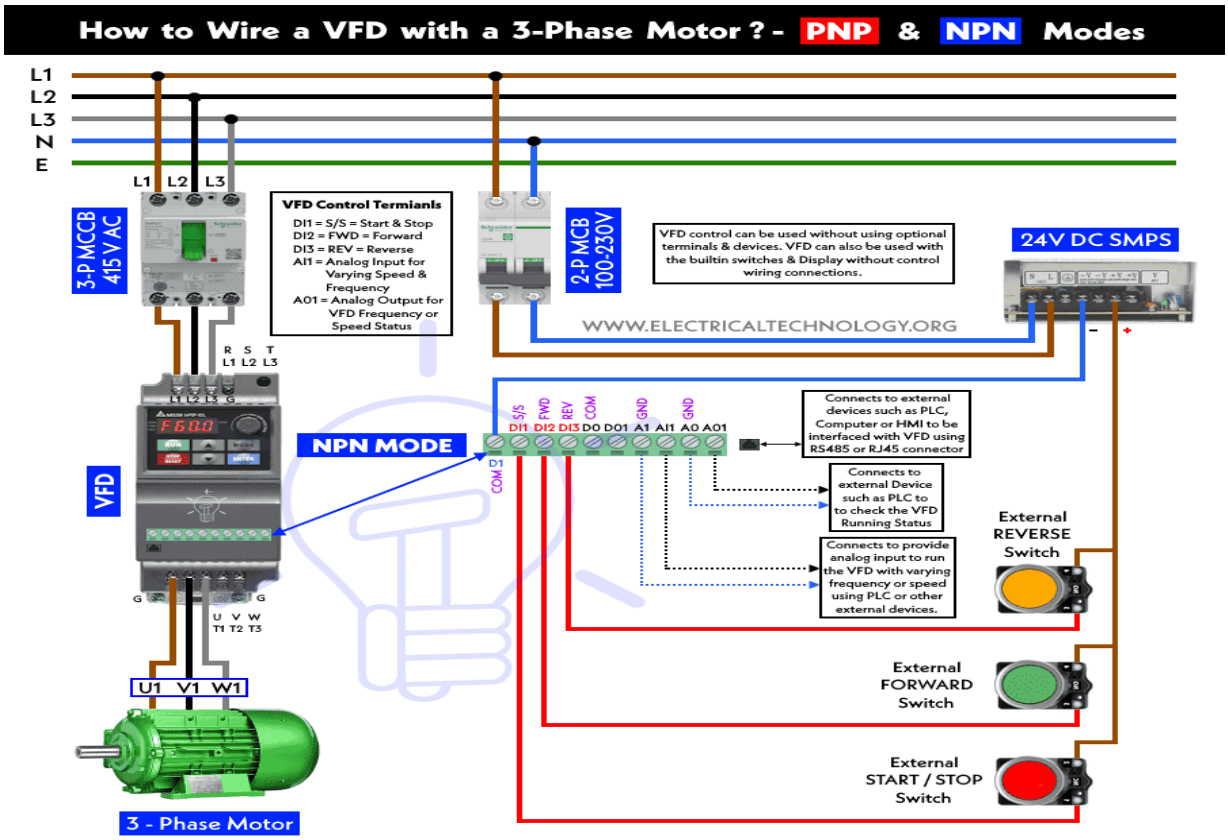
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

ক্রমিকনামপরিমাণ১ভিএফডি (VFD) ইউনিট (0.75kW বা তার বেশি)১টি২থ্রি-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর১টি৩ডিজিটাল মাল্টিমিটার১টি৪স্ক্রু-ড্রাইভার সেট (Flat & Philips)১ সেট৫কম্বিনেশন প্লায়ার্স এবং কাটার১টি করে৬ল্যাপটপ/পিসি (প্রোগ্রামিং বা মনিটরিংয়ের জন্য)১টি (প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে)

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- ইলেকট্রিক্যাল ক্যাবল/তার (পাওয়ার এবং কন্ট্রোল ওয়্যারিংয়ের জন্য)।
- কানেক্টিং লাক্স (Lugs) এবং ফেরুল (Ferrules)।
- পিভিসি ইনসুলেশন টেপ।

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৮.২

শিখন ফল-২: VFD ইনস্টল ও কনফিগার করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents)

- VFD স্থাপনের স্থান (Installation Site) পরিদর্শন
- প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুযায়ী VFD ইউনিট নিরাপদভাবে স্থাপন
- ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুসরণ করে পাওয়ার কেবল VFD এর সাথে সংযুক্তকরণ
- মোটরকে VFD এর সাথে সঠিক ও সামঞ্জস্যপূর্ণ ওয়্যারিংয়ের মাধ্যমে সংযুক্তি
- VFD নিয়ন্ত্রণের জন্য কন্ট্রোল সার্কিট স্থাপন করে কন্ট্রোল সিস্টেমের সাথে সংযুক্তকরণ
- VFD এর মধ্যে মোটরের প্যারামিটারগুলো সঠিকভাবে সেট করা
- অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজন অনুযায়ী কন্ট্রোলিং প্যারামিটারগুলো কনফিগার করা

(ক) VFD স্থাপনের স্থান (Installation Site) পরিদর্শনঃ

পিএলসি (PLC) ব্যবহার করে ভিএফডি (VFD) কন্ট্রোল করার কোর্সে, ভিএফডি ইনস্টলেশনের আগে সাইট পরিদর্শন (Installation Site Inspection) অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ একটি ধাপ।

ভিএফডি ইনস্টলেশন সাইট পরিদর্শন (Installation Site Inspection)

ভিএফডি একটি সংবেদনশীল ইলেকট্রনিক ডিভাইস। এটি দীর্ঘস্থায়ী এবং ত্রুটিমুক্ত রাখার জন্য যেখানে এটি বসানো হবে, সেই জায়গাটি (Site) নিচের বিষয়গুলোর ওপর ভিত্তি করে পরিদর্শন করতে হয়:

১. পরিবেশগত অবস্থা (Environmental Conditions)

তাপমাত্রা (Ambient Temperature): ভিএফডি সাধারণত 0 degree to 50 degree te তাপমাত্রায় ভালো কাজ করে। সাইটটি যেন খুব বেশি গরম না হয় তা নিশ্চিত করতে হবে। প্রয়োজনে প্যানেল বোর্ডে কুলিং ফ্যান বা এসি (AC) থাকতে হবে।

- **আর্দ্রতা (Humidity):** জায়গাটি অতিরিক্ত স্যাঁতস্যাঁতে হওয়া যাবে না (সাধারণত ৯৫% এর নিচে নন-কন্ডেন্সিং আর্দ্রতা)। আর্দ্রতা বেশি হলে শর্ট সার্কিট হতে পারে।
- **ধুলোবালি ও ময়লা:** সাইটটি যেন পরিষ্কার থাকে। ধাতব কণা বা কার্বনযুক্ত ধুলোবালি ড্রাইভের ভেতরে ঢুকলে এটি পুড়ে যেতে পারে।

২. সঠিক ভেন্টিলেশন বা বাতাস চলাচল (Ventilation)

- ভিএফডি চলার সময় প্রচুর তাপ উৎপন্ন করে। তাই ড্রাইভের চারপাশে পর্যাপ্ত খালি জায়গা থাকতে হবে যাতে বাতাস চলাচল করতে পারে।
- ম্যানুফ্যাকচারার গাইডলাইন অনুযায়ী ড্রাইভের উপরে এবং নিচে নির্দিষ্ট পরিমাণ (সাধারণত ১০০ মিমি বা ৪ ইঞ্চি) ফাঁকা জায়গা রাখা হয়েছে কি না তা দেখতে হবে।

৩. কম্পন এবং যান্ত্রিক আঘাত (Vibration & Mechanical Stress)

- যেখানে ভিএফডি বসানো হবে, সেই জায়গাটি যেন খুব বেশি না কাঁপে। অতিরিক্ত কম্পন ড্রাইভের ইন্টারনাল সোল্ডারিং বা কানেকশন ঢিলা করে দিতে পারে। প্রয়োজনে 'অ্যান্টি-ভাইব্রেশন মাউন্ট' ব্যবহার করা হয়েছে কি না তা চেক করতে হবে।

৪. ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্টারফারেন্স (EMI/RFI)

- ভিএফডি-র আশেপাশে বড় কোনো ট্রান্সফরমার বা হাই-ভোল্টেজ লাইন থাকলে সিগন্যালে নয়েজ হতে পারে। সাইটটি যেন রেডিও বা ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্টারফারেন্স থেকে মুক্ত থাকে তা নিশ্চিত করতে হবে।

৫. মাউন্টিং সারফেস এবং অবস্থান (Mounting Surface)

- ভিএফডি যে দেয়াল বা প্যানেল বোর্ডে লাগানো হবে, সেটি যেন শক্ত এবং অগ্নিনির্বাপক (Non-flammable) উপাদানের তৈরি হয়।
- ভিএফডি সবসময় লম্বালম্বিভাবে (Vertically) বসাতে হয় যাতে বাতাস নিচ থেকে উপরে সহজে চলাচল করতে পারে।

৬. আর্থিং এবং পাওয়ার সাপ্লাই (Earthing & Power Supply)

- সাইটে সঠিক আর্থিং ব্যবস্থা আছে কি না তা মাল্টিমিটার দিয়ে মেপে দেখতে হবে। ভালো আর্থিং ছাড়া ভিএফডি ব্যবহার করা বিপজ্জনক।
- পাওয়ার সাপ্লাই ভোল্টেজ ভিএফডি-র রেটিংয়ের সাথে মিলছে কি না তা যাচাই করতে হবে।

(খ) প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুযায়ী VFD ইউনিট নিরাপদভাবে স্থাপনঃ

পিএলসি (PLC) দ্বারা ভিএফডি (VFD) নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে, ড্রাইভটি সঠিকভাবে এবং সুরক্ষিতভাবে ইনস্টল করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা (Manufacturer Guidelines) অনুযায়ী **ভিএফডি ইউনিট ইনস্টল করার** সঠিক পদ্ধতিগুলো নিচে বর্ণনা করা হলো:

ভিএফডি ইউনিট সুরক্ষিতভাবে ইনস্টলেশন (VFD Installation Guidelines)

প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা মেনে ভিএফডি ইনস্টল করলে এটি দীর্ঘস্থায়ী হয় এবং দুর্ঘটনার ঝুঁকি কমে। এর প্রধান ধাপগুলো হলো:

১. মাউন্টিং ওরিয়েন্টেশন (Mounting Orientation)

ভিএফডি সবসময় **উল্লম্বভাবে (Vertically)** বা খাড়াভাবে স্থাপন করতে হবে।

- **কেন:** ভিএফডি-র ভেতর দিয়ে বাতাস নিচ থেকে উপরে প্রবাহিত হয়ে হিটসিঙ্ককে (Heatsink) ঠান্ডা রাখে। এটি আড়াআড়ি বা শুইয়ে রাখলে তাপ বের হতে পারে না এবং ড্রাইভটি দ্রুত গরম হয়ে নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

২. প্রয়োজনীয় ফাঁকা জায়গা (Clearance Space)

ড্রাইভের চারপাশে পর্যাপ্ত জায়গা ছাড়তে হয় যাতে বাতাস চলাচল করতে পারে। সাধারণত:

- **উপরে এবং নিচে:** কমপক্ষে ১০০ মিমি (৪ ইঞ্চি) ফাঁকা রাখতে হবে।
- **পাশে:** ১০-৫০ মিমি ফাঁকা রাখা ভালো (যদি একাধিক ড্রাইভ একসাথে লাগানো হয়)।
- তবে বর্তমানে অনেক ড্রাইভ **"Side-by-Side"** মাউন্টিং সাপোর্ট করে, যা ম্যানুয়াল দেখে নিশ্চিত হতে হবে।

৩. প্যানেল বা এনক্লোজার নির্বাচন (Enclosure Selection)

ভিএফডি-কে একটি মেটাল প্যানেল বা এনক্লোজারের ভেতরে বসানো উচিত।

- এটি যেন সরাসরি রোদ, বৃষ্টি বা পানির সংস্পর্শে না আসে।
- প্যানেলের ভেতরে পর্যাপ্ত ভেন্টিলেশন ফ্যান এবং ফিল্টার থাকতে হবে যাতে বাইরের ধুলোবালি ভেতরে না ঢোকে।

৪. স্ক্রু এবং মাউন্টিং প্লেট (Secure Fastening)

- ড্রাইভটি মাউন্টিং প্লেটের সাথে শক্তভাবে স্ক্রু দিয়ে আটকাতে হবে যাতে মোটরের কম্পনে এটি ঢিলা হয়ে না যায়।
- সবসময় ড্রাইভের ওজনের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ সাইজের স্ক্রু এবং ওয়াশার ব্যবহার করতে হবে।

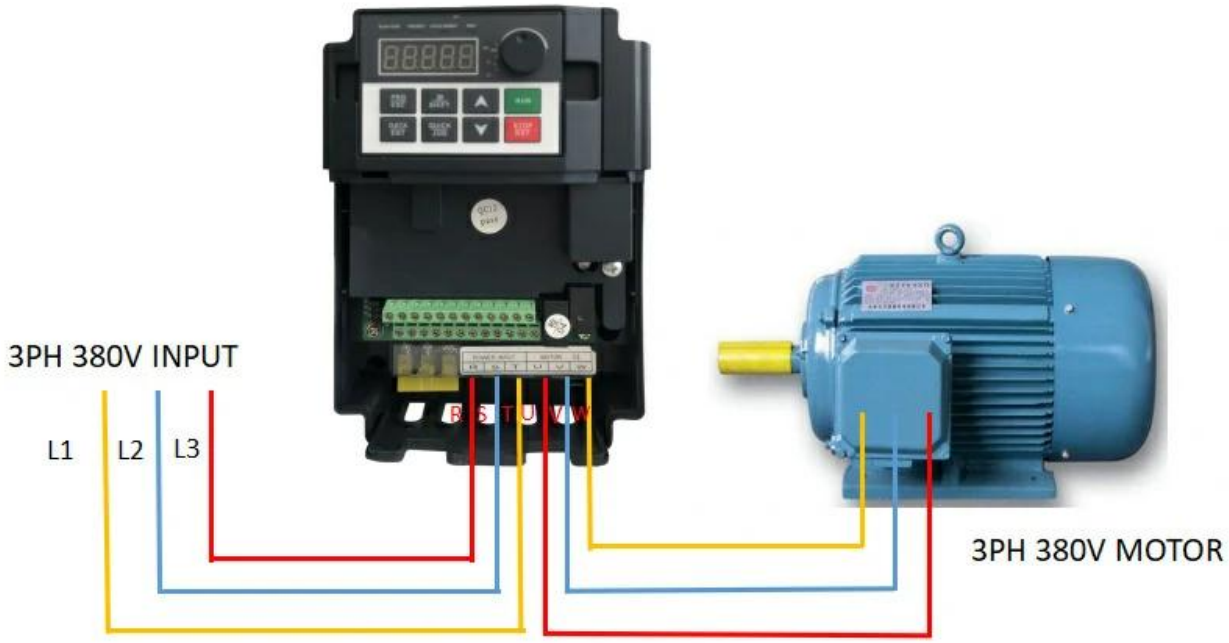
৫. তাপ ব্যবস্থাপনা (Heat Management)

যদি একই প্যানেলে একাধিক ভিএফডি থাকে, তবে একটির গরম বাতাস যেন অন্যটির এয়ার ইনটেকে (Air Intake) না ঢোকে তা নিশ্চিত করতে হবে। প্রয়োজনে প্যানেলে এক্সহস্ট ফ্যান (Exhaust Fan) ব্যবহার করতে হবে।

৬. ইলেকট্রোম্যাগনেটিক শিল্ডিং (EMC Compliance)

প্রস্তুতকারকের গাইডলাইন অনুযায়ী, ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্টারফারেন্স (EMI) কমানোর জন্য মেটাল ব্যাক-প্লেট ব্যবহার করা উচিত এবং ড্রাইভের বডিকে প্লেটের সাথে ভালোভাবে ইলেকট্রিক্যাল কন্টাক্টে রাখতে হবে।

(গ) ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অনুসরণ করে পাওয়ার কেবল VFD এর সাথে এবং মোটরকে VFD এর সাথে সঠিক ও সামঞ্জস্যপূর্ণ ওয়্যারিংয়ের মাধ্যমে সংযুক্তকরণঃ



