



महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ, मुंबई

(स्वायत्त) (ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान पदविका

शिक्षण पुस्तिका

Learning Material

ऑटोमेशन टूल्स आणि सिस्टम्स

AUTOMATION TOOLS AND SYSTEMS

(314335)

K-Scheme

अणुविद्युत अभियांत्रिकी गट

(के-स्कीम)

मराठी – इंग्रजी (द्विभाषिक माध्यम)

(अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञानातील चतुर्थ सत्र पदविका)

शिक्षण पुस्तिका

Learning Material

ऑटोमेशन टूल्स आणि सिस्टम्स

AUTOMATION TOOLS AND SYSTEMS

(314335)

अणुविद्युत अभियांत्रिकी गट

K-Scheme

(के-स्कीम)

मराठी – इंग्रजी (द्विभाषिक माध्यम)

(अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञानातील चतुर्थ सत्र पदविका)



महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ, मुंबई

(स्वायत्त) (ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)

मार्गदर्शक

अकोले किशोर प्रल्हाद

प्रभारी विभागप्रमुख, अणुविद्युत अभियांत्रिकी

प्रमुख समन्वयक

एस. आर. उपासनी

प्राचार्य

समन्वयक

एस. व्ही. करांडे

विभागप्रमुख, अणुविद्युत अभियांत्रिकी

संकलक

किशोर फरडे

ऑटोमेशन आणि रोबोटिक्स अभियांत्रिकी

प्रणव जाधव

अधिव्याख्याता, ऑटोमेशन आणि रोबोटिक्स अभियांत्रिकी

जयराज हिरे

अधिव्याख्याता, अणुविद्युत अभियांत्रिकी

कल्पेश बागल

अधिव्याख्याता, ऑटोमेशन आणि रोबोटिक्स अभियांत्रिकी

योगेश चंद्रात्रे

अधिव्याख्याता, अणुविद्युत अभियांत्रिकी



महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ

(स्वायत्त) (ISO ९००१:२०१५) (ISO/IEC २७००१:२०१३)

शासकीय तंत्रनिकेतन इमारत, ४ था मजला, ४९, खेरवाडी, वांद्रे (पूर्व), मुंबई - ४०० ०५१

दू.क्र.: ०२२-६२५४२१००/१०१/१०२

संकेतस्थळ : www.msbte.org.in

ई-मेल : director@msbte.com



प्रास्ताविक

महाराष्ट्र राज्यातील पदविका स्तरावरील तंत्रशिक्षणाशी संबंधित बाबींचे नियमन करण्यासाठी महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ वचनबद्ध असून विद्यार्थ्यांच्या सर्वांगीण विकासाकरिता वेळोवेळी प्रयत्नशील आहे. तंत्रज्ञान, उद्योग, समाज आणि जागतिकीकरण यामध्ये सतत घडून येणा-या बदलांच्या अनुषंगाने तांत्रिक शिक्षणाची भविष्यातील निकड वेधून पदविका स्तरावरील अभ्यासक्रम, परीक्षा पद्धती व शैक्षणिक सामुग्री ह्यांमध्ये अद्ययावत बदल करण्यात महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ अग्रगण्य आहे. विद्यार्थी हा शिक्षण क्षेत्राच्या केंद्रस्थानी असून त्यांची निकड व समस्या संवेदनशीलपणे हाताळल्यास भारत देशाचे 'ज्ञान महासत्ता' बनण्याचे स्वप्न पूर्णत्वास जाईल ह्याचा मला विश्वास आहे.

शहर आणि ग्रामीण भागातील शैक्षणिक सोयीसुविधांमधील दरी अनेक वेळा दिसून येत असून ग्रामीण भागातील विद्यार्थ्यांचे इंग्रजी भाषेतील ज्ञान व संवाद कौशल्याबाबतही ही वस्तुस्थिती प्रकर्षाने जाणवते. केवळ इंग्रजी भाषेतील संवाद कौशल्याअभावी ग्रामीण भागातील विद्यार्थी तंत्रशिक्षणापासून वंचित राहू नये, ह्या दृष्टिकोनातून महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळाने शैक्षणिक वर्ष २०२१-२२ पासून प्रथम वर्ष पदविका अभ्यासक्रमाकरिता तांत्रिक शिक्षण मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमात इच्छुक विद्यार्थ्यांना उपलब्ध करून दिले आहे. मात्र असे करताना कोणत्याही परिस्थितीत गुणवत्तेशी तडजोड केली जाऊ नये ह्या दृष्टीने प्रमुख विषयांसाठीच्या शैक्षणिक सामुग्रीची निर्मिती करण्यात आली आहे.

राष्ट्रीय शिक्षण धोरण २०२० मध्ये प्रादेशिक भाषांमध्ये सर्वाना शिक्षणाची कल्पना मांडण्यात आली आहे. त्यास अनुसरून मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमाचा पर्याय द्वितीय व तृतीय वर्षाकरिताही उपलब्ध करून देण्यात आला आहे. तसेच त्याकरिता शैक्षणिक सामुग्रीही विद्यार्थी व अध्यापकांना उपलब्ध करून देण्यात येत आहे.

महाराष्ट्र राज्यातील अनुभवी अध्यापकांकरवी ही शैक्षणिक सामुग्री तयार करण्यात आली असून व्यावहारिक मराठी भाषा, इंग्रजी भाषेतील तांत्रिक शब्दावलीचा उपयोग आणि संदर्भ पुस्तके लक्षात घेऊन या सामुग्रीची निर्मिती करण्यात आलेली आहे. सदर सामुग्रीची पुनर्तपासणी सुकाणू समितीमार्फत करण्यात आलेली असल्याने ही शैक्षणिक सामुग्री अधिक समृद्ध झालेली आहे. त्यामुळे विद्यार्थ्यांना तांत्रिक शिक्षण समजून घेणे अधिक सुकर होईल. तसेच व्यावहारिक मराठी भाषेच्या उपयोगाने विद्यार्थ्यांना विषयाचे सखोल आकलन होईल व इंग्रजी भाषेतील तांत्रिक शब्दावलीच्या वापरामुळे विद्यार्थ्यांचा उद्योग जगतातील वावर सुलभ होईल. त्यामुळे महाराष्ट्र राज्य तांत्रिक क्षेत्रातील वैश्विक मनुष्यबळाच्या निर्मितीत अग्रेसर राहील व त्यायोगे राष्ट्रनिर्मितीकरीता निश्चितच हातभार लागेल असा मला विश्वास आहे.

अभियांत्रिकी पदविका अभ्यासक्रमातील प्रमुख विषयांची मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक शैक्षणिक सामुग्री बनविण्यासाठी अध्यापक व सुकाणू समितीचे सदस्य हे कौतुकास पात्र असून मी त्यांचे अभिनंदन करतो.


(प्रमोद नाईक)

संचालक

म. रा. तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई.

अनुक्रमणिका

अ. क्र.	युनिटचे नाव	पान क्र.
1	Fundamentals of PLC पीएलसीची मूलतत्त्वे	1
2	PLC Programming पी एल सी प्रोग्रामिंग	29
3	PLC Applications and Maintenance पीएलसी अ‍ॅप्लिकेशन्स आणि मेन्टेनन्स	61
4	Basics of SCADA and HMI स्कॅडा आणि एचएमआय ची मूलभूत कार्ये	119
5	SCADA Application Development and HMI स्कॅडा ऍप्लिकेशन डेव्हलपमेंट आणि एचएमआय	155

युनिट – 1

पीएलसीची मूलतत्त्वे (Fundamentals of PLC)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome):

CO1: पीएलसीची संरचना आणि कार्यपद्धती वर्णन करणे.
Describe the working of PLC with its Structure.

घटक निष्पत्ती (Theory Unit Outcomes):

- TLO 1.1 हार्डवायर्ड रिले लॉजिकपेक्षा पीएलसीची आवश्यकता वर्णन करणे.
Describe the need of PLC over the hardwired relay logic.
- TLO 1.2 पीएलसीची इतर समर्पित नियंत्रकांशी तुलना करणे.
Compare PLC with other dedicated controllers.
- TLO 1.3 ब्लॉक आकृतीच्या मदतीने पीएलसीच्या विविध घटकांची कार्ये स्पष्ट करणे.
Explain the function of different elements of PLC with the help of block diagram.
- TLO 1.4 दिलेल्या ॲप्लिकेशन्ससाठी पीएलसीचे प्रकार आणि निवड निकष वर्णन करणे.
Describe types of PLC & Selection criteria for the given application.
- TLO 1.5 योग्य आकृतीसह पीएलसीमधील रिडंडन्सीची संकल्पना स्पष्ट करणे.
Explain concept of redundancy in PLC with suitable diagram.

परिचय (Introduction):

औद्योगिक स्वयंचलन ही रोबोटिक किंवा स्वयंचलित उपकरणांचा वापर करून उत्पादन प्रक्रिया पूर्ण करण्याची प्रक्रिया आहे. किंवा स्वयंचलन ही अशी तंत्रज्ञान आहे जी मानवी हस्तक्षेपाशिवाय प्रत्येक प्रक्रिया व्यवस्थापित करू शकते. "औद्योगिक स्वयंचलन" हा शब्द नियंत्रण प्रणालींचा वापर वर्णन करतो, जसे की स्काडा (SCADA) एचएमआय (HMI) रोबोट्स, सेन्सर्स, सॉफ्टवेअर आणि प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर्स (PLCs), जे औद्योगिक यंत्रसामग्री आणि प्रक्रिया मानवांच्या कमी मदतीने चालवण्यासाठी वापरले जातात. पीएलसी हा स्वयंचलनाचा एक महत्त्वाचा घटक आहे. वास्तविक, स्वयंचलित प्रक्रिया नियंत्रण देणारे उपकरण म्हणजे पीएलसी. पीएलसी अनेक स्वयंचलित कार्यांमध्ये केंद्रीय नियंत्रण प्रणाली म्हणून कार्य करते. PLC-आधारित प्रणाली भौतिक केबल्सऐवजी सॉफ्टवेअर प्रोग्रामिंगद्वारे इनपुट आणि आउटपुट डिवाइसेस मॅनेज (Manage) करतात.

1.1 औद्योगिक स्वयंचलनात पीएलसी(PLC): फायदे आणि मर्यादा

फायदे:

- विश्वसनीयता:** पीएलसी त्यांच्या मजबूत डिझाइन आणि जटिल तर्क हाताळण्याच्या क्षमतेमुळे औद्योगिक प्रक्रियांसाठी अत्यंत विश्वसनीय आहेत.
- लवचिकता:** सोपे प्रोग्रामिंग आणि पुन्हा-प्रोग्रामिंग पीएलसीला विविध कार्ये आणि बदलांशी जुळवून घेण्यास अनुमती देते.

3. **किफायतशीर:** पीएलसी वायरिंग आणि हार्डवेअरच्या आवश्यकता कमी करतात, देखभाल आणि परिचालन खर्च कमी करतात.
4. **समस्या निवारण सुलभता:** प्रगत डायग्नोस्टिक्स आणि प्रोग्रामिंग टूल्स त्रुटी शोधणे आणि दुरुस्ती सोपी करतात.
5. **एकत्रीकरण:** पीएलसी सहजपणे इतर प्रणालींसह एकत्रित होऊ शकतात जसे की एचएमआय, स्काडा आणि आयओटी-सक्षम उपकरणे.
6. **रिअल-टाइम ऑपरेशन:** पीएलसी रिअल टाइममध्ये ऑपरेशन्स एक्झिक्युट करतात, जे वेळ-संवेदनशील अनुप्रयोगांसाठी आवश्यक आहे.

मर्यादा:

1. **प्रारंभिक खर्च:** साध्या रिले सिस्टीम्सच्या तुलनेत उच्च प्रारंभिक खर्च.
2. **जटिल प्रोग्रामिंग:** प्रोग्राम करण्यासाठी आणि देखभाल करण्यासाठी कुशल कर्मचाऱ्यांची आवश्यकता असते.
3. **मर्यादित वाढीव क्षमता:** जुन्या पीएलसीमध्ये आधुनिक कम्युनिकेशन (communication) प्रोटोकॉल हाताळण्यात मर्यादा असू शकतात.
4. **विशिष्टता:** औद्योगिक पीसीच्या तुलनेत उच्च कम्प्युटेशनल कार्यासाठी नेहमीच आदर्श नसतात.

1.1.1 पीएलसी (प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर) आणि पीसी (पर्सनल कॉम्प्युटर) यांची तुलना

Table 1.1 Comparison of PLC & PC

अनु. क्र.	वैशिष्ट्य	पीएलसी (प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर)	पीसी (पर्सनल कॉम्प्युटर)
1	उद्देश	औद्योगिक स्वयंचलन कार्यासाठी डिझाइन केलेले असते.	सर्वसाधारण संगणक उपकरणासाठी डिझाइन केलेले असते.
2	वातावरण	कठीण वातावरणासाठी मजबूत डिझाइन केलेले आहे.	मानक कार्यालय किंवा प्रयोगशाळा वातावरणासाठी डिझाइन केलेले आहे.
3	रिअल-टाइम ऑपरेशन	नेमके नियंत्रणासाठी निश्चित स्कॅन सायकल्ससह रिअल टाइममध्ये कार्य करते.	मूलतः रिअल-टाइम नाही.
4	प्रोग्रामिंग	IEC 61131-3 स्टॅण्डर्ड (standard) भाषा वापरते: लॅंडर डायग्राम, फंक्शनल ब्लॉक डायग्राम, स्ट्रुक्चर्ड टेक्स्ट, इ.	पायथन, सी++, जावा यासारख्या उच्च-स्तरीय प्रोग्रामिंग भाषा वापरते.
5	ऑपरेटिंग सिस्टम	पारंपारिक ऑपरेटिंगसिस्टम नाही.	सर्वसाधारण ऑपरेटिंग सिस्टम वापरते.
6	हार्डवेअर डिझाइन	सेन्सर्स आणि अॅक्च्युएटर्सशी थेट कनेक्शनसाठी विशेष इनपुट आउटपुट मॉड्युल्स समाविष्ट असतात.	औद्योगिक उपकरणांशी कनेक्ट करण्यासाठी अतिरिक्त इंटरफेस कार्ड्सची आवश्यकता असते.
7	संप्रेषण प्रोटोकॉल	मॉडबस, प्रोफिबस, प्रोफिनेट आणि इथरनेट/आयपी सारख्या औद्योगिक प्रोटोकॉलसाठी अंतर्निर्मित समर्थन.	स्टॅण्डर्ड (standard) प्रोटोकॉल समर्थन (टीसीपी/आयपी, एचटीटीपी); औद्योगिक प्रोटोकॉल समर्थनासाठी अतिरिक्त हार्डवेअर/सॉफ्टवेअर आवश्यक.
8	युजर इंटरफेस	साधारणपणे साधे नियंत्रण आणि मॉनिटरिंगसाठी एचएमआयसह जोडलेले असते.	प्रगत व्हिज्युअलायझेशन, डेटा विश्लेषण आणि सुपरवायझरी (supervisory) नियंत्रणासाठी समृद्ध जीयूआय.
9	विश्वसनीयता	उच्च विश्वसनीयता असते.	सततच्या कार्यासाठी कमी विश्वसनीय आहे.
10	स्केल्यारिबिलिटी (Scalability)	मॉड्युलर डिझाइन I/O मॉड्युल्स किंवा कम्युनिकेशन (communication) कार्ड जोडून सहज विस्तार करू शकते.	स्केल्यारिबिलिटी (Scalability) हार्डवेअर अपग्रेड वर अवलंबून असते (RAM, CPU, स्टोरेज, इ.)
11	देखभाल	कमी हालचालीचे भाग, देखभाल आणि समस्या निवारण सोपे करतात.	जास्त देखभाल गरजा आणि हार्डवेअर/सॉफ्टवेअर बिघाडांची शक्यता असते.
12	खर्च	सुरुवातीचा खर्च जास्त असतो.	सुरुवातीचा खर्च कमी असतो.

1.2.1 पीएलसी (PLC) आणि मायक्रोकंट्रोलर (Microcontroller) यांची तुलना

Table 1.2 Comparison of PLC & Microcontroller

अनु. क्र.	वैशिष्ट्य	पीएलसी (प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर)	मायक्रोकंट्रोलर
1	व्याख्या	औद्योगिक प्रक्रिया जसे की असेंब्ली लाइन किंवा रोबोटिक्स नियंत्रित करण्यासाठी वापरण्यात येणारा डिजिटल संगणक, जो उच्च विश्वासार्हता आणि सहज प्रोग्रॅमिंगसाठी डिझाइन केला जातो.	एखाद्या विशेष कार्यासाठी एम्बेडेड सिस्टिममध्ये वापरण्यात येणारा कॉम्पॅक्ट इंटिग्रेटेड सर्किट, जो सामान्यतः ग्राहक इलेक्ट्रॉनिक्स आणि विशिष्ट ॲप्लिकेशन्समध्ये (applications) आढळतो.
2	आर्किटेक्चर	सीपीयू, पॉवर सप्लाय आणि विविध I/O मॉड्युल्सचा समावेश असतो; औद्योगिक उपकरणे आणि सेन्सर्ससह सुलभ इंटरफेससाठी डिझाइन केलेले असते.	सीपीयू, मेमरी आणि इनपुट आउटपुट पोर्ट एका सिंगल चिपवर एकत्रित असतो; बाह्य उपकरणांशी जोडण्यासाठी अतिरिक्त घटक आवश्यक असतात.
3	प्रोग्रॅमिंग इंटरफेस	युजर-फ्रेंडली इंटरफेस आणि लॅंडर लॉजिक सारख्या प्रमाणित प्रोग्रॅमिंग भाषा वापरतो, ज्यामुळे टेक्निशियनसाठी प्रोग्रॅमिंग सोपे होते.	प्रोग्रॅमिंग प्रामुख्याने C किंवा असेम्बली (Assembly) सारख्या लो-लेव्हल भाषांमध्ये होते, ज्यासाठी हार्डवेअर आणि
4	ॲप्लिकेशन स्कोप	उच्च विश्वासार्हता आवश्यक असलेल्या औद्योगिक ऑटोमेशन कार्यासाठी योग्य, जसे की उत्पादन यंत्रणा नियंत्रित करणे.	विशेष, पुनरावृत्ती होणाऱ्या कार्यासाठी योग्य, जसे की घरगुती उपकरणे किंवा ऑटोमोटिव्ह सिस्टिम्समध्ये कार्य व्यवस्थापन.
5	खर्च	तुलनेने महाग असते.	तुलनेने स्वस्त असते.
6	I/O क्षमता	मोठ्या प्रमाणात इनपुट आउटपुट क्षमता असते, जी अनेक सेन्सर्स आणि ॲक्च्युटेर्सला सपोर्ट करते.	मर्यादित I/O क्षमता असते, जी कमी पेरिफेरल उपकरणांसाठी योग्य असते.
7	पर्यावरणीय मजबुतीकरण	अत्याधिक तापमान, इलेक्ट्रिकल नॉईज आणि व्हायब्रेशन्स यासारख्या कठीण औद्योगिक परिस्थिती सहन करण्यासाठी डिझाइन केलेले असते.	कमी मजबूत, कठीण वातावरणात वापरल्यास संरक्षक कवच आवश्यक असते.
8	देखभाल	देखभाल करणे आणि समस्या सोडवणे सोपे असते.	देखभाल करणे अधिक जटिल असते.
9	उदाहरणे	फॅक्टरी ऑटोमेशन, प्रक्रिया नियंत्रण, कन्व्हेअर प्रणाली, जलशुद्धीकरण प्रकल्प, आणि जड यंत्रसामग्री.	ग्राहक इलेक्ट्रॉनिक्स, वैद्यकीय उपकरणे, स्मार्ट होम सिस्टीम्स, ऑटोमोटिव्ह कंट्रोल युनिट्स, आणि छोटे रोबोट.

1.3.1 प्रोग्रॅमेबल लॉजिक कंट्रोलर (PLC) आणि प्रपोर्शनल-इंटीग्रल-डेरिव्हेटिव्ह (PID) यांची तुलना

Table 1.2 Comparison of PLC & PID

अनु. क्र.	वैशिष्ट्य	प्रोग्रॅमेबल लॉजिक कंट्रोलर (PLC)	प्रपोर्शनल-इंटीग्रल-डेरिव्हेटिव्ह (PID)
1	कार्यप्रणाली	पीएलसी हे डिजिटल संगणक आहेत जे औद्योगिक प्रक्रिया निरीक्षण व नियंत्रणासाठी वापरले जातात. हे अष्टपैलू असून लॉजिक, सिक्वेन्सिंग, टाइमिंग, काउंटिंग आणि अंकगणितीय ऑपरेशन्स यांसारखी विविध नियंत्रण कार्ये करू शकतात.	पी. आय.डी. कंट्रोलर्स विशिष्ट नियंत्रण साधने आहेत जे तापमान, दाब किंवा प्रवाह दर यांसारख्या प्रक्रिया व्हेरिएबल्सचे स्वयंचलित नियंत्रण करतात. हे आवश्यक सेट पॉइंट आणि प्रत्यक्ष मोजलेल्या व्हेरिएबलमधील त्रुटी कमी करण्यासाठी आउटपुट समायोजित
2	अॅप्लिकेशन	असेम्ब्ली लाइन, मटेरियल हँडलिंग सिस्टम आणि पॅकेजिंग प्रक्रिया यांसारख्या इव्हेंट-ड्रिव्हन आणि ऑन/ऑफ नियंत्रण आवश्यक असलेल्या डिस्क्रीट कंट्रोल अनुप्रयोगांसाठी आदर्श आहे.	सतत प्रक्रिया नियंत्रणासाठी योग्य, जसे की भट्टीतील तापमान नियंत्रण, बॉयलरमधील दाब नियंत्रण, किंवा मोटर्सचे वेग नियंत्रण.
3	प्रोग्रॅमिंग	IEC 61131-3 स्टॅण्डर्ड (Standard) प्रोग्रॅमिंग भाषा वापरते, जसे की लॅडर लॉजिक, फंक्शन ब्लॉक डायग्राम आणि स्ट्रक्चर्ड टेक्स्ट ज्यामुळे जटिल नियंत्रण धोरणे	प्रोपोर्शनल, इंटीग्रल आणि डेरिव्हेटिव्ह टर्म्ससाठी पॅरामिटर्स सेट करून कॉन्फिगर केला जातो. काही PID कंट्रोलर्समध्ये ऑटो-ट्युनिंग वैशिष्ट्ये असतात, जे सेटअप सुलभ
4	लवचिकता	अत्यंत लवचिक असते.	तुलनेने कमी लवचिक असते.
5	जटिलता	जटिल नियंत्रण प्रणाली हाताळण्यास सक्षम आहे.	मुख्यतः सिंगल-लूप नियंत्रण अनुप्रयोगांसाठी सर्वोत्तम.
6	खर्च	तुलनेने महाग असते.	तुलनेने स्वस्त असते.
7	देखभाल	हार्डवेअर आणि सॉफ्टवेअर दोन्हीची देखभाल आवश्यक आहे.	साधेपणामुळे तुलनेने सोपी देखभाल असते.

पीएलसी चे बिल्डिंग ब्लॉक्स

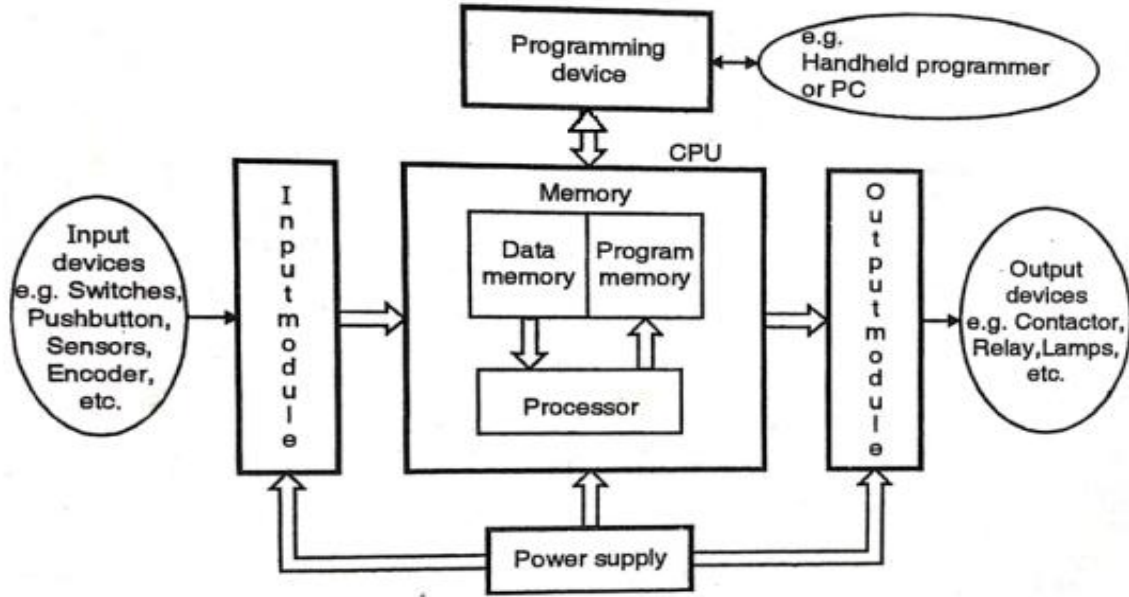


Figure.1.1 (Building Blocks of PLC)

पीएलसी चे मूलभूत बिल्डिंग ब्लॉक्स खालीलप्रमाणे आहेत -

1. इनपुट मॉड्यूल
2. आउटपुट मॉड्यूल
3. सेंट्रल प्रोसेसिंग युनिट (सीपीयू)
4. पॉवर सप्लाय
5. प्रोग्रामिंग डिवाइस (पीसी किंवा लॅपटॉप)

प्रत्येक भागाचे कार्य पुढील विभागांमध्ये वर्णन केले आहे.

इनपुट आणि आउटपुट मॉड्यूलस: (INPUT and OUTPUT Modules)

आकृती 1.2 मध्ये मॉड्युलर पीएलसी सिस्टिममधील नेहमीच्या इनपुट आणि आउटपुट मॉड्यूलचे फ्रंट पॅनेल दर्शविलेले आहे.

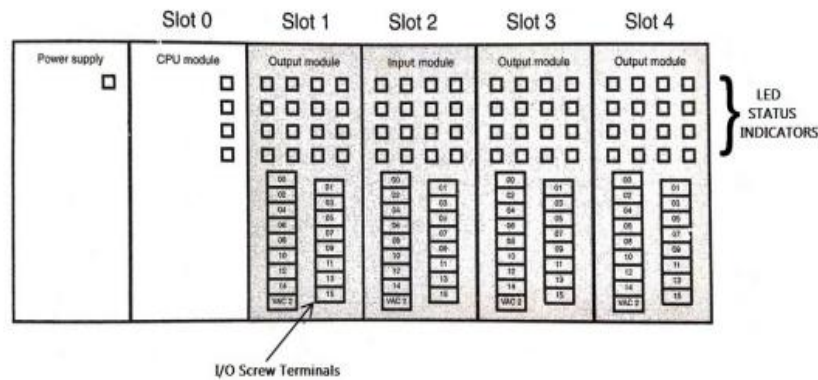


Figure.1.2 (Front panel appearance of typical input and output module)

1.2.1 इनपुट मॉड्यूल: इनपुट मॉड्यूल हा सीपीयू आणि त्याला जोडलेल्या बाह्य इनपुट उपकरणांमध्ये मध्यस्थ म्हणून काम करतो. या उपकरणांना सामान्यतः इनपुट डिवाइसेस म्हणून संबोधले जाते. मॉड्यूल या उपकरणांकडून सिग्नल्स प्राप्त करतो आणि त्यांना सीपीयूशी संगत अशा स्वरूपात रूपांतरित करतो, जे सामान्यतः 0 ते 5 व्होल्ट श्रेणीत असते. हे सिस्टमच्या अंतर्गत पॉवर सप्लायद्वारे चालते. फील्ड इनपुट डिवाइसेस आणि पीएलसीच्या सीपीयू दरम्यान महत्त्वपूर्ण दुवा म्हणून काम करते, इनपुट मॉड्यूलची प्राथमिक भूमिका बाह्य उपकरणांकडून सिग्नल्स घेणे, त्यांना सीपीयूसाठी योग्य सिग्नल पातळीवर समायोजित करणे, विद्युत आयसोलेशन प्रदान करणे आणि नंतर प्रक्रिया केलेला सिग्नल सीपीयूकडे पाठवणे ही आहे.

पीएलसीसोबत वापरली जाणारी सामान्य डिजिटल इनपुट उपकरणे:

1. पुश बटन स्विचेस
2. लिमिट स्विचेस
3. तापमान लिमिट स्विचेस
4. दाब लिमिट स्विचेस
5. प्रवाह लिमिट स्विचेस

प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्स

1. इंडक्टिव्ह प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्स
2. कॅपेसिटिव्ह प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्स
3. अल्ट्रासोनिक प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्स

अॅनालॉग इनपुट मॉड्यूल- विविध अॅनालॉग इनपुट उपकरणांकडून प्राप्त झालेल्या अॅनालॉग सिग्नल्सवर प्रक्रिया करतो. हे सिग्नल्स डिजिटल मूल्यांमध्ये रूपांतरित करतो. हे मॉड्यूल निवडलेल्या कॉन्फिगरेशननुसार करंट किंवा व्होल्टेज इनपुट सिग्नल्स स्वीकारण्यासाठी डिझाइन केलेले असतात.

पीएलसीसोबत वापरली जाणारी सामान्य अॅनालॉग इनपुट उपकरणे: विशिष्ट अॅनालॉग सिग्नल्स तापमान, दाब, स्थिती, पातळी, प्रवाह सेन्सर्समधून येतात.

अॅनालॉग इनपुट उपकरणांची सामान्य उदाहरणे खालीलप्रमाणे आहेत:

1. एलव्हीडीटी
2. थर्मोकपल
3. आरटीडी
4. पोटेंशिओमीटर
5. थर्मिस्टर
6. फ्लो मीटर्स इत्यादी.

1.2.2 आउटपुट मॉड्यूल - आउटपुट मॉड्यूल हा सीपीयू आणि त्याला जोडलेल्या बाह्य आउटपुट उपकरणांमध्ये दुवा म्हणून काम करतो. ही उपकरणे, ज्यांना आउटपुट डिव्हाइसेस म्हणून संबोधले जाते, सीपीयूकडून येणाऱ्या नियंत्रण सिग्नल्सना प्रतिसाद देतात. लॉजिक प्रोग्रामवर प्रक्रिया केल्यानंतर, सीपीयू आउटपुट मॉड्यूलकडे सिग्नल्स पाठवतो, जो नंतर जोडलेल्या उपकरणांची चालू किंवा बंद स्थिती नियंत्रित करतो. पॉवर सप्लायच्या सिस्टमद्वारे चालवले जाणारे, आउटपुट मॉड्यूल सीपीयू च्या कंट्रोल सिग्नल्सचे इलेक्ट्रिकल आयसोलेशन सुनिश्चित करते. याची प्राथमिक भूमिका ही कंट्रोल सिग्नल्स प्राप्त करणे, त्यांना विद्युतदृष्ट्या वेगळे करणे आणि प्राप्त झालेल्या सिग्नल्सच्या आधारे फील्ड आउटपुट डिव्हाइसेसच्या संबंधित ऑन किंवा ऑफ ऑपरेशन्स ट्रिगर करणे ही आहे.

डिजिटल आउटपुट मॉड्यूल - डिजिटल आउटपुट मॉड्यूल हे डिजिटल आउटपुट डिव्हाइसेसशी संबंधित असते. डिजिटल आउटपुट मॉड्यूलचे मुख्य कार्य पीएलसीच्या सीपीयू कडून कंट्रोल सिग्नल स्वीकारणे आणि सीपीयू कडून प्राप्त झालेल्या सिग्नलच्या आधारे डिजिटल आउटपुट डिव्हाइसेसची ऑन किंवा ऑफ स्थिती बदलणे हे आहे. डिजिटल आउटपुट मॉड्यूल विविध प्रकारांमध्ये उपलब्ध आहे जसे की एसी, डीसी, सिंकिंग, सोर्सिंग, रिले आउटपुट मॉड्यूल. पीएलसी सोबत वापरली जाणारी सामान्य डिजिटल आउटपुट डिव्हाइसेस-

1. सोलेनॉइड व्हॉल्व्ह
2. मोटर्स
3. दिवे
4. बेल्स किंवा अलार्म्स,
5. हीटिंग डिव्हाइसेस इत्यादी.

अॅनालॉग आउटपुट मॉड्यूल - अॅनालॉग आउटपुट मॉड्यूल हे अॅनालॉग आउटपुट डिव्हाइसेसशी संबंधित असते. अॅनालॉग आउटपुट मॉड्यूलचे मुख्य कार्य पीएलसी च्या सीपीयू कडून 16 बिट वर्डच्या स्वरूपात कंट्रोल सिग्नल स्वीकारणे आणि नंतर डिजिटल टू अॅनालॉग कन्व्हर्टर (DAC) द्वारे त्याचे अॅनालॉग व्हॅल्यूमध्ये रूपांतर करणे हे आहे. हे अॅनालॉग सिग्नल नंतर अॅनालॉग आउटपुट डिव्हाइसेसना दिले जाते. हे व्होल्टेज किंवा करंटच्या स्वरूपात असू शकते.

पीएलसी सोबत वापरली जाणारी सामान्य अॅनालॉग आउटपुट डिव्हाइसेस:

1. न्यूमॅटिक कंट्रोल व्हॉल्व्ह
2. हायड्रॉलिक कंट्रोल व्हॉल्व्ह
3. लाइट डिमर
4. मोटरचे स्पीड कंट्रोल इत्यादी.

1.2.2 सेंट्रल प्रोसेसिंग युनिट (सीपीयू): सीपीयू हा कोणत्याही पीएलसी चा मुख्य भाग आहे. सीपीयू इनपुट मॉड्यूलमधून रिअल टाइम इनपुट स्टेटस वापरून युजर प्रोग्राम लॉजिक सोडवतो आणि आउटपुट मॉड्यूलद्वारे आउटपुटची स्थिती अपडेट करतो.

सीपीयू मध्ये दोन भाग असतात:

A. प्रोसेसर

B. मेमरी

A. **प्रोसेसर:** प्रोसेसर हा पीएलसी मधील संपूर्ण प्रोग्राम स्कॅनसाठी जबाबदार असतो. प्रोग्राम स्कॅन दरम्यान प्रोसेसर मेमरीशी खालील कारणांसाठी संवाद साधतो-

1. मेमरीमध्ये साठवलेल्या इनपुट डिवाइसेसची स्थिती समजून घेण्यासाठी.
2. इन्स्ट्रक्शन एक्झिक्युट करण्यासाठी डेटा मेमरीमध्ये साठवलेला विशिष्ट न्युमेरिकल डेटा मिळवण्यासाठी.
3. प्रोग्राम लॉजिक सोडवल्यानंतर विशिष्ट आउटपुट डिवाइसेसची स्थिती आउटपुट स्टेटस फाइलमध्ये लिहिण्यासाठी.

सेंट्रल प्रोसेसिंग युनिट (सीपीयू) पीएलसी ऑपरेशन पूर्ण करण्यासाठी आवश्यक असलेली कार्ये करतो. सीपीयू इनपुट मॉड्यूलमधून रिल टाइम इनपुट स्टेटस वापरून युजर प्रोग्राम लॉजिक सोडवतो आणि आउटपुट मॉड्यूलद्वारे आउटपुटची स्थिती अपडेट करतो.

