



পিএলসি: শিল্প অটোমেশন এবং ব্যবহারিক প্রয়োগ।

সহজ ভাষায় পিএলসি প্রোগ্রামিং ও
হার্ডওয়্যার পরিচিতি।

মো হাফিজুর রহমান টিপন



সূচিপত্র (Table of Contents)

মুখবন্ধ

অধ্যায় ১: পিএলসি প্রোগ্রামিং-এর মূলনীতি

১/ পিএলসি পরিচিতি।

২/ ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহৃত প্রধান পিএলসি ব্র্যান্ড।

৩/ বাংলাদেশে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত পিএলসি।

৪/ ল্যাডার লজিক সিম্বল: ইনপুট, আউটপুট।

৫/ টাইমার: TON, TOF, RTO

৬/ কাউন্টার: CTU, CTD

৭/ লজিক গেট: AND, OR, NOT

অধ্যায় ২: পিএলসি হার্ডওয়্যার: মডিউল ও পেরিফেরালস

১/ পিএলসি হার্ডওয়্যার পরিচিতি: র‍্যাক, সিপিইউ, পিএসইউ।

২/ ইনপুট/আউটপুট (I/O) মডিউল।

৩/ কমিউনিকেশন মডিউল।

৪/ LOGO! সফট কমফোর্ট ইন্টারফেস।

৫/ প্রোগ্রাম আপলোড ও ডাউনলোড

অধ্যায় ৩: ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের সুইচের সাথে পরিচয়

১/ ম্যানুয়াল সুইচ: পুশবাটন, সিলেক্টর, টগল।

২/ পুশবাটনে ল্যাচিং কেন প্রয়োজন।

৩/ কন্টাক্ট ও নন-কন্টাক্ট সেন্সর।

৪/ ডিজিটাল ও অ্যানালগ সেন্সর।

৫/ ইলেকট্রোমেকানিক্যাল ও ইলেকট্রনিক্স সুইচ।

৬/ লিমিট সুইচ।

অধ্যায় ৪: রিলে এবং কন্ট্যাক্টর কন্ট্রোলিং

১/ রিলের প্রকারভেদ ও পিন কনফিগারেশন

২/ রিলে কন্ট্রোলিং ডায়াগ্রাম

৩/ রিলে ল্যাচিং ডায়াগ্রাম

৪/ ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর পরিচিতি

৫/ কন্ট্যাক্টর ল্যাচিং ও কন্ট্রোলিং ডায়াগ্রাম

PLC: আধুনিক শিল্প কারখানার মস্তিষ্ক

আজকের দিনে আমরা যা কিছু দেখি, তার বেশিরভাগই স্বয়ংক্রিয় (automated)। ফ্যাক্টরিতে গাড়ির অ্যাসেম্বলি লাইন থেকে শুরু করে পানি শোধন প্ল্যান্ট, সবকিছুতেই এক ধরনের অদৃশ্য নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা কাজ করছে। এই অদৃশ্য ব্যবস্থার কেন্দ্রে রয়েছে একটি অত্যাধুনিক যন্ত্র, যার নাম প্রোগ্রামেবল লজিক কন্ট্রোলার (**Programmable Logic Controller**), সংক্ষেপে **PLC**।

PLC হলো একটি বিশেষ ধরনের কম্পিউটার, যা বিশেষভাবে শিল্প কারখানার কঠিন ও জটিল পরিবেশে কাজ করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। এটি হাজার হাজার সেন্সর, মোটর, ভালভ এবং অন্যান্য ডিভাইসকে নিখুঁতভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে। এক কথায়, PLC হচ্ছে আধুনিক শিল্প কারখানার মস্তিষ্ক।

আজ থেকে প্রায় ৫০ বছর আগে এই যন্ত্রটি উদ্ভাবিত হয়েছিল, যখন পুরোনো রিলে-ভিত্তিক কন্ট্রোল সিস্টেমের নানা সীমাবদ্ধতা দেখা দেয়। সেই সময়, কোনো ফ্যাক্টরিতে একটি সাধারণ পরিবর্তন আনতে হলেও প্রচুর সময় ও অর্থের প্রয়োজন হতো। PLC আসার পর থেকে এই পরিস্থিতি সম্পূর্ণ পাল্টে গেছে। এখন যেকোনো পরিবর্তন আনা সম্ভব শুধু প্রোগ্রামে সামান্য পরিবর্তন করে, কোনো তারের সংযোগ না কেটে বা হার্ডওয়্যারে হাত না দিয়ে।

আপনার যদি অটোমেশন, রোবোটিকস, বা ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং-এর মতো বিষয়গুলোতে আগ্রহ থাকে, তাহলে PLC আপনার জন্য একটি অপরিহার্য বিষয়। এর জ্ঞান আপনাকে কেবল একজন টেকনিশিয়ান হিসেবেই নয়, বরং একজন দক্ষ এবং সফল ইঞ্জিনিয়ার হিসেবে গড়ে তুলতে সাহায্য করবে। PLC শেখার মাধ্যমে আপনি কেবল একটি যন্ত্রের কার্যকারিতা জানবেন না, বরং ভবিষ্যতের প্রযুক্তির সঙ্গে তাল মিলিয়ে চলার জন্য নিজেকে প্রস্তুত করবেন।

PLC এমন একটি যন্ত্র যা আপনার সামনে অপার সম্ভাবনার দ্বার খুলে দিতে পারে। এটি শেখা আপনাকে দেবে একটি মজবুত ভিত্তি যা আপনার ক্যারিয়ারকে নতুন উচ্চতায় নিয়ে যাবে। তাই, PLC-এর এই জগতটিতে প্রবেশ করে এর ক্ষমতা উপলব্ধি করা এবং এর ব্যবহার শেখা আপনার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

কেন PLC, মাইক্রোকন্ট্রোলারের চেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়?

PLC এবং মাইক্রোকন্ট্রোলার—উভয়ই ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার জন্য ব্যবহৃত হয়। তবে শিল্প কারখানায় মাইক্রোকন্ট্রোলারের তুলনায় PLC-কে বেশি প্রাধান্য দেওয়া হয়। এর পেছনে বেশ কিছু গুরুত্বপূর্ণ কারণ রয়েছে।

১. পরিবেশগত দৃঢ়তা (Environmental Robustness)

শিল্প কারখানার পরিবেশ সাধারণত ধুলো, তাপমাত্রা পরিবর্তন, বৈদ্যুতিক গোলযোগ (electrical noise) এবং কম্পনে (vibration) পূর্ণ থাকে। একটি সাধারণ মাইক্রোকন্ট্রোলার এই ধরনের পরিবেশে সহজে ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে। অন্যদিকে, PLC-কে এই কঠিন পরিবেশের জন্য বিশেষভাবে ডিজাইন করা হয়। এদের হাউজিং (enclosure) মজবুত হয়, যা বাইরের প্রভাব থেকে সুরক্ষা দেয়, এবং এদের অভ্যন্তরীণ সার্কিটরি বৈদ্যুতিক গোলযোগ সহনশীল (noise-immune) হয়।

২. প্রোগ্রামিং-এর সহজতা (Ease of Programming)

মাইক্রোকন্ট্রোলারের জন্য প্রোগ্রাম লেখার জন্য সাধারণত C, C++ বা অ্যাসেম্বলি ল্যাঙ্গুয়েজ ব্যবহার করতে হয়, যা শেখা এবং ব্যবহার করা কিছুটা জটিল। এর জন্য কোডিং-এর গভীর জ্ঞান থাকা প্রয়োজন। PLC-এর ক্ষেত্রে, প্রোগ্রামিং ভাষাগুলো (যেমন: ল্যাডার ডায়াগ্রাম - Ladder Diagram) বিশেষভাবে ডিজাইন করা হয়েছে ইলেকট্রিশিয়ান এবং ইঞ্জিনিয়ারদের জন্য, যারা ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট সম্পর্কে ভালোভাবে বোঝেন। ল্যাডার লজিক অনেকটা রিলে লজিকের মতো কাজ করে, যা শেখা এবং বোঝা খুবই সহজ।

৩. মডুলার ডিজাইন (Modular Design)

PLC মডুলার ডিজাইনের হয়। এর মানে হলো, প্রয়োজন অনুযায়ী ইনপুট/আউটপুট (I/O) মডিউল যোগ বা বিয়োগ করা যায়। যদি আপনার সিস্টেমে আরও বেশি সেন্সর বা অ্যাকচুয়েটর সংযোগ করার প্রয়োজন হয়, তাহলে আপনি শুধু অতিরিক্ত I/O মডিউল ইনস্টল করলেই হবে। মাইক্রোকন্ট্রোলারের ক্ষেত্রে, ইনপুট/আউটপুট পিনের সংখ্যা নির্দিষ্ট থাকে, যা প্রয়োজনে বাড়ানো সম্ভব হয় না এবং পুরো সার্কিট নতুন করে ডিজাইন করতে হতে পারে।

৪. নির্ভরযোগ্যতা এবং ট্রাবলশুটিং (Reliability and Troubleshooting)

PLC অত্যন্ত নির্ভরযোগ্য এবং দীর্ঘস্থায়ীভাবে কাজ করার জন্য তৈরি করা হয়। এদের হার্ডওয়্যার এবং সফটওয়্যার ত্রুটিমুক্ত অপারেশন নিশ্চিত করে। PLC-তে যদি কোনো সমস্যা হয়, তাহলে এর সফটওয়্যারে বিল্ট-ইন ডায়াগনস্টিক টুল থাকে, যা খুব সহজে সমস্যা খুঁজে বের করতে সাহায্য করে। মাইক্রোকন্ট্রোলারের ক্ষেত্রে,

ট্রাবলশুটিং অনেক বেশি সময়সাপেক্ষ এবং জটিল হতে পারে, কারণ এর জন্য আলাদাভাবে ডায়াগনস্টিক সার্কিট তৈরি করতে হতে পারে।

৫. শিল্প মান (Industrial Standards)

PLC বিভিন্ন আন্তর্জাতিক শিল্প মান (যেমন: IEC 61131-3) মেনে চলে, যা শিল্পে এর ব্যবহারকে আরও সহজ করে তোলে। এই মানগুলোর কারণে বিভিন্ন ব্র্যান্ডের PLC-তে প্রোগ্রামিং এবং ইন্টারফেসিং-এর ক্ষেত্রে এক ধরনের সামঞ্জস্য থাকে। মাইক্রোকন্ট্রোলারের জন্য এমন কোনো নির্দিষ্ট শিল্প মান নেই, যা এটিকে ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাপ্লিকেশনের জন্য কম উপযোগী করে তোলে।

৬. ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইন্টারফেস এবং প্রোটোকল সাপোর্ট (Industrial Interface and Protocol Support)

PLC বিভিন্ন ধরনের ইন্ডাস্ট্রিয়াল কমিউনিকেশন প্রোটোকল (Industrial Communication Protocols) যেমন Modbus, Profibus, Ethernet/IP, PROFINET ইত্যাদি সাপোর্ট করে। এর মাধ্যমে খুব সহজে অন্যান্য ডিভাইস, যেমন HMI (Human Machine Interface), SCADA সিস্টেম বা অন্য PLC-এর সাথে যোগাযোগ স্থাপন করা যায়। মাইক্রোকন্ট্রোলারকে এই প্রোটোকলগুলো সাপোর্ট করানোর জন্য অতিরিক্ত হার্ডওয়্যার এবং সফটওয়্যার ডেভেলপমেন্টের প্রয়োজন হয়, যা বেশ জটিল এবং সময়সাপেক্ষ।

৭. রক্ষণাবেক্ষণ এবং লাইফসাইকেল (Maintenance and Lifecycle)

PLC-র রক্ষণাবেক্ষণ তুলনামূলকভাবে সহজ। এর মডুলার ডিজাইন ও সহজে ট্রাবলশুটিং করার সুবিধার কারণে কোনো নির্দিষ্ট অংশ নষ্ট হলে তা সহজেই পরিবর্তন করা যায়। কিন্তু মাইক্রোকন্ট্রোলারভিত্তিক সার্কিটের ক্ষেত্রে একটি কম্পোনেন্ট নষ্ট হলে পুরো সার্কিটটি মেরামত বা প্রতিস্থাপন করার প্রয়োজন হতে পারে। এছাড়া, PLC প্রস্তুতকারক প্রতিষ্ঠানগুলো দীর্ঘ সময় ধরে এর স্পেয়ার পার্টস এবং টেকনিক্যাল সাপোর্ট দিয়ে থাকে, যা ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাপ্লিকেশনের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৮. বিল্ট-ইন সুরক্ষা ব্যবস্থা (Built-in Safety Features)

PLC-তে এমনভাবে ডিজাইন করা হয় যাতে এটি কোনো ত্রুটি বা বিদ্যুৎ বিভ্রাটের সময়ও নিরাপদে কাজ করতে পারে। এতে বিল্ট-ইন সুরক্ষা ব্যবস্থা (built-in safety features) থাকে, যা মাইক্রোকন্ট্রোলারে সাধারণত পাওয়া যায় না। উদাহরণস্বরূপ, কিছু PLC-তে Fail-Safe ব্যবস্থা থাকে। এর ফলে কোনো জরুরি পরিস্থিতিতে এটি নিজে থেকেই সিস্টেমকে একটি নিরাপদ অবস্থায় নিয়ে যায়, যাতে বড় ধরনের দুর্ঘটনা এড়ানো যায়।

৯. ব্যাপক টুলস এবং সফটওয়্যার ইকোসিস্টেম (Extensive Tools and Software Ecosystem)

PLC নির্মাতারা তাদের পণ্যের জন্য উন্নত প্রোগ্রামিং সফটওয়্যার এবং ট্রাবলশুটিং টুলস সরবরাহ করে। এই সফটওয়্যারগুলোতে সিমুলেশন (simulation), ডায়াগনস্টিকস (diagnostics), এবং লাইভ মনিটরিং-এর মতো ফিচার থাকে, যা প্রোগ্রামিং এবং ত্রুটি খুঁজে বের করার কাজকে অনেক সহজ করে তোলে। এই সুবিধাগুলো মাইক্রোকন্ট্রোলারের জন্য আলাদাভাবে তৈরি করতে হয়, যা বেশ কষ্টসাধ্য এবং সময়সাপেক্ষ।

১০. স্কেলেবিলিটি এবং ফ্লেক্সিবিলিটি (Scalability and Flexibility)

শিল্প কারখানার সিস্টেমগুলো প্রায়ই সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় এবং বড় করার প্রয়োজন পড়ে। PLC-র মডুলার ডিজাইনের কারণে এটি খুব সহজেই স্কেল করা যায়। আপনি কেবল নতুন ইনপুট/আউটপুট মডিউল যোগ করে বা উন্নত CPU মডিউলে আপগ্রেড করে আপনার সিস্টেমের ক্ষমতা বাড়াতে পারেন। কিন্তু একটি মাইক্রোকন্ট্রোলার-ভিত্তিক সিস্টেমে এই ধরনের পরিবর্তন আনতে হলে প্রায়শই সম্পূর্ণ হার্ডওয়্যার এবং সার্কিট নতুন করে ডিজাইন করতে হয়, যা খরচ ও সময় দুটোই বাড়িয়ে দেয়।

এই কারণগুলো থেকে বোঝা যায় যে, PLC কেবল একটি নিয়ন্ত্রক ডিভাইস নয়, বরং একটি সম্পূর্ণ প্যাকেজ যা শিল্প কারখানার সব ধরনের চাহিদা পূরণ করতে সক্ষম।

বিভিন্ন ধরনের পিএলসি জনপ্রিয় ব্র্যান্ড গুলো নিচে আলোচনা করা হলো:

সিমেঞ্জ (Siemens)

সিমেঞ্জ হলো পিএলসি-এর বাজারে অন্যতম শীর্ষস্থানীয় এবং সুপরিচিত একটি ব্র্যান্ড। এর **SIMATIC S7** সিরিজটি বিশ্বজুড়ে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। এটি ছোট আকারের অ্যাপ্লিকেশন থেকে শুরু করে বড় আকারের এবং জটিল শিল্প ব্যবস্থায় ব্যবহৃত হয়। সিমেঞ্জ পিএলসি নির্ভরযোগ্যতা, কার্যকারিতা এবং উন্নত প্রযুক্তির জন্য সুপরিচিত।

অ্যালেন-ব্রাডলি (Allen-Bradley)

অ্যালেন-ব্রাডলি, যা রকওর্ড অটোমেশন (Rockwell Automation)-এর একটি অংশ, হলো উত্তর আমেরিকার পিএলসি-এর বাজারে অন্যতম প্রভাবশালী নাম। **ControlLogix** এবং **CompactLogix** সিরিজগুলো বিশেষভাবে জনপ্রিয়। এই ব্র্যান্ডটি শক্তিশালী পারফরম্যান্স, সুরক্ষা বৈশিষ্ট্য এবং সহজে ব্যবহারের জন্য পরিচিত।

স্নাইডার ইলেকট্রিক (Schneider Electric)

স্নাইডার ইলেকট্রিক হলো ফরাসি এই কোম্পানিটি পিএলসি সহ বিভিন্ন শিল্প স্বয়ংক্রিয়তা সমাধান সরবরাহ করে। তাদের **Modicon** সিরিজটি ঐতিহাসিক এবং প্রথম দিকের পিএলসিগুলোর মধ্যে একটি। এই ব্র্যান্ডের পিএলসিগুলো বিভিন্ন আকার এবং ক্ষমতার হয়, যা ছোট থেকে বড় সব ধরনের অ্যাপ্লিকেশনের জন্য উপযুক্ত।

মিতসুবিশি ইলেকট্রিক (Mitsubishi Electric)

মিতসুবিশি ইলেকট্রিক হলো জাপানিজ এই কোম্পানিটি পিএলসি-এর বাজারে গুরুত্বপূর্ণ একটি অবস্থান দখল করে আছে। তাদের **MELSEC** সিরিজটি উচ্চ গতি, ছোট আকার এবং নির্ভরযোগ্যতার জন্য পরিচিত। এই পিএলসিগুলো বিশেষ করে স্বয়ংচালিত শিল্প এবং রোবোটিকস অ্যাপ্লিকেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

ইয়াসকাওয়া (Yaskawa)

ইয়াসকাওয়া হলো আরেকটি জাপানিজ কোম্পানি যা রোবোটিকস, মোটর কন্ট্রোল এবং পিএলসি উৎপাদনে বিশেষ দক্ষতা রাখে। তাদের পিএলসিগুলো দ্রুত গতি এবং উন্নত নিয়ন্ত্রণের জন্য পরিচিত, যা বিশেষ করে মোশন কন্ট্রোল অ্যাপ্লিকেশনের জন্য উপযোগী।

এই ব্র্যান্ডগুলো ছাড়াও, আরও অনেক জনপ্রিয় পিএলসি ব্র্যান্ড রয়েছে, যেমন:

ওমরোন (Omron): এটি জাপানের একটি কোম্পানি, যা ছোট এবং মাঝারি আকারের অ্যাপ্লিকেশনের জন্য পিএলসি তৈরি করে।

ডেল্টা (Delta): এই ব্র্যান্ডটি তুলনামূলকভাবে কম দামে পিএলসি সরবরাহ করে।

ফানুক (Fanuc): এটি রোবোটিকস এবং সিএনসি (CNC) মেশিন অ্যাপ্লিকেশনের জন্য বিশেষভাবে পরিচিত।

ইয়োকোগাওয়া (Yokogawa)

ইয়োকোগাওয়া একটি জাপানিজ কোম্পানি যা বিশেষ করে প্রক্রিয়া শিল্প (process industry) যেমন তেল, গ্যাস, রাসায়নিক এবং বিদ্যুৎ কেন্দ্রে তাদের পিএলসি এবং ডিCS (Distributed Control System) সমাধানের জন্য পরিচিত। তাদের **FA-M3V** সিরিজটি উচ্চ নির্ভরযোগ্যতা এবং কঠিন পরিবেশে কাজ করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

ওমরোন (Omron)

ওমরোনও একটি জাপানিজ ইলেকট্রনিক্স কোম্পানি। এটি শিল্প অটোমেশন এবং রোবোটিকসের জন্য বিভিন্ন সমাধান সরবরাহ করে। ওমরোন-এর পিএলসিগুলো ছোট এবং মাঝারি আকারের অ্যাপ্লিকেশনের জন্য খুব জনপ্রিয়। তাদের **Sysmac** প্ল্যাটফর্মটি পিএলসি, মোশন কন্ট্রোল এবং রোবটিক্সকে একত্রিত করে একটি একক প্ল্যাটফর্মে কাজ করার সুবিধা দেয়।

ডেল্টা ইলেকট্রনিক্স (Delta Electronics)

ডেল্টা ইলেকট্রনিক্স একটি তাইওয়ানিজ কোম্পানি, যা মূলত কম খরচের কিন্তু নির্ভরযোগ্য পিএলসি সমাধানের জন্য পরিচিত। তাদের **DVP** সিরিজটি ছোট আকারের অ্যাপ্লিকেশন এবং শিক্ষানবিশদের জন্য বিশেষভাবে উপযোগী। ডেল্টা পিএলসিগুলো তাদের সহজ ব্যবহার এবং কার্যকর পারফরম্যান্সের জন্য জনপ্রিয়তা লাভ করেছে।

প্যানাসনিক (Panasonic)

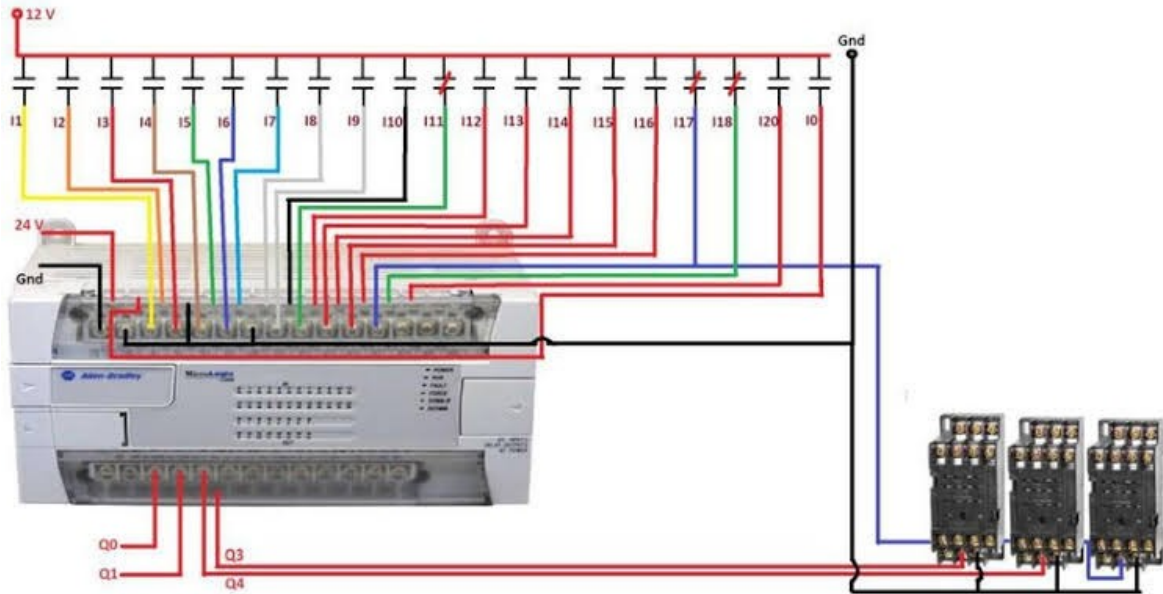
প্যানাসনিক, জাপানের একটি বহুজাতিক কোম্পানি, তাদের উচ্চ মানের পিএলসিগুলোর জন্য পরিচিত। তাদের FP সিরিজটি বিভিন্ন আকারের অ্যাপ্লিকেশন, বিশেষ করে ছোট মেশিনের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। প্যানাসনিকের পিএলসিগুলো দ্রুত গতি এবং কম্প্যাক্ট ডিজাইনের জন্য জনপ্রিয়।

ফুজি ইলেকট্রিক (Fuji Electric)

ফুজি ইলেকট্রিক হলো জাপানের আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ ব্র্যান্ড, যা তাদের পিএলসি এবং ইনভার্টার সমাধানের জন্য পরিচিত। তাদের পিএলসিগুলো বিশেষ করে উচ্চ পারফরম্যান্স এবং নির্ভরযোগ্যতার জন্য ব্যবহৃত হয়, যা বিভিন্ন ধরনের শিল্প অ্যাপ্লিকেশনের জন্য উপযুক্ত।

এই ব্র্যান্ডগুলো ছাড়াও, আরও অনেক ছোট-বড় কোম্পানি আছে যারা নির্দিষ্ট কিছু বাজারের জন্য পিএলসি তৈরি করে। তবে, সিমেন্স, অ্যালেন-ব্রাডলি, স্নাইডার এবং মিতসুবিশির মতো ব্র্যান্ডগুলো বিশ্বব্যাপী সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত এবং স্বীকৃত। প্রতিটি ব্র্যান্ডের নিজস্ব কিছু বিশেষত্ব রয়েছে, যা তাদের নির্দিষ্ট কিছু অ্যাপ্লিকেশনের জন্য সেরা পছন্দ করে তোলে।

PLC পিন ডায়াগ্রাম সম্পর্কে বিস্তারিত ধারণা



PLC-এর পিন ডায়াগ্রাম একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ যা PLC-এর বিভিন্ন ইনপুট, আউটপুট এবং পাওয়ার সংযোগগুলো বুঝতে সাহায্য করে। প্রতিটি PLC মডেল এবং ব্র্যান্ডের নিজস্ব পিন ডায়াগ্রাম রয়েছে, তবে কিছু সাধারণ নিয়ম সবগুলোর ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য।

পাওয়ার সাপ্লাই পিন (Power Supply Pins)

যেকোনো PLC চালানোর জন্য একটি পাওয়ার সাপ্লাই প্রয়োজন হয়। সাধারণত, এই পিনগুলো PLC-এর উপরের বা সামনের দিকে চিহ্নিত থাকে।

L (Line) / L1: এসি পাওয়ারের লাইভ বা ফেজ তারের সংযোগের জন্য।

N (Neutral): এসি পাওয়ারের নিউট্রাল তারের সংযোগের জন্য।

G (Ground) / PE (Protective Earth): সুরক্ষার জন্য গ্রাউন্ডিং তারের সংযোগের জন্য।

+24VDC / +V: ডিসি পাওয়ার সাপ্লাইয়ের পজিটিভ টার্মিনাল।

0V / -V: ডিসি পাওয়ার সাপ্লাইয়ের নেগেটিভ টার্মিনাল।

ইনপুট পিন (Input Pins)

ইনপুট পিনগুলো সেন্সর, সুইচ, পুশবাটন, এবং অন্যান্য ফিল্ড ডিভাইস থেকে সিগনাল গ্রহণ করে। এই সিগনালগুলোর উপর ভিত্তি করে PLC তার প্রোগ্রাম কার্যকর করে।

I (Input): প্রতিটি ইনপুট পিনকে সাধারণত I0.0, I0.1, I1.0, ইত্যাদি নামে চিহ্নিত করা হয়। এর প্রথম সংখ্যাটি ইনপুট মডিউলের নম্বর এবং দ্বিতীয় সংখ্যাটি টার্মিনাল নম্বর নির্দেশ করে।

Common / COM: ইনপুট ডিভাইসের সাথে সংযোগের জন্য একটি সাধারণ (common) পিন থাকে। এটি ডিসি ইনপুটের ক্ষেত্রে সোর্সিং (sourcing) বা সিক্টিং (sinking) কনফিগারেশন অনুযায়ী +24V বা 0V এর সাথে সংযুক্ত থাকে।

ইনপুট পিনগুলোর কার্যকারিতা নিচে আলোচনা করা হলো:

সোর্সিং ইনপুট (Sourcing Input): এই ধরনের ইনপুট মডিউলে, কমন পিনটি নেগেটিভ (0V) থাকে এবং সেন্সর থেকে আসা সিগনাল পজিটিভ (+V) হয়।

সিক্টিং ইনপুট (Sinking Input): এই ধরনের ইনপুট মডিউলে, কমন পিনটি পজিটিভ (+V) থাকে এবং সেন্সর থেকে আসা সিগনাল নেগেটিভ (0V) হয়।

আউটপুট পিন (Output Pins)

আউটপুট পিনগুলো অ্যাকচুয়েটর, মোটর, রিলে, ভালভ, এবং অন্যান্য কন্ট্রোলিং ডিভাইসকে সিগনাল পাঠায়। এই সিগনালগুলো PLC-এর লজিক অনুযায়ী উৎপন্ন হয়।

Q (Output): প্রতিটি আউটপুট পিনকে সাধারণত Q0.0, Q0.1, Q1.0, ইত্যাদি নামে চিহ্নিত করা হয়।

Common / COM: আউটপুট ডিভাইসের সাথে সংযোগের জন্য একটি সাধারণ (common) পিন থাকে। এটি আউটপুট ডিভাইসের পাওয়ার সাপ্লাইয়ের সাথে সংযুক্ত হয়।

আউটপুট পিনগুলোর প্রকারভেদ নিচে আলোচনা করা হলো:

রিলে আউটপুট (Relay Output): এই ধরনের আউটপুট মডিউলে একটি যান্ত্রিক রিলে থাকে। এটি এসি বা ডিসি উভয় ধরনের লোড নিয়ন্ত্রণ করতে পারে। এর প্রধান সুবিধা হলো, লোড এবং PLC-এর মধ্যে বৈদ্যুতিক বিচ্ছিন্নতা (electrical isolation) থাকে।

ট্রানজিস্টর আউটপুট (Transistor Output): এটি দ্রুত সুইচিং গতিসম্পন্ন এবং ডিসি লোড নিয়ন্ত্রণের জন্য উপযুক্ত। এটি সোর্সিং বা সিক্টিং টাইপের হতে পারে।

ট্রায়াক আউটপুট (Triac Output): এটি এসি লোড নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহার করা হয়। এটি রিলে আউটপুটের চেয়ে দ্রুত কাজ করে এবং এর কোনো চলমান অংশ নেই, তাই এর আয়ুষ্কাল বেশি।

কমিউনিকেশন পোর্ট (Communication Ports)

আধুনিক PLC-তে বিভিন্ন ধরনের কমিউনিকেশন পোর্ট থাকে যা PLC-কে অন্যান্য ডিভাইস, যেমন HMI, SCADA, বা অন্য PLC-এর সাথে যোগাযোগ করতে সাহায্য করে।

RS-232 / RS-485: পুরোনো মডেলগুলোতে সিরিয়াল কমিউনিকেশনের জন্য এই পোর্টগুলো ব্যবহার করা হয়।

ইথারনেট (Ethernet): বর্তমানে এটি সবচেয়ে জনপ্রিয় কমিউনিকেশন পোর্ট। এটি উচ্চ গতিতে ডেটা স্থানান্তর এবং নেটওয়ার্কিং-এর সুবিধা দেয়। পোর্টটি সাধারণত RJ-45 সংযোগকারী দিয়ে চিহ্নিত থাকে।

বিশেষ পিন (Special Pins)

