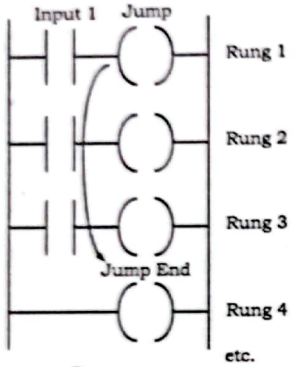
PLC-তে Conditional Jump প্রয়োজন হয়। যেমন– একটি কন্ট্রোল সিস্টেম বিবেচনা করি। সেখানে যদি ঘরের তাপমাত্রা 27°C এর বেশি হয় তবে Fan এর সুইচ অন হবে এবং যদি তাপমাত্রা 27°C এর নিচে নামে তবে Fan Switch অফ হবে।

ল্যাডার ডায়াগ্রাম প্রোগ্রামে যদি উপযুক্ত শর্ত পূরণ হয় তবে কন্ডিশনাল জাম্প ফাংশন প্রোগ্রামের নিয়ন্ত্রণ ল্যাডার ডায়াগ্রামের এক অংশ হতে কাঙ্ক্ষিত অংশে স্থানান্তর (Jumped Over) করে।

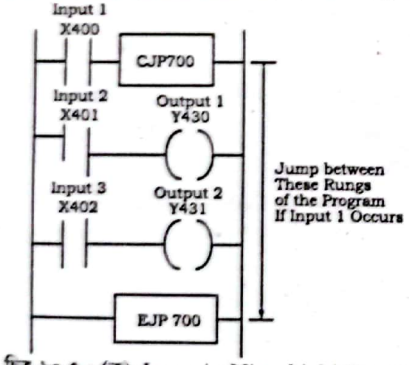
নিচের চিত্রে কন্ডিশনাল জাম্প এর একটি সাধারণ ল্যাডার ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। যখন ইনপুট 1 সক্রিয় হয় তখন এর কন্টাক্ট বন্ধ হয় এবং Jump রিলেতে আউটপুট প্রয়োগ হয়। এর ফলে ল্যাডার ডায়াগ্রামের যেখানে Jump End ঘটে, প্রোগ্রামের নিয়ন্ত্রণ সেই রাং (Rung)-এ জাম্পিং করে। তাই ল্যাডার ডায়াগ্রামের মধ্যবর্তী রাং বাদ পড়ে যায়। নিচের চিত্রে তা দেখানো হলো–



চিত্র-১০.৪ : Jump

সুতরাং, এ ক্ষেত্রে যখন ইনপুট 1 কার্যকর হয় তখন প্রোগ্রাম Rung 4-এ লাফ দেয়। তারপর রাং 5, 6 ইত্যাদির কার্যক্রম চালিয়ে যেতে থাকে। যখন ইনপুট-1 সচল হয় না তখন Jump Relay সক্রিয় হয় না এবং প্রোগ্রাম তখন রাং 2, 3 ইত্যাদি থেকে অগ্রসর হতে থাকে।

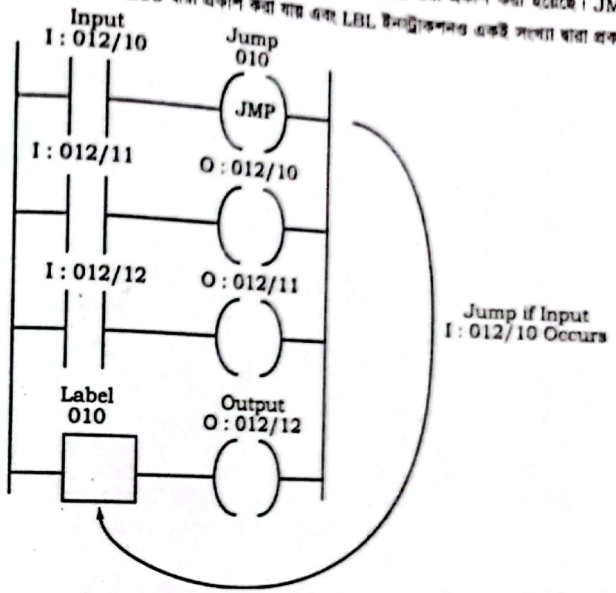
নিচের (ক) নং চিত্রে উপরের চিত্রের জন্য Mitsubishi নোটেশনে ল্যাডার ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।