পিএলসি (PLC) দ্বারা ভিএফডি (VFD) নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে, **পাওয়ার ক্যাবল সংযোগ (Power Cable Connection)** অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। ভুল সংযোগের ফলে ড্রাইভ বা মোটর পুড়ে যাওয়ার ঝুঁকি থাকে। নিচে ডায়াগ্রাম অনুযায়ী পাওয়ার ক্যাবল সংযোগের ধাপগুলো বর্ণনা করা হলো:

ভিএফডি-র পাওয়ার ওয়্যারিং প্রধানত দুটি অংশে বিভক্ত: **ইনপুট পাওয়ার (Input Power)** এবং **আউটপুট মোটর সংযোগ (Output Motor Connection)** ।

১. ইনপুট পাওয়ার সংযোগ (Input Power Supply)

এটি সরাসরি বিদ্যুৎ উৎস থেকে ভিএফডি-তে সংযোগ দেওয়া হয়।

- **টার্মিনাল শনাক্তকরণ:** ভিএফডি-র ইনপুট টার্মিনালগুলো সাধারণত **L1, L2, L3** (থ্রি-ফেজের জন্য) অথবা **R, S, T** নামে চিহ্নিত থাকে।
- **কানেকশন:** থ্রি-ফেজ সাপ্লাইয়ের তিনটি ফেজ এই টার্মিনালগুলোতে যুক্ত করতে হবে। যদি সিঙ্গেল ফেজ ভিএফডি হয়, তবে **L** এবং **N** টার্মিনালে সংযোগ দিতে হবে।
- **সুরক্ষা:** ইনপুট লাইনে অবশ্যই একটি এমসিসিবি (MCCB) বা সার্কিট ব্রেকার এবং আইসোলেটর ব্যবহার করতে হবে।

২. আউটপুট মোটর সংযোগ (Output Motor Connection)

ভিএফডি থেকে প্রসেস করা বিদ্যুৎ মোটরে পাঠানো হয়।

- **টার্মিনাল শনাক্তকরণ:** আউটপুট টার্মিনালগুলো সাধারণত U, V, W অথবা T1, T2, T3 নামে থাকে।
- **কানেকশন:** মোটরের তিনটি ফেজ তার এই টার্মিনালগুলোতে সংযোগ দিতে হবে।
- **সতর্কতা:** আউটপুট টার্মিনালে কখনও সরাসরি ইনপুট পাওয়ার (AC supply) দেবেন না। এতে ইনভার্টার সেকশন সাথে সাথে নষ্ট হয়ে যাবে।

৩. গ্রাউন্ডিং বা আর্থিং (Grounding/Earthing)

নিরাপত্তার জন্য ড্রাইভ এবং মোটর উভয়কেই সঠিকভাবে আর্থিং করতে হবে।

- **টার্মিনাল:** এটি সাধারণত PE (Protective Earth) বা গ্রাউন্ড চিহ্ন ($\frac{1}{=}$) দিয়ে চিহ্নিত থাকে।
- **কাজ:** এটি লিকেজ কারেন্ট থেকে মানুষকে এবং ইলেকট্রনিক্সকে সুরক্ষা দেয়।

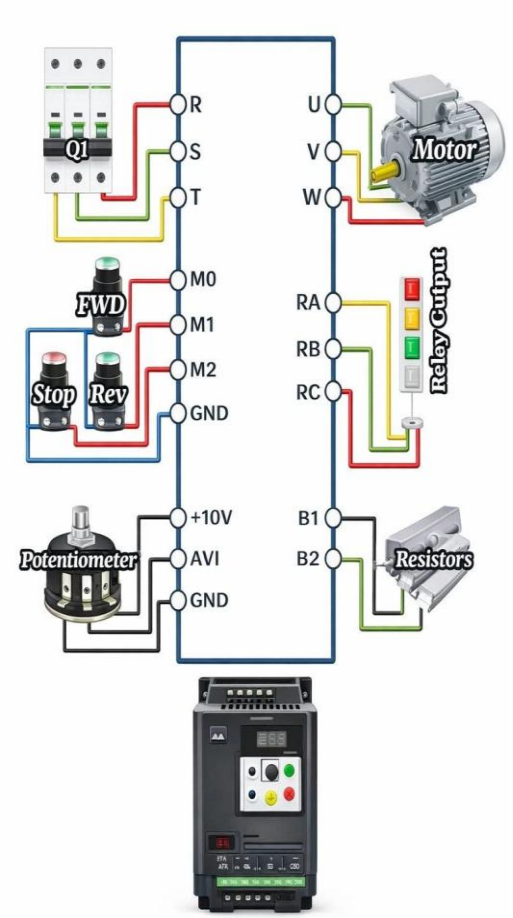
৪. শিল্ডেড ক্যাবল ব্যবহার (Shielded Cables)

ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ইন্টারফারেন্স (EMI) কমানোর জন্য আউটপুট লাইনে Shielded Cable ব্যবহার করার পরামর্শ দেওয়া হয়। এই ক্যাবলের বাইরের মেটাল জালিটিকে (Shield) ড্রাইভের গ্রাউন্ড টার্মিনালে যুক্ত করতে হবে।

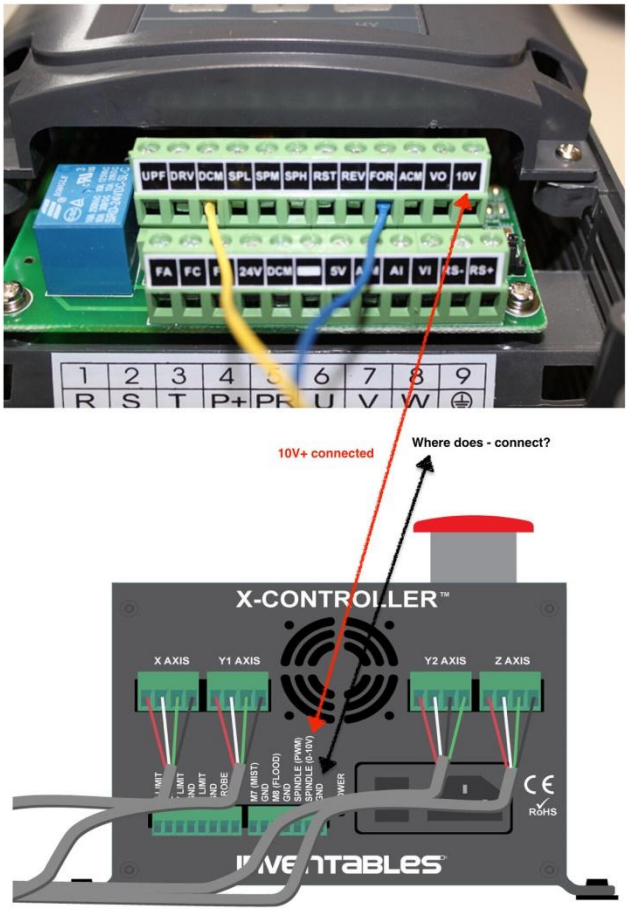
সংযোগ দেওয়ার সময় গুরুত্বপূর্ণ নিয়মাবলি:

১. **তারের সাইজ:** মোটরের অ্যাম্পিয়ার রেটিং অনুযায়ী সঠিক গেজের (Gauge) তার ব্যবহার করুন।
২. **ল্যাগস এবং ফেরুল:** ক্যাবলের মাথায় অবশ্যই লাক্স (Lugs) ব্যবহার করে স্ক্রু দিয়ে শক্তভাবে আটকাতে হবে। ঢিলা কানেকশন আগুনের সূত্রপাত ঘটাতে পারে।
৩. **সেপারেশন:** পাওয়ার ক্যাবল এবং কন্ট্রোল সিগন্যাল ক্যাবল (PLC signal) সবসময় আলাদা আলাদা চ্যানেলে রাখতে হবে যাতে নয়েজ তৈরি না হয়।

(ঘ) VFD নিয়ন্ত্রণের জন্য কন্ট্রোল সার্কিট স্থাপন করে কন্ট্রোল সিস্টেমের সাথে সংযুক্তকরণঃ



Example image of the Huanyang HY01D511B



পিএলসি (PLC) এবং ভিএফডি (VFD) এর সমন্বয়ে একটি আধুনিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা তৈরি করার জন্য **কন্ট্রোলিং সার্কিট ইনস্টলেশন এবং ইন্টিগ্রেশন** অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। নিচে এর ধাপগুলো বিস্তারিত বর্ণনা করা হলো:

ভিএফডি কন্ট্রোল সার্কিট ইনস্টলেশন এবং ইন্টিগ্রেশন (Integrating VFD with PLC Control System)

কন্ট্রোল সার্কিট হলো সেই অংশ যা পিএলসি থেকে সিগন্যাল গ্রহণ করে ভিএফডি-কে নির্দেশ দেয় কখন মোটর চালু করতে হবে, কোন দিকে ঘুরাতে হবে এবং কত গতিতে চলবে।

১. কন্ট্রোল টার্মিনাল শনাক্তকরণ (Identifying Control Terminals)

ভিএফডি-র কন্ট্রোল টার্মিনালগুলো সাধারণত পাওয়ার টার্মিনাল থেকে আলাদা থাকে। এর প্রধান তিনটি অংশ হলো:

- **Digital Inputs (DI):** এগুলো Start/Stop, Forward/Reverse এবং Fault Reset-এর জন্য ব্যবহৃত হয়। (যেমন: DI_1, DI_2 বা M0, M1)
- **Analog Inputs (AI):** মোটরের গতি (Speed/Frequency) নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত **0-10V DC** অথবা **4-20mA** সিগন্যাল গ্রহণ করে।
- **Digital/Relay Outputs:** ড্রাইভের অবস্থা (যেমন: Running, Fault, বা Ready) পিএলসি-কে জানানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

২. পিএলসি-র সাথে ডিজিটাল ইন্টিগ্রেশন (Digital Integration)

পিএলসি-র ডিজিটাল আউটপুট মডিউল থেকে ভিএফডি-র ডিজিটাল ইনপুটে সংযোগ দেওয়া হয়।

- **Start/Stop:** পিএলসি-র একটি আউটপুট যখন 'On' হয়, তখন ভিএফডি-র M0 টার্মিনালে সিগন্যাল যায় এবং মোটর চালু হয়।
- **Wiring Type:** এটি সাধারণত 'Sink' বা 'Source' (NPN/PNP) লজিকে করা হয়। কমন (COM/GND) তারটি সঠিকভাবে সংযুক্ত করা জরুরি।

৩. পিএলসি-র সাথে অ্যানালগ ইন্টিগ্রেশন (Analog Integration)

পিএলসি-র অ্যানালগ আউটপুট মডিউল ব্যবহার করে মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

- পিএলসি থেকে আসা 0-10V সিগন্যাল ভিএফডি-র V_ এবং GND টার্মিনালে যুক্ত করা হয়।
- পিএলসি প্রোগ্রামে 0-100% স্পিডকে 0-10V ভোল্টেজে রূপান্তর করা হয়, যা ভিএফডি-র ফ্রিকোয়েন্সি (0-50Hz) পরিবর্তন করে।

৪. ফিডব্যাক লুপ তৈরি (Feedback Integration)

ভিএফডি থেকে একটি ফিডব্যাক সিগন্যাল পিএলসি-র ইনপুটে পাঠানো হয়।

- যদি ভিএফডি-তে কোনো ফল্ট (Fault) দেখা দেয়, তবে ড্রাইভের ইন্টারনাল রিলে পিএলসি-কে সিগন্যাল পাঠাবে এবং পিএলসি পুরো সিস্টেমটি বন্ধ করে দেবে। এটি সিস্টেমের নিরাপত্তার জন্য অপরিহার্য।

৫. নয়েজ কমানোর জন্য সতর্কতা (Noise Mitigation)

কন্ট্রোল সার্কিট ইনস্টল করার সময় নিচের বিষয়গুলো খেয়াল রাখতে হবে:

- **Twisted Pair/Shielded Cable:** কন্ট্রোল সিগন্যালের জন্য অবশ্যই শিল্ডেড তার ব্যবহার করতে হবে।
- **Separation:** কন্ট্রোল তারগুলো পাওয়ার ক্যাবল (Power cables) থেকে অন্তত ১০-২০ সেমি দূরে রাখতে হবে যাতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্টারফারেন্স না হয়।
- **Single Point Grounding:** শিল্ডেড তারের জালি বা শিল্ডটি ড্রাইভের গ্রাউন্ডে যুক্ত করতে হবে (দুই মাথায় নয়, শুধুমাত্র এক মাথায়)।

(ঙ) VFD এর মধ্যে মোটরের প্যারামিটারগুলো সঠিকভাবে সেট করাঃ

পিএলসি (PLC) ব্যবহার করে ভিএফডি (VFD) নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে মোটর প্যারামিটার সেট করা (Motor Parameter Setting) অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ একটি ধাপ। একে অনেক সময় "Motor Commissioning" বা "Parameterization" বলা হয়। যদি এই প্যারামিটারগুলো নির্ভুলভাবে সেট করা না হয়, তবে মোটর অতিরিক্ত গরম হতে পারে, সঠিক টর্ক প্রদান করতে পারবে না বা ড্রাইভটি বারবার 'Fault' দেখাতে পারে।

নিচে প্রতিটি প্যারামিটার বর্ণনা করা হলো:
ভিএফডি-তে মোটরের প্যারামিটার সেটিং (Setting Motor Parameters)
সাধারণত মোটরের গায়ে থাকা **নেমপ্লেট (Nameplate)** থেকে তথ্য নিয়ে এই মানগুলো ভিএফডিতে ইনপুট দিতে হয়।

১. রেটেড পাওয়ার (Rated Power)

এটি মোটরের আউটপুট ক্ষমতা, যা সাধারণত **kW (কিলোওয়াট)** বা **HP (হর্সপাওয়ার)** এককে থাকে। ভিএফডি-কে জানাতে হয় সে কত বড় মোটর পরিচালনা করছে।

২. রেটেড ভোল্টেজ (Rated Voltage)

মোটরটি কত ভোল্টেজে চলার জন্য তৈরি (যেমন: 230V বা 400V)। ভুল ভোল্টেজ সেট করলে ইনসুলেশন নষ্ট হতে পারে বা মোটর ঘুরবে না।

৩. রেটেড কারেন্ট (Rated Current)

একে **Full Load Amps (FLA)** বলা হয়। মোটরটি পূর্ণ লোডে চলার সময় সর্বোচ্চ কত অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট নেবে। এটি সেট করা থাকলে ভিএফডি মোটরকে 'Overload' থেকে সুরক্ষা দিতে পারে।

৪. ফ্রিকোয়েন্সি (Frequency)

সাপ্লাই লাইনের স্ট্যান্ডার্ড ফ্রিকোয়েন্সি (বাংলাদেশে সাধারণত **50Hz**)। এটি মোটরের বেস স্পিড নির্ধারণ করে।

৫. পোল সংখ্যা (Number of Poles)

মোটরের ভেতরে কয়টি পোল বা চৌম্বক মেরু আছে (যেমন: 2, 4, 6 পোল)। পোলের সংখ্যার ওপর মোটরের গতি নির্ভর করে।

৬. দক্ষতা (Efficiency)

মোটরটি ইনপুট পাওয়ারের কত শতাংশ যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করতে পারে (যেমন: 85% বা 0.85)। এটি ভিএফডি-র ইন্টারনাল ক্যালকুলেশনে সাহায্য করে।

৭. রেটেড আরপিএম (Rated RPM)

মোটরটি তার নির্ধারিত ফ্রিকোয়েন্সিতে মিনিটে কতবার ঘোরে (যেমন: 1450 RPM)। স্লাইড (Slip) ক্যালকুলেশনের জন্য এটি সঠিক হওয়া জরুরি।

৮. পাওয়ার ফ্যাক্টর (Power Factor - PF)

মোটরের রিয়েল পাওয়ার এবং অ্যাপারেন্ট পাওয়ারের অনুপাত (যেমন: 0.80 বা 0.85)। এটি ড্রাইভকে মোটরের ম্যাগনেটাইজিং কারেন্ট বুঝতে সাহায্য করে।

৯. ইনসুলেশন টাইপ (Insulation Type)

মোটরের উইন্ডিং কত তাপমাত্রা সহ্য করতে পারে (যেমন: Class F বা Class H)। এটি সরাসরি প্যারামিটার হিসেবে না থাকলেও মোটরের তাপমাত্রা সুরক্ষার জন্য জরুরি।

প্যারামিটার সেট করার সঠিক পদ্ধতি:

১. **নেমপ্লেট চেক:** মোটরের নেমপ্লেটের একটি ছবি তুলুন বা খাতায় লিখে নিন।
২. **কিপ্যাড ব্যবহার:** ভিএফডি-র 'Menu' বা 'Program' বাটনে চেপে প্যারামিটার গ্রুপে (যেমন: P0 বা Motor Group) প্রবেশ করুন।
৩. **মান ইনপুট:** একে একে উপরের ডাটাগুলো সেভ (Save/Enter) করুন।
৪. **Auto-tuning:** আধুনিক ভিএফডিতে একটি 'Auto-tune' অপশন থাকে, যা চালু করলে ড্রাইভ নিজেই মোটরের অভ্যন্তরীণ বৈশিষ্ট্যগুলো মেপে নেয়।

(চ) অ্যাপ্লিকেশনের প্রয়োজন অনুযায়ী কন্ট্রোলিং প্যারামিটারগুলো কনফিগার করাঃ

পিএলসি (PLC) এবং ভিএফডি (VFD) সিস্টেম কনফিগার করার সময় কন্ট্রোলিং প্যারামিটারগুলো সঠিকভাবে সেট করা অত্যন্ত জরুরি। নিচে আপনার উল্লিখিত প্যারামিটারগুলো বিস্তারিত ব্যাখ্যা করা হলো:

কন্ট্রোলিং প্যারামিটার কনফিগারেশন (Configuring Controlling Parameters)

১. অপারেশন কমান্ডের উৎস (Source of Operation Command)

এটি নির্ধারণ করে যে ভিএফডি-কে Start বা Stop কমান্ড কোথা থেকে দেওয়া হবে।

- Keypad Mode: ভিএফডি-র গায়ের বোতাম চেপে চালানো বা বন্ধ করা।
- Terminal Mode: পিএলসি-র ডিজিটাল আউটপুট বা এক্সটারনাল সুইচের মাধ্যমে সিগন্যাল দেওয়া।
- Communication Mode: Modbus বা Profinet প্রোটোকলের মাধ্যমে পিএলসি থেকে কমান্ড পাঠানো।

২. মাস্টার ফ্রিকোয়েন্সির উৎস (Source of Master Frequency)

মোটর কত গতিতে ঘুরবে (Frequency Reference), সেই সিগন্যালটি কোথা থেকে আসবে তা এখানে সেট করা হয়।

- Digital Potentiometer: কিপ্যাড থেকে সরাসরি মান ইনপুট দেওয়া।
- **Analogue Input:** পিএলসি-র অ্যানালগ মডিউল (0-10V বা 4-20mA) থেকে গতি নিয়ন্ত্রণ করা।
- **Multi-step Speed:** পিএলসি-র বিভিন্ন ডিজিটাল কম্বিনেশন ব্যবহার করে নির্দিষ্ট কিছু গতিতে চালানো।

৩. এক্সিলারেশন টাইম (Acceleration Time)

মোটরটি বন্ধ অবস্থা থেকে তার সর্বোচ্চ গতিতে পৌঁছাতে কত সময় নেবে, তা এখানে সেকেন্ডে নির্ধারণ করা হয়।

- **কাজ:** এটি হঠাৎ ঝাকুনি বা উচ্চ কারেন্ট (Inrush current) রোধ করে মোটরকে ধীরে ধীরে গতি বাড়িয়ে চালু করে।

৪. ডিক্সিলারেশন টাইম (Deceleration Time)

মোটরটি চলন্ত অবস্থা থেকে পুরোপুরি বন্ধ হতে কত সময় নেবে, তা এখানে সেট করা হয়।

- **কাজ:** এটি মেকানিক্যাল ব্রেক ছাড়াই মোটরকে নিয়ন্ত্রিতভাবে থামতে সাহায্য করে। খুব দ্রুত থামালে 'Overvoltage' ফল্ট হতে পারে, তাই এটি বুঝে সেট করতে হয়।

৫. অ্যানালগ ইনপুট টাইপ (Analogue Input Type)

পিএলসি থেকে আসা অ্যানালগ সিগন্যালটি কী ধরনের হবে তা এখানে নির্বাচন করতে হয়।

- **Voltage (V):** সাধারণত 0 to 10V DC।
- **Current (mA):** সাধারণত 4 to 20mA (এটি দীর্ঘ দূরত্বের জন্য বেশি নির্ভরযোগ্য)।

৬. ডিজিটাল ইনপুট (Digital Input)

ভিএফডি-র ডিজিটাল টার্মিনালগুলোর কাজ নির্ধারণ করা।

- যেমন: M0 টার্মিনালটি Forward Run, M1 টার্মিনালটি Reverse Run এবং M3 টার্মিনালটি External Fault হিসেবে কাজ করবে কি না, তা প্যারামিটারে সেট করা হয়।

৭. ডিজিটাল আউটপুট (Digital Output)

ভিএফডি থেকে পিএলসি-তে ফিডব্যাক পাঠানোর জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

- **Relay Output:** ড্রাইভটি যদি কোনো কারণে ট্রিপ (Fault) করে বা মোটর যদি পূর্ণ গতিতে পৌঁছে যায়, তবে ভিএফডি পিএলসি-কে একটি সিগন্যাল পাঠাবে যাতে অটোমেশন সিস্টেমটি সঠিক সিদ্ধান্ত নিতে পারে।

সেলফ চেক (Self-check) – ৮.২

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১: ভিএফডি ইনস্টলেশনের সময় কেন 'Vertical' বা খাড়াভাবে মাউন্ট করতে হয়?
২: ভিএফডি-র নেমপ্লেটে 'Rated Current' বা 'FLA' কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৩: 'Acceleration Time' বা তরণ সময় বলতে কী বোঝায়?
৪: 'Deceleration Time' খুব কম সেট করলে কী সমস্যা হতে পারে?
৫: ভিএফডি-তে কেন 'Shielded Cable' ব্যবহার করা হয়?
৬: 'Source of Operation Command' প্যারামিটারটির কাজ কী?
৭: ভিএফডি-র ইনপুট টার্মিনালে সরাসরি আউটপুট (U, V, W) সংযোগ দিলে কী হবে?
৮: এনালগ ইনপুট (Analogue Input) কেন ব্যবহৃত হয়?
৯: ভিএফডি-তে 'Auto-tuning' কেন করা হয়?
১০: ডিজিটাল আউটপুট (Digital Output) পিএলসি-র সাথে কেন যুক্ত করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৮.২

প্রশ্ন ১: ভিএফডি ইনস্টলেশনের সময় কেন 'Vertical' বা খাড়াভাবে মাউন্ট করতে হয়?
উত্তর: ভিএফডি-র ভেতরে বাতাস নিচ থেকে উপরে প্রবাহিত হয়ে হিটসিঙ্ককে (Heatsink) ঠান্ডা রাখে। খাড়াভাবে লাগালে এই বাতাস চলাচল বা ভেন্টিলেশন সঠিক থাকে এবং ড্রাইভ অতিরিক্ত গরম হয় না।

প্রশ্ন ২: ভিএফডি-র নেমপ্লেটে 'Rated Current' বা 'FLA' কেন গুরুত্বপূর্ণ?
উত্তর: এটি মোটরের সেই সর্বোচ্চ কারেন্ট সীমা যা পূর্ণ লোডে মোটরটি গ্রহণ করবে। ভিএফডিতে এটি সেট করা থাকলে ড্রাইভ মোটরকে 'Overload' থেকে সুরক্ষা দিতে পারে।

প্রশ্ন ৩: 'Acceleration Time' বা তরণ সময় বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: একটি বন্ধ মোটরকে তার সর্বোচ্চ গতিতে (যেমন: 0Hz থেকে 50Hz) পৌঁছাতে যে সময় দেওয়া হয়, তাকে এক্সিলারেশন টাইম বলে। এটি মোটরের ওপর যান্ত্রিক চাপ কমায়।

প্রশ্ন ৪: 'Deceleration Time' খুব কম সেট করলে কী সমস্যা হতে পারে?
উত্তর: ডিক্সিলারেশন টাইম খুব কম হলে চলন্ত মোটর খুব দ্রুত থামতে চায়, যার ফলে ভিএফডিতে 'Overvoltage Fault' দেখা দিতে পারে এবং ড্রাইভ ট্রিপ করতে পারে।

প্রশ্ন ৫: ভিএফডি-তে কেন 'Shielded Cable' ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: ভিএফডি থেকে উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির কারণে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্টারফারেন্স (EMI) বা নয়েজ তৈরি হয়। শিল্ডেড ক্যাবল এই নয়েজ কমিয়ে পিএলসি-র সিগন্যালকে সুরক্ষিত রাখে।

প্রশ্ন ৬: 'Source of Operation Command' প্যারামিটারটির কাজ কী?
উত্তর: এই প্যারামিটারটি ঠিক করে দেয় যে মোটরটি কি ভিএফডি-র কিপ্যাড দিয়ে চলবে, নাকি পিএলসি-র ডিজিটাল সিগন্যাল (Terminal mode) দিয়ে চলবে।

প্রশ্ন ৭: ভিএফডি-র ইনপুট টার্মিনালে সরাসরি আউটপুট (U, V, W) সংযোগ দিলে কী হবে?
উত্তর: এটি করা অত্যন্ত বিপজ্জনক। ইনপুট এবং আউটপুট ভুলভাবে যুক্ত করলে ভিএফডি-র ইন্টারনাল সার্কিট বা ইনভার্টার সেকশন সাথে সাথে পুড়ে যাবে।

প্রশ্ন ৮: এনালগ ইনপুট (Analogue Input) কেন ব্যবহৃত হয়?
উত্তর: পিএলসি থেকে আসা এনালগ সিগন্যাল (যেমন: 0-10V বা 4-20mA) ব্যবহার করে মোটরের গতি বা ফ্রিকোয়েন্সি নিয়ন্ত্রণ করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ৯: ভিএফডি-তে 'Auto-tuning' কেন করা হয়?
উত্তর: অটো-টিউনিং করলে ভিএফডি নিজে থেকেই মোটরের অভ্যন্তরীণ ইলেকট্রিক্যাল বৈশিষ্ট্যগুলো মেপে নেয়, ফলে মোটরটি অত্যন্ত দক্ষভাবে এবং মসৃণভাবে চলে।

প্রশ্ন ১০: ডিজিটাল আউটপুট (Digital Output) পিএলসি-র সাথে কেন যুক্ত করা হয়?
উত্তর: ভিএফডি-র বর্তমান অবস্থা (যেমন: মোটর ঘুরছে কি না বা ড্রাইভ কোনো ফল্ট করেছে কি না) পিএলসি-কে ফিডব্যাক হিসেবে পাঠানোর জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

জব শিট (Job Sheet) – ৮.২

জবের নামঃ ভেরিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) ইনস্টল এবং কনফিগার করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

ইনস্টলেশন ধাপ:

১. সাইট পরিদর্শন: প্যানেল বোর্ডে পর্যাপ্ত বাতাস চলাচলের জায়গা রেখে ভিএফডি-র স্থান নির্ধারণ করুন।

২. মাউন্টিং: প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুযায়ী ড্রাইভটি লম্বালম্বিভাবে (Vertically) স্ক্রু দিয়ে শক্ত করে আটকান।

৩. পাওয়ার সংযোগ: ডায়াগ্রাম অনুযায়ী L1, L2, L3 টার্মিনালে ইনপুট পাওয়ার এবং U, V, W টার্মিনালে মোটর সংযোগ দিন।

৪. কন্ট্রোল ওয়্যারিং: পিএলসি-র আউটপুট থেকে ভিএফডি-র ডিজিটাল এবং এনালগ ইনপুট টার্মিনালে কানেকশন দিন।

৫. আর্থিং: ড্রাইভ এবং মোটর উভয়কেই সঠিকভাবে গ্রাউন্ডিং করুন।

খ. কনফিগারেশন ধাপ:

১. মোটর প্যারামিটার সেট: নেমপ্লেট দেখে মোটরের Rated Power, Voltage, Current, RPM এবং Frequency ইনপুট দিন।

২. কন্ট্রোল সোর্স নির্বাচন: অপারেশন কমান্ড (Start/Stop) এবং ফ্রিকোয়েন্সি সোর্স (Analogue/Digital) নির্ধারণ করুন।

৩. র্যাম্প টাইম সেট: প্রয়োজন অনুযায়ী Acceleration এবং Deceleration সময় সেট করুন।

৪. অটো-টিউনিং: সব ঠিক থাকলে ড্রাইভের মাধ্যমে মোটরের 'Auto-tuning' সম্পন্ন করুন।

সতর্কতা (Precautions):

- ভোল্টেজ চেক: সংযোগ দেওয়ার আগে মাল্টিমিটার দিয়ে সাপ্লাই ভোল্টেজ মেপে দেখুন।
- চার্জ রিলিজ: পাওয়ার বন্ধ করার পর সাথে সাথে টার্মিনাল স্পর্শ করবেন না; অন্তত ৫ মিনিট অপেক্ষা করুন যাতে ক্যাপাসিটর ডিসচার্জ হয়।
- ওয়্যারিং সুরক্ষা: পাওয়ার এবং কন্ট্রোল তার যেন একে অপরের গায়ে পেঁচিয়ে না থাকে (নয়েজ এড়াতে) ।
- মোটর টাইপ: ড্রাইভের আউটপুট ভোল্টেজ মোটরের ওয়াইন্ডিং টাইপের (Star/Delta) সাথে মিলছে কি না নিশ্চিত হোন।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) –৮.২

জবের নামঃ ভেরিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) ইনস্টল এবং কনফিগার করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা হ্যান্ডগ্লাভস
- নিরাপত্তা চশমা / গগলস
- সুরক্ষা জুতা

- ইন্সুলেটেড স্ক্রু ড্রাইভার

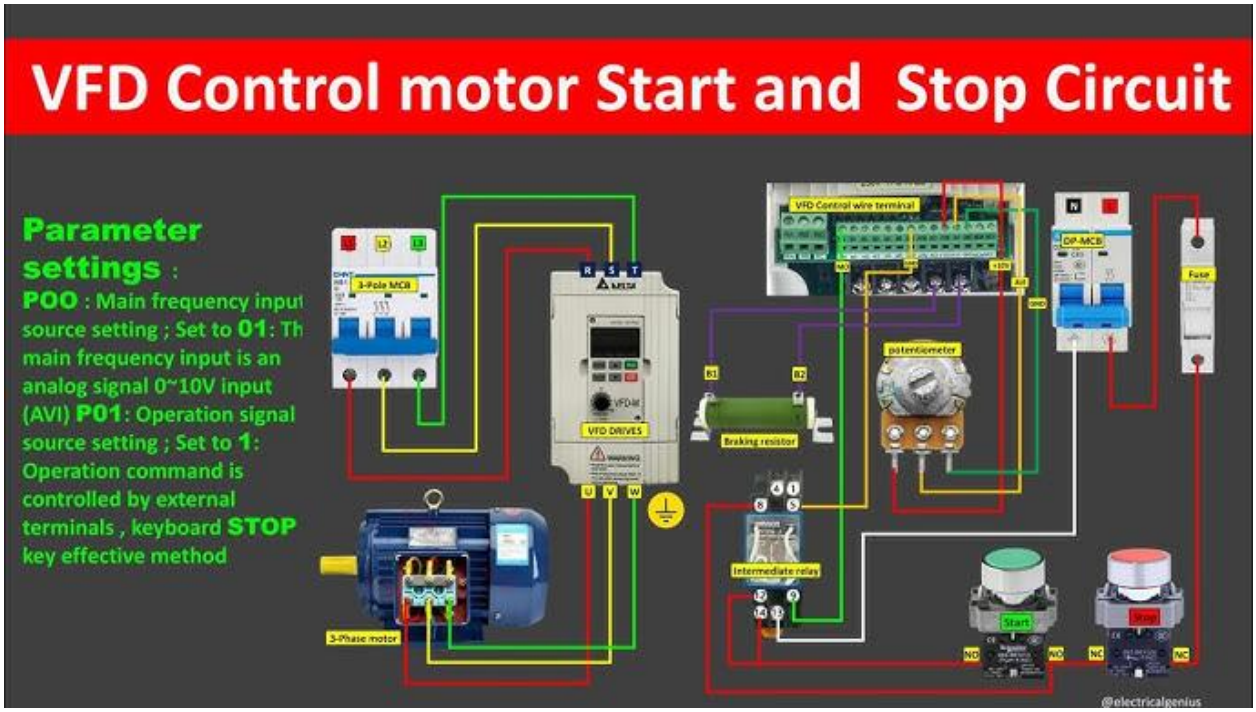
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