पीएलसी प्रोसेसर खालील तीन ऑपरेटिंग मोड्समध्ये कार्य करतो:

a) प्रोग्राम मोड

b) रन मोड

c) रिमोट (REM) मोड

a) **प्रोग्राम मोड:** या मोडमध्ये, प्रोसेसर युजरला लॅडर प्रोग्राममध्ये बदल करण्याची परवानगी देतो ज्यामध्ये पीएलसी मेमरीमध्ये प्रोग्राम डाउनलोड करण्यापूर्वी एन्ट्री आणि एडिटिंगचा समावेश असतो.

b) **रन मोड:** पीएलसी मेमरीमध्ये प्रोग्राम डाउनलोड केल्यानंतर, जर सर्व इनपुट आणि आउटपुट योग्य स्कू टर्मिनल्सला जोडलेले असतील, तर युजर प्रोसेसरला रन मोडमध्ये ठेवू शकतो. रन मोडमध्ये प्रोसेसर लॅडर प्रोग्राम स्कॅन करण्यास सुरुवात करतो. लॅडर प्रोग्रामचे स्कॅनिंग प्रोसेसरद्वारे क्रमवार आणि पुन्हा-पुन्हा केले जाते ज्याला 'स्कॅन सायकल' म्हणतात. प्रोसेसर तास, दिवस, आठवडे किंवा महिनेसुद्धा रन मोडमध्ये राहू शकतो.

स्कॅन सायकल: स्कॅन सायकल मध्ये क्रमवार ऑपरेशन्सच्या मालिकेचा समावेश असतो ज्यामध्ये आकृती 1.3 मध्ये दर्शविलेल्या पायऱ्यांचा समावेश आहे.

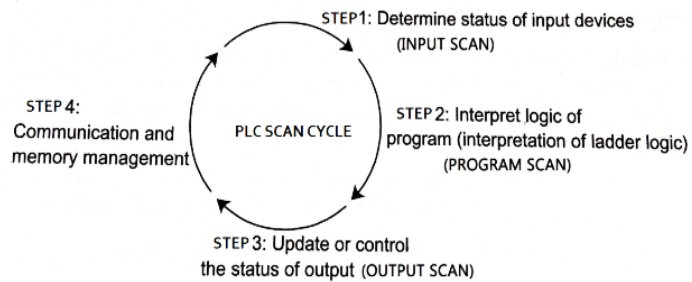


Figure.1.3 (Scan Cycle)

Courtesy: Understanding the Scan Cycle of SIEMENS PLC

- i) **इनपुट स्कॅन:** इनपुट स्कॅन दरम्यान, प्रोसेसर प्रत्येक इनपुट पॉइंटची स्थिती स्कॅन करतो जी इनपुट मॉड्यूलद्वारे इनपुट स्टेटस फाईलमध्ये साठवलेली असते.
 - ii) **प्रोग्राम स्कॅन:** इनपुट वाचले गेल्यानंतर आणि इनपुट स्टेटस फाईलमध्ये साठवले गेल्यानंतर, प्रोसेसर या माहितीचा वापर यूजर प्रोग्राम सॉल्व्ह करतो. प्रोग्राम स्कॅन दरम्यान प्रोसेसर रंग 0 पासून सुरू करून, डावीकडून उजवीकडे यूजर प्रोग्राम स्कॅन करतो, आणि आउटपुट इन्स्ट्रक्शन येईपर्यंत एक-एक इन्स्ट्रक्शनचे मूल्यांकन (Evalutes) करतो. रंग 0 चे स्कॅनिंग पूर्ण झाल्यावर प्रोसेसर रंग 1, रंग 2 आणि रंग 3 वर अनुक्रमे शेवटच्या रंगपर्यंत जातो. आउटपुट स्टेटस हा कोणत्याही विशिष्ट रंगसाठी सोडवलेल्या इनपुट लॉजिकचा तार्किक परिणाम असतो. लॉजिक '1' किंवा '0' आउटपुट स्टेटस नंतर आउटपुट स्टेटस फाईलमध्ये ठेवले जातात.
 - iii) **आउटपुट स्कॅन:** आउटपुट स्कॅन दरम्यान प्रोसेसर विशिष्ट आउटपुट पॉइंटची ऑन किंवा ऑफ स्थिती संबंधित आउटपुट मॉड्यूलमध्ये लिहिता. प्रत्येक आउटपुट स्टेटस वर्ड ऑन किंवा ऑफ इलेक्ट्रिकल सिग्नलने बनलेला असतो. प्रत्येक आउटपुट पॉइंटसाठी एक ऑन किंवा ऑफ सिग्नल असतो.
 - iv) **कम्युनिकेशन आणि मेमरी मॅनेजमेंट:** अपडेट केलेला आउटपुट डेटा आउटपुट मॉड्यूलमध्ये लिहिला गेल्यानंतर, प्रोसेसर कम्युनिकेशन आणि मेमरी मॅनेजमेंट सायकलमध्ये जातो. कम्युनिकेशनमध्ये हँडहेल्ड प्रोग्रामिंग डिव्हाइस किंवा पीसी मॉनिटर स्क्रीन अपडेट करणे आणि नेटवर्कमधील इतर पीएलसी ला सिग्नल पाठवणे समाविष्ट आहे. मेमरी मॅनेजमेंटमध्ये टायमर्स, काउंटर्स, अंतर्गत टाइम बेस आणि इतर अंतर्गत डेटा फाईल्स अपडेट करणे समाविष्ट आहे.
- c) **रिमोट (REM) मोड:** या मोडमध्ये, पीएलसी चा प्रोसेसर रिमोट मोडमध्ये ठेवला जातो. म्हणजेच नेटवर्कमध्ये अनेक इतर पीएलसी कनेक्ट केलेले असतात. या मोडमध्ये युजरला प्रोग्राम एडिट करण्याची आणि प्रोग्राम मोडमध्ये बदल करण्याची परवानगी असते.
- B. मेमरी:** पीएलसीच्या सीपीयू मध्ये हजारो मेमरी लोकेशन्स असतात ज्या बायनरी डेटा (0 आणि 1 किंवा ऑन आणि ऑफच्या स्वरूपात माहिती साठवतात. यांना वर्ड्स किंवा रजिस्टर्स म्हणतात. मेमरीचा उद्देश सिस्टम प्रोग्राम, यूजर प्रोग्राम, विविध इनपुट आणि आउटपुटची स्थिती, टायमर डेटा, काउंटर डेटा, यूजर प्रोग्रामशी संबंधित अल्फान्यूमेरिक डेटा साठवणे हा आहे.
- वरील सर्व माहिती जी मेमरीमध्ये साठवली जाते ती व्यवस्थित पद्धतीने साठवली जावी, जेणेकरून जेव्हा प्रोसेसरला कोणतीही विशिष्ट माहिती हवी असेल

तेव्हा ती सहजपणे उपलब्ध होऊ शकेल. म्हणून, हे साध्य करण्यासाठी, पीएलसी मेमरी दोन भागांमध्ये (फाईल्स) विभागली जाते:

1. डेटा मेमरी (रॅम म्हणूनही ओळखली जाते)
2. प्रोग्राम मेमरी (रॉम म्हणूनही ओळखली जाते)

डेटा मेमरी ही व्होलाटाईल किंवा रॅम मेमरी आहे जी इनपुट स्टेटस, आउटपुट स्टेटस, टायमर्स, काउंटर्स, अंतर्गत बिट रिले, संख्यात्मक मूल्ये (पूर्ण किंवा फ्लोटिंग पॉइंट) इत्यादींशी संबंधित डेटा साठवण्यासाठी वापरली जाते.

प्रोग्राम मेमरी ही नॉन-व्होलाटाईल किंवा रॉम मेमरी आहे जी सिस्टम प्रोग्राम आणि यूजर प्रोग्राम साठवण्यासाठी वापरली जाते.

मेमरी ऑर्गनायझेशन: पीएलसी मधील मेमरीची संघटना समजून घेण्यासाठी, प्रोग्राम फाईल्स आणि डेटा फाईल्स या दोन ड्रॉवर असलेल्या फाईल कॅबिनेटसारख्या आहेत असे समजा, जिथे एका ड्रॉवरमध्ये प्रोग्राम फाईल्स आणि दुसऱ्या ड्रॉवरमध्ये डेटा फाईल्स आहेत, जसे आकृती 1.4 मध्ये दाखवले आहे.

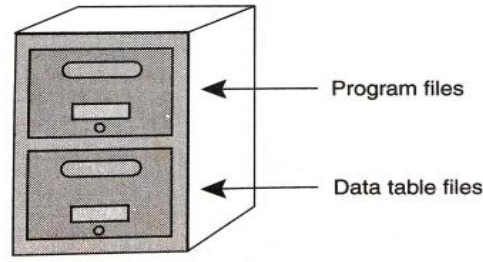


Figure.1.4 (Memory Organization)

प्रोग्राम फाईल्स: पीएलसी प्रोसेसर सिस्टम माहिती, यूजर प्रोग्राम, कॉन्फिगरेशन माहिती प्रोग्राम फाईल्स नावाच्या एका फाईल समूहात साठवतो. आकृती 1.5 प्रोग्राम फाईल्सचे गटीकरण दर्शवते.

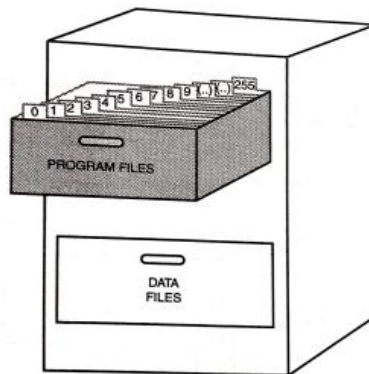


Figure.1.5 (Program Files)

प्रति प्रोजेक्ट फाईलमध्ये 256 प्रोग्राम फाईल्स उपलब्ध असतात. वरील आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे सर्व 256 फाईल्स (म्हणजेच फाईल 0 ते फाईल 255) प्रोग्राम फाईल

फोल्डरमध्ये क्रमवार मांडलेल्या असतात. प्रोग्राम फाईलमध्ये वैयक्तिक फाईल्समध्ये खालील माहिती असते –

- फाईल 0 (Sys 0) - सिस्टम कॉन्फिगरेशन माहिती असते.
- फाईल 1 (Sys 1) - सिस्टम कॉन्फिगरेशन माहिती असते.
- फाईल 2 (LAD 2) - मुख्य लॅडर प्रोग्राम असतो.
- फाईल 3 ते फाईल 255 (LAD 3 ते LAD 255) - सबरुटीन प्रोग्राम्स असतात. आकृती 1.6 RS लॉजिक्स 500 सॉफ्टवेअर प्रोजेक्ट ट्री (प्रोजेक्ट फाईल) दर्शवते.

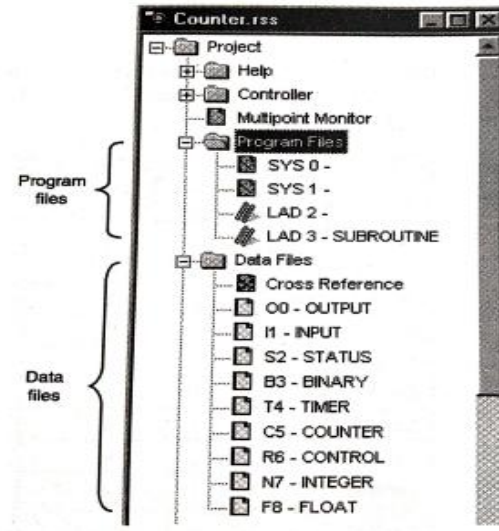


Figure.1.6 1.6 RS logix 500 software project tree
Courtesy: Getting started in Sequential Function Chart (SFC)
Programming in RSLogix5000

डेटा फाईल्स(Data Files): पीएलसी मेमरी यूजर प्रोग्राम सोडवण्यासाठी आवश्यक असलेला डेटा, डेटा फाईल्स नावाच्या एका फाईल समूहात साठवते. आकृती 1.7 दोन ड्रॉवर असलेल्या फाईल कॅबिनेटमध्ये डेटा फाईल्सचे गटीकरण दर्शवते.

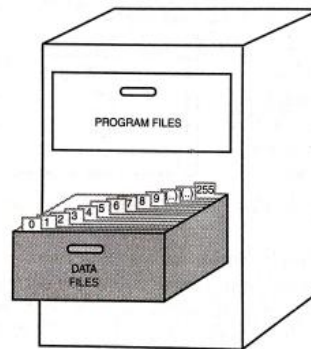


Figure 1.7 Grouping of data files

प्रति प्रोजेक्ट फाईलसाठी 256 डेटा फाईल्स उपलब्ध आहेत. वरील आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे सर्व 256 फाईल्स (म्हणजेच फाईल 0 ते फाईल 255) डेटा फाईल फोल्डरमध्ये क्रमवार मांडलेल्या आहेत. डेटा फाईलमध्ये नऊ (9) डीफॉल्ट डेटा

फाईल्स (म्हणजेच फाईल 0 ते फाईल 8) आणि 247 वापरकर्त्यांनी परिभाषित केलेल्या डेटा फाईल्स (म्हणजेच फाईल 9 ते फाईल 255) समाविष्ट आहेत.

डीफॉल्ट डेटा फाईल्स (Default data files): खालील आकृतीत दाखवलेला तक्ता पीएलसी मेमरीमध्ये असलेल्या डीफॉल्ट डेटा फाईल्सची यादी दर्शवतो.

Table 1.4 List of Default data file

डीफॉल्ट डेटा फाईल्स (DEFAULT DATA FILES)		
फाईल टाईप	फाईल आयडेंटिफायर	फाईल नंबर
आउटपुट स्टेटस फाईल	O	0
इनपुट स्टेटस फाईल	I	1
प्रोसेसर स्टेटस फाईल	S	2
बिट फाईल	B	3
टायमर फाईल	T	4
काउंटर फाईल	C	5
कंट्रोल फाईल	R	6
इंटीजीअर फाईल	N	7
प्लॉटिंग -पॉईंट फाईल	F	8

ही प्रत्येक फाईल प्रोसेसरला वापरकर्त्याचा प्रोग्राम चालवण्याचे काम पूर्ण करण्यासाठी आवश्यक असलेली विशिष्ट माहिती समाविष्ट करते.

1.2.3 विद्युत पुरवठा (Power supply)

विद्युत पुरवठा हा पीएलसी चा एक भाग आहे जो सीपीयू, इनपुट मॉड्यूल आणि आउटपुट मॉड्यूलला आवश्यक असलेल्या प्रमाणात विद्युत पुरवठा करण्यासाठी वापरला जातो पीएलसी मध्ये दोन प्रकारचे विद्युत पुरवठा आहेत-

1. अंतर्गत विद्युत पुरवठा: हा प्रोसेसर मॉड्यूलला विद्युत पुरवठा करतो.
2. बाह्य विद्युत पुरवठा: हा इनपुट आउटपुट मॉड्यूलसना एसी (AC) किंवा डीसी (DC) विद्युत पुरवठा करतो.

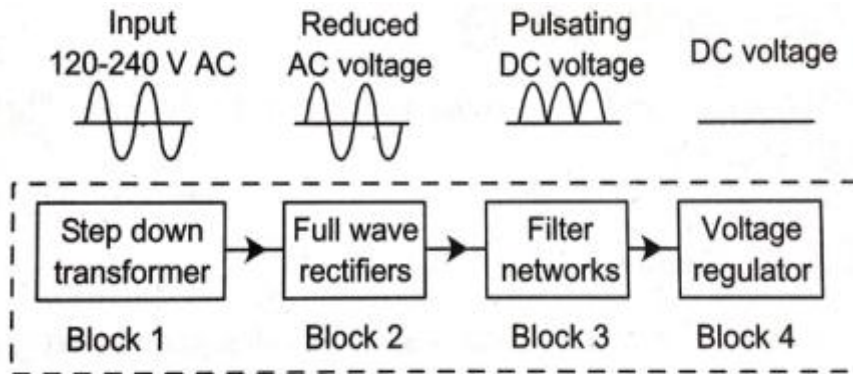


Figure. 1.8 Block diagram of Power Supply

पहिला भाग हा स्टेप डाउन ट्रान्सफॉर्मर आहे जो एसी (AC) पॉवर व्होल्टेज कमी करतो. दुसरा भाग हा फुल वेव्ह रेक्टिफायर आहे जो एसी (AC) ला पलस्टिंग (Pulsating) डीसी (DC) व्होल्टेजमध्ये रूपांतरित करतो. तिसरा भाग हा फिल्टर नेटवर्क आहे जो रेक्टिफायर भागातून येणारे डीसी पलस्टिंग (Pulsating) व्होल्टेज फिल्टर करतो. अंतिम भागामध्ये व्होल्टेज रेग्युलेटर असतो जो येणाऱ्या एसी (AC) व्होल्टेजमध्ये चढउतार झाला तरीही स्थिर डीसी (DC) आउटपुट व्होल्टेज कायम ठेवतो.

1.2.4 विशेष इनपुट आणि आउटपुट मॉड्यूल (Specialty I/O Modules) - विशेष इनपुट आणि आउटपुट मॉड्यूलसना ॲप्लिकेशन विशिष्ट मॉड्यूल किंवा विशेष कार्य मॉड्यूल असेही म्हणतात. या मॉड्यूलमध्ये त्यांचा स्वतःचा अंतर्निर्मित प्रोसेसर असतो. ती फक्त विशिष्ट कार्य करण्यासाठी डिझाइन केलेली असतात. ही मॉड्यूल इनपुट किंवा आउटपुट सिग्नल्सवर पूर्व-प्रक्रिया करतात आणि ही पूर्व-प्रक्रिया केलेली माहिती थेट पीलसीच्या प्रोसेसरला पुरवतात. ही बुद्धिमान मॉड्यूल पीलसीच्या प्रोसेसर आणि प्रोग्राम स्कॅनपासून स्वतंत्रपणे संपूर्ण प्रक्रिया कार्ये करू शकतात. त्यांच्याकडे डिजिटल, तसेच ॲनालॉग, कंट्रोल इनपुट आणि आउटपुट असू शकतात.

खाली काही विशेष मॉड्यूल आणि त्यांची कार्ये दिली आहेत:

1. **आर.टी.डी.इनपुट मॉड्यूल-** हे एक विशेष कार्य ॲनालॉग इनपुट मॉड्यूल आहे जे आर.टी.डी ला पीलसी बरोबर जोडण्यासाठी वापरले जाते. हे मॉड्यूल RTD कडून तापमानातील बदलानुसार प्रतिरोधातील बदल स्वीकारते. या सिग्नलवर मॉड्यूलमध्ये प्रक्रिया केली जाते आणि समतुल्य डिजिटल सिग्नल तयार केले जाते जे पीलसी मेमरीला दिले जाते.
2. **स्टेपर मोटर कंट्रोल मॉड्यूल-** मायक्रो-स्टेपिंग स्टेपर मोटर ॲप्लिकेशनसाठी डिजिटल आउटपुट पल्स ट्रेन प्रदान करते.
3. **ASCII I/O मॉड्यूल-** बार कोड रीडर, प्रिंटर यांना पीलसी बरोबर जोडण्याची सुविधा देते.
4. **कम्युनिकेशन मॉड्यूल-** दूरस्थ स्थानावरून पीलसी ला प्रवेश मिळवण्यासाठी मॉडेमद्वारे पीलसीला टेलिफोन लाइनशी जोडण्यासाठी वापरले जाते.
5. **मिलिक्वॉल्ट इनपुट मॉड्यूल-** विविध मिलिक्वॉल्ट उपकरणांपासून (जसे की थर्मोकपल, एलव्हीडीटी इत्यादी) येणारे इनपुट पीलसी डेटा टेबल्समध्ये साठवल्या जाऊ शकणाऱ्या मूल्यांमध्ये रूपांतरित करते.

1.2 पीलसीसाठी सामान्यतः वापरले जाणारे इनपुट / आउटपुट उपकरणे (Commonly used I/O devices used for PLC)

A. इनपुट उपकरणे (सेन्सर्स आणि स्विचेस) ही उपकरणे एखादी प्रक्रिया सुरू करण्यासाठी किंवा बदलण्यासाठी पीलसीला सिग्नल्स पाठवतात. इनपुट उपकरणे डिजिटल किंवा ॲनालॉग असू शकतात.

1. **डिजिटल इनपुट उपकरणे (डिस्क्रीट इनपुट्स)** ही उपकरणे पीलसीला बायनरी सिग्नल्स (0 किंवा 1) पुरवतात.

- a) **पुश बटन्स (Push buttons) (NO/NC कॉन्टॅक्ट्स)**
 - **प्रकार:** नॉर्मली ओपन (NO): दाबल्यावर सिग्नल पाठवते.
नॉर्मली क्लोज्ड (NC): दाबल्यावर सिग्नल तोडते.
 - **उपयोग:** औद्योगिक मशीन्समध्ये स्टार्ट/स्टॉप नियंत्रण, आपत्कालीन स्टॉप स्विचेस साठी वापरतात
 - b) **लिमिट स्विचेस (Limit Switches)** वस्तू संपर्कात आल्यावर सक्रिय होणारे मेकॅनिकल स्विचेस.
 - **प्रकार:** लिक्चर-टाइप, प्लंजर-टाइप, आणि रोलर-टाइप लिमिट स्विचेस.
 - **उपयोग:** कन्व्हेयर बेल्ट्स, रोबोटिक आर्म्समध्ये स्थिती शोधणे.
 - c) **फ्लोट स्विचेस (Float Switches)** द्रवपदार्थाची पातळी शोधतात.
 - **उपयोग:** टाक्यांमधील पाण्याची पातळी निरीक्षण साठी वापरतात
 - d) **प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्स - इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक फील्ड्स (Electromagnetic Fields) किंवा प्रकाश वापरून भौतिक संपर्काशिवाय वस्तू शोधतात.**
 - **प्रकार:** इंडक्टिव्ह सेन्सर्स – धातूच्या वस्तू शोधतात.
कॅपेसिटिव्ह सेन्सर्स – अधातू आणि धातूच्या वस्तू शोधतात.
अल्ट्रासोनिक सेन्सर्स – ध्वनी लहरी वापरून अंतर मोजतात.
 - **उपयोग:** स्वयंचलित असेंब्ली लाइन्समध्ये वस्तू शोधणे.
 - e) **फोटोइलेक्ट्रिक सेन्सर्स - वस्तू शोधण्यासाठी प्रकाश किरण वापरतात.**
 - **प्रकार:** थ्रू-बीम – वेगळा ट्रान्समिटर आणि रिसीव्हर.
रेट्रो-रिफ्लेक्टिव्ह – रिफ्लेक्टर वापरतात.
डिफ्यूज – वस्तूचे परावर्तन शोधतात.
 - **उपयोग:** पॅकेजिंग सिस्टीम्समध्ये वस्तूची गणना करणे.
 - f) **एनकोडर्स - मेकॅनिकल हालचाल विद्युत स्पंदनात रूपांतरित करतात.**
 - **प्रकार:** इंक्रीमेंटल एनकोडर – वेग मोजण्यासाठी स्पंदने पुरवतात.
अॅब्सोल्यूट एनकोडर – पोझीशन फीडबॅक देतात.
 - **उपयोग:** CNC मशीन्स, कन्व्हेयर मोटर्समध्ये पोझीशन फीडबॅक देतात.
2. **अॅनालॉग इनपुट उपकरणे** ही उपकरणे सतत सिग्नल्स पुरवतात (उदा., 0-10V, 4-20mA). तापमान, दाब, वेग, किंवा प्रवाह मोजण्यासाठी वापरली जातात.
 - a) **टेम्परेचर सेन्सर्स .**
 - प्रकार:** RTD (रेझिस्टन्स टेम्परेचर डिटेक्टर) – औद्योगिक वापरासाठी उच्च अचूकता.
थर्मोकपल्स (Thermocouples)– उच्च तापमान ॲप्लिकेशन्समध्ये वापरले जातात. .
 - **उपयोग:** भट्ट्या, बॉयलर्समध्ये तापमान नियंत्रण.
 - b) **प्रेशर सेन्सर्स (Pressure Sensors)-** प्रेशर विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतरित करतात.

- **प्रकार:** स्ट्रेन गेज प्रेशर सेन्सर – प्रतिरोधात बदल वापरतात.
- **कॅपॅसिटिव्ह प्रेशर सेन्सर** – कॅपॅसिटन्समधील बदल वापरतात.
- **उपयोग:** हायड्रॉलिक सिस्टम मॉनिटरिंग, न्यूमॅटिक सिस्टम्समध्ये वापरले जातात.

c) **फ्लो सेन्सरस (Flow Sensors):** द्रवपदार्थ किंवा वायूंचा प्रवाह दर मोजतात.

- **प्रकार:** टर्बाइन फ्लो मीटर्स – फिरणाऱ्या पात्यांद्वारे प्रवाह मोजतात
- **मॅग्नेटिक फ्लो मीटर्स** – फॅराडेच्या नियमावर कार्य करतात.
- **उपयोग:** रासायनिक प्रक्रिया, पाणी शुद्धीकरण प्रकल्प मध्ये वापरले जातात

d) **लोड सेल्स** – स्ट्रेन गेज वापरून बल विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतरित करतात.

- **उपयोग:** औद्योगिक वजन यंत्रे, रोबोटिक ग्रिपर्स मध्ये वापरले जातात.

B. आउटपुट डिव्हाइसेस (अॅक्च्युएटर्स आणि कंट्रोल एलिमेंट्स) आउटपुट डिव्हाइसेस पीलसीच्या आउटपुट मॉड्यूलस कडून मोटर्स, सोलेनॉइड्स, अलार्म्स इत्यादी चालवण्यासाठी सिग्नल्स प्राप्त करतात.

अॅक्च्युएटर्स - अॅक्च्युएटर्स हे विद्युत सिग्नल्सचे भौतिक हालचालीत किंवा यांत्रिक कार्यात रूपांतर करणारी उपकरणे आहेत. त्यांचा वापर ऑटोमेशन, रोबोटिक्स आणि कंट्रोल सिस्टीम्समध्ये केला जातो.

कंट्रोल एलिमेंट्स - कंट्रोल एलिमेंट्स ही अॅक्च्युएटर्स आणि इतर आउटपुट घटकांचे नियमन करणारी उपकरणे आहेत. हे घटक सिस्टीम्सची योग्य कार्यक्षमता, संरक्षण आणि कार्यक्षमता सुनिश्चित करतात.

1. **डिजिटल आउटपुट डिव्हाइसेस** ही उपकरणे ऑन /ऑफ (बायनरी) सिग्नल्स वर कार्य करतात.

a) **रिले (Relay):** पीलसी सिग्नल्स वापरून उच्च-शक्ती भार नियंत्रित करणारी इलेक्ट्रोमेकॅनिकल उपकरणे.

- **प्रकार:** इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रिले, सॉलिड-स्टेट रिले (SSR).
- **उपयोग:** मोटर स्टार्टर्स, विद्युत कॉन्ट्रॅक्टर्स मध्ये वापरले जातात.

b) **सोलेनॉइड व्हॉल्व्ह्स (Solenoid Valves):** हवा, पाणी किंवा हायड्रॉलिक प्रवाह नियंत्रित करणारे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक व्हॉल्व्ह्स.

- **उपयोग:** न्यूमॅटिक आणि हायड्रॉलिक रोबोटिक आर्म्स मध्ये वापरले जातात.

c) **विद्युत मोटर्स (Electric Motors):** विद्युत सिग्नल्सचे फिरण्याच्या गतीत रूपांतर करतात.

- **प्रकार:** एसी मोटर्स – कन्व्हेयर्समध्ये वापरल्या जातात.
डीसी मोटर्स – रोबोटिक अॅक्च्युएटर्समध्ये वापरल्या जातात.
स्टेपर मोटर्स – सी एन सी मशीन्समध्ये अचूक नियंत्रणासाठी.
सर्व्हो मोटर्स – उच्च अचूकता, रोबोटिक्समध्ये वापरल्या जातात.
- **उपयोग:** रोबोटिक आर्म्स, सी .एन. सी. मशीनिंगचे स्वयंचलन मध्ये वापरतात.

- d) **अलार्म्स आणि बझर्स (Alarms & Buzzers):** दोष किंवा चेतावणी असल्यास ऐकू येणारे इशारे देतात.
- **उपयोग:** औद्योगिक स्वयंचलनातील सुरक्षा चेतावणी प्रणाली मध्ये वापरतात.
- e) **इंडिकेटर लॅम्प्स (LEDs):** मशीनची स्थिती (ON/OFF, दोष, प्रक्रिया, इ.) ची दृश्य सूचना.
- **उपयोग:** एच. एम.आय. (ह्युमन मशीन इंटरफेस) स्टेटस पॅनेल्स. मध्ये वापरतात.

2. **अनालॉग आउटपुट डिवाइसेस** ही उपकरणे सतत सिग्नल्स (0-10V, 4-20mA) वर कार्य करतात.

- a) **व्हेरिअबल फ्रिक्वेन्सी ड्राइव्ह्स (VFDs):** फ्रिक्वेन्सी आणि व्होल्टेज समायोजित करून AC मोटर्सची गती नियंत्रित करतात.
- **उपयोग:** कन्व्हेयर गती नियंत्रण, औद्योगिक मिक्सर्स. मध्ये वापरतात.
- b) **प्रपोर्शनल व्हॉल्व्ह्स(Proportional Valves):** ऑन /ऑफ ऐवजी बदलत्या द्रव प्रवाह नियंत्रण प्रदान करतात.
- **उपयोग:** रोबोटिक ऑटोमेशनमधील हायड्रॉलिक अॅक्च्युएटर्स. मध्ये वापरतात.
- c) **अनालॉग डिस्प्ले मीटर्स(Analog Display meters):** दाब, गती, तापमान यांच्या रीअल-टाइम वाचनांचे प्रदर्शन करतात.
- **उपयोग:** स्काडा आणि औद्योगिक कंट्रोल पॅनेल्समध्ये मध्ये वापरतात..

1.3 पीलसी चे प्रकार (Types of PLC's)

सर्वसाधारणपणे, पीलसी विविध श्रेणी आणि आकारांमध्ये उपलब्ध असतात. परंतु सोपेपणासाठी, आकृती 1.9 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे पीलसी चे वर्गीकरण श्रेणींमध्ये केले जाते.

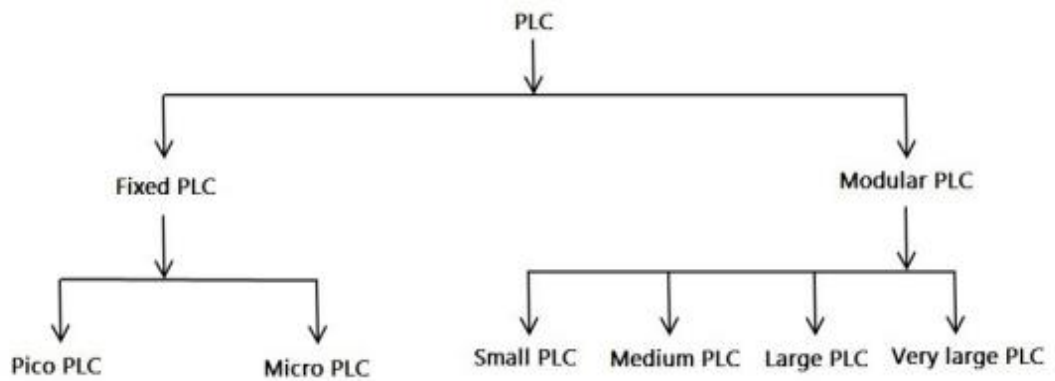


Figure.1.9 Classification of PLC

फिक्स्ड पीलसी: फिक्स्ड पीलसी मध्ये सीपीयू, पॉवर सप्लाय युनिट, इनपुट आणि आउटपुट विभाग हे फिक्स्ड किंवा इनबिल्ट असतात. उदाहरणार्थ, स्वयं-समाविष्ट पॅकेजमध्ये सीपीयू, पॉवर सप्लाय, इनपुट आणि आउटपुट विभाग समाविष्ट असतात. फिक्स्ड पीलसी कन्व्हेशनल डायग्राम आणि फोटो इमेज आकृती 1.10 आणि 1.11 मध्ये दर्शविले आहे.

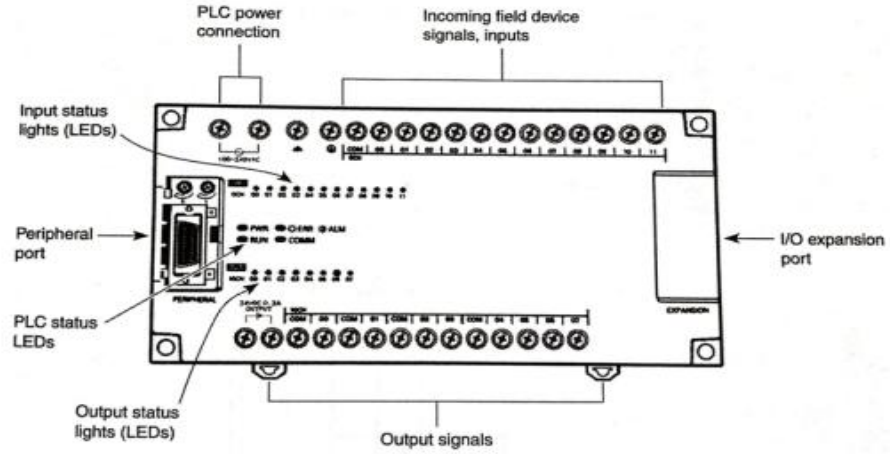


Figure.1.10 Conventional diagram of Fixed PLC

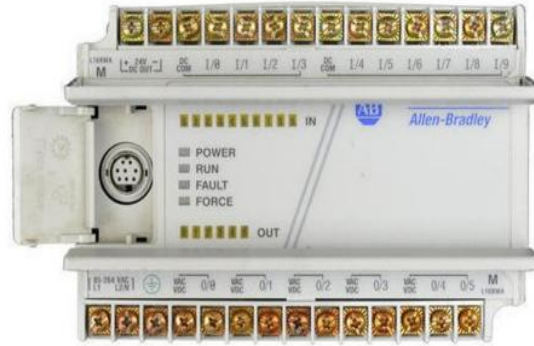


Figure1.11 Photo image of Fixed PLC

फिक्स्ड पीलसी चे वर्गीकरण खालीलप्रमाणे केले जाते:

1. **पिको पीलसी (PICO PLC):** अतिशय कमी इनपुट आउटपुट संख्येमुळे याला पिको म्हटले जाते. यामध्ये कमाल 12 इनपुट आउटपुट पॉइंट्स असतात. पिको पीलसी हा अतिशय कॉम्पॅक्ट आणि मूलभूत प्रकारचा पीलसी आहे जो साध्या नियंत्रण कार्यासाठी डिझाइन केलेला आहे. साधारणपणे अशा ॲप्लिकेशन्समध्ये वापरला जातो जिथे कंट्रोल सिस्टीमला मर्यादित लॉजिक ऑपरेशन्सची आवश्यकता असते.