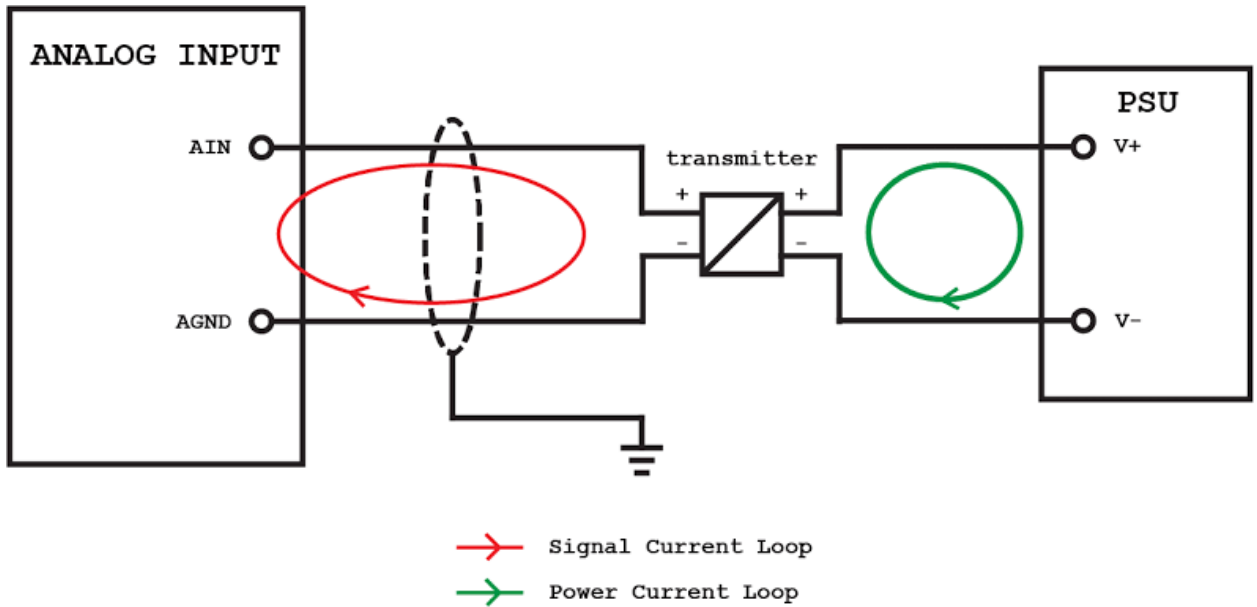
কিছু PLC-তে বিশেষ ফাংশনাল পিনও থাকে।

অ্যানালগ ইনপুট/আউটপুট (Analog I/O): এই পিনগুলো সেন্সর থেকে ভোল্টেজ (0-10V) বা কারেন্ট (4-20mA) সিগনাল গ্রহণ করে এবং সেই অনুযায়ী ভোল্টেজ/কারেন্ট আউটপুট দেয়। এগুলো সাধারণত তাপমাত্রা, চাপ, বা তরলের স্তরের মতো পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

পালস আউটপুট (Pulse Output): স্টেপার মোটর বা সার্ভো মোটর নিয়ন্ত্রণের জন্য এই পিনগুলো ব্যবহার করা হয়।

PLC-এর আরও কিছু বিশেষ পিন থাকে যা নির্দিষ্ট অ্যাপ্লিকেশনের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। নিচে এই ধরনের কিছু পিন সম্পর্কে আলোচনা করা হলো:

অ্যানালগ ইনপুট/আউটপুট পিন (Analog Input/Output Pins)



ডিজিটাল ইনপুট/আউটপুট (যা কেবল অন বা অফ অবস্থা বোঝায়) এর বিপরীতে, অ্যানালগ পিনগুলো বিভিন্ন মাত্রার সিগন্যাল নিয়ে কাজ করে।

অ্যানালগ ইনপুট (AI): এই পিনগুলো তাপমাত্রা, চাপ, প্রবাহ বা তরলের স্তরের মতো পরিবর্তনশীল ডেটা পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই সিগন্যালগুলো সাধারণত ভোল্টেজ (যেমন: ০-১০ V) বা কারেন্ট (যেমন: ৪-২০ mA) সিগন্যাল আকারে থাকে, যা একটি অ্যানালগ সেন্সর থেকে আসে। PLC এই সিগন্যালকে ডিজিটাল মানে রূপান্তর করে প্রোগ্রামে ব্যবহার করে।

অ্যানালগ আউটপুট (AO): এই পিনগুলো মোটর স্পিড, ভালভ পজিশন বা হিটার পাওয়ারের মতো ডিভাইসগুলোকে নিয়ন্ত্রণ করতে পরিবর্তনশীল সিগন্যাল প্রদান করে। PLC প্রোগ্রামের লজিক অনুযায়ী এটি একটি ডিজিটাল মানকে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তর করে আউটপুট দেয়।

হাই-স্পিড কাউন্টার ইনপুট পিন (High-Speed Counter Input Pins)

সাধারণ ইনপুট পিনগুলো প্রতি সেকেন্ডে সীমিত সংখ্যক পালস গণনা করতে পারে। কিন্তু কিছু অ্যাপ্লিকেশনে, যেমন এনকোডার বা হাই-স্পিড সেন্সরের ক্ষেত্রে, অনেক দ্রুত পালস গণনা করার প্রয়োজন হয়।

HSC (High-Speed Counter): এই বিশেষ পিনগুলো উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির পালস গণনা করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। এটি প্রতি সেকেন্ডে হাজার হাজার বা এমনকি লক্ষাধিক পালস গণনা করতে পারে, যা সঠিক গতি এবং অবস্থানের তথ্য পাওয়ার জন্য অপরিহার্য।

পালস আউটপুট পিন (Pulse Output Pins)

মোশন কন্ট্রোল অ্যাপ্লিকেশনে, যেমন স্টেপার বা সার্ভো মোটর নিয়ন্ত্রণের জন্য পালস আউটপুট পিন ব্যবহার করা হয়।

PTO (Pulse Train Output): এই পিনগুলো মোটরের অবস্থান এবং গতি নিয়ন্ত্রণের জন্য একটি নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সি এবং পালস সংখ্যায় আউটপুট দেয়। PLC প্রোগ্রামের নির্দেশ অনুযায়ী, এটি মোটরের ঘূর্ণন এবং দিক নিয়ন্ত্রণ করে।

ইন্টারাপ্ট ইনপুট পিন (Interrupt Input Pins)

ইন্টারাপ্ট পিনগুলো কোনো জরুরি বা গুরুত্বপূর্ণ ইভেন্টকে দ্রুত প্রতিক্রিয়া জানাতে ব্যবহৃত হয়।

Interrupt: যখন এই পিনে কোনো সিগন্যাল আসে, তখন PLC তার চলমান কাজ থামিয়ে দেয় এবং তাৎক্ষণিকভাবে ইন্টারাপ্ট সার্ভিস রুটিন (Interrupt Service Routine) নামে একটি বিশেষ প্রোগ্রাম কার্যকর করে। এটি জরুরি অবস্থা বা দ্রুত প্রতিক্রিয়া প্রয়োজন এমন অ্যাপ্লিকেশনের জন্য খুবই কার্যকর।

PLC-এর পিন ডায়াগ্রামের সঠিক জ্ঞান একজন অটোমেশন প্রকৌশলীর জন্য অপরিহার্য, কারণ এটি তাকে সিস্টেমের হার্ডওয়্যার ডিজাইন এবং ট্রাবলশুটিং করতে সাহায্য করে।

PLC কাজ করার পদ্ধতি

একটি PLC কাজ করার পদ্ধতিকে চারটি প্রধান ধাপে ভাগ করা যায়: ইনপুট স্ক্যান, প্রোগ্রাম স্ক্যান, আউটপুট স্ক্যান এবং হাউস-কিপিং (Housekeeping)। এই চারটি ধাপ একটি নির্দিষ্ট চক্রে (cycle) বারবার ঘটতে থাকে, যাকে স্ক্যান সাইকেল (**Scan Cycle**) বলা হয়। একটি পিএলসি প্রতি সেকেন্ডে শত শত বা হাজার হাজার বার এই স্ক্যান সাইকেল সম্পন্ন করতে পারে।

১. ইনপুট স্ক্যান (Input Scan)

প্রথম ধাপে, PLC তার সমস্ত ইনপুট ডিভাইস (যেমন: সেলর, সুইচ, পুশবটন) থেকে প্রাপ্ত তথ্য পড়ে এবং এই তথ্যগুলোকে তার অভ্যন্তরীণ মেমরি (Internal Memory) সংরক্ষণ করে। এই মেমরির অবস্থানকে ইনপুট ইমেজ টেবিল (**Input Image Table**) বলা হয়। এই ধাপে PLC কেবলমাত্র ইনপুটের বর্তমান অবস্থা (চালু বা বন্ধ) পর্যবেক্ষণ করে এবং কোনো আউটপুট পরিবর্তন করে না।

২. প্রোগ্রাম স্ক্যান (Program Scan)

দ্বিতীয় ধাপে, PLC ইনপুট ইমেজ টেবিলে সংরক্ষিত ডেটার ওপর ভিত্তি করে ব্যবহারকারীর লেখা প্রোগ্রামটি (লজিক) কার্যকর করে। এই প্রোগ্রামটি ধাপে ধাপে, উপর থেকে নিচে এবং বাম থেকে ডানে কার্যকর হয়। প্রোগ্রামের লজিক অনুযায়ী, পিএলসি নির্ধারণ করে যে কোন আউটপুট চালু বা বন্ধ হবে। এই সিদ্ধান্তগুলো সরাসরি আউটপুট পিনে পাঠানো হয় না, বরং একটি অস্থায়ী মেমরি অবস্থানে, যাকে আউটপুট ইমেজ টেবিল (**Output Image Table**) বলা হয়, সংরক্ষিত থাকে।

৩. আউটপুট স্ক্যান (Output Scan)

তৃতীয় ধাপে, পিএলসি তার আউটপুট ইমেজ টেবিলের সংরক্ষিত ডেটা অনুযায়ী তার প্রকৃত আউটপুট পিনগুলোকে সক্রিয় বা নিষ্ক্রিয় করে। অর্থাৎ, এই ধাপে পিএলসি অ্যাকচুয়েটর, মোটর, রিলে, ভালভ বা লাইটের মতো বাহ্যিক ডিভাইসগুলোতে সিগন্যাল পাঠায়। এই প্রক্রিয়ায়, ইনপুট স্ক্যানের সময় গৃহীত তথ্যের উপর ভিত্তি করে সমস্ত সিদ্ধান্ত একযোগে কার্যকর হয়, যা সিস্টেমের নিখুঁত নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করে।

৪. হাউস-কিপিং (Housekeeping)

চতুর্থ এবং চূড়ান্ত ধাপে, পিএলসি কিছু অভ্যন্তরীণ কাজ করে। এর মধ্যে রয়েছে যোগাযোগ পোর্টগুলোর ডেটা আদান-প্রদান, অভ্যন্তরীণ ত্রুটি পরীক্ষা (error checking), এবং অন্যান্য প্রয়োজনীয় কাজ সম্পন্ন করা। এই ধাপটি সম্পন্ন হওয়ার পর, পিএলসি আবার ইনপুট স্ক্যান দিয়ে নতুন স্ক্যান সাইকেল শুরু করে।

এই পুরো প্রক্রিয়াটি এত দ্রুত ঘটে যে একজন ব্যবহারকারী মনে করেন, পিএলসি তার ইনপুট এবং আউটপুটকে একই সময়ে পর্যবেক্ষণ এবং নিয়ন্ত্রণ করছে। এই দ্রুত এবং পুনরাবৃত্তিমূলক চক্রই পিএলসিকে শিল্প স্বয়ংক্রিয়তার জন্য একটি অত্যন্ত কার্যকর এবং নির্ভরযোগ্য ডিভাইস হিসেবে গড়ে তুলেছে।

প্রথম অধ্যায়ের সারসংক্ষেপ

এই অধ্যায়ে আমরা **PLC (Programmable Logic Controller)** সম্পর্কে বিস্তারিত জেনেছি। এটি হলো আধুনিক শিল্প কারখানার মস্তিষ্ক, যা স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার মূল উপাদান হিসেবে কাজ করে। আমরা দেখেছি কীভাবে PLC পুরোনো রিলে-ভিত্তিক কন্ট্রোল সিস্টেমের সীমাবদ্ধতা দূর করে শিল্প ব্যবস্থাকে সহজ, নির্ভরযোগ্য এবং দক্ষ করে তুলেছে।

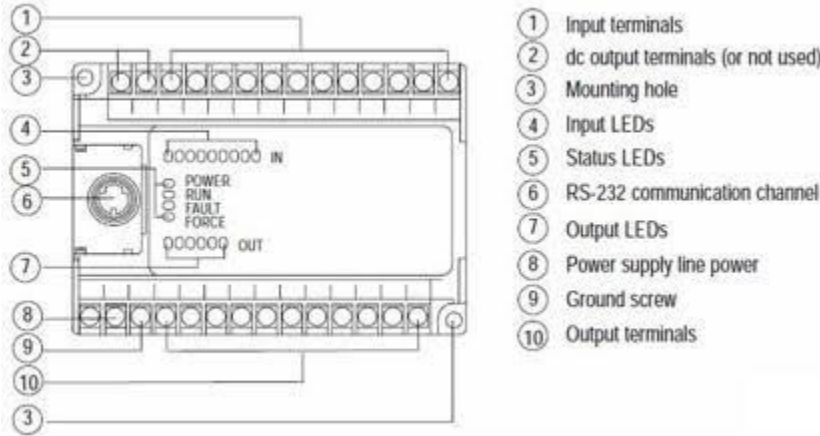
PLC বনাম মাইক্রোকন্ট্রোলার

PLC কেন শিল্প পরিবেশে মাইক্রোকন্ট্রোলারের চেয়ে বেশি উপযোগী, তার কয়েকটি প্রধান কারণ আমরা আলোচনা করেছি। PLC-এর পরিবেশগত দৃঢ়তা, প্রোগ্রামিং-এর সহজতা (বিশেষ করে ল্যাডার লজিকের মতো ভাষা), মডুলার ডিজাইন, এবং উন্নত সুরক্ষা ব্যবস্থা এটিকে শিল্প অ্যাপ্লিকেশনের জন্য আদর্শ করে তোলে। অন্যদিকে, মাইক্রোকন্ট্রোলার ছোট এবং সাধারণ প্রজেক্টের জন্য বেশি উপযুক্ত।

জনপ্রিয় PLC ব্র্যান্ড

আমরা বিশ্বব্যাপী কিছু জনপ্রিয় PLC ব্র্যান্ড সম্পর্কে জেনেছি। এর মধ্যে **Siemens** (SIMATIC সিরিজ), **Allen-Bradley** (Rockwell Automation), এবং **Schneider Electric** উল্লেখযোগ্য। এছাড়াও, **Mitsubishi Electric**, **Yaskawa**, **Omron**, এবং **Delta Electronics**-এর মতো ব্র্যান্ডগুলোও তাদের নিজস্ব বিশেষত্বের কারণে বিভিন্ন শিল্পে জনপ্রিয়।

PLC এর পিন ডায়াগ্রাম



PLC-এর সঠিক সংযোগের জন্য এর পিন ডায়াগ্রাম বোঝা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। আমরা পাওয়ার সাপ্লাই পিন (L, N, PE), ইনপুট পিন (I), আউটপুট পিন (Q), এবং কমিউনিকেশন পোর্ট (ইথারনেট) সম্পর্কে জেনেছি। এছাড়াও, আমরা অ্যানালগ ইনপুট/আউটপুট এবং হাই-স্পিড কাউন্টার পিনের মতো বিশেষ পিনগুলো সম্পর্কেও আলোচনা করেছি।

PLC এর কার্যপ্রণালী: স্ক্যান সাইকেল

PLC একটি পুনরাবৃত্তিমূলক স্ক্যান সাইকেলের মাধ্যমে কাজ করে, যার চারটি প্রধান ধাপ রয়েছে:

1. ইনপুট স্ক্যান: PLC সমস্ত ইনপুট ডিভাইসের অবস্থা পড়ে এবং তা অভ্যন্তরীণ মেমরিতে সংরক্ষণ করে।
2. প্রোগ্রাম স্ক্যান: সংরক্ষিত ইনপুট ডেটার উপর ভিত্তি করে PLC তার প্রোগ্রাম কার্যকর করে এবং আউটপুট নির্ধারণ করে।
3. আউটপুট স্ক্যান: PLC আউটপুট ডেটা অনুযায়ী বাহ্যিক ডিভাইসগুলো চালু বা বন্ধ করে।
4. হাউস-কিপিং: PLC অভ্যন্তরীণ যোগাযোগ এবং ত্রুটি পরীক্ষা করে।

এই স্ক্যান সাইকেলটি এত দ্রুত সম্পন্ন হয় যে PLC তার ইনপুট ও আউটপুটকে একই সময়ে নিয়ন্ত্রণ করেছে বলে মনে হয়। এই অধ্যায়টি PLC-এর মৌলিক বিষয়গুলো সম্পর্কে আমাদের জ্ঞানকে সুসংহত করেছে, যা আমাদেরকে পরের অধ্যায়গুলোতে আরও গভীর বিষয়গুলো বুঝতে সাহায্য করবে।

দ্বিতীয় অধ্যায়

PLC ডায়াগ্রাম, ও বিভিন্ন ভাষা।

PLC কেন শিল্প জগতে এত গুরুত্বপূর্ণ তা জানতে হলে এর সুবিধা ও অসুবিধাগুলো ভালোভাবে বোঝা দরকার। প্রথমে PLC এর ডায়াগ্রাম ও বিভিন্ন ল্যাঙ্গুয়েজ সম্পর্কে জানার আগে এর সুবিধা অসুবিধা সম্পর্কে জেনে নেই তাহলে PLC এর প্রয়োজনীয়তা আরও ভালো করে বোঝা যাবে।

PLC ব্যবহারের সুবিধা

১. নির্ভরযোগ্যতা (Reliability): PLC কঠিন শিল্প পরিবেশে কাজ করার জন্য ডিজাইন করা হয়। এটি তাপ, কম্পন, ধুলো এবং বৈদ্যুতিক গোলযোগের মতো প্রতিকূল অবস্থায়ও নির্ভরযোগ্যভাবে কাজ করতে পারে। এতে কোনো চলমান অংশ নেই বলে যান্ত্রিক ত্রুটির সম্ভাবনা খুব কম।

২. সহজ প্রোগ্রামিং এবং পরিবর্তনশীলতা (Easy Programming and Flexibility): PLC-এর প্রোগ্রামিং ভাষা, যেমন ল্যাডার লজিক, অনেকটা রিলে লজিকের মতো হওয়ায় ইলেকট্রিশিয়ান ও ইঞ্জিনিয়ারদের জন্য এটি শেখা সহজ। এছাড়া, কোনো সিস্টেমের কার্যকারিতা পরিবর্তন করতে হলে শুধু সফটওয়্যারে পরিবর্তন আনা যথেষ্ট, যা সময় ও খরচ দুটোই বাঁচায়।

৩. দ্রুত ট্রাবলশুটিং (Quick Troubleshooting): PLC-এর নিজস্ব ডায়াগনস্টিক এবং মনিটরিং টুলস রয়েছে যা সমস্যা দ্রুত খুঁজে বের করতে সাহায্য করে। PLC-এর ইনপুট ও আউটপুটগুলোর অবস্থা সরাসরি সফটওয়্যারে দেখা যায়, ফলে কোনো সমস্যা হলে তা সহজেই শনাক্ত করা যায়।

৪. কম রক্ষণাবেক্ষণ (Low Maintenance): যেহেতু এতে যান্ত্রিক রিলে বা তারের জটিল সংযোগ নেই, তাই এর রক্ষণাবেক্ষণ খরচ তুলনামূলকভাবে অনেক কম।

৫. উন্নত নিরাপত্তা (Enhanced Safety): PLC-তে বিল্ট-ইন সুরক্ষা ব্যবস্থা থাকে, যা জরুরি অবস্থায় সিস্টেমকে নিরাপদ করে।

PLC ব্যবহারের অসুবিধা

১. প্রাথমিক খরচ (Initial Cost): একটি PLC সিস্টেমের প্রাথমিক খরচ তুলনামূলকভাবে বেশি হতে পারে। ছোট আকারের অ্যাপ্লিকেশনের জন্য এটি কিছুটা ব্যয়বহুল মনে হতে পারে।

২. প্রোগ্রামিং-এর জন্য বিশেষ জ্ঞান (Specialized Knowledge for Programming): যদিও ল্যান্ডার লজিক সহজ, PLC প্রোগ্রামিং এবং ট্রাবলশুটিং-এর জন্য বিশেষ জ্ঞান এবং প্রশিক্ষণের প্রয়োজন হয়।

৩. সীমিত অপারেটিং তাপমাত্রা (Limited Operating Temperature): যদিও PLC কঠিন পরিবেশের জন্য তৈরি, কিছু বিশেষ মডেলে উচ্চ তাপমাত্রায় কাজ করার সীমাবদ্ধতা থাকতে পারে।

PLC প্রকারভেদ (ইনপুট -আউটপুটের উপর ভিত্তি করে)

ইনপুট-আউটপুট (I/O) এর ভিত্তিতে PLC-কে প্রধানত তিন ভাগে ভাগ করা যায়। এই প্রকারভেদগুলো তাদের আকার, কার্যকারিতা এবং অ্যাপ্লিকেশনের উপর নির্ভর করে।

১. ফিক্সড বা কম্প্যাক্ট PLC (Fixed or Compact PLC)

ফিক্সড বা কম্প্যাক্ট PLC-তে ইনপুট এবং আউটপুট পিনগুলো একটি একক মডিউলে একত্রিত থাকে। অর্থাৎ, এর CPU, পাওয়ার সাপ্লাই এবং I/O পিনগুলো একটি বক্সের মধ্যেই সংযুক্ত থাকে।

- বৈশিষ্ট্য:
 - এগুলো সাধারণত আকারে ছোট এবং কম I/O পিনযুক্ত হয় (যেমন: ১০-৬০টি পিন)।
 - যেহেতু এর I/O পিন সংখ্যা নির্দিষ্ট, তাই প্রয়োজনে নতুন মডিউল যুক্ত করার সুযোগ থাকে না বা খুব সীমিত থাকে।
 - প্রোগ্রামিং পোর্ট এবং কিছু বিশেষ ফাংশন (যেমন: হাই-স্পিড কাউন্টার) বিল্ট-ইন থাকে।
 - এগুলো সাধারণত ছোট আকারের মেশিন বা সাধারণ অটোমেশন অ্যাপ্লিকেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়, যেখানে I/O পিনের সংখ্যা বাড়ানোর প্রয়োজন হয় না।
- উদাহরণ: একটি ছোট আকারের কনভেয়ার সিস্টেম বা একটি সাধারণ প্যাকেজিং মেশিনের নিয়ন্ত্রণ।

২. মডুলার PLC (Modular PLC)

মডুলার PLC হলো একটি শক্তিশালী এবং নমনীয় (flexible) সিস্টেম। এতে বিভিন্ন অংশগুলো আলাদা মডিউল আকারে থাকে, যা প্রয়োজন অনুযায়ী একটি র্যাক (rack) বা ব্যাকপলে (backplane) যুক্ত করা যায়।

বৈশিষ্ট্য:

- এই সিস্টেমে CPU মডিউল, পাওয়ার সাপ্লাই মডিউল, ডিজিটাল I/O মডিউল এবং অন্যান্য I/O মডিউল আলাদা থাকে।

- এর সবচেয়ে বড় সুবিধা হলো, ব্যবহারকারী তার প্রয়োজন অনুযায়ী I/O পিনের সংখ্যা বাড়াতে বা কমাতে পারে। যদি আরও ইনপুট বা আউটপুট প্রয়োজন হয়, তাহলে শুধুমাত্র একটি নতুন I/O মডিউল যোগ করলেই হয়।
- এটি জটিল এবং বড় আকারের সিস্টেমের জন্য উপযোগী, যেখানে অনেক ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস নিয়ন্ত্রণ করতে হয়।
- এগুলোতে উন্নত কমিউনিকেশন এবং বিশেষ ফাংশনের জন্য আলাদা মডিউল যুক্ত করার সুযোগ থাকে।
- উদাহরণ: একটি বড় উৎপাদন লাইন, ফ্যাক্টরি অ্যাসেম্বলি প্ল্যান্ট বা প্রক্রিয়া শিল্প (process industry)।

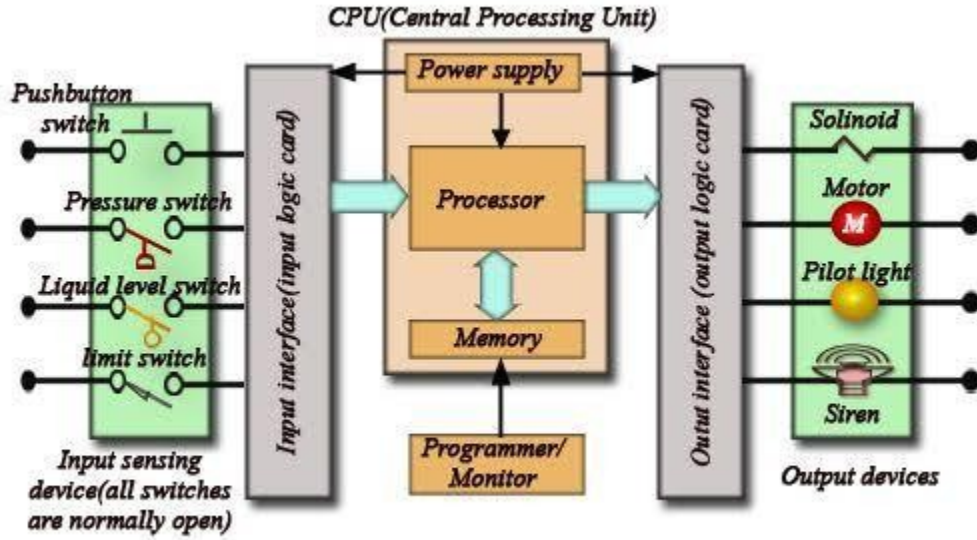
৩. র্যাক মাউন্টেড PLC (Rack-Mounted PLC)

র্যাক মাউন্টেড PLC হলো মডিুলার PLC-এর একটি বিশেষ প্রকার, যা অত্যন্ত বৃহৎ এবং জটিল অ্যাপ্লিকেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই ধরনের PLC-তে মডিউলগুলো একটি বড় ধাতব র্যাকে মাউন্ট করা থাকে।

- বৈশিষ্ট্য:
 - এটি অনেকগুলো মডিউলকে একসাথে ধারণ করতে পারে, যা হাজার হাজার I/O পিন নিয়ন্ত্রণ করার ক্ষমতা রাখে।
 - এগুলো সাধারণত উন্নত ট্রাবলশুটিং, ডেটা প্রসেসিং এবং কমিউনিকেশন ক্ষমতা সম্পন্ন হয়।
 - এগুলো অত্যন্ত নির্ভরযোগ্য এবং মিশন-ক্রিটিক্যাল (mission-critical) অ্যাপ্লিকেশনের জন্য ডিজাইন করা হয়, যেখানে কোনো ত্রুটি গ্রহণযোগ্য নয়।
 - এগুলোর খরচও অন্যান্য PLC-এর তুলনায় অনেক বেশি হয়ে থাকে।
- উদাহরণ: বড় আকারের পাওয়ার প্ল্যান্ট, কেমিক্যাল প্ল্যান্ট, বা বৃহৎ আকারের ফ্যাক্টরি অটোমেশন সিস্টেম।

এই প্রকারভেদগুলো থেকে বোঝা যায় যে, একটি ছোট থেকে বড় যেকোনো ধরনের অটোমেশন অ্যাপ্লিকেশনের জন্য উপযুক্ত PLC নির্বাচন করা সম্ভব।

PLC ব্লক ডায়াগ্রাম



পিএলসি-এর মূল কার্যপ্রণালী বোঝার জন্য এর ব্লক ডায়াগ্রাম একটি চমৎকার উপায়। একটি সাধারণ পিএলসি মূলত চারটি প্রধান ব্লক দিয়ে গঠিত: পাওয়ার সাপ্লাই, সেন্ট্রাল প্রসেসিং ইউনিট (CPU), ইনপুট মডিউল এবং আউটপুট মডিউল। এই ব্লকগুলো কীভাবে একে অপরের সাথে কাজ করে, তা নিচে চিত্রের মাধ্যমে আলোচনা করা হলো।

১. পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট (Power Supply Unit)

এই ব্লকটি পিএলসি-এর সমস্ত অভ্যন্তরীণ সার্কিটরি এবং মডিউলগুলোকে শক্তি সরবরাহ করে। সাধারণত, এটি এসি (AC) বিদ্যুৎ গ্রহণ করে এবং পিএলসি-এর প্রয়োজন অনুযায়ী কম ভোল্টেজের ডিসি (DC) পাওয়ারে (যেমন: ৫ V, ১২ V, বা ২৪ V) রূপান্তরিত করে। একটি স্থিতিশীল এবং নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ সরবরাহ নিশ্চিত করা এর প্রধান কাজ।

২. সেন্ট্রাল প্রসেসিং ইউনিট বা CPU (Central Processing Unit)

CPU হলো পিএলসি-এর মস্তিষ্ক। এটি পিএলসি-এর সমস্ত কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণ করে। CPU-এর মধ্যে একটি মাইক্রোপ্রসেসর এবং বিভিন্ন ধরনের মেমরি থাকে।

মাইক্রোপ্রসেসর: এটি প্রোগ্রামের লজিক কার্যকর করে, গাণিতিক এবং লজিক্যাল অপারেশন সম্পন্ন করে, এবং ডেটা প্রসেস করে।

মেমরি: CPU-তে সাধারণত তিন ধরনের মেমরি থাকে:

- **সিস্টেম মেমরি (System Memory):** এটি পিএলসি-এর অপারেটিং সিস্টেম সংরক্ষণ করে।
- **প্রোগ্রাম মেমরি (Program Memory):** এখানে ব্যবহারকারীর লেখা লজিক প্রোগ্রাম সংরক্ষিত থাকে।
- **ডেটা মেমরি (Data Memory):** এটি ইনপুট/আউটপুট স্ট্যাটাস, টাইমার, কাউন্টার এবং অন্যান্য অস্থায়ী ডেটা সংরক্ষণ করে।

CPU ইনপুট মডিউল থেকে ডেটা পড়ে, প্রোগ্রাম অনুযায়ী তা প্রসেস করে এবং আউটপুট মডিউলকে নির্দেশ দেয়।

৩. ইনপুট মডিউল (Input Module)

ইনপুট মডিউল পিএলসি এবং বাইরের বিশ্বের মধ্যে একটি ইন্টারফেস হিসেবে কাজ করে। এটি সেন্সর, সুইচ, পুশবটন, এবং অন্যান্য ইনপুট ডিভাইস থেকে সিগন্যাল গ্রহণ করে।

কার্যপ্রণালী: যখন একটি সেন্সর থেকে সিগন্যাল আসে, ইনপুট মডিউল সেই সিগন্যালকে পিএলসি-এর অভ্যন্তরীণ লজিকের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ ডিজিটাল সিগন্যালে (সাধারণত ০ V বা ২৪ V) রূপান্তরিত করে। এই রূপান্তরিত ডেটা CPU-এর ডেটা মেমরিতে পাঠানো হয়। এই মডিউলের মাধ্যমে পিএলসি বুঝতে পারে যে সিস্টেমের বর্তমান অবস্থা কী।

৪. আউটপুট মডিউল (Output Module)

আউটপুট মডিউল CPU থেকে পাওয়া কমান্ড অনুযায়ী বাইরের ডিভাইসগুলোকে নিয়ন্ত্রণ করে।

কার্যপ্রণালী: CPU যখন একটি নির্দিষ্ট আউটপুট সক্রিয় করার নির্দেশ দেয়, তখন আউটপুট মডিউল সেই ডিজিটাল সিগন্যালকে বৈদ্যুতিক সিগন্যালে রূপান্তরিত করে অ্যাকচুয়েটর, মোটর, রিলে, ভালভ বা লাইটের মতো আউটপুট ডিভাইসগুলোতে পাঠায়। আউটপুট মডিউলটি সাধারণত রিলে (**Relay**), ট্রানজিস্টর (**Transistor**), বা ট্রায়াক (**Triac**) ব্যবহার করে এই কাজ সম্পন্ন করে।