ক্রমিক	নাম	পরিমাণ
১	ভিএফডি ইউনিট (যেমন: Delta, LS বা Siemens)	১টি
২	থ্রি-ফেজ এসি ইন্ডাকশন মোটর	১টি
৩	ডিজিটাল মাল্টিমিটার	১টি
৪	ইনসুলেটেড স্ক্রু-ড্রাইভার এবং টেস্টার	১ সেট
৫	তার কাটার এবং কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১টি করে
৬	ল্যাপটপ (PLC এবং VFD সফ্টওয়্যারসহ)	১টি

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালসঃ

- পাওয়ার ক্যাবল (পাওয়ার ওয়্যারিংয়ের জন্য)
- শিল্ডেড কন্ট্রোল ক্যাবল (পিএলসি ও ভিএফডি ইন্টিগ্রেশনের জন্য)
- এমসিসিবি (MCCB) বা সার্কিট ব্রেকার
- লাক্স (Lugs), ফেরুল এবং পিভিসি টেপ

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৮.৩

শিখন ফল-৩: বিভিন্ন মোডে VFD পরিচালনা করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- অপারেশনাল প্রক্রিয়া অনুযায়ী লোকাল বা কিপ্যাড কন্ট্রোল মোড ব্যবহার করে মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ
- টার্মিনাল কন্ট্রোল মোড বা রিমোট কন্ট্রোল মোড ব্যবহার করে মোটর নিয়ন্ত্রণ
- মোটরের দিক নিয়ন্ত্রণ (Direction Control) প্রয়োগ করা এবং নিরাপদভাবে ফরোয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করা
- VFD এর অ্যালার্ম ও ফল্ট ইন্ডিকেটর সঠিকভাবে বিশ্লেষণ এবং সিস্টেমের অবস্থা নির্ণয়
- অ্যালার্ম দেখা দিলে ট্রাবলশুটিং নির্দেশিকা অনুসরণ করে যথাযথ ব্যবস্থা নেওয়া
- মোটরের কাঙ্ক্ষিত কর্মক্ষমতা বজায় রাখতে অপারেশনাল প্যারামিটারগুলো পর্যবেক্ষণ ও সমন্বয়করণ

(ক) অপারেশনাল প্রক্রিয়া অনুযায়ী লোকাল বা কিপ্যাড কন্ট্রোল মোড ব্যবহার করে মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণঃ



পিএলসি (PLC) এবং ভিএফডি (VFD) সিস্টেম কনফিগার করার পর, ড্রাইভটি সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করার জন্য প্রথমে লোকাল বা কিপ্যাড কন্ট্রোল মোডে (Local/Keypad Control Mode) মোটর চালিয়ে পরীক্ষা করা হয়। নিচে এর পদ্ধতি বর্ণনা করা হলো:

লোকাল বা কিপ্যাড মোডে মোটর স্পিড কন্ট্রোল (Local/Keypad Control Mode)
লোকাল মোড বলতে বোঝায় ভিএফডি-র সামনের অংশে থাকা বোতাম বা কিপ্যাড ব্যবহার করে সরাসরি মোটর চালানো। এটি সাধারণত কমিশনিং বা রক্ষণাবেক্ষণের সময় ব্যবহার করা হয়।

১. মোড সিলেকশন (Mode Selection)
বেশিরভাগ ভিএফডিতে একটি **"LOC/REM"** (Local/Remote) বা **"Hand/Auto"** বাটন থাকে।

- **Local/Hand:** এটি সিলেক্ট করলে পিএলসি-র কমান্ড কাজ করবে না, শুধুমাত্র কিপ্যাড দিয়ে মোটর চলবে।
- **Remote/Auto:** এটি সিলেক্ট করলে পিএলসি বা এক্সটারনাল সুইচের মাধ্যমে মোটর চলবে।

২. ফ্রিকোয়েন্সি বা স্পিড সেট করা (Setting Frequency)

মোটর কত গতিতে ঘুরবে তা কিপ্যাডের মাধ্যমে নির্ধারণ করা যায়:

- **Digital Potentiometer:** কিপ্যাডে থাকা একটি গোল নব (Knob) ঘুরিয়ে ফ্রিকোয়েন্সি (যেমন: 0Hz থেকে 50Hz) বাড়ানো বা কমানো যায়।
- **Up/Down Arrows:** কিপ্যাডের অ্যারো কি ($\uparrow \downarrow$) ব্যবহার করে ফ্রিকোয়েন্সির মান ইনপুট দেওয়া যায়।

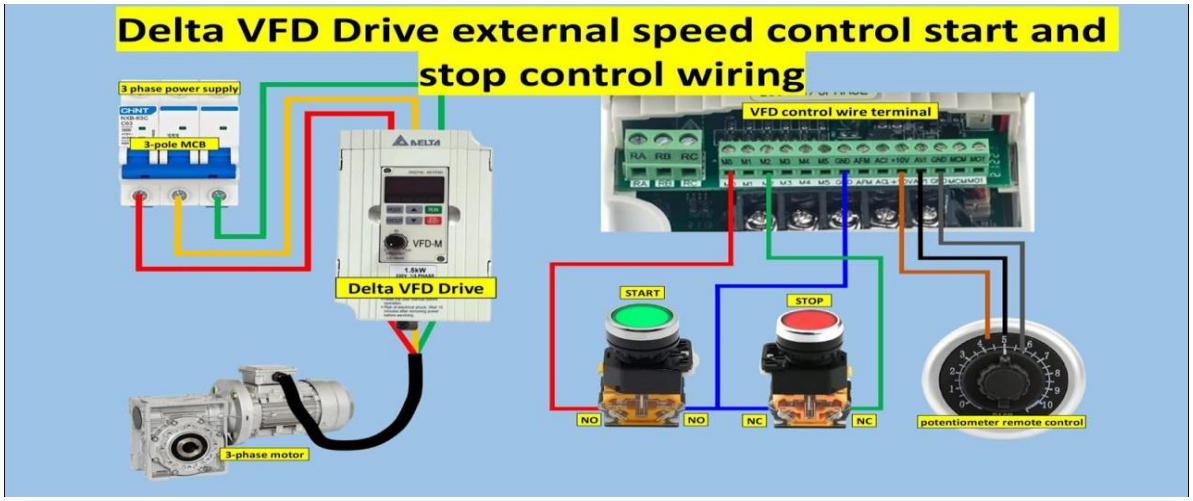
৩. মোটর স্টার্ট এবং স্টপ (Start and Stop)

- **RUN/START বাটন:** সবুজ রঙের 'Run' বা 'Start' বাটনটি চাপলে মোটর ধীরে ধীরে (Acceleration time অনুযায়ী) ঘুরতে শুরু করবে।
- **STOP বাটন:** লাল রঙের 'Stop' বাটনটি চাপলে মোটর ধীরে ধীরে থেমে যাবে।

৪. ঘূর্ণন দিক পরিবর্তন (Direction Control)

কিপ্যাডে সাধারণত একটি **"FWD/REV"** বাটন থাকে। এটি ব্যবহার করে মোটরের ঘূর্ণন দিক (Forward বা Reverse) পরিবর্তন করা যায়।

(খ) টার্মিনাল কন্ট্রোল মোড বা রিমোট কন্ট্রোল মোড ব্যবহার করে মোটর নিয়ন্ত্রণঃ



পিএলসি (PLC) এবং ভিএফডি (VFD) সিস্টেমের পূর্ণাঙ্গ অটোমেশনের জন্য **টার্মিনাল কন্ট্রোল মোড** (Terminal Control Mode) বা **রিমোট কন্ট্রোল মোড** (Remote-control Mode) সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। নিচে এর বিস্তারিত কার্যপদ্ধতি বর্ণনা করা হলো:

টার্মিনাল বা রিমোট কন্ট্রোল মোডে মোটর নিয়ন্ত্রণ (Terminal/Remote Control Mode)

রিমোট কন্ট্রোল মোড মানে হলো ভিএফডি-র কিপ্যাড ব্যবহার না করে বাইরের কোনো সিগন্যাল (যেমন: পিএলসি, পুশ বাটন, বা সেন্সর) দিয়ে মোটর চালানো।

১. মোড কনফিগারেশন (Setting the Mode)

টার্মিনাল মোডে কাজ করার জন্য ভিএফডি-র প্যারামিটারে গিয়ে "Command Source" পরিবর্তন করতে হয়।

- সাধারণত **P00.01** বা এই জাতীয় প্যারামিটারে গিয়ে মান **1** (Terminal Control) সেট করতে হয়।
- এটি সেট করলে কিপ্যাডের 'Run' এবং 'Stop' বাটন কাজ করবে না; ড্রাইভটি পিএলসি-র সিগন্যালের জন্য অপেক্ষা করবে।

২. ডিজিটাল ইনপুট সংযোগ (Digital Inputs for Start/Stop)

পিএলসি-র ডিজিটাল আউটপুট থেকে ভিএফডি-র কন্ট্রোল টার্মিনালে তারের মাধ্যমে সিগন্যাল পাঠানো হয়।

- **Forward Run (DI1):** পিএলসি থেকে ২৪ ভোল্ট ডিসি সিগন্যাল DI_1 টার্মিনালে আসলে মোটর ঘড়ির কাঁটার দিকে (Forward) ঘুরবে।
- **Reverse Run (DI2):** DI_2 টার্মিনালে সিগন্যাল আসলে মোটর উল্টো দিকে ঘুরবে।
- **External Fault:** এমারজেন্সি সুইচের সিগন্যাল এখানে যুক্ত করা হয় যাতে কোনো বিপদ হলে পিএলসি সাথে সাথে মোটর বন্ধ করতে পারে।

৩. এনালগ ইনপুট দিয়ে গতি নিয়ন্ত্রণ (Analog Input for Speed)

রিমোট মোডে মোটরের গতি পরিবর্তনের জন্য পিএলসি-র **Analog Output (AQ)** ব্যবহার করা হয়।

- পিএলসি থেকে 0-10V বা 4-20mA সিগন্যাল ভিএফডি-র **AI** (Analog Input) টার্মিনালে দেওয়া হয়।
- **উদাহরণ:** যদি পিএলসি 5Vপাঠায়, তবে মোটর তার সর্বোচ্চ গতির অর্ধেক (২৫ হার্টজ) গতিতে ঘুরবে।

৪. রিমোট অপারেশনের ধাপসমূহ (Operational Steps)

১. **প্যারামিটার সেট:** ড্রাইভকে 'Remote' বা 'Terminal' মোডে সেট করুন।

২. **ওয়্যারিং চেক:** পিএলসি এবং ভিএফডি-র মধ্যে কমন (COM) গ্রাউন্ড এবং সিগন্যাল তারগুলো ঠিক আছে কি না নিশ্চিত হোন।

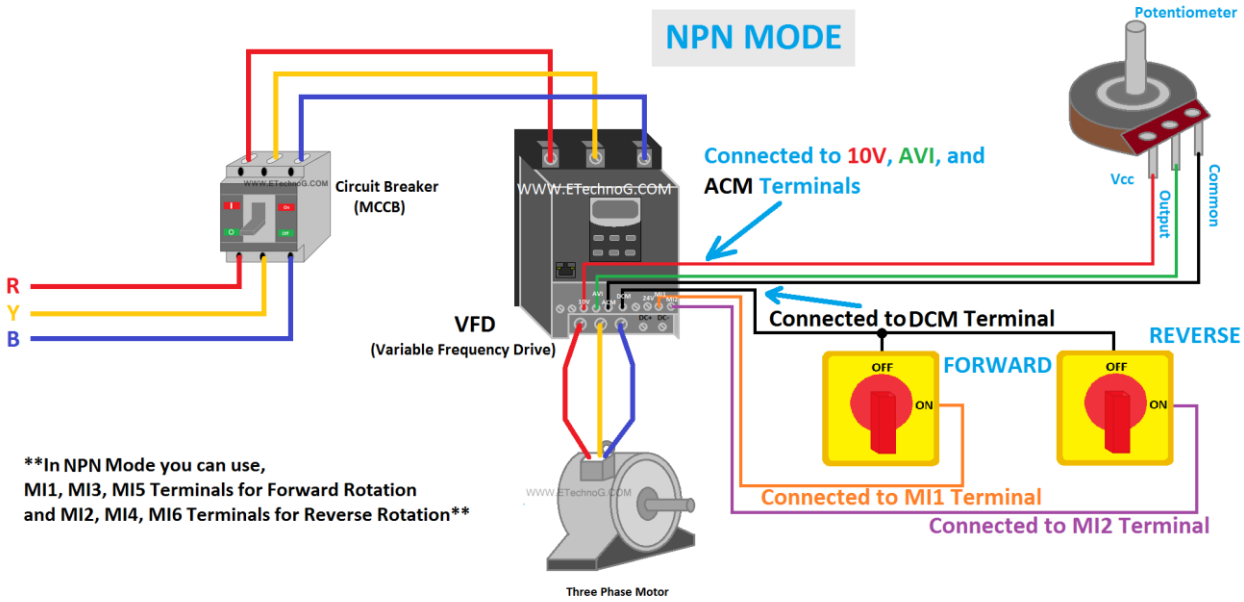
৩. **পিএলসি প্রোগ্রাম (Ladder Logic):** পিএলসিতে একটি প্রোগ্রাম লিখুন যেখানে একটি সুইচ অন করলে ভিএফডি-তে 'Run' সিগন্যাল যাবে।

৪. **কমান্ড এক্সিকিউশন:** পিএলসি-র মাধ্যমে 'Start' কমান্ড দিন এবং দেখুন মোটরটি নির্দিষ্ট গতিতে ঘুরছে কি না।

৫. **স্পিড পরিবর্তন:** পিএলসি-র এনালগ ভ্যালু পরিবর্তন করে মোটরের আরপিএম (RPM) পর্যবেক্ষণ করুন।

(গ) মোটরের দিক নিয়ন্ত্রণ (Direction Control) প্রয়োগ করা এবং নিরাপদভাবে ফরোয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশন সম্পাদন করাঃ

Figure.02: VFD and Motor Connection for Forward and Reverse Rotation



মোটরের ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশন নিয়ন্ত্রণ (Forward and Reverse Control)
মোটরের ঘূর্ণন দিক পরিবর্তন করার জন্য ভিএফডি-র ডিজিটাল ইনপুট টার্মিনাল এবং পিএলসি-র লজিক ব্যবহার করা হয়।

১. টার্মিনাল কনফিগারেশন (Terminal Configuration)

ভিএফডি-র কন্ট্রোল টার্মিনালগুলোতে সাধারণত নির্দিষ্ট কিছু পিন থাকে যা মোটরের দিক ঠিক করে:

- **M1 (Digital Input 1):** এটি সাধারণত **Forward (FWD)** কমান্ডের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **M2 (Digital Input 2):** এটি **Reverse (REV)** কমান্ডের জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **COM (Common):** এটি পিএলসি-র কমন বা গ্রাউন্ডের সাথে যুক্ত থাকে।

২. পিএলসি লজিক এবং ইন্টারলকিং (PLC Logic & Interlocking)

নিরাপত্তার জন্য ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স অপারেশনের মাঝে **ইন্টারলকিং (Interlocking)** থাকা বাধ্যতামূলক।

- **ইন্টারলকিং কেন প্রয়োজন:** যদি ভুলবশত ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স—উভয় সিগন্যাল একসাথে ভিএফডিতে যায়, তবে ড্রাইভটি 'Fault' দেখাতে পারে অথবা যান্ত্রিকভাবে মোটরের ক্ষতি হতে পারে।
- **পিএলসি প্রোগ্রাম:** ল্যাডার লজিক (Ladder Logic)-এ এমনভাবে প্রোগ্রাম করা হয় যাতে ফরওয়ার্ড কন্টাক্টর অন থাকলে রিভার্স কন্টাক্টর কোনোভাবেই অন না হয়।

৩. নিরাপদ পরিবর্তনের ধাপসমূহ (Steps for Safe Operation)

১. **Stop Command:** মোটর এক দিক থেকে অন্য দিকে ঘুরানোর আগে প্রথমে 'Stop' কমান্ড দিয়ে মোটরকে পুরোপুরি থামানো উচিত। ২. **Deceleration:** ভিএফডি-র **Deceleration Time** অনুযায়ী মোটরটি ধীরে ধীরে থেমে যাবে। ৩. **Wait Time:** মোটরটি স্থির হওয়ার জন্য সামান্য সময় (Dwell Time) বিরতি দেওয়া ভালো। ৪. **Reverse Command:** এরপর রিভার্স সিগন্যাল দিলে ভিএফডি ফেজ সিকোয়েন্স পরিবর্তন করে মোটরকে উল্টো দিকে ঘুরাতে শুরু করবে।

৪. ফল্ট এবং সেফটি ফিচার (Safety Features)