- **उपयोग:**
 - साधी मोटर नियंत्रण प्रणाली
 - इमारतींमधील लाइटिंग नियंत्रण
 - लहान कन्वेयर प्रणाली
 - गृह स्वयंचलन

2. **मायक्रो पीलसी (MICRO PLC):** हा फिक्स्ड पीलसी चा अतिशय लोकप्रिय प्रकार आहे. या प्रकारच्या पीलसी मध्ये साधारणपणे कमाल 32 इनपुट आउटपुट पॉइंट्स असतात. मायक्रो पीलसी हा एक लहान आणि किफायतशीर प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर आहे जो औद्योगिक आणि व्यावसायिक वातावरणातील लहान स्वयंचलन प्रकल्पांसाठी तयार केलेला आहे. हा विशेषतः अशा परिस्थितींसाठी योग्य आहे जिथे कॉम्पॅक्ट आकार, ऊर्जा कार्यक्षमता आणि किफायतशीरता महत्वाची असते, मात्र आवश्यक कार्यक्षमता कमी न करता हे सर्व मिळते.

- **उपयोग:** औद्योगिक प्रक्रिया नियंत्रण
मध्यम आकाराच्या कन्हेयर प्रणाली
पॅकेजिंग मशीन्स
इमारतींमधील हीट व्हेंटिलेशन एअर कंडिशनिंग(एच .वी. ए. सी). प्रणाली
लहान उत्पादन प्रणाली

Table1.5 Comparison between Pico & Micro PLC

फीचर	पिको पीलसी	मायक्रो पीलसी
साईझ	व्हेरी कॉम्पॅक्ट	कॉम्पॅक्ट
इनपुट -आउटपुट पॉईंट्स	4 to 12	16 to 128
प्रोग्रामिंग बेसिक	बेसिक लॅंडर	एडव्हान्सड लॅंडर अँड एफ बी डी
अॅप्लिकेशन	सिम्पल टास्क्स	मीडिअम -स्केल टास्क्स
कॉस्ट	लो	मॉडरेट

मॉड्युलर पीलसी: (Modular PLC):मॉड्युलर पीलसी हा असा पीलसी आहे जो इनपुट विभाग, आउटपुट विभाग, सीपीयु आणि पॉवर सप्लायसाठी स्वतंत्र मॉड्यूल (युनिट) वापरतो. प्रत्येक मॉड्युलर पीलसी मध्ये फक्त एक सीपीयु मॉड्यूल आणि पॉवर सप्लाय मॉड्यूल असेल आणि अधिक संख्येने इनपुट आणि आउटपुट मॉड्यूलस असू शकतात. मॉड्युलर पीलसी हा प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलरचा एक प्रकार आहे जो वापरकर्त्यांना अॅप्लिकेशनच्या आवश्यकतेनुसार मॉड्यूलस जोडून किंवा काढून सिस्टीम कस्टमाइज आणि विस्तारित करण्याची परवानगी देतो. फिक्स्ड पीलसी च्या तुलनेत तो अधिक लवचिकता, स्केलेबिलिटी आणि कार्यक्षमता प्रदान करतो.

मॉड्युलर पीलसी चे उपयोग (Applications of Modular PLCs)

1. **उत्पादन उद्योग** - असेंब्ली लाइन्स आणि रोबोटिक नियंत्रण
2. **प्रक्रिया स्वयंचलन** - तेल शुद्धीकरण केंद्रे, रासायनिक कारखाने आणि पाणी शुद्धीकरण प्रणाली
3. **इमारत स्वयंचलन** - हीट व्हेंटिलेशन एअर कंडिशनिंग(एच .वी. ए. सी). नियंत्रण आणि स्मार्ट इमारत व्यवस्थापन
4. **वाहतूक** - वाहतूक सिग्नल नियंत्रण आणि स्वयंचलित कन्हेयर प्रणाली
5. **ऊर्जा क्षेत्र** - वीज केंद्र स्वयंचलन आणि देखरेख प्रणाली या सर्वांमध्ये मॉड्युलर पीलसी वापरतात

आकृती 1.12 मॉड्युलर पीलसी डायग्राम दर्शवते आणि आकृती 1.13 मॉड्युलर पीलसीची फोटो इमेज दर्शवते.

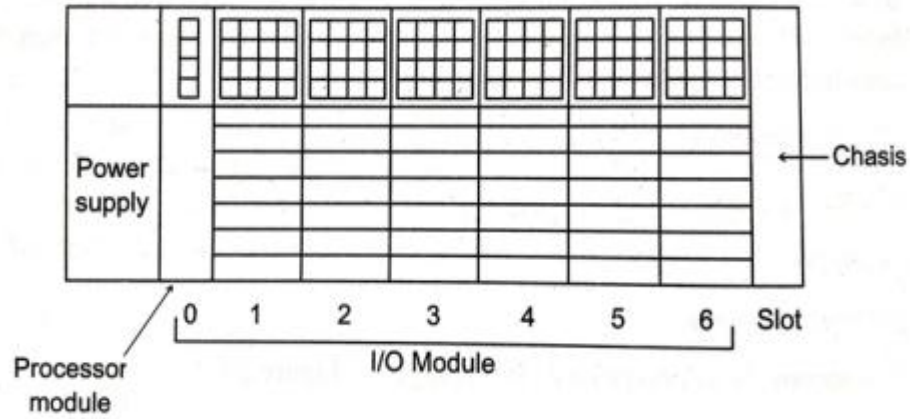


Figure 1.12 Modular PLC



Figure 1.13 Photo image of Modular PLC

1. **लहान पीएलसी: (Small PLC)** 32 ते 128 इनपुट/आउटपुट पॉइंट्स असलेल्या पीएलसीला लहान पीएलसी म्हणतात. हे लहान प्रमाणावरील स्वयंचलित कार्यासाठी कॉम्पॅक्ट आणि साधे नियंत्रक आहे.
 - **उपयोग-** कन्वेयर, पॅकेजिंग लाइन्स किंवा एचव्हीएसी सिस्टम्स यांसारखे साधे मशीन नियंत्रण . गुंतागुंतीच्या नेटवर्किंगची गरज नसलेली स्वतंत्र कार्ये करण्यासाठी वापरले जाते.
 - **उदाहरणे:** सीमेन्स लोगो अॅलन-ब्रॅडली मायक्रो लॉजिक्स मित्सुबिशी एफएक्स सीरीज
2. **मध्यम पीएलसी: (Medium PLC)** 128 ते 1024 इनपुट/आउटपुट पॉइंट्स असलेल्या पीएलसीला मध्यम आकाराचे पीएलसी म्हणतात. लहान पीएलसीपेक्षा अधिक शक्तिशाली, मध्यम प्रमाणावरील स्वयंचलित कार्यासाठी योग्य.
 - **उपयोग:** असेंब्ली लाइन्स, मटेरिअल हँडलिंग सिस्टम्स आणि लहान प्लांट ऑटोमेशन डेटा लॉगिंग आणि रिमोट कम्युनिकेशनची आवश्यकता असलेल्या सिस्टम्स
 - **उदाहरणे:** सीमेन्स एस 7-1200 अॅलन-ब्रॅडली कॉम्पॅक्ट लॉजिक्स ओमरॉन सीजेरएम सीरीज

3. **मोठे पीएलसी: (Large PLC)** 1024 ते 4096 पॉइंट्स असलेल्या पीएलसीला मोठे पीएलसी म्हणतात. मोठ्या आणि गुंतागुंतीच्या औद्योगिक अनुप्रयोगांसाठी डिझाइन केलेले उच्च-कार्यक्षमता नियंत्रक आहे .
 - **उपयोग:** • मोठ्या प्रमाणावरील उत्पादन लाइन्स • गुंतागुंतीचे प्रक्रिया नियंत्रण • ऊर्जा व्यवस्थापन प्रणाली मध्ये वापरले जातात.
 - **उदाहरणे:** सीमेन्स एस 7-1500
 अलन-ब्रॅडली कंट्रोल लॉजिक्स
 श्नायडर (Schneider) इलेक्ट्रिक मोडिकॉन एम 580
4. **अति मोठे पीएलसी: (Very Large PLC)** 4096 पेक्षा जास्त इनपुट/आउटपुट पॉइंट्स असलेल्या पीएलसीला अति मोठे पीएलसी म्हणतात. अत्यंत प्रक्रिया शक्ती आणि विश्वसनीयता आवश्यक असलेल्या महत्त्वपूर्ण अनुप्रयोगांसाठी डिझाइन केलेले आहे .
 - **उपयोग:** तेल आणि वायू प्लांट्स, रासायनिक प्रक्रिया उद्योग, ऑटोमोटिव्ह उत्पादन प्लांट्स, आणि स्मार्ट सिटीज आणि पॉवर ग्रिड्स सारखे मोठे पायाभूत प्रकल्प झीरो डाउनटाइमसह रिअल-टाइम नियंत्रण आवश्यक असलेल्या सिस्टम्स वापरले जातात.
 - **उदाहरणे:** सीमेन्स पीसीएस 7(Siemens PCS7)
 रॉकवेल ऑटोमेशन प्लांटपीएक्स(Rockwell Automation PlantPAx)
 हनीवेल एक्सपेरियन पीकेएस(Honeywell Experion PKS)

1.4.1 दिलेल्या ॲप्लिकेशनसाठी पीएलसीची निवड निकष (Selection Criteria of PLC for given application)

1. **इनपुट/आउटपुट (I/O) आवश्यकता**
 - **इनपुट आणि आउटपुटची संख्या:** ॲप्लिकेशनच्या गरजेनुसार निवडा.
 - **इनपुट आउटपुट चे प्रकार:** डिजिटल, ॲनालॉग किंवा मिश्र.
 - **विस्तारक्षमता:** भविष्यातील गरजा वाढल्यास **इनपुट/आउटपुट** मॉड्यूल जोडता येतील याची खात्री करा.
2. **आकार आणि भौतिक मर्यादा**
 - **मायक्रो, कॉम्पॅक्ट किंवा मॉड्युलर पीएलसी:** सिस्टमची जटिलता आणि उपलब्ध जागेनुसार निवडा.
 - **माउंटिंग पर्याय:** पॅनेल किंवा डी .आय .एन .रेल माउंटिंग.
 - **पर्यावरणीय विचार:** आवश्यक असल्यास कठीण वातावरणात कार्य करण्यासाठी योग्य आकार असावा.
3. **प्रोसेसिंग वेग आणि मेमरी**
 - **स्कॅन टाइम:** उच्च-वेग ॲप्लिकेशनसाठी जलद स्कॅन टाइम.
 - **मेमरी साइज:** जटिल लॉजिक प्रोग्राम साठवण्यासाठी पुरेशी मेमरी.
 - **डेटा प्रोसेसिंग क्षमता:** आवश्यक असल्यास प्लोटिंग-पॉइंट ऑपरेशन्स.

4. कम्प्युनिकेशन आणि नेटवर्किंग क्षमता
 - समर्थित कम्प्युनिकेशन प्रोटोकॉल: इथरनेट /इनपुट, मॉडबस, प्रोफिबस, कॅनबस, इत्यादी.
 - सुसंगतता: विद्यमान स्काडा किंवा कंट्रोल सिस्टमशी सुसंगतता.
 - रिमोट मॉनिटरिंग: आधुनिक स्वयंचलित प्रणालीसाठी आवश्यक.
5. प्रोग्रामिंग आणि सॉफ्टवेअर आवश्यकता
 - प्रोग्रामिंग भाषा: IEC61131-3 अनुरूप (लॅडर डायग्राम, स्ट्रक्चर्ड टेक्स्ट, फंक्शन ब्लॉक, इ.).
 - वापरकर्ता-अनुकूल सॉफ्टवेअर: डीबिंग टूल्ससह वापरण्यास सोपे सॉफ्टवेअर.
 - प्रोग्रामिंग सॉफ्टवेअरची किंमत: जर लायसन्सिंग शुल्क आवश्यक असल्यास.
6. विश्वसनीयता आणि पर्यावरणीय घटक
 - कार्य तापमान श्रेणी: औद्योगिक परिस्थितींमध्ये टिकाव धरणारे.
 - आय पी रेटिंग: धूळ आणि ओलाव्यापासून संरक्षण.
 - कंपन आणि धक्का प्रतिरोध: औद्योगिक वातावरणासाठी महत्वाचे असते.
7. वीज पुरवठा आवश्यकता
 - कार्य व्होल्टेज: साइटवर उपलब्ध वीज पुरवठ्याशी जुळणारे (24V DC किंवा 230 V AC).
 - वीज वापर: ऊर्जा कार्यक्षमतेसाठी कमी वीज आवश्यकता असलेले निवडणे.
8. सुरक्षा आणि प्रमाणपत्रे
 - सुरक्षा अनुपालन: धोकादायक वातावरणासाठी सुरक्षा-रेटेड पीएलसी (SIL, ATEX प्रमाणपत्रे).
 - रिडंडन्सी: महत्त्वपूर्ण ॲप्लिकेशनसाठी रिडंडंट मॉड्यूलचे समर्थन
9. खर्चाचे विचार
 - प्रारंभिक खर्च: ॲप्लिकेशनच्या व्याप्तीनुसार बजेट-अनुकूल पर्याय.
 - देखभाल आणि स्पेअर पार्ट्सची उपलब्धता: बदली भागांची उपलब्धता आणि परवडण्याजोगी किंमत.
 - हमी आणि सेवा समर्थन: उत्पादकाकडून विश्वसनीय सेवा.
10. ॲप्लिकेशन-विशिष्ट विचार
 - मोशन कंट्रोल: सर्व्हो किंवा स्टेपर मोटर्स समाविष्ट असल्यास
 - डेटा लॉगिंग: ऐतिहासिक डेटा ट्रॅकिंग आवश्यक असलेल्या ॲप्लिकेशनसाठी उपयुक्त आहे.
- 1.4 पीएलसी मधील रिडंडन्सी (Redundancy in PLC)

प्रोग्रॅमेबल लॉजिक कंट्रोलर (PLC) मधील रिडंडन्सी म्हणजे अतिरिक्त घटक किंवा सिस्टम समाविष्ट करणे जे एखादी बिघाड झाल्यास सहजपणे नियंत्रण स्वीकारू शकतात, ज्यामुळे सिस्टमची विश्वसनीयता सुधारते आणि डाउनटाइम कमी होतो. हा दृष्टिकोन औद्योगिक क्षेत्रात महत्वाचा आहे जिथे सतत कार्य महत्वाचे असते.

1.5.1 पीएलसी सिस्टममधील रिडंडन्सीचे प्रकार: (Types of Redundancy in PLC Systems)

1. **सीपीयु रिडंडन्सी:** अनेक सीपीयु युनिट्स वापरणे समाविष्ट आहे. एक सीपीयु बिघडल्यास, दुसरा प्रक्रियेत व्यत्यय न आणता कार्य स्वीकारतो. रिडंडन्सीचा हा प्रकार महत्त्वपूर्ण ॲप्लिकेशनमध्ये महत्त्वाचा आहे जिथे अगदी थोडा डाउनटाइमदेखील मोठ्या नुकसानीस कारणीभूत ठरू शकतो.

खालील आकृतीनुसार, जेव्हा कोणत्याही कारणामुळे पॉवर सप्लाय किंवा सीपीयु मध्ये बिघाड होतो, तेव्हा लगेचच दुसरा पॉवर सप्लाय किंवा सीपीयु कार्य स्वीकारतो.

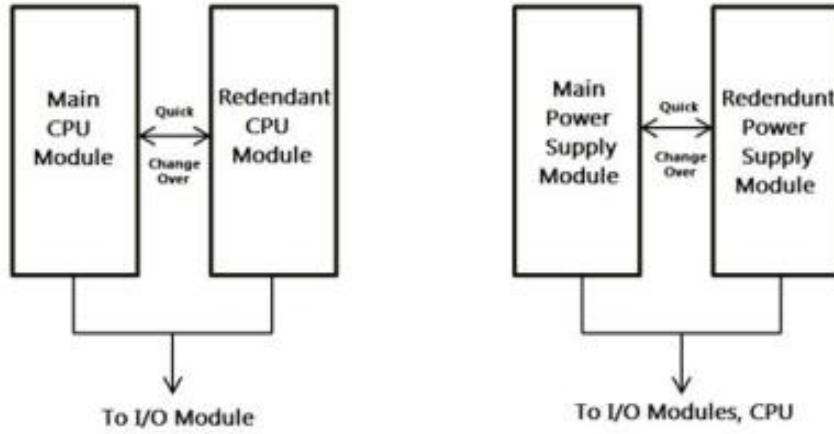


Figure.1.14 CPU Redundancy in PLC

2. **पॉवर सप्लाय रिडंडन्सी:** अनेक पॉवर सप्लाय वापरल्याने एक पॉवर सप्लाय बिघडला तरी सिस्टम कार्यरत राहते. हे विशेषतः अशा वातावरणात महत्त्वाचे आहे जिथे वीज स्थिरता महत्त्वाची असते.
3. **इनपुट/आउटपुट रिडंडन्सी:** इनपुट/आउटपुट मॉड्यूल बिघाडामुळे होणारे सिस्टम फेल्युअर टाळण्यासाठी रिडंडंट इनपुट/आउटपुट मॉड्यूल वापरले जातात. एक इनपुट/आउटपुट मॉड्यूल बिघडल्यास, दुसरे मॉड्यूल कार्य स्वीकारते, ज्यामुळे सर्व जोडलेल्या उपकरणांचे सतत मॉनिटरिंग आणि नियंत्रण सुनिश्चित होते.
4. **नेटवर्क रिडंडन्सी:** रिडंडंट नेटवर्क मार्ग आणि कम्युनिकेशन मॉड्यूल सतत डेटा प्रवाह आणि कनेक्टिव्हिटी सुनिश्चित करतात. एक नेटवर्क मार्ग बिघडल्यास, सिस्टम दुसऱ्या मार्गावर स्विच करू शकते, ज्यामुळे अखंडित संप्रेषण टिकून राहते.

1.5.2 रिडंडन्सीची अंमलबजावणी: (Implementation of Redundancy):

रिडंडन्सीच्या अंमलबजावणीसाठी महत्त्वपूर्ण सिस्टम घटकांचे मूल्यांकन, सानुकूल रिडंडन्सी धोरणाची विकसन, बॅकअप हार्डवेअरची स्थापना, आणि बिघाडांदरम्यान अखंडित कार्य सुनिश्चित करण्यासाठी सर्वसमावेशक टेस्ट करणे आवश्यक आहे. समस्या त्वरित ओळखण्यासाठी आणि सोडवण्यासाठी सतत देखरेख महत्त्वाची आहे.

रिडंडन्सीचे फायदे:

1. **कमाल अपटाइम:** रिडंडंट सिस्टम बिघाडांदरम्यान सहजपणे कार्य स्वीकारून सिस्टमचे सतत कार्य सुनिश्चित करतात, ज्यामुळे डाउनटाइम कमी होतो.
2. **वाढीव सुरक्षा:** महत्वाच्या प्रक्रिया कार्यरत राहतात, सिस्टम बिघाडांदरम्यानही सुरक्षा यंत्रणा विश्वसनीयपणे कार्य करत राहिल्याने अपघाताचा धोका कमी होतो.
3. **खर्चाची कार्यक्षमता:** प्रारंभिक अंमलबजावणीमध्ये खर्च समाविष्ट असला तरी, रिडंडन्सी अनपेक्षित शटडाउन आणि उपकरण बिघाड टाळण्यास मदत करते, ज्यामुळे दीर्घकालीन बचत होते.
4. **सुलभ देखभाल:** नियोजित देखभाल सोपी होते, कारण सिस्टम रिडंडंट घटकांचा वापर करून कार्य सुरू ठेवू शकते, ज्यामुळे संपूर्ण शटडाउनची गरज पडत नाही.

1.5 पीलसीमधील सिंकिंग आणि सोर्सिंगची संकल्पना

"सिंकिंग" आणि "सोर्सिंग" हे पॉवर सप्लाय आणि संबंधित इनपुट आउटपुट पॉइंटच्या संदर्भात फील्ड डिव्हाइसमधून वाहणाऱ्या विद्युत प्रवाहाच्या दिशेशी संबंधित आहे. डी.सी. सर्किटमध्ये, तीन आवश्यक घटक लागतात: पॉवर सप्लाय, स्विचिंग डिव्हाइस, आणि लोड. विद्युत प्रवाह पॅटर्न आणि स्विचिंग डिव्हाइस आणि लोडला विद्युत प्रवाह मिळण्याचा क्रम हे सर्किट सोर्सिंग आहे की सिंकिंग हे ठरवतात.

दर्शविलेल्या स्विच आणि लाइट सर्किटमध्ये, विद्युत प्रवाह बॅटरीच्या पॉझिटीव्ह टर्मिनलपासून स्विचमधून लाइटपर्यंत वाहतो, जी लोड म्हणून कार्य करते. स्विच लाइटला विद्युत प्रवाह पुरवत असल्याने, तो सोर्सिंग डिव्हाइस मानला जातो. उलटपक्षी, लाइट विद्युत प्रवाह ग्राउंडकडे वळवत असल्याने ती सिंकिंग डिव्हाइस म्हणून कार्य करते.

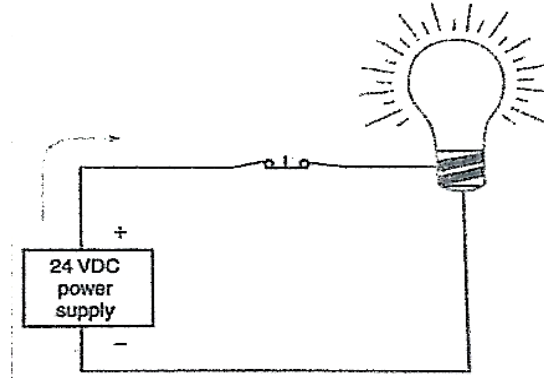


Figure.1.15 Switch (Source) and Light (Sink) circuit

विरुद्ध सर्किट रचनेमध्ये, बॅटरीच्या पॉझिटीव्ह टर्मिनलमधून प्रथम दिव्याकडे विद्युत प्रवाह वाहतो. दिवा स्विचला विद्युत प्रवाह पुरवठा करून स्रोत म्हणून कार्य करतो. या रचनेमध्ये, स्विच विद्युत प्रवाहाला जमिनीकडे वळवून सिंकिंग डिव्हाइस म्हणून कार्य करतो.

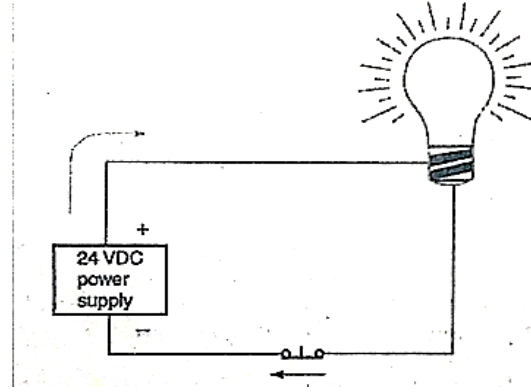


Figure.1.16 Switch (Sink) and Light (Source) circuit

सामान्य सोर्सिंग इनपुट मॉड्यूल कनेक्शन: (Typical sourcing input module connection): एक सामान्य सोर्सिंग इनपुट मॉड्यूल कनेक्शन दोन रचनांची तुलना करून दर्शविला जाऊ शकतो. पहिल्या रचनेमध्ये सोर्सिंग स्विच आणि सिंकिंग दिवा जोडलेला असतो, तर दुसऱ्या रचनेमध्ये सोर्सिंग दिवा आणि सिंकिंग स्विच दाखवलेला असतो. जर मंडलातील दिव्याच्या जागी इनपुट मॉड्यूल बसवला तर सिंकिंग आणि सोर्सिंगची मूलभूत तत्त्वे अबाधित राहतात. अद्यावत रचनेमध्ये सोर्सिंग इनपुट मॉड्यूल लोड म्हणून वापरला जातो आणि त्याच्यासोबत सिंकिंग स्विच जोडलेला असतो.

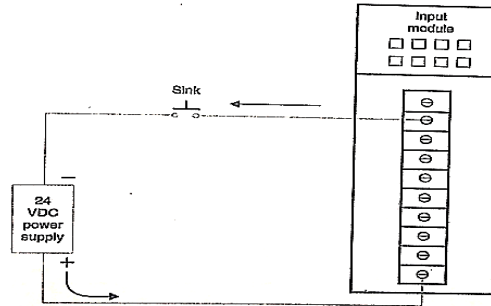


Figure.1.17 Input Module (Source) and Switch (Sinking)

एका सामान्य सिंकिंग इनपुट मॉड्यूल कनेक्शनची संरचना पुढीलप्रमाणे दर्शविली आहे. बॅटरीच्या सकारात्मक टर्मिनलमधून प्रवाह स्विच आणि स्रोत इनपुट डिव्हाइसद्वारे प्रवाहित होतो. या संरचनेत, स्विच इनपुट मॉड्यूलसाठी प्रवाह स्रोत म्हणून कार्य करतो.

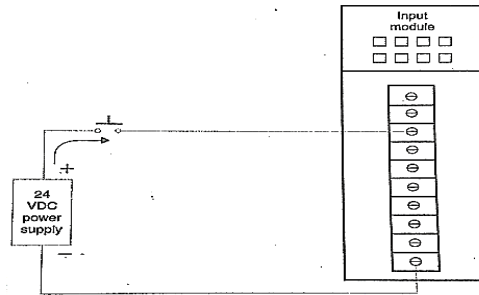


Figure.1.18 Input Module (Sinking) and Switch (Source)

एन. पी .एन आणि पी .एन पी .सेन्सर्स: (NPN and PNP Sensors)- सिंकिंग आणि स्रोत इनपुट मॉड्यूलसह, दोन प्रमुख प्रकारच्या सेन्सर इनपुट डिव्हाइस सामान्यतः वापरले जातात:

1. **एन. पी .एन ट्रांझिस्टर:** हे सिंकिंग इनपुट डिव्हाइस म्हणून कार्य करते आणि स्रोत इनपुट मॉड्यूलसह जोडले जाते.
2. **पी .एन पी. ट्रांझिस्टर:** हे स्रोत इनपुट डिव्हाइस म्हणून कार्य करते आणि सिंकिंग इनपुट मॉड्यूलसह वापरले जाते.

विविध पीएलसी उत्पादक: (Different PLC Manufacturers)

1. **Siemens** (सिमेन्स)
2. **Rockwell Automation** (रॉकवेल ऑटोमेशन)
3. **Schneider Electric** (श्रायडर (Schneider इलेक्ट्रिक)
4. **Mitsubishi Electric** (मित्सुबिशी इलेक्ट्रिक)
5. **Omron Corporation** (ओमरॉन कॉर्पोरेशन)
6. **ABB Group** (एबीबी ग्रुप)
7. **Bosch Rexroth** (बॉश रेक्सरोथ)
8. **Delta Electronics** (डेल्टा इलेक्ट्रॉनिक्स)
9. **Yokogawa Electric Corporation** (योकोगावा इलेक्ट्रिक कॉर्पोरेशन)

सारांश (Summary):

हे प्रकरण **प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर्स (PLC)** आणि ऑटोमेशन सिस्टिममधील त्यांच्या भूमिकेची संपूर्ण माहिती प्रदान करते. यात मूलभूत संकल्पना, प्रोग्रामिंग तंत्र आणि व्यावहारिक अनुप्रयोगांचा समावेश आहे, जे विद्यार्थ्यांना स्वयंचलित प्रणालींचे डिझाइन आणि समस्या निराकरण करण्यासाठी आवश्यक कौशल्ये प्रदान करतात.

औद्योगिक स्वयंचलनातील पीएलसी (1.1)

पीएलसी विश्वसनीयता, लवचिकता आणि रिअल-टाइम नियंत्रणासह ऑटोमेशनमध्ये उत्कृष्ट कार्य करतात. जरी ते पीसी, मायक्रोकंट्रोलर आणि पी .आय .डी कंट्रोलर्ससारखे असले तरी प्रत्येकाची भूमिका वेगळी असते. या फरकांची समज उत्तम प्रणाली निवडीसाठी आवश्यक आहे.

पीएलसी चे मूलभूत घटक (1.2)

पीएलसी हे ऑटोमेशनमध्ये लवचिकता आणि विश्वासाहतेसाठी महत्त्वपूर्ण असतात. इनपुट आणि आउटपुट मॉड्यूलसमुळे रिअल-टाइम नियंत्रण शक्य होते. या घटकांची समज प्रणाली डिझाइनसाठी उपयुक्त ठरते, आणि ब्लॉक आकृती त्यांचा परस्परसंवाद स्पष्ट करते.

पीएलसी साठी सामान्यतः वापरली जाणारी इनपुट /आउटपुट उपकरणे (1.3)

इनपुट/आउटपुट उपकरणे पीएलसी ला भौतिक जगाशी जोडतात. इनपुट्स डेटा संकलित करतात, तर आउटपुट्स नियंत्रण क्रिया करतात. प्रभावी ऑटोमेशन सिस्टम डिझाइनसाठी या उपकरणांची समज आवश्यक आहे.

पीएलसी चे प्रकार (1.4)

पीएलसी वेगवेगळ्या ऑटोमेशन गरजांसाठी डिझाइन केले जातात, साध्या कार्यापासून जटिल औद्योगिक प्रक्रियांपर्यंत. योग्य पीएलसी ची निवड प्रणालीच्या गरजा, स्केलेबिलिटी आणि कार्यक्षेत्रावर अवलंबून असते. पीएलसी प्रकारांची समज प्रभावी कामगिरीसाठी आवश्यक आहे.

वेगवेगळ्या अनुप्रयोगांनुसार पीएलसी ची निवड निकष (1.5)

पीएलसी ची निवड प्रणालीच्या गरजा, स्केलेबिलिटी आणि पर्यावरणीय घटकांवर अवलंबून असते. योग्य पीएलसी प्रकार आणि निवड निकष समजून घेतल्याने औद्योगिक अनुप्रयोगांमध्ये उत्कृष्ट कामगिरी सुनिश्चित होते.

पीएलसी मधील सिंकिंग आणि सोर्सिंग संकल्पना, तसेच पुनरावृत्ती (Redundancy) संकल्पना (1.6)

पीएलसी मध्ये सिंकिंग आणि सोर्सिंग समजून घेणे योग्य वायरिंग आणि उपकरण सुसंगततेसाठी महत्वाचे आहे. पुनरावृत्ती (Redundancy) प्रणालीची विश्वासार्हता वाढवते आणि महत्वाच्या औद्योगिक प्रक्रियांमध्ये संभाव्य अयशस्वीतेपासून संरक्षण करते. या संकल्पनांची अंमलबजावणी केल्याने कार्यक्षम आणि अखंड ऑटोमेशन सुनिश्चित होते.

स्वाध्याय:

1. प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर (PLC) म्हणजे काय याची व्याख्या करा.
Define a Programmable Logic Controller (PLC).
2. औद्योगिक स्वयंचलनात पीएलसी वापरण्याचे फायदे सूचीबद्ध करा.
List the benefits of using PLCs in industrial automation
3. पीएलसी मध्ये वापरले जाणारे कोणतेही दोन विशेष इनपुट/आउटपुट मॉड्युल्सची नावे लिहा.
Name any two special Input/output modules used in PLCs.
4. पीएलसी इनपुट/आउटपुट कनेक्शन्सच्या संदर्भात सोर्सिंग आणि सिंकिंग यांची व्याख्या करा.
Define sourcing and sinking in the context of PLC Input/output connections.
5. इंडस्ट्रियल ॲप्लिकेशन्ससाठी पीएलसी आणि वैयक्तिक संगणक (पीसी) यामधील फरक स्पष्ट करा.
Explain the difference between a PLC and a Personal Computer (PC) for industrial applications.
6. पीएलसी मध्ये सी.पी.यु. ची भूमिका स्पष्ट करा.
Describe the role of the CPU in a PLC
7. रिडंडन्सी (Redundancy) कशा प्रकारे पीएलसी प्रणालींची विश्वासार्हता सुधारते?
How does redundancy improve the reliability of PLC systems?
8. फिक्स्ड आणि मॉड्युलर पीएलसी यांची तुलना योग्य उदाहरणांसह करा.
Compare fixed and modular PLCs with suitable examples.
9. पीएलसी च्या ब्लॉक डायग्राम काढा आणि त्यातील घटक स्पष्ट करा.
Illustrate the block diagram of a PLC and explain its components.
10. स्वयंचलित कन्व्हेयर बेल्ट प्रणालीसाठी योग्य पीएलसी प्रकार निवडा आणि त्यासाठी कारण द्या.

Select a suitable PLC type for an automated conveyor belt system and justify your choice.

11. तापमान नियंत्रण प्रणालीसाठी एक साधी पीएलसी ब्लॉक आकृती काढा.

Draw a simple PLC block diagram for a temperature Control system.

12. सिंकिंग आणि सोर्सिंग इनपुट मॉड्यूलमध्ये एन. पी.एन आणि पी.एन पी.सेन्सर्समधील फरक व्यावहारिक उदाहरणासह स्पष्ट करा.

Differentiate between NPN and PNP sensors when used in sinking and sourcing input modules with a practical example.

13. पॅकेजिंग प्रणालीसाठी योग्य पीएलसी निवडण्याचे निकष सुचवा.

Suggest criteria for selecting a PLC for a packaging system.

स्वयं-अभ्यासात्मक उपक्रम (Self-Learning Activity)

- विविध प्रकारच्या पीएलसी वर मार्केट सर्वेक्षण करून अहवाल तयार करा.
- विविध पीएलसी उत्पादकांवर मार्केट सर्वेक्षण करून अहवाल तयार करा.
- VLAB चा वापर करून पीएलसी शी संबंधित हार्डवेअर आणि सॉफ्टवेअरचा अभ्यास करा.
- VLAB चा वापर करून एक साधा प्रोग्राम तयार करून प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर (PLC) चे मूलभूत कार्य समजून घ्या.
- पीएलसी आधारित साधी ट्रॅफिक लाइट नियंत्रण प्रणाली तयार करा.
- पीएलसी आधारित कॉफी वेंडिंग मशीन विकसित करा.

संदर्भ (References):

Sr. No.	Author	Title	Publication with ISBN Number
1	Dunning Garry	Introduction to Programmable Logic Controller	Thomson /Delmar Learning,2005 ISBN:978-1401884260
2	Ptuzella, F.D.	Programmable Logic controller(4 th Edition)	Tata McGraw Hill India,2010 ISBN:978-0071067386
3	Hackworth John; Hackworth, Federic	Programmable Logic controller	Prentice Hall,2003 ISBN:978-0130607188

वेबसाइट (Website):

S. N.	Name of Topic	VLAB Link.
1	Introduction to PLC & Introduction to digital I/O interface to PLC	https://ied-nitk.vlabs.ac.in/exp/exp-interface-to-plc-nitk/index.html
2	To study Hardware and software associated with PLC	https://plc-coep.vlabs.ac.in/exp/hardware-software-plc/

युनिट: 02

पी एल सी प्रोग्रामिंग (PLC Programming)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome):

CO 2: विविध पीएलसी लॅडर प्रोग्रामिंग इंस्ट्रक्शन्स अंमलात आणणे.

Execute different PLC ladder programming instructions.

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

TLO 2.1 पीएलसी प्रोग्रामिंगसाठी वापरल्या जाणाऱ्या विविध प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजेसचे वर्णन करणे.

Describe different programming languages used to program PLC.

TLO 2.2 दिलेल्या पीएलसी साठी योग्य I/O ॲड्रेसिंग फॉर्मॅट निर्दिष्ट करणे.

Specify appropriate I/O addressing format for the given PLC.