চিত্র-১০.৫ : (ক) Jump in Mitsubishi Notation

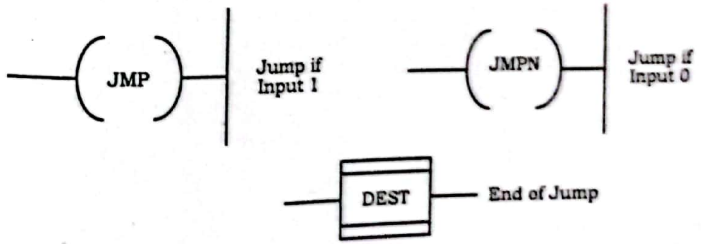
চিত্রে Jump ইনস্ট্রাকশনকে CJP (Conditional Jump) দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে এবং যে জায়গায় জাম্প ঘটে তা EJP (End of Jump) দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে। জাম্পের কাঙ্ক্ষিত শর্ত যখন পূরণ হয়, তখন X400-তে ইনপুট প্রয়োগ হয়। এ অবস্থায় X401 ও X402 অগ্রাহ্য (Ignored) হয় এবং প্রোগ্রাম End Jump Instruction রাং-এ জাম্প করে এবং পরবর্তী রাংগুলো ধারাবাহিকভাবে সম্পাদন করে। এক্ষেত্রে Start Jump ও End Jump একই নাম্বারের (এখানে EJP 700) হয়।

নিচের ১০.১৭(খ) চিত্রে Allen-Bradley PLC-5 নোটেশনে Jump Instruction এর ল্যাডার ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। এখানে Start Jump কে JMP দ্বারা এবং End Jump-কে LBL দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে। JMP ইনস্ট্রাকশন তিন ডিজিটের সংখ্যা 000 থেকে 255 দ্বারা প্রকাশ করা যায় এবং LBL ইনস্ট্রাকশনও একই সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



চিত্র-১০.১৭ (খ) Jump in Allen-Bradley PLC-5 Notation

নিচের চিত্রে Siemen's নোটেশনে কন্ডিশনাল জাম্পের ল্যাডার ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। এখানে JMP দ্বারা Jump Instruction আরম্ভ যখন ইনপুট 1 কার্যকর হয় এবং অন্য আরেকটি Jump ইনস্ট্রাকশন JMPN দ্বারা শুরু হয় যখন ইনপুট 0 কার্যকর হয়। উভয় ইনস্ট্রাকশনের শেষ জাম্প DEST ইনস্ট্রাকশন ব্যবহার করা হয়েছে।



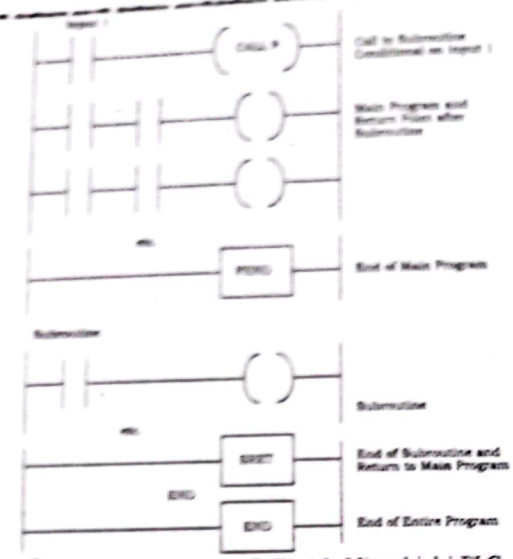
চিত্র-১০.৬ : Siemens' Jump Instructions

১০.৬ ল্যাডার ডায়াগ্রামে সাবরুটিনের ব্যবহার

(Describe the Use of Subroutine in Ladder Diagram)

সাবরুটিন (Subroutine) : সাবরুটিন হচ্ছে একটি ছোট প্রোগ্রাম, যা মেইন প্রোগ্রাম থেকে আলাদা লিখা হয় এবং একটি নির্দিষ্ট কার্যক্রমকে সম্পন্ন করে। সাবরুটিনকে মেইন প্রোগ্রামে ব্যবহার করা হয়। সাবরুটিনকে Call করা ও শেষ বুঝানোর জন্য নির্দিষ্ট ইনস্ট্রাকশন ব্যবহার করা হয়। ইনস্ট্রাকশনগুলো হচ্ছে CALL এবং RET। PLC উৎপাদনকারী সংস্থার উপর ভিত্তি করে সাবরুটিন Call করার জন্য ভিন্ন ভিন্ন নোটেশন ব্যবহার করা হয়। নিচের চিত্রে Mitsubishi পিএলসির নোটেশন ব্যবহার করে একটি সাবরুটিনের ল্যাডার ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।