- **Limit Switches:** যদি এটি কোনো ক্রেন বা গেট হয়, তবে দুই প্রান্তে লিমিট সুইচ ব্যবহার করা হয় যাতে নির্দিষ্ট সীমার বাইরে মোটর না ঘোরে।
- **Emergency Stop:** যেকোনো বিপদে ফরওয়ার্ড বা রিভার্স—সব অপারেশন সাথে সাথে বন্ধ করার জন্য ইমারজেন্সি বাটন পিএলসি-র সাথে ইন্টিগ্রেট করা থাকে।

(ঘ) VFD এর অ্যালার্ম ও ফল্ট ইন্ডিকেটর সঠিকভাবে বিশ্লেষণ এবং সিস্টেমের অবস্থা নির্ণয়ঃ





ভিএফডি অ্যালার্ম এবং ফল্ট বিশ্লেষণ (Interpreting VFD Alarms & Faults)-
ভিএফডি যখন কোনো অস্বাভাবিক অবস্থা শনাক্ত করে, তখন এটি একটি নির্দিষ্ট কোড বা লাইট সিগন্যালের মাধ্যমে ব্যবহারকারীকে সতর্ক করে।

১. সাধারণ ফল্ট কোডসমূহ (Common Fault Codes)
বেশিরভাগ ভিএফডি-তে নিচের কোডগুলো দেখা যায়:

- **OC (Over Current):** মোটর যদি তার ক্ষমতার চেয়ে বেশি কারেন্ট টানে। এটি সাধারণত শর্ট সার্কিট বা মেকানিক্যাল জ্যামের কারণে হয়।
- **OV (Over Voltage):** ইনপুট ভোল্টেজ বেড়ে গেলে অথবা মোটর থামানোর সময় (Deceleration) খুব কম সময় দিলে এটি হয়।
- **UV (Under Voltage):** ইনপুট পাওয়ার সাপ্লাই কমে গেলে বা ফেজ লস হলে এই অ্যালার্ম আসে।
- **OL (Over Load):** মোটরটি অনেকক্ষণ ধরে তার ক্ষমতার চেয়ে বেশি লোড বহন করলে এটি দেখা যায়।
- **OH (Over Heat):** ভিএফডি-র ভেতরের তাপমাত্রা বেড়ে গেলে (কুলিং ফ্যান নষ্ট হলে বা ভেন্টিলেশন না থাকলে) এই ফল্ট আসে।

২. অ্যালার্ম বনাম ফল্ট (Difference between Alarm & Fault)

- **অ্যালার্ম (Alarm):** এটি একটি সতর্কতা। ড্রাইভটি চলতে থাকে কিন্তু আপনাকে জানায় যে কিছু একটা ঠিক নেই (যেমন: হিটিং বাড়তে শুরু করেছে)।
- **ফল্ট (Fault):** এটি গুরুতর সমস্যা। ড্রাইভটি সাথে সাথে মোটর বন্ধ করে দেয় এবং সিস্টেমকে সুরক্ষা দেয় (Trip)।

(ঙ) অ্যালার্ম দেখা দিলে ট্রাবলশুটিং নির্দেশিকা অনুসরণ করে যথাযথ ব্যবস্থা নেওয়াঃ

পিএলসি (PLC) এবং ভিএফডি (VFD) সিস্টেমে অ্যালার্ম বা ফল্ট দেখা দিলে তা কেবল শনাক্ত করাই যথেষ্ট নয়, বরং **সঠিক সাড়াদান (Appropriate Response)** এবং **ট্রাবলশুটিং (Troubleshooting)** নির্দেশিকা অনুসরণ করে তা সমাধান করা অপরিহার্য। নিচে এর ধাপগুলো বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

১.১২ অ্যালার্ম এবং ফল্টের ক্ষেত্রে যথাযথ পদক্ষেপ ও ট্রাবলশুটিং (Responding to VFD Alarms)

যখন ভিএফডিতে কোনো অ্যালার্ম বা ফল্ট আসে, তখন সিস্টেমের নিরাপত্তা এবং স্থায়িত্ব নিশ্চিত করতে নিচের নির্দেশিকাগুলো অনুসরণ করতে হয়:

১. প্রাথমিক পর্যবেক্ষণ (Initial Observation)

- **কোড রিডিং:** ড্রাইভের ডিসপ্লেতে আসা নির্দিষ্ট কোডটি (যেমন: $E.OC1$ বা $F001$) লিখে নিন।
- **স্ট্যাটাস চেক:** পিএলসি-র এইচএমআই (HMI) বা ইন্ডিকেটর ল্যাম্পের মাধ্যমে দেখুন সিস্টেমটি কি পুরোপুরি বন্ধ (Trip) হয়ে গেছে নাকি কেবল সতর্কবার্তা দিচ্ছে।

২. ট্রাবলশুটিং গাইডলাইন অনুসরণ (Following Troubleshooting Guidelines)

প্রতিটি ফল্টের জন্য নির্দিষ্ট কিছু সমাধান থাকে:

- **Overcurrent (OC):** যদি এই ফল্ট আসে, তবে মোটরের আউটপুট তারগুলো পরীক্ষা করুন (শর্ট সার্কিট আছে কিনা)। মোটরটি হাতে ঘুরিয়ে দেখুন সেটি জ্যাম হয়ে আছে কি না।
- **Overvoltage (OV):** এটি সাধারণত মোটর থামানোর সময় হয়। এর প্রতিকারে 'Deceleration Time' বাড়িয়ে দিন অথবা ড্রাইভের সাথে একটি 'Braking Resistor' যুক্ত করুন।
- **Overload (OL):** মোটরের ওপর অতিরিক্ত মেকানিক্যাল লোড আছে কি না তা যাচাই করুন। প্রয়োজনে বেল্ট বা গিয়ার বক্স চেক করুন।
- **Undervoltage (UV):** ইনপুট পাওয়ার সাপ্লাই বা সার্কিট ব্রেকার ঠিক আছে কি না মাল্টিমিটার দিয়ে ভোল্টেজ মেপে দেখুন।

৩. অ্যালার্মের বিপরীতে যথাযথ প্রতিক্রিয়া (Appropriate Responses)

- **অ্যালার্মের ক্ষেত্রে:** যদি এটি কেবল একটি সতর্কবার্তা হয় (যেমন: High Temperature), তবে লোড কিছুটা কমিয়ে বা ভেন্টিলেশন বাড়িয়ে ড্রাইভটি ঠান্ডা করার চেষ্টা করুন।
- **ফল্টের ক্ষেত্রে:** ড্রাইভ ট্রিপ করলে সাথে সাথে পিএলসি প্রোগ্রাম যাতে পুরো প্রসেসটি (Process) সেফ মোডে বন্ধ করে দেয় তা নিশ্চিত করুন।

৪. রিসেট পদ্ধতি (Reset Procedure)

ফল্ট আসার সাথে সাথেই 'Reset' বাটন চাপা উচিত নয়।

- প্রথমে সমস্যার মূল কারণ (Root Cause) সমাধান করুন।
- এরপর ভিএফডি-র কিপ্যাড থেকে অথবা পিএলসি-র মাধ্যমে **Fault Reset** কমান্ড দিন।

(চ) মোটরের কাঙ্ক্ষিত কর্মক্ষমতা বজায় রাখতে অপারেশনাল প্যারামিটারগুলো পর্যবেক্ষণ ও সমন্বয়করণঃ

অপারেশনাল প্যারামিটার মনিটরিং এবং সমন্বয় (Monitoring & Adjusting Parameters)-

মোটর যখন লোড অবস্থায় চলে, তখন ভিএফডি-র ডিসপ্লে এবং পিএলসি-র ইন্টারফেস থেকে নিয়মিত কিছু প্যারামিটার পর্যবেক্ষণ করতে হয়।

১. প্রধান মনিটরিং প্যারামিটারসমূহ (Key Parameters to Monitor)

কাজ চলাকালীন নিচের বিষয়গুলো নিয়মিত চেক করুন:

- **আউটপুট ফ্রিকোয়েন্সি (Output Frequency):** মোটরটি নির্ধারিত হার্টজে (যেমন: 50Hz) চলছে কি না।
- **আউটপুট কারেন্ট (Output Current):** মোটরটি তার রেটেড অ্যাম্পিয়ারের চেয়ে বেশি কারেন্ট নিচ্ছে কি না। যদি কারেন্ট বেশি হয়, তবে বুঝতে হবে লোড বেশি বা যান্ত্রিক জ্যাম আছে।
- **বাস ভোল্টেজ (DC Bus Voltage):** ভিএফডি-র ভেতরের ডিসি ভোল্টেজ স্থিতিশীল আছে কি না।

- **মোটর তাপমাত্রা (Motor Temperature):** দীর্ঘক্ষণ চলার ফলে মোটর অতিরিক্ত গরম হচ্ছে কি না।

২. পারফরম্যান্স বজায় রাখতে অ্যাডজাস্টমেন্ট (Adjusting for Performance)

মোটরের পারফরম্যান্স কাঙ্ক্ষিত পর্যায়ে রাখতে কিছু প্যারামিটার পরিবর্তন করার প্রয়োজন হতে পারে:

- **স্পিড অ্যাডজাস্টমেন্ট (Speed Adjustment):** লোডের প্রয়োজনীয়তা অনুযায়ী পিএলসি-র মাধ্যমে বা ভিএফডি-র নব (Knob) ঘুরিয়ে ফ্রিকোয়েন্সি সমন্বয় করা।
- **টর্ক বুস্ট (Torque Boost):** যদি লোড বেশি হওয়ার কারণে মোটর শুরুতে ঘুরতে কষ্ট পায়, তবে 'Torque Boost' প্যারামিটারটি কিছুটা বাড়িয়ে দিলে মোটর বেশি শক্তি পাবে।
- **ভোল্টেজ/ফ্রিকোয়েন্সি (V/f) কার্ভ:** মোটরের ধরন অনুযায়ী ভোল্টেজ এবং ফ্রিকোয়েন্সির অনুপাত সমন্বয় করা যাতে কম গতিতেও মোটর ভালো শক্তি দেয়।

৩. পিএলসি এবং এইচএমআই-এর ভূমিকা (Role of PLC & HMI)

আধুনিক সিস্টেমে এই মনিটরিং সরাসরি কম্পিউটারে বা এইচএমআই (HMI) স্ক্রিনে দেখা যায়:

- **রিয়েল-টাইম ডাটা:** গ্রাফের মাধ্যমে মোটরের গতির ওঠানামা পর্যবেক্ষণ করা যায়।
- **অটো-অ্যাডজাস্টমেন্ট:** পিআইডি (PID) কন্ট্রোলার ব্যবহার করে পিএলসি নিজেই মোটরের গতি কমিয়ে বা বাড়িয়ে সিস্টেমকে স্থিতিশীল রাখে (যেমন: পানির পাম্পের প্রেশার কন্ট্রোল)।

৪. অপারেশনাল চেক-লিস্ট (Operational Check-list)

১. মোটরের শব্দ (Noise) কি স্বাভাবিক?
২. ভিএফডি-র কুলিং ফ্যান কি সঠিকভাবে ঘুরছে?
৩. অ্যাম্পিয়ার কি নির্ধারিত সীমার মধ্যে আছে?
৪. কোনো ফল্ট বা ওয়ার্নিং মেসেজ কি বারবার আসছে?

কেন এই মনিটরিং জরুরি?

- **বিদ্যুৎ সাশ্রয়:** অপ্রয়োজনে উচ্চ গতিতে মোটর না চালিয়ে সঠিক গতিতে চালালে বিদ্যুৎ সাশ্রয় হয়।
- **দুর্ঘটনা রোধ:** ছোট কোনো সমস্যা (যেমন: হালকা কারেন্ট বৃদ্ধি) আগে শনাক্ত করলে বড় ধরনের ব্রেকডাউন বা মোটর পুড়ে যাওয়া থেকে রক্ষা পাওয়া যায়।

সেলফ চেক (Self-check) – ৮.৩

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১: ভিএফডি-তে 'Local Mode' এবং 'Remote Mode'-এর মধ্যে পার্থক্য কী?
২: 'Interlocking' কেন ফরওয়ার্ড-রিভার্স অপারেশনে জরুরি?
৩: ভিএফডি-তে 'Fault' এবং 'Alarm'-এর মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী?
৪: 'OC' (Over Current) ফল্ট কেন দেখা দেয়?
৫: পিএলসি-র মাধ্যমে কীভাবে ভিএফডি-র গতি (Speed) নিয়ন্ত্রণ করা হয়?
৬: 'Deceleration Time' খুব কম হলে কী সমস্যা হয়?
৭: ভিএফডি-র 'Monitoring Parameter' বলতে কী বোঝায়?
৭: ভিএফডি-র 'Monitoring Parameter' বলতে কী বোঝায়?
৮: 'Torque Boost' প্যারামিটারটি কখন ব্যবহার করা হয়?
৯: ভিএফডি-র 'Reset' বাটন চাপার আগে কী করা উচিত?
১০: ভিএফডি-তে কেন গ্রাউন্ডিং বা আর্থিং করা বাধ্যতামূলক?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৮.৩

প্রশ্ন ১: ভিএফডি-তে 'Local Mode' এবং 'Remote Mode'-এর মধ্যে পার্থক্য কী?
উত্তর: লোকাল মোডে ভিএফডি-র নিজস্ব কিপ্যাড বা বাটন দিয়ে মোটর চালানো হয়। আর রিমোট মোডে পিএলসি, এক্সটারনাল সুইচ বা এনালগ সিগন্যালের মাধ্যমে দূর থেকে মোটর নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

প্রশ্ন ২: 'Interlocking' কেন ফরওয়ার্ড-রিভার্স অপারেশনে জরুরি?
উত্তর: ইন্টারলকিং নিশ্চিত করে যে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স—এই দুটি কমান্ড যেন কখনোই একসাথে কার্যকর না হয়। এটি না থাকলে শর্ট সার্কিট বা মোটরের যান্ত্রিক ক্ষতি হতে পারে।

প্রশ্ন ৩: ভিএফডি-তে 'Fault' এবং 'Alarm'-এর মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী?
উত্তর: 'Alarm' হলো একটি সতর্কবার্তা, যা চলাকালীন অবস্থায় দেখা দেয়। কিন্তু 'Fault' দেখা দিলে ড্রাইভটি সিস্টেমের সুরক্ষার জন্য সাথে সাথে মোটর বন্ধ (Trip) করে দেয়।

প্রশ্ন ৪: 'OC' (Over Current) ফল্ট কেন দেখা দেয়?
উত্তর: যদি মোটর তার ক্ষমতার চেয়ে বেশি কারেন্ট টানে, ক্যাবল শর্ট সার্কিট হয় অথবা মোটরের বিয়ারিং জ্যাম হয়ে যায়, তবে 'OC' ফল্ট দেখা দেয়।

প্রশ্ন ৫: পিএলসি-র মাধ্যমে কীভাবে ভিএফডি-র গতি (Speed) নিয়ন্ত্রণ করা হয়?
উত্তর: পিএলসি-র এনালগ আউটপুট থেকে 0-10V ডিসি অথবা 4-20mA কারেন্ট সিগন্যাল ভিএফডি-র এনালগ ইনপুটে পাঠিয়ে মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

প্রশ্ন ৬: 'Deceleration Time' খুব কম হলে কী সমস্যা হয়?
উত্তর: মোটর খুব দ্রুত থামতে চাইলে জেনারেটেড ভোল্টেজ বেড়ে যায়, ফলে ভিএফডিতে 'OV' (Over Voltage) ফল্ট দেখা দেয়।

প্রশ্ন ৭: ভিএফডি-র 'Monitoring Parameter' বলতে কী বোঝায়?

উত্তর: মোটর চলাকালীন তার বর্তমান অ্যাম্পিয়ার, ভোল্টেজ, ফ্রিকোয়েন্সি এবং তাপমাত্রা ডিসপ্লেতে পর্যবেক্ষণ করাকেই মনিটরিং প্যারামিটার বলে।

প্রশ্ন ৮: 'Torque Boost' প্যারামিটারটি কখন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর: যখন মোটরটি খুব ভারী লোড নিয়ে স্টার্ট নিতে পারে না, তখন কম ফ্রিকোয়েন্সিতে ভোল্টেজ বাড়িয়ে বাড়তি শক্তি বা টর্ক দেওয়ার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন ৯: ভিএফডি-র 'Reset' বাটন চাপার আগে কী করা উচিত?