এই চারটি প্রধান ব্লক সমন্বিতভাবে একটি স্ক্যান সাইকেলের মাধ্যমে কাজ করে, যা পিএলসি-কে শিল্প অ্যাপ্লিকেশনে একটি নির্ভরযোগ্য এবং কার্যকর নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র হিসেবে প্রতিষ্ঠিত করেছে।

PLC প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজ

এই প্রোগ্রামিং ভাষাগুলো দেখতে প্রচলিত কম্পিউটার প্রোগ্রামিং ভাষার মতো নয়, বরং শিল্প-কারখানার কাজের ধরন অনুসারে ডিজাইন করা হয়েছে। আন্তর্জাতিকভাবে, IEC 61131-3 স্ট্যান্ডার্ড পাঁচটি প্রধান পিএলসি প্রোগ্রামিং ভাষার বর্ণনা দেয়। সেগুলোর বিস্তারিত আলোচনা নিচে দেওয়া হলো।

১. ল্যাডার ডায়াগ্রাম বা ল্যাডার লজিক (Ladder Diagram/LD)

এটি পিএলসি-এর সবচেয়ে জনপ্রিয় প্রোগ্রামিং ভাষা। এর নাম 'ল্যাডার' বা 'সিঁড়ি' কারণ এর প্রোগ্রাম দেখতে একটি সিঁড়ির মতো। দুটি উল্লম্ব রেল (rail) থাকে, যা বিদ্যুৎ সরবরাহ করে, এবং এর মাঝে অনুভূমিক ধাপ (rung) থাকে, যেখানে প্রোগ্রাম লেখা হয়।

ধারণা: এই ভাষাটি পুরোনো ইলেকট্রিক্যাল রিলে সার্কিট থেকে অনুপ্রাণিত। তাই যারা রিলে সার্কিট সম্পর্কে জানেন, তাদের জন্য এটি বোঝা খুবই সহজ। এখানে প্রতীক ব্যবহার করা হয়, যেমন:

- ইনপুট: নরমালি ওপেন (NO) বা নরমালি ক্লোজড (NC) কন্ট্যাক্ট। এটি সুইচের মতো কাজ করে।
- আউটপুট: কয়েল বা একটি বৃত্তাকার প্রতীক, যা একটি মোটর বা লাইটকে নির্দেশ করে।
- উদাহরণ: ধরা যাক, আপনি একটি বাতি জ্বালাতে চান। ল্যাডার লজিকে আপনি একটি ইনপুট (যেমন একটি পুশবাটন) এবং একটি আউটপুট (বাতি) যোগ করে একটি ধাপ তৈরি করবেন। যখন পুশবাটনে চাপ দেওয়া হবে, বিদ্যুৎ সেই ধাপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে এবং বাতিটি জ্বলে উঠবে।

২. ফাংশন ব্লক ডায়াগ্রাম (Function Block Diagram/FBD)

এই প্রোগ্রামিং ভাষাটি দেখতে অনেকটা ডিজিটাল লজিক সার্কিটের মতো। এখানে প্রোগ্রামটি একটি বক্স বা 'ফাংশন ব্লক' ব্যবহার করে লেখা হয়। প্রতিটি ব্লক একটি নির্দিষ্ট কাজ করে, যেমন: টাইমার, কাউন্টার, বা গাণিতিক হিসাব।

ধারণা: এটি একটি ভিজুয়াল প্রোগ্রামিং পদ্ধতি, যেখানে ইনপুটগুলো ব্লকের বাম দিকে এবং আউটপুটগুলো ডান দিকে যুক্ত থাকে। একটি ব্লকের আউটপুট অন্য একটি ব্লকের ইনপুটে যুক্ত করে প্রোগ্রাম তৈরি করা হয়।

উদাহরণ: আপনি একটি টাইমারের ফাংশন ব্লক ব্যবহার করতে পারেন, যা একটি নির্দিষ্ট সময় পর একটি মোটর চালু করবে। আপনি শুধু টাইমার ব্লকের ইনপুটে একটি সুইচ যুক্ত করবেন এবং এর আউটপুটকে মোটর ব্লকের ইনপুটে যুক্ত করবেন।

৩. স্ট্রাকচার্ড টেক্সট (Structured Text/ST)

এটি একটি টেক্সট-ভিত্তিক উচ্চ-স্তরের প্রোগ্রামিং ভাষা, যা অনেকটা আধুনিক কম্পিউটার প্রোগ্রামিং ভাষা যেমন C বা Pascal-এর মতো। এটিতে জটিল গাণিতিক ও লজিক্যাল অপারেশন করা সহজ।

ধারণা: এটি ভাষার নিয়ম অনুযায়ী লিখিত নির্দেশনার একটি সিরিজ। এর মাধ্যমে শর্ত (IF-THEN-ELSE), লুপ (FOR, WHILE), এবং জটিল হিসাব-নিকাশ করা যায়।

উপযোগিতা: যখন প্রোগ্রামটি অনেক জটিল হয়, তখন ল্যাডার লজিকের চেয়ে এটিতে লেখা সহজ ও সংক্ষিপ্ত হয়। এটি জটিল অ্যালগরিদম বা ডেটা প্রসেসিংয়ের জন্য আদর্শ।

৪. ইনস্ট্রাকশন লিস্ট (Instruction List/IL)

ইনস্ট্রাকশন লিস্ট একটি নিম্ন-স্তরের ভাষা, যা দেখতে অ্যাসেম্বলি ল্যাঙ্গুয়েজের মতো। প্রতিটি লাইনে একটি নির্দিষ্ট নির্দেশ থাকে, যা পিএলসি-কে সরাসরি কমান্ড দেয়।

ধারণা: এটি একটি কমান্ডের তালিকা। প্রতিটি কমান্ড একটি নির্দিষ্ট কাজ করে, যেমন: ডেটা লোড করা, আউটপুট চালু করা বা বন্ধ করা।

উপযোগিতা: এটি সাধারণত ছোট আকারের প্রোগ্রামের জন্য ব্যবহার করা হয় কারণ এর কোড সংক্ষিপ্ত হয়। তবে, এটি লেখা এবং বোঝা কিছুটা জটিল, তাই এর ব্যবহার কমে আসছে।

৫. সিকোয়েন্সিয়াল ফাংশন চার্ট (Sequential Function Chart/SFC)

এই ভাষাটি এমন প্রোগ্রামের জন্য ব্যবহার করা হয় যা ধাপে ধাপে সম্পন্ন হয়। এটি একটি ফ্লোচার্টের মতো কাজ করে।

ধারণা: এই ভাষাটি প্রোগ্রামকে বিভিন্ন ধাপ (step) এবং তাদের মধ্যে রূপান্তর (transition) হিসেবে উপস্থাপন করে। প্রতিটি ধাপের মধ্যে কী কাজ হবে এবং কখন পরবর্তী ধাপে যাবে, তা নির্ধারণ করা হয়।

উপযোগিতা: এটি এমন মেশিনের জন্য খুব কার্যকর যা একটি নির্দিষ্ট ক্রমানুসারে কাজ করে, যেমন: একটি অ্যাসেম্বলি লাইন বা একটি স্বয়ংক্রিয় ফিলিং সিস্টেম। এটি প্রোগ্রামের ধারাবাহিকতা বুঝতে ও সমস্যা খুঁজে বের করতে সাহায্য করে।

এই পাঁচটি ভাষা বিভিন্ন ধরনের কাজের জন্য উপযুক্ত। বেশিরভাগ আধুনিক পিএলসি সফটওয়্যারে আপনি আপনার পছন্দ ও প্রয়োজন অনুযায়ী এই ভাষাগুলো ব্যবহার করে প্রোগ্রাম তৈরি করতে পারবেন।

বাংলাদেশে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত PLC এর নাম ও বিস্তারিত আলোচনা

বাংলাদেশে পিএলসি-এর ব্যবহার নিয়ে আলোচনা করার সময়, এককভাবে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত মডেল বা সিরিজ চিহ্নিত করা কঠিন। তবে, বিভিন্ন শিল্পখাতের চাহিদা এবং কার্যকারিতার ওপর ভিত্তি করে **Siemens SIMATIC S7** সিরিজের কিছু মডেলকে বাংলাদেশের বাজারে সবচেয়ে জনপ্রিয় এবং বহুল ব্যবহৃত হিসেবে বিবেচনা করা যায়। বিশেষ করে **SIMATIC S7-1200** এবং **S7-300** সিরিজগুলো অত্যন্ত প্রভাবশালী।

১. Siemens SIMATIC S7-1200 সিরিজ

S7-1200 সিরিজটি ছোট ও মাঝারি আকারের অ্যাপ্লিকেশনের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। বাংলাদেশের ক্ষুদ্র ও মাঝারি শিল্প প্রতিষ্ঠানগুলোতে এটি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়।

বৈশিষ্ট্য:

কমপ্যাক্ট এবং বহুমুখী: এর আকার ছোট এবং এর সাথে বিভিন্ন ইনপুট/আউটপুট (I/O) মডিউল সহজেই যুক্ত করা যায়।

সাশ্রয়ী: এটি অন্যান্য বড় সিরিজের তুলনায় কম ব্যয়বহুল, যা ছোট প্রতিষ্ঠানের জন্য এটি একটি আকর্ষণীয় বিকল্প।

ইন্টিগ্রেটেড কার্যকারিতা: এতে বিল্ট-ইন ইথারনেট পোর্ট থাকে, যা নেটওয়ার্কিং এবং যোগাযোগের জন্য সুবিধাজনক। এটি মোশন কন্ট্রোল এবং পিআইডি (PID) কন্ট্রোলার মতো ফাংশনগুলো সহজেই সমর্থন করে।

প্রোগ্রামিং: এর জন্য **TIA Portal** সফটওয়্যার ব্যবহার করা হয়, যা ব্যবহারকারীকে ল্যাডার লজিক (Ladder Logic) এবং ফাংশন ব্লক ডায়াগ্রাম (Function Block Diagram) এর মতো আধুনিক প্রোগ্রামিং ভাষা ব্যবহার করতে সাহায্য করে।

২. Siemens SIMATIC S7-300 সিরিজ

যদিও এটি একটি পুরোনো সিরিজ, তবে এর নির্ভরযোগ্যতা এবং শক্তিশালী কার্যকারিতার কারণে এটি এখনও বাংলাদেশের বড় শিল্পকারখানায় ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

বৈশিষ্ট্য:

মডুলার ডিজাইন: এটি বিভিন্ন মডিউল ব্যবহার করে তৈরি করা হয়, যা এটিকে সহজে প্রসারিত এবং আপগ্রেড করার সুবিধা দেয়।

শক্তিশালী কার্যকারিতা: এটি জটিল এবং বড় শিল্প প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণের জন্য খুবই উপযুক্ত।

সহজে প্রতিস্থাপনযোগ্য: এই সিরিজের মডিউলগুলো হট-সোয়াপেবল (hot-swappable), যার অর্থ পিএলসি চালু থাকা অবস্থাতেও মডিউল পরিবর্তন করা যায়, যা রক্ষণাবেক্ষণের সময় বাঁচায়।

প্রোগ্রামিং: এটি **STEP 7** সফটওয়্যার এবং আধুনিক **TIA Portal** সফটওয়্যার উভয়ই সমর্থন করে।

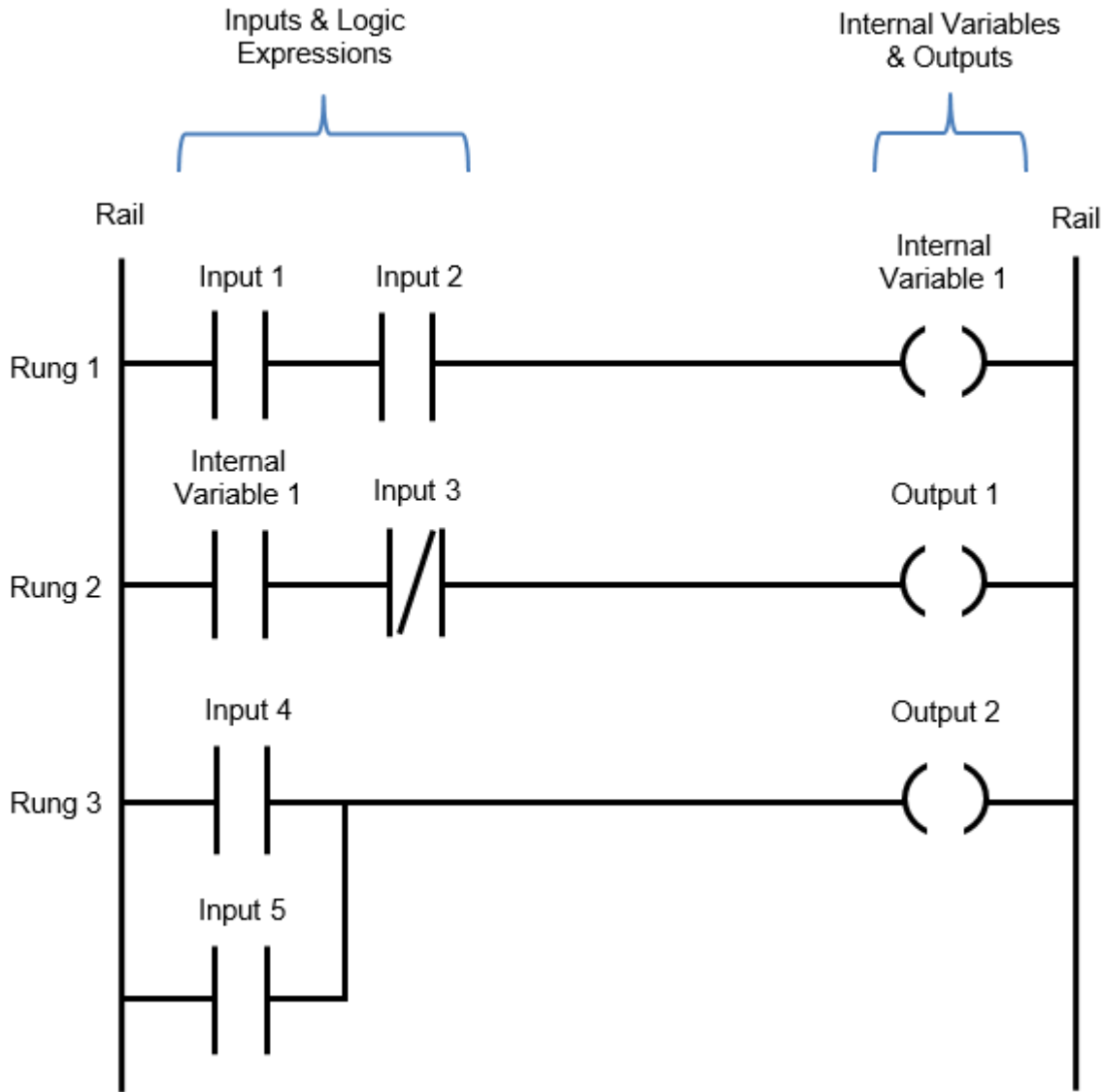
কেন এই দুটি সিরিজ জনপ্রিয়?

সহজলভ্যতা: এই পিএলসিগুলো স্থানীয় বাজারে সহজে পাওয়া যায় এবং এর খুচরা যন্ত্রাংশগুলোও সহজলভ্য।
প্রশিক্ষণ ও সাপোর্ট: বাংলাদেশে সিমেন্সের পিএলসি নিয়ে কাজ করা দক্ষ জনবল এবং প্রশিক্ষণ কেন্দ্র বেশি, যা এর ব্যবহারকে উৎসাহিত করে।

বিভিন্ন অ্যাপ্লিকেশনের জন্য উপযুক্ততা: এই দুটি সিরিজই বিভিন্ন আকারের এবং জটিলতার শিল্প অ্যাপ্লিকেশনের জন্য উপযুক্ত। S7-1200 ছোট মেশিনের জন্য এবং S7-300 বড় বা জটিল সিস্টেমের জন্য ব্যবহার করা হয়।

এই কারণগুলোর জন্য, সিমেন্স পিএলসি-এর এই সিরিজগুলো বাংলাদেশে শিল্প অটোমেশন খাতে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়।

পিএলসি (PLC) ল্যাডার লজিক সিম্বলগুলো



একটি ল্যাডার লজিক প্রোগ্রামের মূল উপাদানগুলো হলো ইনপুট, আউটপুট এবং বিভিন্ন ফাংশন ব্লক। নিচে এই প্রতীকগুলো বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হলো:

১. ইনপুট ও আউটপুট সিম্বল

এই সিম্বলগুলো পিএলসি-এর সাথে যুক্ত বাইরের ডিভাইসগুলোকে নির্দেশ করে।

নরমালি ওপেন (Normally Open - NO) কন্ট্যাক্ট: ---[]---

কাজ: এটি একটি সাধারণ সুইচ বা পুশবাটনের মতো কাজ করে। যখন এই ইনপুটটি (যেমন একটি সুইচ) বন্ধ বা আন-অ্যাক্টিভ থাকে, তখন এটি খোলা অবস্থায় থাকে এবং এর মধ্য দিয়ে কোনো বিদ্যুৎ প্রবাহ হয় না। যখন ইনপুটটি চালু বা অ্যাক্টিভ করা হয়, তখন এটি বন্ধ হয়ে যায় এবং বিদ্যুৎ প্রবাহকে অনুমতি দেয়। এটি ল্যাডার ডায়াগ্রামে একটি লজিক্যাল শর্ত হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

নরমালি ক্লোজড (**Normally Closed - NC**) কন্ট্যাক্ট: ---[/]---

কাজ: এটি NO কন্ট্যাক্টের বিপরীত। যখন ইনপুটটি বন্ধ বা আন-অ্যাক্টিভ থাকে, তখন এটি বন্ধ অবস্থায় থাকে এবং এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে। যখন ইনপুটটি চালু বা অ্যাক্টিভ করা হয়, তখন এটি খুলে যায় এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করে দেয়। এটি প্রায়শই কোনো জরুরি স্টপ সুইচ বা একটি সেন্সরের ডিফল্ট অবস্থা বোঝাতে ব্যবহৃত হয়।

আউটপুট কয়েল (**Output Coil**): ---()---

কাজ: এটি একটি আউটপুট ডিভাইস যেমন একটি মোটর, লাইট বা ভালভকে নিয়ন্ত্রণ করে। যখন একটি ল্যাডার ধাপ (rung)-এর সব শর্ত পূরণ হয় এবং এই কয়েলে লজিকটি সত্য হয়, তখন পিএলসি সংশ্লিষ্ট আউটপুটটিকে চালু করে।

২. টাইমার ও কাউন্টার সিম্বল

এই ফাংশনগুলো প্রোগ্রামের সময়-ভিত্তিক বা সংখ্যা-ভিত্তিক নিয়ন্ত্রণ সরবরাহ করে।

টাইমার (Timer) সিম্বল: সাধারণত একটি বক্স বা ব্লক হিসেবে দেখানো হয়, যেখানে টাইমারের ধরন (যেমন TON, TOF) লেখা থাকে।

কাজ: টাইমার ব্যবহার করা হয় একটি নির্দিষ্ট সময় পর কোনো আউটপুটকে চালু বা বন্ধ করতে।

উদাহরণ: TON (Timer On-Delay): এটি একটি ইনপুট পাওয়ার পাওয়ার পর একটি নির্দিষ্ট সময় অপেক্ষা করে এবং তারপর আউটপুট চালু করে। এটি কোনো মোটরকে সরাসরি চালু না করে সামান্য দেরিতে চালু করতে ব্যবহৃত হয়।

কাউন্টার (Counter) সিম্বল: এটিও একটি বক্স বা ব্লক হিসেবে দেখানো হয়, যেখানে কাউন্টারের ধরন (যেমন CTU, CTD) লেখা থাকে।

কাজ: কাউন্টার কোনো ঘটনা বা পালস গণনা করতে ব্যবহার করা হয়।

উদাহরণ: CTU (Counter Up): এটি প্রতিটি ইনপুট পালস গণনা করে। যখন একটি নির্দিষ্ট সংখ্যা (preset value) গণনা করা হয়ে যায়, তখন এর আউটপুট চালু হয়। এটি কোনো কার্টনে পণ্যের সংখ্যা গণনা করতে বা একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক প্যাকেট তৈরি হওয়ার পর কোনো মেশিন বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।

৩. অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ সিম্বল

এই সিম্বলগুলো জটিল লজিক তৈরিতে সাহায্য করে।

লেচিং (Latch) ও আনলেচিং (Unlatch): এই সিম্বলগুলো কোনো আউটপুটকে মেমরি হিসেবে চালু বা বন্ধ রাখতে ব্যবহৃত হয়।

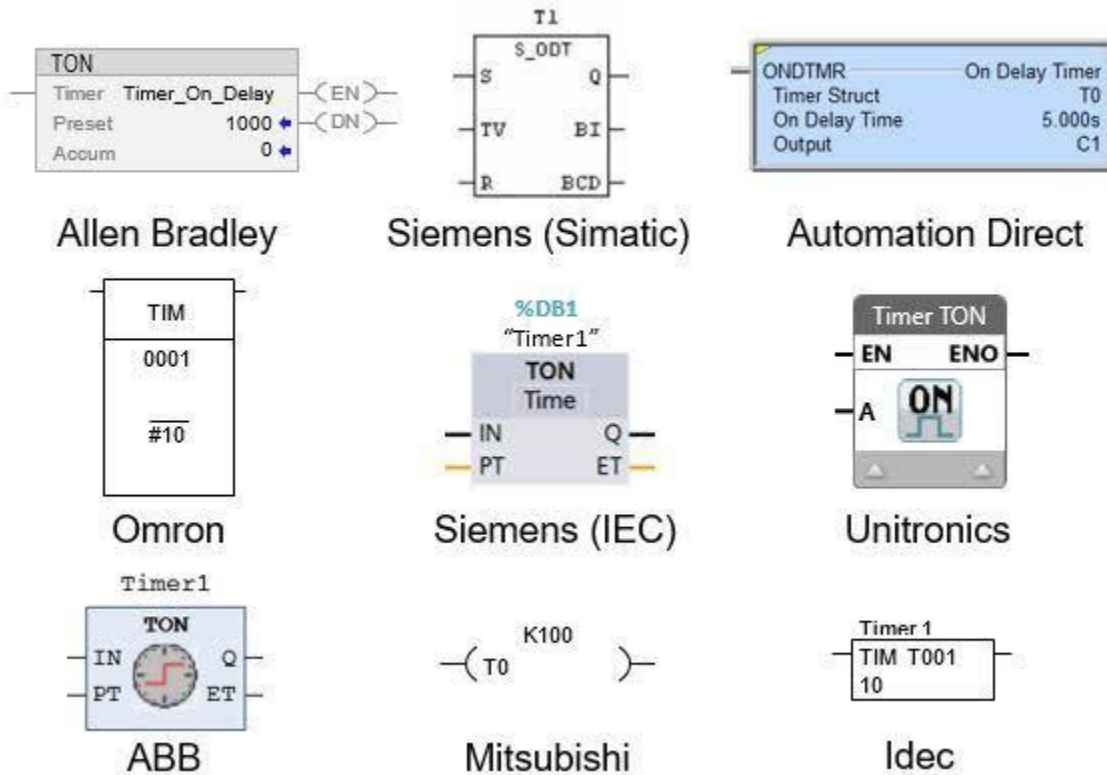
ল্যাচ (---(L)---): একবার চালু হলে, এটি পিএলসি বন্ধ না হওয়া পর্যন্ত বা আনল্যাচ কমান্ড না আসা পর্যন্ত চালু থাকে।

আনল্যাচ (---(U)---): এটি একটি ল্যাচড আউটপুটকে বন্ধ করে দেয়।

এই সিম্বলগুলো ব্যবহার করে পিএলসি ল্যাডার লজিক প্রোগ্রাম তৈরি করা হয়। প্রতিটি ধাপ (rung) বাম থেকে ডানে কার্যকর হয়। পিএলসি প্রথমে ইনপুট কন্ট্যাক্টগুলোর অবস্থা যাচাই করে এবং লজিক শর্ত পূরণ হলে ডান দিকে থাকা আউটপুট কয়েলটি চালু করে।

পিএলসি টাইমার কী?

পিএলসি টাইমার হলো একটি বিশেষ ফাংশন যা একটি নির্দিষ্ট সময় গণনা করতে ব্যবহার করা হয়। এটি একটি স্টপওয়াচের মতো কাজ করে। যখন একটি শর্ত পূরণ হয়, তখন টাইমার সময় গণনা শুরু করে এবং একটি নির্দিষ্ট সময় পর অন্য একটি কাজ (যেমন, একটি মোটর চালু করা বা একটি লাইট বন্ধ করা) সম্পন্ন করে।



বিভিন্ন ধরনের টাইমার

একটি টাইমারের মূল উপাদানগুলো হলো:

ইনপুট (Input): এটি একটি লজিক্যাল শর্ত বা সিগন্যাল যা টাইমারকে চালু করে।

প্রেসেট ভ্যালু (Preset Value): এটি হলো সেই নির্দিষ্ট সময়, যা টাইমারকে গণনা করতে হবে।

অ্যাকুমুলেটেড ভ্যালু (Accumulated Value): এটি হলো সেই বর্তমান সময় যা টাইমার গণনা করছে।

আউটপুট বিট (Output Bit): যখন টাইমারের গণনা প্রেসেট ভ্যালুতে পৌঁছায়, তখন এই আউটপুট বিটটি চালু হয়।

টাইমারের প্রকারভেদ

পিএলসি প্রোগ্রামে সাধারণত তিন ধরনের টাইমার ব্যবহার করা হয়:

১. টাইমার অন-ডিলে (Timer On-Delay - TON)

এই টাইমারটি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। এর কাজ হলো একটি ইনপুট সিগন্যাল পাওয়ার পর নির্দিষ্ট সময় অপেক্ষা করা এবং তারপর একটি আউটপুট চালু করা।

কাজ করার পদ্ধতি: ১. যখন TON টাইমারের ইনপুটটি চালু হয়, তখন এটি সময় গণনা শুরু করে। ২. যতক্ষণ না সময় গণনা প্রেসেট ভ্যালুতে পৌঁছায়, ততক্ষণ এর আউটপুট বন্ধ থাকে। ৩. যখন অ্যাকিউমুলেটেড ভ্যালু প্রেসেট ভ্যালুর সমান হয়, তখন টাইমারের আউটপুটটি চালু হয় এবং চালু থাকে। ৪. যদি ইনপুটটি মাঝপথে বন্ধ হয়ে যায়, তাহলে টাইমার তার গণনা বন্ধ করে এবং আবার শূন্য থেকে শুরু করে।

উদাহরণ: একটি কনভেয়ার বেল্টকে একটি স্টার্ট পুশবটন চাপার ৫ সেকেন্ড পর চালু করতে TON টাইমার ব্যবহার করা হয়। এটি নিশ্চিত করে যে শ্রমিকরা বা মেশিনটি প্রস্তুত হওয়ার জন্য কিছুটা সময় পায়।

২. টাইমার অফ-ডিলে (Timer Off-Delay - TOF)

এই টাইমারটি TON টাইমারের বিপরীত। এর কাজ হলো ইনপুট সিগন্যাল বন্ধ হওয়ার পর একটি নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত আউটপুটকে চালু রাখা।

কাজ করার পদ্ধতি: ১. যখন TOF টাইমারের ইনপুটটি চালু হয়, তখন এর আউটপুট তাৎক্ষণিকভাবে চালু হয়ে যায়। ২. যখন ইনপুটটি বন্ধ হয়, তখন টাইমার সময় গণনা শুরু করে। ৩. যতক্ষণ পর্যন্ত সময় গণনা প্রেসেট ভ্যালুতে না পৌঁছায়, ততক্ষণ এর আউটপুট চালু থাকে। ৪. যখন অ্যাকিউমুলেটেড ভ্যালু প্রেসেট ভ্যালুর সমান হয়, তখন এর আউটপুট বন্ধ হয়ে যায়।

উদাহরণ: একটি মেশিনের কুলিং ফ্যানকে মেশিনটি বন্ধ করার পর আরও কিছু সময় চালু রাখতে TOF টাইমার ব্যবহার করা হয়, যাতে মেশিনটি ঠান্ডা হতে পারে।

৩. রетенেটিভ টাইমার অন-ডিলে (Retentive Timer On-Delay - RTO)

এই টাইমারটিও অন-ডিলে টাইমারের মতো, কিন্তু এটি তার গণনা ধরে রাখতে পারে।

কাজ করার পদ্ধতি: ১. যখন RTO টাইমারের ইনপুটটি চালু হয়, তখন এটি সময় গণনা শুরু করে। ২. যদি ইনপুটটি মাঝপথে বন্ধ হয়ে যায়, তাহলে এটি তার অ্যাকিউমুলেটেড ভ্যালু ধরে রাখে। ৩. যখন ইনপুটটি আবার চালু হয়, তখন এটি আগের স্থান থেকে পুনরায় গণনা শুরু করে। ৪. যখন মোট গণনা প্রেসেট ভ্যালুতে পৌঁছায়, তখন এর আউটপুট চালু হয়।

উদাহরণ: একটি প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত ভালভ মোট ১ মিনিট খোলা রাখা প্রয়োজন, কিন্তু ইনপুট সিগন্যাল মাঝে মাঝে বিচ্ছিন্ন হতে পারে। এক্ষেত্রে RTO টাইমার ব্যবহার করলে, এটি মোট ১ মিনিট চালু থাকার পর বন্ধ হবে, ইনপুট বিচ্ছিন্ন হওয়া সত্ত্বেও।

টাইমার ব্যবহারের সুবিধা

নিয়ন্ত্রণ: এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে সময়-ভিত্তিক প্রক্রিয়াগুলো নিয়ন্ত্রণ করতে সাহায্য করে।
নির্ভরযোগ্যতা: ম্যানুয়াল টাইমিংয়ের চেয়ে এটি অনেক বেশি নির্ভরযোগ্য এবং নিখুঁত।
নিরাপত্তা: কিছু ক্ষেত্রে, এটি সুরক্ষা নিশ্চিত করতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, যেমন জরুরি স্টপ সিস্টেম।
নমনীয়তা: একটি টাইমারের প্রেসেট ভ্যালু সহজেই প্রোগ্রাম থেকে পরিবর্তন করা যায়।

এছাড়াও অন্যান্য টাইমার গুলো নিয়ে আলোচনা করা হলো

উইপিং রিলে টাইমার" (Wiping Relay Timer) বা "ফ্লিকার টাইমার" (Flicker Timer) শব্দটি সাধারণত একটি নির্দিষ্ট ধরনের টাইমার বোঝাতে ব্যবহৃত হয় যা একটি আউটপুটকে বারবার চালু এবং বন্ধ (on/off) করে।
পিএলসি প্রোগ্রামিং-এর প্রচলিত টাইমার যেমন TON, TOF বা RTO-এর মতো এটি একটি সরাসরি ফাংশন ব্লক নয়। বরং, এটি একটি বিশেষ প্রোগ্রামিং লজিকের মাধ্যমে তৈরি করতে হয়।

এই ধরনের টাইমারের প্রধান কাজ হলো একটি আউটপুটকে একটি নির্দিষ্ট সময় অন এবং একটি নির্দিষ্ট সময় অফ রাখা, এবং এই প্রক্রিয়াটি বারবার চলতে থাকে। এটি সাধারণত সতর্কীকরণ বা নির্দেশক বাতি (যেমন, অ্যান্ডুলেটরের বাতি, সিকিউরিটি লাইট) জ্বালাতে ব্যবহৃত হয়।

