অধ্যায় ৯

পিএলসি ল্যাডার ডায়াগ্রাম প্রোগ্রামিং

Understand the PLC Ladder Diagram Programming

৯.১ ভূমিকা (Introduction)

বর্তমান যুগ কম্পিউটারের যুগ। কম্পিউটারের এই যুগে প্রযুক্তির প্রসার দিন দিন বেড়ে চলেছে। প্রযুক্তির বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যকে কাজে লাগিয়ে তৈরি হচ্ছে নতুন নতুন ডিভাইস। এই প্রযুক্তির পিএলসি অন্যতম। PLC এর সম্পূর্ণ রূপ হলো Programmable Logic Controller. এটি একটি মাইক্রোপ্রসেসর বেসড Controller যার মধ্যে Programmable মেমোরি থাকে। প্রোগ্রামারগণ ইচ্ছা করলে ঐ প্রোগ্রামকে এডিট করে তার প্রয়োজনীয় কন্ট্রোলিং সিস্টেম তৈরি করতে পারে। বিভিন্ন ধরনের ডিভাইস দিয়ে বিভিন্ন ধরনের কাজ করা যায়। বর্তমানে ইন্টিগ্রেটেড সার্কিটের মাধ্যমে একটি ডিভাইসে অনেকগুলো প্রসেসর, মেমোরি, ইনপুট আউটপুট ইউনিটকে সমন্বয় করে নতুন ধরনের কন্ট্রোলিং সিস্টেম তৈরি করা হচ্ছে। PLC এর মেমোরিতে ইনস্ট্রাকশন, লজিক, সিকুয়েন্সিং, টাইমিং, কাউন্টিং এর Arithmetic ইত্যাদি ফাংশন থাকে। যা দ্বারা বিভিন্ন ধরনের মেশিন ও ডিভাইসকে নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব। বিভিন্ন ম্যানুফ্যাকচারিং ফ্যাক্টরি, গার্মেন্টস ফ্যাক্টরি, টায়ার ম্যানুফ্যাকচারিং ফ্যাক্টরি, নেভেগেশন সিস্টেম, হিট ওয়াটার ও গ্যাস কন্ট্রোল সিস্টেম বড় বড় ফ্যাক্টরিতে PLC ব্যবহৃত হয়। পিএলসি মূলত ইন্ডাস্ট্রিয়াল এনভায়রনমেন্টের জন্য ব্যবহৃত হয়। PLC-এর প্রোগ্রামগুলোকে পরিবর্তন করে নতুন ধরনের কন্ট্রোলিং সিস্টেম তৈরি করা সম্ভব। এর জন্য অবশ্যই Programming জ্ঞান থাকা আবশ্যক।

৯.২ ইন্টারন্যাশনাল ইলেকট্রো-টেকনিক্যাল কমিশন (IEC) কর্তৃক সংজ্ঞায়িত পিএলসি ভাষার তালিকা (List the PLC Languages Defined by International Electrotechnical Commission (IEC))

ইন্টারন্যাশনাল ইলেকট্রোটেকনিক্যাল কমিশন (IEC) কর্তৃক সংজ্ঞায়িত পিএলসি প্রোগ্রামিং ল্যাংগুয়েজ প্রধানত দুই প্রকার, যথা–

(১) টেক্সচারাল ল্যাংগুয়েজ (Textural Language)

(২) গ্রাফিক্যাল ল্যাংগুয়েজ (Graphical Language)।

(১) **টেক্সচারাল ল্যাংগুয়েজ (Textural Language) :** টেক্সচারাল ল্যাংগুয়েজ দুই প্রকার। যথা–

(ক) ইনস্ট্রাকশন লিস্ট ল্যাংগুয়েজ (Instructioin List Language)

(খ) স্ট্রাকচারড টেক্সট ল্যাংগুয়েজ (Structured Text Language)।

(২) **গ্রাফিক্যাল ল্যাংগুয়েজ (Graphical Language) :** গ্রাফিক্যাল ল্যাংগুয়েজ দুই প্রকার। যথা–

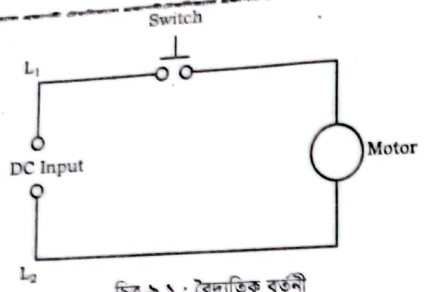
(ক) ল্যাডার ডায়াগ্রাম ল্যাংগুয়েজ (Ladder diagram Language)