উত্তর: রিসেট দেওয়ার আগে অবশ্যই ডিসপ্লের ফল্ট কোড দেখে সমস্যার মূল কারণ (Root Cause) খুঁজে বের করতে হবে এবং তা সমাধান করতে হবে।

প্রশ্ন ১০: ভিএফডি-তে কেন গ্রাউন্ডিং বা আর্থিং করা বাধ্যতামূলক?

উত্তর: ভিএফডি একটি হাই-ফ্রিকোয়েন্সি সুইচিং ডিভাইস। সঠিক আর্থিং না থাকলে লিকেজ কারেন্টের কারণে ইলেকট্রিক শক লাগতে পারে এবং নয়েজ তৈরি হয়ে পিএলসি-র সিগন্যাল নষ্ট হতে পারে।

জব শিট (Job Sheet) – ৮.৩

জবের নামঃ বিভিন্ন মোডে (লোকাল এবং রিমোট) ভেরিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) পরিচালনা করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

ক. লোকাল/কিপ্যাড মোডে পরিচালনা (Local Mode):

১. পাওয়ার অন: প্রথমে মেইন ব্রেকার অন করে ভিএফডিতে পাওয়ার দিন।
২. মোড সিলেকশন: কিপ্যাড থেকে Loc/Rem বাটন চেপে 'Local' মোড নিশ্চিত করুন।
৩. প্যারামিটার সেট: কিপ্যাড ব্যবহার করে মোটরের রেটেড ডাটা এবং ফ্রিকোয়েন্সি সোর্স 'Keypad' হিসেবে সেট করুন।
৪. মোটর স্টার্ট: কিপ্যাডের সবুজ Run/Start বাটন চেপে মোটরটি চালু করুন।
৫. গতি নিয়ন্ত্রণ: কিপ্যাডের নব (Knob) বা অ্যারো কি চেপে মোটরের স্পিড পরিবর্তন করে পর্যবেক্ষণ করুন।
৬. স্টপ: লাল Stop বাটন চেপে মোটরটি থামান।

খ. রিমোট/টার্মিনাল মোডে পরিচালনা (Remote Mode):

১. প্যারামিটার চেঞ্জ: ভিএফডি-র প্যারামিটারে গিয়ে 'Command Source' হিসেবে 'Terminal' বা 'External' মোড সেট করুন।
২. পিএলসি ইন্টিগ্রেশন: পিএলসি-র আউটপুট থেকে ভিএফডি-র DI_ (Forward) এবং DI_2 (Reverse) টার্মিনালে সিগন্যাল নিশ্চিত করুন।
৩. কমান্ড এক্সিকিউশন: পিএলসি বা এক্সটারনাল পুশ বাটন চেপে মোটরটি চালু এবং বন্ধ করুন।
৪. দিক পরিবর্তন: ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স কমান্ড দিয়ে মোটরের ঘূর্ণন দিক পরিবর্তন পরীক্ষা করুন।
৫. মনিটরিং: ড্রাইভের ডিসপ্লেতে আউটপুট অ্যাম্পিয়ার এবং ফ্রিকোয়েন্সি নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করুন।

সতর্কতাঃ

- ইন্টারলকিং: রিমোট মোডে ফরওয়ার্ড এবং রিভার্স কমান্ডের মধ্যে অবশ্যই ইলেকট্রিক্যাল বা সফটওয়্যার ইন্টারলকিং নিশ্চিত করতে হবে।
- রিসেট: কোনো ফল্ট (যেমন: OC বা OV) আসলে আগে কারণ খুঁজে বের করুন, তারপর রিসেট দিন।
- ক্যাপাসিটর: পাওয়ার বন্ধ করার পর সাথে সাথে টার্মিনালে হাত দেবেন না; ৫ মিনিট অপেক্ষা করুন।
- তারের দূরত্ব: পাওয়ার তার এবং কন্ট্রোল তারের মধ্যে অন্তত ১০ সেমি দূরত্ব বজায় রাখুন নয়েজ এড়াতে।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) – ৮.৩

জবের নামঃ বিভিন্ন মোডে (লোকাল এবং রিমোট) ভেরিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সি ড্রাইভ (VFD) পরিচালনা করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহ:

- **ইনসুলেটেড হ্যান্ড গ্লাভস:** বৈদ্যুতিক শক থেকে সুরক্ষার জন্য
- **সেফটি জুতো:** আর্থিং বা লিকেজ কারেন্ট থেকে বাঁচতে
- **সেফটি চশমা:** আর্ক ফ্ল্যাশ বা ধুলোবালি থেকে চোখের সুরক্ষায়
- **অ্যাপ্রন:** নিরাপদ কাজের পোশাক

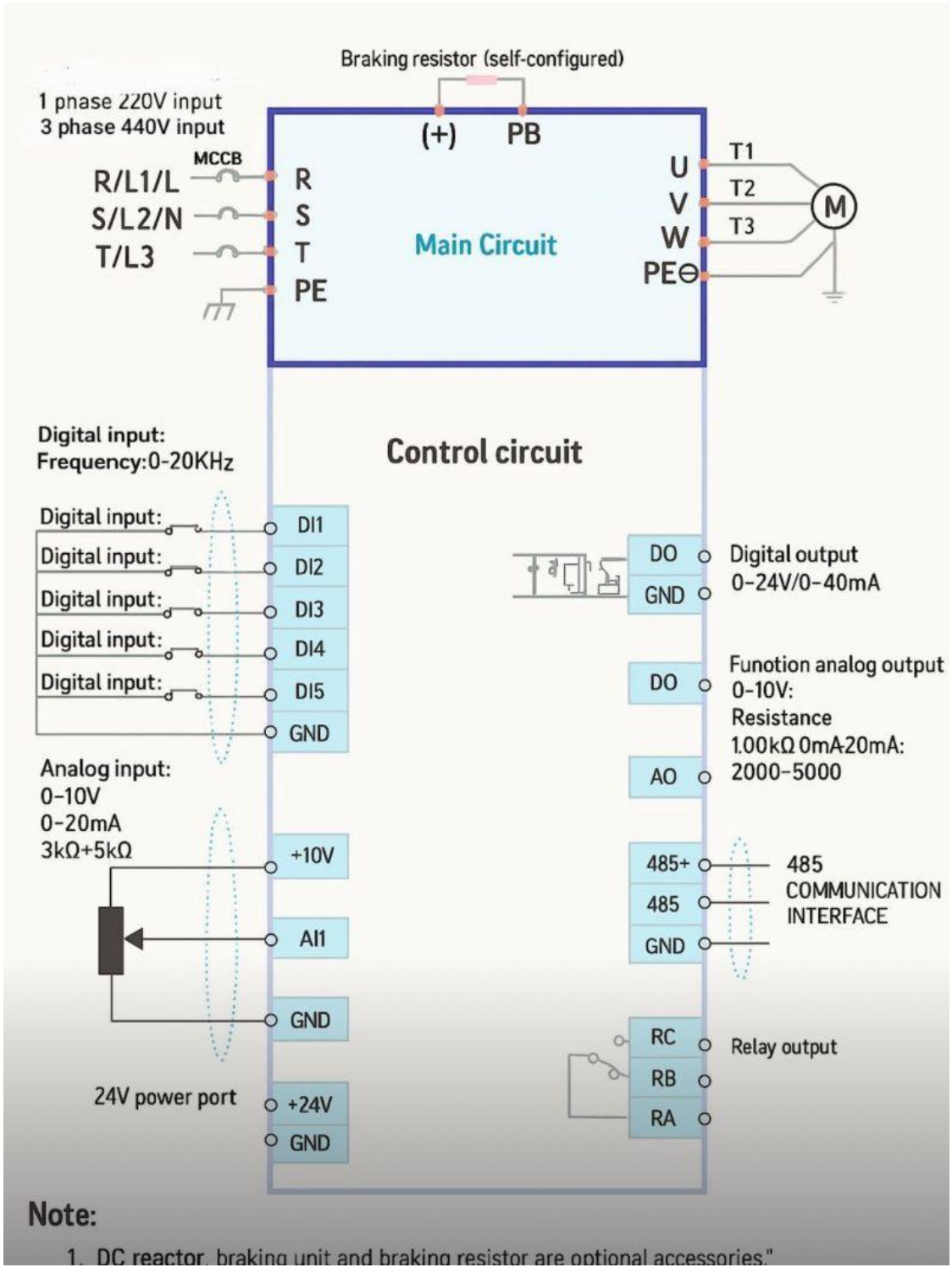
প্রয়োজনীয় টুলস এবং ইকুইপমেন্ট:

ক্রমিক	নাম	পরিমাণ
১	ভিএফডি (VFD) ইউনিট (PLC ইন্টিগ্রেটেড)	১টি
২	থ্রি-ফেজ এসি মোটর	১টি
৩	ডিজিটাল মাল্টিমিটার	১টি
৪	ইনসুলেটেড স্ক্রু-ড্রাইভার সেট	১ সেট
৫	পিএলসি (PLC) ট্রেনিং কিট	১টি

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- কানেক্টিং তার (Power & Control cables)
- পুশ বাটন সুইচ (Start/Stop/Reverse)
- এক্সটারনাল পটেনশিওমিটার (গতির জন্য)
- ফেরুল এবং লাক্স

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) – ৮.৪

শিখন ফল-৪: PLC ব্যবহার করে VFD পরিচালনা করতে পারবে।

উদ্দেশ্যঃ এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমুহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

বিষয়বস্তু (Contents):

- VFD পরিচালনার সময় নিরাপত্তা বিধি (Safety Protocols) অনুসরণ
- VFD কে PLC সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত করা এবং মোটরের প্রয়োজনীয় স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কনফিগার করা
- VFD নিয়ন্ত্রণের জন্য PLC প্রোগ্রাম তৈরি ও যাচাইকরণ
- PLC ব্যবহার করে ফ্রিকোয়েন্সি ও ভোল্টেজ লেভেল সেট করে মোটরের গতি ও টর্ক নিয়ন্ত্রণ
- মসৃণ মোটর অপারেশন নিশ্চিত করতে VFD এর প্যারামিটারগুলো পর্যবেক্ষণ ও সমন্বয়
- সঠিক পারফরম্যান্স নিশ্চিত করার জন্য VFD অপারেশন পরীক্ষা করা

(ক) VFD পরিচালনার সময় নিরাপত্তা বিধি (Safety Protocols) অনুসরণঃ

PLC-এর মাধ্যমে Variable Frequency Drive (VFD) পরিচালনার সময় নিরাপত্তা নিশ্চিত করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এটি কেবল যন্ত্রপাতির সুরক্ষার জন্য নয়, বরং অপারেটরের জীবন রক্ষার্থেও জরুরি। নিচে VFD অপারেশনের প্রধান নিরাপত্তা প্রোটোকলগুলো বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

১. বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা (Electrical Safety)

VFD উচ্চ ভোল্টেজে কাজ করে, তাই বৈদ্যুতিক ঝুঁকি এড়াতে নিচের পদক্ষেপগুলো নিতে হবে:

- লকআউট/ট্যাগআউট (LOTO): রক্ষণাবেক্ষণ বা সংযোগ পরীক্ষার আগে প্রধান পাওয়ার সোর্স বন্ধ করে LOTO পদ্ধতি প্রয়োগ করতে হবে।
- ক্যাপাসিটর ডিসচার্জ সময়: VFD বন্ধ করার সাথে সাথেই এর ভেতরে হাত দেওয়া বিপজ্জনক। ড্রাইভের ইন্টারনাল ক্যাপাসিটরগুলো ডিসচার্জ হওয়ার জন্য অন্তত ৫-১০ মিনিট অপেক্ষা করতে হবে।
- সঠিক গ্রাউন্ডিং (Grounding): ড্রাইভ এবং মোটর উভয়কেই সঠিকভাবে আর্থিং বা গ্রাউন্ড করতে হবে যাতে লিকেজ কারেন্টের কারণে শক লাগার ভয় না থাকে।

২. PLC ও কন্ট্রোল প্যানেল নিরাপত্তা

PLC-এর মাধ্যমে ড্রাইভ নিয়ন্ত্রণ করার সময় কিছু লজিক্যাল নিরাপত্তা মেনে চলা উচিত:

- ইমারজেন্সি স্টপ (E-Stop): PLC-এর সফটওয়্যার স্টপের ওপর নির্ভর না করে একটি হার্ডওয়্যারভিত্তিক ইমারজেন্সি স্টপ বাটন ব্যবহার করতে হবে যা সরাসরি VFD-এর পাওয়ার বা কন্ট্রোল সার্কিটকে বিচ্ছিন্ন করবে।
- ইন্টারলকিং (Interlocking): প্রোগ্রামে এমন ইন্টারলক রাখতে হবে যাতে মোটর ভুল দিকে (Reverse) ঘোরার আগে অবশ্যই পুরোপুরি স্থির হয়।
- আইসোলেশন: কন্ট্রোল সিগন্যাল (PLC) এবং পাওয়ার ক্যাবল (VFD to Motor) আলাদা ট্রের মাধ্যমে নিতে হবে যাতে 'ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ইন্টারফারেন্স' (EMI) না ঘটে।

৩. অপারেশনাল প্রোটোকল (Operational Protocols)

ড্রাইভ চলার সময় নিচের বিষয়গুলো খেয়াল রাখতে হবে:

- প্যারামিটার সেটিং: মোটরের নেমপ্লেট অনুযায়ী VFD-তে সঠিক কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং ফ্রিকোয়েন্সি লিমিট সেট করতে হবে।

- অভারলোড প্রোটেকশন: ড্রাইভের অভারলোড এবং ওভার-কারেন্ট প্রোটেকশন ফিচারগুলো সবসময় সক্রিয় রাখতে হবে।
- ভেন্টিলেশন: VFD প্রচুর তাপ উৎপন্ন করে। তাই প্যানেল বোর্ডে পর্যাপ্ত কুলিং ফ্যান বা ভেন্টিলেশনের ব্যবস্থা থাকতে হবে যাতে ওভারহিটিং না হয়।

৪. পরিবেশগত এবং যান্ত্রিক নিরাপত্তা

- আর্দ্রতা ও ধূলিকণা: VFD প্যানেলটি শুকনো এবং ধূলিমুক্ত স্থানে রাখতে হবে। প্রয়োজনে IP সার্টিফাইড এনক্লোজার ব্যবহার করতে হবে।
- মোটর সেফটি: মোটর যাতে ড্রাইভের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জের বাইরে (যেমন: খুব কম স্পিডে দীর্ঘক্ষণ চলা) না চলে, সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে। কারণ কম স্পিডে মোটরের নিজস্ব ফ্যান কার্যকর থাকে না, ফলে মোটর পুড়ে যেতে পারে।

(খ) VFD কে PLC সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত করা এবং মোটরের প্রয়োজনীয় স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কনফিগার করাঃ

PLC সিস্টেমের সাথে Variable Frequency Drive (VFD) কানেক্ট করা এবং মোটরের স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী কনফিগার করার প্রক্রিয়াটি নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

১. VFD এবং PLC-এর হার্ডওয়্যার কানেকশন

VFD-কে PLC-এর সাথে যুক্ত করার জন্য প্রধানত দুটি পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়:

- অ্যানালগ কন্ট্রোল (Analog Control): এখানে PLC-এর অ্যানালগ আউটপুট মডিউল থেকে 0-10V DC বা 4-20mA সিগন্যাল VFD-এর স্পিড রেফারেন্স টার্মিনালে পাঠানো হয়।
- কমিউনিকেশন প্রোটোকল (Communication Protocols): আধুনিক সিস্টেমে RS-485 (Modbus), Ethernet/IP, বা PROFINET ব্যবহার করে একটি মাত্র ক্যাবলের মাধ্যমে PLC এবং VFD-এর মধ্যে ডেটা আদান-প্রদান করা হয়।

কানেকশন ধাপসমূহ:

- পাওয়ার কানেকশন: VFD-এর ইনপুট টার্মিনালে (L1, L2, L3) থ্রি-ফেজ পাওয়ার সাপ্লাই এবং আউটপুট টার্মিনালে (U, V, W) মোটর কানেক্ট করতে হবে।
- কন্ট্রোল কানেকশন: PLC-এর ডিজিটাল আউটপুটকে VFD-এর Forward/Reverse এবং Stop টার্মিনালের সাথে যুক্ত করতে হবে।

২. মোটর স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী VFD কনফিগারেশন

VFD-কে মোটরের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ করার জন্য এর প্যারামিটারগুলো সেট করতে হয়। মোটরের নেমপ্লেট (Nameplate) দেখে নিচের তথ্যগুলো VFD-তে ইনপুট দিতে হবে:

- Rated Voltage: মোটর কত ভোল্টেজে চলবে (যেমন: 400V বা 415V)।
- Rated Current (FLA): মোটরের ফুল লোড কারেন্ট রেটিং সেট করা যাতে মোটর ওভারলোড থেকে রক্ষা পায়।
- Rated Frequency: সাধারণত ৫০ Hz (বাংলাদেশি স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী)।
- Motor RPM: মোটরের পূর্ণ গতি (যেমন: 1450 RPM)।
- Motor Power (kW/HP): মোটরের ক্ষমতা কত কিলোওয়াট বা হর্সপাওয়ার।

৩. অপারেশনাল প্যারামিটার সেটআপ

সিস্টেমটি সঠিকভাবে পরিচালনার জন্য আরও কিছু গুরুত্বপূর্ণ সেটিংস করতে হয়:

- Control Mode Selection: ড্রাইভটি কীভাবে চলবে তা নির্ধারণ করা। যেহেতু PLC দিয়ে চালানো হবে, তাই একে "External" বা "Remote" মোডে সেট করতে হবে।

- Frequency Command Source: স্পিড কন্ট্রোল করার জন্য সোর্স হিসেবে Analog Input (যদি অ্যানালগ ক্যাবল থাকে) অথবা Communication Slot (যদি নেটওয়ার্ক ক্যাবল থাকে) সিলেক্ট করতে হবে।
- Acceleration & Deceleration Time: মোটরটি কত দ্রুত পূর্ণ গতিতে পৌঁছাবে এবং কত দ্রুত থামবে তার সময় (সেকেন্ডে) সেট করা।
- Stop Mode: মোটরটি কি নিজে নিজেই থেমে যাবে (Coast to Stop) নাকি ড্রাইভ তাকে ব্রেক দিয়ে থামাবে (Ramp to Stop), তা ঠিক করা।

৪. PLC প্রোগ্রামিং ও টেস্টিং

কনফিগারেশন শেষ হলে PLC-তে লজিক লিখতে হয়:

- PLC থেকে যখন একটি ডিজিটাল সিগন্যাল (Output ON) যাবে, তখন VFD মোটরটি চালু করবে।
- PLC থেকে অ্যানালগ ভ্যালু পরিবর্তন করলে মোটরের ফ্রিকোয়েন্সি বা স্পিড পরিবর্তিত হবে।

(গ) VFD নিয়ন্ত্রণের জন্য PLC প্রোগ্রাম তৈরি ও যাচাইকরণঃ

PLC-এর মাধ্যমে একটি Variable Frequency Drive (VFD) নিয়ন্ত্রণ করার জন্য প্রোগ্রাম তৈরি এবং তা যাচাই (Verify) করার ধাপগুলো নিচে বর্ণনা করা হলো:

১. PLC প্রোগ্রাম তৈরি (Creating the Program)

VFD নিয়ন্ত্রণের জন্য সাধারণত **Ladder Logic** ব্যবহার করা হয়। একটি আদর্শ প্রোগ্রামে নিচের বিষয়গুলো অন্তর্ভুক্ত থাকে:

- **Start/Stop Logic:** পুশ বাটনের মাধ্যমে মোটর চালু এবং বন্ধ করার জন্য ডিজিটাল আউটপুট কমান্ড সেট করা।
- **Speed Control (Analog Scaling):** PLC-এর অ্যানালগ আউটপুট (যেমন 0-10Vবা 4-20mA) ব্যবহার করে স্পিড কমান্ড পাঠানো। এর জন্য প্রোগ্রামে **Scaling Function** ব্যবহার করা হয় যাতে PLC-এর ডিজিটাল ভ্যালু (যেমন 0-4000 ফ্রিকোয়েন্সিতে (0-50Hz) রূপান্তরিত হয়।
- **Direction Control:** মোটরটি ক্লক-ওয়াইজ (Forward) নাকি অ্যান্টি-ক্লকওয়াইজ (Reverse) ঘুরবে, তার জন্য আলাদা ইন্টারলকিং লজিক তৈরি করা।
- **Status Monitoring:** VFD থেকে আসা ফিডব্যাক সিগন্যাল (যেমন: Run, Fault, বা Ready) রিড করার জন্য ডিজিটাল ইনপুট ব্যবহার করা।

২. প্যারামিটার কনফিগারেশন ও অ্যাড্রেসিং

প্রোগ্রাম লেখার সময় VFD-এর সাথে কানেক্টিভিটি নিশ্চিত করতে হয়:

- যদি **Communication (Modbus/Profinet)** ব্যবহার করা হয়, তবে নির্দিষ্ট ডেটা রেজিস্টার বা মেমোরি অ্যাড্রেস ($Control Word$ এবং $Status Word$) প্রোগ্রামে ডিফাইন করতে হবে।
- অ্যানালগ আউটপুটের ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট মডিউলের চ্যানেল কনফিগার করতে হবে।

৩. ভেরিফিকেশন বা যাচাইকরণ (Verification)

প্রোগ্রামটি সরাসরি মেশিনে চালানোর আগে নিচের ধাপগুলোতে যাচাই করা হয়:

ক. অফলাইন সিমুলেশন (Offline Simulation)

সফটওয়্যারের (যেমন: TIA Portal, GX Works, বা RSLogix) সিমুলেশন টুল ব্যবহার করে লজিক চেক করা হয়। এখানে দেখা হয় যে Start বাটনে চাপ দিলে সংশ্লিষ্ট আউটপুট বিটটি 'High' হচ্ছে কি না।

খ. আই/ও চেক (I/O Checking)

PLC-এর সাথে VFD-এর তারের সংযোগ ঠিক আছে কিনা তা 'Force' কমান্ডের মাধ্যমে পরীক্ষা করা হয়। যেমন: PLC থেকে আউটপুট ফোর্স করলে VFD-এর ডিসপ্লেতে 'Forward' বা 'Run' সংকেত দেখাচ্ছে কি না।

গ. প্যারামিটার ম্যাচিং (Parameter Matching)

VFD-এর প্যারামিটারে "Control Source" এবং "Speed Source" হিসেবে 'External/Fieldbus' সিলেক্ট করা আছে কি না তা পুনরায় মিলিয়ে নেওয়া হয়।

ঘ. ট্রায়াল রান (Trial Run)

সবকিছু ঠিক থাকলে মোটর কানেক্ট না করে প্রথমে ড্রাইভ চালিয়ে দেখা হয় ফ্রিকোয়েন্সি সঠিক হারে বাড়ছে কি না (Acceleration check)। এরপর মোটর যুক্ত করে লোড টেস্ট করা হয়।

৪. ফল্ট হ্যান্ডলিং (Fault Handling)

প্রোগ্রাম যাচাই করার সময় এটিও নিশ্চিত করা হয় যে, যদি কোনো কারণে VFD-তে কোনো ট্রিপ বা ফল্ট হয়, তবে PLC যেন সাথে সাথে সিস্টেমটিকে নিরাপদ অবস্থায় (Safe State) নিয়ে আসে এবং অ্যালার্ম প্রদর্শন করে।

(ঘ) PLC ব্যবহার করে ফ্রিকোয়েন্সি ও ভোল্টেজ লেভেল সেট করে মোটরের গতি ও টর্ক নিয়ন্ত্রণঃ

PLC-এর মাধ্যমে একটি মোটরের Speed (গতি) এবং Torque (টর্ক) নিয়ন্ত্রণ করার প্রক্রিয়াটি মূলত VFD-এর আউটপুট ফ্রিকোয়েন্সি এবং ভোল্টেজ পরিবর্তনের ওপর নির্ভরশীল। নিচে এর কার্যপদ্ধতি বর্ণনা করা হলো:

১. ফ্রিকোয়েন্সি সেট করার মাধ্যমে স্পিড নিয়ন্ত্রণ

মোটরের গতি বা RPM সরাসরি ফ্রিকোয়েন্সির সাথে সম্পর্কিত। এটি নিচের সূত্রের মাধ্যমে কাজ করে:

$N_s = 120*f/P$

(এখানে N_s = সিনক্রোনাস স্পিড, f = ফ্রিকোয়েন্সি, এবং P = মোটরের পোল সংখ্যা)

- PLC-এর ভূমিকা: PLC থেকে এনালগ সিগন্যাল (যেমন 4-20mA) বা ডিজিটাল কমিউনিকেশন (Modbus/Ethernet) ব্যবহার করে VFD-কে একটি নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সি ভ্যালু পাঠানো হয়।
- ফলাফল: PLC যদি ফ্রিকোয়েন্সি বাড়িয়ে ৫০ Hz করে, তবে মোটর তার পূর্ণ গতিতে ঘুরবে। আবার ফ্রিকোয়েন্সি কমিয়ে ২৫ Hz করলে মোটরটি তার অর্ধেক গতিতে চলবে।

২. ভোল্টেজ লেভেল এবং টর্ক নিয়ন্ত্রণ

টর্ক হলো মোটরের ঘোরার শক্তি। VFD সাধারণত V/f Control (Voltage to Frequency ratio) পদ্ধতি ব্যবহার করে টর্ক বজায় রাখে।

- V/f অনুপাত: যদি ফ্রিকোয়েন্সি কমানো হয় কিন্তু ভোল্টেজ একই রাখা হয়, তবে মোটরের ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স বেড়ে গিয়ে মোটর গরম হয়ে যেতে পারে। তাই স্পিড কমানোর সাথে সাথে PLC এবং VFD আনুপাতিক হারে ভোল্টেজও কমিয়ে দেয়।
- Constant Torque: সঠিক V/f অনুপাত বজায় রাখলে মোটরটি কম গতিতেও তার প্রয়োজনীয় শক্তি বা টর্ক ধরে রাখতে পারে।
- Torque Boost: অনেক সময় ভারী লোড শুরুর সময় (Start-up) বাড়তি টর্কের প্রয়োজন হয়। PLC-এর মাধ্যমে VFD-তে এমন প্যারামিটার সেট করা যায় যা শুরুতে সামান্য বেশি ভোল্টেজ দিয়ে টর্ক বৃদ্ধি করে।

৩. PLC থেকে অ্যাডজাস্ট করার ধাপসমূহ

১. Input: অপারেটর HMI-তে বা প্রোগ্রামের মাধ্যমে একটি নির্দিষ্ট RPM বা স্পিড সেট করেন।

২. Processing: PLC সেই ভ্যালুটিকে ক্যালকুলেট করে একটি ডিজিটাল বা এনালগ আউটপুটে রূপান্তর করে।

৩. Output to VFD: PLC থেকে প্রাপ্ত সিগন্যাল অনুযায়ী VFD মোটরের ইনপুট ভোল্টেজ এবং ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তন করে।

৪. Feedback: মোটরের বর্তমান গতি দেখার জন্য অনেক সময় এনকোডার ব্যবহার করা হয়, যার ফিডব্যাক PLC-তে আসে এবং PLC স্বয়ংক্রিয়ভাবে স্পিড অ্যাডজাস্ট করে (Closed-loop control)।

৪. কেন এই নিয়ন্ত্রণ জরুরি?

- জ্বালানি সাশ্রয়: প্রয়োজন অনুযায়ী স্পিড কমিয়ে বিদ্যুৎ খরচ কমানো যায়।
- যান্ত্রিক সুরক্ষা: হুট করে মোটর ফুল স্পিডে চালু না করে ধীরে ধীরে গতি বাড়ানো (Soft Start) যায়, যা মোটরের দীর্ঘস্থায়িত্ব নিশ্চিত করে।
- প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ: কনভেয়ার বেল্ট বা ফ্যান সিস্টেমে সুনির্দিষ্ট গতি বজায় রাখা সহজ হয়।

(ঙ) মসৃণ মোটর অপারেশন নিশ্চিত করতে VFD এর প্যারামিটারগুলো পর্যবেক্ষণ ও সমন্বয়ঃ

PLC এবং VFD-এর সমন্বিত সিস্টেমে মোটরের কার্যক্রম মসৃণ (Smooth) রাখার জন্য নিয়মিত প্যারামিটার মনিটর এবং অ্যাডজাস্ট করা অপরিহার্য। নিচে এই প্রক্রিয়াটি বর্ণনা করা হলো:

১. গুরুত্বপূর্ণ প্যারামিটার মনিটরিং (Monitoring)

VFD অপারেশন চলাকালীন PLC-এর মাধ্যমে মূলত নিচের বিষয়গুলো পর্যবেক্ষণ করা হয়:

- **আউটপুট ফ্রিকোয়েন্সি (Output Frequency):** মোটরটি বর্তমানে কত ফ্রিকোয়েন্সিতে চলছে এবং সেট পয়েন্টের সাথে তার মিল আছে কি না।
- **মোটর কারেন্ট (Motor Current):** মোটর কত অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ টানছে। যদি কারেন্ট রেটিংয়ের চেয়ে বেশি হয়, তবে বুঝতে হবে সিস্টেমে কোনো যান্ত্রিক জ্যাম বা ওভারলোড আছে।
- **বাস ভোল্টেজ (DC Bus Voltage):** VFD-এর ভেতরের ডিসি ভোল্টেজ স্থিতিশীল আছে কি না তা দেখা হয়, যা পাওয়ার কোয়ালিটি নির্দেশ করে।
- **তাপমাত্রা (Heat Sink Temperature):** ড্রাইভটি অতিরিক্ত গরম হচ্ছে কি না তা মনিটর করা হয় যাতে ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্ট ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।

২. মসৃণ অপারেশনের জন্য অ্যাডজাস্টমেন্ট (Adjustment)

সিস্টেমের পারফরম্যান্স উন্নত করতে PLC বা VFD প্যানেল থেকে নিচের প্যারামিটারগুলো অ্যাডজাস্ট করা হয়:

- **অ্যাক্সিলারেশন এবং ডিসিলারেশন (Accel/Decel Time):** মোটরের গতি বাড়ানো বা কমানোর সময় যাতে কোনো ঝাঁকুনি (Jerk) না লাগে, সেজন্য এই সময়টি বাড়ানো হয়। এটি মেকানিক্যাল গিয়ার বা বেল্টের স্থায়িত্ব বাড়ায়।
- **স্লিপ কম্পেনসেশন (Slip Compensation):** লোড বাড়লে মোটরের গতি সামান্য কমে যেতে পারে। এটি অ্যাডজাস্ট করার মাধ্যমে লোড অবস্থাতেও সঠিক গতি বজায় রাখা হয়।
- **V/f রেশিও টিউনিং:** মোটরের ম্যাগনেটাইজিং কারেন্ট সঠিক রাখতে ভোল্টেজ এবং ফ্রিকোয়েন্সির অনুপাত সমন্বয় করা হয়।
- **ক্যারিয়ার ফ্রিকোয়েন্সি (Carrier Frequency):** মোটরের শব্দ (Noise) কমানোর জন্য এবং মসৃণ আউটপুট ওয়েভ পাওয়ার জন্য এটি অ্যাডজাস্ট করা হয়।

৩. মনিটরিং ও অ্যাডজাস্টমেন্টের পদ্ধতি

১. **HMI ডিসপ্লে:** অপারেটর সাধারণত HMI স্ক্রিনে রিয়েল-টাইম গ্রাফ এবং ডেটা দেখেন।

২. **অ্যালার্ম এবং নোটিফিকেশন:** কোনো প্যারামিটার বিপদসীমা অতিক্রম করলে PLC স্বয়ংক্রিয়ভাবে অ্যালার্ম দেয় বা ড্রাইভ থামিয়ে দেয়।

৩. **অটো-টিউনিং (Auto-tuning):** আধুনিক VFD-তে অটো-টিউন ফিচার থাকে যা মোটরের সাথে কানেক্ট করার পর স্বয়ংক্রিয়ভাবে তার রেজিস্ট্যান্স এবং ইনডাকট্যান্স পরিমাপ করে নিজেকে কনফিগার করে নেয়।

৪. সুফল (Benefits)

- **বিদ্যুৎ সাশ্রয়:** সঠিক কারেন্ট এবং ফ্রিকোয়েন্সি বজায় রাখলে সিস্টেমের দক্ষতা বাড়ে।
- **যন্ত্রপাতির দীর্ঘস্থায়িত্ব:** ঝাঁকুনিহীন স্টার্ট এবং স্টপ মেকানিক্যাল পার্টস কম ক্ষয় করে।
- **নিরাপদ অপারেশন:** নিয়মিত মনিটরিং বড় ধরনের দুর্ঘটনা বা ব্রেকডাউন এড়াতে সাহায্য করে।