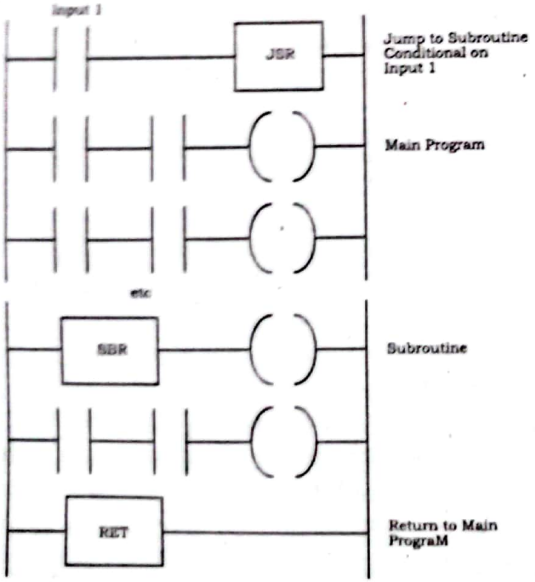
CamScanner



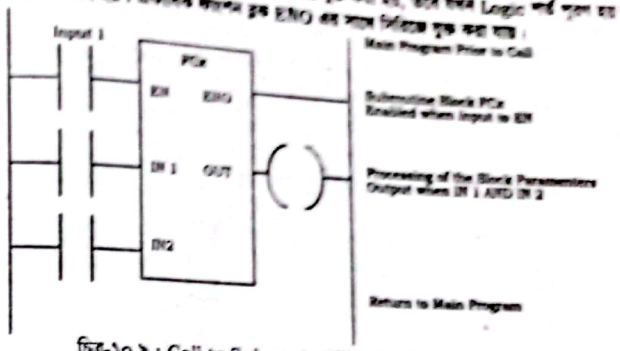
চিত্র-১০.৭ : Subroutine Call with Mitsubishi PLC

ধরুন ইনপুট-1 সক্রিয়ত হয় তখন সাবরুটিনটি P ডাকা হয় এবং সাবরুটিনটি নির্বাহ হয়। SRET ইনস্ট্রাকশন সাবরুটিনের শেষ বুঝায় এবং এখান থেকে প্রোগ্রাম মেইন প্রোগ্রামে ফিরে যায়। মেইন প্রোগ্রাম পরিষ্কারভাবে শেষ বুঝানোর জন্য FEND ইনস্ট্রাকশন ব্যবহার করা হয়েছে।

নিচের চিত্রে Allen-Bradley PLC এর সাবরুটিন Ladder Diagram দেখানো হয়েছে। এখানে সাবরুটিন ডাকার জন্য JSR ইনস্ট্রাকশন এবং সাবরুটিন আরম্ভ বুঝানোর জন্য SSR ইনস্ট্রাকশন এবং সাবরুটিন শেষ অর্থাৎ সাবরুটিনের যেখান থেকে প্রোগ্রাম মেইন প্রোগ্রামে ফিরে যায়, তা বুঝানোর জন্য RET ব্যবহার করা হয়েছে।



চিত্র-১০.৮ : Jump to Subroutine Call with Allen-Bradley PLC



চিত্র-১০.৯ : Call to Subroutine Block with Siemens PLC

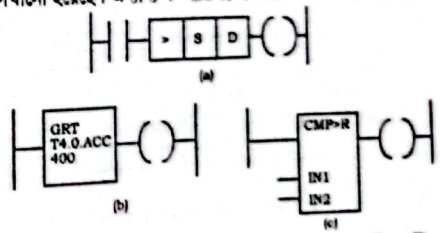
১০.৭ ল্যাডার ডায়াগ্রামে কম্পারেটর ইনস্ট্রাকশন

(Discuss the Comparator Instruction in Ladder Diagram)