TLO 2.3 दिलेल्या ऑपरेशनसाठी साधा प्रोग्राम लिहिण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या विविध PLC प्रोग्रामिंग इंस्ट्रक्शन्सचा वापर स्पष्ट करणे.

Explain use of different PLC programming instructions used to write a simple program for performing a given operation.

TLO 2.4 पीएलसी इंस्टॉलेशन प्रक्रियेचे वर्णन करणे.

Describe the PLC installation procedure.

परिचय (Introduction) :

पीएलसी हा एक औद्योगिक संगणक आहे जो इलेक्ट्रोमेकॅनिकल प्रक्रियांच्या ऑटोमेशनसाठी वापरला जातो, जसे की फॅक्टरी असेंब्ली लाईन्सवरील यंत्रसामग्रीचे नियंत्रण, मनोरंजन सवारी (Amusement rides).

उद्योगांमध्ये पीएलसी वापरण्यापूर्वी, यापैकी अनेक नियंत्रण कार्ये कॉन्टॅक्टर किंवा रिले कंट्रोल सह सोडवली जात असत. याला अनेकदा हार्डवायर्ड कंट्रोल असे संबोधले जाते. सर्किट Figures डिझाइन करायच्या, इलेक्ट्रिकल घटक स्पेसिफाय आणि इनस्टॉल करायच्या आणि वायरिंग सूची तयार करायच्या. या प्रकरणात तुम्हाला पीएलसी प्रोग्रामिंगची मूलभूत माहिती, भाषा आणि पीएलसी प्रोग्रामिंगमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या प्रोग्रामिंगमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या विविध प्रकारच्या सूचनांबद्दल माहिती मिळेल.

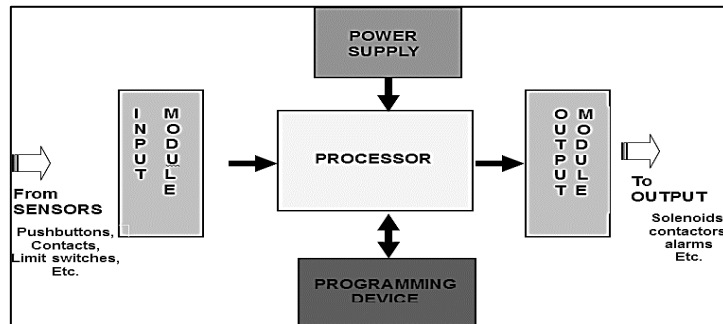


Figure 2.1 Basic Architecture of PLC

2.1 पीएलसी प्रोग्रामिंग लॅंग्वेज (PLC Programming Languages)

IEC 1131-3 हे प्रोग्रामेबल कंट्रोलर प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजेस साठीचे आंतरराष्ट्रीय मानक आहे. आंतरराष्ट्रीय इलेक्ट्रोटेक्निकल कमिशन (IEC) स्टँडर्ड्सवर आधारित, IEC 1131-3 PLC प्रोग्रामिंगसाठी सुसंगत प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजेसचा सेट परिभाषित करते. या लॅंग्वेजेस दोन ग्राफिकल लॅंग्वेजेस (लॅडर डायग्राम आणि फंक्शनल ब्लॉक डायग्रॅम) आणि दोन टेक्स्ट-बेस्ड लॅंग्वेजेस (इंस्ट्रक्शन लिस्ट आणि स्ट्रक्चर्ड टेक्स्ट) मध्ये विभागल्या आहेत, तसेच फ्लो चार्ट वर आधारित लॅंग्वेज, सिक्वेंशियल फंक्शन चार्ट प्रोग्रामिंग. पाच प्रोग्रामिंग लॅंग्वेज खालीलप्रमाणे डीफाईन केल्या आहेत

2.1.1 लॅडर डायग्राम (Ladder Diagram, LD):

या सर्वापैकी, लॅडर डायग्राम (LD) प्रोग्रामिंग लॅंग्वेज उद्योगात प्रामुख्याने वापरली जाते. लॅडर डायग्राम (एलडी) ला लॅडर लॉजिक असेही म्हणतात. ते प्रोग्राम करण्यायोग्य लॉजिक कंट्रोलर्ससह वापरले जाते. साधारणपणे, लॅडर डायग्राम जगभरात (भारतासह) सर्वात लोकप्रिय आहे. ही लॅंग्वेज शिकणे सोपे आहे. जर तुम्ही लॅडर डायग्राम पाहिली तर ती इलेक्ट्रिकल सर्किट डायग्रामसारखीही दिसते. लॅडर लॉजिकमध्ये स्टेप्स, इंस्ट्रक्शनस आणि ब्रांचेस असतात. खालील figure 2.2 मध्ये आरएस लॉजिक्स 500 प्रोग्रामिंग सॉफ्टवेअरमधील मुख्य घटक दाखवले आहेत. बेसिक लॅडर डायग्रॅमचे उदाहरण खालील प्रमाणे:

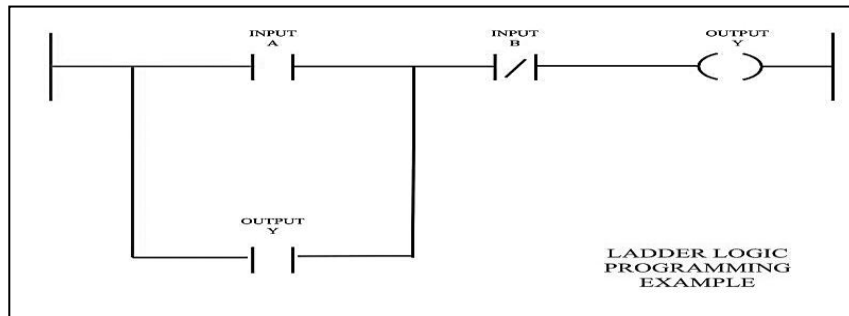


Figure 2.2 Ladder diagram

- 1) LD हे साधे लॉजिक कन्स्ट्रक्शन आहे आणि इलेक्ट्रॉनिक सर्किट कंट्रोलरपेक्षा अधिक विश्वासार्ह आहे.
- 2) प्रोग्राम शिकण्यास आणि वाचण्यास सोपे.
- 3) त्यात डिस्क्रीट लॉजिकचे चांगले रिप्रेसेंटेशन आहे.
- 4) समस्यानिवारण करणे सोपे.

2.1.2 सिक्वेंशियल फंक्शन चार्ट (Sequential Functional Chart, SFC):

सिक्वेंशियल फंक्शन चार्ट (SFC) प्रोग्रामिंग हे फ्लोचार्ट प्रोग्रामिंगसारखेच आहे. SFC प्रोग्राममध्ये स्टेप्स आणि ट्रांजिशन असतात. प्रत्येक स्टेप एका बॉक्सद्वारे दर्शविली जाते ज्यामध्ये एक किंवा अधिक प्रमुख क्रिया असतात. जेव्हा बॉक्समधील सर्व क्रिया पूर्ण होतात, तेव्हा बॉक्स बाहेर एक्झिट होतो. नेक्स्ट स्टेप वर जाण्यापूर्वी ट्रांजिशन स्टेप टू (True) असणे आवश्यक आहे. (SFC) च्या प्रत्येक स्टेपमध्ये अशा क्रिया असतात ज्या अंमलात आणल्या

जातात, ज्या स्टेप्स ऍक्टिव्ह आहेत की इन्कटिव्ह आहेत यावर अवलंबून असतात. विशिष्ट स्टेप सोडल्यानंतर, प्रोसेसर पुढील स्टेप अंमलात आणतो. आधीच्या स्टेप्स जास्त काळ अंमलात आणल्या जातात. खालील Fig 2.3 ASIC-100 SFC प्रोग्रामिंग स्क्रीन दर्शविते.

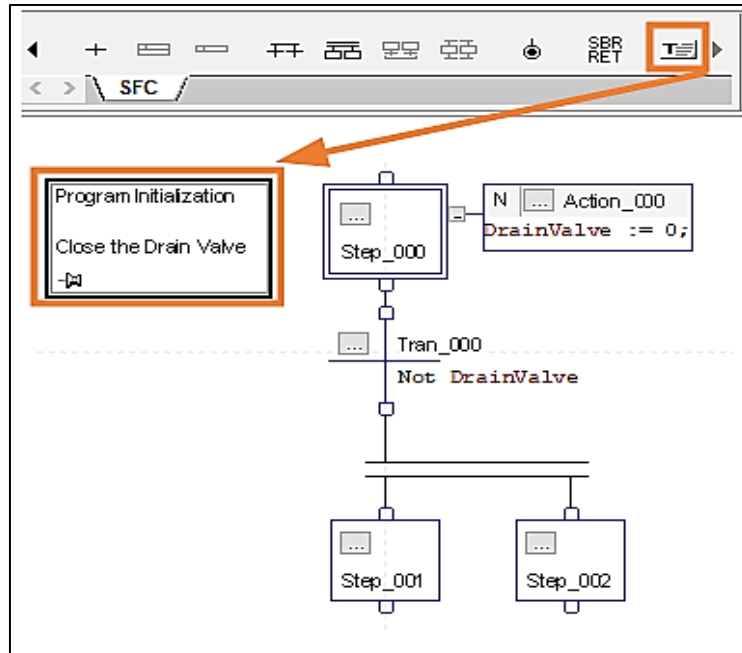


Figure 2.3 SFC program screen

Courtesy: Getting started in Sequential Function Chart (SFC) Programming in RSLogix5000

SFC प्रोग्राम अनेक सिक्वेन्समध्ये किंवा स्टेप्समध्ये विभागला जाऊ शकतो (वरील Figure 2.3 पहा). प्रत्येक स्टेपमध्ये एक ट्रान्झिशन असते. सिक्वेशियल फंक्शन चार्टचा फायदा असा आहे की पुढील स्टेपवर जाण्याची वेळ येईपर्यंत सक्रिय चरणातील फक्त लॉजिक स्कॅन केले जाते.

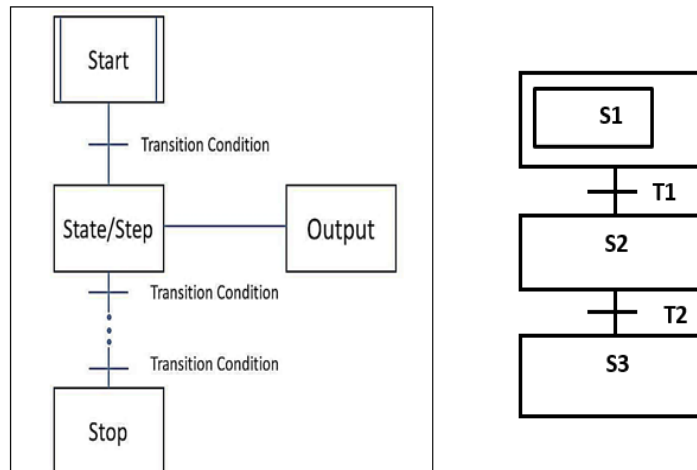


Figure 2.4 Simple SFC program & Transition steps in SFC

Courtesy: NPTEL:: Electrical Engineering - Industrial Automation and Control

SFC चा फायदा समजणे सोपे आहे कारण कोडच्या प्रक्रियेत तुम्ही काय घडत आहे आणि ते

केव्हा घडत आहे हे पाहू शकता. SFC चे मुख्य कार्य म्हणजे कोडचे सक्रिय भाग कार्यान्वित करणे. यामुळे, समस्या उद्भवल्यास समस्यानिवारण करणे आणि कोड बदलणे सोपे होते. सुरुवातीला, स्टेप S1 ऍक्टिव्ह होते. अशा प्रकारे, ट्रान्जिशन T1 देखील ऍक्टिव्ह होते. जेव्हा ट्रान्जिशन क्हेरिअबल T1 true (True) होते, तेव्हा लगेच, S1 इन्कटिव्ह होते, S2 ऍक्टिव्ह होते तर T1 इन्कटिव्ह होतो आणि T2 ऍक्टिव्ह होतो.

2.1.3 फंक्शनल ब्लॉक डायग्राम (Functional Block Diagram, FBD):

FBD हे एक बॉक्स प्रमाणे दर्शविले जाते ज्यामध्ये विविध प्रोग्रामिंग फंक्शन्स ठेवण्यासाठी अनेक ओळींचा कोड असतो. ही एक ग्राफिकल लॅंग्वेज आहे जी लॉजिक कंट्रोलर प्रोग्रामिंगसाठी वापरली जाते. त्यामुळे, सिस्टीमचे वर्णन करण्याचे तुमचे काम सोपे होते.

फंक्शनल ब्लॉक डायग्राम प्रोग्रामिंग ही ग्राफिकल लॅंग्वेज आहे जी युरोपमध्ये मोठ्या प्रमाणात वापरली जाते. फंक्शन ब्लॉक प्रोग्रामिंगमध्ये लॅंडर रंग्स नसतात. पेपर च्या शीट्स प्रमाणेच सर्व फंक्शन ब्लॉक इंस्ट्रक्शन्स ब्लॉक किंवा बॉक्सेस एका शीटवर डिस्प्ले केलेले असतात. फंक्शन ब्लॉक डायग्राम ॲप्लिकेशनमध्ये अनेक शीट्सची सिरीज असते. अनेक ॲप्लिकेशन्समध्ये, अनेक शीट्स फंक्शन ब्लॉक ॲप्लिकेशन तयार करतात, आणि शीट्सच्या संख्येवर कोणतीही मर्यादा नसते. खालील Figure 2.5 मध्ये RSLOGIX 5000 फंक्शन ब्लॉक शीट दर्शविले आहे.

फंक्शनल ब्लॉक डायग्राम हे IEC 1131-3 स्टॅण्डर्डचे एक महत्वाचे प्रोडक्ट आहे. फंक्शन ब्लॉक्स मुळात अल्गोरिदम आहेत जे त्यांची इंटरनल स्टेड्स राखू (रिटेन) शकतात आणि त्या इंटरनल स्टेड्स आणि इनपुट आर्युमेंट्सचा वापर करून त्यांचे आउटपुट कंप्युट करतात. अशाप्रकारे, जिथे एक स्टॅटिक मॅथेमॅटिकल फंक्शन समान इनपुट दिल्यावर नेहमी समान आउटपुट परत देते (उदा. Sine, cosine), तिथे फंक्शन ब्लॉक समान इनपुट दिल्यावर त्याच्या इंटरनल स्टेड्सनुसार वेगळ्या व्हॅल्यू देऊ शकते. (उदा. Filters, PID control).

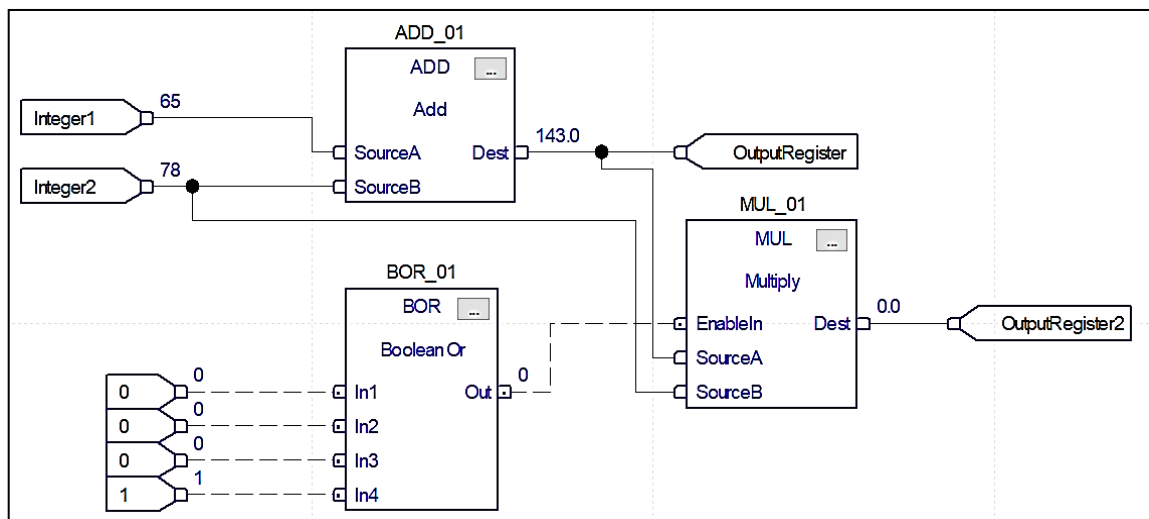


Figure 2.5 RSLOGIX 5000 Function Block Diagram Sheet

Courtesy: Getting started in Sequential Function Chart (SFC) Programming in RSLogix5000

फंक्शन ब्लॉक डायग्राम हे एक्झिक्युटेबल कोडचे ग्राफिकल रिप्रेसेंटेशन आहे. FBD मध्ये वापर नावाच्या लाइन्स ने जोडलेल्या इंस्ट्रक्शन्सचे रिप्रेसेंटेशन करणाऱ्या ब्लॉक्सची मालिका असते. अनेक फंक्शन ब्लॉक इंस्ट्रक्शन्स परिचित रिले लॅडर लॉजिक इंस्ट्रक्शन्सवर आधारित असतात; तथापि, अनेक फंक्शन ब्लॉक इंस्ट्रक्शन्समध्ये अतिरिक्त पॅरामीटर्स असतात जे वापरकर्त्याद्वारे निवडता येतात.

2.1.4 स्ट्रक्चर्ड टेक्स्ट (Structured Text, ST):

'ST' आणि 'STX' हे स्ट्रक्चर्ड टेक्स्ट पीएलसी लॅंग्वेज साठी वापरले जाणारे इतर आब्रिह्मिशनस आहेत. ती हाय लेव्हल प्रोग्रामिंग लॅंग्वेज सिंटॅक्स वापरते. ST चा सिंटॅक्स हाय लेव्हल प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजच्या सिंटॅक्ससारखाच आहे ज्यात लूप, व्हेरिअबल्स, कंडिशन आणि ऑपरेटर असतात.

स्ट्रक्चर्ड टेक्स्ट ही इंग्रजीसारखी प्रोग्रामिंग लॅंग्वेज आहे जी बेसिक प्रोग्रामिंगसारखी दिसते. सध्या लॅडर प्रोग्रामसह केलेली बहुतेक कामे करण्यासाठी स्ट्रक्चर्ड टेक्स्ट प्रोग्रामिंगचा वापर केला जातो. सामान्यतः, प्रोग्रामर स्ट्रक्चर्ड टेक्स्टमध्ये फंक्शन्स किंवा फंक्शन ब्लॉक्स सारखे स्वतःचे अल्गोरिदम तयार करतो आणि कोणत्याही प्रोग्राममध्ये कॅलेबल प्रोसिजर म्हणून त्यांचा उपयोग करू शकतो.

एक टिपिकल सिम्पल स्ट्रक्चर्ड टेक्स्ट प्रोग्राम सेगमेंट fig 2.6 मध्ये खाली दर्शविला आहे.

```
if (temp <= max_temp) then
  cool_valve := false;
  m_vlv := (vlv23 + dbh18) / 2;
else
  alarm := true; end_if;
```

Figure 2.6 Simple program segment written in Structured Text

ST चे फायदे:

1. ST हे नवशिक्या आणि अनुभवी प्रोग्रामर दोघांसाठीही समजण्यास खूप सोपे आहे.
2. त्याच्या मानक कोडिंग फॉर्मॅटमुळे, ST लॅंग्वेज मध्ये लिहिलेले प्रोग्राम एडिट करणे आणि सुधारणे सोपे आहे.

2.1.5 इंस्ट्रक्शन लिस्ट (Instruction List, IL):

इंस्ट्रक्शन लिस्ट (IL) ही पीएलसी प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजचा आणखी एक प्रकार आहे. ती मेमोनिक कोड्स वापरते. म्हणून या प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजचा सिंटॅक्स लक्षात ठेवणे सोपे आहे. सर्वसाधारणपणे, अॅलन ब्रॅडली (AB) पीएलसी ब्रँड इन्स्ट्रक्शन लिस्ट (IL) प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजवर काम करतो.

इंस्ट्रक्शन लिस्ट ही एक लो लेव्हल, असेंब्ली लॅंग्वेज आहे. इंस्ट्रक्शन्स लिस्ट समान फॉर्मॅट मध्ये ऑर्गनाईझ केले जातात. इंस्ट्रक्शन लिस्ट प्रोग्रामिंग प्रत्येक ओळीत फक्त एक ऑपरेशन करण्यास अनुमती देते. उदाहरणार्थ, मेमरी लोकेशनमध्ये व्हॅल्यू स्टोअर करणे हे

एकच ऑपरेशन असेल. इंस्ट्रक्शन लिस्ट प्रोग्रामिंग सहसा लहान ॲप्लिकेशन्स साठी वापरली जाते. अशा लो लेव्हल लॅंग्वेज मध्ये मोठे प्रोग्राम लिहिणे कंटाळवाणे आणि त्रुटी प्रवण असते.

IL चे फायदे:

1. त्याचा एक्सिक्युशन स्पीड जास्त आहे.
2. इतर प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजेसच्या तुलनेत ती कमी मेमरी घेते.
3. लो लेव्हल असेंब्ली लॅंग्वेज (आयएल) तुलनेने सोप्या ॲप्लिकेशन साठी उपयुक्त आहे आणि बुलियन, इंटीजर सारख्या साध्या डिजिटल डेटा प्रकारांवर कार्य करते.

2.2 बेसिक्स ऑफ लॅडर प्रोग्रामिंग:

2.2.1 लॅडर लॉजिक:

लॅडर लॉजिक हा मुळात एक प्रोग्राम आहे जो ग्राफिकल डायग्रामद्वारे दर्शविला जातो, जो रिले लॉजिकच्या सर्किट डायग्रामवर आधारित असतो. या प्रोग्राममध्ये 'रेल्स' नावाच्या दोन उभ्या रेषा आणि 'रंग्स' नावाच्या आडव्या रेषा आहेत ज्यामुळे तो एका शिडीसारखा दिसतो. लॅडर लॉजिक प्रोग्रामच्या ग्राफिकल रिप्रेझेंटेशनला लॅडर लॉजिक डायग्राम (LLD) म्हणतात.

2.2.2 लॅडर लॉजिक स्ट्रक्चर:

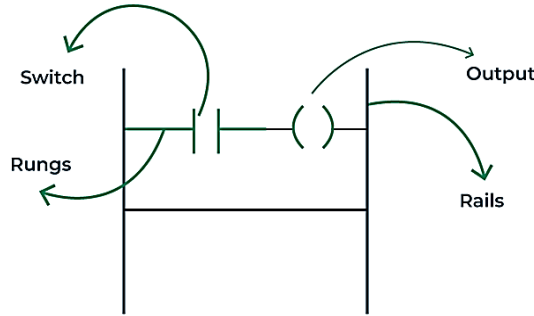


Figure 2.7 Ladder Logic Diagram

लॅडर लॉजिक डायग्राम ही ग्राफिकल प्रोग्रामिंग लॅंग्वेज आहे जी रिअल टाइम इनपुटद्वारे कार्यान्वित होते. त्यात दोन उभ्या रेषा असतात, ज्याला रेल म्हणतात, डावी रेल सर्किटला पावर सप्लाय पुरवते, नंतर ती प्रत्येक रंग मधून जाते. प्रत्येक रंग मध्ये स्विचेस आणि आउटपुट कॉइल असते. स्विचेस OR, AND आणि NOT ऑपरेशन करू शकतात आणि या मूलभूत लॉजिक ऑपरेशन्सद्वारे आपण PLC मध्ये कोणतेही प्रोग्रामिंग लॉजिक बनवू शकतो. लॅडर लॉजिक डायग्राम डावीकडून उजवीकडे आणि वरपासून खालपर्यंत कार्यान्वित होतो. जेव्हा रंगची सर्व स्थिती कनेक्टेड आउटपुट कॉइलशी जुळते तेव्हा ती एनर्जाईस होते. नंतर ते रीयल वर्ल्ड सिस्टम सक्रिय करते, जसे की मोटर चालू करणे किंवा मोटर बंद करणे. ही प्रक्रिया ऑपरेटिंग सिस्टमचे ऑटोमेशन सुनिश्चित करण्यासाठी PLC आणि कंट्रोल सिस्टीमद्वारे कंटिन्यूयसली स्कॅन केली जाते आणि पुनरावृत्ती केली जाते.

2.2.3 पीएलसी प्रोसेसर स्कॅन सायकल

प्रोग्राम स्कॅन सायकलमध्ये इनपुट स्कॅन, प्रोग्राम स्कॅन आणि आउटपुट स्कॅन यांचा समावेश असलेल्या अनुक्रमिक ऑपरेशन्स असतात. इनपुट स्कॅनमध्ये, सीपीयू प्रोसेस इमेज इनपुट टेबल अपडेट करतो आणि आउटपुट स्कॅनमध्ये, सीपीयू प्रोसेस इमेज आउटपुट टेबल अपडेट करतो. प्रोग्राम स्कॅन दरम्यान, सीपीयू प्रोग्राम कार्यान्वित करतो. प्रत्येक स्कॅन सायकल पूर्ण झाल्यानंतर, सीपीयू पुढील सायकलच्या सुरुवातीला परत येतो आणि पुन्हा सायकलची पुनरावृत्ती करतो. एक प्रोग्राम सायकल स्कॅन करण्यासाठी लागणारा वेळेला स्कॅन सायकल टाइम असे म्हणतात. सीमेन्स पीएलसीचे एक सामान्य स्कॅन सायकल Fig 2.8 मध्ये दर्शविले आहे ही अशी एक सायकल आहे ज्यात PLC इनपुट्स ग्यादर करतो आणि आपल्या PLC प्रोग्राम ला रन करते आणि आउटपुट अपडेट करते.

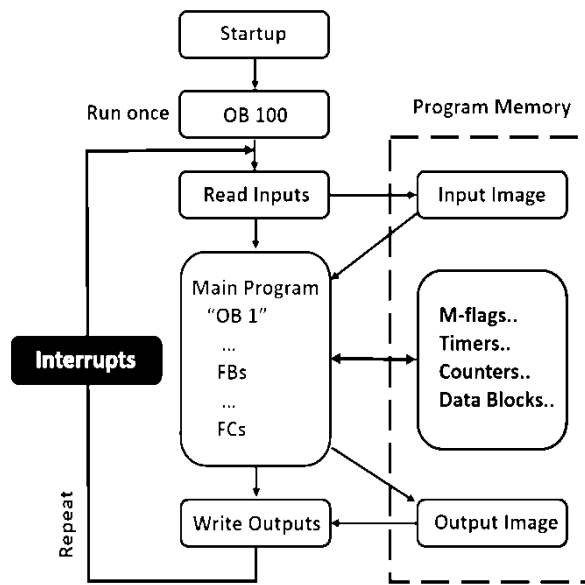


Figure 2.8 PLC Scan Cycle

Courtesy: Understanding the Scan Cycle of SIEMENS PLC

2.2.4 लॅडर लॉजिक कम्पोनेन्ड्स

खाली काही लॅडर लॉजिक कम्पोनेन्ड्स दिले आहेत:

1. रेल्स आणि रंग्स

उभ्या रेषांना रेल्स आणि आडव्या रेषांना रंग्स म्हणतात.

2. NO/NC स्विचची संकल्पना

इलेक्ट्रॉनिक्स सर्किटमध्ये विद्युत प्रवाह किंवा संपर्काची स्थिती दर्शवण्यासाठी NO (सामान्यपणे उघडा) आणि NC (सामान्यपणे बंद) वापरले जातात, जे PLC लॅडर लॉजिक प्रोग्रामिंग म्हणून देखील वापरले जाते. हे शब्द स्विच उघडा आहे की बंद आहे हे दर्शवतात.

a) नॉर्मली ओपन (NO)

- जेव्हा ऍक्चुएटेड नसेल तेव्हा हा स्विच नॉर्मली ओपन असतो.

- ii) दाबल्यावर किंवा सक्रिय केल्यावर तो सर्किट क्लोज करतो, ज्यामुळे विद्युत प्रवाह चालू होतो.
- iii) लॅडर लॉजिक डायग्राम्समध्ये, नॉर्मली ओपन कॉन्टॅक्ट ओपन गॅप सारखा दिसतो आणि सक्रिय केल्यावर तो एक सॉलिड लाईन बनतो.

b) नॉर्मली क्लोज

- i) सामान्यतः जेव्हा ऍक्चुएटेड नसेल तेव्हा हा स्विच नॉर्मली क्लोज असतो.
- ii) स्विच सक्रिय केल्याने सर्किट ओपन होते आणि विद्युत प्रवाह थांबतो.
- iii) लॅडर लॉजिक गायग्राम्समध्ये, तो एका सॉलिड लाईनच्या रूपात दर्शविली जातो, सक्रिय केल्यावर तो एक ओपन गॅप बनतो.

3. आउटपुट/कॉइल

आउटपुट डिवाइसेस म्हणजे मोटर, वॉल्व्ह, इंडिकेटर, लाईट्स इत्यादी LLD मध्ये उभ्या रेषेने दर्शविले जातत. ज्यावर आउटपुट डिवाइसला रिप्रेझेंट करणारे लेबल असते. सर्व प्रकारचे स्विचेस Figure 2.9 मध्ये खाली दर्शविले आहेत.



Figure 2.9 Switches and Coils in used PLC

2.2.5 स्टँडर्ड I/O अँड्रेसिंग

जेव्हा PLC चे इनपुट, आउटपुट किंवा यासारखा कोणताही डेटा हाताळण्याची आवश्यकता असते तेव्हा त्याचा अँड्रेस देणे आवश्यक असते, कारण इनपुट, आउटपुट किंवा डेटा फाईलचे योग्य अँड्रेसिंग केल्यामुळे PLC च्या प्रोसेसरला इंस्ट्रक्शन्स ओळखणे खूप सोपे होते. PLC सह वापरले जाणारे मानक अँड्रेसिंग फॉर्मॅट खालीलप्रमाणे आहेत.

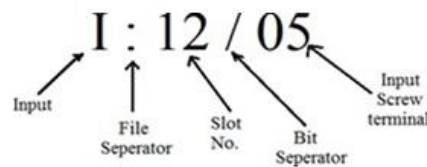


Figure 2.10 Input addressing format

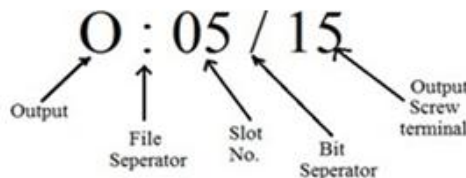


Figure 2.11 Output addressing format

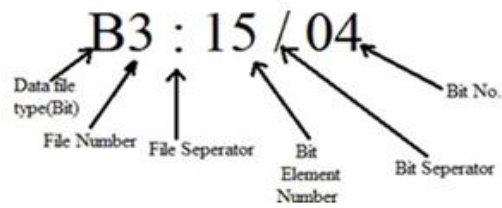


Figure 2.12 Bit addressing format

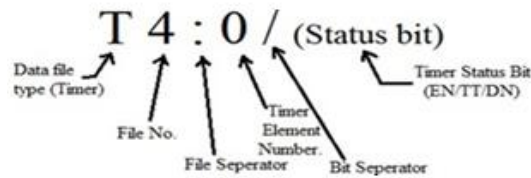


Figure 2.13 Timer addressing format

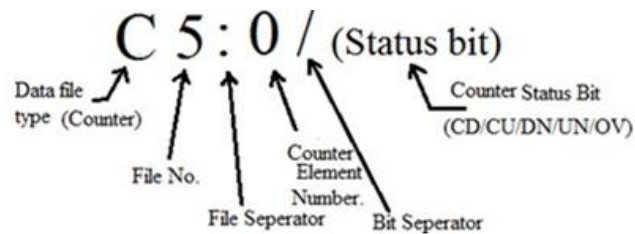


Figure 2.14 Counter addressing format

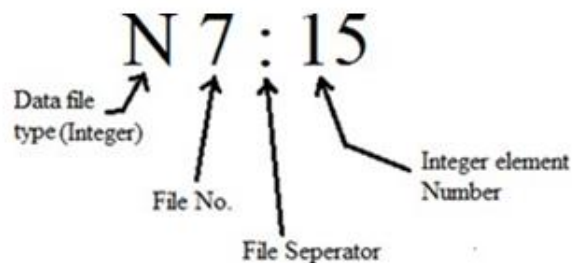


Figure 2.15 Integer addressing format

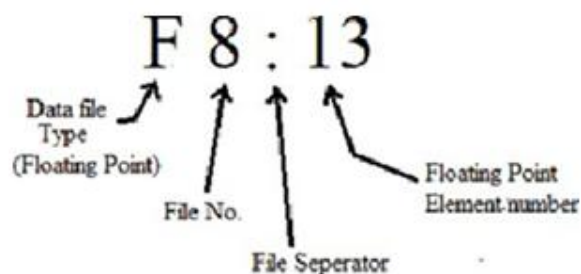


Figure 2.16 Floating point addressing format

2.3 पीएलसी इंस्ट्रक्शन्स

पीएलसी इंस्ट्रक्शन्सचे वर्गीकरण अल्जेब्रिक, लॉजिक, कम्पॅरिजन आणि डेटा हँडलिंग इंस्ट्रक्शन्स मध्ये केले आहे. हे खाली स्पष्ट केले आहे.

2.3.1 पीएलसी अल्जेब्रिक इंस्ट्रक्शन्स:

पीएलसी अल्जेब्रिक इंस्ट्रक्शन्स मध्ये बेरीज (ADD), गुणाकार (MUL), वजाबाकी (SUB) आणि भागाकार (DIV) इत्यादींचा समावेश आहे. हे इंस्ट्रक्शन्स खालील प्रमाणे आहेत:

A) ऍड (ADD):

ADD इंस्ट्रक्शन्स दोन व्हॅल्यू जोडण्यासाठी वापरले जाते. जोडल्या जाणाऱ्या दोन व्हॅल्यू वेगवेगळ्या मेमरी अॅड्रेस मध्ये संग्रहित केल्या जातात, सोर्स A आणि सोर्स B. अंतिम परिणाम म्हणजे डेटा ठरलेल्या ठिकाणी स्टोर करणे. सोर्स A आणि सोर्स B हे एक कॉन्स्टन्ट व्हॅल्यू किंवा वर्ड साईझ चे अॅड्रेस असू शकतात.

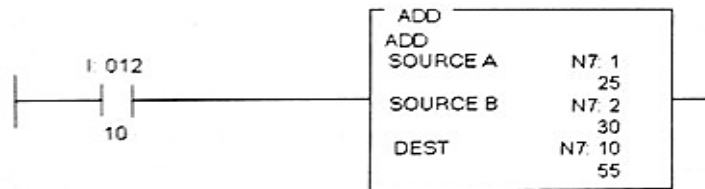


Figure 2.17 Symbol of ADD instruction

Figure 2.17 मध्ये ADD इंस्ट्रक्शन्स दाखवले आहे. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे, सोर्स A (N7:1) मध्ये व्हॅल्यू 25 आहे आणि सोर्स B (N7:2) मध्ये व्हॅल्यू 30 आहे. जेव्हा इनपुट I:012/10 true असेल, तेव्हा सोर्स A (25) मध्ये संग्रहित व्हॅल्यू सोर्स B (30) मध्ये संग्रहित व्हॅल्यूत जोडले जाते आणि परिणाम, 55, अॅड्रेस (N7:10) मध्ये संग्रहित केला जातो.