আপনার বইয়ের পাঠকের জন্য, আমি একটি সহজ উদাহরণ এবং লজিক ব্যবহার করে ব্যাখ্যা করছি কীভাবে একটি নিয়মিত TON (Timer On-Delay) টাইমার দিয়ে এই উইপিং ফাংশন তৈরি করা যায়।

উইপিং রিলে টাইমার

এই লজিকটি বোঝার জন্য, আমরা দুটি TON টাইমার ব্যবহার করব। প্রথম টাইমারটি আউটপুটকে চালু করার জন্য সময় গণনা করবে এবং দ্বিতীয় টাইমারটি আউটপুটকে বন্ধ রাখার জন্য সময় গণনা করবে।

ধাপ ১: আউটপুট চালু করার লজিক

ইনপুট: একটি স্টার্ট সুইচ বা কন্ট্যাক্ট।

প্রথম টাইমার (TON-1): এই টাইমারটি একটি নির্দিষ্ট সময় (যেমন, ১ সেকেন্ড) গণনা করবে। এই সময়টি হলো আউটপুট অন থাকার সময়।

আউটপুট কয়েল (Output Coil): যখন প্রথম টাইমারের আউটপুট বিট চালু হয়, তখন এটি একটি ইনপুট হিসেবে একটি দ্বিতীয় টাইমারকে চালু করবে।

কার্যপদ্ধতি:

যখন স্টার্ট সুইচটি চালু হবে, তখন প্রথম টাইমার (TON-1) তার সময় গণনা শুরু করবে।

টাইমারটি ১ সেকেন্ড গণনা করার পর এর আউটপুট চালু হবে।

এই চালু হওয়া আউটপুটটি আমরা দ্বিতীয় টাইমারের ইনপুটে ব্যবহার করব।

ধাপ ২: আউটপুট বন্ধ করার লজিক

ইনপুট: প্রথম টাইমারের আউটপুট বিট।

দ্বিতীয় টাইমার (TON-2): এই টাইমারটি একটি নির্দিষ্ট সময় (যেমন, ১ সেকেন্ড) গণনা করবে। এই সময়টি হলো আউটপুট অফ থাকার সময়।

আউটপুট কয়েল: এটি সরাসরি একটি আউটপুট ডিভাইস (যেমন একটি লাইট) চালু করবে।

কার্যপদ্ধতি:

যখন প্রথম টাইমারের আউটপুট বিট চালু হবে, তখন দ্বিতীয় টাইমার (TON-2) সময় গণনা শুরু করবে।

এই দ্বিতীয় টাইমারের লজিকটি এমনভাবে সাজাতে হবে যাতে যখন এটি গণনা করে, তখন আমাদের চূড়ান্ত আউটপুট (লাইটের কয়েল) বন্ধ থাকে।

দ্বিতীয় টাইমারটি তার ১ সেকেন্ড গণনা শেষ করার পর, এর আউটপুট বিটটি চালু হবে এবং এটি প্রথম টাইমারকে রিসেট করে দেবে।

ধাপ ৩: রিসেট লজিক (Looping)

এই অংশটি নিশ্চিত করে যে প্রক্রিয়াটি বারবার চলতে থাকবে।

লজিক: দ্বিতীয় টাইমারের আউটপুটটি এমনভাবে যুক্ত করতে হবে যাতে এটি প্রথম টাইমারের ইনপুটকে বন্ধ করে দেয়। এর ফলে প্রথম টাইমারটি রিসেট হবে এবং আবার শূন্য থেকে গণনা শুরু করবে।

সম্পূর্ণ প্রক্রিয়াটি সংক্ষেপে:

১. আপনি সুইচটি চালু করলেন।
২. প্রথম টাইমার (TON-1) সময় গণনা শুরু করল (যেমন ১ সেকেন্ড)।
৩. ১ সেকেন্ড পর TON-1-এর আউটপুট চালু হলো।
৪. TON-1-এর আউটপুট চালু হওয়ার সাথে সাথে আপনার লাইটটি জ্বলল এবং দ্বিতীয় টাইমার (TON-2) সময় গণনা শুরু করল।
৫. TON-2 তার ১ সেকেন্ড গণনা শেষ করার পর, এর আউটপুট চালু হলো।
৬. TON-2-এর আউটপুট চালু হওয়ার সাথে সাথে এটি প্রথম টাইমারকে রিসেট করে দিল।
৭. TON-1 রিসেট হওয়ায় এর আউটপুট বন্ধ হলো, ফলে লাইটটিও বন্ধ হলো এবং পুরো প্রক্রিয়াটি আবার শুরু হলো।

এভাবে, TON-1 লাইটটি অন রাখার জন্য এবং TON-2 লাইটটি অফ রাখার জন্য কাজ করে, এবং দুটি টাইমার একে অপরকে রিসেট করে একটি অবিচ্ছিন্ন চক্র তৈরি করে। এই লজিকটি "উইপিং রিলে টাইমার"-এর মতো কাজ করে।

উইকলি টাইমার (Weekly Timer) হলো পিএলসি-এর একটি বিশেষ ফাংশন যা সপ্তাহের নির্দিষ্ট দিন ও সময়ে কোনো কাজ শুরু বা বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি একটি সাধারণ টাইমারের চেয়ে ভিন্ন, কারণ এটি শুধু সময়ের ব্যবধান নয়, বরং ক্যালেন্ডারের দিন ও সময়কেও বিবেচনা করে কাজ করে। এর মাধ্যমে আপনি পিএলসিকে বলতে পারেন, "প্রতি সোমবার সকাল ৯টায় এই মোটরটি চালু করো এবং শুক্রবার সন্ধ্যা ৬টায় এটি বন্ধ করে দাও।"

উইকলি টাইমার

উইকলি টাইমার সাধারণত পিএলসি-এর অভ্যন্তরীণ রিয়েল-টাইম ক্লক (Real-Time Clock - RTC) বা একটি বাহ্যিক ডেটাবেস থেকে সময় ও তারিখের তথ্য নেয়। এর লজিকটি তিনটি প্রধান উপাদানের উপর ভিত্তি করে কাজ করে:

১. সপ্তাহের দিন (**Day of the Week**): এটি সোম থেকে রবিবারের মধ্যে কোন দিন, তা নির্ধারণ করে।
২. সময় (**Time**): এটি ঘড়ির সময়, যেমন সকাল ৯টা বা বিকেল ৫টা, নির্দিষ্ট করে।
৩. শর্ত (**Condition**): এই শর্ত পূরণ হলে একটি নির্দিষ্ট আউটপুট চালু বা বন্ধ হয়।

উইকলি টাইমারের ব্যবহার

উইকলি টাইমার বিভিন্ন শিল্প ও বাণিজ্যিক অ্যাপ্লিকেশনে ব্যবহৃত হয়, যা কাজের দক্ষতা বাড়ায় এবং বিদ্যুৎ সাশ্রয় করে।

আলোর নিয়ন্ত্রণ: একটি অফিসের বা কারখানার বাতিগুলো স্বয়ংক্রিয়ভাবে সপ্তাহের কর্মদিবসে সকাল ৯টায় চালু এবং সন্ধ্যা ৬টায় বন্ধ করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

হিটিং ও কুলিং সিস্টেম: একটি বড় ভবনের হিটিং বা কুলিং সিস্টেমগুলো সাপ্তাহিক ছুটির দিনে বন্ধ রাখতে এবং কর্মদিবসে আবার স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু করতে এটি কার্যকর।

জল সরবরাহ: একটি নির্দিষ্ট দিনে বা সময়ে স্বয়ংক্রিয়ভাবে পানির পাম্প চালু বা বন্ধ করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়, যেমন প্রতি শনিবার সকালে বাগানে জল দেওয়ার জন্য।

উৎপাদন প্রক্রিয়া: কিছু নির্দিষ্ট উৎপাদন প্রক্রিয়া যা শুধু সপ্তাহের নির্দিষ্ট দিনে বা শিফটে চলে, সেগুলো নিয়ন্ত্রণ করতে উইকলি টাইমার ব্যবহার করা হয়।

উইকলি টাইমার ব্যবহারের সুবিধা

শক্তি সাশ্রয়: এটি অপ্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ ব্যবহার কমিয়ে আনে, কারণ এটি শুধুমাত্র প্রয়োজনীয় সময়েই সিস্টেম চালু রাখে।

অটোমেশন: কোনো ম্যানুয়াল হস্তক্ষেপ ছাড়াই স্বয়ংক্রিয়ভাবে সময়-ভিত্তিক কাজগুলো সম্পন্ন করে।

নির্ভরযোগ্যতা: ম্যানুয়াল অপারেশনের চেয়ে এটি অনেক বেশি নির্ভরযোগ্য এবং ত্রুটির সম্ভাবনা কম।

একটি উইকলি টাইমার সেটআপ করার জন্য, আপনাকে সাধারণত পিএলসি প্রোগ্রামিং সফটওয়্যারে ডেটা ব্লক বা স্পেশাল ফাংশন ব্লক ব্যবহার করতে হয়, যেখানে আপনি সপ্তাহের দিন এবং সময় নির্ধারণ করে দেন। এটি পিএলসিকে "কখন" একটি নির্দিষ্ট আউটপুট চালু বা বন্ধ করতে হবে, তা নির্দেশ করে।

ইয়ারলি টাইমার (Yearly Timer)

ইয়ারলি টাইমার (Yearly Timer) হলো পিএলসি-এর একটি বিশেষ ফাংশন যা সপ্তাহের নির্দিষ্ট দিনের মতো বছরে একটি নির্দিষ্ট তারিখ ও সময়ে কোনো কাজ শুরু বা বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি উইকলি টাইমারের চেয়ে আরও সুনির্দিষ্ট। এর মাধ্যমে আপনি পিএলসিকে বলতে পারেন, "প্রতি বছর জানুয়ারী মাসের ১ তারিখে সকাল ৯টায় এই মোটরটি চালু করো।"

ইয়ারলি টাইমারের কার্যপদ্ধতি

ইয়ারলি টাইমার পিএলসি-এর অভ্যন্তরীণ রিয়েল-টাইম ক্লক (**Real-Time Clock - RTC**) থেকে সময় ও তারিখের তথ্য ব্যবহার করে কাজ করে। এর প্রধান লজিক তিনটি উপাদানের ওপর নির্ভর করে:

১. মাস ও তারিখ (**Month and Day**): এটি বছরের কোন মাস এবং সেই মাসের কোন তারিখ, তা নির্দিষ্ট করে।
২. সময় (**Time**): এটি ঘড়ির সময়, যেমন সকাল ৯টা বা বিকেল ৫টা, নির্দিষ্ট করে।
৩. শর্ত (**Condition**): এই শর্ত পূরণ হলে একটি নির্দিষ্ট আউটপুট চালু বা বন্ধ হয়।

ইয়ারলি টাইমারের ব্যবহার

ইয়ারলি টাইমার বিভিন্ন শিল্প ও বাণিজ্যিক অ্যাপ্লিকেশনে ব্যবহৃত হয়, যা উৎপাদন এবং ব্যবস্থাপনার কাজকে আরও স্বয়ংক্রিয় করে।

মৌসুমী নিয়ন্ত্রণ: এমন কোনো সিস্টেম যা বছরের নির্দিষ্ট মৌসুমে চালু বা বন্ধ করা প্রয়োজন, যেমন শীতকালে হিটিং সিস্টেম স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু করা বা গরমকালে কুলিং সিস্টেম চালু করা।

উৎসব বা ছুটির দিনের নিয়ন্ত্রণ: কোনো কারখানার উৎপাদন লাইন বা স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়াগুলো নির্দিষ্ট জাতীয় ছুটির দিনে (যেমন, ঈদের ছুটি, নববর্ষ) স্বয়ংক্রিয়ভাবে বন্ধ এবং ছুটির পর পুনরায় চালু করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

রক্ষণাবেক্ষণ বা ক্যালিব্রেশন: নির্দিষ্ট তারিখে কোনো মেশিনের স্বয়ংক্রিয় রক্ষণাবেক্ষণ বা ক্যালিব্রেশন প্রক্রিয়া শুরু করার জন্য এটি ব্যবহার করা যেতে পারে।

বার্ষিক ইভেন্ট: কোনো বার্ষিক ইভেন্ট বা কাজের জন্য প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রস্তুত করতে এটি ব্যবহার করা হয়।

ইয়ারলি টাইমার ব্যবহারের সুবিধা

অটোমেশন: এটি মানবীয় হস্তক্ষেপ ছাড়াই নির্দিষ্ট বার্ষিক কাজগুলো স্বয়ংক্রিয়ভাবে সম্পন্ন করে।

নিখুঁত সময়সূচি: এটি তারিখ ও সময় অনুযায়ী নিখুঁতভাবে কাজ করে, যা ম্যানুয়াল ভুলের সম্ভাবনা কমায়।

নিয়ন্ত্রণ ও সুরক্ষা: বিশেষ করে বড় এবং জটিল সিস্টেমে, এটি নির্দিষ্ট তারিখে স্বয়ংক্রিয়ভাবে সিস্টেম বন্ধ করে সুরক্ষা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে।

একটি ইয়ারলি টাইমার সেটআপ করতে হলে পিএলসি প্রোগ্রামিং সফটওয়্যারে ডেটা ব্লক বা স্পেশাল ফাংশন ব্লক ব্যবহার করতে হয়, যেখানে আপনি মাস, তারিখ এবং সময় নির্ধারণ করে দেন। এটি পিএলসিকে "কখন" একটি নির্দিষ্ট আউটপুট চালু বা বন্ধ করতে হবে, তা নির্দেশ করে।

কাউন্টার (Counter)

কাউন্টার (Counter) হলো পিএলসি প্রোগ্রামিং-এর একটি গুরুত্বপূর্ণ ফাংশন যা কোনো ঘটনা বা পালস গণনা করতে ব্যবহৃত হয়। এটি একটি ডিজিটাল কাউন্টিং ডিভাইসের মতো কাজ করে। এটি একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক ঘটনা গণনা করার পর একটি আউটপুট চালু বা বন্ধ করে।

একটি কাউন্টারের মূল উপাদানগুলো হলো:

ইনপুট (Input): এটি একটি লজিক্যাল শর্ত বা সিগন্যাল যা কাউন্টারকে একটি পালস গণনা করতে নির্দেশ করে। এটি সাধারণত কোনো সেন্সর বা সুইচের ইনপুট থেকে আসে।

প্রেসেট ভ্যালু (Preset Value): এটি হলো সেই নির্দিষ্ট সংখ্যা, যা কাউন্টারকে গণনা করতে হবে।

অ্যাকুমুলেটেড ভ্যালু (Accumulated Value): এটি হলো সেই বর্তমান সংখ্যা যা কাউন্টার এখন পর্যন্ত গণনা করেছে।

আউটপুট বিট (Output Bit): যখন অ্যাকুমুলেটেড ভ্যালু প্রেসেট ভ্যালুর সমান হয়, তখন এই আউটপুট বিটটি চালু হয়।

কাউন্টারের প্রকারভেদ

পিএলসি প্রোগ্রামে সাধারণত দুই ধরনের কাউন্টার ব্যবহার করা হয়:

১. কাউন্টার আপ (Counter Up - CTU)

এই কাউন্টারটি ইনপুট পালসগুলো ক্রমবর্ধমানভাবে (এক এক করে) গণনা করে।

কার্যপদ্ধতি: ১. যখন CTU কাউন্টারের ইনপুটটি একটি পালস পায়, তখন এর অ্যাকিউমুলেটেড ভ্যালু এক করে বাড়তে থাকে। ২. এটি ততক্ষণ পর্যন্ত গণনা করতে থাকে যতক্ষণ না অ্যাকিউমুলেটেড ভ্যালু প্রেসেট ভ্যালুর সমান হয়। ৩. যখন অ্যাকিউমুলেটেড ভ্যালু প্রেসেট ভ্যালুর সমান বা বেশি হয়, তখন কাউন্টারের আউটপুট চালু হয়। ৪. কাউন্টারটিকে আবার শূন্য থেকে শুরু করার জন্য একটি রিসেট ইনপুট (Reset Input) প্রয়োজন হয়।

উদাহরণ: একটি কারখানায় প্যাকেজিং লাইনে CTU কাউন্টার ব্যবহার করে মোট প্যাকেটের সংখ্যা গণনা করা হয়। যখন মোট প্যাকেটের সংখ্যা ৫০-এ পৌঁছায়, তখন কাউন্টারের আউটপুট চালু হয় এবং এটি একটি অ্যালার্ম বাজিয়ে দেয়।

২. কাউন্টার ডাউন (Counter Down - CTD)

এই কাউন্টারটি ইনপুট পালসগুলো অবরোহী ক্রমে (এক এক করে কমিয়ে) গণনা করে।

কার্যপদ্ধতি: ১. কাউন্টারটিকে প্রথমে একটি প্রেসেট ভ্যালুতে লোড করা হয়। ২. যখন CTD কাউন্টারের ইনপুটটি একটি পালস পায়, তখন এর অ্যাকিউমুলেটেড ভ্যালু এক করে কমতে থাকে। ৩. এটি ততক্ষণ পর্যন্ত গণনা করতে থাকে যতক্ষণ না অ্যাকিউমুলেটেড ভ্যালু শূন্যতে পৌঁছায়। ৪. যখন অ্যাকিউমুলেটেড ভ্যালু শূন্য হয়, তখন কাউন্টারের আউটপুট চালু হয়।

উদাহরণ: একটি গুদাম থেকে নির্দিষ্ট সংখ্যক পণ্য পাঠানোর জন্য CTD কাউন্টার ব্যবহার করা হয়। যখন ১০টি পণ্য গুদাম থেকে সরানো হয়, তখন এটি শূন্যতে পৌঁছায় এবং এর আউটপুট চালু হয়ে একটি স্বয়ংক্রিয় ফটক বন্ধ করে দেয়।

কাউন্টার ব্যবহারের সুবিধা

সংখ্যা-ভিত্তিক নিয়ন্ত্রণ: এটি একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক ঘটনার উপর ভিত্তি করে স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা তৈরি করতে সাহায্য করে।

নির্ভরযোগ্যতা: ম্যানুয়াল গণনা বা পর্যবেক্ষণের চেয়ে এটি অনেক বেশি নির্ভরযোগ্য এবং ত্রুটিমুক্ত।

বহুমুখীতা: এটি বিভিন্ন ধরনের অ্যাপ্লিকেশনে ব্যবহার করা যায়, যেমন: পণ্যের সংখ্যা গণনা, স্বয়ংক্রিয় উৎপাদন চক্র নিয়ন্ত্রণ এবং গুণমান নিয়ন্ত্রণ।

কাউন্টার ব্যবহার করে আপনি আপনার প্রোগ্রামকে আরও স্মার্ট এবং নির্ভরযোগ্য করতে পারেন।

রিলে কয়েল (Relay Coil)

রিলে কয়েল (Relay Coil) হলো পিএলসি ল্যাডার লজিকের একটি আউটপুট সিম্বল, যা একটি ফিজিক্যাল বা ভার্চুয়াল রিলেকে নির্দেশ করে। এটি একটি সাধারণ বৈদ্যুতিক কয়েলের মতোই কাজ করে। যখন একটি ল্যাডার ধাপের (rung) লজিকটি সত্য হয় এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ এই কয়েলে পৌঁছায়, তখন সংশ্লিষ্ট রিলেটি সক্রিয় (energized) হয় এবং এর সাথে সংযুক্ত সব কন্টাক্ট (contacts) তাদের অবস্থা পরিবর্তন করে।

রিলে কয়েলের কার্যপদ্ধতি

পিএলসি প্রোগ্রামের ল্যাডার লজিকে রিলে কয়েলকে একটি বৃত্তাকার প্রতীক ---()--- দ্বারা নির্দেশ করা হয়। এর কার্যপদ্ধতিটি খুবই সহজ:

১. লজিক সত্য: যখন একটি ল্যাডার ধাপের সব ইনপুট কন্ট্যাক্ট তাদের শর্ত পূরণ করে, তখন লজিকটি সত্য হয়।
২. কয়েল সক্রিয়: লজিক সত্য হলে সেই ধাপের শেষ প্রান্তে থাকা রিলে কয়েলটি সক্রিয় হয়।
৩. কন্ট্যাক্ট পরিবর্তন: কয়েলটি সক্রিয় হওয়ার সাথে সাথে সেই রিলে-এর সাথে যুক্ত নরমালি ওপেন (NO) কন্ট্যাক্টগুলো বন্ধ হয়ে যায় এবং নরমালি ক্লোজড (NC) কন্ট্যাক্টগুলো খুলে যায়।
৪. আউটপুট নিয়ন্ত্রণ: এই কন্ট্যাক্টগুলোর অবস্থা পরিবর্তনের ফলে একটি মোটর, একটি লাইট বা অন্য কোনো আউটপুট ডিভাইস চালু বা বন্ধ হয়।

কেন রিলে কয়েল এত গুরুত্বপূর্ণ?

ইন্টারনাল মেমরি: পিএলসি-এর ভেতরে থাকা রিলে কয়েলগুলো একটি ভার্চুয়াল মেমরি বিট হিসেবে কাজ করে। এই কয়েলগুলোকে বলা হয় "ইন্টারনাল রিলে" বা "মেমরি বিট"। এটি ফিজিক্যাল আউটপুট না হলেও, এটি প্রোগ্রামের মধ্যে লজিক ধরে রাখার জন্য ব্যবহৃত হয়।

আউটপুট নিয়ন্ত্রণ: এটি সরাসরি ফিজিক্যাল আউটপুট মডিউলের মাধ্যমে একটি বাহ্যিক ডিভাইসকে নিয়ন্ত্রণ করে। যেমন, যখন একটি রিলে কয়েল সক্রিয় হয়, তখন এটি পিএলসি-এর একটি আউটপুট পিনকে চালু করে, যা একটি বাস্তব মোটর বা লাইটকে শক্তি সরবরাহ করে।

বাস্তব উদাহরণ

একটি ল্যাডার লজিকে আপনি একটি ইনপুট সুইচ এবং একটি রিলে কয়েল ব্যবহার করে একটি মোটর নিয়ন্ত্রণ করতে পারেন।

ধাপ ১: যখন স্টার্ট পুশবাটনে চাপ দেওয়া হয়, তখন লজিকটি সত্য হয় এবং রিলে কয়েলটি সক্রিয় হয়।

ধাপ ২: রিলে কয়েলটি সক্রিয় হওয়ার সাথে সাথে এর সাথে যুক্ত একটি কন্ট্যাক্ট বন্ধ হয় এবং মোটরটি চালু হয়।

ধাপ ৩: স্টার্ট পুশবাটন থেকে হাত সরিয়ে নিলেও, রিলে কয়েলের কন্ট্যাক্টটি চালু থাকে এবং মোটরটি চলতে থাকে। এটি "ল্যাচিং" লজিক নামে পরিচিত।

সংক্ষেপে, রিলে কয়েল হলো পিএলসি-এর মূল কার্যকারিতার একটি অবিচ্ছেদ্য অংশ, যা ইনপুট লজিককে আউটপুট ক্রিয়ায় রূপান্তরিত করে।

শিফট রেজিস্ট্রার (Shift Register)

শিফট রেজিস্ট্রার (Shift Register) হলো পিএলসি-এর একটি বিশেষ ফাংশন যা ডেটা বা বিটগুলোর একটি সিরিজকে পর্যায়ক্রমে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তরিত করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত একটি লাইন বা সারির মতো কাজ করে, যেখানে নতুন ডেটা এক প্রান্তে প্রবেশ করে এবং পুরোনো ডেটা অন্য প্রান্ত থেকে বেরিয়ে যায়।

শিফট রেজিস্ট্রারের কার্যপদ্ধতি

একটি শিফট রেজিস্ট্রারকে আপনি একটি কনভেইয়র বেল্টের সাথে তুলনা করতে পারেন। প্রতিটি নতুন পণ্য (বা ডেটা বিট) যখন বেল্টে রাখা হয়, তখন বেল্টে থাকা অন্য সব পণ্য একটি করে ধাপ এগিয়ে যায়।

একটি শিফট রেজিস্ট্রারের মূল অংশগুলো হলো:

১. সিরিজ বিট (**Series Bit**): এটি ডেটা বা বিটের একটি গ্রুপ, যা একটি নির্দিষ্ট ক্রমানুসারে সাজানো থাকে।
২. ইনপুট (**Input**): এটি একটি সিগন্যাল বা পালস যা নতুন ডেটা বা বিটকে রেজিস্ট্রারে প্রবেশ করতে দেয়।
৩. ক্লক পালস (**Clock Pulse**): এটি একটি নির্দিষ্ট ইনপুট যা শিফট রেজিস্ট্রারকে প্রতিবার একটি নতুন বিট সরানোর জন্য নির্দেশ দেয়। প্রতিটি ক্লক পালসের সাথে, ডেটা সিরিজটি এক ধাপ এগিয়ে যায়।
৪. আউটপুট (**Output**): এটি রেজিস্ট্রারের প্রতিটি অবস্থান বা বিট-এর অবস্থা নির্দেশ করে।

শিফট রেজিস্ট্রারের ব্যবহার

শিফট রেজিস্ট্রার সাধারণত এমন অ্যাপ্লিকেশনে ব্যবহৃত হয় যেখানে পণ্য বা ডেটা পর্যায়ক্রমে একটি প্রক্রিয়ার বিভিন্ন ধাপের মধ্য দিয়ে যায়।

পণ্য ট্র্যাকিং: একটি বোতলজাতকরণ কারখানায়, শিফট রেজিস্ট্রার ব্যবহার করে প্রতিটি বোতলের অবস্থা ট্র্যাক করা হয়। যখন একটি বোতল (ডেটা বিট) কনভেইয়র বেল্টে প্রবেশ করে, তখন তা রেজিস্ট্রারে প্রবেশ করে। যখন এটি ফিলিং স্টেশনে পৌঁছায়, তখন রেজিস্ট্রারের সেই নির্দিষ্ট বিটটি চালু হয়, এবং যখন এটি ক্যাপিং স্টেশনে পৌঁছায়, তখন আরেকটি বিট চালু হয়।

গুণমান নিয়ন্ত্রণ: একটি অ্যাসেম্বলি লাইনে যদি কোনো ত্রুটিপূর্ণ পণ্য পাওয়া যায়, তাহলে শিফট রেজিস্ট্রার ব্যবহার করে সেই ত্রুটিপূর্ণ পণ্যের অবস্থান ট্র্যাক করা হয়। যখন পণ্যটি লাইনের শেষে পৌঁছায়, তখন শিফট রেজিস্ট্রারের সেই অবস্থানের উপর ভিত্তি করে একটি রোবট সেই পণ্যটিকে সরিয়ে নেয়।

বাইনারি ডেটা প্রক্রিয়াকরণ: ডিজিটাল সিগন্যাল প্রক্রিয়াকরণের জন্য, যেখানে বাইনারি ডেটার সিরিজকে ক্রমানুসারে প্রক্রিয়া করতে হয়, সেখানে শিফট রেজিস্ট্রার ব্যবহার করা হয়।

শিফট রেজিস্ট্রার ব্যবহার করে আপনি আপনার প্রোগ্রামকে আরও স্মার্ট এবং নির্ভরযোগ্য করতে পারেন। এটি বিশেষ করে এমন অ্যাপ্লিকেশনগুলোতে খুবই কার্যকর যেখানে সময় এবং অবস্থান অনুযায়ী ডেটা ট্র্যাক করা প্রয়োজন।

অ্যানালগ কম্পারেটর (Analog Comparator)

অ্যানালগ কম্পারেটর (Analog Comparator) হলো পিএলসি-এর একটি বিশেষ ফাংশন যা দুটি অ্যানালগ মানের মধ্যে তুলনা করতে ব্যবহৃত হয়। এটি একটি গাণিতিক অপারেটরের ($<$, $>$, $=$) মতো কাজ করে। এটি ডিজিটাল লজিক থেকে ভিন্ন, কারণ এটি শুধুমাত্র ডিজিটাল অন/অফ সিগন্যাল নিয়ে কাজ করে না, বরং তাপমাত্রা, চাপ, বা অন্য যেকোনো ভোল্টেজ বা কারেন্টের মতো অবিচ্ছিন্ন অ্যানালগ সিগন্যাল নিয়ে কাজ করে।

অ্যানালগ কম্পারেটরের কার্যপদ্ধতি

অ্যানালগ কম্পারেটর দুটি ইনপুট গ্রহণ করে:

১. অ্যানালগ ইনপুট: এটি একটি অ্যানালগ সেন্সর থেকে আসে, যেমন একটি তাপমাত্রা সেন্সর।
২. প্রেসেট বা রেফারেন্স মান: এটি একটি নির্দিষ্ট মান যা পিএলসি প্রোগ্রামে সেট করা থাকে।

কম্পারেটর এই দুটি মানকে তুলনা করে এবং একটি ডিজিটাল আউটপুট (অন বা অফ) তৈরি করে। এর ফলাফল সাধারণত তিনটি লজিক্যাল অপারেটরের উপর ভিত্তি করে প্রকাশ করা হয়:

গ্রেটার দ্যান ($>$): যদি অ্যানালগ ইনপুট প্রেসেট মানের চেয়ে বেশি হয়, তাহলে আউটপুট চালু হয়।

লেস দ্যান ($<$): যদি অ্যানালগ ইনপুট প্রেসেট মানের চেয়ে কম হয়, তাহলে আউটপুট চালু হয়।

ইকুয়াল টু ($=$): যদি অ্যানালগ ইনপুট প্রেসেট মানের সমান হয়, তাহলে আউটপুট চালু হয়।

অ্যানালগ কম্পারেটরের ব্যবহার

অ্যানালগ কম্পারেটর বিভিন্ন শিল্প ও বাণিজ্যিক অ্যাপ্লিকেশনে ব্যবহৃত হয়।

তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ: একটি ফার্নেসের তাপমাত্রা একটি নির্দিষ্ট সীমার বেশি হলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ফার্নেসটি বন্ধ করতে এটি ব্যবহার করা হয়।

চাপ নিয়ন্ত্রণ: একটি বয়লারের চাপ একটি নির্দিষ্ট লেভেলের নিচে নেমে গেলে পাম্প চালু করতে এটি ব্যবহার করা হয়।

লেভেল নিয়ন্ত্রণ: একটি ট্যাংকে তরলের মাত্রা একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় পৌঁছালে ভালভ বন্ধ করতে এটি ব্যবহার করা হয়।

অ্যানালগ কম্পারেটর ব্যবহারের সুবিধা

সুনির্দিষ্ট নিয়ন্ত্রণ: এটি ডিজিটাল কন্ট্রলের চেয়ে অনেক বেশি সুনির্দিষ্টভাবে কাজ করে, যা প্রক্রিয়াকে আরও নির্ভরযোগ্য করে তোলে।

অটোমেশন: এটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে বিভিন্ন প্রক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করতে সাহায্য করে, যা ম্যানুয়াল হস্তক্ষেপের প্রয়োজন কমিয়ে আনে।

ত্রুটি সনাক্তকরণ: এটি কোনো মান বিপজ্জনক পর্যায়ে পৌঁছানোর আগেই অ্যালার্ম বা সতর্কীকরণ সিগন্যাল দিতে পারে।

লোগো! সফট কমফোর্ট ইন্টারফেসের পরিচিতি

এই সফটওয়্যারের ইন্টারফেসটি খুব সহজ এবং স্বজ্ঞাত (intuitive)। এটি ব্যবহারকারীকে সহজেই ল্যাডার ডায়াগ্রাম (Ladder Diagram - LAD) এবং ফাংশন ব্লক ডায়াগ্রাম (Function Block Diagram - FBD) ব্যবহার করে প্রোগ্রাম তৈরি করতে দেয়। এর মূল ইন্টারফেসটি কয়েকটি প্রধান অংশে বিভক্ত:

১. মেনু বার (**Menu Bar**): এটি সফটওয়্যারের উপরের অংশে থাকে এবং ফাইল, এডিট, ভিউ, টুলস, উইন্ডো এবং হেল্প-এর মতো স্ট্যান্ডার্ড অপশনগুলো নিয়ে গঠিত।
২. টুলবার (**Toolbar**): মেনু বারের নিচে থাকে এবং এটি প্রোগ্রামিং, সিমুলেশন এবং অনলাইন ফাংশনের জন্য দ্রুত অ্যাক্সেস দেয়।
৩. ফাংশন ব্লক লাইব্রেরি (**Function Block Library**): এটি স্ক্রিনের বাম পাশে একটি প্যানেলে থাকে, যেখানে আপনি সব ধরনের ইনপুট, আউটপুট, টাইমার, কাউন্টার, অ্যানালগ ব্লক এবং অন্যান্য বিশেষ ফাংশনগুলো খুঁজে পাবেন। আপনি এখান থেকে ড্রাগ এবং ড্রপ করে প্রোগ্রামিং স্পেসে ব্লকগুলো যুক্ত করতে পারেন।
৪. প্রোগ্রামিং স্পেস (**Programming Space**): এটি ইন্টারফেসের সবচেয়ে বড় এবং কেন্দ্রীয় অংশ, যেখানে আপনি আপনার ল্যাডার বা ফাংশন ব্লক ডায়াগ্রাম তৈরি করেন। এটি আপনার প্রোগ্রামের ক্যানভাস।
৫. স্ট্যাটাস বার (**Status Bar**): এটি স্ক্রিনের একেবারে নিচে থাকে এবং এটি বর্তমান প্রোগ্রামের অবস্থা, কোনো ত্রুটি বার্তা, এবং অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ তথ্য প্রদর্শন করে।

প্রোগ্রামিং ভাষার ইন্টারফেস

লোগো! সফট কমফোর্ট দুটি প্রধান প্রোগ্রামিং ভাষা সমর্থন করে, এবং আপনি একটি ক্লিকের মাধ্যমে তাদের মধ্যে পরিবর্তন করতে পারেন।

ক) ফাংশন ব্লক ডায়াগ্রাম (FBD) ইন্টারফেস

প্রতীক: এই ইন্টারফেসটি ব্লক ব্যবহার করে, যা দেখতে অনেকটা ডিজিটাল লজিক গেটের মতো। প্রতিটি ব্লক একটি নির্দিষ্ট কাজ করে, যেমন AND, OR, NOT, টাইমার বা কাউন্টার।

কাজ: আপনি ফাংশন ব্লক লাইব্রেরি থেকে ব্লকগুলো প্রোগ্রামিং স্পেসে টেনে আনেন এবং তাদের ইনপুট ও আউটপুটকে তার দিয়ে যুক্ত করেন। এটি ভিজুয়াল প্রোগ্রামিং-এর একটি চমৎকার উদাহরণ এবং জটিল লজিককে সহজভাবে উপস্থাপন করে।

খ) ল্যাডার ডায়াগ্রাম (LAD) ইন্টারফেস

প্রতীক: এটি ইলেকট্রিক্যাল রিলে ডায়াগ্রামের উপর ভিত্তি করে তৈরি। এখানে কন্ট্যাক্ট (---[]---) এবং কয়েল (---()---) প্রতীক ব্যবহার করা হয়।

কাজ: এই ইন্টারফেসে, আপনি দুটি উল্লম্ব লাইনের (rail) মধ্যে অনুভূমিক ধাপ (rung) তৈরি করেন। প্রতিটি ধাপে ইনপুট কন্ট্যাক্ট এবং একটি আউটপুট কয়েল থাকে। এটি ইলেকট্রিক্যাল ব্যাকগ্রাউন্ডের মানুষের জন্য প্রোগ্রামিং বোঝা খুবই সহজ করে তোলে।

সিমুলেশন ও টেস্টিং

লোগো! সফট কমফোর্টের একটি অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য হলো এর শক্তিশালী সিমুলেশন ফাংশন।

সিমুলেশন মোড: প্রোগ্রাম লেখার পর, আপনি সিমুলেশন মোড চালু করে আপনার প্রোগ্রামটি বাস্তব LOGO! মডিউলে আপলোড করার আগেই ভার্চুয়ালি পরীক্ষা করতে পারেন। আপনি এখানে ভার্চুয়াল সুইচ অন/অফ করতে পারেন এবং দেখতে পারেন আউটপুটগুলো কীভাবে কাজ করছে।

ত্রুটি সংশোধন: এই সিমুলেশন মোডটি আপনাকে কোনো ত্রুটি বা লজিক্যাল ভুল দ্রুত খুঁজে বের করতে এবং সংশোধন করতে সাহায্য করে।

এই সফটওয়্যারটি পিএলসি-এর প্রাথমিক ধারণা এবং ব্যবহারিক প্রয়োগ শেখার জন্য একটি নিখুঁত প্ল্যাটফর্ম, যা একজন নতুন পাঠককে প্রোগ্রামিংয়ের জগতে প্রবেশ করতে সাহায্য করবে।

প্রোগ্রাম আপলোড (Upload) এবং ডাউনলোড

প্রোগ্রাম আপলোড (Upload) এবং ডাউনলোড (Download) হলো পিএলসি প্রোগ্রামিং-এর দুটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ প্রক্রিয়া। এই প্রক্রিয়াগুলো ব্যবহার করে আপনি একটি কম্পিউটার থেকে পিএলসি-তে প্রোগ্রাম স্থানান্তর করতে পারেন অথবা পিএলসি থেকে কম্পিউটারে প্রোগ্রাম ফিরিয়ে আনতে পারেন।

প্রোগ্রাম ডাউনলোড (Download)

প্রোগ্রাম ডাউনলোড বলতে কম্পিউটার থেকে পিএলসি-তে প্রোগ্রাম পাঠানোর প্রক্রিয়াকে বোঝায়। এটি সবচেয়ে সাধারণ কাজ যা একজন প্রোগ্রামারকে করতে হয়।

কেন প্রয়োজন? যখন আপনি একটি নতুন প্রোগ্রাম তৈরি করেন বা পুরোনো প্রোগ্রামে কোনো পরিবর্তন আনেন, তখন সেই প্রোগ্রামটিকে পিএলসি-এর মেমরিতে লোড করার জন্য এই প্রক্রিয়াটি ব্যবহার করা হয়। এটি নিশ্চিত করে যে পিএলসি আপনার দেওয়া নতুন নির্দেশাবলী অনুযায়ী কাজ করবে।

কার্যপদ্ধতি:

সংযোগ স্থাপন: প্রথমে, একটি প্রোগ্রামিং কেবল (যেমন, USB বা ইথারনেট) ব্যবহার করে কম্পিউটারকে পিএলসি-এর সাথে সংযুক্ত করতে হয়।

সফটওয়্যার থেকে কমান্ড: পিএলসি প্রোগ্রামিং সফটওয়্যারে (যেমন, Siemens TIA Portal বা Allen-Bradley Studio 5000) "Download to PLC" কমান্ডটি নির্বাচন করতে হয়।

প্রক্রিয়া: সফটওয়্যারটি কম্পাইল করা প্রোগ্রামটি পিএলসি-এর সিপিইউ মডিউলের মেমরিতে স্থানান্তর করে।

রান মোড: প্রোগ্রামটি সফলভাবে ডাউনলোড হওয়ার পর, পিএলসি-কে সাধারণত রান (RUN) মোডে চালু করতে হয় যাতে এটি কাজ শুরু করতে পারে।

প্রোগ্রাম আপলোড (Upload)

প্রোগ্রাম আপলোড বলতে পিএলসি-এর মেমরি থেকে প্রোগ্রামটি কম্পিউটারে ফিরিয়ে আনার প্রক্রিয়াকে বোঝায়।

কেন প্রয়োজন?

প্রোগ্রাম ব্যাকআপ: যদি আপনার কাছে প্রোগ্রামের কোনো কপি না থাকে, তাহলে আপলোড করে এর একটি ব্যাকআপ তৈরি করা যায়।

সমস্যা সমাধান (**Troubleshooting**): অনেক সময় প্রোগ্রামে কী সমস্যা আছে তা বোঝার জন্য পিএলসি-তে থাকা আসল প্রোগ্রামটি দেখতে হয়।

প্রোগ্রাম পরিবর্তন: যদি কোনো পিএলসি-তে প্রোগ্রাম লেখা থাকে এবং আপনি সেটি পরিবর্তন করতে চান, তাহলে প্রথমে আপলোড করে প্রোগ্রামটি আপনার কম্পিউটারে আনতে হয়।

কার্যপদ্ধতি:

সংযোগ স্থাপন: কম্পিউটার এবং পিএলসি-এর মধ্যে একটি সঠিক যোগাযোগ স্থাপন করতে হয়।

সফটওয়্যার থেকে কমান্ড: পিএলসি প্রোগ্রামিং সফটওয়্যারে "**Upload from PLC**" কমান্ডটি নির্বাচন করতে হয়।

প্রক্রিয়া: সফটওয়্যারটি পিএলসি-এর মেমরি থেকে প্রোগ্রামটি পড়ে এবং আপনার কম্পিউটারে একটি ফাইল হিসেবে সেভ করে।

এই দুটি প্রক্রিয়া হলো পিএলসি নিয়ে কাজ করার মূল ভিত্তি। সফলভাবে প্রোগ্রাম আপলোড এবং ডাউনলোড করার জন্য সঠিক সংযোগ, যোগাযোগ সেটিংস এবং উপযুক্ত সফটওয়্যার ব্যবহার করা অপরিহার্য।

LOGO! Soft Comfort V8.2.0-তে প্রোগ্রাম আপলোড এবং ডাউনলোড

LOGO! Soft Comfort V8.2.0-তে প্রোগ্রাম আপলোড এবং ডাউনলোড করা খুবই সহজ। এটি একটি ব্যবহারকারী-বান্ধব ইন্টারফেসের মাধ্যমে কাজ করে। এই দুটি প্রক্রিয়া বিস্তারিতভাবে নিচে আলোচনা করা হলো।

প্রোগ্রাম ডাউনলোড (Download)

প্রোগ্রাম ডাউনলোড হলো আপনার কম্পিউটারে তৈরি করা প্রোগ্রামটি LOGO! মডিউলে স্থানান্তর করার প্রক্রিয়া।

ধাপ ১: সংযোগ স্থাপন

প্রথমে, একটি ইথারনেট কেবল বা USB প্রোগ্রামিং কেবল দিয়ে আপনার কম্পিউটারকে LOGO! মডিউলের সাথে সংযুক্ত করুন।

কম্পিউটারের IP অ্যাড্রেস এবং LOGO! মডিউলের IP অ্যাড্রেস একই নেটওয়ার্ক রেঞ্জে আছে কিনা তা নিশ্চিত করুন।

ধাপ ২: ডাউনলোড প্রক্রিয়া শুরু

LOGO! Soft Comfort V8.2.0 সফটওয়্যারে আপনার প্রোগ্রামটি খুলুন।

উপরে থাকা টুলবার থেকে **"Download to LOGO!"** আইকনে ক্লিক করুন অথবা মেনু থেকে **Tools > Transfer > Download from PC to LOGO!** অপশনটি নির্বাচন করুন।

ধাপ ৩: সেটিংস কনফিগার

একটি নতুন উইন্ডো আসবে, যেখানে আপনাকে আপনার কম্পিউটারের নেটওয়ার্ক ইন্টারফেস এবং LOGO! মডিউলের IP অ্যাড্রেস নির্বাচন করতে হবে।

সঠিক সেটিংস নির্বাচন করার পর **"Start"** বাটনে ক্লিক করুন।

ধাপ ৪: চূড়ান্তকরণ

সফটওয়্যারটি প্রোগ্রামটি LOGO! মডিউলে স্থানান্তর করা শুরু করবে।

প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন হলে একটি সফলতার বার্তা দেখাবে। যদি কোনো ত্রুটি আসে, তবে সাধারণত সংযোগের সমস্যা বা IP অ্যাড্রেস-এর অসঙ্গতির কারণে হয়।

ডাউনলোডের পর, আপনি LOGO! মডিউলটিকে **RUN** মোডে চালু করে প্রোগ্রামটি কার্যকর করতে পারবেন।

প্রোগ্রাম আপলোড (Upload)

প্রোগ্রাম আপলোড হলো LOGO! মডিউলে থাকা প্রোগ্রামটি আপনার কম্পিউটারে ফিরিয়ে আনার প্রক্রিয়া। এটি সাধারণত ব্যাকআপ নেওয়া বা বিদ্যমান প্রোগ্রামটি পরিবর্তন করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ধাপ ১: সংযোগ স্থাপন

কম্পিউটার এবং LOGO! মডিউলের মধ্যে সঠিক সংযোগ স্থাপন হয়েছে কিনা তা নিশ্চিত করুন।

ধাপ ২: আপলোড প্রক্রিয়া শুরু

LOGO! Soft Comfort V8.2.0 সফটওয়্যারটি খুলুন। আপনার কম্পিউটারে কোনো প্রোগ্রাম খোলা না থাকলেও চলবে।

উপরে থাকা টুলবার থেকে **"Upload from LOGO!"** আইকনে ক্লিক করুন অথবা মেনু থেকে **Tools > Transfer > Upload from LOGO! to PC** অপশনটি নির্বাচন করুন।

ধাপ ৩: সেটিংস কনফিগার

একটি উইন্ডো আসবে, যেখানে আপনাকে LOGO! মডিউলের IP অ্যাড্রেস নির্বাচন করতে হবে।

সঠিক সেটিংস নির্বাচন করার পর "Start" বাটনে ক্লিক করুন।

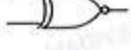
ধাপ ৪: চূড়ান্তকরণ

সফটওয়্যারটি LOGO! মডিউল থেকে প্রোগ্রামটি পড়া শুরু করবে এবং আপনার কম্পিউটারের প্রোগ্রামিং স্পেসে একটি নতুন উইন্ডোতে প্রোগ্রামটি প্রদর্শন করবে।

এখন আপনি প্রোগ্রামটি সেভ করে রাখতে পারবেন এবং প্রয়োজন অনুযায়ী এটি পরিবর্তন করতে পারবেন।

এই দুটি প্রক্রিয়া সঠিকভাবে সম্পন্ন করার জন্য, নিশ্চিত করুন যে আপনার কম্পিউটার এবং LOGO! মডিউল উভয়ই চালু আছে এবং তাদের IP সেটিংস ঠিক আছে।

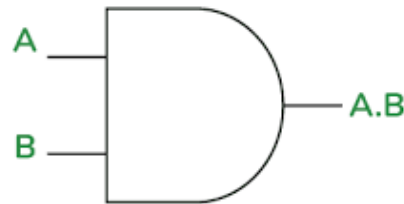
(AND), অর (OR) এবং নট (NOT) লজিক ব্যবহার করে ল্যাডার প্রোগ্রামিং

Logic Gate (AND, OR, XOR, NOT, NAND, NOR & XNOR)			
Logic Gate	Symbol	Description	Boolean
AND		Output is at logic 1 when, and only when all its inputs are at logic 1, otherwise the output is at logic 0.	$X = A \cdot B$
OR		Output is at logic 1 when one or more are at logic 1. If all inputs are at logic 0, output is at logic 0.	$X = A + B$
NAND		Output is at logic 0 when, and only when all its inputs are at logic 1, otherwise the output is at logic 1.	$X = \overline{A \cdot B}$
NOR		Output is at logic 0 when one or more of its inputs are at logic 1. If all the inputs are at logic 0, the output is at logic 1.	$X = \overline{A + B}$
XOR		Output is at logic 1 when one and Only one of its inputs is at logic 1. Otherwise is it logic 0.	$X = A \oplus B$
XNOR		Output is at logic 0 when one and only one of its inputs is at logic 1. Otherwise it is logic 1. Similar to XOR but inverted.	$X = \overline{A \oplus B}$
NOT		Output is at logic 0 when its only input is at logic 1, and at logic 1 when its only input is at logic 0. That's why it is called and INVERTER.	$X = \overline{A}$

(AND), অর (OR) এবং নট (NOT) লজিক ব্যবহার করে ল্যাডার প্রোগ্রামিং। এই তিনটি হলো ল্যাডার লজিকের সবচেয়ে মৌলিক উপাদান, যা দিয়ে যেকোনো জটিল প্রোগ্রাম তৈরি করা যায়। এগুলোকে বলা হয় বুলিয়ান লজিক।

১. এন্ড (AND) লজিক

2- Input AND Gate



Truth Table

A (Input 1)	B (Input 2)	X = (A.B)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

এন্ড লজিক তখনই সত্য হয় যখন এর সাথে যুক্ত সবগুলো শর্তই সত্য হয়। ল্যাডার লজিকে এটি দুটি ইনপুটকে ধারাবাহিকভাবে (**series**) যুক্ত করে প্রকাশ করা হয়।

প্রোগ্রামিং ধারণা: একটি আউটপুট চালু করার জন্য যদি দুটি সুইচ বা সেন্সরের (যেমন: I:1/0 এবং I:1/1) উভয়ই একই সাথে চালু হতে হয়, তাহলে আমরা এন্ড লজিক ব্যবহার করি।

উদাহরণ: একটি মেশিনের মোটর তখনই চালু হবে যখন operator-এর হাত দুটি ভিন্ন স্থানে রাখা থাকবে এবং সেফটি সুইচ দুটিই চাপা থাকবে। এখানে, দুটি ইনপুটই (সুইচ) চালু না হলে আউটপুট (মোটর) চালু হবে না।

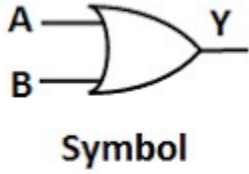
ল্যাডার ডায়াগ্রাম:

---[]-----[]-----()--- I:1/0 I:1/1 O:2/0

এই উদাহরণে, আউটপুট **O:2/0** তখনই চালু হবে যখন ইনপুট **I:1/0** এবং **I:1/1** উভয়ই চালু হবে।

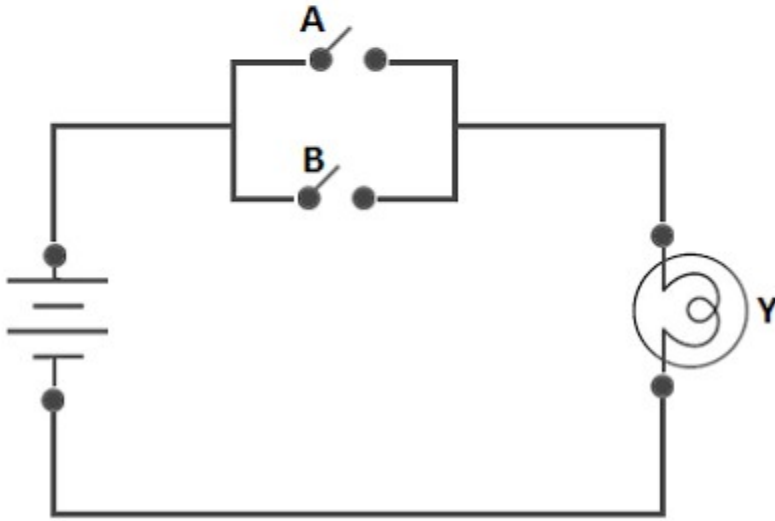
অর (**OR**) লজিক

OR GATE



A	B	$Y = A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Truth Table



Electrical Circuit

অর লজিক তখনই সত্য হয় যখন এর সাথে যুক্ত যেকোনো একটি শর্ত সত্য হয়। ল্যাডার লজিকে এটি দুটি ইনপুটকে সমান্তরালভাবে (**parallel**) যুক্ত করে প্রকাশ করা হয়।

প্রোগ্রামিং ধারণা: একটি আউটপুট চালু করার জন্য যদি দুটি ভিন্ন ইনপুটের (যেমন: I:1/0 বা I:1/1) যেকোনো একটি চালু হলেই যথেষ্ট হয়, তাহলে অর লজিক ব্যবহার করা হয়।

উদাহরণ: একটি কনভেয়র বেল্ট একটি স্টার্ট পুশবটন অথবা একটি রিমোট কন্ট্রোল সুইচ দ্বারা চালু করা যায়। এখানে, দুটি ইনপুটের যেকোনো একটি চালু হলেই আউটপুট (কনভেয়র বেল্ট) চালু হবে।

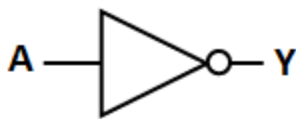
ল্যাডার ডায়াগ্রাম:

----[]----- I:1/0 |----| |----()--- []----- O:2/0 I:1/1

এই উদাহরণে, আউটপুট **O:2/0** চালু হবে যদি ইনপুট **I:1/0** অথবা **I:1/1** এর যেকোনো একটি চালু হয়।

৩. নট (NOT) লজিক

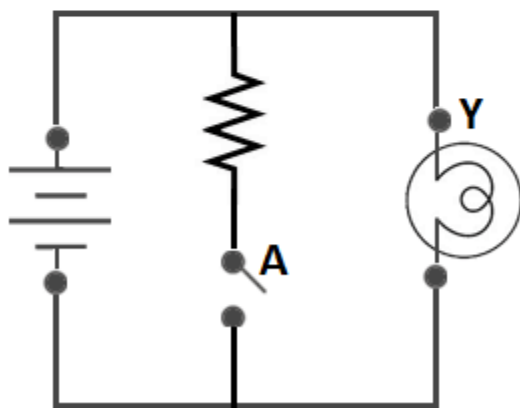
NOT GATE



Symbol

A	$Y = \bar{A}$
0	1
1	0

Truth Table



Electrical Circuit

নট লজিক ইনপুট সিগন্যালকে উল্টে দেয়। অর্থাৎ, যদি ইনপুট চালু হয়, আউটপুট বন্ধ থাকবে এবং যদি ইনপুট বন্ধ থাকে, আউটপুট চালু হবে। ল্যাডার লজিকে এটি একটি নরমালি ক্লোজড (NC) কন্ট্যাক্ট দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

প্রোগ্রামিং ধারণা: একটি আউটপুট তখনই চালু হবে যখন একটি নির্দিষ্ট শর্ত পূরণ হবে না।

উদাহরণ: একটি মেশিনের অ্যালার্ম তখনই বাজবে যখন মেশিনের সেফটি গার্ডটি খোলা থাকবে। সেফটি গার্ডটি লাগানো থাকলে (ইনপুট চালু), অ্যালার্মটি বন্ধ থাকবে। এখানে, ইনপুটটি স্বাভাবিক অবস্থায় (আন-অ্যাক্টিভ) থাকলে আউটপুটটি চালু হয়।

ল্যাডার ডায়াগ্রাম:

---[/]----()--- I:1/0 O:2/0

এই উদাহরণে, ইনপুট **I:1/0** বন্ধ থাকা অবস্থায় আউটপুট **O:2/0** চালু থাকবে। যখন ইনপুট **I:1/0** চালু হবে, তখন **O:2/0** বন্ধ হয়ে যাবে।

ইন্ডাস্ট্রিতে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের সুইচের সাথে পরিচয়

ম্যানুয়াল সুইচ (Manual Switch)

ম্যানুয়াল সুইচ (Manual Switch) হলো সবচেয়ে সাধারণ এবং সহজ ধরনের ইনপুট ডিভাইস যা মানুষ সরাসরি ব্যবহার করে পিএলসি বা অন্য কোনো সিস্টেমকে নিয়ন্ত্রণ করে। একটি কারখানার পরিবেশে, এই সুইচগুলো একজন অপারেটরকে মেশিনের কার্যক্রম শুরু, বন্ধ বা পরিবর্তন করার সুযোগ দেয়।

এই ধরনের সুইচের প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো, এগুলো যান্ত্রিকভাবে কাজ করে এবং একজন ব্যক্তির হস্তক্ষেপের (manual intervention) প্রয়োজন হয়। পিএলসি প্রোগ্রামিং-এ, এই সুইচগুলো সাধারণত নরমালি ওপেন (NO) বা নরমালি ক্লোজড (NC) কন্ট্যাক্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

ম্যানুয়াল সুইচের প্রকারভেদ

শিল্প পরিবেশে ব্যবহৃত প্রধান ম্যানুয়াল সুইচগুলো হলো:

১. পুশবাটন সুইচ (Pushbutton Switch)

গঠন: এটি একটি সাধারণ বাটন যা চাপ দিলে এর ভেতরের কন্ট্যাক্টগুলোর অবস্থা পরিবর্তন হয়।

কাজ: যখন বাটনটি চাপ দেওয়া হয়, তখন এটি একটি মুহূর্তের জন্য (momentary) সিগন্যাল পাঠায়। বাটন থেকে হাত সরিয়ে নিলে এটি আবার তার আগের অবস্থায় ফিরে আসে।

প্রকারভেদ:

নরমালি ওপেন (**NO**): চাপ দিলে সার্কিট বন্ধ হয়।

নরমালি ক্লোজড (**NC**): চাপ দিলে সার্কিট খুলে যায়।

ব্যবহার: মেশিন চালু (Start), বন্ধ (Stop) বা জরুরি স্টপ (Emergency Stop) বাটনে এটি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়।

২. টগল সুইচ (Toggle Switch)

গঠন: এটি একটি লিভার বা হাতলের মতো যা এক অবস্থান থেকে অন্য অবস্থানে সরানো যায়।

কাজ: এই সুইচটি তার অবস্থান পরিবর্তন করলে সেই অবস্থাতেই থাকে, যতক্ষণ না আবার এটিকে ম্যানুয়ালি পরিবর্তন করা হয়। এটি অন/অফ ফাংশনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহার: একটি মেশিনের পাওয়ার চালু বা বন্ধ করা, অথবা একটি সিস্টেমকে স্বয়ংক্রিয় (Auto) থেকে ম্যানুয়াল (Manual) মোডে পরিবর্তন করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

৩. সিলেক্টর সুইচ (Selector Switch)

গঠন: এটি একটি রোটটিং নব যা বিভিন্ন অবস্থান (যেমন, ২ বা ৩টি) নির্বাচন করতে ব্যবহার করা হয়।

কাজ: এটি টগল সুইচের মতোই, তবে এর একাধিক নির্দিষ্ট অবস্থান থাকে, যার প্রতিটি একটি ভিন্ন ফাংশন বা মোডকে নির্দেশ করে।

ব্যবহার: একটি মেশিনের গতি (Speed 1, Speed 2, Speed 3) বা কার্যপ্রণালী (Run, Test, Stop) নির্বাচন করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

৪. জরুরি স্টপ বাটন (Emergency Stop Button)

গঠন: এটি একটি বিশেষ ধরনের পুশবাটন যা সাধারণত বড়, লাল রঙের হয় এবং এটি জরুরি পরিস্থিতিতে খুব দ্রুত অ্যাক্সেস করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।

কাজ: এটি চাপ দিলে ল্যাচড (latched) অবস্থায় থাকে এবং একটি সম্পূর্ণ সিস্টেমকে জরুরিভাবে বন্ধ করে দেয়। এটি শুধুমাত্র ম্যানুয়ালি ঘুরিয়ে বা টেনে আবার স্বাভাবিক অবস্থায় আনা যায়।

ব্যবহার: কোনো বিপদজনক পরিস্থিতি বা ত্রুটির সময় সমস্ত মেশিন ও প্রক্রিয়াকে দ্রুত বন্ধ করার জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

ফ্যাক্টরিতে ব্যবহৃত পুশবাটন সুইচে সাধারণত ২ থেকে ৪টি পিন থাকে। এই পিনগুলো দুটি প্রধান গ্রুপের অধীনে থাকে: নরমালি ওপেন (**NO**) এবং নরমালি ক্লোজড (**NC**)।

পুশবাটন সুইচের পিনসমূহ

একটি পুশবাটন সুইচের পিন সংখ্যা এবং তাদের কাজ নির্ভর করে সেটি কী ধরনের কন্ট্যাক্ট ব্যবহার করে তার ওপর।

২ পিন: একটি সাধারণ পুশবাটনে ২টি পিন থাকে, যা একটি নরমালি ওপেন (**NO**) কন্ট্যাক্ট তৈরি করে। এটি সাধারণত একটি মেশিনের স্টার্ট বাটনে ব্যবহৃত হয়। যখন বাটনটি চাপ দেওয়া হয়, তখন সার্কিট বন্ধ হয়।

৪ পিন: একটি পুশবাটনে ৪টি পিন থাকে, যা একটি নরমালি ওপেন (**NO**) এবং একটি নরমালি ক্লোজড (**NC**) কন্ট্যাক্ট ধারণ করে। এটি দুটি ভিন্ন ফাংশনের জন্য ব্যবহৃত হয়। যখন বাটনটি চাপ দেওয়া হয়, NO কন্ট্যাক্টটি বন্ধ হয় এবং NC কন্ট্যাক্টটি খুলে যায়।

NO পিন: নরমালি ওপেন কন্ট্যাক্টের দুটি পিন। যখন বাটনটি চাপ দেওয়া হয়, তখন এই পিনগুলোর মধ্যে সংযোগ স্থাপিত হয়।

NC পিন: নরমালি ক্লোজড কন্ট্যাক্টের দুটি পিন। যখন বাটনটি স্বাভাবিক অবস্থায় থাকে, তখন এই পিনগুলোর মধ্যে সংযোগ থাকে। বাটন চাপ দিলে এই সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়।

পিনগুলোর ব্যবহার

এই পিনগুলো পিএলসি-এর ইনপুট মডিউলের সাথে সংযোগ স্থাপনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

NO পিন: একটি স্টার্ট লজিক তৈরি করতে এটি পিএলসি-এর ইনপুট পিনের সাথে সংযুক্ত হয়। যখন বাটনটি চাপ দেওয়া হয়, তখন পিএলসি-এর ইনপুটে সিগনাল আসে এবং প্রোগ্রাম চালু হয়।

NC পিন: একটি স্টপ বা জরুরি স্টপ লজিক তৈরি করতে এটি পিএলসি-এর ইনপুট পিনের সাথে সংযুক্ত হয়। যখন বাটনটি স্বাভাবিক অবস্থায় থাকে, তখন ইনপুটটি চালু থাকে। বাটনটি চাপ দিলে সিগনালটি বন্ধ হয় এবং প্রোগ্রামটি থামে।

কিছু পুশবাটনে অতিরিক্ত পিন থাকে, যা একটি ইনবিল্ট ইন্ডিকেটর লাইট বা অন্য কোনো ফাংশনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

ল্যাচিং (Latching) ব্যবহার করা হয়

ফ্যাক্টরিতে মেশিনের পুশবাটনকে অন করার জন্য ল্যাচিং (Latching) ব্যবহার করা হয় কারণ পুশবাটন একটি ক্ষণস্থায়ী (momentary) সুইচ। অর্থাৎ, পুশবাটনে চাপ দিলে এটি শুধুমাত্র সেই মুহূর্তের জন্য সার্কিটটি বন্ধ করে। যখনই আপনি বাটন থেকে হাত সরিয়ে নেবেন, এটি আবার তার আগের অবস্থায় ফিরে আসবে এবং সার্কিটটি খুলে যাবে।

যদি ল্যাচিং ব্যবহার না করা হয়, তাহলে মোটর বা অন্য কোনো আউটপুট ডিভাইস চালু রাখার জন্য আপনাকে ক্রমাগত পুশবাটনটি চেপে ধরে রাখতে হবে, যা বাস্তবক্ষেত্রে সম্ভব নয়।