কম্পারেটর ইনস্ট্রাকশন বা কম্পারিজন ইনস্ট্রাকশন পিএলসিতে দুটি ডাটার মানের মধ্যে তুলনা কার্যক্রম সম্পন্ন করে। সুতরাং এই ইনস্ট্রাকশন পিএলসি কিছু ইনপুট ডিভাইস হতে ডিজিটাল মান গ্রহণ করে রেজিস্টারে থাকাকৃত দ্বিতীয় মানের সাথে তুলনা করে। পিএলসিতে তুলনাকারী অপারেটর হিসেবে Less Than এর জন্য < বা LT বা LES, Equal to এর জন্য = বা = = EQ বা EQU, Less than or Equal to এর জন্য ≤ বা < = বা LE বা LEQ, Greater than এর জন্য > বা GT বা GRT, Greater than or Equal to এর জন্য ≥ বা > = বা GE বা GEQ এবং Not Equal to এর জন্য ≠ বা == বা NE বা NEQ ব্যবহার করা হয়।

ল্যাডার ডায়াগ্রামে, কম্পারেটর ইনস্ট্রাকশনে কম্পারিজন অপারেটর, সোর্স (S) অ্যাড্রেস ও ডেসটিনেশন (D) অ্যাড্রেস থাকে। কম্পারিজন অপারেটর দুটি ডাটার মধ্যে তুলনা কার্যক্রম সম্পন্ন করে। সোর্স অ্যাড্রেস যে ডাটা তুলনা করা হয় তা ধারণ করে এবং ডেসটিনেশন অ্যাড্রেস যে ডাটার সাথে তুলনা করা হয় তা ধারণ করে।

নিচের ল্যাডার ডায়াগ্রামে Greater than Comparison এর কাঠামো Mitsubishi, Allen-Bradley ও সিমেন্স এর ব্যবহৃত Format দেখানো হয়েছে। অন্যান্য কম্পারিজনের কাঠামোও একই Format এর হয়।



চিত্র-১০.১০ : Greater than Comparison : (a) Mitsubishi (b) Allen-Bradley (c) Siemens

উপরের (a) চিত্রে Mitsubishi কর্তৃক ব্যবহৃত ফরম্যাট দেখানো হয়েছে। S দ্বারা তুলনার জন্য সোর্স ডাটা এবং D দ্বারা ডেসটিনেশন ডাটা নির্দেশ করা হয়েছে। যদি সোর্স ডাটার মান ডেসটিনেশন ডাটার মানের চেয়ে বড় হয় তবে আউটপুট 1 হয়।

উপরের (b) চিত্রে Allen-Bradley কর্তৃক ব্যবহৃত ফরম্যাট দেখানো হয়েছে। এখানে সোর্স ডাটা টাইমার 4.0 এ Accumulated মান এবং ডেসটিনেশন মান 400।

উপরের (c) চিত্রে সিমেন্স কর্তৃক ব্যবহৃত ফরম্যাট দেখানো হয়েছে। এখানে IN1 ও IN2 এর মধ্যে তুলনা করে ফলাফল আউটপুটে পাওয়া যায়। তুলনা সফলভাবে সম্পন্ন হলে আউটপুট 1 হয়, অন্যথায় আউটপুট 0 হয়।

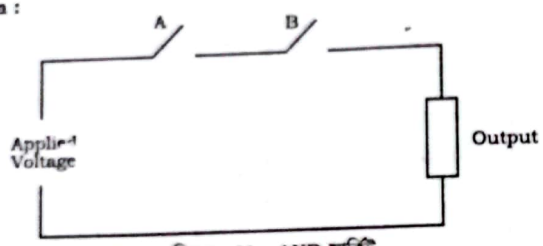
১০.৮ লজিক ফাংশন, ল্যাচিং এবং মাল্টিপল আউটপুট-এর জন্য ল্যাডার ডায়াগ্রাম অঙ্কন (Draw the Ladder Diagram for Logic Functions, Latching and Multiple Outputs)

১০.৮.১ লজিক ফাংশন

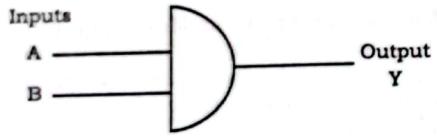
(Logic Function) :

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 :