B) सबट्रॅक्ट (SUB):

SUB इंस्ट्रक्शन्स एका व्हॅल्यूतून दुसऱ्या व्हॅल्यूची वजाबाकी करण्यासाठी वापरले जाते. वजाबाकीमध्ये वापरलेल्या दोन व्हॅल्यू वेगवेगळ्या मेमरी अॅड्रेस मध्ये संग्रहित केल्या जातात, सोर्स A आणि सोर्स B. अंतिम परिणाम एका निर्दिष्ट डेस्टिनेशन अॅड्रेसवर संग्रहित केला जातो. सोर्स A आणि सोर्स B हे कॉन्स्टन्ट व्हॅल्यू किंवा वर्ड साईझ चे अॅड्रेस असू शकतात.

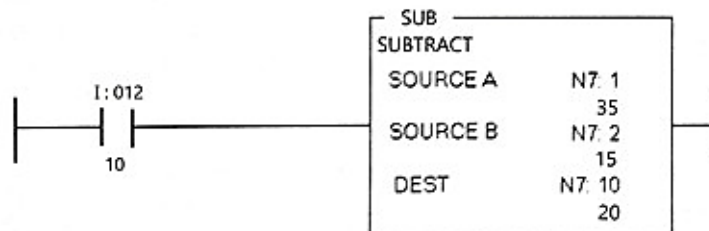


Figure 2.18 Symbol of SUB instruction

Figure 2.18 मध्ये SUB इंस्ट्रक्शन्स दाखवले आहे. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे, सोर्स A (N7:1) मध्ये व्हॅल्यू 35 आहे आणि सोर्स B (N7:2) मध्ये व्हॅल्यू 15 आहे. जेव्हा इनपुट I: 012/10 true असते, तेव्हा सोर्स B (15) मध्ये संग्रहित व्हॅल्यू सोर्स A (35) मध्ये संग्रहित मूल्यातून वजा केली जाते आणि याचा परिणाम 20, अॅड्रेस (N7:10) मध्ये संग्रहित केला जातो.

C) मल्टिप्लाय (MUL):

MUL इंस्ट्रक्शन्स दोन व्हॅल्यूचा गुणाकार करण्यासाठी वापरले जाते. गुणाकार केली जाणारी दोन व्हॅल्यू वेगवेगळ्या मेमरी अॅड्रेसेसवर संग्रहित केली जातात, सोर्स A आणि सोर्स B. अंतिम परिणाम एका निर्दिष्ट डेस्टिनेशन अॅड्रेसवर संग्रहित केला जातो. सोर्स A आणि सोर्स B हे कॉन्स्टन्ट व्हॅल्यू किंवा वर्ड साईझ चे अॅड्रेसेस असू शकतात.

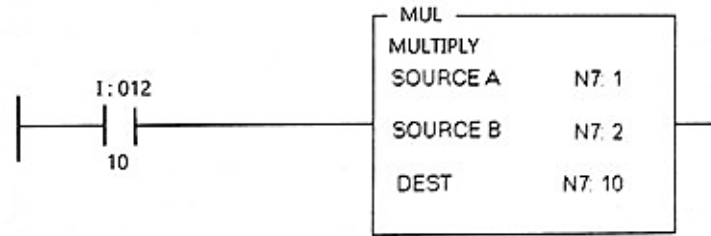


Figure 2.19 Symbol of MUL instruction

Figure 2.19 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे MUL इंस्ट्रक्शन्स दाखवल्या आहेत, सोर्स A (N7:3) मध्ये व्हॅल्यू 20 आहे आणि सोर्स B (N7:10) मध्ये व्हॅल्यू 3 आहे. जेव्हा इनपुट I:012/10 सत्य असते, तेव्हा सोर्स A (20) मध्ये संग्रहित व्हॅल्यू आणि सोर्स B (3) मध्ये संग्रहित व्हॅल्यू यांचा गुणाकार केला जातो आणि परिणाम 60, (N7:12) डेस्टिनेशन अॅड्रेसवर संग्रहित केला जातो.

D) डिव्हिजन (DIV):

DIV इंस्ट्रक्शन्स सोर्स A मध्ये साठवलेल्या व्हॅल्यूला सोर्स B मध्ये साठवलेल्या दुसऱ्या व्हॅल्यूने विभाजित करण्यासाठी वापरले जाते, ज्यामुळे उत्तर (परिणाम) डेस्टिनेशन अॅड्रेसवर मिळतो. सोर्स A आणि सोर्स B हे कॉन्स्टन्ट व्हॅल्यू किंवा वर्ड साईझ चे अॅड्रेसेस असू शकतात.

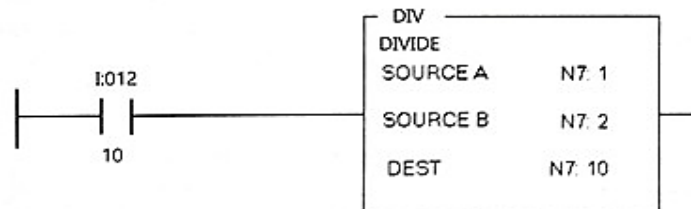


Figure 2.20 Symbol of DIV instruction

Figure 2.20 मध्ये DIV इंस्ट्रक्शन्स दाखवली आहे. आकृतीमध्ये

दाखवल्याप्रमाणे, सोर्स A (N7:3) मध्ये व्हॅल्यू 100 आहे आणि सोर्स B (N7:5) मध्ये व्हॅल्यू 4 आहे. जेव्हा इनपुट I:12/10 true असते, तेव्हा सोर्स A मध्ये संग्रहित व्हॅल्यू 100 हे सोर्स B मध्ये संग्रहित व्हॅल्यू 4 ने भागले जाते आणि त्याचा परिणाम 25 हे डेस्टिनेशन ॲड्रेसवर N7:10 मध्ये संग्रहित केले जाते.

2.3.2 लॉजिकल इंस्ट्रक्शन्स

सर्व लॉजिकल इन्स्ट्रक्शन ह्या आउटपुट प्रकारच्या इंस्ट्रक्शन्स आहेत.

A) AND इंस्ट्रक्शन:

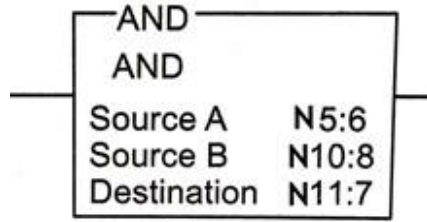


Figure 2.21 Symbol of AND instruction

AND इंस्ट्रक्शन्स लॉजिकल AND ऑपरेशन करते. Figure 2.21 मध्ये ब्लॉक फॉर्मेट केलेले AND इंस्ट्रक्शन दाखवले आहे. हे इंस्ट्रक्शन्स दोन सोर्सस मधील बिट्सच्या स्वरूपातील वर्ड्स साईज व्हॅल्यू रीड करते आणि दुथ टेबलच्या आधारावर AND ऑपरेशन डेस्टिनेशन वर्ड्सचे बिट्स अपडेट करते. उदाहरणार्थ,

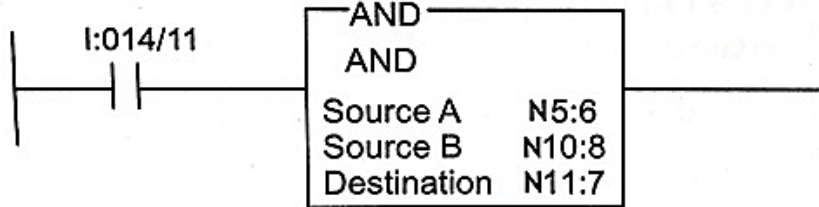


Figure 2.22 AND instruction placed in a Rung

Figure 2.22 मध्ये दाखवलेल्या इंस्ट्रक्शन्स विचारात घ्या. या उदाहरणात, जर रिंग कंडिशन टू (सत्य) असेल, तर प्रोसेसर N5:6 आणि N10:8 वर AND ऑपरेशन करतो. हे दोन्ही ॲड्रेस ANDed आहेत आणि रिझल्ट डेस्टिनेशन ॲड्रेस N11:7 मध्ये साठवला जातो. या इंस्ट्रक्शनचे आउटपुट Figure 2.23 मध्ये दाखवले आहे.

N5:6	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
N10:8	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
N11:7	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 2.23 Output of AND instruction

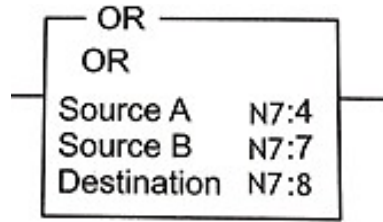
B) OR इन्स्ट्रक्शन:

Figure 2.24 Symbol of OR instruction

हे इन्स्ट्रक्शन्स दोन सोर्स वर्ड्स मधील बिट व्हॅल्यू वाचते आणि OR ऑपरेशनच्या दुथ टेबलच्या आधारावर डेस्टिनेशन वर्ड्सचे बिट्स अपडेट करते. उदाहरणार्थ:

N7:4	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
N7:7	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
N7:8	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1

Fig 2.25 OR instruction placed in a Rung

Figure 2.25 मध्ये दाखवलेल्या इन्स्ट्रक्शन्स विचारात घ्या या उदाहरणात, जर रिंग कंडिशन टू असेल, तर प्रोसेसर N7:4 आणि N7:7 वर OR ऑपरेशन करतो. हे दोन्ही अँड्रेस ORed आहेत आणि रिजल्ट डेस्टिनेशन अँड्रेस, N7:8 मध्ये साठवले जातात. या इन्स्ट्रक्शनचे आउटपुट रिजल्ट Figure 2.26 मध्ये दाखवला आहे.

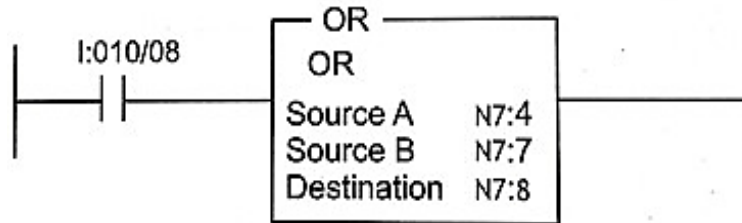


Figure 2.26 Result of OR instruction

C) XOR इन्स्ट्रक्शन:

XOR इन्स्ट्रक्शन्स लॉजिकल XOR ऑपरेशन करते. Figure 2.27 मध्ये XOR इन्स्ट्रक्शनचे ब्लॉक फॉर्मॅट केलेले निर्देश दाखवले आहेत.

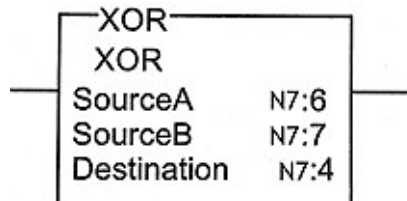


Figure 2.27 Symbol of XOR instruction

ही इंस्ट्रक्शन्स बिट सॉफ्टवेअर सोर्स वर्ड्समधील व्हॅल्यूज वाचते आणि XOR ऑपरेशनच्या सत्य सारणीवर आधारित, डेस्टिनेशन वर्डचे बिट्स अपडेट करते. उदाहरणार्थ

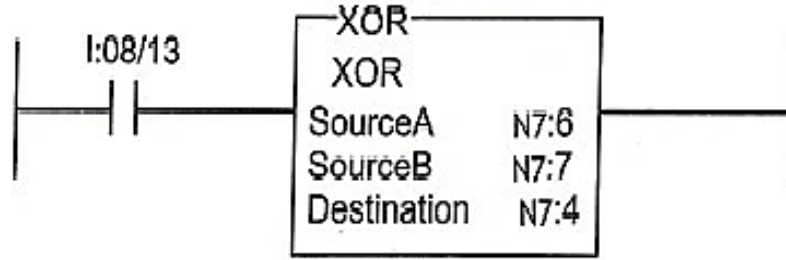


Figure 2.28 XOR instruction placed in a Rung

Figure 2.28 मध्ये दाखवलेले इंस्ट्रक्शन्स विचारात घ्या. या उदाहरणात, जर रंग कंडिशन टू असेल, तर प्रोसेसर N7:06 आणि N7:07 वर XOR ऑपरेशन करतो. हे दोन्ही अड्रेसेस मध्ये XORed ऑपरेशन होते आणि निकाल डेस्टिनेशन अड्रेस N7:04 मध्ये संग्रहित केला जातो. या इंस्ट्रक्शनचे आउटपुट Figure 2.29 मध्ये दाखवले आहे.

N7:6	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1
N7:7	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0
N7:4	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1

Figure 2.29 Result of XOR instruction

D) NOT इन्सट्रक्शन:

NOT इंस्ट्रक्शन्स NOT ऑपरेशन परफॉर्म करते. NOT इंस्ट्रक्शनचा ब्लॉक फॉर्मॅट Figure 2.30 मध्ये दर्शविला आहे. हे इंस्ट्रक्शन्स सोर्स वर्ड्समधील बिट व्हॅल्यू रीड करतो आणि NOT ऑपरेशनच्या ट्रुथ टेबलच्या आधारावर, डेस्टिनेशन वर्ड बिट्स अपडेट करते.

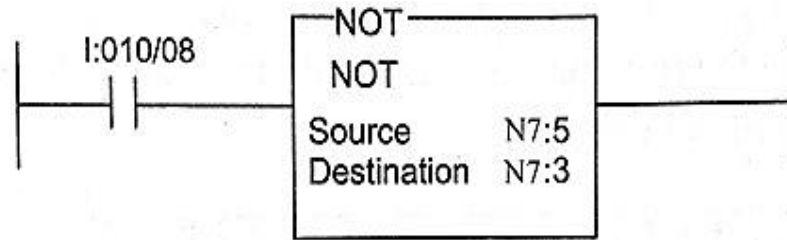


Figure 2.30 Symbol of NOT instruction

2.3.3 कमपॅरीझन इन्सट्रक्शन (तुलनात्मक):

A) इक्वल टु (EQU):

EQU इंस्ट्रक्शन्स समानतेसाठी दोन व्हॅल्यूची तुलना करते. तुलना केल्या जाणाऱ्या दोन व्हॅल्यू वेगवेगळ्या मेमरी अड्रेसेसमध्ये संग्रहित केल्या जातात, म्हणजेच, सोर्स A आणि सोर्स B. सोर्स A हा नेहमीच वर्ड साईझ अड्रेस असतो, परंतु सोर्स B हा वर्ड अड्रेस किंवा कॉन्स्टन्ट व्हॅल्यूचा अड्रेस असू शकतो. जर सोर्स A आणि सोर्स B मध्ये संग्रहित व्हॅल्यू समान असतील, तर रिंग आउटपुट टू होईल, अन्यथा रिंग आउटपुट फॉल्स असेल. Figure 2.30 EQU इंस्ट्रक्शन्सचा ब्लॉक फॉर्मॅट दर्शवते.

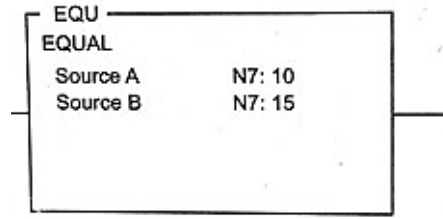


Figure 2.30 Symbol of EQU instruction

Figure 2.31 मध्ये एक EQU इंस्ट्रक्शन दाखवले आहे ज्यामध्ये सोर्स A, N7:10 आहे आणि सोर्स B, N7:15 आहे. आउटपुट O:013/01 आहे. या उदाहरणात, जर N7:10 मधील व्हॅल्यू N7:15 मध्ये व्हॅल्यूइतकीच असेल, तर आउटपुट O:013/01 हाय होईल, अन्यथा आउटपुट O:013/01 लो म्हणजेच बंद राहील.

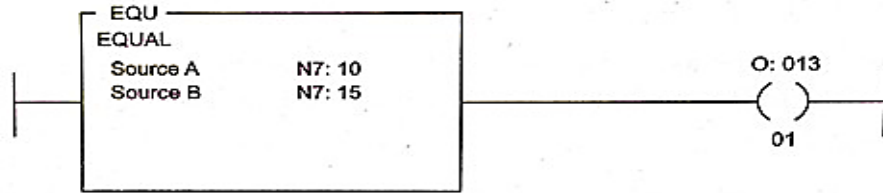


Figure 2.31 EQU instruction placed in Rung

B) ग्रेटर दॅन इक्वल टु (GEQ):

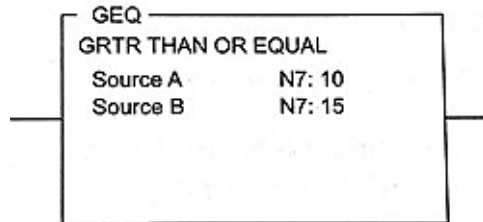


Figure 2.32 Symbol of GEQ instruction

GEQ इंस्ट्रक्शन्स एखादी व्हॅल्यू दुसऱ्या व्हॅल्यूपेक्षा मोठे किंवा समान आहे का याची तुलना करते. तुलना केल्या जाणाऱ्या दोन व्हॅल्यू वेगवेगळ्या मेमरी अॅड्रेसेस मध्ये संग्रहित केल्या जातात, म्हणजे सोर्स A आणि सोर्स B. सोर्स A हा नेहमीच वर्ड साईझ अॅड्रेस असतो, परंतु सोर्स B हा वर्ड साईझ किंवा कॉन्स्टन्ट व्हॅल्यू असू शकतो. जर सोर्स A मध्ये संग्रहित व्हॅल्यू सोर्स B मध्ये संग्रहित व्हॅल्यूपेक्षा मोठे किंवा समान असेल, तर रिंग आउटपुट सत्य (True) होईल, अन्यथा रिंग आउटपुट फॉल्स असेल. Figure 2.33 GEQ इंस्ट्रक्शन ब्लॉकचा फॉर्मॅट दर्शवते.

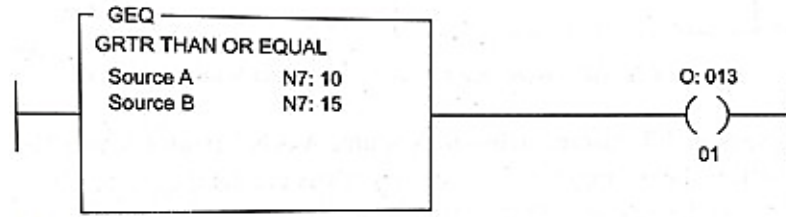


Figure 2.33 GEQ instruction place in Rung

Figure 2.33 मध्ये GEQ इंस्ट्रक्शन्स दाखवली आहे ज्यामध्ये सोर्स A N7:10 आहे आणि सोर्स B N7:15 आहे. आउटपुट O:013/01 आहे. या उदाहरणात, जर N7:10 मधील व्हॅल्यू N7:15 मधील मूल्यापेक्षा जास्त किंवा समान असेल, तर आउटपुट O:013/01 चालू असेल, अन्यथा आउटपुट O:013/01 बंद असेल.

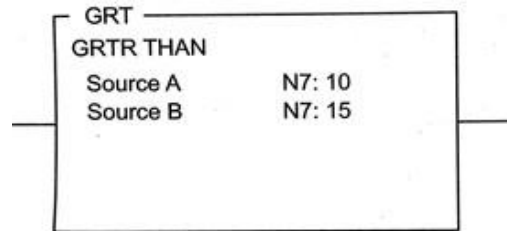


Figure 2.34 Symbol of GRT instruction

C) ग्रेटर दॅन (GRT):

जर एखादी व्हॅल्यू दुसऱ्या व्हॅल्यूपेक्षा मोठी असेल तर GRT इंस्ट्रक्शनमध्ये तुलना केली जाते. या इंस्ट्रक्शनमध्ये दोन इनपुट देखील आहेत, सोर्स A आणि सोर्स B. जर सोर्स A मध्ये साठवलेले व्हॅल्यू सोर्स B मध्ये साठवलेल्या व्हॅल्यूपेक्षा जास्त असेल, तर रंग आउटपुट TRUE होईल, अन्यथा रंग आउटपुट FALSE असेल. Figure 2.34 GRT इंस्ट्रक्शनचे ब्लॉक फॉर्मॅट दर्शवते.

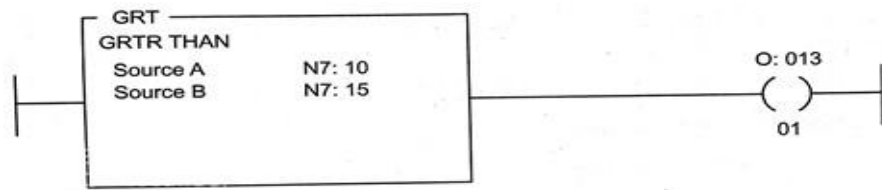


Figure 2.35 GRT instruction place in Run

Figure 2.35 मध्ये GRT इंस्ट्रक्शन्स दाखवले आहे ज्यामध्ये सोर्स A, N7:10 आहे आणि सोर्स B, N7:15 आहे. आउटपुट O:013/01 आहे. या उदाहरणात, जर N7:10 मधील व्हॅल्यू N7:15 मधील व्हॅल्यूपेक्षा जास्त असेल, तर आउटपुट O:013 /01 high होते, अन्यथा आउटपुट O:013/01 low होते.

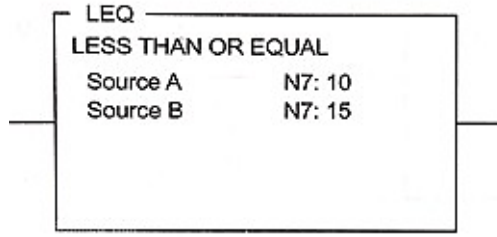


Figure 2.36 Symbol of LEQ instruction

D) लेस देंन इक्वल टु (LEQ):

जर एखादी व्हॅल्यु दुसऱ्या व्हॅल्युपेक्षा कमी किंवा समान असेल तर LEQ इंस्ट्रक्शन्स तुलना करते. या इंस्ट्रक्शनमध्ये दोन इनपुट्स आहेत, सोर्स A आणि सोर्स B. जर सोर्स A मध्ये साठवलेल्या व्हॅल्यु सोर्स B मध्ये साठवलेल्या व्हॅल्युपेक्षा कमी किंवा समान असेल, तर रंग आउटपुट सत्य (True) होईल, अन्यथा रंग आउटपुट फॉल्स (FALSE) असेल. Figure 2.37 LEQ इंस्ट्रक्शन ब्लॉकचा फॉर्मॅट दर्शवते.

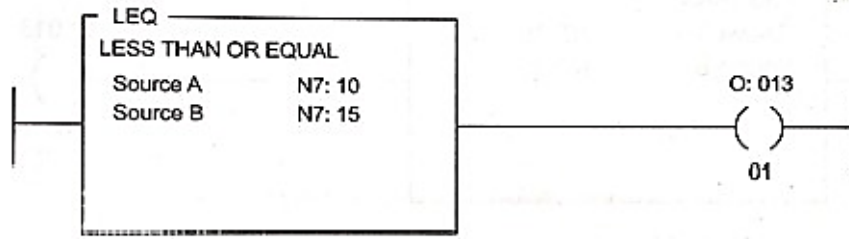


Figure 2.37 LEQ instruction place in Rung

Figure 2.37 मध्ये LEQ इंस्ट्रक्शन्स दाखवली आहे ज्यामध्ये सोर्स A, N7:10 आहे आणि सोर्स B, N7:15 आहे. आउटपुट O:013/01 आहे. या उदाहरणात, जर N7:10 मधील value N7:15 मधील व्हॅल्युपेक्षा कमी किंवा समान असेल, तर आउटपुट O:013/01 ON असेल, अन्यथा आउटपुट O:013/01 OFF असेल.

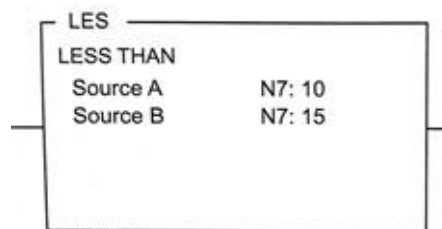
E) लेस देंन (LES):

Figure 2.38 Symbol of LES instruction

LES इंस्ट्रक्शन्स एक व्हॅल्यु दुसऱ्या व्हॅल्युपेक्षा कमी आहे की नाही याची तुलना करते. या इंस्ट्रक्शन दोन इनपुट देखील आहेत, सोर्स A आणि सोर्स B. जर सोर्स A मध्ये

साठवलेले व्हॅल्यू सोर्स B मध्ये साठवलेल्या मूल्यापेक्षा कमी असेल, तर रिंग आउटपुट सत्य होईल, अन्यथा रिंग आउटपुट FALSE असेल.

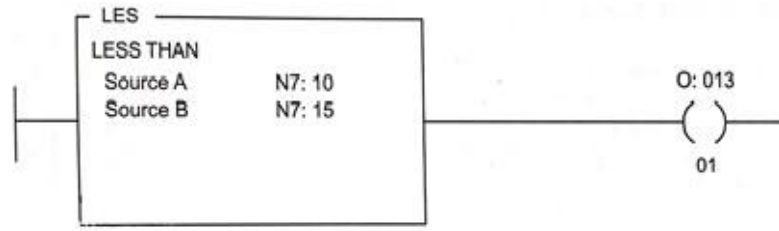


Fig.2.39 LES instruction place in Rung

Figure 2.39 LES सूचनांचे ब्लॉक स्वरूप दर्शवते. Figure 2.37 मध्ये LES इंस्ट्रक्शन्स दाखवल्या आहेत ज्यामध्ये सोर्स A N7:10 आहे आणि सोर्स B N7:15 आहे. आउटपुट O:013/01 आहे. या उदाहरणात, जर N7:10 मधील व्हॅल्यू N7:15 मधील मूल्यापेक्षा कमी असेल, तर आउटपुट O:013/01 चालू असेल, अन्यथा आउटपुट O:013/01 बंद असेल.

F) नॉट इक्वल टु (NEQ):

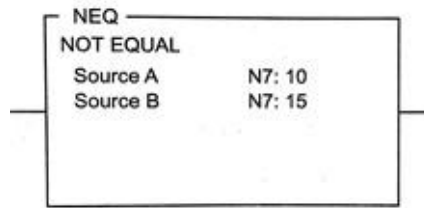


Figure 2.40 Symbol of NEQ instruction

NEQ इंस्ट्रक्शन्स असमानतेसाठी दोन मूल्यांची तुलना करते. तुलना केली जाणारी दोन व्हॅल्यू वेगवेगळ्या मेमरी पत्त्यांमध्ये संग्रहित आहेत, म्हणजेच सोर्स A आणि सोर्स B. सोर्स A हा नेहमीच शब्दाचा पत्ता असतो, परंतु सोर्स B हा शब्दाचा किंवा कॉन्स्टन्ट मूल्याचा पत्ता असू शकतो. जर सोर्स A आणि सोर्स B मध्ये संग्रहित व्हॅल्यू असमान असतील, तर रिंग आउटपुट सत्य होईल, अन्यथा रिंग आउटपुट FALSE असेल. Figure 2.40 NEQ सूचनांचे ब्लॉक स्वरूप दर्शवते.

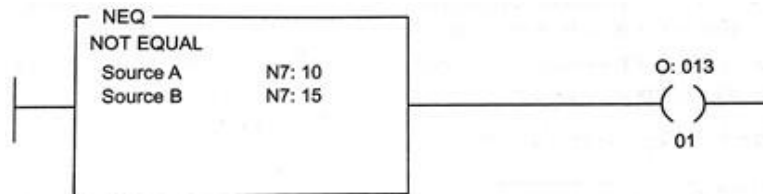


Figure 2.41 NEQ instruction place in Rung

Figure 2.41 मध्ये NEQ इंस्ट्रक्शन्स दाखवली आहे ज्यामध्ये सोर्स A हा N7:10 आहे आणि सोर्स B हा N7:15 आहे. आउटपुट O:013/01 आहे. या उदाहरणात, जर

N7:10 मधील व्हॅल्यू N7:15 मधील व्हॅल्यूच्या बरोबरीचा नसेल, तर आउटपुट O:013/01 चालू असेल, अन्यथा आउटपुट O:013/01 बंद असेल.

2.4 प्रोग्रामिंग टायमर:

पीएलसी (PLCs) मधील टायमरचा वापर टायमर दिले सादर करण्यासाठी, टाइम इंटर्वलचे मोजमाप करण्यासाठी आणि कालबाह्य वेळेच्या आधारे कार्यक्रमांवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी वापरले जाते. कन्व्हेयर बेल्ट कंट्रोल, मोटर दिले आणि प्रोसेस टाइम यासारख्या ऑटोमेशन ॲप्लिकेशन्ससाठी ते आवश्यक आहेत.

2.4.1 टायमर ॲड्रेसिंग फॉर्मॅट:

प्रत्येक पीएलसी ब्रँड आणि मॉडेलचा टायमर ॲड्रेसिंगचा स्वतःचा फॉर्मॅट असतो, परंतु बहुतेक पीएलसी टायमर आणि त्यांच्याशी संबंधित स्टेटस बिट्ससाठी स्टॅंडर्ड स्ट्रक्चरचे अनुसरण करतात. टायमर्स कसे ॲड्रेस केले जाते आणि त्यांचे स्टेटस बिट्स कसे कार्य करतात याचे सामान्य स्पष्टीकरण खाली दिले आहे.

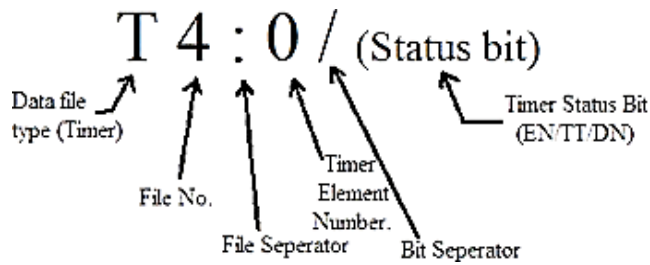


Fig.2.42 Timer Addressing Format in RSLogix 500 (SLC 500, MicroLogix)

2.4.2 टायमर्सचे स्टेटस बिट्स:

प्रत्येक टायमरमध्ये स्टेटस बिट्स असतात जे त्याचे सध्या स्थिती सूचित करतात. खाली सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या बिट्स आहेत:

- इनेबल बिट (EN)
- टायमर टायमिंग बिट (TT)
- डन बिट (DN)
- ॲकुमुलेटर बिट (ACC)
- प्रिसेट (PRE)

Table 2.1: Status Bits of Timers

टायमर ॲड्रेस	फंक्शन
T4:0/PRE	प्रिसेट टाइम (e.g., 5000ms = 5 sec)
T4:0/ACC	ॲकुमुलेटेड टाइम (e.g., 3000ms = 3 sec elapsed)
T4:0/EN	High (1) होते, इनपुट ON असताना (टाइमर इनेबल)
T4:0.TT	High (1) होते जेव्हा टायमर कॉउंटिंग करत असतो
T4:0.DN	High (1) होते, जेव्हा ॲकुमुलेटर आणि प्रिसेट एकसमान होतात

वरील टायमर अड्रेसिंग फॉर्मॅटमध्ये, स्टेटस बिट महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. टायमरला दोन श्रेणींमध्ये विभागले गेले आहेत ज्यात रेटेन्टिव्ह टायमर आणि नॉन-रेटिक्टिव्ह टायमर आहेत. TON आणि TOF हे नॉन-रेटिक्टिव्ह टाइमर आहेत तर RTO हे रेटिक्टिव्ह टायमर आहे. हे टाइमर खाली स्पष्ट केले आहेत.

2.4.3 TON (ऑन डिले टायमर):

TON हे ऑन डिले टायमरला दर्शवते आणि रंग कंडिशन High असेल तर टायमर सुरु होतो. खालील पैकी कोणत्याही एका परिस्थितीत टायमर बंद होतो:

- रंग फॉल्स असेल तर.
- अॅकुमुलेटर आणि प्रिसेट मधील संख्या सामान झाल्यास.
- रिसेट इंस्ट्रक्शन टाइमर ला रिसेट करते.

जेव्हा टाइमर थांबतो, तेव्हा टाइमर आणि अॅकुमुलेटेड टाइम रिसेट होतो. Figure 2.43 TON टायमरचा फॉर्मॅट दर्शविते.

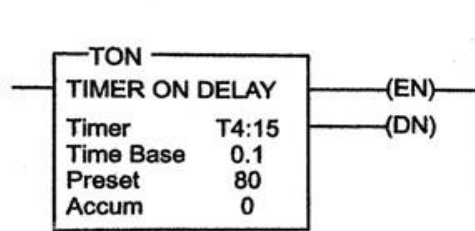


Figure 2.43 Format of TON instruction

TON टाइमरमध्ये त्याच्याशी संबंधित तीन स्टेटस बिट असतात: EN (एनेबल), TT (टायमर टायमिंग) आणि DN (डन). या बिट्सचे वर्तन खालील टेबल 2.2 मधून समजू शकते.

Table 2.2: Function of Status Bits of TON Timer

कंडिशन	EN	TT	DN
इनपुट = 0	0	0	0
इनपुट = 1 & ACC < Preset	1	1	0
इनपुट = 1 & ACC ≥ Preset	1	0	1

2.4.4 TOF (ऑफ डिले टायमर):

TOF हे ऑफ डिले टायमरला दर्शवते. रंग कंडिशन फॉल्स (Low) असल्यावर TOF इंस्ट्रक्शन टाइमर सुरु होतो. टाइमर खालीलपैकी कोणतीही कंडिशन खरी असल्यास थांबतो:

- रंग ट्रू (True) असेल तर.
- रिसेट इंस्ट्रक्शन टाइमर ला रिसेट करते.

जेव्हा टाइमर थांबतो, तेव्हा टाइमर आणि अॅकुमुलेटेड टाइम रिसेट होतात. Figure

2.44 मध्ये TOF इंस्ट्रक्शनचा सर्वसामान्य फॉर्मॅट दाखवलेला आहे.

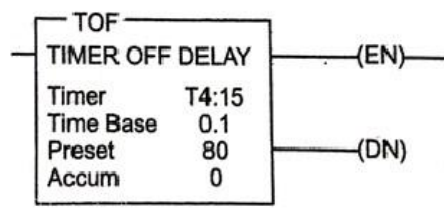


Figure 2.44: Format of TOF instruction

TOF टाइमर तीन स्टेटस बिट्ससह येतो, ज्यात खालील समाविष्ट आहेत EN (एनेबल), TT (टायमर टायमिंग) आणि DN (डन). या बिट्सचे वर्तन खाली दिलेल्या टेबल 2.3 मधून समजून घेता येईल –

Table 2.3: Function of Status Bits TOF Timer

कंडिशन	EN	TT	DN
इनपुट = 1	1	0	1
इनपुट = 0 & ACC < Preset	0	1	1
इनपुट = 0 & ACC ≥ Preset	0	0	0

2.4.5 RTO (रिटेन्टीव्ह टायमर ऑन):

RTO इंस्ट्रक्शन हे रिटेंटिव टाइमर्सला दर्शवितो. RTO इंस्ट्रक्शन आणि TON इंस्ट्रक्शन सारखेच आहे, परंतु जेव्हा TON इंस्ट्रक्शन रंग (Rung) कंडिशन फॉल्स होते तेव्हा अॅक्युमुलेटरमधील संख्या शून्य होते परंतु RTO इंस्ट्रक्शन मध्ये तसे होत नाही. तथापि, जोपर्यंत प्रोसेसरला रिसेट इंस्ट्रक्शन (RES) देत नाही तोपर्यंत जरी RTO निर्देशात रंग फॉल्स असली किंवा प्रोसेसर कार्यरत नसला तरी, अॅक्युमुलेटरमधील संख्या राखली जाते. RTO इंस्ट्रक्शनचा फॉर्मॅट Figure 2.45 मध्ये दाखवलेला आहे.