(খ) ফাংশন ব্লক ডায়াগ্রাম ল্যাংগুয়েজ (Function Block Diagram Language)।

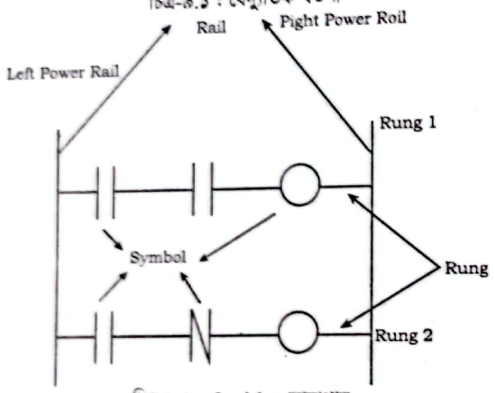
৯.৩ ল্যাডার ডায়াগ্রাম (Define Ladder Diagram)

ল্যাডার শব্দের বাংলা অর্থ হলো মই। এ ডায়াগ্রামে বিভিন্ন হরিজন্টাল লাইনগুলো মইয়ের ধাপের মত দেখায় বলে একে ল্যাডার ডায়াগ্রাম বলা হয়। ল্যাডার ডায়াগ্রাম হলো এমন এক প্রকার বহুল প্রচলিত প্রোগ্রামিং পদ্ধতি যার মাধ্যমে PLC এর রিলে বা সুইচিং সার্কিট তৈরি করা যায়। ল্যাডার ডায়াগ্রাম PLC প্রোগ্রামিং এর ভিত্তি হিসেবে ব্যবহার হয়। এই ডায়াগ্রামের মাধ্যমে ছোট মানের লজিক কন্ট্রোল সিস্টেমের ডিজাইন ও ব্যবহারকারীর জন্য উপযুক্ত পরিবেশ সৃষ্টি করা হয়। চিত্রাকারে উপস্থিত প্রোগ্রামের উপাদানগুলো নরমালি খোলা কন্ট্যাক্ট (Normally Open Contact), নরমালি বন্ধ কন্ট্যাক্ট (Normally Closed Contact), টাইমার, কাউন্টার, সিকোয়েন্সার (রোটারি সুইচ) রিলে ইত্যাদি। এ ডায়াগ্রামে দুই পার্শ্বে দুটি উল্লম্ব লাইন (Vertical Line) থাকে, যাদেরকে পাওয়ার রেল (Power Rails) বা বাস লাইন বলা হয়। বাস লাইন দুটির একটি লাইন (+ve) এবং অপরটি নিউটাল বা (-ve) হিসেবে কাজ করে। বর্তনীর অবশিষ্ট উপাদানগুলো অনুভূমিক লাইনে এই দুই রেলের মাঝখানে সংযুক্ত করা হয়। এ অনুভূমিক লাইনকে ল্যাডার লাইন বা রাং (Rung) বলা হয়। আবার প্রতিটি হরিজন্টার লাইনকে প্রোগ্রাম লাইনও বলা হয়।

CamScanner



চিত্র-৯.১ : বৈদ্যুতিক বর্তনী



চিত্র-৯.২ : Ladder ডায়াগ্রাম

ল্যাডার ডায়াগ্রাম অঙ্কনের সময় নিচের বিষয়গুলো জানার প্রয়োজন পড়ে :

(ক) ইনপুট (কন্টাক্টস) এবং আউটপুট (কয়েল, মোটর, রিলে ইত্যাদি) সিরিজে হরিজন্টাল লাইন দ্বারা প্রকাশ করে সার্কিট তৈরি করা হয়।

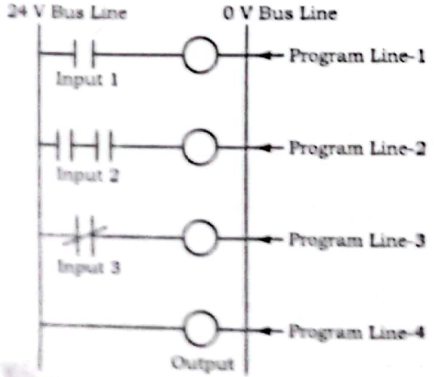
(খ) ইনপুটের উপর আউটপুট নির্ভরশীল। ইনপুট সাধারণত ওপেন কন্টাক্ট বা ক্লোজড কন্টাক্ট অবস্থায় থাকে।