ল্যাচিং-এর কার্যপদ্ধতি

ল্যাচিং লজিকটি পিএলসি প্রোগ্রামের মাধ্যমে এমনভাবে তৈরি করা হয় যাতে পুশবাটনে একবার চাপ দিয়েই আউটপুটটি চালু করা যায় এবং তা চালু থাকে যতক্ষণ না একটি স্টপ সুইচ দ্বারা এটিকে বন্ধ করা হয়। এই প্রক্রিয়াটি হোল্ডিং কন্ট্যাক্ট (**Holding Contact**) নামেও পরিচিত।

এখানে ল্যাচিংয়ের মূল ধাপগুলো ব্যাখ্যা করা হলো:

১. ল্যাচিং কন্ট্যাক্ট: যখন একটি পুশবাটনে চাপ দেওয়া হয়, তখন একটি রিলে কয়েল চালু হয়। এই রিলে কয়েলের একটি নরমালি ওপেন (NO) কন্ট্যাক্ট থাকে, যা ল্যাডার ডায়াগ্রামে পুশবাটনের ইনপুটের সমান্তরালে (parallel) যুক্ত থাকে।

২. সমান্তরাল পথ: পুশবাটনে চাপ দেওয়ার সাথে সাথে প্রোগ্রামটি রিলে কয়েলকে সক্রিয় করে। এই কয়েল সক্রিয় হওয়ার সাথে সাথে এর নিজের ল্যাচিং কন্ট্যাক্টটি বন্ধ হয়ে যায়।

৩. বিদ্যুৎ প্রবাহের বিকল্প পথ: পুশবাটন থেকে যখন হাত সরিয়ে নেওয়া হয়, তখন পুশবাটনের কন্ট্যাক্টটি খুলে যায়। কিন্তু যেহেতু রিলে কয়েলের নিজের কন্ট্যাক্টটি এখন বন্ধ, তাই এটি বিদ্যুৎ প্রবাহের একটি বিকল্প পথ তৈরি করে এবং কয়েলটিকে চালু রাখে।

৪. কন্টিনিউয়াস পাওয়ার: যতক্ষণ না একটি স্টপ সুইচ ব্যবহার করে সার্কিটটি খোলা হয়, ততক্ষণ কয়েলটি সক্রিয় থাকে এবং আউটপুটটি চালু থাকে।

এই পদ্ধতিটি ব্যবহার করে একটি ক্ষণস্থায়ী পুশবাটনকে একটি স্থায়ী অন/অফ সুইচে পরিণত করা যায়, যা মেশিন নিয়ন্ত্রণের জন্য অপরিহার্য।

শিল্পকারখানায় ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের সুইচ কানেকশনে

শিল্পকারখানায় ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের সুইচ সাধারণত দুই ধরনের কানেকশনে থাকে: সিরিজ কানেকশন (**Series Connection**) এবং প্যারালাল কানেকশন (**Parallel Connection**)। এই কানেকশনগুলো সুইচের কার্যকারিতা এবং পিএলসি-এর লজিক অনুযায়ী নির্ধারিত হয়।

১. সিরিজ কানেকশন (Series Connection)

সিরিজ কানেকশন ল্যাডার লজিকে এন্ড (**AND**) লজিক তৈরি করে। এই কানেকশনে, একাধিক সুইচকে একে অপরের সাথে ধারাবাহিকভাবে যুক্ত করা হয়।

কার্যপদ্ধতি: বিদ্যুৎ প্রবাহকে আউটপুটে পৌঁছানোর জন্য প্রতিটি সুইচের মধ্য দিয়ে পর্যায়ক্রমে যেতে হয়। যদি কোনো একটি সুইচ খোলা থাকে (ওপেন সার্কিট), তাহলে পুরো সার্কিটটি ভেঙে যায় এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়।

উদাহরণ: একটি মোটর তখনই চালু হবে যখন দুটি সেফটি সুইচ (S1 এবং S2) একই সাথে চালু থাকে। এই ক্ষেত্রে, দুটি সুইচকে সিরিজে যুক্ত করা হয়, যাতে দুটিই চালু না হলে মোটরটি চালু হতে না পারে।

লজিক: **(S1 AND S2) = ON**

ব্যবহার: নিরাপত্তা ব্যবস্থায় এটি ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়, যেখানে একটি প্রক্রিয়া শুরু করার জন্য একাধিক শর্ত পূরণ করা অপরিহার্য।

২. প্যারালাল কানেকশন (Parallel Connection)

প্যারালাল কানেকশন ল্যাডার লজিকে অর (OR) লজিক তৈরি করে। এই কানেকশনে, একাধিক সুইচকে একে অপরের সাথে সমান্তরালভাবে যুক্ত করা হয়।

কার্যপদ্ধতি: বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য একাধিক বিকল্প পথ তৈরি করা হয়। যদি কোনো একটি পথ চালু থাকে, তাহলেই বিদ্যুৎ আউটপুটে পৌঁছাতে পারে, অন্য পথগুলো বন্ধ থাকলেও কোনো সমস্যা হয় না।

উদাহরণ: একটি কনভেয়ার বেল্ট একটি স্টার্ট পুশবাটন (S1) অথবা একটি রিমোট সুইচ (S2) দ্বারা চালু করা যায়। এই ক্ষেত্রে, দুটি সুইচকে প্যারালালভাবে যুক্ত করা হয়।

- লজিক: $(S1 \text{ OR } S2) = \text{ON}$
- ব্যবহার: এটি সাধারণত এমন অ্যাপ্লিকেশনে ব্যবহৃত হয় যেখানে একটি কাজ শুরু করার জন্য একাধিক বিকল্প উৎস থাকে, যা নমনীয়তা এবং কার্যকারিতা বাড়ায়।

এই কানেকশনগুলো ইলেকট্রিক্যাল ডায়াগ্রাম এবং পিএলসি ল্যাডার লজিকে খুবই গুরুত্বপূর্ণ এবং যেকোনো স্বয়ংক্রিয় সিস্টেম ডিজাইনের মূল ভিত্তি হিসেবে কাজ করে।

সিলেক্টর সুইচ (Selector Switch)

সিলেক্টর সুইচ (Selector Switch) হলো এক ধরনের ম্যানুয়াল সুইচ যা একাধিক নির্দিষ্ট অবস্থান (position) থেকে একটিকে নির্বাচন করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি পুশবাটনের মতো ক্ষণস্থায়ী নয়, বরং একটি টগল সুইচের মতো তার নির্বাচিত অবস্থানেই থাকে, যতক্ষণ না এটিকে আবার ম্যানুয়ালি পরিবর্তন করা হয়।

সিলেক্টর সুইচের গঠন ও কার্যপদ্ধতি

একটি সিলেক্টর সুইচে সাধারণত একটি রোটেরিং নব বা হ্যান্ডেল থাকে, যা ঘুরিয়ে বিভিন্ন অবস্থানে সেট করা যায়। প্রতিটি অবস্থানের সাথে এক বা একাধিক কন্ট্যাক্ট (contacts) যুক্ত থাকে, যা সেই অবস্থানের জন্য একটি নির্দিষ্ট সার্কিটকে সক্রিয় করে।

অবস্থান (Positions): একটি সিলেক্টর সুইচে সাধারণত ২, ৩, বা এর বেশি অবস্থান থাকতে পারে।

উদাহরণস্বরূপ:

একটি ২-অবস্থানের সুইচ: ON এবং OFF।

একটি ৩-অবস্থানের সুইচ: Manual, Off এবং Auto।

কন্ট্যাক্ট (Contacts): প্রতিটি অবস্থানের জন্য সুইচের অভ্যন্তরে নরমালি ওপেন (NO) এবং নরমালি ক্লোজড (NC) কন্ট্যাক্ট থাকে। যখন নবটি একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে ঘোরানো হয়, তখন সেই অবস্থানের সাথে যুক্ত কন্ট্যাক্টগুলো তাদের অবস্থা পরিবর্তন করে।

সিলেক্টর সুইচের ব্যবহার

শিল্প কারখানায় সিলেক্টর সুইচ বিভিন্ন ধরনের অপারেশনাল মোড বা ফাংশন নির্বাচন করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

অপারেশনাল মোড পরিবর্তন: একটি মেশিনের অপারেশনাল মোড পরিবর্তন করতে এটি ব্যবহার করা হয়। যেমন: **AUTO** মোডে মেশিনটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে চলবে, **MANUAL** মোডে অপারেটর প্রতিটি ধাপ ম্যানুয়ালি নিয়ন্ত্রণ করবে, এবং **OFF** মোডে মেশিনটি সম্পূর্ণরূপে বন্ধ থাকবে।

স্পিড বা রেট নির্বাচন: একটি কনভেয়ার বেল্ট বা পাম্পের গতি (Speed) নির্বাচন করতে এটি ব্যবহার করা হয়।

ডেস্কটপ এবং প্যানেল নিয়ন্ত্রণ: এটি সাধারণত মেশিনের কন্ট্রোল প্যানেলে বা অপারেটরের ডেস্কটপে লাগানো থাকে, যাতে খুব সহজে এবং দ্রুত মোড পরিবর্তন করা যায়।

সিলেক্টর সুইচকে অন সুইচ হিসেবে ব্যবহার করলে সার্কিটে ল্যাচিং করার প্রয়োজন হয় কেন

সিলেক্টর সুইচকে অন সুইচ হিসেবে ব্যবহার করলে সার্কিটে ল্যাচিং করার প্রয়োজন হয় না কারণ সিলেক্টর সুইচ একটি ল্যাচিং টাইপ সুইচ (**latching type switch**)। এর অর্থ হলো, একবার এটিকে একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে (যেমন: ON) সেট করলে, এটি সেই অবস্থাতেই থাকে। এটি পুশবাটন সুইচের মতো ক্ষণস্থায়ী নয়, যা চাপ দেওয়ার পর ছেড়ে দিলে আগের অবস্থায় ফিরে আসে।

পুশবাটন এবং সিলেক্টর সুইচের মধ্যে পার্থক্য

পুশবাটন সুইচ: এই সুইচটি ক্ষণস্থায়ী (momentary)। যখন আপনি এটি চাপ দেন, তখন এটি শুধুমাত্র সেই মুহূর্তের জন্য সার্কিটকে বন্ধ করে। হাত সরিয়ে নিলে এটি আবার খুলে যায়। তাই একটি মোটর বা অন্য কোনো ডিভাইসকে চালু রাখতে হলে ল্যাচিং লজিক ব্যবহার করে বিদ্যুৎ প্রবাহের একটি বিকল্প পথ তৈরি করতে হয়।

সিলেক্টর সুইচ: এই সুইচটি যান্ত্রিকভাবে তার অবস্থান ধরে রাখে। যখন আপনি এটিকে ON অবস্থানে ঘোরান, তখন এর ভেতরের কন্ট্যাক্টগুলো বন্ধ হয়ে যায় এবং সেই অবস্থাতেই থাকে। এর জন্য কোনো অতিরিক্ত ল্যাচিং লজিকের প্রয়োজন হয় না কারণ সুইচটি নিজেই ল্যাচিংয়ের কাজ করে।

সহজ কথায়, সিলেক্টর সুইচ ব্যবহার করলে ল্যাডার লজিকে একটি অতিরিক্ত রিলির প্রয়োজন হয় না, যা পুশবাটনের ক্ষেত্রে অপরিহার্য। এটি সার্কিটকে সহজ করে তোলে এবং অপ্রয়োজনীয় জটিলতা এড়ায়।

লিমিট সুইচ (Limit Switch)



লিমিট সুইচ (Limit Switch) হলো এক ধরনের যান্ত্রিক সেন্সর যা কোনো চলমান বস্তুর অবস্থান (position) বা গতিপথের শেষ সীমানা (limit) শনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়। এটি একটি স্পর্শ-ভিত্তিক (contact-based) সেন্সর, যা কোনো বস্তুর সাথে সরাসরি সংস্পর্শে আসার পর এর ভেতরের কন্ট্যাক্টগুলোর অবস্থা পরিবর্তন করে একটি বৈদ্যুতিক সিগন্যাল তৈরি করে।

লিমিট সুইচের কার্যপদ্ধতি

একটি লিমিট সুইচের প্রধান অংশগুলো হলো:

অ্যাকচুয়েটর (Actuator): এটি সুইচের সেই অংশ যা বাইরে থেকে চাপ গ্রহণ করে। এটি একটি রোলার, লিভার বা প্লানজারের মতো হতে পারে।

কন্ট্যাক্ট ব্লক (Contact Block): অ্যাকচুয়েটরে চাপ পড়লে এর ভেতরের কন্ট্যাক্টগুলোর অবস্থা পরিবর্তন হয়। এই কন্ট্যাক্টগুলো নরমালি ওপেন (NO) এবং নরমালি ক্লোজড (NC) হতে পারে।

যখন কোনো চলমান বস্তু (যেমন একটি কনভেয়ার বেল্টে থাকা একটি বাক্স) অ্যাকচুয়েটরের সংস্পর্শে আসে, তখন এটি ভেতরের কন্ট্যাক্টগুলোকে চাপ দেয়। এর ফলে নরমালি ওপেন কন্ট্যাক্টগুলো বন্ধ হয়ে যায় এবং নরমালি ক্লোজড কন্ট্যাক্টগুলো খুলে যায়। এই অবস্থা পরিবর্তনের ফলে পিএলসি-তে একটি বৈদ্যুতিক সিগন্যাল পাঠানো হয়, যা পিএলসিকে নির্দেশ করে যে বস্তুটি তার নির্দিষ্ট অবস্থানে পৌঁছে গেছে।

লিমিট সুইচের ব্যবহার

শিল্প কারখানায় লিমিট সুইচ বিভিন্ন ধরনের অটোমেশন অ্যাপ্লিকেশনে ব্যবহৃত হয়।

অবস্থান শনাক্তকরণ: একটি কনভেয়ার বেল্টের শেষে একটি লিমিট সুইচ ব্যবহার করা হয়, যা কোনো পণ্য লাইনের শেষে পৌঁছালে তা শনাক্ত করে এবং বেল্টটি বন্ধ করে দেয়।

ট্র্যাভেল লিমিট: একটি স্লাইডিং ডোর বা একটি মেশিনের চলমান অংশের গতিপথের শেষ সীমা নির্ধারণ করতে এটি ব্যবহৃত হয়। যদি চলমান অংশটি একটি নির্দিষ্ট বিন্দুর বাইরে চলে যেতে চায়, তখন লিমিট সুইচটি এটি শনাক্ত করে এবং মেশিনটিকে বন্ধ করে দেয়।

সিকোয়েন্স কন্ট্রোল: একটি স্বয়ংক্রিয় প্রক্রিয়ায় এক ধাপ থেকে অন্য ধাপে যাওয়ার জন্য লিমিট সুইচ একটি গুরুত্বপূর্ণ শর্ত হিসেবে কাজ করে। যেমন, একটি হাইড্রলিক সিলিন্ডার সম্পূর্ণভাবে প্রসারিত হলে একটি লিমিট সুইচ চালু হয়, যা পরবর্তী ধাপ শুরু করার জন্য পিএলসিকে সিগন্যাল দেয়।

লিমিট সুইচ তার নির্ভরযোগ্যতা, কম খরচে এবং সহজে ব্যবহারের জন্য শিল্প অটোমেশনে একটি অপরিহার্য উপাদান।

ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচ (Electromechanical Switch)

ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচ (Electromechanical Switch) হলো এমন এক ধরনের সুইচ যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে ব্যবহার করে যান্ত্রিকভাবে এর কন্ট্যাক্টগুলোকে নিয়ন্ত্রণ করে। এই সুইচগুলো বৈদ্যুতিক কয়েলের মাধ্যমে চুম্বকত্ব (magnetism) তৈরি করে, যা একটি আর্মেচারকে (armature) আকর্ষণ করে এবং যান্ত্রিকভাবে কন্ট্যাক্টগুলোকে খোলা বা বন্ধ করে। এর সবচেয়ে সাধারণ উদাহরণ হলো একটি রিলে (Relay) বা একটি কন্ট্যাক্টর (Contactor)।

কার্যপদ্ধতি

একটি সাধারণ ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচের তিনটি প্রধান অংশ থাকে:

কয়েল (Coil): এটি একটি তারের কুণ্ডলী। যখন এতে বৈদ্যুতিক ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়, তখন এটি একটি শক্তিশালী ইলেক্ট্রোম্যাগনেট (electromagnet) তৈরি করে।

আর্মেচার (Armature): এটি একটি ধাতব অংশ যা কয়েলের চুম্বকত্বের প্রভাবে সরে যায়। আর্মেচারটি যান্ত্রিকভাবে সুইচের কন্ট্যাক্টগুলোর সাথে যুক্ত থাকে।

কন্ট্যাক্টস (Contacts): এগুলো হলো ধাতব বিন্দু যা বৈদ্যুতিক সার্কিটকে খোলা বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়।

যখন কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়, তখন এটি চুম্বকে পরিণত হয় এবং আর্মেচারকে আকর্ষণ করে। আর্মেচারের এই নড়াচড়ার ফলে কন্ট্যাক্টগুলো তাদের অবস্থান পরিবর্তন করে—হয় নরমালি ওপেন (NO) কন্ট্যাক্ট বন্ধ হয়, অথবা নরমালি ক্লোজড (NC) কন্ট্যাক্ট খুলে যায়। কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ করে দিলে, চুম্বকত্ব চলে যায় এবং আর্মেচার তার আগের অবস্থানে ফিরে আসে।

ব্যবহার

ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচ তার বহুমুখী কার্যকারিতার জন্য শিল্প অটোমেশনে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। এর কিছু প্রধান ব্যবহার নিচে দেওয়া হলো:

পাওয়ার সুইচিং: একটি পিএলসি-এর ডিজিটাল আউটপুট সাধারণত কম ভোল্টেজের ডিসি সিগন্যাল দেয়। কিন্তু একটি মোটর বা লাইটের মতো বড় ডিভাইস চালানোর জন্য উচ্চ ভোল্টেজ বা কারেন্টের প্রয়োজন হয়। রিলে এই দুটি সার্কিটের মধ্যে একটি ইন্টারফেস হিসেবে কাজ করে। পিএলসি-এর কম ভোল্টেজের সিগন্যাল একটি রিলে কয়েলকে সক্রিয় করে, যা উচ্চ ভোল্টেজের সার্কিটকে নিয়ন্ত্রণ করে।

ইলেকট্রিক্যাল আইসোলেশন: রিলে বৈদ্যুতিকভাবে পিএলসি-এর নিয়ন্ত্রণ সার্কিটকে উচ্চ ভোল্টেজ বা কারেন্ট সার্কিট থেকে আলাদা রাখে, যা পিএলসি-কে সুরক্ষা দেয়।

মাল্টিপল আউটপুট কন্ট্রোল: একটি রিলে কয়েল সক্রিয় হওয়ার সাথে সাথে এর একাধিক কন্ট্যাক্ট একই সাথে কাজ করতে পারে, যা দিয়ে একাধিক আউটপুটকে একই সময়ে নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয়।

সংক্ষেপে, ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচ হলো একটি শক্তিশালী এবং নির্ভরযোগ্য ডিভাইস যা কম ভোল্টেজের পিএলসি সিগন্যাল দিয়ে উচ্চ ভোল্টেজের লোড নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়।

ইলেকট্রনিক্স সুইচিং সিস্টেম (Electronics Switching System) হলো এক ধরনের সুইচিং পদ্ধতি যা কোনো যান্ত্রিক বা চলমান অংশ ব্যবহার না করে শুধুমাত্র ইলেকট্রনিক উপাদান যেমন ট্রানজিস্টর (Transistor), এসসিআর (SCR) বা ট্রায়াক (Triac) ব্যবহার করে সার্কিটকে নিয়ন্ত্রণ করে। এটি ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচের (যেমন, রিলে) বিপরীত, কারণ এতে কয়েল বা কন্ট্যাক্টের মতো কোনো যান্ত্রিক অংশ নেই।

ইলেকট্রনিক্স সুইচের কার্যপদ্ধতি

একটি ইলেকট্রনিক্স সুইচের মূল ধারণা হলো একটি সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইসকে (যেমন, ট্রানজিস্টর) ব্যবহার করে বিদ্যুৎ প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করা। এই ডিভাইসগুলো একটি ছোট ইলেকট্রনিক সিগন্যাল দ্বারা চালু বা বন্ধ হয়, যা বিদ্যুৎ প্রবাহকে অনুমতি দেয় বা বন্ধ করে।

ট্রানজিস্টর: এটি ডিসি (DC) সার্কিট নিয়ন্ত্রণের জন্য সবচেয়ে সাধারণ ইলেকট্রনিক্স সুইচ। একটি পিএলসি-এর ডিজিটাল আউটপুট থেকে আসা একটি ছোট ডিসি সিগন্যাল একটি ট্রানজিস্টরের বেসে প্রয়োগ করা হয়, যা ট্রানজিস্টরটিকে চালু করে এবং বড় লোডের (যেমন, একটি সলিনয়েড ভালভ) মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহকে অনুমতি দেয়।

ট্রায়াক (Triac) বা এসসিআর (SCR): এগুলো এসি (AC) সার্কিট নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়। পিএলসি থেকে আসা একটি ছোট সিগন্যাল একটি ট্রায়াক বা এসসিআর-কে চালু করে, যা একটি এসি লোডকে (যেমন, একটি হিটার) নিয়ন্ত্রণ করে।

ইলেকট্রনিক্স সুইচের সুবিধা

ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচের চেয়ে ইলেকট্রনিক্স সুইচের বেশ কিছু উল্লেখযোগ্য সুবিধা রয়েছে:

উচ্চ গতি: যেহেতু এতে কোনো যান্ত্রিক অংশ নেই, তাই এটি অত্যন্ত দ্রুত চালু এবং বন্ধ হতে পারে। এটি এমন অ্যাপ্লিকেশনের জন্য অপরিহার্য যেখানে বারবার এবং দ্রুত সুইচিং প্রয়োজন।

দীর্ঘ আয়ু: যান্ত্রিক অংশ না থাকায় এতে পরিধান এবং ক্ষয়ের (wear and tear) কোনো সমস্যা নেই। এটি লক্ষ লক্ষ বার চালু-বন্ধ হতে পারে।

নীরবতা: এটি কোনো শব্দ তৈরি করে না, যা শব্দ-সংবেদনশীল পরিবেশে গুরুত্বপূর্ণ।

স্পার্ক মুক্ত: এটি কন্ট্যাক্ট স্পার্ক তৈরি করে না, যা বিস্ফোরক বা দাহ্য পরিবেশে এটি ব্যবহারের জন্য নিরাপদ করে তোলে।

ইলেকট্রনিক্স সুইচের অসুবিধা

বিদ্যুৎ অপচয়: যখন এটি চালু থাকে, তখন এর মধ্যে সামান্য ভোল্টেজ ড্রপ হয়, যা তাপ হিসেবে শক্তি অপচয় করে।

- দাম: উচ্চ কারেন্ট হ্যান্ডলিং ক্ষমতার ইলেকট্রনিক্স সুইচ সাধারণত রিলের চেয়ে বেশি ব্যয়বহুল হয়।

এই কারণে, ইলেকট্রনিক্স সুইচগুলো উচ্চ-গতির এবং নির্ভরযোগ্য অ্যাপ্লিকেশনের জন্য আদর্শ, যেখানে বারবার সুইচিং করা প্রয়োজন।

সেন্সর সুইচিংয়ের কার্যপদ্ধতি

সেন্সর দ্বারা সুইচিং করা হয় মূলত একটি নির্দিষ্ট শর্ত পূরণ হলে একটি বৈদ্যুতিক সিগন্যাল তৈরি করার মাধ্যমে। একটি সেন্সর যখন তার কাজ করার পরিবেশের কোনো পরিবর্তন (যেমন, আলো, তাপমাত্রা, দূরত্ব বা চাপ) শনাক্ত করে, তখন এটি একটি বৈদ্যুতিক সিগন্যাল তৈরি করে, যা পিএলসি-এর ইনপুট মডিউলে যায়। এই সিগন্যালটি তখন পিএলসি-কে বলে যে একটি নির্দিষ্ট ঘটনা ঘটেছে এবং সেই অনুযায়ী প্রোগ্রামটি তার পরবর্তী কার্যক্রম শুরু করে।

সেন্সর দ্বারা সুইচিংয়ের প্রক্রিয়াটি কয়েকটি ধাপে ঘটে:

১. সচেতনতা (**Sensing**): সেন্সরটি তার কাজের পরিবেশের একটি ভৌত পরিবর্তনকে বৈদ্যুতিক সিগন্যালে রূপান্তর করে। উদাহরণস্বরূপ:

* একটি প্রক্সিমিটি সেন্সর (**Proximity Sensor**) একটি ধাতব বস্তুর কাছাকাছি এলে একটি সিগন্যাল পাঠায়।

* একটি ফটোইলেকট্রিক সেন্সর (**Photoelectric Sensor**) যখন তার আলোকরশ্মি কোনো বস্তু দ্বারা বাধাগ্রস্ত হয়, তখন একটি সিগন্যাল পাঠায়।

২. সিগন্যাল তৈরি: সেন্সরটি যখন তার টার্গেটকে শনাক্ত করে, তখন এটি একটি বৈদ্যুতিক সিগন্যাল তৈরি করে। এই সিগন্যালটি সাধারণত একটি অন/অফ (ON/OFF) সিগন্যাল হয়।

* যদি সেন্সরটি একটি এনপিএন (**NPN**) টাইপ হয়, তবে এটি সিগন্যাল পাঠালে আউটপুটে একটি গ্রাউন্ড বা শূন্য ভোল্টেজ আসে।

* যদি সেন্সরটি একটি পিএনপি (**PNP**) টাইপ হয়, তবে এটি সিগন্যাল পাঠালে আউটপুটে একটি পজিটিভ ভোল্টেজ (+V) আসে।

৩. পিএলসি-এর ইনপুটে সিগন্যাল গ্রহণ: সেন্সরের আউটপুট সিগন্যালটি পিএলসি-এর ইনপুট মডিউলে যায়। পিএলসি-এর প্রোগ্রামিং লজিক এই ইনপুট সিগন্যালটিকে একটি শর্ত হিসেবে ব্যবহার করে।

৪. প্রোগ্রামের লজিক কার্যকর: পিএলসি প্রোগ্রামের ল্যাডার লজিকে এই সেন্সরের ইনপুটটি একটি নরমালি ওপেন (**NO**) বা নরমালি ক্লোজড (**NC**) কন্ট্যাক্ট হিসেবে কাজ করে। যখন সেন্সরটি সক্রিয় হয়, তখন এই কন্ট্যাক্টটির অবস্থা পরিবর্তন হয়। যদি লজিকটি সত্য হয়, তাহলে প্রোগ্রামটি একটি আউটপুটকে চালু করে দেয়।

সেন্সর দ্বারা সুইচিংয়ের উদাহরণ

স্বয়ংক্রিয় গেট: একটি ফ্যাক্টরির প্রবেশপথে একটি প্রক্সিমিটি সেন্সর লাগানো থাকে। যখন কোনো গাড়ি বা মানুষ সেন্সরের সীমানায় আসে, তখন সেন্সরটি একটি সিগন্যাল পাঠায়। এই সিগন্যালটি পিএলসি-এর ইনপুটে গেলে, পিএলসি একটি প্রোগ্রাম কার্যকর করে যা গেটটিকে খুলে দেয়।

বোতলজাতকরণ প্ল্যান্ট: একটি কনভেয়ার বেল্টে একটি ফটোইলেকট্রিক সেন্সর ব্যবহার করা হয়। যখন একটি খালি বোতল সেন্সরের সামনে আসে, তখন এটি একটি সিগন্যাল পাঠায়, যা পিএলসি-কে নির্দেশ দেয় যে বোতলটি এখন ফিলিং স্টেশনে আছে এবং লিকুইড ভালভটি চালু করার জন্য প্রস্তুত।

উত্তোলন ব্যবস্থা: একটি লিফটের অবস্থান শনাক্ত করতে লিমিট সুইচ ব্যবহার করা হয়। যখন লিফটটি কোনো ফ্লোরে পৌঁছায়, তখন একটি লিমিট সুইচ চালু হয়, যা পিএলসি-কে নির্দেশ দেয় যে লিফটটি তার নির্দিষ্ট অবস্থানে পৌঁছে গেছে এবং দরজাটি খোলার জন্য প্রস্তুত।

ফ্যাক্টরিতে ব্যবহৃত সেন্সরক কয় ভাগে ভাগ করা হয়

ফ্যাক্টরিতে ব্যবহৃত সেন্সরকে তাদের কাজের নীতি এবং আউটপুট সিগন্যালের উপর ভিত্তি করে প্রধানত দুটি ভাগে ভাগ করা যায়:

১. কনট্যাক্ট টাইপ সেন্সর (**Contact Type Sensor**)

২. নন-কনট্যাক্ট টাইপ সেন্সর (**Non-Contact Type Sensor**)

১. কনট্যাক্ট টাইপ সেন্সর

এই ধরনের সেন্সরকে কাজ করার জন্য সরাসরি কোনো বস্তুর সাথে শারীরিক সংস্পর্শে আসতে হয়। যখন কোনো বস্তু সেন্সরের সংস্পর্শে আসে, তখন এটি একটি বৈদ্যুতিক সিগন্যাল তৈরি করে। এগুলো সাধারণত যান্ত্রিক সুইচ হিসেবে কাজ করে।

উদাহরণ:

লিমিট সুইচ (Limit Switch): এটি কোনো চলমান বস্তুর অবস্থান (position) বা গতিপথের শেষ সীমা শনাক্ত করে। যখন কোনো বস্তু লিভার বা অ্যাকচুয়েটরের সংস্পর্শে আসে, তখন এর ভেতরের কন্ট্যাক্টগুলো তাদের অবস্থা পরিবর্তন করে এবং পিএলসি-কে সিগন্যাল পাঠায়।

২. নন-কন্ট্যাক্ট টাইপ সেন্সর

এই ধরনের সেন্সর কোনো বস্তুকে স্পর্শ না করে তার উপস্থিতি শনাক্ত করে। এগুলো বিভিন্ন নীতি (যেমন, আলো, চুম্বকত্ব, ক্যাপাসিট্যান্স) ব্যবহার করে কাজ করে এবং উচ্চ-গতির অ্যাপ্লিকেশনের জন্য খুবই উপযোগী।

উদাহরণ:

প্রক্সিমিটি সেন্সর (Proximity Sensor): এই সেন্সর কোনো বস্তুর উপস্থিতি শনাক্ত করে যখন এটি সেন্সরের কাছাকাছি আসে। এটি দুই ধরনের হয়:

ইন্ডাক্টিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর (Inductive Proximity Sensor): এটি শুধুমাত্র ধাতব বস্তুর উপস্থিতি শনাক্ত করে। এটি একটি ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ফিল্ড তৈরি করে এবং যখন কোনো ধাতব বস্তু এই ফিল্ডে প্রবেশ করে, তখন ফিল্ডে পরিবর্তন হয়, যা সেন্সরটি শনাক্ত করে।



ক্যাপাসিটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর (Capacitive Proximity Sensor): এটি ধাতু বা অধাতু (যেমন, প্লাস্টিক, কাঠ, তরল) উভয় ধরনের বস্তুর উপস্থিতি শনাক্ত করতে পারে। এটি একটি ইলেকট্রিক ফিল্ড তৈরি করে এবং বস্তুর সংস্পর্শে এলে ফিল্ডের ক্যাপাসিট্যান্সে পরিবর্তন হয়।

ফটোইলেকট্রিক সেন্সর (Photoelectric Sensor): এই সেন্সর একটি আলোর বিম (beam) ব্যবহার করে কোনো বস্তুর উপস্থিতি বা অনুপস্থিতি শনাক্ত করে। এটি তিন ধরনের হয়:

থ্রু-বিম (Through-beam): একটি সেন্সর আলোর উৎস হিসেবে এবং অন্যটি রিসিভার হিসেবে কাজ করে। যখন কোনো বস্তু মাঝখানে আসে এবং আলোর বিমকে বাধা দেয়, তখন সেন্সরটি এটিকে শনাক্ত করে।

রেট্রো-রিফ্লেক্টিভ (Retro-reflective): এটি একটি একক সেন্সর যা একটি প্রতিফলক (reflector) ব্যবহার করে। সেন্সর থেকে আসা আলো প্রতিফলক থেকে ফিরে আসে। যখন কোনো বস্তু আলোর পথকে বাধা দেয়, তখন সেন্সরটি এটি শনাক্ত করে।

ডিফিউজ (Diffuse): এই সেন্সর একটি একক ইউনিট যা থেকে আলো নির্গত হয় এবং বস্তু থেকে প্রতিফলিত হয়ে আবার সেন্সরে ফিরে আসে। যখন কোনো বস্তু তার সামনে আসে, তখন এটি প্রতিফলিত আলো শনাক্ত করে।

অ্যানালগ সেন্সর সুইচ (Analog Sensor Switch) বলতে এমন সেন্সরকে বোঝানো হয় যা কোনো নির্দিষ্ট শর্ত পূরণ হলে সরাসরি অন/অফ সিগন্যাল না দিয়ে, বরং একটি অবিচ্ছিন্ন বা পরিবর্তনশীল বৈদ্যুতিক সিগন্যাল (যেমন: ভোল্টেজ বা কারেন্ট) তৈরি করে। এই সিগন্যালটি পরিমাপকৃত ভৌত পরিমাণ (যেমন: তাপমাত্রা, চাপ, দূরত্ব) এর সরাসরি সমানুপাতিক হয়।

সহজ কথায়, একটি ডিজিটাল সুইচ শুধু "আছে" বা "নেই" (অন বা অফ) বলতে পারে, কিন্তু একটি অ্যানালগ সেন্সর সুইচ বলতে পারে "কতটুকু আছে"।

অ্যানালগ সেন্সরের কার্যপদ্ধতি

একটি অ্যানালগ সেন্সরের কার্যপদ্ধতি তিনটি ধাপে কাজ করে:

১. পরিবেশের পরিবর্তন শনাক্তকরণ: সেন্সরটি একটি ভৌত পরিবর্তনকে (যেমন, তাপমাত্রা বৃদ্ধি) শনাক্ত করে।
২. বৈদ্যুতিক সিগন্যালে রূপান্তর: সেন্সরটি এই ভৌত পরিবর্তনকে একটি পরিবর্তনশীল বৈদ্যুতিক সিগন্যালে (যেমন, ০ থেকে ১০ ভোল্ট বা ৪ থেকে ২০ মিলিঅ্যাম্পিয়ার) রূপান্তরিত করে। তাপমাত্রা বাড়লে ভোল্টেজ বা কারেন্টও আনুপাতিকভাবে বাড়বে।
৩. পিএলসি-এর ইনপুটে সিগন্যাল গ্রহণ: এই পরিবর্তনশীল সিগন্যালটি পিএলসি-এর অ্যানালগ ইনপুট মডিউলে যায়। এই মডিউলটি অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটাল মানে (যেমন, ০ থেকে ৪০০০) রূপান্তর করে, যা পিএলসি-এর সিপিইউ বুঝতে পারে।

অ্যানালগ সেন্সরের উদাহরণ

থার্মোকাপল বা আরটিডি (RTD): তাপমাত্রা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। তাপমাত্রা বাড়লে এর আউটপুট ভোল্টেজ বা রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তিত হয়।

প্রেসার ট্রান্সডুসার (**Pressure Transducer**): কোনো ট্যাংকের ভেতরের চাপ পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। চাপ বাড়লে এর আউটপুট ভোল্টেজ বা কারেন্টও আনুপাতিকভাবে বাড়ে।

আলট্রাসোনিক বা লেজার ডিসটেন্স সেন্সর: কোনো বস্তুর দূরত্ব পরিমাপ করে। দূরত্ব কমলে বা বাড়লে এর আউটপুট ভোল্টেজ পরিবর্তিত হয়।

অ্যানালগ সেন্সর সুইচিংয়ের সুবিধা

সঠিক নিয়ন্ত্রণ: ডিজিটাল অন/অফ নিয়ন্ত্রণের চেয়ে অ্যানালগ সেন্সর দিয়ে অনেক বেশি সূক্ষ্ম এবং সুনির্দিষ্ট নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব।

তথ্য সংগ্রহ: এটি শুধু একটি বস্তুর উপস্থিতি বা অনুপস্থিতি নয়, বরং সেই বস্তুর পরিমাণ, চাপ বা তাপমাত্রার মতো মূল্যবান ডেটাও সরবরাহ করে, যা ডেটা অ্যানালাইসিসের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

ক্রটি সনাক্তকরণ: এটি কোনো মান বিপজ্জনক পর্যায়ে পৌঁছানোর আগেই সতর্কীকরণ বা অ্যালার্ম সিগন্যাল দিতে পারে।

ডিজিটাল সেন্সর সুইচ (Digital Sensor Switch) হলো এমন সেন্সর যা কোনো নির্দিষ্ট শর্ত পূরণ হলে একটি অন/অফ (**ON/OFF**) বা ডিজিটাল সিগন্যাল তৈরি করে। এই সিগন্যালটি শুধুমাত্র দুটি অবস্থা নির্দেশ করে: হয় বিদ্যুৎ আছে (চালু) অথবা বিদ্যুৎ নেই (বন্ধ)। এটি অ্যানালগ সেন্সরের থেকে ভিন্ন, যা একটি অবিচ্ছিন্ন মানের সিগন্যাল তৈরি করে।

ডিজিটাল সেন্সরের আউটপুটকে বাইনারি বিট (Binary Bit) হিসেবে বিবেচনা করা যায়, যেখানে 1 মানে চালু এবং 0 মানে বন্ধ। এই ধরনের সেন্সরগুলো সরাসরি পিএলসি-এর ডিজিটাল ইনপুট মডিউলের সাথে সংযুক্ত হয়।

ডিজিটাল সেন্সরের কার্যপদ্ধতি

একটি ডিজিটাল সেন্সর খুব সহজে কাজ করে:

1. শর্ত পূরণ: যখন সেন্সরের কাজের জন্য নির্দিষ্ট শর্তটি পূরণ হয় (যেমন: একটি বস্তুকে শনাক্ত করা), তখন এটি তার অভ্যন্তরীণ সার্কিটকে চালু করে।
2. সিগন্যাল তৈরি: সেন্সরটি তখন একটি নির্দিষ্ট ভোল্টেজ বা কারেন্ট আউটপুট করে, যা পিএলসি-এর ডিজিটাল ইনপুটে যায়। এই সিগন্যালটি হয় High (চালু) বা Low (বন্ধ) হয়।
3. পিএলসি-এর ইনপুটে সিগন্যাল গ্রহণ: পিএলসি-এর ডিজিটাল ইনপুট মডিউল এই বাইনারি সিগন্যালটি গ্রহণ করে এবং এটিকে প্রোগ্রামের জন্য একটি 1 বা 0 হিসেবে পড়ে।

ডিজিটাল সেন্সরের উদাহরণ

প্রক্সিমিটি সেন্সর (**Proximity Sensor**): যখন কোনো বস্তু এর কাছাকাছি আসে, তখন এটি একটি ডিজিটাল সিগন্যাল তৈরি করে।

ফটোইলেকট্রিক সেন্সর (Photoelectric Sensor): যখন কোনো বস্তু আলোর বিমকে বাধা দেয়, তখন এটি একটি ডিজিটাল সিগন্যাল পাঠায়।

লিমিট সুইচ (Limit Switch): যখন এটি কোনো চলমান বস্তুর সংস্পর্শে আসে, তখন এর কন্ট্যাক্টগুলো বন্ধ হয় এবং একটি ডিজিটাল সিগন্যাল তৈরি হয়।

ডিজিটাল সেন্সর সুইচিংয়ের সুবিধা

সহজ ব্যবহার: ডিজিটাল সেন্সর ব্যবহার করা এবং প্রোগ্রাম করা খুবই সহজ, কারণ এর আউটপুট সরাসরি অন/অফ লজিকের সাথে যুক্ত।

উচ্চ নির্ভরযোগ্যতা: এটি একটি পরিষ্কার এবং সুনির্দিষ্ট সিগন্যাল দেয়, যা ভুল বা ত্রুটির সম্ভাবনা কমিয়ে দেয়।

কম ব্যয়: অ্যানালগ সেন্সরের চেয়ে ডিজিটাল সেন্সর সাধারণত কম ব্যয়বহুল হয়।

সরাসরি সংযোগ: এটি সরাসরি পিএলসি-এর ডিজিটাল ইনপুট মডিউলের সাথে সংযুক্ত হতে পারে, যার জন্য কোনো অতিরিক্ত সিগন্যাল কন্ডিশনিংয়ের প্রয়োজন হয় না।

ইলেকট্রিক্যাল টাইমার (Electrical Timer)

ইলেকট্রিক্যাল টাইমার (Electrical Timer) হলো এক ধরনের যান্ত্রিক বা ইলেকট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইস যা একটি নির্দিষ্ট সময় পরে বৈদ্যুতিক সার্কিটকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু বা বন্ধ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি পিএলসি টাইমারের মতো প্রোগ্রামযোগ্য নয়, বরং এটি একটি হার্ডওয়্যার ডিভাইস যা একটি নির্দিষ্ট সময়সীমার জন্য সেট করা হয়।

ইলেকট্রিক্যাল টাইমারের গঠন

একটি সাধারণ ইলেকট্রিক্যাল টাইমারের প্রধান অংশগুলো হলো:

১. মোটর (**Motor**): এটি একটি ছোট সিঙ্ক্রোনাস মোটর যা একটি নির্দিষ্ট গতিতে ঘোরে। এটি টাইমারের সময় গণনার প্রধান উপাদান।
২. গিয়ারবক্স (**Gearbox**): এটি মোটরের গতি কমিয়ে নির্দিষ্ট সময় ব্যবধান তৈরি করে।
৩. কন্ট্যাক্ট (**Contacts**): এটি নরমালি ওপেন (NO) এবং নরমালি ক্লোজড (NC) কন্ট্যাক্ট নিয়ে গঠিত। যখন টাইমার তার নির্দিষ্ট সময় গণনা সম্পন্ন করে, তখন এই কন্ট্যাক্টগুলো তাদের অবস্থা পরিবর্তন করে।
৪. টাইমিং ডায়াল (**Timing Dial**): এটি টাইমারের সামনের অংশে থাকে, যেখানে আপনি কত সময়ের জন্য টাইমারটি সেট করতে চান তা নির্বাচন করতে পারেন।

ইলেকট্রিক্যাল টাইমারের কার্যপদ্ধতি

১/ যখন টাইমারটিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়, তখন এর মোটরটি ঘুরতে শুরু করে এবং গিয়ারবক্সের মাধ্যমে একটি টাইমিং মেকানিজমকে ধীরে ধীরে সরাতে থাকে।

২/ যখন সময় গণনা শেষ হয়, তখন টাইমিং মেকানিজমটি একটি লিভার বা সুইচকে চাপ দেয়, যা কন্ট্যাক্টগুলোকে তাদের অবস্থা পরিবর্তন করতে বাধ্য করে।

৩/ যদি এটি একটি অন-ডিলে টাইমার হয়, তাহলে একটি নির্দিষ্ট সময় পর এর কন্ট্যাক্টগুলো বন্ধ হয়ে একটি লোডকে চালু করবে।

৪/ যদি এটি একটি অফ-ডিলে টাইমার হয়, তাহলে একটি নির্দিষ্ট সময় পর এর কন্ট্যাক্টগুলো খুলে গিয়ে একটি লোডকে বন্ধ করবে।

ব্যবহার

ইলেকট্রিক্যাল টাইমারগুলো সাধারণত সহজ এবং কম খরচের অ্যাপ্লিকেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়, যেখানে প্রোগ্রামের নমনীয়তার প্রয়োজন নেই।

স্ট্রিট লাইট নিয়ন্ত্রণ: স্ট্রিট লাইটকে নির্দিষ্ট সময় পর স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু বা বন্ধ করতে এটি ব্যবহার করা হয়।

হিটিং সিস্টেম: একটি হিটিং সিস্টেমকে নির্দিষ্ট সময় পর বন্ধ করতে এটি ব্যবহৃত হয়।

ইরিগেশন সিস্টেম: বাগানে জল দেওয়ার জন্য একটি পাম্পকে নির্দিষ্ট সময় পর চালু বা বন্ধ করতে এটি ব্যবহার করা হয়।

রিলে (Relay)

রিলে (Relay) হলো একটি ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচ যা একটি ছোট বৈদ্যুতিক সিগন্যাল ব্যবহার করে একটি বড় সার্কিটকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে। এটি পিএলসি এবং আউটপুট ডিভাইসের (যেমন মোটর, লাইট) মধ্যে একটি গুরুত্বপূর্ণ ইন্টারফেস হিসেবে কাজ করে।

রিলের প্রকারভেদ

রিলেকে তার গঠন, কাজ এবং প্রয়োগের উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন ভাগে ভাগ করা যায়। সবচেয়ে প্রচলিত প্রকারগুলো হলো:

ইলেকট্রোমেকানিক্যাল রিলে: এটি সবচেয়ে সাধারণ ধরনের রিলে। এটি একটি কয়েল এবং একটি যান্ত্রিক আর্মেচার ব্যবহার করে কন্ট্যাক্টগুলোকে নিয়ন্ত্রণ করে। এটি ডিসি এবং এসি উভয় কারেন্ট দিয়ে কাজ করতে পারে।

সলিড স্টেট রিলে (Solid State Relay - SSR): এটি কোনো চলমান বা যান্ত্রিক অংশ ব্যবহার করে না। এর পরিবর্তে, এটি ট্রানজিস্টর, ট্রায়াক বা এসসিআর-এর মতো সেমিকন্ডাক্টর উপাদান ব্যবহার করে সুইচিং সম্পন্ন করে। এটি উচ্চ গতি এবং দীর্ঘস্থায়ী অ্যাপ্লিকেশনের জন্য আদর্শ।

টাইম ডিলে রিলে (**Time Delay Relay**): এই রিলেতে একটি বিল্ট-ইন টাইমার থাকে, যা একটি নির্দিষ্ট সময় পর এর কন্ট্যাক্টগুলোকে চালু বা বন্ধ করে। এটি TON (Timer On-Delay) বা TOF (Timer Off-Delay) টাইমারের মতো কাজ করে।

রিলের পিন কনফিগারেশন

একটি সাধারণ রিলের পিন কনফিগারেশন নিম্নরূপ:

কয়েল পিন (Coil Pins): প্রতিটি রিলেতে দুটি পিন থাকে যা কয়েলকে নির্দেশ করে। যখন এই দুটি পিনে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়, তখন কয়েলটি সক্রিয় হয় এবং একটি চৌম্বকীয় ক্ষেত্র তৈরি করে। এই পিনগুলো সাধারণত **A1** এবং **A2** দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

কমন পিন (Common Pin): এটি হলো একটি সাধারণ সংযোগ পয়েন্ট, যা নরমালি ওপেন (NO) এবং নরমালি ক্লোজড (NC) কন্ট্যাক্ট উভয়ের সাথে যুক্ত থাকে। এটি সাধারণত **COM** দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

নরমালি ওপেন (NO) পিন: এই পিনটি কমন পিনের সাথে স্বাভাবিক অবস্থায় খোলা থাকে। যখন কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়, তখন এটি বন্ধ হয়ে যায়।

নরমালি ক্লোজড (NC) পিন: এই পিনটি কমন পিনের সাথে স্বাভাবিক অবস্থায় বন্ধ থাকে। যখন কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়, তখন এটি খুলে যায়।

কন্ট্রোলিং ডায়াগ্রাম

একটি রিলে ব্যবহার করে একটি মোটর বা লাইটকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য একটি সাধারণ কন্ট্রোলিং ডায়াগ্রাম নিচে দেওয়া হলো। এই ডায়াগ্রামটি দেখায় কীভাবে একটি ছোট কন্ট্রোল সার্কিট একটি বড় পাওয়ার সার্কিটকে নিয়ন্ত্রণ করে।

ধাপ ১: কন্ট্রোল সার্কিট

এই সার্কিটে একটি পাওয়ার সাপ্লাই (যেমন, ২৪ V ডিসি) এবং একটি পুশবাটন সুইচ থাকে।

সার্কিটটি এমনভাবে সাজানো হয় যে পুশবাটনে চাপ দিলে পাওয়ার সাপ্লাই থেকে বিদ্যুৎ সরাসরি রিলের কয়েলে যায়।

ধাপ ২: পাওয়ার সার্কিট

এই সার্কিটে একটি উচ্চ ভোল্টেজ বা কারেন্ট পাওয়ার সাপ্লাই (যেমন, ২২০ V এসি), রিলে কন্ট্যাক্ট এবং একটি লোড (যেমন, একটি মোটর বা বাতি) থাকে।

রিলের কমন পিনকে ২২০ V পাওয়ারের সাথে যুক্ত করা হয় এবং NO পিনকে লোডের সাথে যুক্ত করা হয়।

কার্যপদ্ধতি:

যখন পুশবাটনে চাপ দেওয়া হয়, তখন কন্ট্রোল সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং রিলের কয়েলটি সক্রিয় হয়।

কয়েলটি সক্রিয় হওয়ার সাথে সাথে এর NO কন্ট্যাক্টটি বন্ধ হয়ে যায়।

NO কন্ট্যাক্টটি বন্ধ হওয়ায় ২২০ V পাওয়ার সার্কিটটি সম্পন্ন হয় এবং মোটরটি চালু হয়।

এই ডায়াগ্রামটি দেখায় কীভাবে একটি রিলে দুটি সম্পূর্ণ ভিন্ন সার্কিটের মধ্যে একটি বিচ্ছিন্ন ইন্টারফেস হিসেবে কাজ করে এবং কম ভোল্টেজের একটি সিগন্যাল দিয়ে একটি উচ্চ ভোল্টেজের লোডকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

বেস, কানেকশন ডায়াগ্রাম এবং পুশবাটন সুইচ নিয়ে বিস্তারিত আলোচনা

রিলের বেস (Relay Base)

রিলের বেস হলো একটি প্লাস্টিকের কাঠামো যেখানে রিলেটি সুরক্ষিতভাবে বসানো হয়। এটি রিলেটিকে প্যানেলে মাউন্ট করতে এবং তারের সংযোগ সহজ করতে সাহায্য করে। রিলের বেসে নির্দিষ্ট সংখ্যক টার্মিনাল বা পিন থাকে, যা রিলে কয়েল এবং কন্ট্যাক্টগুলোর সাথে সংযোগ স্থাপন করে। রিলের বেস তার পিনের সংখ্যার উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন ধরনের হয়, যেমন: ৮ পিন বা ১৪ পিন বেস। প্রতিটি পিনে একটি করে নম্বর থাকে, যা সঠিক সংযোগের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

কানেকশন ডায়াগ্রাম

একটি রিলে, তার বেস এবং একটি পুশবাটন সুইচ ব্যবহার করে একটি লোড (যেমন, একটি লাইট) নিয়ন্ত্রণ করার জন্য একটি সম্পূর্ণ কানেকশন ডায়াগ্রাম নিচে দেওয়া হলো। এই ডায়াগ্রামটি দুটি ভাগে বিভক্ত: কন্ট্রোল সার্কিট এবং পাওয়ার সার্কিট।

কন্ট্রোল সার্কিট: এই সার্কিটটি একটি পুশবাটন সুইচ এবং রিলের কয়েল নিয়ে গঠিত। এর কাজ হলো রিলের কয়েলকে সক্রিয় করা।

সংযোগ: একটি পাওয়ার সাপ্লাই (যেমন, ২৪ V ডিসি) থেকে একটি তার পুশবাটনের এক প্রান্তে যায়। পুশবাটনের অন্য প্রান্ত থেকে একটি তার রিলের বেসের কয়েল পিন (A1) এ যায়। কয়েল পিন (A2) থেকে আরেকটি তার পাওয়ার সাপ্লাইয়ের নেগেটিভ টার্মিনালে যায়।

পাওয়ার সার্কিট: এই সার্কিটটি উচ্চ ভোল্টেজের লোড (যেমন, একটি বাতি) নিয়ন্ত্রণ করে।

সংযোগ: একটি উচ্চ ভোল্টেজ পাওয়ার সাপ্লাই (যেমন, ২২০ V এসি) থেকে একটি তার রিলের বেসের কমন পিনে যায়। রিলের নরমালি ওপেন (NO) পিন থেকে একটি তার লোডের এক প্রান্তে যায়। লোডের অন্য প্রান্ত থেকে একটি তার সরাসরি পাওয়ার সাপ্লাইয়ের নিরপেক্ষ (Neutral) তারের সাথে যুক্ত হয়।

পুশবাটন সুইচ এবং রিলে

একটি পুশবাটন সুইচ এবং একটি রিলে ব্যবহার করে কীভাবে একটি ল্যাচিং (Latching) সার্কিট তৈরি করা যায়, তার বিস্তারিত আলোচনা নিচে দেওয়া হলো। এই লজিকটি একটি পুশবাটনে একবার চাপ দিয়েই একটি লোডকে চালু রাখার জন্য ব্যবহৃত হয়।

স্টার্ট পুশবাটন: এটি একটি নরমালি ওপেন (NO) কন্ট্যাক্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়। যখন এটি চাপ দেওয়া হয়, তখন রিলে কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং কয়েলটি সক্রিয় হয়।

রিলে কয়েল: এটি সক্রিয় হওয়ার সাথে সাথে এর নিজের একটি নরমালি ওপেন (NO) কন্ট্যাক্ট বন্ধ করে দেয়। এই কন্ট্যাক্টটি স্টার্ট পুশবাটনের সমান্তরালে যুক্ত থাকে।

হোল্ডিং সার্কিট: যখন আপনি পুশবাটন থেকে হাত সরিয়ে নেন, তখন পুশবাটনটি আবার খুলে যায়। কিন্তু যেহেতু রিলের নিজের কন্ট্যাক্টটি এখন বন্ধ আছে, তাই এটি বিদ্যুৎ প্রবাহের একটি বিকল্প পথ তৈরি করে এবং কয়েলটিকে সক্রিয় রাখে। ফলে লোডটি চালু থাকে।

স্টপ পুশবাটন: একটি নরমালি ক্লোজড (NC) স্টপ পুশবাটন এই ল্যাচিং সার্কিটকে ভেঙে দেয়। যখন এটি চাপ দেওয়া হয়, তখন এটি সার্কিটটি খুলে দেয়, যার ফলে কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায় এবং লোডটি বন্ধ হয়।

এই পদ্ধতিটি ব্যবহার করে একটি পুশবাটনকে একটি স্থায়ী অন/অফ সুইচে পরিণত করা যায়, যা ইন্ডাস্ট্রিয়াল কন্ট্রোলিংয়ে একটি মৌলিক দক্ষতা।

১. রিলে ল্যাচিং ডায়াগ্রাম (Relay Latching Diagram)

ল্যাচিং ডায়াগ্রাম হলো এমন একটি সার্কিট যা একটি ক্ষণস্থায়ী (momentary) পুশবাটন সুইচ দিয়ে একটি রিলে বা লোডকে স্থায়ীভাবে চালু রাখার জন্য ব্যবহার করা হয়। এর মূল উদ্দেশ্য হলো, একবার সুইচ চাপ দিয়ে ছেড়ে দেওয়ার পরও আউটপুটটি চালু থাকে। এই প্রক্রিয়াকে হোল্ডিং লজিক বা সেলফ-হোল্ডিং সার্কিটও বলা হয়।

উপাদান:

১/ স্টার্ট পুশবাটন (**Start Pushbutton**): এটি একটি নরমালি ওপেন (**NO**) সুইচ। এটিতে চাপ দিলে সার্কিট বন্ধ হয়, হাত সরিয়ে নিলে আবার খুলে যায়।

২/ স্টপ পুশবাটন (**Stop Pushbutton**): এটি একটি নরমালি ক্লোজড (**NC**) সুইচ। এটি স্বাভাবিক অবস্থায় বন্ধ থাকে, চাপ দিলে সার্কিট খুলে যায়।

৩/ রিলে কয়েল (**Relay Coil**): এটি আমাদের মূল নিয়ন্ত্রণকারী উপাদান।

৪/ রিলে হোল্ডিং কন্ট্যাক্ট: এটি রিলের নিজের একটি NO কন্ট্যাক্ট, যা স্টার্ট পুশবাটনের সাথে সমান্তরালভাবে (**parallel**) যুক্ত থাকে।

কার্যপদ্ধতি:

১/ স্টার্ট সিগন্যাল: যখন আপনি স্টার্ট পুশবাটনে চাপ দেন, তখন বিদ্যুৎ একটি পথ খুঁজে নিয়ে রিলে কয়েলকে সক্রিয় করে।

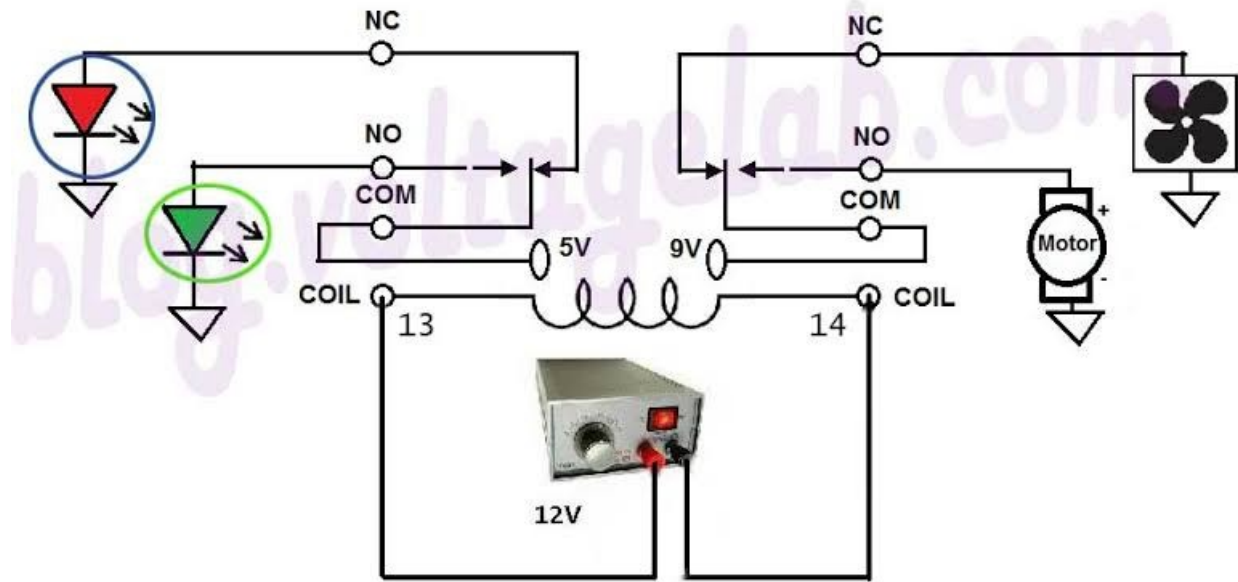
২/ হোল্ডিং সার্কিট: রিলে কয়েলটি সক্রিয় হওয়ার সাথে সাথে এর নিজের হোল্ডিং কন্ট্যাক্টটি (NO) বন্ধ হয়ে যায়। এই বন্ধ হওয়া কন্ট্যাক্টটি বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য একটি বিকল্প পথ তৈরি করে।

১/ ল্যাচিং: এখন আপনি যদি স্টার্ট পুশবাটন থেকে হাত সরিয়েও নেন, বিদ্যুৎ রিলে কয়েলের নিজের কন্ট্যাক্টের মাধ্যমে সেই বিকল্প পথে প্রবাহিত হতে থাকে। এর ফলে কয়েলটি সক্রিয় থাকে এবং আউটপুট চালু থাকে।

২/ রিসেট: সার্কিটটি বন্ধ করার জন্য স্টপ পুশবাটনে চাপ দিতে হয়। এটি একটি NC সুইচ হওয়ায়, চাপ দিলে এটি সার্কিটটি খুলে দেয়, যার ফলে কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়ে যায় এবং পুরো সার্কিটটি নিষ্ক্রিয় হয়ে পড়ে।

এই ল্যাচিং ডায়াগ্রামটি রিলে লজিকের একটি মৌলিক উদাহরণ।

২. রিলে কন্ট্রোলিং ডায়াগ্রাম (Relay Controlling Diagram)



কন্ট্রোলিং ডায়াগ্রাম হলো এমন একটি সার্কিট যা একটি লোডকে নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহার করা হয়। এটিতে ল্যাচিংয়ের মতো স্বয়ংক্রিয় হোল্ডিং নাও থাকতে পারে, তবে এটি একটি নির্দিষ্ট লজিক অনুযায়ী কাজ করে। আপনার অনুরোধ অনুযায়ী, পুশবাটন চাপার ১০ সেকেন্ড পর একটি বাতি জ্বালানোর কন্ট্রোল ডায়াগ্রামটি নিচে আলোচনা করা হলো। এই কাজের জন্য আমাদের একটি টাইম ডিলে রিলে প্রয়োজন।

উপাদান:

১/ পুশবাটন সুইচ: একটি নরমালি ওপেন (NO) সুইচ, যা ইনপুট হিসেবে কাজ করবে।

২/ টাইম ডিলে রিলে (**Timer On-Delay Relay**): এটি একটি বিশেষ ধরনের রিলে যেখানে একটি অভ্যন্তরীণ টাইমার থাকে।

বাতি: আমাদের আউটপুট লোড।

কার্যপদ্ধতি:

১/ টাইমার চালু: যখন আপনি পুশবাটনে চাপ দেন, তখন এটি বন্ধ হয় এবং টাইম ডিলে রিলেতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। রিলেটি তখন তার অভ্যন্তরীণ টাইমারকে চালু করে এবং সময় গণনা শুরু করে।

২/ গণনা: টাইমারটি ১০ সেকেন্ড ধরে সময় গণনা করে। এই সময়ে, এর সাথে যুক্ত আউটপুট কন্ট্যাক্টগুলো (NO) খোলা থাকে, তাই বাতিটি জ্বলে না।

৩/ আউটপুট সক্রিয়: ১০ সেকেন্ড গণনা শেষ হওয়ার পর, টাইম ডিলে রিলে তার কন্ট্যাক্টগুলোর অবস্থা পরিবর্তন করে। এর NO কন্ট্যাক্টটি বন্ধ হয়ে যায়।

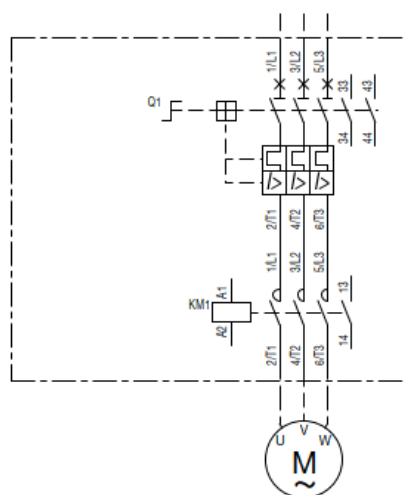
৪/ বাতি চালু: NO কন্ট্যাক্টটি বন্ধ হওয়ার সাথে সাথে বাতির সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং বাতিটি জ্বলে ওঠে।

৫/ রিসেট: যখন আপনি পুশবাটন থেকে হাত সরিয়ে নেন, তখন রিলেতে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়ে যায়, টাইমারটি রিসেট হয় এবং বাতিটি বন্ধ হয়ে যায়।