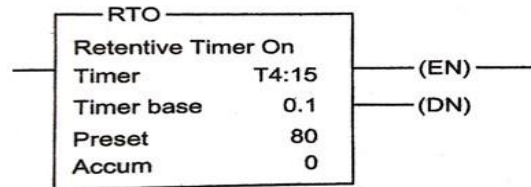


Figure 2.45 Format of RTO instruction

RTO टाइमर तीन स्टेटस बिट्ससह येतो, ज्यात खालील समाविष्ट आहेत :EN (एनेबल), TT (टायमर टायमिंग), आणि DN (डन). या बिट्सचे वर्तन खाली दिलेल्या टेबल 2.4

मधून समजून घेता येईल –

Table 2.4 function of RTO status bits

कंडिशन	EN	TT	DN
इनपुट = 0	0	0	0
इनपुट = 1 & ACC < Preset	1	1	0
इनपुट = 0 & ACC < Preset	0	1	0
इनपुट = 1 & ACC = Preset	1	0	1
इनपुट = 0 & ACC = Preset	0	0	1

2.4.6 टायमर मधील रिसेट इंस्ट्रक्शन (RES):

PLC मधील टाइमर रिसेट करण्यासाठी, PLC प्रोग्राममध्ये एक विशेष "रिसेट" (Reset) निर्देश वापरला जातो, जो टाइमरची अकुमुलेटेड संख्या परत शून्यावर सेट करतो आणि त्यामुळे टाइमिंग प्रक्रिया पुन्हा नव्याने सुरू होते. हे सामान्यतः एखाद्या विशिष्ट इनपुट कंडिशनद्वारे ट्रिगर केले जाते, जसे की बटण दाबणे किंवा लॉजिक स्थितीमध्ये बदल होणे.

2.5 काउंटर इंस्ट्रक्शन

काउंटर हे प्रोग्रॅमेबल लॉजिक कंट्रोलर्स (PLCs) मधील महत्वाचे इंस्ट्रक्शन आहेत, जे इव्हेंट्स, ऑब्जेक्ट्स किंवा ऑपरेशन्स मोजण्यासाठी वापरले जातात. काउंटर चे दोन मुख्य प्रकार आहेत:

- अप काउंटर (CTU- Count Up instruction)
- डाऊन काउंटर (CTD- Count Down instruction)

2.5.1 काउंटर अँड्रेसिंग फॉर्मॅट:

PLC प्रोग्रामिंगमध्ये, काउंटर CTU, CTD, आणि CTUD साठी विशिष्ट अँड्रेसिंग फॉर्मॅट असतो, जो PLC च्या ब्रँड आणि मॉडेलवर आधारित असतो. PLCs मध्ये सामान्यतः वापरला जाणारा फॉर्मॅट दिला आहे.

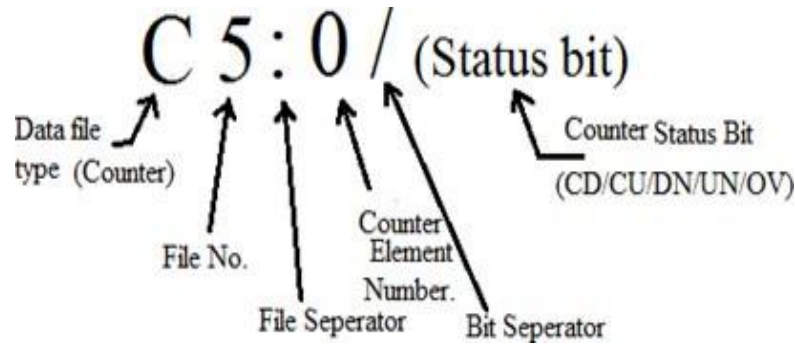


Figure 2.46 Counter addressing format

2.5.2 CTU (अप काउंटर):

CTU किंवा Count UP इंस्ट्रक्शन हा एक आउटपुट इंस्ट्रक्शन आहे, ज्याचे कार्य त्याच्या इनपुटच्या खोट्या-ते-खऱ्या (False-to-True) बदलाच्या आधारावर ॲक्युमुलेटेड वैल्यू (Accumulated Value) वाढवणे आहे. याचा वापर एखाद्या इनपुट इंस्ट्रक्शनच्या खोट्या-ते-खऱ्या (False-to-True) संक्रमणांची संख्या मोजण्यासाठी केला जाऊ शकतो आणि आवश्यक मोजणीनंतर एखाद्या इव्हेंटला ट्रिगर करण्यासाठी केला जाऊ शकतो. Up-Counter आउटपुट इंस्ट्रक्शन प्रत्येकवेळी मोजलेला इव्हेंट घडल्यावर ॲक्युमुलेटरला 1 ने वाढवतो. Fig.2.46 मध्ये CTU इंस्ट्रक्शनचा फॉर्मॅट दाखवला आहे.

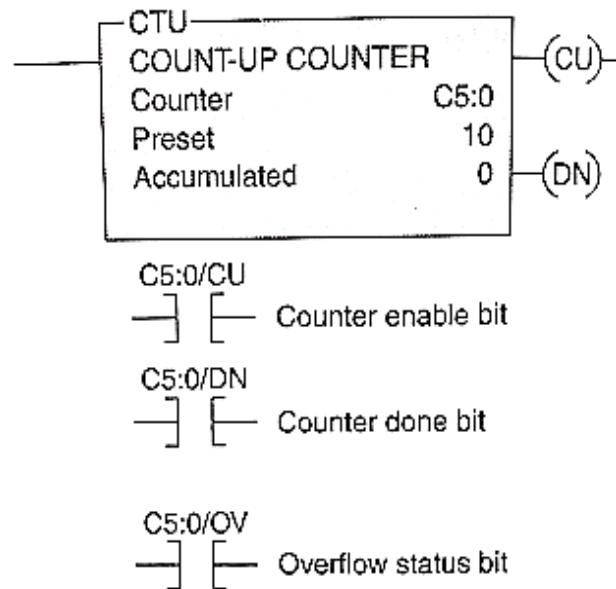


Figure 2.47 Format of CTU instruction

Figure 2.47 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, Up Counter तीन स्टेटस बिट्सपासून बनलेला आहे, त्यामध्ये: CU (Count-Up Enable), DN (Done), आणि OV (Overflow) समाविष्ट आहेत.

- a) **काउंट-अप एनेबल (CU):** Count-Up (CU) Enable बिट CTU काउंटरसोबत वापरला जातो आणि CTU इंस्ट्रक्शन खरा (True) असल्यास हा बिट खरा राहतो. जर CTU निर्देश खोटा (False) असेल, तर CU बिट खोटा राहतो.
- b) **डन (DN):** Count-Up किंवा Count-Down काउंटरमध्ये जेव्हा ॲक्युमुलेटेड (Accumulated) संख्या काउंटरच्या प्रीसेट (preset) संख्येच्या समान किंवा त्यापेक्षा जास्त असते तेव्हा Done (DN) बिट (True) खरा होतो.
- c) **ओव्हरफ्लो (OV):** Overflow इंस्ट्रक्शन काउंटरच्या ॲक्युमुलेटेड संख्येच्या (Accumulated Value) त्याच्या परिभाषित श्रेणीच्या मर्यादेपेक्षा अधिक (Exceed) म्हणजेच 32,767 झाल्यावर सक्रिय होतो काउंटरमध्ये . Overflow बिट) OV) सेट होतो जेव्हा काउंटर त्याच्या कमाल मूल्यापेक्षा (Maximum Value) पुढे म्हणजेच 32,768 मोजतो.

2.5.3 काउंटर डाऊन (CTD):

Down Counter आउटपुट इंस्ट्रक्शन प्रत्येकवेळी मोजलेला इव्हेंट घडल्यावर 1 ने घट (Decrement) करतो किंवा मोजणी खाली कमी करतो. प्रत्येकवेळी Down Count इव्हेंट घडतो, तेव्हा ॲक्युमुलेटर संख्या कमी केली जाते. सामान्यतः Down Counter चा वापर Up-Counter सोबत (जोडीत) केला जातो, ज्यामुळे Up/Down Counter तयार होतो. Figure 2.48 मध्ये CTD इंस्ट्रक्शनचा फॉर्मॅट दाखवलेला आहे.

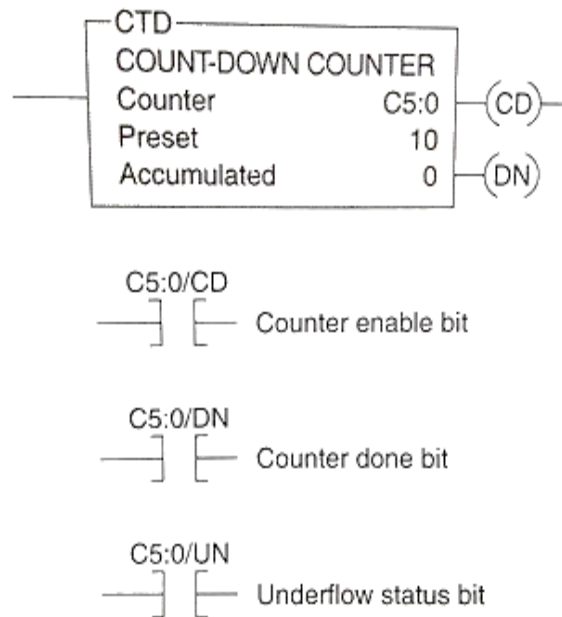


Figure 2.48 Format of CTD instruction

Figure 2.48 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, Down Counter तीन स्टेटस बिट्सपासून बनलेला आहे, त्यामध्ये :CD (Count-Down Enable), DN (Done), आणि UV (Underflow) समाविष्ट आहेत.

- a) **काउंट-डाऊन एनेबल बिट (CD):** Count-Down इनेबल बिट Countdown काउंटरसोबत वापरला जातो. हा बिट तेव्हा खरा (True) राहतो, जेव्हा Countdown काउंटर इंस्ट्रक्शन खरा (True) असेल. जर Countdown काउंटर इंस्ट्रक्शन खोटा (False) असेल, तर CD बिट सुद्धा खोटा (False) राहतो.
- b) **डन बिट (DN):** Done (DN) बिट तेव्हा खरा (True) होतो, जेव्हा ॲक्युमुलेटरची संख्या काउंटरच्या प्रीसेट (Preset) संख्येच्या समान किंवा त्यापेक्षा जास्त असते, हे Count-Up किंवा Countdown काउंटरसाठी लागू आहे.
- c) **अंडरफ्लो बिट (UV):** Underflow बिट खरा (True) होतो, जेव्हा काउंटरची किंमत -32,768 च्या खाली जाते. त्यानंतर काउंटरची किंमत +32,767 वर वळते (Wrap Around) आणि प्रत्येक खोट्या-ते-खऱ्या (False-to-True) रंग ट्रान्झिशनवर शून्यापर्यंत (0) मोजत राहते.

2.6 PLC-PC इंटरफेस, PLC इंस्टॉलेशनमध्ये काय करावे आणि काय करू नयेत (Dos and Don'ts)

2.6.1 PLC आणि PC इंटरफेस करण्यासाठीची पावले (Steps for Interfacing PLC with PC):

1. सुसंगत सॉफ्टवेअरची स्थापना:
2. PLC प्रोग्रामिंगसाठी आवश्यक असलेले सॉफ्टवेअर (जसे की RSLogix, TIA Portal, GX Developer इत्यादी) PC वर स्थापित करा.
3. PLC आणि PC कनेक्ट करा:
 - योग्य केबल वापरा (उदा. USB, Serial Cable, Ethernet Cable).
 - PLC च्या कम्युनिकेशन पोर्टला PC च्या पोर्टशी जोडा.
4. कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल सेट करा:
 - सॉफ्टवेअरमध्ये PLC आणि PC दरम्यान कम्युनिकेशनसाठी योग्य प्रोटोकॉल (उदा. Modbus, Ethernet/IP) निवडा.
 - बाउंड रेट (Baud Rate), डाटा बिट्स (Data Bits), आणि parity यासारखे कनेक्शन पॅरामीटर्स कॉन्फिगर करा.
5. हार्डवेअर ओळख तपासा:
 - सॉफ्टवेअरमध्ये PLC डिटेक्ट होत आहे का ते तपासा.
 - "PLC Online" मोड निवडा.
 - हार्डवेअर आणि कनेक्शन स्थिती तपासा.
6. प्रोग्राम लोड करा किंवा ट्रान्सफर करा:
 - सॉफ्टवेअरमध्ये प्रोग्राम तयार करा किंवा तयार प्रोग्राम उघडा.
 - प्रोग्राम PC वरून PLC मध्ये अपलोड (Upload) करा किंवा PLC मधील प्रोग्राम डाउनलोड (Download) करा.
7. कम्युनिकेशनची चाचणी घ्या:
 - PLC आणि PC दरम्यान डेटा ट्रान्सफर योग्यरित्या होत आहे का ते तपासा.
 - त्रुटी असल्यास (Errors) कनेक्शन आणि प्रोटोकॉल पुन्हा तपासा.
8. ऑनलाईन मॉनिटरिंग आणि डीबगिंग
 - सॉफ्टवेअरद्वारे ऑनलाईन मॉनिटरिंग सुरू करा.
 - PLC मधील लॉजिकची (लॉजिक) चाचणी करा आणि आवश्यक असल्यास डीबगिंग करा.
9. इंस्टॉलेशन पूर्ण करा:
 - कनेक्शन सुरक्षित असल्याची खात्री करा.
 - प्रोग्राम योग्यरित्या कार्य करत आहे का ते तपासा.

2.6.2 PLC इंस्टॉलेशनमध्ये काय करावे आणि काय करू नयेत (Dos and Don'ts)

PLC इंस्टॉलेशनमध्ये काय करावे (Dos in PLC Installation):

1. योग्यरित्या नियोजन करा (Plan Thoroughly):
 - इंस्टॉलेशनपूर्वी सिस्टीम आर्किटेक्चर डिझाइन करा.
 - I/O आवश्यकता, वीजपुरवठा, कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल, आणि पर्यावरणीय घटक विचारात घ्या.
2. निर्मात्याच्या मार्गदर्शक तत्वांचे पालन करा (Follow Manufacturer Guidelines):
 - निर्मात्याने पुरवलेल्या इंस्टॉलेशन मॅन्युअलचा उपयोग विशिष्ट वायरिंग, ग्राउंडिंग, आणि माउंटिंग प्रक्रियेसाठी करा.
3. योग्य ग्राउंडिंग सुनिश्चित करा (Ensure Proper Grounding):
 - PLC आणि सर्व संबंधित उपकरणे ग्राउंड करा जेणेकरून इलेक्ट्रिकल नॉईज कमी होईल आणि सर्जसमुळे होणारे नुकसान टाळता येईल.
4. शिल्ड केलेल्या केबल्स वापरा (Use Shielded Cables):
 - कम्युनिकेशन आणि I/O साठी शिल्ड केलेल्या केबल्सचा वापर करा, विशेषतः जिथे इलेक्ट्रिकल हस्तक्षेप जास्त असतो अशा ठिकाणी.
5. योग्य वेंटिलेशन द्या (Provide Adequate Ventilation):
 - PLC ला एका चांगल्या वेंटिलेटेड कंट्रोल पॅनेलमध्ये बसवा जेणेकरून ओव्हरहीटिंग होणार नाही. निर्दिष्ट तापमान श्रेणीत तापमान राखा.
6. वायर्स आणि कनेक्शनला लेबल करा (Label Wires and Connections):
 - सर्व वायर्स आणि टर्मिनल पॉइंट्स स्पष्टपणे लेबल करा, ज्यामुळे भविष्यातील समस्या सोडवणे आणि देखभाल सोपी होईल.
7. सर्ज प्रोटेक्शन उपकरणे वापरा (Use Surge Protection Devices):
 - सर्ज प्रोटेक्शन वापरून PLC आणि संबंधित उपकरणांचे व्होल्टेज स्पाईक्सपासून संरक्षण करा.
8. वीज पुरवठ्याची तपासणी करा (Perform a Power Supply Check):
 - वीज पुरवठा PLC च्या व्होल्टेज आणि करंट स्पेसिफिकेशन्स पूर्ण करतो का ते तपासा.
9. आयसोलेशन रिले इंस्टॉल करा (Install Isolation Relays):
 - PLC च्या आउटपुटला उच्च व्होल्टेज लोडपासून अलग करण्यासाठी रिले किंवा ऑप्टो-कपलर्सचा वापर करा.
10. PLC योग्यरित्या सुरक्षित करा (Secure the PLC Properly):

- PLC ला कॉन्स्टन्ट, कंपनमुक्त पृष्ठभागावर योग्य माउंटिंग हार्डवेअरने माउंट करा.
- 11. तैनात करण्यापूर्वी चाचणी करा (Test Before Deployment):
 - सिस्टीमची सखोल चाचणी घ्या, ज्यामध्ये I/O सिग्नल्स, कम्युनिकेशन, आणि लॉजिक प्रोग्रामिंगचा समावेश असावा, आणि त्याचा सिमुलेटेड वातावरणात वापर करून पहा.
- 12. सर्वकाही डॉक्युमेंट करा (Document Everything):
 - वायरिंग डायग्राम्स, कॉन्फिगरेशन सेटिंग्ज, आणि प्रोग्रामिंगची तपशीलवार नोंद ठेवा भविष्यातील संदर्भासाठी.

2.6.3 PLC इंस्टॉलेशनमध्ये काय करू नयेत (Don'ts in PLC Installation):

1. PLC ओव्हरलोड करू नका (Avoid Overloading the PLC):
 - निर्मात्याने निर्दिष्ट केलेल्या I/O मॉड्युल्सच्या कमाल मर्यादेचा किंवा वीज मर्यादांचा अतिरेक करू नका.
2. पर्यावरणीय अटी दुर्लक्षित करू नका (Don't Ignore Environmental Conditions):
 - PLC अति उच्च किंवा कमी तापमान, जास्त आर्द्रता किंवा धुळकट वातावरणात योग्य संरक्षक आवरणांशिवाय स्थापित करू नका.
3. पॉवर आणि सिग्नल वायर एकत्र ठेवू नका (Don't Mix Power and Signal Wires):
 - पॉवर केबल्स आणि सिग्नल केबल्स एकत्र चालवू नका, कारण त्यामुळे इलेक्ट्रिकल हस्तक्षेप होऊ शकतो.
4. ग्राउंडिंग वगळू नका (Don't Skip Grounding):
 - योग्य ग्राउंडिंग वगळू नका, कारण त्यामुळे सिस्टीममध्ये अनियमित वर्तन किंवा नुकसान होऊ शकते.
5. तुटलेल्या केबल्सचा वापर करू नका (Don't Use Damaged Cables):
 - फाटलेल्या, वाकलेल्या किंवा खराब झालेल्या केबल्स वापरणे टाळा, कारण त्यामुळे खराबी किंवा कम्युनिकेशन त्रुटी होऊ शकतात.
6. उच्च-व्होल्टेज घटक अलग ठेवण्यास विसरू नका (Don't Forget to Isolate High-Voltage Components):
 - योग्य आयसोलेशनशिवाय उच्च-व्होल्टेज लोड्स थेट PLC आउटपुटला जोडू नका.
7. जोडणी जास्त घट्ट करू नका (Avoid Over-Tightening Connections):
 - टर्मिनल स्कू खूप घट्ट केल्याने कनेक्टर्स खराब होऊ शकतात किंवा कालांतराने सैल होऊ शकतात.

8. फर्मवेअर अपडेट्स दुर्लक्षित करू नका (Don't Ignore Firmware Updates):
 - PLC फर्मवेअर अपडेट न केल्यामुळे सुसंगतता समस्या किंवा सुरक्षा असुरक्षा निर्माण होऊ शकते.
9. पॅनेलमध्ये जास्त गर्दी करू नका (Don't Overcrowd the Panel):
 - नियंत्रण पॅनेलमध्ये खूप जास्त उपकरणे ठेवू नका, कारण त्यामुळे ओव्हरहीटिंग होऊ शकते आणि समस्या सोडवणे कठीण होऊ शकते.
10. प्रशिक्षणाकडे दुर्लक्ष करू नका (Don't Neglect Training):
 - ऑपरेटर आणि तंत्रज्ञांना PLC प्रणाली सुरक्षितपणे हाताळण्यासाठी आणि समस्या सोडवण्यासाठी प्रशिक्षित करणे सुनिश्चित करा.
11. सुरक्षेच्या वैशिष्ट्यांना वगळू नका (Don't Bypass Safety Features):
 - इंस्टॉलेशन किंवा ऑपरेशनदरम्यान इंटरलॉक्स, आपत्कालीन स्टॉप सर्किट्स किंवा सेफ्टी रिले वगळू नका.
12. तांत्रिक समस्या सोडवण्यासाठी अंदाज लावू नका (Avoid Guesswork in Troubleshooting):
 - अंदाज लावण्याऐवजी मल्टिमीटर, ऑसिलोस्कोप किंवा सॉफ्टवेअर डायग्नोस्टिक्ससारखी योग्य उपकरणे वापरा.

सारांश:

हे युनिट प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर्स (PLCs) प्रोग्रामिंगच्या मूलभूत संकल्पना आणि व्यावहारिक बाबींवर केंद्रित आहे. यात PLC सिस्टीम्समध्ये वापरल्या जाणाऱ्या महत्वाच्या प्रोग्रामिंग भाषांचा परिचय दिला आहे, जसे की फंक्शनल ब्लॉक डायग्राम (FBD), इन्स्ट्रक्शन लिस्ट (IL), स्ट्रक्चर्ड टेक्स्ट (ST), सीक्वेंशियल फंक्शन चार्ट (SFC), आणि लॅडर प्रोग्रामिंग. यामध्ये या लॅंग्वेजेसच्या मूलभूत गोष्टी समजून घेण्यावर भर दिला आहे, तर लॅडर प्रोग्रामिंगला त्याच्या व्यापक वापरासाठी आणि सुलभतेसाठी विशेष महत्त्व दिले आहे.

युनिट लॅडर लॉजिकच्या मूलभूत गोष्टींवर चर्चा करते, ज्यामध्ये PLC प्रोसेसर स्कॅन सायकल आणि लॅडर डायग्राममध्ये इनपुट्स व आउटपुट्सचे अँड्रेसिंग यांची पद्धत समजावून सांगितली आहे. हे ज्ञान लॅडर लॉजिक प्रोग्राम्स डिझाइन आणि समजून घेण्यासाठी आधारभूत आहे. यामध्ये बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार, भागाकार यांसारख्या म्याथ ऑपरेशन्ससह इन्क्रिमेंट आणि डिक्रिमेंट इन्स्ट्रक्शन्स समाविष्ट आहेत. याशिवाय, NOT, AND, OR, XOR यांसारख्या लॉजिकल फंक्शन्स आणि कंपॅरिझम व डेटा हँडलिंग इन्स्ट्रक्शन्सचा समावेश आहे, ज्यामुळे विद्यार्थ्यांना मजबूत PLC प्रोग्राम तयार करता येतात.

टायमर्स आणि काउंटर्स, जे PLC प्रोग्रामिंगचे महत्वाचे घटक आहेत, त्यावर तपशीलवार चर्चा केली आहे. विद्यार्थी ON-डिले, OFF-डिले, रीसेट टायमर्स तसेच रिटेंटिव्ह टायमर्स प्रोग्राम आणि अँड्रेस करण्याची पद्धत शिकतात. त्याचप्रमाणे, काउंटर प्रोग्रामिंगमध्ये UP, DOWN, आणि Up-Down काउंटर्स, त्यांच्या संबंधित स्टेटस बिट्स आणि अँड्रेसिंग पद्धतींचे स्पष्टीकरण दिले आहे.

तसेच ह्या युनिटमध्ये PLC-PC इंटरफेसिंग या प्रगत नियंत्रण आणि मॉनिटरिंग अनुप्रयोगासाठी महत्वाच्या घटकाचाही समावेश आहे. याशिवाय, PLC इंस्टॉलेशनसाठी सर्वोत्तम पद्धतींचा आढावा घेतला आहे, ज्यामध्ये सिस्टमची विश्वासार्हता, सुरक्षा, आणि कार्यक्षमता सुनिश्चित करण्यासाठी महत्वाचे काय करावे आणि काय करू नयेत (Dos and Don'ts) यांचा उल्लेख आहे.

ही व्यापक ओळख विद्यार्थ्यांना PLC सिस्टम्स प्रभावीपणे प्रोग्राम, समस्या सोडवणे आणि देखभाल करण्यासाठी आवश्यक ज्ञान देते.

स्वाध्याय :

1. PLC प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजेसची यादी करा.
List PLC programming languages.
2. PLC मध्ये वापरल्या जाणाऱ्या विविध प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजेसचे वर्णन करा.
Describe different programming languages used in PLC.
3. FBD आणि इन्स्ट्रक्शन लिस्ट PLC प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजेस स्पष्ट करा.
Explain FBD, Instruction List PLC programming languages.
4. कोणत्याही दोन PLC प्रोग्रामिंग लॅंग्वेजेस स्पष्ट करा.
Explain any two PLC programming languages.
5. योग्य PLC ॲड्रेसिंग फॉर्मॅट निर्दिष्ट करा.
Specify appropriate PLC addressing format.
6. PLC I/O ॲड्रेसिंग फॉर्मॅटचे वर्णन करा.
Describe PLC I/O addressing format.
7. लॅडर प्रोग्रामिंगची मूलभूत माहिती स्पष्ट करा.
Explain basics of ladder programming.
8. PLC प्रोसेसर स्कॅन सायकल स्पष्ट करा.
Explain PLC Processor Scan cycle.
9. विविध PLC प्रोग्रामिंग इन्स्ट्रक्शन्सचा वापर स्पष्ट करा.
Explain use of different PLC Programming instruction.
10. कोणत्याही 4 डेटा हँडलिंग सूचना स्पष्ट करा.
Explain any 4 data handling instructions.
11. ॲरिथमेटिक इन्स्ट्रक्शन्सचे उदाहरणासह वर्णन करा.
Describe arithmetic instructions with example.
12. ON टाइम डिले आणि स्टेटस बिट्सच्या कार्याचे स्पष्टीकरण द्या.
Explain ON time delay and state function of status bits.
13. रिटेटिव्ह आणि नॉन-रिटेटिव्ह टाइमर्समधील फरक स्पष्ट करा.
Differentiate between Retentive & Non-retentive timers.
14. काउंट अप इन्स्ट्रक्शन तपशीलवार काढा आणि स्पष्ट करा.
Draw & explain Count Up instruction in detail.
15. PLC मधील काउंटर्सच्या उपयोगांची यादी करा.
State the applications of counters in PLC.
16. PLC-PC इंटरफेसिंगमध्ये समाविष्ट असलेल्या स्टेप्स ची यादी करा.
Write the steps involved in PLC-PC interfacing.
17. PLC इंस्टॉलेशन प्रक्रियेचे वर्णन करा.
Describe the PLC installation procedure.
18. योग्य I/O ॲड्रेसिंग फॉर्मॅट निर्दिष्ट करा.
Specify appropriate I/O addressing format.

संदर्भ:References:

Book Title	Author(s)	ISBN Code
Programmable Logic Controllers	W. Bolton	978-0750681124
PLC Programming Using RSLogix 5000	Nathan Clark	978-1480200793
Introduction to PLCs: A Beginner's Guide	Gary Dunning	978-0831134544
Programmable Controllers: Theory and Implementation	L.A. Bryan, E.A. Bryan	978-0944107339
PLC Programming for Industrial Automation	Kevin Collins	978-1447157390
Industrial Automation: Hands-On	Frank Lamb	978-0071816458
PLC Controls with Ladder Diagram (LD)	Tom Mejer Antonsen	978-8740319589
Programmable Logic Controllers: Principles and Applications	John W. Webb, Ronald A. Reis	978-0135048810

वेब साइट्स (Web links) :

Website	Description
https://www.plcademy.com/	Free tutorials, articles, and resources for learning PLC programming.
https://realpars.com/	Video-based tutorials on PLC programming, automation, and industrial control systems.
https://www.siemens.com/global/en.html	Official Siemens resources for learning TIA Portal and PLC programming.
https://www.allaboutcircuits.com/	Articles and tutorials on PLC programming and industrial automation.
https://www.youtube.com/results?search_query=plc+programming	Free video tutorials on PLC programming for beginners and advanced learners.

युनिट – 3

पीएलसी अप्लिकेशन्स आणि मेन्टेनन्स (PLC Applications and Maintenance)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome):

CO3: स्पेसिफिक अप्लिकेशन्ससाठी पीएलसीची निगा राखणे.

Maintain PLC for specific application

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

TLO 3.1 दिलेल्या बुलियन एक्सप्रेशनसाठी लॅडर प्रोग्रामिंगच्या मूलभूत गोष्टींचे स्पष्टीकरण करणे.

Explain basics of Ladder programming for a given Boolean expression.

TLO 3.2 सिंपल अप्लिकेशन्ससाठी लॅडर डायग्राम विकसित करणे.

Develop Ladder program for simple applications.

TLO 3.3 दिलेल्या इंडस्ट्रियल अप्लिकेशन्ससाठी लॅडर प्रोग्राम तयार करणे.

Prepare Ladder program for a given industrial application.

TLO 3.4 नियमित PLC देखभाल पद्धतींचे वर्णन करणे.

Describe regular PLC maintenance practices.

TLO 3.5 विशिष्ट अनुप्रयोगासाठी PLC समस्यांचे निराकरण करण्याचे टप्पे सूचीबद्ध करणे.

Enlist steps to troubleshoot PLC for a specific application.

परिचय (Introduction):

सर्वात साध्या शब्दात, प्रोग्रॅमॅबल लॉजिक कंट्रोलर (PLC) हे एक संगणक आहे ज्यामध्ये मायक्रोप्रोसेसर असतो, परंतु त्यात कीबोर्ड, माऊस किंवा मॉनिटर नसतो. हे मुख्यतः अत्यंत कठोर इंडस्ट्रियल वातावरणामध्ये सहन करण्यासाठी तयार केले जाते. हे एक वेगळ्या प्रकारचे संगणक उपकरण आहे जे इंडस्ट्रियल कंट्रोल सिस्टममध्ये वापरण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे. PLC किंवा प्रोग्रॅमॅबल लॉजिक कंट्रोलर्स विविध अप्लिकेशन्समध्ये, जसे की यांत्रिकी, मैन्युफैक्चरिंग लाइन्स आणि संपूर्ण कारखान्यांमध्ये प्रक्रिया नियंत्रण (Process control) आणि स्वयंचालित (Automate) करण्यासाठी वापरले जातात. नियमित मेन्टेनन्स महत्वाची आहे, कारण हे अनपेक्षित अपघात (Sudden failure), डाऊनटाइम आणि इतर महागड्या बिघाडांना टाळण्यास मदत करते.

PLC लॅडर डायग्राम प्रोग्रामिंगसाठी नियम:

1. इनपुट सिरीज आणि पॅरलल दोन्ही प्रकारे कनेक्शन तयार करण्यासाठी वापरता येऊ शकतात.
2. आउटपुट्स (किंवा कॉईल) फक्त पॅरललमध्येच वापरता येऊ शकतात.
3. एक इनपुट एकाच प्रोग्राममध्ये अनेक वेळा वापरता येऊ शकते.
4. एक आउटपुट एकाच प्रोग्राममध्ये अनेक वेळा वापरता येऊ शकत नाही, सेट/रीसेट आणि लॅच/अनलॅच फंक्शन्स वगळता.
5. इनपुट (Input Address) आउटपुट (Output Address) म्हणून वापरता येऊ शकत नाही.
6. आउटपुट (Output Address) इनपुट (Input Address) म्हणून वापरता येऊ शकतो.

3.1 सील-इन सर्किट म्हणजे काय?

सील-इन सर्किट हा एक प्रकार आहे ज्याद्वारे एक तात्पुरते स्विच दाबल्यानंतर आणि सोडल्यावरही वीज प्रवाह कायम राखला जातो.

3.1.1 सील-इन सर्किटसाठी लॅडर प्रोग्रामिंग

- Figure 3.1 मध्ये सामान्य लॅच किंवा "सील-इन" सर्किट दर्शविले आहे. हे लॉजिक पुश बटणांचा वापर करून ड्राइव्ह चालवण्यासाठी वापरले जाते. सर्किट "लॅच" होते जेव्हा स्टार्ट पुश बटण दाबले जाते आणि "रीलीज" होते जेव्हा स्टॉप पुश बटण दाबले जाते.
- ध्यान द्या की एक रिले मोटरला वीज पुरवठा नियंत्रित करण्यासाठी वापरले जाते. येथे आपण या रिलेचे नाव "मोटर स्टार्टर कॉईल" ठेवले आहे. या रिलेचा दुसरा NO कॉन्टॅक्ट स्टार्ट सिग्नलला सील-इन किंवा लॅच करण्यासाठी वापरला जातो.

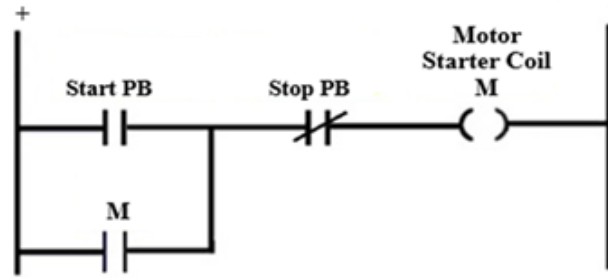


Figure 3.1: Ladder Diagram of Seal in circuit (Start Button Not Pressed)

- स्टार्ट पुश बटण एक पुश आणि रिलिज प्रकाराचे आहे, म्हणजेच सिग्नल काही वेळेसाठी, उदाहरणार्थ क्षणिक, उपलब्ध राहील आणि नंतर सिग्नल गहाळ होईल. तर, स्टार्ट पुश बटण सोडल्यावरही मोटर सतत चालवण्यासाठी या सर्किटला लॅच करणे आवश्यक आहे.
- यासाठी, आम्ही रिले (M) च्या NO कॉन्टॅक्टचा वापर स्टार्ट पुश बटणाच्या पॅरेलल करत आहोत, ज्यामुळे स्टार्ट बटण सोडल्यावर स्टार्ट सिग्नलची काळजी घेतली जाईल.
- स्टार्ट बटण सोडल्यानंतर मोटर स्टार्टर कॉईलला ऊर्जा मिळवण्यासाठी, स्टार्टर (M) चा सील-इन ऑक्सिलरी कॉन्टॅक्ट (NO कॉन्टॅक्ट) स्टार्ट बटणासोबत पॅरेलल कनेक्ट केलेला आहे.