(গ) ল্যাডার ডায়াগ্রামে প্রতি হরিজন্টাল লাইনে কমপক্ষে একটি আউটপুট থাকে। আউটপুটকে PLC আউটপুট রিলে বলা হয়।

(ঘ) সার্কিটে ইনপুট এবং আউটপুটকে ভার্টিকাল লাইন দ্বারা প্রকাশ করা যায় না।

(ঙ) ল্যাডার ডায়াগ্রামের বিভিন্ন অংশের ইনপুট ও আউটপুটকে সংখ্যা দ্বারা সাজানো হয়।

(চ) বিভিন্ন ধরনের ডিভাইস যেমন– টাইমার, কাউন্টার এবং শিফট রেজিস্টার ইত্যাদি ল্যাডার ডায়াগ্রামে প্রয়োগ করা যায়।



চিত্র-৯.৩ : একটি ল্যাডার ডায়াগ্রাম

৯.২.১ ল্যাডার ডায়াগ্রাম অঙ্কনের গৃহীত সাধারণ প্রথা বা প্রচলিত নিয়ম (Mention the Conventions Adopted in Drawing Ladder Diagram)

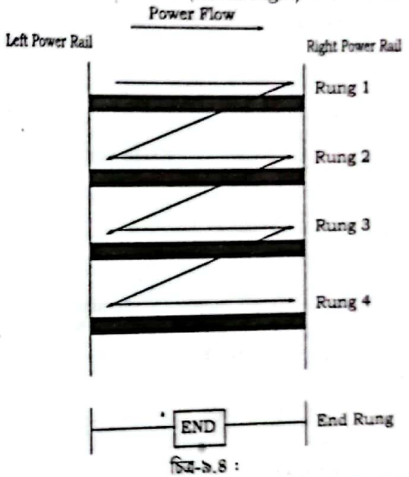
ল্যাডার ডায়াগ্রাম ব্যবহারের উপর ভিত্তি করে পিএলসি (PLC)-এর প্রোগ্রামিং পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে সুইচিং বর্তনীর সমতুল্য বর্তনী অঙ্কনের মাধ্যমে প্রোগ্রাম লেখা হয়। ল্যাডার ডায়াগ্রাম দুটি উল্লম্ব (Vertical) লাইনের সমন্বয়ে গঠিত। এ লাইনকে পাওয়ার রেল (Power Rail) বলে। পাওয়ার রেল এর মাঝখানে অনুভূমিক লাইনে বর্তনী সংযুক্ত করা হয়। এ অনুভূমিক লাইনকে রাং (Rung) বলে।

ল্যাডার ডায়াগ্রাম অঙ্কনে গৃহীত সাধারণ প্রথা বা প্রচলিত নিয়ম নিচে দেওয়া হলো–

(ক) ডায়াগ্রামের উল্লম্ব লাইন সংযুক্ত বর্তনীর মধ্যবর্তী পাওয়ার রেল (Power Rails) প্রকাশ করে।

(খ) ল্যাডার ডায়াগ্রামে প্রত্যেক রাং (rung) কন্ট্রোল প্রসেসরের মধ্যে একটি অপারেশন নির্দিষ্ট করে।

(গ) পিএলসি একটি ল্যাডার ডায়াগ্রামকে বাম থেকে ডানে (Left to Right) এবং উপর থেকে নিচে (Top to Bottom) পড়ে।



চিত্র-৯.৪ :

(ঘ) প্রত্যেক রাং অবশ্যই একটি ইনপুট বা একাধিক ইনপুটসহ শুরু করে এবং কমপক্ষে একটি আউটপুটসহ শেষ হয়।

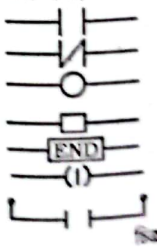
(ঙ) প্রত্যেক বৈদ্যুতিক ডিভাইসকে তাদের নরমাল কন্ডিশন অবস্থায় দেখানো হয়। অর্থাৎ, নরমালি ওপেন সুইচকে ওপেন এবং নরমালি বন্ধ সুইচকে বন্ধ (Closed) দেখানো হয়।