(চ) সঠিক পারফরম্যান্স নিশ্চিত করার জন্য VFD অপারেশন পরীক্ষা করাঃ

VFD অপারেশনের পারফরম্যান্স পরীক্ষা করা বা Testing হলো একটি সিস্টেম চালু করার চূড়ান্ত ধাপ। এর মাধ্যমে নিশ্চিত করা হয় যে, PLC থেকে পাঠানো প্রতিটি কমান্ড VFD এবং মোটর সঠিকভাবে পালন করছে। নিচে এই পরীক্ষার প্রধান ধাপগুলো বাংলায় বর্ণনা করা হলো:

১. নো-লোড টেস্ট (No-Load Test)

মোটরটিকে মেশিনের সাথে যুক্ত করার আগে (Uncoupled অবস্থায়) এই পরীক্ষা করা হয়।

- **উদ্দেশ্য:** মোটরটি কোনো বাধা ছাড়াই ঘুরছে কি না এবং এর ঘোরার দিক (Direction) সঠিক আছে কি না তা যাচাই করা।
- **করণীয়:** PLC থেকে খুব কম ফ্রিকোয়েন্সি (যেমন ১০ Hz) দিয়ে শুরু করে ধীরে ধীরে বাড়ানো হয় এবং মোটরের আচরণ পর্যবেক্ষণ করা হয়।

২. স্টার্ট-স্টপ এবং ইন্টারলক টেস্ট

- **কমান্ড ভেরিফিকেশন:** PLC-এর 'Start' বাটন চাপলে VFD রান হয় কি না এবং 'Stop' চাপলে সেটি নির্দিষ্ট সময়ে (Deceleration time) থামে কি না তা দেখা হয়।
- **ইমারজেন্সি স্টপ:** ইমারজেন্সি বাটন চাপলে ড্রাইভটি সাথে সাথে পাওয়ার ডিসকানেক্ট করছে কি না তা পরীক্ষা করা অত্যন্ত জরুরি।
- **ইন্টারলক:** যদি সিস্টেমে কোনো সেফটি সেন্সর (যেমন- লিমিট সুইচ) থাকে, তবে সেটি ট্রিপ করলে মোটর থামছে কি না তা যাচাই করা হয়।

৩. স্পিড রেঞ্জ এবং রেসপন্স টেস্ট (Speed & Response)

- **অ্যানালগ সিগন্যাল ম্যাচিং:** PLC-এর HMI থেকে যদি ১০০০ RPM সেট করা হয়, তবে VFD ডিসপ্লে এবং ট্যাকোমিটারে (Tachometer) ঠিক ১০০০ RPM দেখাচ্ছে কি না তা মিলিয়ে দেখা হয়।
- **র‍্যাম্প টেস্ট (Ramp Test):** মোটরটি স্থির অবস্থা থেকে পূর্ণ গতিতে পৌঁছাতে (Acceleration) এবং পূর্ণ গতি থেকে থামতে (Deceleration) কত সময় নিচ্ছে তা স্টপওয়াচ দিয়ে মাপা হয়।

৪. লোড টেস্ট (On-Load Test)

মোটরটিকে যখন মূল লোড বা মেশিনের সাথে যুক্ত করা হয়, তখন এই পরীক্ষা করা হয়।

- **কারেন্ট মনিটরিং:** লোড অবস্থায় মোটরের কারেন্ট (Amps) যেন নেমপ্লেট রেটিংয়ের ভেতরে থাকে।
- **টর্ক চেক:** লোড থাকা অবস্থায় মোটরটি মসৃণভাবে স্টার্ট নিতে পারছে কি না তা দেখা হয়। যদি মোটর কাঁপতে থাকে বা শব্দ করে, তবে V/f প্যারামিটার বা টর্ক বুস্ট অ্যাডজাস্ট করতে হয়।

৫. থার্মাল এবং স্ট্যাবিলিটি টেস্ট

- **দীর্ঘমেয়াদী পর্যবেক্ষণ:** মোটরটি একটানা ১-২ ঘণ্টা চালানোর পর VFD-এর হিটসিঙ্ক এবং মোটরের তাপমাত্রা পরীক্ষা করা হয়।
- **ভাইব্রেশন চেক:** উচ্চ গতিতে চলার সময় মোটরে কোনো অস্বাভাবিক কম্পন বা শব্দ হচ্ছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়।

সেলফ চেক (Self-check) – ৮.৪

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. VFD রক্ষণাবেক্ষণের আগে কতক্ষণ অপেক্ষা করা উচিত এবং কেন?
২. VFD সিস্টেমে LOTO বলতে কী বোঝায়?
৩. VFD-কে PLC-র সাথে যুক্ত করার দুটি প্রধান মাধ্যম কী কী?
৪. মোটর কনফিগারেশনের জন্য VFD-তে কোন কোন প্যারামিটার সেট করতে হয়?
৫. PLC প্রোগ্রামে 'Scaling' কেন ব্যবহার করা হয়?
৬. প্রোগ্রাম ভেরিফিকেশনের জন্য 'Offline Simulation' এর সুবিধা কী?
৭. মোটরের স্পিড এবং ফ্রিকোয়েন্সির মধ্যে সম্পর্ক কী?
৮. V/f কন্ট্রোল বলতে কী বোঝায়?
৯. VFD অপারেশনের সময় কোন কোন বিষয় মনিটর করা জরুরি?
১০. VFD-র 'Acceleration Time' অ্যাডজাস্ট করার প্রয়োজনীয়তা কী?
১১. লোড টেস্ট (On-load Test) কেন করা হয়?

উত্তরপত্র (Answer Key) – ৮.৪

১.প্রশ্ন: VFD রক্ষণাবেক্ষণের আগে কতক্ষণ অপেক্ষা করা উচিত এবং কেন?
উত্তর: VFD বন্ধ করার পর অন্তত ৫ থেকে ১০ মিনিট অপেক্ষা করা উচিত। কারণ এর ভেতরের ক্যাপাসিটরগুলোতে উচ্চ ভোল্টেজ সঞ্চিত থাকে, যা ডিসচার্জ হতে সময় লাগে।

২.প্রশ্ন: VFD সিস্টেমে LOTO বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: LOTO মানে হলো Lockout/Tagout। এটি একটি নিরাপত্তা পদ্ধতি যার মাধ্যমে নিশ্চিত করা হয় যে রক্ষণাবেক্ষণ চলাকালীন কেউ ভুলবশত পাওয়ার অন করতে পারবে না।

৩.প্রশ্ন: VFD-কে PLC-র সাথে যুক্ত করার দুটি প্রধান মাধ্যম কী কী?
উত্তর: ১. অ্যানালগ সিগন্যাল (0-10V বা 4-20mA) এবং ২. ডিজিটাল কমিউনিকেশন (যেমন: Modbus, Profinet বা Ethernet)।

৪.প্রশ্ন: মোটর কনফিগারেশনের জন্য VFD-তে কোন কোন প্যারামিটার সেট করতে হয়?
উত্তর: মোটরের রেটেড ভোল্টেজ, রেটেড কারেন্ট (FLA), ফ্রিকোয়েন্সি (Hz) এবং RPM।

৫.প্রশ্ন: PLC প্রোগ্রামে 'Scaling' কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর: HMI থেকে দেওয়া বাস্তব মানকে (যেমন: 0-50 Hz) PLC-র ডিজিটাল ভ্যালুতে (যেমন: 0-27648) রূপান্তর করার জন্য Scaling ব্যবহার করা হয়।

৬.প্রশ্ন: প্রোগ্রাম ভেরিফিকেশনের জন্য 'Offline Simulation' এর সুবিধা কী?
উত্তর: হার্ডওয়্যার ছাড়াই সফটওয়্যারের মাধ্যমে প্রোগ্রামের লজিক বা ত্রুটি পরীক্ষা করা যায়, যা সরঞ্জামের ক্ষতি রোধ করে।

৭.প্রশ্ন: মোটরের স্পিড এবং ফ্রিকোয়েন্সির মধ্যে সম্পর্ক কী?
উত্তর: মোটরের স্পিড ফ্রিকোয়েন্সির সাথে সমানুপাতিক। অর্থাৎ ফ্রিকোয়েন্সি বাড়লে স্পিড বাড়ে এবং ফ্রিকোয়েন্সি কমলে স্পিড কমে।

৮.প্রশ্ন: V/f কন্ট্রোল বলতে কী বোঝায়?
উত্তর: এটি এমন একটি পদ্ধতি যেখানে ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তনের সাথে সাথে আনুপাতিক হারে ভোল্টেজও পরিবর্তন করা হয়, যাতে মোটরের টর্ক বা শক্তি বজায় থাকে।

৯.প্রশ্ন: VFD অপারেশনের সময় কোন কোন বিষয় মনিটর করা জরুরি?
উত্তর: আউটপুট ফ্রিকোয়েন্সি, মোটর কারেন্ট, ডিসি বাস ভোল্টেজ এবং ড্রাইভের তাপমাত্রা।

১০.প্রশ্ন: VFD-র 'Acceleration Time' অ্যাডজাস্ট করার প্রয়োজনীয়তা কী?
উত্তর: মোটরটি যেন কোনো ঝাঁকুনি ছাড়াই ধীরে ধীরে পূর্ণ গতিতে পৌঁছাতে পারে এবং মেকানিক্যাল পার্টসের ওপর চাপ কম পড়ে, সেজন্য এটি প্রয়োজন।

১১.প্রশ্ন: লোড টেস্ট (On-load Test) কেন করা হয়?
উত্তর: মোটরটি বাস্তব কাজের চাপে (Load) সঠিক কারেন্ট নিচ্ছে কি না এবং পর্যাপ্ত টর্ক উৎপন্ন করছে কি না তা নিশ্চিত করার জন্য।

জব শিট (Job Sheet) – ৮.৪

জবের নামঃ PLC-এর মাধ্যমে VFD পরিচালনা ও কনফিগার করা।

কাজের ধাপসমূহঃ

১. সার্কিট ডিজাইন: প্রথমে ডায়াগ্রাম অনুযায়ী PLC, VFD এবং মোটরের কানেকশন ম্যাপ তৈরি করুন।
২. হার্ডওয়্যার কানেকশন: PLC-এর আউটপুট মডিউল থেকে VFD-এর কন্ট্রোল টার্মিনালে তার সংযোগ দিন। মোটরের সাথে VFD-এর আউটপুট (U, V, W) যুক্ত করুন।
৩. প্যারামিটার সেটিং: VFD-এর ডিসপ্লে থেকে মোটরের নেমপ্লেট অনুযায়ী ভোল্টেজ, কারেন্ট, ফ্রিকোয়েন্সি এবং কন্ট্রোল সোর্স (Remote/Terminal) সেট করুন।
৪. PLC প্রোগ্রামিং: কম্পিউটারে ল্যাডার লজিক তৈরি করুন (Start/Stop, Speed Scaling)। প্রোগ্রামটি PLC-তে ডাউনলোড করুন।
৫. কমিউনিকেশন চেক: PLC থেকে সিগন্যাল দিলে VFD-তে 'Run' কমান্ড শো করছে কি না তা নিশ্চিত করুন।
৬. স্পিড অ্যাডজাস্টমেন্ট: PLC-এর মাধ্যমে ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তন করে মোটরের গতি পর্যবেক্ষণ করুন।
৭. পারফরম্যান্স টেস্ট: অ্যাক্সিলারেশন এবং ডিসিলারেশন টাইম পরীক্ষা করে দেখুন মোটরটি মসৃণভাবে চলছে কি না।

সতর্কতাঃ

- বিদ্যুৎ সংযোগ: কানেকশন দেওয়ার সময় মেইন পাওয়ার সুইচ অবশ্যই বন্ধ রাখতে হবে।
- ক্যাপাসিটর ডিসচার্জ: VFD বন্ধ করার পর অন্তত ৫ মিনিট অপেক্ষা না করে এর টার্মিনালে হাত দেবেন না।
- সঠিক রেটিং: মোটরের রেটিংয়ের চেয়ে বেশি কারেন্ট বা ভোল্টেজ VFD-তে সেট করবেন না।
- গ্রাউন্ডিং: প্রতিটি সরঞ্জামের প্রপার গ্রাউন্ডিং নিশ্চিত করুন যাতে বডি শকের ঝুঁকি না থাকে।
- তারের দূরত্ব: পাওয়ার ক্যাবল এবং কন্ট্রোল সিগন্যাল ক্যাবল আলাদা পাইপের ভেতর দিয়ে নিন যাতে নয়েজ (Noise) তৈরি না হয়।

স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet) –৮.৪

জবের নামঃ PLC-এর মাধ্যমে VFD পরিচালনা ও কনফিগার করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই সমুহঃ

- **ইন্সুল্যেটিং গ্লাভস:** বৈদ্যুতিক শক থেকে বাঁচতে।
- **সেফটি জুতো (Antistatic):** গ্রাউন্ডিং জনিত দুর্ঘটনা এড়াতে।
- **সুরক্ষা চশমা:** আর্ক ফ্ল্যাশ বা ধুলোবালি থেকে চোখ রক্ষায়।
- **অ্যাপ্রন বা কাজের পোশাক:** ঢিলেঢালা পোশাক এড়িয়ে চলা।

সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি (Tools & Equipment):

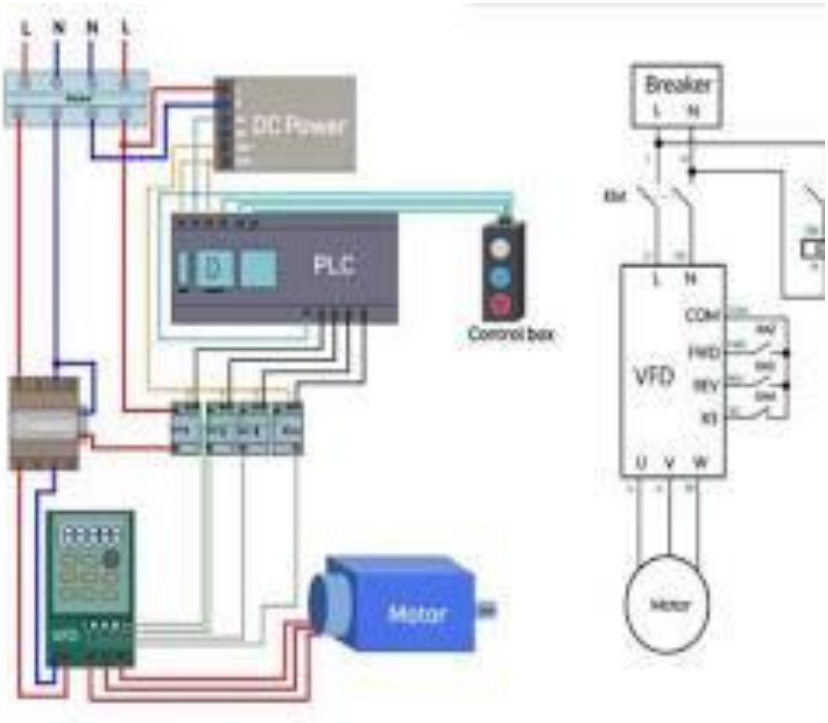
ক্রমিক	নাম	বিবরণ
১	PLC Trainer Kit	(S7-1200, FX-Series বা সমমান)
২	VFD Unit	(যেমন: ABB, Delta বা Siemens)

ক্রমিক	নাম	বিবরণ
৩	3-Phase Induction Motor	0.5 HP বা তদূর্ধ্ব
৪	Digital Multimeter	ভোল্টেজ ও কন্টিনিউটি পরীক্ষার জন্য
৫	Screw Driver Set	তার কানেকশনের জন্য
৬	Wire Stripper & Cutter	তার কাটার ও ইনসুলেশন সরানোর জন্য
৭	Laptop/PC	PLC প্রোগ্রামিং সফটওয়্যারসহ

প্রয়োজনীয় মালামাল (Materials):

- কানেক্টিং ওয়্যার (Control & Power Cable)
- ফেরুল এবং লাকস (Ferrules & Lugs)
- কমিউনিকেশন কেবল (Ethernet/RS-485)
- পুশ বাটন সুইচ এবং ইন্ডিকেটর ল্যাম্প

ড্রইং/ডায়াগ্রাম/লে-আউটঃ



এই ডায়াগ্রামটিতে মূলত দেখানো হয়েছে:

১. PLC Output: যেখান থেকে কন্ট্রোল সিগন্যাল (Start/Stop/Speed) বের হচ্ছে।

২. VFD Input: যেখানে PLC-এর সিগন্যাল এসে পৌঁছাচ্ছে।

৩. Motor Connection: VFD থেকে U, V, W টার্মিনালের মাধ্যমে মোটরে পাওয়ার যাচ্ছে।

৪. Power Circuit: যেখানে সার্কিট ব্রেকার এবং মেইন লাইন সংযুক্ত আছে।