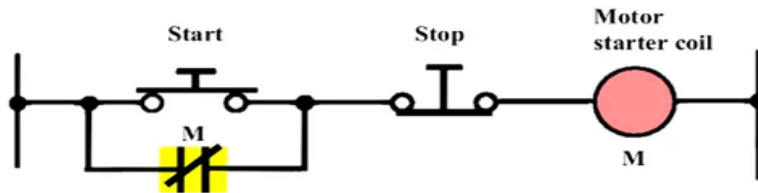


Figure 3.2: Relay Logic of Seal in circuit (Start Button Pressed)

Courtesy: Start Button Pressed from Instrumentationtools.com

- f. Figure 3.2 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, स्टार्ट पुश बटण दाबल्यावर मोटर स्टार्टर कॉइल सक्रिय होते आणि सील-इन संपर्क (M) देखील (NO कॉन्टॅक्ट NC) सक्रिय होतो, ज्यामुळे मोटर सतत सुरू राहते

3.1.2 बूलियन एक्सप्रेसन आणि लॉजिक गेट्ससाठी लॅडर प्रोग्रामिंग:

- बूलियन एक्सप्रेसनसाठी लॅडर डायग्राम काढताना लक्षात ठेवण्याचे महत्वाचे मुद्दे:
- बार () दर्शवण्यासाठी नॉर्मली क्लोज्ड (NC) संपर्क वापरा.
- बार नसल्यास NO (Normally Open Contact) संपर्क वापरा.
- गुणाकार (AND ऑपरेशन) असल्यास सांद्र (Series) जोडणी करा.
- बेरीज (OR ऑपरेशन) असल्यास समांतर (Parallel) जोडणी करा.

Ex.1) खालील बूलियन एक्सप्रेसनसाठी लॅडर डायग्राम काढा.

$$Y = (A + B). (C + D)$$

उत्तर: $Y = (A + B). (C + D)$

या बूलियन एक्सप्रेसनसाठी लॅडर डायग्राम ही आहे,

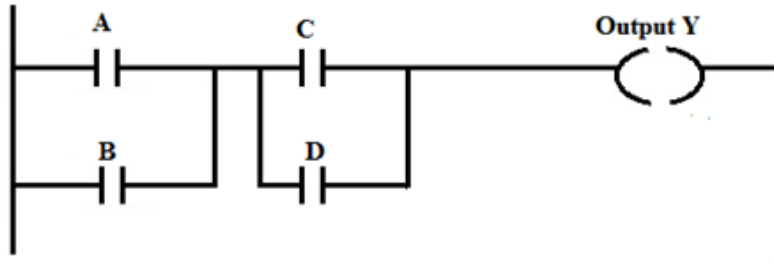


Figure 3.3: Ladder diagram of Ex.1 Boolean Equation

Ex. 2) खालील बूलियन एक्सप्रेसनसाठी लॅडर डायग्राम काढा.

$$Q = A. (B \oplus C)$$

उत्तर: $Q = A. (B \oplus C)$

या बूलियन एक्सप्रेसनसाठी लॅडर डायग्राम ही आहे,

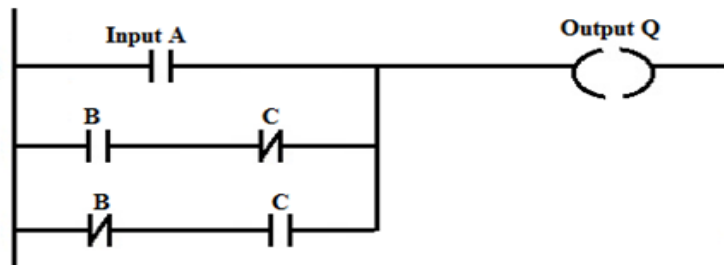


Figure 3.4: Ladder diagram of Ex.2 Boolean equation

Ex. 3) खालील बूलियन एक्सप्रेशनसाठी लॅडर डायग्राम काढा.

$$Y1 = A + B + C \bar{D} + E$$

$$Y2 = (F \cdot \bar{G} \cdot H) + I$$

$$Q = Y1 * Y2$$

उत्तर: वरील एक्सप्रेशनसाठी लॅडर डायग्राम खालीलप्रमाणे आहे,

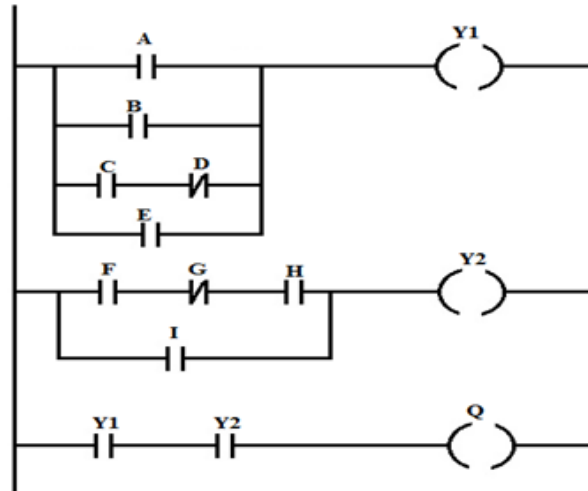


Figure 3.5: Ladder diagram of Ex. 3 Boolean Equation

Ex. 4) खालील बूलियन एक्सप्रेशनसाठी लॅडर डायग्राम काढा.

$$Y_1 = A + B + C \cdot \bar{D} \cdot E$$

$$Y_2 = F \oplus G$$

$$Y_3 = Y_1 + Y_2$$

$$Y_4 = Y_1 * Y_2$$

उत्तर: वरील बूलियन एक्सप्रेशनसाठी लॅडर डायग्राम खालीलप्रमाणे आहे,

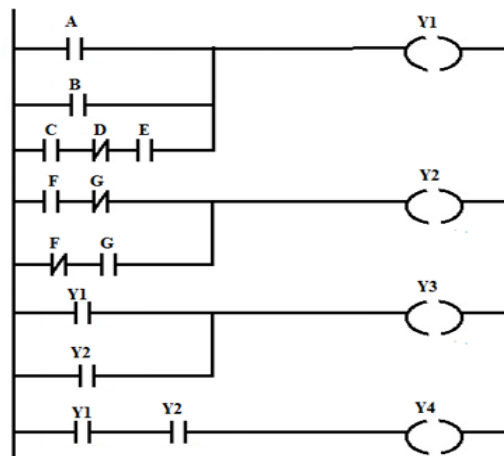


Figure 3.6: Ladder diagram of Ex.4 Boolean Equation

3.1.3 लॉजिक गेट्ससाठी लॅडर प्रोग्रॅमिंग (Ladder Programming for Logic Gates): खालीलप्रमाणे वेगवेगळ्या प्रकारचे लॉजिक गेट्स आहेत:

- (1) NOT गेट (2) AND गेट (3) OR गेट (4)
NAND गेट
(5) NOR गेट (6) EX-OR गेट (7) EX-NOR गेट

टीप: सर्किट डायग्राम्स हे ON आणि OFF इनपुट (I) आणि आउटपुट (Q) संपर्क सांद्र आणि सामानांतर सर्किटमध्ये जोडले जातात.

प्रत्येक लॉजिक गेटचे स्पष्टीकरण आणि PLC अंमलबजावणी:

1. NOT गेट:

इलेक्ट्रॉनिक्समध्ये, NOT गेटला 'इन्व्हर्टर' किंवा 'बफर' असेही म्हणतात. कार्यपद्धती (Working): NOT गेट अपोजिट कार्य करतो. यामध्ये एक इनपुट आणि एक आउटपुट असतो. जेव्हा इनपुट हाय (1) असतो, तेव्हा आउटपुट लो (0) असतो आणि याउलट.

Table 3.1: Truth Table for NOT Gate

Input (I ₁)	Output (Q ₁)
0 (Low)	1 (High)
1 (High)	0 (Low)

PLC लॅडर प्रोग्रॅमिंगमधील NOT गेट:

PLC लॅडर सर्किटमध्ये, इनपुट देण्यासाठी एक पुश बटण वापरले जाते. जेव्हा (I₁) पुश बटण दाबले जाते, तेव्हा कॉइल (Q₁) ऑफ होते. आणि जेव्हा इनपुट (I₁) सोडले जाते, तेव्हा कॉइल (Q₁) ऑन होते.

सिम्बोल रिप्रेसेंटेशन (Symbolic Representation):



Figure 3.7: NOT Gate Symbol and Ladder Diagram

Courtesy: NOT Gate represent in PLC from dipslab.com

NOT गेटसाठी सिम्बोल रिप्रेसेंटेशन Figure 3.7 प्रमाणे असते:

जेव्हा इनपुट (I₁) बंद (NC) असतो, तेव्हा आउटपुट (Q₁) ऑन होते आणि जेव्हा इनपुट (I₁) चालू (ON) असतो, तेव्हा आउटपुट (Q₁) बंद होते. हे PLC लॅडर लॉजिकमध्ये इन्व्हर्टरप्रमाणे कार्य करते.

2. AND गेट:

कार्यप्रणाली (Working): AND गेटमध्ये, जेव्हा दोन्ही इनपुट (I_1 आणि I_2) HIGH (1) असतात, तेव्हाच आउटपुट (Q_1) HIGH (1) असेल. इतर सर्व इनपुट साठी, आउटपुट (Q_1) कमी (LOW) असेल.

Table 3.2: Truth Table for AND Gate

Input (I_1)	Input (I_2)	Output (Q_1)
0 (Low)	0 (Low)	0 (Low)
0 (Low)	1 (High)	0 (Low)
1 (High)	0 (Low)	0 (Low)
1 (High)	1 (High)	1 (High)

PLC लॅडर प्रोग्रॅमिंगमधील AND गेट:

लॅडर डायग्राम प्रोग्रॅमिंगचा वापर करून, दोन स्विचेस (I_1 आणि I_2) इनपुट म्हणून आणि कॉइल/लैम्प (Q_1) आउटपुट म्हणून जोडले जातात. जेव्हा दोन्ही स्विचेस (I_1 आणि I_2) बंद असतात, तेव्हा लैम्प (Q_1) चालू (Glow) होतो. दुसऱ्या कोणत्याही परिस्थितीत, म्हणजेच जर कोणताही एक किंवा दोन्ही स्विच (I_1 किंवा I_2) ओपन (Open) असतील, तर लैम्प (Q_1) चालू होणार नाही.

सिम्बोल रिप्रेसेंटेशन (Symbolic Representation):

(इथे तुमच्याकडे लॅडर डायग्राम काढायचा आहे, ज्यामध्ये I_1 आणि I_2 सिरीजमध्ये जोडलेले असतील, आणि Q_1 एक आउटपुट कॉइल म्हणून असेल.)

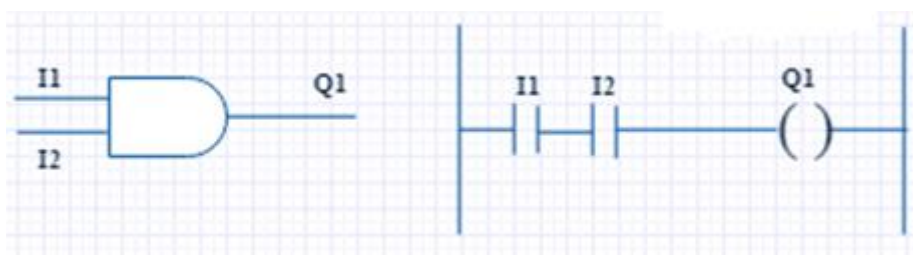


Figure 3.8: AND Gate Symbol and Ladder Diagram

Courtesy: AND Gate represent in PLC from dipslab.com

3. OR गेट:

कार्यप्रणाली (Working): OR गेटमध्ये, जर दोन्ही इनपुट कमी (0) असतील, तर आउटपुट देखील कमी (0) राहील. इतर सर्व परिस्थितींमध्ये, आउटपुट HIGH (1) असेल.

Table 3.3: Truth Table for OR Gate

Input (I ₁)	Input (I ₂)	Output (Q ₁)
0 (Low)	0 (Low)	0 (Low)
0 (Low)	1 (High)	1 (High)
Input (I ₁)	Input (I ₂)	Output (Q ₁)
1 (High)	0 (Low)	1 (High)
1 (High)	1 (High)	1 (High)

PLC लॅडर प्रोग्रॅमिंगमधील OR गेट:

जर दोन्ही किंवा कोणतेही एक इनपुट (I₁ आणि I₂) बंद (Closed) असेल, तर कॉइल (Q₁) चालू (ON) होईल.

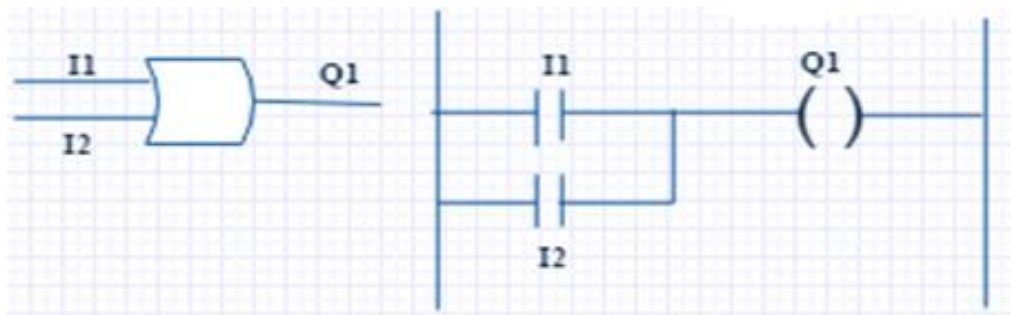
सिम्बोल रिप्रेसेंटेशन (Symbolic Representation)

Figure 3.9: OR Gate Symbol and Ladder Diagram

Courtesy: OR Gate represent in PLC from dipslab.com

4. NAND गेट:

NAND गेट हे AND गेटप्रमाणे कार्य करते, परंतु त्याच्या आउटपुटला इन्व्हर्टर (NOT गेट) जोडलेला असतो.

कार्यप्रणाली (Working):

NAND गेटमध्ये, जेव्हा दोन्ही इनपुट (1) HIGH असतात, तेव्हा आउटपुट (0) LOW असतो. इतर सर्व परिस्थितींमध्ये आउटपुट (1) HIGH असतो.

Table 3.4: Truth Table for NAND Gate

Input (I ₁)	Input (I ₂)	Output (Q ₁)
0 (Low)	0 (Low)	1 (High)
0 (Low)	1 (High)	1 (High)
Input (I ₁)	Input (I ₂)	Output (Q ₁)
1 (High)	0 (Low)	1 (High)
1 (High)	1 (High)	0 (Low)

PLC प्रोग्रॅमिंगमधील NAND गेट:

जर कोणताही एक स्विच (I_1 किंवा I_2) किंवा दोन्ही स्विचेस (I_1 आणि I_2) बंद (Closed) असतील, तर लैम्प चालू (ON) होईल. परंतु, जर दोन्ही स्विचेस ओपन (Open) असतील, तर लैम्प चालू (ON) होणार नाही.

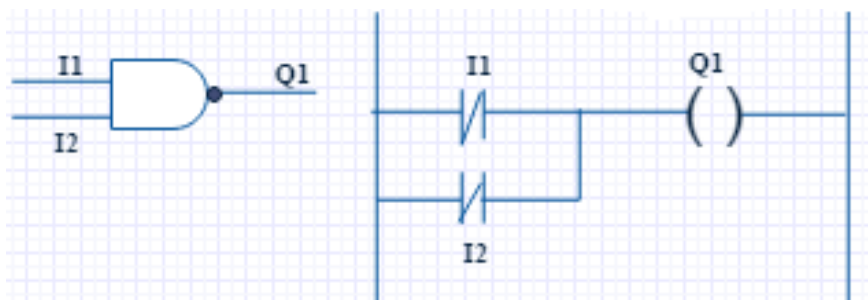
सिम्बोल रिप्रेसेंटेशन (Symbolic Representation)

Figure 3.10: NAND Gate Symbol and Ladder Diagram

Courtesy: NAND Gate represent in PLC from dipslab.com

5. NOR गेट:

NOR गेट हे OR गेटप्रमाणे कार्य करते, परंतु त्याच्या आउटपुटला NOT गेट (इन्व्हर्टर) जोडलेला असतो.

कार्यप्रणाली (Working):

जर दोन्ही स्विचेस (I_1 आणि I_2) किंवा कोणताही एक स्विच (I_1 किंवा I_2) बंद (Closed) असेल, तर लैम्प चालू (ON) होणार नाही. परंतु, जर दोन्ही स्विचेस ओपन (Open) असतील, तर लैम्प चालू (ON) होईल.

Table 3.5: Truth Table for NOR Gate

Input (I_1)	Input (I_2)	Output (Q_1)
0 (Low)	0 (Low)	1 (High)
0 (Low)	1 (High)	0 (Low)
1 (High)	0 (Low)	0 (Low)
1 (High)	1 (High)	0 (Low)

PLC प्रोग्रॅमिंगमधील NOR गेट:

कॉइल (Q_1) सक्रिय (Activated) होईल, जर दोन्ही इनपुट्स बंद (Closed) असतील. कॉइल (Q_1) निष्क्रिय (Deactivated) होईल, जर कोणतेही एक किंवा दोन्ही इनपुट्स ओपन (Open) असतील.

सिम्बोल रिप्रेसेंटेशन (Symbolic Representation)

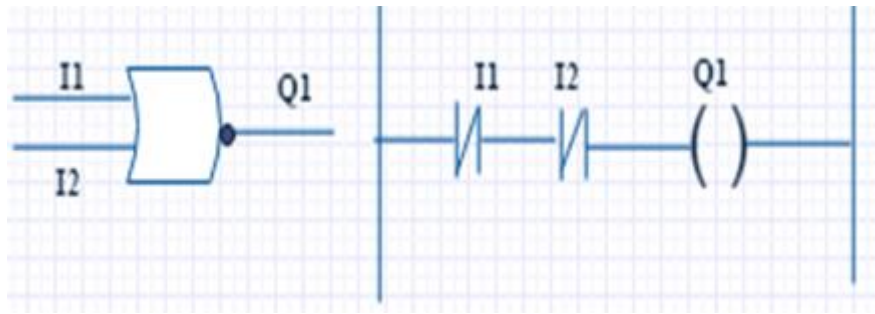


Figure 3.11: NOR Gate Symbol and Ladder Diagram

Courtesy: NOR Gate represent in PLC from dipslab.com

6. EX-OR गेट (Exclusive OR):

कार्यप्रणाली (Working):

EX-OR गेटमध्ये, जर दोन्ही इनपुट्स (1) HIGH किंवा दोन्ही इनपुट्स (0) LOW असतील, तर आउटपुट (0) LOW असेल. इतर कोणत्याही परिस्थितीत (म्हणजे एक HIGH आणि दुसरा LOW), आउटपुट (1) HIGH असेल.

Table 3.6: Truth Table for EX-OR Gate

Input (I ₁)	Input (I ₂)	Output (Q ₁)
0 (Low)	0 (Low)	0 (Low)
0 (Low)	1 (High)	1 (High)
1 (High)	0 (Low)	1 (High)
1 (High)	1 (High)	0 (Low)

PLC प्रोग्रॅमिंगमधील EX-OR गेट:

EX-OR गेटच्या कार्यप्रणालीनुसार, एक स्विच बंद (Closed) आणि दुसरा स्विच ओपन (Open) असेल, तर लैम्प (Lamp) चालू (ON) होईल.

सिम्बोल रिप्रेसेंटेशन (Symbolic Representation)

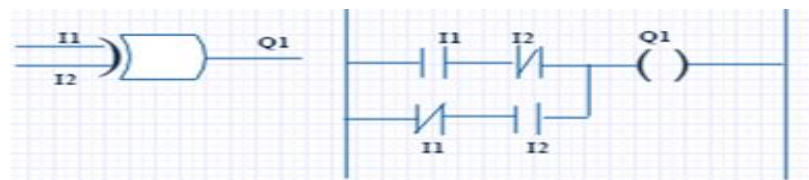


Figure 3.12: EX-OR Gate Symbol and Ladder Diagram

Courtesy: EX-OR Gate represent in PLC from dipslab.com

7. EX-NOR गेट:

कार्यप्रणाली:

जेव्हा दोन्ही इनपुट्स (I₁ आणि I₂) उच्च (HIGH) किंवा दोन्ही कमी (LOW) असतील, तेव्हा आउटपुट उच्च (HIGH) असेल. जर कोणताही एक इनपुट उच्च (HIGH) किंवा कमी (LOW) असेल, तर आउटपुट कमी (LOW) होईल.

Table 3.7: Truth Table for EX-NOR Gate

Input (I ₁)	Input (I ₂)	Output (Q ₁)
0 (Low)	0 (Low)	1 (High)
0 (Low)	1 (High)	0 (Low)
1 (High)	0 (Low)	0 (Low)
1 (High)	1 (High)	1 (High)

PLC प्रोग्रॅमिंगमधील EX-NOR गेट:

EX-NOR गेटच्या कार्यप्रणालीनुसार, लैम्प (Q₁) चालू (ON) होईल, जर दोन्ही स्विचेस (I₁ आणि I₂) बंद (Closed) किंवा दोन्ही ओपन (Open) असतील. लैम्प (Q₁) चालू होणार नाही, जर कोणताही एक स्विच (I₁) सक्रिय (Activated) आणि दुसरा स्विच (I₂) निष्क्रिय (Deactivated) असेल.

सिम्बोल रिप्रेसेंटेशन (Symbolic Representation)

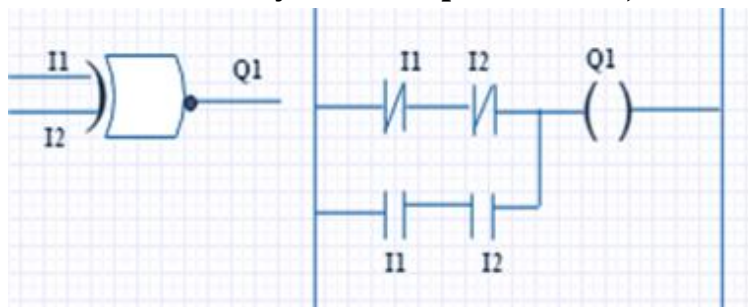


Figure 3.13: EX-NOR Gate Symbol and Ladder Diagram

Courtesy: EX-NOR Gate represent in PLC from diplslab.com

3.2 रॅलर लॉजिकचा साधा प्रोग्रॅमिंग वापर (Relay, Timer, Counter, Logical, Arithmetic, Comparison आणि Data Handling सूचनांवर आधारित):

3.4.1 रिले सूचनांवर आधारित रॅलर लॉजिकचे मूलभूत स्वरूप:

- दोन उभ्या रेषा, ज्या सर्व उपकरणांना जोडतात, त्यांना L1 आणि L2 असे लेबल दिले जाते.
- आउटपुट उपकरणे नेहमी L2 ला जोडलेली असतात. कोणतेही इलेक्ट्रिकल ओव्हरलोड्स समाविष्ट करायचे असतील, तर ते आउटपुट उपकरण आणि L2 यांच्यामध्ये दर्शवावे. अन्यथा, आउटपुट उपकरण L2 पूर्वीचे शेवटचे घटक असले पाहिजे.
- कंट्रोल उपकरणे (Control Devices) नेहमी L1 आणि आउटपुट उपकरण यांच्यामध्ये दर्शवली जातात. कंट्रोल उपकरणे एकमेकांशी सिरीज किंवा पॅरललमध्ये जोडलेली असू शकतात.
- स्टॉप फंक्शन करणारी उपकरणे साधारणपणे सिरीजमध्ये जोडलेली असतात, तर स्टार्ट फंक्शन करणारी उपकरणे पॅरललमध्ये जोडली जातात.
- इलेक्ट्रिकल उपकरणे त्यांच्या सामान्य स्थितीत दर्शवली जातात. NC (Normally Closed) संपर्क बंद स्थितीत दाखवले जातात, तर NO (Normally Open) संपर्क उघड्या स्थितीत दाखवले जातात. एखादे उपकरण कार्यरत (Energized) झाल्यावर, त्याच्याशी संबंधित सर्व संपर्क त्यांची स्थिती बदलतात.

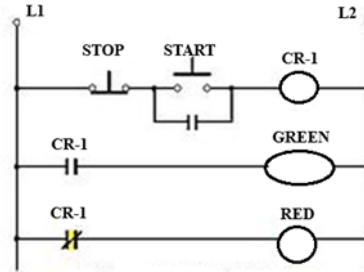


Figure 3.14: Ladder diagram of Relay Logic

Figure 3.14 मध्ये एक ठरावीक रिले लॉजिक आकृती दाखवली आहे. या सर्किटमध्ये, STOP/START बटणाचा वापर करून दोन लैम्पचे कंट्रोल केले जाते.

- START बटण दाबल्यावर, कंट्रोल रिले (CR1) कार्यान्वित होते, आणि त्याचे संबंधित संपर्क स्थिती बदलतात. हिरवा लैम्प (Green Light) चालू होतो आणि लाल लैम्प (Red Light) बंद होतो.
- STOP बटण दाबल्यावर, संपर्क पुन्हा त्यांच्या सुरुवातीच्या स्थितीत येतात. लाल लैम्प (Red Pilot Light) चालू होतो, आणि हिरवा लैम्प बंद होतो.

Ex. 5) स्टार्ट पुश-बटण दाबल्यावर लैम्प फ्लॅश करण्यासाठी लॅडर प्रोग्रॅम विकसित करा (फ्लॅशिंग दर 2 सेकंद). स्टॉप पुश-बटण दाबल्यावर लैम्प बंद (off) होईल.

उत्तर: उदाहरणावरून आपल्याला मिळते:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस (Addresses):

- स्टार्ट पुश-बटण (Start Push-Button): I: 0/0
- स्टॉप पुश-बटण (Stop Push-Button): I: 0/1

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस (Addresses):

- लैम्प (Lamp): O: 0/0

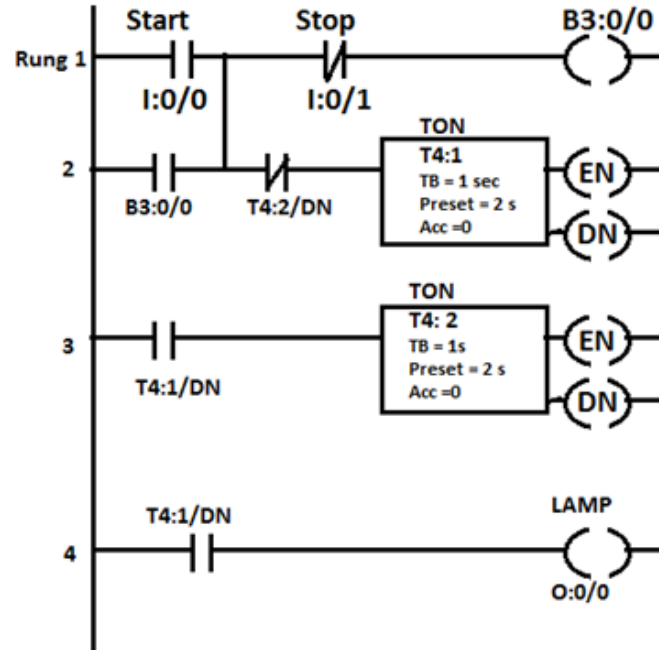


Figure 3.15: Ladder diagram of Ex. 5

- येथे दोन टाइमर्स एकमेकांशी कॅस्केड जोडलेले आहेत.
 - एक टाइमर ON वेळ (2 सेकंद) सेट करण्यासाठी वापरला जातो.
 - दुसरा टाइमर OFF वेळ (2 सेकंद) सेट करण्यासाठी वापरला जातो.
 - दुसऱ्या टाइमरचा आउटपुट प्रथम टाइमर सक्रिय करण्यासाठी वापरला जातो, ज्यामुळे सततची ऑपरेशन सुरू राहते.
- जेव्हा साचलेली किंमत (Accumulated Value) प्रीसेट वैल्यू (Preset Value) बरोबर येते, तेव्हा विवक्षित आउटपुट उपकरणे किंवा आंतरगत आउटपुट चालू (ON) किंवा बंद (OFF) केली जातात.
- टाइमर्स ON डिले (ON Delay), OFF डिले (OFF Delay), किंवा रिटेंटिव्ह (Retentive Timer) म्हणून प्रोग्रॅम करता येतात.
- टाइमर्सची मर्यादा फक्त मेमरी साईजवर अवलंबून असते.

Ex. 6) दोन लैम्प – लाल आणि पिवळ्या – साठी लॅडर डायग्राम काढा, ज्यामध्ये खालील शर्ती असतील:

- जेव्हा स्टार्ट बटण दाबले जाते, तेव्हा लाल (Red) लैम्प चालू (ON) होईल.
- 10 सेकंदानंतर, जेव्हा लाल लैम्प चालू (ON) असतो, तेव्हा पिवळा (Yellow) लैम्प चालू (ON) होईल.
- जेव्हा स्टॉप बटण दाबले जाते, तेव्हा दोन्ही दिवे बंद (OFF) होईल.

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट बटण (Start Button) – I: 0/0
- स्टॉप बटण (Stop Button) – I: 0/1

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- लाल लैम्प (Red Lamp) – O: 0/0
- पिवळा लैम्प (Yellow Lamp) – O: 0/1
- टाइमर TON (Timer TON) – T4:0

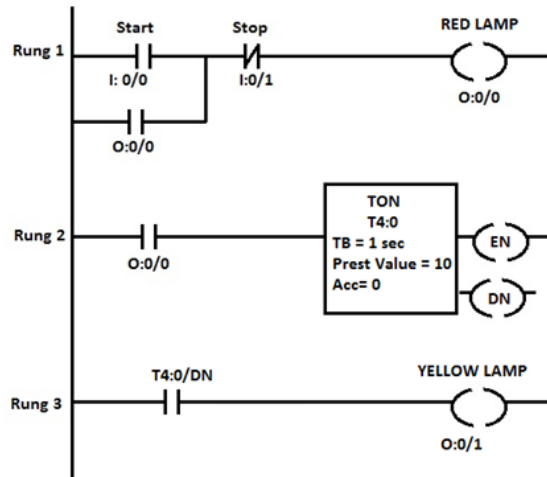


Figure 3.16: Ladder diagram of Ex. 6

स्पष्टीकरण (Explanation):

रंग 1: जेव्हा स्टार्ट बटण दाबले जाते, तेव्हा त्याचा NO संपर्क बंद (NC) होतो आणि जर स्टॉप बटण दाबले नसेल तर त्याचा NC संपर्क बंद (NC) राहतो. त्यामुळे रंग (rung) खरा (true) होतो आणि आउटपुट O: 0/0 चालू होतो, म्हणजे लाल लैम्प (Red Light ON) चालू होतो.

रंग 2: आउटपुट O: 0/0 चालू असल्याने, त्याचा NO संपर्क (ज्याचा पत्ता तोच आहे) बंद (NC) होतो आणि टाइमर (T4:0) सुरु होतो.

रंग 3: 10 सेकंदांनंतर, टाइमरचा DN बिट सेट (High) होतो आणि त्याचा NO संपर्क बंद (NC) होतो, ज्यामुळे आउटपुट O: 0/1 चालू होतो, म्हणजे पिवळा लैम्प (Yellow Light ON) चालू होतो.

नोट:

- जेव्हा स्टॉप बटण दाबले जाते, तेव्हा आउटपुट O: 0/0 बंद होतो, म्हणजे लाल लैम्प बंद होतो. त्यानंतर त्याचा सहायक संपर्क (auxiliary contact) उघडतो आणि टाइमर थांबतो.
- टाइमर थांबल्याने त्याचा बंद DN बिट उघडतो आणि त्यामुळे आउटपुट O: 0/1 बंद होतो, म्हणजे पिवळा लैम्प बंद होतो.

Ex. 7) दोन लैम्प – लाल आणि पिवळ्या – साठी लॅडर डायग्राम काढा, ज्यामध्ये खालील शर्ती असतील:

- जेव्हा स्टार्ट बटण दाबले जाते, तेव्हा दोन्ही दिवे – लाल आणि पिवळा – ऑन होईल.
- जेव्हा स्टॉप बटण दाबले जाते, तेव्हा लाल लैम्प ताबडतोब ऑफ होईल, परंतु पिवळा लैम्प 10 सेकंदांनंतर ऑफ होईल.

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट बटण (Start Button) – I: 0/0
- स्टॉप बटण (Stop Button) – I: 0/1

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- लाल लैम्प (Red Lamp) – O: 0/0
- पिवळा लैम्प (Yellow Lamp) – O: 0/1
- OFF डिले टाइमर (OFF Delay Timer) – T4:0

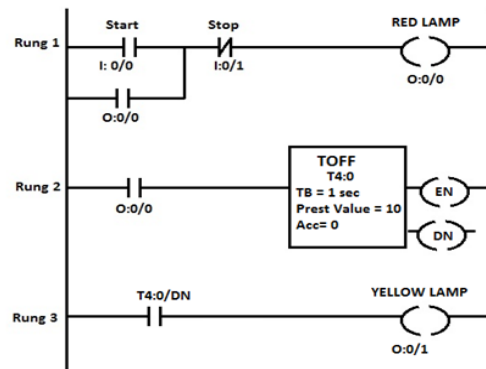


Figure 3.17: Ladder diagram of Ex.7

स्पष्टीकरण (Explanation):

रंग 1: जेव्हा स्टार्ट बटण दाबले जाते, तेव्हा लाल लैम्प (Red Lamp) चालू होतो.

रंग 2: लाल दिव्याचा सहायक संपर्क (Auxiliary Contact) बंद होतो आणि टाइमरला पुरवठा (Supply) मिळतो.

रंग 3: आता टाइमरचा DN बिट सेट होतो आणि त्याचा संपर्क बंद होतो, त्यामुळे पिवळा लैम्प (Yellow Lamp) चालू होतो.

स्टॉप परिस्थिती:

- जेव्हा स्टॉप बटण दाबले जाते, तेव्हा लाल लैम्प बंद होतो आणि त्याचा सहायक संपर्क O: 0/0 उघडतो, त्यामुळे टाइमरचा पुरवठा खंडित (Trip) होतो.
- हा OFF दिले टाइमर असल्यामुळे, टाइमर बंद झाल्यानंतरसुद्धा त्याचा DN बिट 10 सेकंदांसाठी सेट राहतो.
- 10 सेकंदांनंतर DN बिट बंद होतो, त्यामुळे पिवळा लैम्प बंद होतो.
- म्हणजे, लाल लैम्प बंद झाल्यानंतर 10 सेकंदांनी पिवळा लैम्प बंद होतो.

Ex. 8) लॅडर डायग्राम काढा ज्यामध्ये खालील प्रक्रिया असेल:

- जेव्हा स्टार्ट बटण दाबले जाते, तेव्हा पंप ऑन होईल.
- 10 सेकंदांनंतर पंप ऑफ होईल आणि हीटर ऑन होईल.
- 20 सेकंदांनंतर हीटर ऑफ होईल.

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट बटण (Start Button) – I: 0/0
- स्टॉप बटण (Stop Button) – I: 0/1

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- पंप (Pump) – O: 0/0
- हीटर (Heater) – O: 0/1

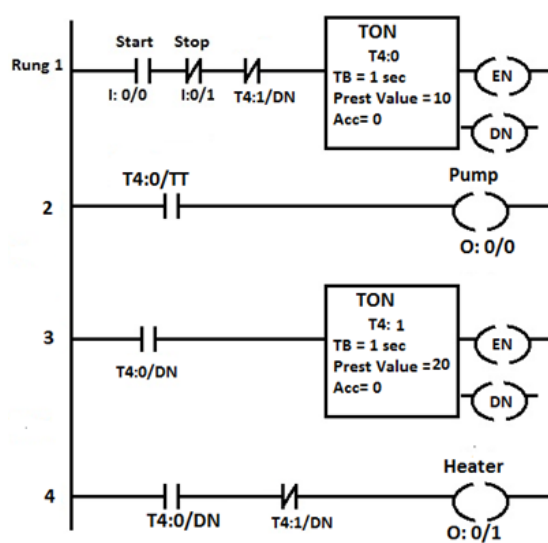


Figure 3.18: Ladder diagram of Ex.8

Ex. 9) टाइमर आणि काउंटर वापरून वारंवारता मोजण्यासाठी लॅडर डायग्राम काढा.