(চ) একটি নির্দিষ্ট ডিভাইস ল্যাডার ডায়াগ্রামের একাধিক রাং (Rung)-এ থাকতে পারে।

(ছ) প্রত্যেক ইনপুট ও আউটপুট তাদের অ্যাড্রেস দ্বারা শনাক্ত হয়। পিএলসি উৎপাদনকারী সংস্থার উপর নির্ভর করে অ্যাড্রেস চিহ্ন (Notation) ব্যবহার করা হয়।

৯.৩ ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইসের জন্য ব্যবহৃত স্ট্যান্ডার্ড আইইসি (IEC) প্রতীক (Identify the Standard IEC Symbol Used for Input and Output Devices)

পিএলসি (PLC) এর ল্যাডার ডায়াগ্রাম প্রোগ্রামিং-এ নিম্নলিখিত স্ট্যান্ডার্ড আইইসি প্রতীকগুলো ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইসের জন্য ব্যবহার করা হয়।



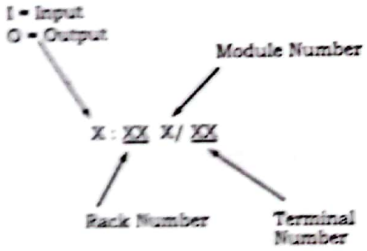
চিত্র-৯.৫ : Standard Symbol used for Input and Output Device

১.৪ ইনপুট/আউটপুট অ্যাড্রেসের জন্য ব্যবহৃত সাংকেত

(Mention the Notation Used for I/O Address)

পিএলসি (PLC) প্রতিটি নির্দিষ্ট ইনপুট ও আউটপুটকে শনাক্ত করতে পারে। প্রত্যেক ইনপুট ও আউটপুটের অ্যাড্রেস প্রদানের মাধ্যমে এ কাজটি সম্পাদন করে। ছোট পিএলসির ক্ষেত্রে একটি সংখ্যার (Number) পূর্বে একটি অক্ষর (Letter) ব্যবহার করে I/O অ্যাড্রেস লিখা হয়। অক্ষরটি দ্বারা ডিভাইসটি ইনপুট বা আউটপুট নির্দেশ করে। মিটসুবিশি (Mitsubishi) পিএলসির ক্ষেত্রে ইনপুট অ্যাড্রেস X400, X401, X402 ইত্যাদি এবং আউটপুট অ্যাড্রেস Y430, Y431, Y432 ইত্যাদি দ্বারা প্রকাশ করা হয়। X ইনপুট ও Y আউটপুট নির্দেশ করে।

তোশিবা (Toshiba) পিএলসির ক্ষেত্রে ইনপুট অ্যাড্রেস X000, X001, X002 ইত্যাদি এবং আউটপুট অ্যাড্রেস Y000, Y001, Y002 ইত্যাদি দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এখানে X ইনপুট ও Y আউটপুট নির্দেশ করে। বড় বড় পিএলসিকে ইনপুট ও আউটপুট চ্যানেলের কতিপয় র‍্যাক (Rack) থাকে; র‍্যাকগুলো নম্বর দ্বারা চিহ্নিত করা থাকে। এক্ষেত্রে ইনপুট/আউটপুট অক্ষরের সাথে র‍্যাক নম্বর ব্যবহার করা হয়। Allen-Bradley PLC-5-এর ক্ষেত্রে ইনপুট/আউটপুট অ্যাড্রেস নিম্নে আকারে প্রকাশ করা হয় :



চিত্র-১.৬ :

যেমন– I : 012/03, O : 022/01

এখানে, I = ইনপুট, 01 = ইনপুট র‍্যাক, 2 = ইনপুট মডুল

03 = ইনপুট টার্মিনাল নির্দেশ করে এবং

O = আউটপুট, 02 = আউটপুট র‍্যাক

2 = আউটপুট মডুল, 01 = আউটপুট টার্মিনাল নির্দেশ করে।

সিমেন্স SIMATIC S5 পিএলসির ক্ষেত্রে ইনপুট/আউটপুট অ্যাড্রেস নিম্নের চিত্রানুযায়ী লিখা হয় :

চিত্র-১.৭ :