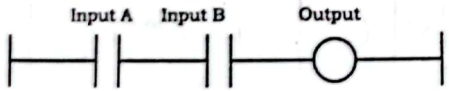
চিত্র-১০.১১ : AND সার্কিট



চিত্র-১০.১২ : AND Gate

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

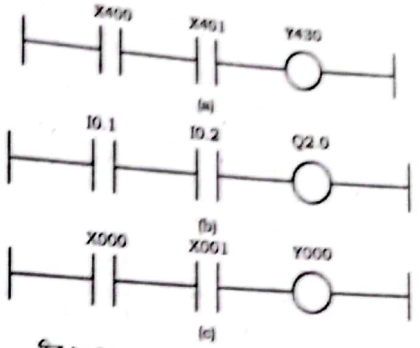
চিত্র-১০.১৩ : ট্রুথ টেবিল



চিত্র-১০.১৪ : AND অপারেশনের ল্যাডার ডায়াগ্রাম

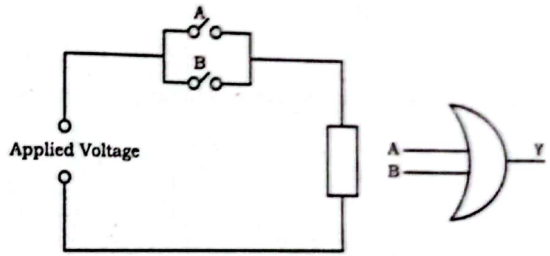
১০.২৩ নং চিত্রে একটি সুইচিং বর্তনী দেখানো হয়েছে, যেখানে দুটি সুইচই নরমালি ওপেন অবস্থায় আছে এবং আউটপুট কার্যকর নেই। যখন কেবলমাত্র দুটি সুইচই বন্ধ (Close) করা হবে তখনই আউটপুট কার্যকর হবে। সুইচ দুটির এরূপ ফাংশন লজিক AND অপারেশন। ১০.২৪ নং চিত্রে সুইচ বর্তনীর সমতুল্য AND Gate দেখানো হয়েছে। ১০.২৫ নং চিত্রে AND Gate এর ট্রুথ টেবিল দেখানো হয়েছে। ১০.২৬ নং চিত্রে AND লজিক সিস্টেমের ল্যাডার ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। ল্যাডার ডায়াগ্রাম নরমালি ওপেন কন্ট্যাক্ট —| |— দ্বারা আরম্ভ করা হয়েছে। এ কন্ট্যাক্টটি 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 করা হয়েছে, যা আউটপুট নির্দেশ করে।

১০.২৬ নং চিত্রে ১০.২৭ চিত্রকে (a) Mitsubishi (b) Siemens এবং (c) Toshiba পিএলসির আড্রেস নোটেশন এর মাধ্যমে দেখানো হয়েছে।



চিত্র-১০.২৫ : AND অপারেশনের ল্যাডার ডায়াগ্রাম–
(a) Mitsubishi (b) Siemens (c) Toshiba Notation

OR অপারেশন :

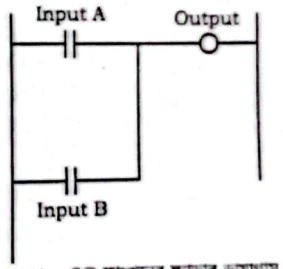


চিত্র-১০.১৬ : OR সার্কিট

চিত্র-১০.১৭ : OR gate

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

চিত্র-১০.১৮ : OR গেটের ট্রুথ টেবিল



চিত্র-১০.১৯ : OR ফাংশনের ল্যাডার ডায়াগ্রাম

১০.২৮ নং চিত্রে একটি সুইচিং বর্তনী দেখানো হয়েছে যেখানে দুটি সুইচ A ও B Normally Open থাকে। এ দুটি সুইচের যে কোন একটি বা উভয়ই বন্ধ করলে আউটপুট কার্যকর হয়। এই ফাংশন OR ফাংশন। ১০.২৯ চিত্রে সুইচিং বর্তনীর সমতুল্য OR এবং ১০.৩০ নং চিত্রে ট্রুথ টেবিল দেখানো হয়েছে। ১০.৩১ নং চিত্রে OR gate সিস্টেমের ল্যাডার ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। ল্যাডার ডায়াগ্রাম প্যারালালে সংযুক্ত দুটি normally ওপেন কন্ট্যাক্ট দিয়ে আরম্ভ হয়েছে। ওপেন Contact দুটি যথাক্রমে Input A ও Input B দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে, যারা সুইচ A ও B কে নির্দেশ করে। তারপর লাইনটি —○— আউটপুট প্রতীকের মাধ্যমে শেষ হয়েছে।