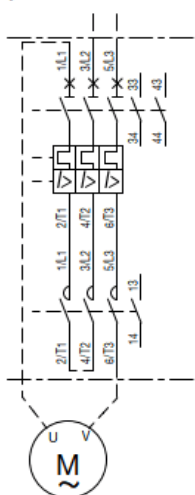
এই ডায়াগ্রামটি দেখায় কীভাবে একটি রিলে এবং একটি টাইমার ব্যবহার করে একটি সহজ কিন্তু কার্যকরী অটোমেশন লজিক তৈরি করা যায়।

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর (Magnetic Contactor)

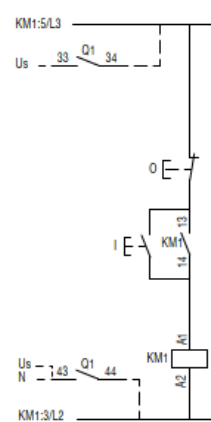
Power circuit



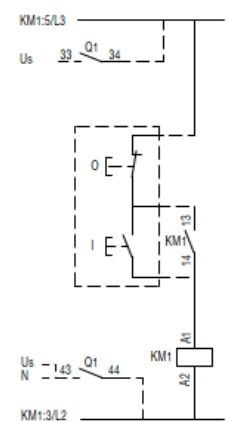
1-phase



AC or DC local control



AC or DC remote control



Note: coil Uc 12-20 V DC : A1+, A2-

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর হলো এক ধরনের হেভি-ডিউটি (heavy-duty) ইলেকট্রোমেকানিক্যাল সুইচ যা উচ্চ ভোল্টেজ এবং উচ্চ কারেন্টের লোড, যেমন: ইন্ডাস্ট্রিয়াল মোটর, হিটার বা ট্রান্সফর্মারকে বারবার চালু ও বন্ধ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি রিলে-এর মতো একই নীতিতে কাজ করে, কিন্তু এটি রিলে-এর চেয়ে অনেক বেশি কারেন্ট বহন করতে পারে।

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরের মূল অংশ

একটি ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরের প্রধান তিনটি অংশ থাকে:

১. ইলেকট্রোম্যাগনেট কয়েল: এটি একটি তারের কুণ্ডলী। যখন এতে কন্ট্রোল ভোল্টেজ (সাধারণত ২৪ V ডিসি বা ২২০ V এসি) প্রয়োগ করা হয়, তখন এটি একটি শক্তিশালী চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে এবং কন্ট্যাক্টরটিকে সক্রিয় করে।

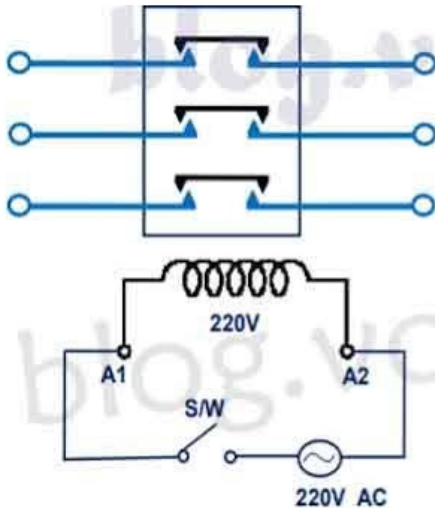
২. কন্ট্যাক্টস (Contacts): এগুলো হলো মূল উপাদান যা লোড সার্কিটকে চালু বা বন্ধ করে। কন্ট্যাক্টরের দুটি প্রধান ধরনের কন্ট্যাক্ট থাকে:

* পাওয়ার কন্ট্যাক্টস: এগুলো প্রধান কন্ট্যাক্ট যা লোড সার্কিটে সরাসরি কারেন্ট বহন করে।

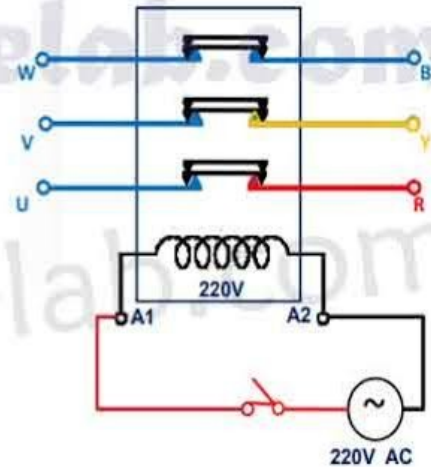
* অক্সিলিয়ারি কন্ট্যাক্টস (Auxiliary Contacts): এগুলো ছোট কন্ট্যাক্ট যা কন্ট্রোল সার্কিটে ব্যবহৃত হয়। এগুলো নরমালি ওপেন (NO) এবং নরমালি ক্লোজড (NC) উভয় ধরনের হতে পারে।

৩. আর্কিং চেম্বার (Arcing Chamber): উচ্চ কারেন্ট সুইচিং-এর সময় সৃষ্ট স্পার্ক বা আর্ককে (arc) দমন করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়, যা কন্ট্যাক্টগুলোকে ক্ষয় থেকে রক্ষা করে।

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর কন্ট্রোলিং ডায়াগ্রাম



চিত্রঃ ১ - সুইচ খোলা থাকা অবস্থায়



চিত্রঃ ২ - সুইচ বন্ধ থাকা অবস্থায়

একটি ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর ব্যবহার করে একটি ৩-ফেজ মোটরকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য একটি সাধারণ কন্ট্রোলিং ডায়াগ্রাম নিচে দেওয়া হলো। এই ডায়াগ্রামটি দুটি সার্কিট নিয়ে গঠিত: কন্ট্রোল সার্কিট এবং পাওয়ার সার্কিট।

পাওয়ার সার্কিট:

- ১/ এই সার্কিটে উচ্চ ভোল্টেজ এবং কারেন্ট প্রবাহিত হয়।
- ২/ ৩-ফেজ পাওয়ার সোর্স থেকে আসা তিনটি তার (L1, L2, L3) কন্ট্যাক্টরের প্রধান পাওয়ার কন্ট্যাক্টগুলোতে যুক্ত হয়।
- ৩/ কন্ট্যাক্টরের আউটপুট থেকে তিনটি তার ওভারলোড রিলে এবং তারপর মোটরে যায়।

কন্ট্রোল সার্কিট:

- ১/ এই সার্কিটটি কম ভোল্টেজ ব্যবহার করে শুধুমাত্র কন্ট্যাক্টর কয়েলকে নিয়ন্ত্রণ করে।
- ২/ একটি পুশবাটন সুইচ (ON বা START) এবং একটি ওভারলোড রিলে কন্ট্যাক্ট (NC) সিরিজে যুক্ত করে কন্ট্যাক্টরের কয়েলের সাথে সংযোগ করা হয়।
- ৩/ ল্যাচিং: কন্ট্যাক্টরটির একটি অক্সিলিয়ারি কন্ট্যাক্ট (NO) স্টার্ট পুশবাটনের সাথে সমান্তরালভাবে যুক্ত থাকে, যা ল্যাচিং লজিক তৈরি করে।

কার্যপদ্ধতি

- ১/ চালু করা: যখন আপনি স্টার্ট পুশবাটনে চাপ দেন, তখন কন্ট্রোল সার্কিট সম্পন্ন হয় এবং কন্ট্যাক্টর কয়েল সক্রিয় হয়।
 - ২/ প্রধান কন্ট্যাক্ট বন্ধ: কয়েল সক্রিয় হওয়ার সাথে সাথে কন্ট্যাক্টরের প্রধান পাওয়ার কন্ট্যাক্টগুলো বন্ধ হয়ে যায়, এবং মোটরে ৩-ফেজ পাওয়ার সরবরাহ হয়।
 - ৩/ ল্যাচিং: একই সময়ে, কন্ট্যাক্টরের অক্সিলিয়ারি কন্ট্যাক্টও বন্ধ হয়ে যায় এবং পুশবাটন থেকে হাত সরিয়ে নিলেও কন্ট্যাক্টরটি চালু থাকে।
 - ৪/ বন্ধ করা: একটি স্টপ পুশবাটন (NC) বা ওভারলোড রিলে যখন সার্কিটটি খুলে দেয়, তখন কন্ট্যাক্টর কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়ে যায় এবং মোটরটি বন্ধ হয়।
- এই ডায়াগ্রামটি দেখায় কীভাবে একটি ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর দিয়ে একটি বড় লোডকে সুরক্ষিত এবং স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর কানেকশন

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর হলো একটি গুরুত্বপূর্ণ শিল্প উপাদান, যা উচ্চ ভোল্টেজ বা কারেন্টের লোডকে কম ভোল্টেজের কন্ট্রোল সিগন্যাল দিয়ে নিয়ন্ত্রণ করে। এর সঠিক কানেকশন বোঝা একজন টেকনিশিয়ানের জন্য খুবই জরুরি।

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর কানেকশনের প্রধান দুটি অংশ

একটি ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরের কানেকশনকে প্রধান দুটি সার্কিটে ভাগ করা যায়: পাওয়ার সার্কিট এবং কন্ট্রোল সার্কিট।

১. পাওয়ার সার্কিট কানেকশন

এই সার্কিটটি সরাসরি লোডের সাথে সংযুক্ত থাকে এবং উচ্চ ভোল্টেজ বা কারেন্ট বহন করে।

ইনপুট: পাওয়ার সোর্স (যেমন, ৩-ফেজ পাওয়ার) থেকে আসা তারগুলো কন্ট্যাক্টরের উপরের দিকে থাকা পাওয়ার টার্মিনালে (টার্মিনাল নম্বর: L1, L2, L3) যুক্ত হয়।

আউটপুট: কন্ট্যাক্টরের নিচের দিকে থাকা টার্মিনালগুলো (টার্মিনাল নম্বর: T1, T2, T3) থেকে তারগুলো সরাসরি লোড (যেমন, মোটর) এর সাথে সংযুক্ত হয়। মাঝেমধ্যে ওভারলোড রিলে এই দুটি বিন্দুর মধ্যে যুক্ত থাকে।

যখন কন্ট্যাক্টরের কয়েল সক্রিয় হয়, তখন এর ভিতরের পাওয়ার কন্ট্যাক্টগুলো বন্ধ হয়ে যায় এবং পাওয়ার সোর্স থেকে লোডে সরাসরি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়।

২. কন্ট্রোল সার্কিট কানেকশন

এই সার্কিটটি কন্ট্যাক্টরের কয়েলকে নিয়ন্ত্রণ করে এবং এটি কম ভোল্টেজ (সাধারণত ২৪ V ডিসি বা ২২০ V এসি) ব্যবহার করে। এটি ল্যাচিং এবং অন্যান্য লজিক নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

কয়েল কানেকশন: কন্ট্যাক্টরের কয়েলের দুটি টার্মিনাল থাকে (সাধারণত A1 এবং A2)। এই টার্মিনালগুলো একটি কন্ট্রোল ভোল্টেজ সোর্স এবং একটি সুইচিং ডিভাইসের (যেমন, পুশবাটন বা পিএলসি-এর আউটপুট) সাথে সংযুক্ত হয়।

অক্সিলিয়ারি কন্ট্যাক্ট (Auxiliary Contact): এটি পাওয়ার কন্ট্যাক্টের চেয়ে ছোট এবং কন্ট্রোল সার্কিটে লজিক তৈরি করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

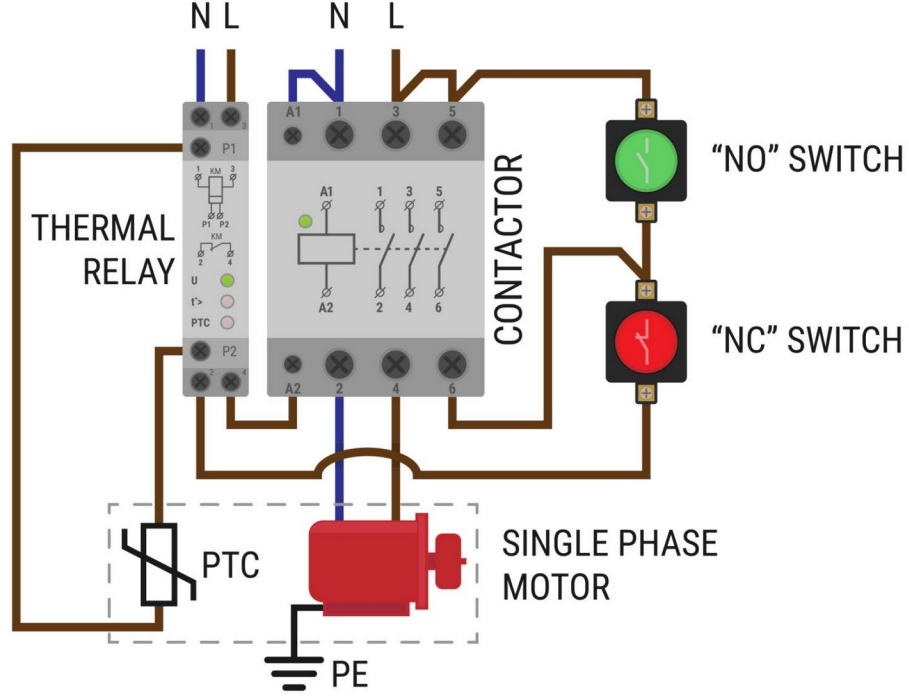
NO (Normally Open) অক্সিলিয়ারি কন্ট্যাক্ট: এটি ল্যাচিং বা হোল্ডিং সার্কিট তৈরি করার জন্য ব্যবহার করা হয়, যেখানে এটি একটি পুশবাটনের সাথে সমান্তরালভাবে যুক্ত থাকে।

NC (Normally Closed) অক্সিলিয়ারি কন্ট্যাক্ট: এটি ইন্টারলক লজিক (interlock logic) তৈরি করার জন্য ব্যবহার করা হয়, যা নিশ্চিত করে যে দুটি কন্ট্যাক্টর একই সময়ে চালু হতে পারবে না।

কানেকশন ডায়াগ্রামের উদাহরণ

একটি কন্ট্যাক্টর ব্যবহার করে একটি মোটর চালু ও বন্ধ করার জন্য একটি সাধারণ কানেকশন ডায়াগ্রাম নিচে দেওয়া হলো।

এই ডায়াগ্রামটি দেখায়:



স্টপ পুশবাটনটি সিরিজে যুক্ত আছে, যা কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করে দেবে।

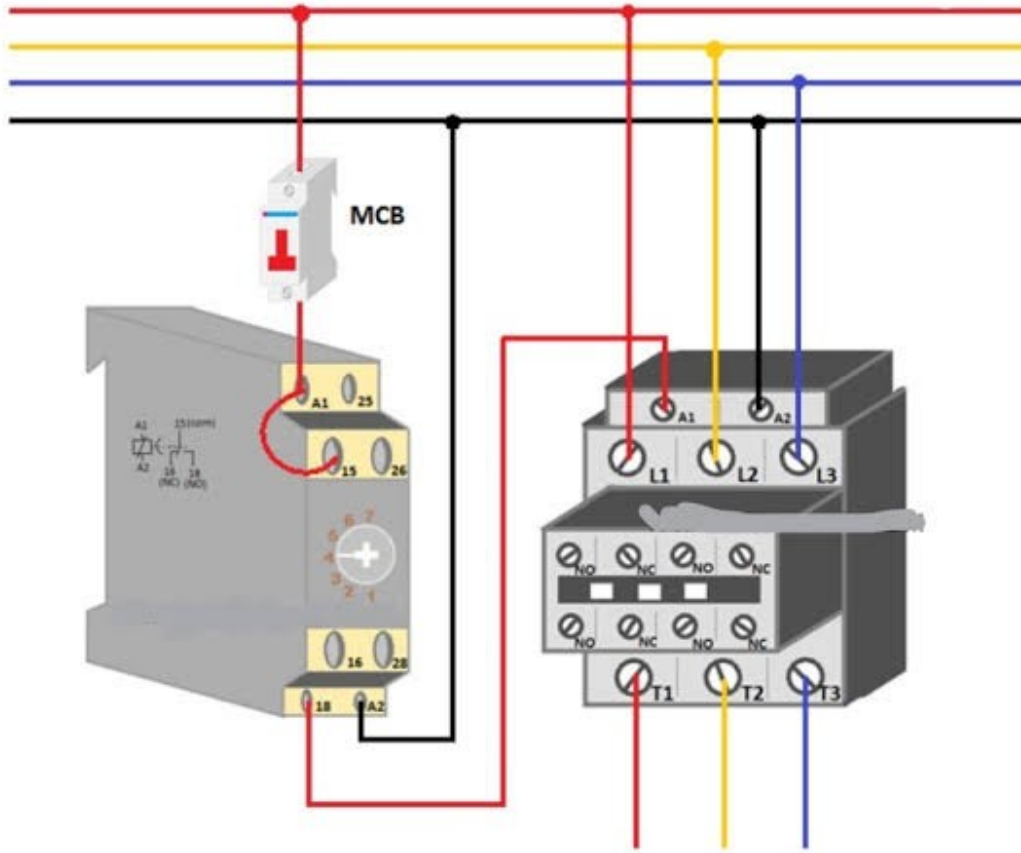
স্টার্ট পুশবাটনটি সিরিজে যুক্ত আছে, যা কয়েলে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালু করবে।

কন্ট্যাক্টরের একটি অক্সিলিয়ারি কন্ট্যাক্ট স্টার্ট পুশবাটনের সাথে প্যারাললে যুক্ত আছে, যা ল্যাচিং লজিক তৈরি করে।

সঠিক তারের আকার এবং ফিউজ ব্যবহার করা একটি নিরাপদ এবং নির্ভরযোগ্য সংযোগের জন্য অপরিহার্য।

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর এবং টাইমারের কানেকশন

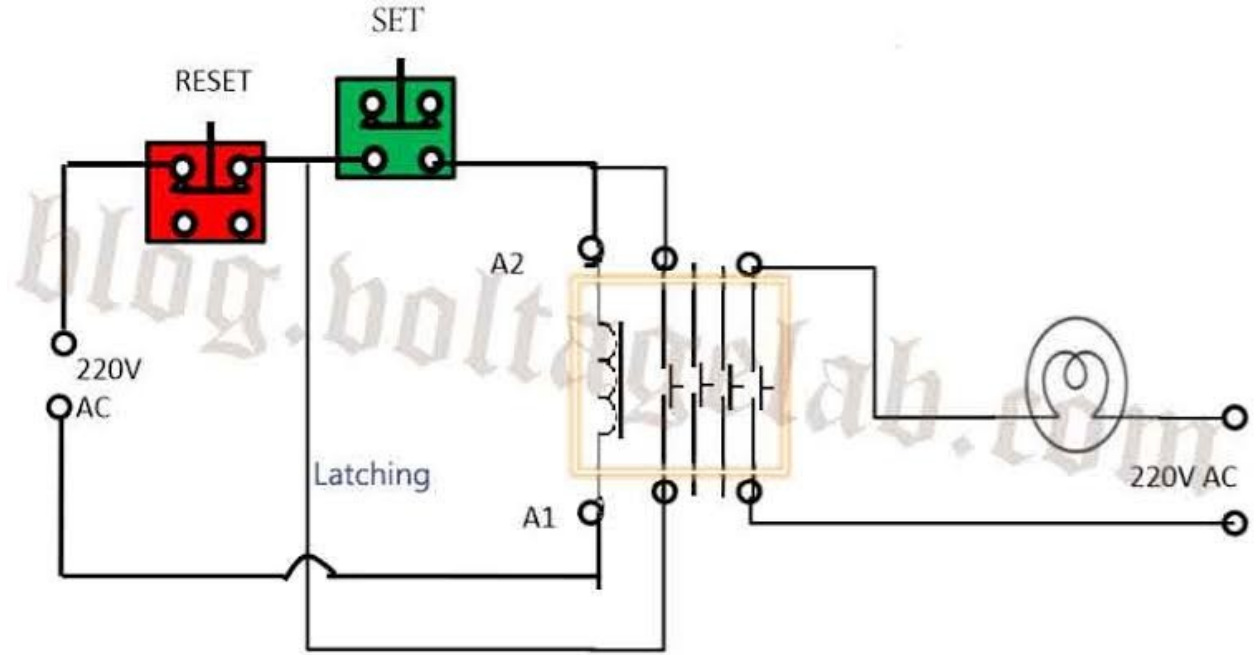
Step : 2



ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর এবং টাইমারের কানেকশন। এই দুটি উপাদান একসাথে ব্যবহার করে শিল্প কারখানায় সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত একটি লজিক তৈরি করা হয়: সময়-ভিত্তিক লোড নিয়ন্ত্রণ (**Time-based Load Control**)।

এই ডায়াগ্রামটি দুটি প্রধান অংশ নিয়ে গঠিত: কন্ট্রোল সার্কিট এবং পাওয়ার সার্কিট।

১. কন্ট্রোল সার্কিট কানেকশন



এই সার্কিটটি কন্ট্যাক্টর এবং টাইমারকে নিয়ন্ত্রণ করে। এটি সাধারণত কম ভোল্টেজে কাজ করে (যেমন ২৪ V ডিসি)।

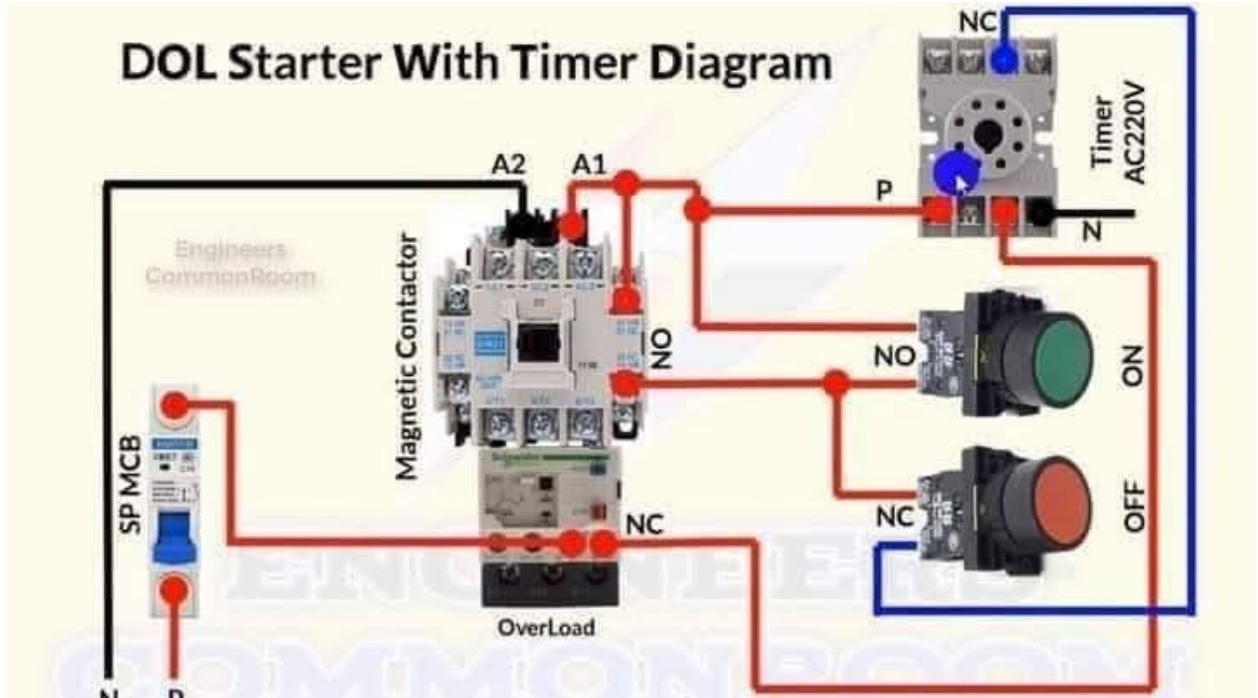
উপাদানসমূহ:

পুশবাটন সুইচ (ON/Start): এটি একটি নরমালি ওপেন (NO) সুইচ যা পুরো প্রক্রিয়াটি শুরু করে।

টাইমার অন-ডিলে রিলে (TON): এটি একটি বিশেষ ধরনের টাইমার যার একটি নিজস্ব কয়েল এবং কন্ট্যাক্ট থাকে। এটি একটি নির্দিষ্ট সময় পর এর কন্ট্যাক্টগুলোকে বন্ধ করে দেয়।

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর কয়েল: এটি সেই কন্ট্যাক্টরের মূল অংশ যা লোডকে নিয়ন্ত্রণ করবে।

কানেকশন ডায়াগ্রাম:



পাওয়ার সাপ্লাই থেকে একটি তার পুশবাটনের সাথে সিরিজে যুক্ত করুন।

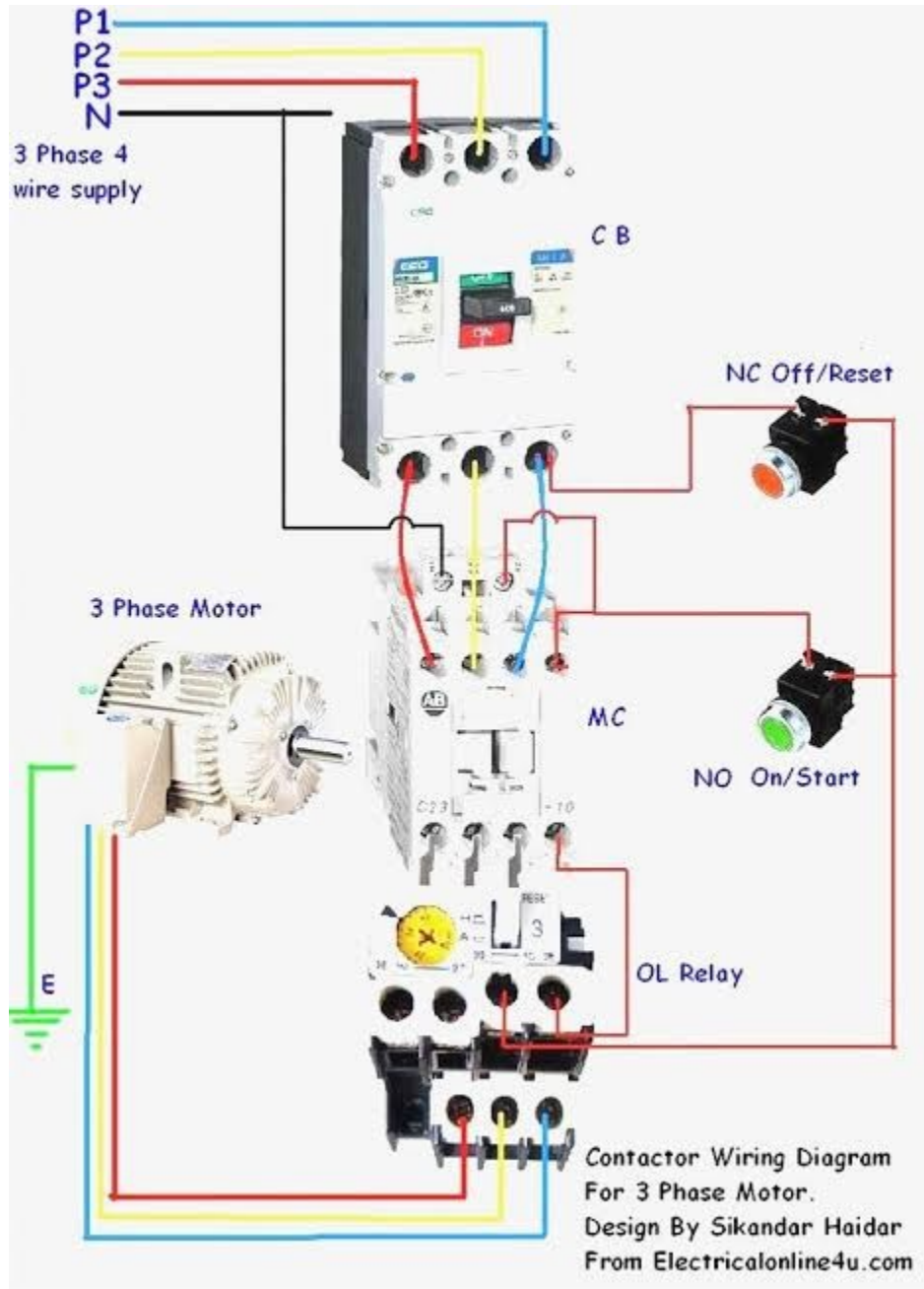
পুশবাটন থেকে একটি তার টাইমার অন-ডিলে (TON) রিলের কয়েলে সংযুক্ত করুন।

টাইমারের কয়েলের অপর প্রান্ত পাওয়ার সাপ্লাইয়ের নেগেটিভ টার্মিনালের সাথে যুক্ত করুন।

এখন, টাইমারের একটি নরমালি ওপেন (NO) কন্ট্যাক্ট নিন। এর এক প্রান্ত পাওয়ার সাপ্লাইয়ের পজিটিভ টার্মিনালের সাথে যুক্ত করুন।

টাইমারের NO কন্ট্যাক্টের অপর প্রান্ত থেকে একটি তার নিয়ে ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর কয়েলের সাথে যুক্ত করুন।

২. পাওয়ার সার্কিট কানেকশন



এই সার্কিটটি সরাসরি উচ্চ ভোল্টেজের লোডের (যেমন একটি মোটর) সাথে যুক্ত থাকে।

উপাদানসমূহ:

৩-ফেজ পাওয়ার সোর্স: **L1, L2, L3**

ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর: এর প্রধান পাওয়ার কন্ট্যাক্টগুলো লোডকে নিয়ন্ত্রণ করবে।

লোড (**Load**): যেমন, একটি ৩-ফেজ মোটর।

কানেকশন ডায়াগ্রাম:

৩-ফেজ পাওয়ার সোর্স থেকে আসা তিনটি তার (L1, L2, L3) সরাসরি ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরের প্রধান ইনপুট টার্মিনালগুলোর সাথে সংযুক্ত করুন।

কন্ট্যাক্টরের প্রধান আউটপুট টার্মিনালগুলো (T1, T2, T3) থেকে তারগুলো সরাসরি মোটরের সাথে সংযুক্ত করুন।

কার্যপদ্ধতি

১/ টাইমার চালু: যখন আপনি পুশবাটন সুইচে চাপ দেন, তখন কন্ট্রোল সার্কিটটি সম্পূর্ণ হয় এবং টাইমার অন-ডিলে (**TON**) রিলের কয়েলটি সক্রিয় হয়। টাইমার সময় গণনা শুরু করে।

২/ সময় অপেক্ষা: টাইমারটি তার নির্দিষ্ট সময় (যেমন ১০ সেকেন্ড) গণনা করে। এই সময়ে টাইমারের NO কন্ট্যাক্টটি খোলা থাকে, তাই ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর কয়েলে কোনো বিদ্যুৎ যায় না।

৩/ কন্ট্যাক্টর চালু: ১০ সেকেন্ড পর টাইমারটি তার গণনা শেষ করে এবং তার নরমালি ওপেন (**NO**) কন্ট্যাক্টটি বন্ধ করে দেয়। এখন কন্ট্রোল সার্কিটটি সম্পূর্ণ হয় এবং ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর কয়েলে বিদ্যুৎ যায়।

৪/ লোড চালু: ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টর কয়েল সক্রিয় হওয়ার সাথে সাথে এর প্রধান পাওয়ার কন্ট্যাক্টগুলো বন্ধ হয়ে যায়। এর ফলে ৩-ফেজ পাওয়ার মোটরে পৌঁছায় এবং মোটরটি চালু হয়।

৫/ পুনরায় বন্ধ: যখন আপনি পুশবাটন থেকে হাত সরিয়ে নেন, তখন টাইমার কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়, টাইমারটি রিসেট হয় এবং ম্যাগনেটিক কন্ট্যাক্টরও বন্ধ হয়ে যায়।