এক্ষেত্রে ইনপুট/আউটপুটসমূহকে ৪ (আট) টি গ্রুপে ভাগ করা হয়। প্রত্যেক গ্রুপকে Byte বলে এবং প্রত্যেক ইনপুট/আউটপুটকে বিট বলে।

যেমন : I0.1 দ্বারা ইনপুট বিট 1 এবং গ্রুপ বাইট 0 অথবা Q2.0 দ্বারা আউটপুট বিট 0 এবং গ্রুপ বাইট 2 নির্দেশ করা এখানে I ইনপুট এবং Q আউটপুট নির্দেশ করে।

Spectrum Schub-এর ক্ষেত্রে ইনপুট অ্যাড্রেস X001, X002 ইত্যাদি ও আউটপুট অ্যাড্রেস Y001, Y002 ইত্যাদি দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এখানে X ও Y যথাক্রমে ইনপুট ও আউটপুট নির্দেশ করে।

OMRON-এর PLC-এর ক্ষেত্রে অক্ষর A ইনপুট এবং B অক্ষর আউটপুট নির্দেশ করে।

৯.৫ লজিক ফাংশন, ল্যাচিং এবং মাল্টিপল আউটপুট এর জন্য ল্যাডার ডায়াগ্রাম অঙ্কন

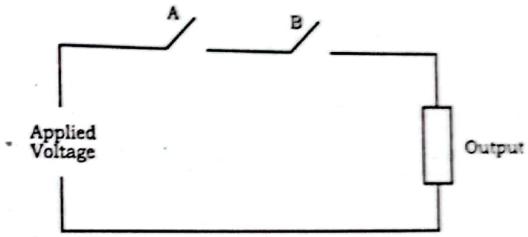
(Draw the Ladder Diagram for Logic Functions, Latching and Multiple Outputs)

৯.৫.১ লজিক ফাংশন

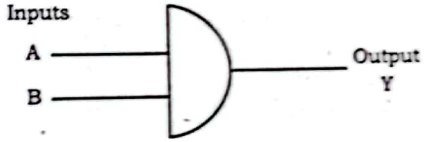
(Logic Function) :

অনেক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় যুক্তিমূলক সিদ্ধান্ত প্রদানের জন্য যুক্তিমূলক কার্যক্রম সম্পাদন করতে হয়, যেমন : AND, OR, NOT, NOR, XOR, XNOR অপারেশন। এসব কার্যক্রমকেই লজিক ফাংশন (Logic Function) বলা হয়। বিভিন্ন লজিক ফাংশনের ল্যাডার ডায়াগ্রাম নিচে দেওয়া হলো–

AND Operation :



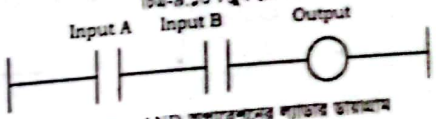
চিত্র-৯.৮ : AND সার্কিট



চিত্র-৯.৯ : AND Gate

Inputs		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

চিত্র-৯.১০ : ট্রুথ টেবিল



চিত্র-৯.১১ : AND অপারেশনের ল্যাডার ডায়াগ্রাম

৯.৮ নং চিত্রে একটি সুইচিং বর্তনী দেখানো হয়েছে, যেখানে দুটি সুইচই নরমালি ওপেন অবস্থায় আছে এবং আউটপুট কার্যকর নেই। যখন কেবলমাত্র দুটি সুইচই বন্ধ (Close) করা হবে তখনই আউটপুট কার্যকর হবে। সুইচ দুটির এরূপ ফাংশন লজিক AND অপারেশন। ৯.৯ নং চিত্রে সুইচ বর্তনীর সমতুল্য AND Gate দেখানো হয়েছে। ৯.১০ নং চিত্রে AND Gate এর ট্রুথ টেবিল দেখানো হয়েছে। ৯.১১ নং চিত্রে AND লজিক সিকোয়েন্সের ল্যাডার ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। ল্যাডার ডায়াগ্রাম নরমালি ওপেন কন্টাক্ট —| |— দ্বারা অঙ্কন করা হয়েছে। এ কন্টাক্টটি Input A দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে যা সুইচ A প্রকাশ করে। অন্য আরেকটি Normally Open Contack —| |— প্রথম Contackt এর সাথে সিরিজে সংযুক্ত করা হয়েছে, যা Input B দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে এবং সুইচ B নির্দেশ করে। লাইনটি —○— প্রতীক দ্বারা শেষ