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- सिस्टम स्टार्ट (System Start) – I: 0/0
- सिस्टम स्टॉप (System Stop) – I: 0/1
- फ्रिक्वेन्सी इनपुट (Frequency Input) – I: 0/3

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- TON टाइमर (TON Timer) – T4:0
- CTU काउंटर (CTU Counter) – C5:1
- आंतरगत रिले (Internal Relay) – B3: 0/0

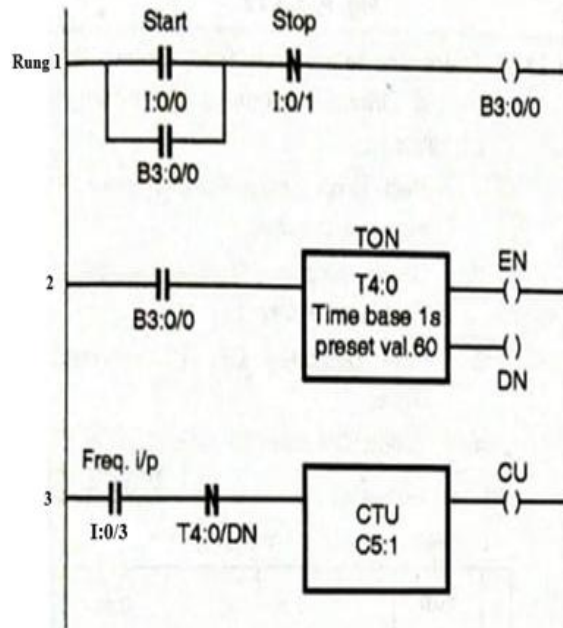


Figure 3.19: Ladder diagram of Ex.9

Ex. 10) बॉक्स पॅकिंग सिस्टमसाठी लॅडर डायग्राम विकसित करा ज्यामध्ये खालील शर्ती असतील:

पाच बॉक्स एकत्र ठेवले जातात आणि नंतर Wrapper मशीनद्वारे बांधले जातात.

विचार करा:

- बॉक्स उपस्थित संकेत - I:0/1
- Wrapper मशीन रिले = O:0/1
- चरण 1 वर परत जा

लॅडर डायग्रामचे एक्सप्लेनेशन द्या:

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट पुश बटण (Start Push Button) – I: 0/0
- बॉक्स उपस्थित सिग्नल (Box Present Signal) – I: 0/1

c. स्टॉप पुश बटण (Stop Push Button) – I: 0/2

d. रॅपर सेन्सर (Wrapper Sensor) – I: 0/3

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

a. रॅपर मशीन रिले (Wrapper Machine Relay) – O: 0/0

स्पष्टीकरण(Explanation):

रंग 1: जेव्हा स्टार्ट बटण दाबले जाते, तेव्हा सिस्टम सुरू होते.

रंग 2: प्रत्येक वेळी बॉक्स उपस्थित सिग्नल मिळाल्यावर काउंटर 1 ने वाढतो.

रंग 3: जेव्हा काउंटर 5 बॉक्स मोजतो, तेव्हा रॅपर मशीन रिले चालू होते.

रंग 4: जेव्हा रॅपिंग पूर्ण होते, तेव्हा काउंटर रीसेट होतो आणि सिस्टम पुन्हा सुरू होते.

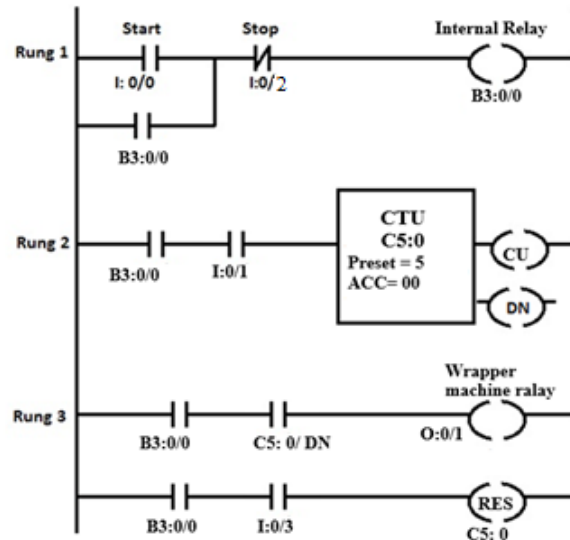


Figure 3.20: Ladder diagram of Ex.10

Ex. 11) ए थंबव्हील स्विच (रोटरी एनकोडर) PLC च्या 4 इनपुटसह कनेक्ट केला जातो. जेव्हा टाइमर बंद असतो, तेव्हा थंबव्हील डेटा टाइमरच्या प्री-सेट मूल्य म्हणून लोड करा. जेव्हा टाइमर टाइमआउट होतो, तेव्हा मोटर 1 सुरू करा.

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

i. सिस्टम स्टार्ट/स्टॉप बटण (System Start/Stop Button) – I: 0/0

ii. टाइमर स्टार्ट/स्टॉप बटण (Timer Start/Stop Button) – I: 0/1

iii. थंबव्हील आउटपुट (Thumbwheel Output) – I: 0/2 ते I: 0/5

आउटपुट आणि त्याचे एड्रेस:

a. मोटर 1 (Motor 1) – O: 0/0

स्पष्टीकरण (Explanation):

रंग 1: स्टार्ट बटण दाबल्यावर आणि टाइमर बंद असताना, थंबव्हीलचा बिट 0 आउटपुट पासून N7:3/0 मध्ये स्टोअर केला जातो.

- रंग 2:** स्टार्ट बटण दाबल्यावर आणि टाइमर बंद असताना, थंबव्हीलचा बिट 1 आउटपुट पासून N7:3/1 मध्ये स्टोअर केला जातो.
- रंग 3:** स्टार्ट बटण दाबल्यावर आणि टाइमर बंद असताना, थंबव्हीलचा बिट 2 आउटपुट पासून N7:3/2 मध्ये स्टोअर केला जातो.
- रंग 4:** स्टार्ट बटण दाबल्यावर आणि टाइमर बंद असताना, थंबव्हीलचा बिट 3 आउटपुट पासून N7:3/3 मध्ये स्टोअर केला जातो.
- रंग 5:** N7:3 मधील वरिल 4 बिट व्यतिरिक्त इतर बिट्सना शून्य करण्यासाठी, ते 15 (15 D) सोबत लॉजिकल AND केले जातात.

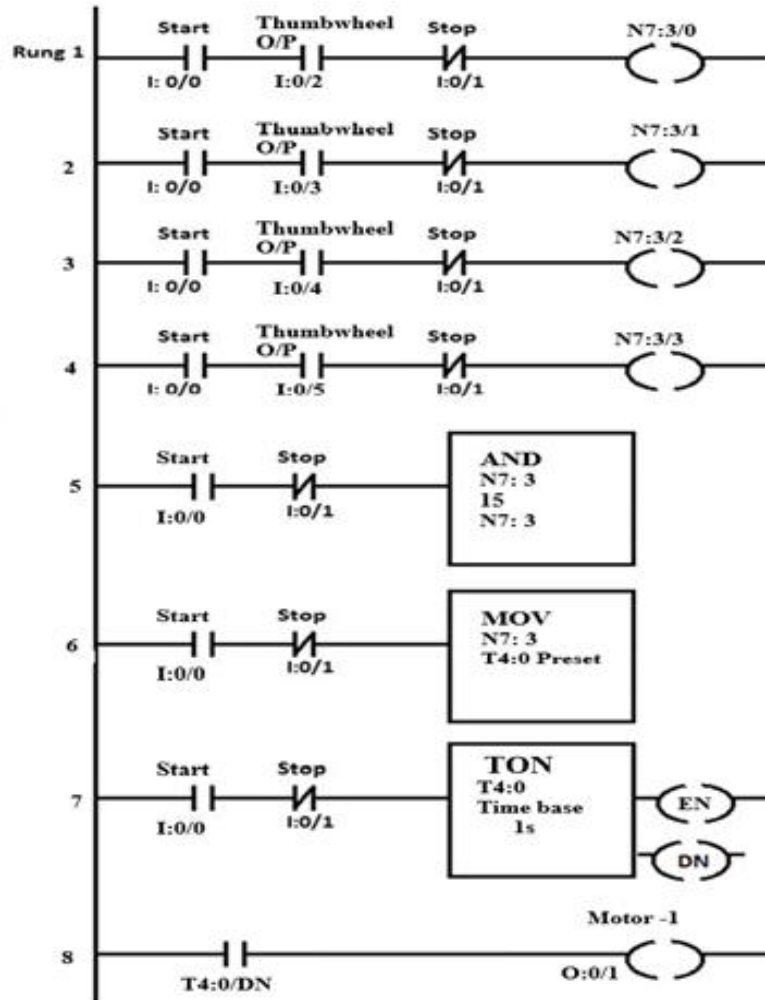


Figure 3.21: Ladder diagram of Ex.11

- रंग 6:** थंबव्हीलमधून मिळालेला डेटा टाइमरचा प्रीसेट व्हॅल्यू म्हणून स्टोअर केला जातो.
- रंग 7:** टाइमर स्टार्ट इनपुट वापरून टाइमर सुरु केला जातो.
- रंग 8:** जेव्हा टाइमरचा टाइमआउट (DN बिट सेट) होतो, तेव्हा आउटपुट O:0/1 सक्रिय होतो, म्हणजे मोटर 1 सुरु होतो.

Ex.12) ए 4 बिट 0-10 व्होल्ट ADC इनपुट टर्मिनल्स 0, 1, 2 आणि 3 वर कनेक्ट केला जातो.

- जर स्टार्ट स्विच I:1/0 ON असेल, तर अॅनालॉग व्होल्टेज मूल्य N 7:3 मध्ये स्टोर करा.
- जर व्होल्टेज लेव्हल 2V पेक्षा कमी असेल, तर लैम्प 1 ON करा.
- जर व्होल्टेज लेव्हल 6V असेल, तर लैम्प 2 ON करा.
- जर व्होल्टेज लेव्हल 2-6V दरम्यान असेल, तर लैम्प 3 ON करा.

उत्तर: 4 बिट ADC साठी व्होल्टेज रेंज 0-10 व्होल्ट आहे. म्हणून, ADC चे आउटपुट असेल:

i. $10V = 1111B = 15D$

ii. $1V = 15/10 = 1.5D$

iii. $2V = 3D$

iv. $6V = 9D$

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट बटण (Start Button) – I: 0/0
- 4 बिट ADC आउटपुट – I: 0/1 ते I: 0/4

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- लैम्प 1 (Lamp 1) – O: 0/0
- लैम्प 2 (Lamp 2) – O: 0/1
- लैम्प 3 (Lamp 3) – O: 0/2

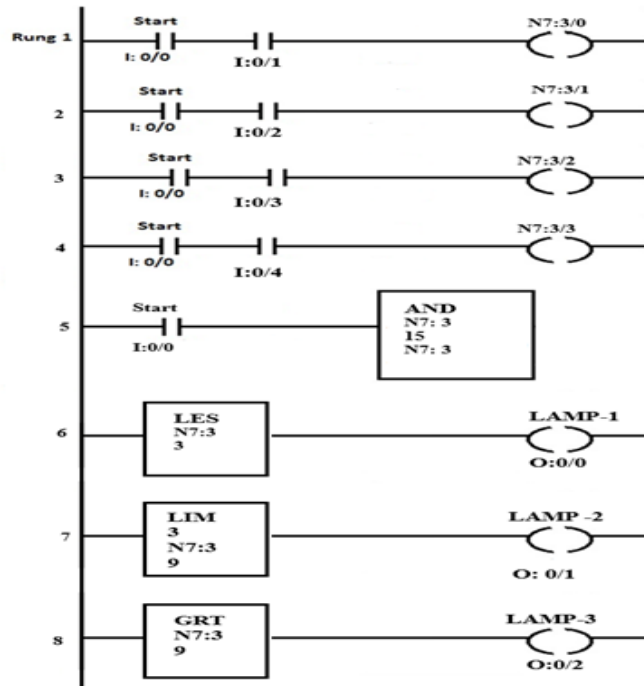


Figure 3.22: Ladder diagram of Ex.12

स्पष्टीकरण (Explanation):

- रंग 1:** जेव्हा स्टार्ट बटण (I: 0/0) दाबले जाते, तेव्हा ADC आउटपुटचा बिट 0, N7:3/0 मध्ये स्टोअर केला जातो.
- रंग 2:** स्टार्ट बटण दाबल्यावर ADC आउटपुटचा बिट 1, N7:3/1 मध्ये साठवला जातो.
- रंग 3:** ADC आउटपुटचा बिट 2, N7:3/2 मध्ये साठवला जातो.
- रंग 4:** ADC आउटपुटचा बिट 3, N7:3/3 मध्ये साठवला जातो.
- रंग 5:** N7:3 मधील केवळ खालचे 4 बिट्स ठेवण्यासाठी, 15D (1111B) सोबत लॉजिकल AND केले जाते.
- रंग 6:** जर ADC चे आउटपुट 3D पेक्षा कमी (2V पेक्षा कमी) असेल, तर Lamp 1 (O: 0/0) चालू होतो.
- रंग 7:** जर ADC चे आउटपुट 3D ते 9D दरम्यान (2V ते 6V दरम्यान) असेल, तर Lamp 2 (O: 0/1) चालू होतो.
- रंग 8:** जर ADC चे आउटपुट 9D पेक्षा जास्त (6V पेक्षा जास्त) असेल, तर Lamp 3 (O: 0/2) चालू होतो.

Ex. 13) जेव्हा START बटण प्रेस केले जाते, तेव्हा RED लाईट ON होईल आणि 5 सेकंदांसाठी ON राहील. 5 सेकंदानंतर, RED लाईट OFF होईल आणि GREEN लाईट ON होईल आणि पुढील 7 सेकंदांसाठी ON राहील. 7 सेकंदानंतर, GREEN लाईट OFF होईल आणि YELLOW लाईट ON होईल आणि 2 सेकंदांसाठी ON राहील. 2 सेकंदानंतर, YELLOW लाईट OFF होईल आणि पुन्हा RED लाईट ON होईल, आणि ही सायकल थांबवण्यासाठी STOP बटण प्रेस होईपर्यंत चालू राहील.

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट बटण (Start Button) – I: 0/0
- स्टॉप बटण (Stop Button) – I: 0/1

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- रेड लाईट (Red Light) – O: 0/0 (0 ते 5 सेकंद चालू)
- ग्रीन लाईट (Green Light) – O: 0/1 (5 ते 12 सेकंद चालू)
- यलो लाईट (Yellow Light) – O: 0/2 (12 ते 14 सेकंद चालू)

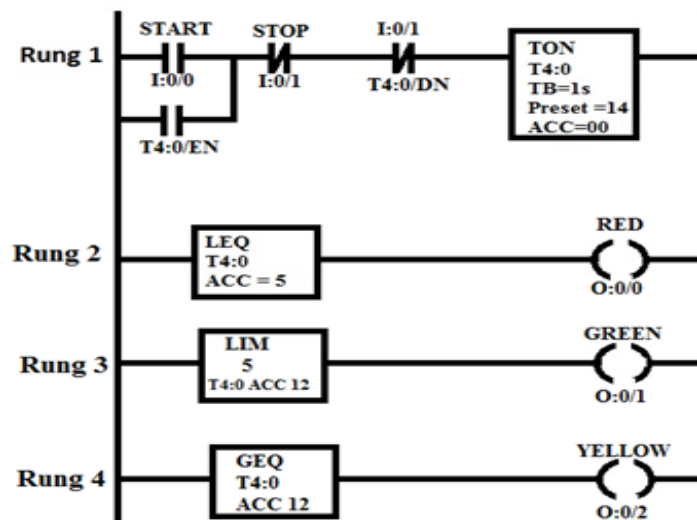


Figure 3.23: Ladder dgram of Ex.13

स्पष्टीकरण (Explanation):

रंग 1: जेव्हा स्टार्ट बटण (I: 0/0) दाबले जाते आणि स्टॉप बटण (I: 0/1) दाबले जात नाही, तेव्हा टायमर (T4:0) सुरू होतो, आणि त्याचा एकूण सायकल वेळ 14 सेकंद आहे.

रंग 2: जर टायमर (T4:0) च्या ॲक्युमुलेटर व्हॅल्यू (ACC) 0 ते 5 सेकंदांच्या दरम्यान असेल, तर रेड (Red) लाइट (O: 0/0) चालू होतो.

रंग 3: जर टायमर (T4:0) च्या ॲक्युमुलेटर व्हॅल्यू (ACC) 5 ते 15 सेकंदांच्या दरम्यान असेल, तर ग्रीन (Green) लाइट (O: 0/1) चालू होतो.

रंग 4: जर टायमर (T4:0) च्या ॲक्युमुलेटर व्हॅल्यू (ACC) 12 ते 14 सेकंदांच्या दरम्यान असेल, तर यलो (Yellow) लाइट (O: 0/2) चालू होतो.

Ex. 14) खालील लॉजिक सर्किटसाठी लॅंडर डायग्राम तयार करा.

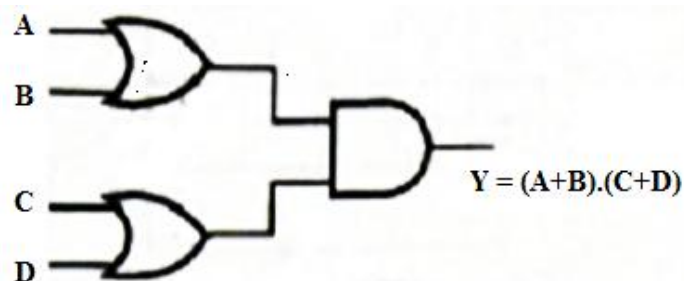


Figure 3.24: Logic diagram of Ex.14

उत्तर:

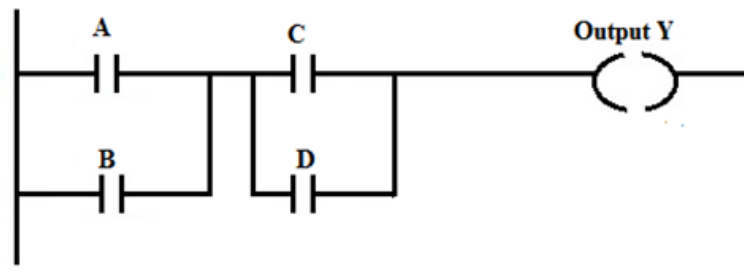


Figure 3.25: Ladder diagram of Ex.14

Ex. 15) खालील लॉजिक सर्किटसाठी लॅडर डायग्राम तयार करा.

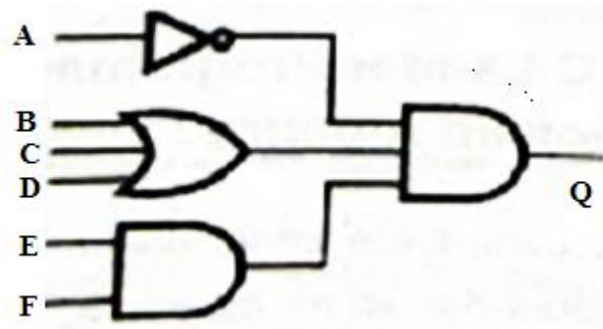


Figure 3.26: Logic diagram of Ex.15

उत्तर: वरील लॉजिक सर्किटसाठी Boolean समीकरण आहे

$$Q = \bar{A} * (B + C + D) * E * F$$

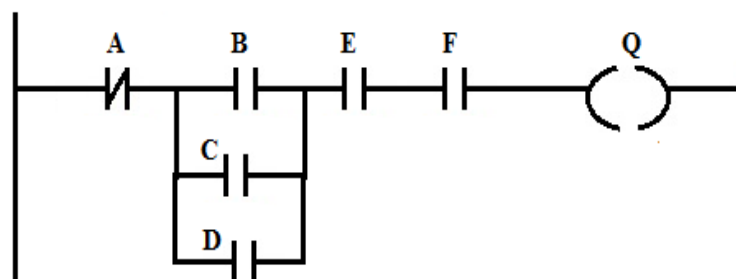


Figure 3.27: Ladder diagram of Ex.15

3.3 पीएलसी आधारित अनुप्रयोग (PLC based applications):

3.3.1 मोटर अनुक्रम नियंत्रण (Motor Sequence Control):

Ex. 16) सिस्टम स्टार्ट-अपमध्ये तीन मोटर्स एका क्रमाने सुरू होतात आणि प्रत्येक स्टार्ट-अपच्या दरम्यान 5 सेकंदांचा विलंब असतो. म्हणजेच, मोटर -1 सुरू झाल्यानंतर 5 सेकंदांनी मोटर -2 सुरू होईल आणि मोटर-2 सुरू झाल्यानंतर 5 सेकंदांनी मोटर 3 सुरू होईल. शटडाउन दरम्यान, मोटर- 3 प्रथम बंद होईल, त्यानंतर मोटर-2, 5 सेकंदांनी मोटर-3 बंद होण्याच्या नंतर बंद होईल, आणि शेवटी मोटर-1, 5 सेकंदांनी मोटर-2 बंद होण्याच्या नंतर बंद होईल. संबंधित लॅडर डायग्राम तयार करा.

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट बटण (Start Button) - I: 0/0
- स्टॉप बटण (Stop Button) - I: 0/1

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- मोटर क्रमांक 1 (M1) - O: 0/0
- मोटर क्रमांक 2 (M2) - O: 0/1
- मोटर क्रमांक 3 (M3) - O: 0/2
- TOFF टायमर T4:0
- TON टायमर T4:1
- TOFF टायमर T4:2
- TON टायमर T4:3
- आंतररील रिले (Internal Relay) B3:0/0

स्पष्टीकरण(Explanation):

रंग 1: जेव्हा स्टार्ट बटण दाबले जाते, तेव्हा आंतररील रिले B3: 0/0 चालू होतो.

रंग 2: B3: 0/0 चालू झाल्यावर त्याचा संपर्क बंद होतो आणि T4:0 (TOFF डिले टायमर) सुरू होतो.

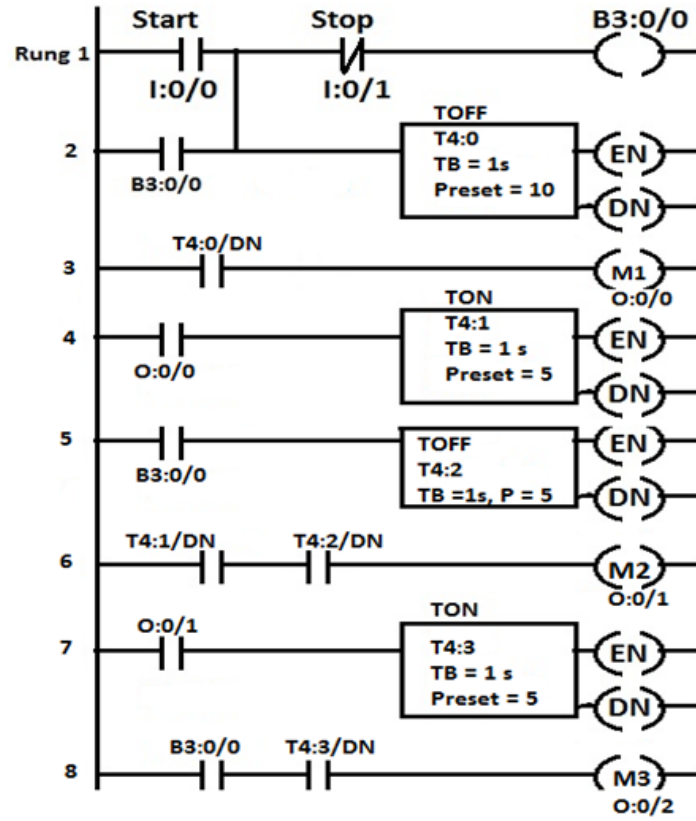


Figure 3.28: Ladder diagram of Ex.16

- रंग 3:** T4:0 टायमर सुरू झाल्यावर त्याचा DN बिट सेट (High) होतो आणि आउटपुट O: 0/0 म्हणजेच मोटर क्रमांक 1 सुरू होते.
- स्टॉप बटण दाबल्यास, टायमर T4:0 निष्क्रिय होतो, पण त्याचा DN बिट 10 सेकंदांनंतर रीसेट होतो, म्हणजेच 5 सेकंदांनंतर मोटर क्रमांक 2 बंद झाल्यावर मोटर क्रमांक 1 बंद होते.
- रंग 4:** मोटर क्रमांक 1 चालू झाल्यावर, त्याचा संपर्क T4:1 (TON दिले टायमर) सक्रिय करतो.
- रंग 5:** स्टार्ट बटण दाबल्यावर, B3: 0/0 च्या संपर्काद्वारे T4:2 (TOFF दिले टायमर) सुद्धा सुरू होतो.
- रंग 6:** T4:2 TOFF दिले टायमर सुरू झाल्यावर त्याचा T4:2/DN संपर्क बंद होतो. T4:1 TON दिले टायमर सुरू झाल्यावर, 5 सेकंदांनंतर त्याचा T4:1/DN संपर्क बंद होतो आणि मोटर क्रमांक 2 चालू होते (O: 0/1). स्टॉप बटण दाबल्यास, TOFF दिले टायमर निष्क्रिय होतो, पण T4:2/DN संपर्क 5 सेकंदांनंतर उघडतो आणि मोटर क्रमांक 2 बंद होते, म्हणजेच मोटर क्रमांक 3 बंद झाल्यानंतर 5 सेकंदांनी मोटर क्रमांक 2 बंद होते.

रंग 7: मोटर क्रमांक 2 (O: 0/1) चालू झाल्यावर, त्याचा संपर्क T4:3 (ON दिले टायमर) सक्रिय करतो.

रंग 8: या रंगमध्ये, B3:0/0 आणि T4:3/DN हे संपर्क अनुक्रमाने जोडले आहेत. जेव्हा दोन्ही संपर्क बंद असतात, तेव्हा मोटर क्रमांक 3 (O: 0/2) चालू होते.

स्टार्ट बटण दाबल्यावर B3:0/0 संपर्क बंद होतो आणि T4:3 टायमर सुरू झाल्यावर 5 सेकंदानंतर T4:3/DN संपर्क बंद होतो, आणि मोटर क्रमांक 3 चालू होते. स्टॉप बटण दाबल्यास, B3:0/0 संपर्क उघडतो आणि मोटर क्रमांक 3 लगेच बंद होते.

Ex. 17) दोन मोटर्ससाठी लॅडर आकृती तयार करा, ज्यात खालील अटी आहेत:

1. स्टार्टिंग पुश बटण मोटर 1 सुरू करते.
2. 10 सेकंदानंतर, मोटर 2 सुरू होईल.
3. स्टॉप स्विच प्रेस केल्यावर मोटर 1 आणि 2 दोन्ही थांबतील.

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- a. स्टार्ट (Start) बटण - I: 0/0
- b. स्टॉप (Stop) बटण - I: 0/1

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- a. मोटर (Motor 1) क्रमांक 1 - O: 0/0
- b. मोटर (Motor 2) क्रमांक 2 - O: 0/1
- c. TON टायमर - T4:0

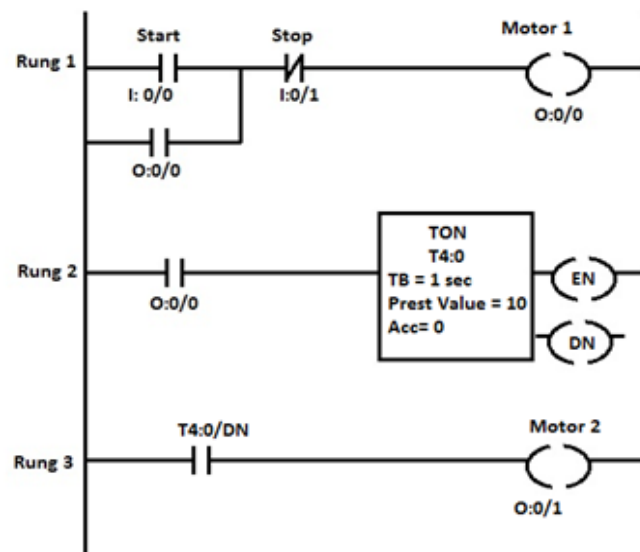


Figure 3.29: Ladder diagram of Ex.17

स्पष्टीकरण (Explanation):

रंग 1: जेव्हा START बटण दाबले जाते, तेव्हा मोटर 1 (M1) लगेच चालू होते आणि STOP बटण दाबेपर्यंत सुरू राहते.

रंग 2: मोटर 1 चालू झाल्यावर (O: 0/0), TON टायमर T4:0 सुरू होतो. हा टायमर 1 सेकंदाच्या टाइम बेसवर आंतरगत पल्स मोजतो. 10 सेकंदांनंतर, म्हणजेच ACC >= PRE झाल्यावर, टायमर DONE बिट सेट (High) होतो.

रंग 3: जेव्हा मोटर 1 चालू असते आणि टायमर DONE बिट सेट होतो, तेव्हा मोटर 2 (M2) चालू होते. म्हणजेच, मोटर 1 चालू झाल्यानंतर 10 सेकंदांनी मोटर 2 सुरू होते.

स्टॉप बटण दाबल्यास: स्टॉप बटण दाबल्यावर, दोन्ही मोटर्स आणि टायमर बंद होतात.

Ex. 18) दोन मोटर्ससाठी लॅडर आकृती तयार करा, ज्यात खालील अटी आहेत:

1. स्टार्ट स्विच प्रेस केल्यावर मोटर 1 आणि 2 दोन्ही सुरू होतील.
2. स्टॉप स्विच प्रेस केल्यावर, मोटर 1 आधी थांबेल, आणि 15 सेकंदांनी मोटर 2 थांबेल.

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- a. स्टार्ट बटण - I: 0/0
- b. स्टॉप बटण - I: 0/1

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- a. मोटर क्रमांक 1 - O: 0/0
- b. मोटर क्रमांक 2 - O: 0/1

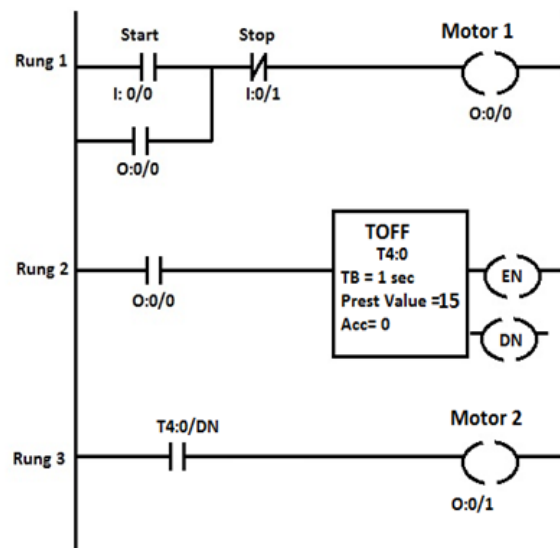


Figure 3.30: Ladder diagram of Ex.18

3.4.2 वाहन संकेतन प्रकाश नियंत्रण प्रणाली (Traffic Light Control System):

ट्रॅफिक सिग्नल हे तीन रंगांच्या दिव्यांचे संयोजन आहे. हे रस्त्यांच्या चौकांवर वाहतूक नियंत्रित करण्यासाठी विशिष्ट क्रमाने हे दिवे चालू-बंद करून वापरले जाते. वापरले जाणारे वेगवेगळे रंग असे आहेत – लाल, हिरवा आणि अंबर (किंवा पिवळा).

लाल लैम्प: "थांबा" दर्शवतो. वाहनांनी थांबायचे असून, स्टॉप लाईनच्या मागे थांबावे.

हिरवा लैम्प: जा – वाहनांना चौक ओलांडण्यासाठी परवानगी असते.

अंबर (पिवळा) लैम्प: सज्ज / खबरदारी – हा लैम्प लाल होणार असल्याचे संकेत देतो, त्यामुळे चालकांनी थांबण्यासाठी तयारी करावी, मात्र जर ते चौकाजवळ असतील आणि थांबणे सुरक्षित नसेल, तर ते पुढे जाऊ शकतात.

Ex. 19) वाहन संकेतन प्रकाश नियंत्रण प्रणालीसाठी लॅडर डायग्राम काढा, ज्यामध्ये खालील अटी आहेत:

1. लाल (RED) लैम्प 50 सेकंद चालू राहील.
2. हिरवा (Green) लैम्प 30 सेकंद चालू राहील.
3. पिवळा (Yellow) लैम्प 10 सेकंद चालू राहील.

उत्तर: इनपुट्सची यादी आणि त्यांचे एड्रेस:

- a. स्टार्ट बटण - I: 0/0
- b. स्टॉप बटण - I: 0/1

आउटपुट्सची यादी आणि त्यांचे एड्रेस:

- a. लाल लैम्प - O: 0/0
- b. हिरवा लैम्प - O: 0/1
- c. पिवळा लैम्प - O: 0/2
- d. आंतरिक रिले - B3:0/0

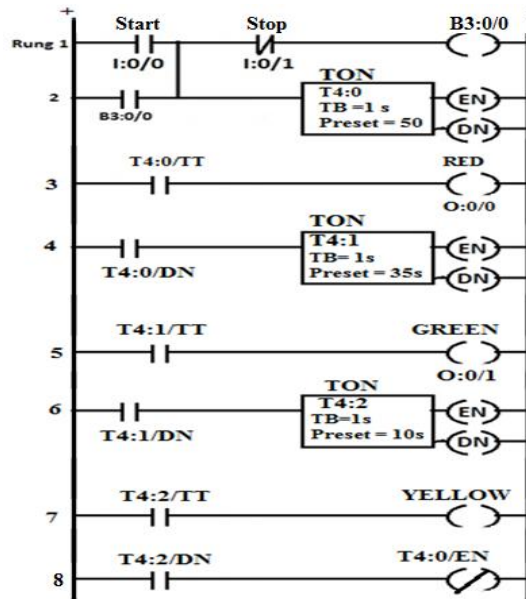


Figure 3.31: Ladder diagram of Ex.19

स्पष्टीकरण (Explanation):

- रंग 1:** जेव्हा स्टार्ट बटण (Start Button) दाबले जाते, तेव्हा आंतरगत रिले B3:0/0 चालू (ON) होते.
- रंग 2:** जेव्हा B3:0/0 चालू (ON) असतो, तेव्हा संपर्क बंद होतो आणि टाइमर T4:0 (म्हणजेच TON डिले टाइमर) सक्षम (Enable) होतो.
- रंग 3:** जेव्हा टाइमर T4:0 सक्षम होतो, तेव्हा त्याचा TT बिट उच्च (High) होतो आणि आउटपुट O:0/0 (म्हणजे लाल लैम्प 50 सेकंदासाठी) चालू होतो, जोपर्यंत ACC मूल्य प्रीसेट (Preset) मूल्याइतके होत नाही.
- रंग 4:** जेव्हा ACC मूल्य टाइमर T4:0 च्या प्रीसेट मूल्याइतके (50 सेकंद) होते, तेव्हा DN बिट उच्च (High) होतो आणि टाइमर T4:1 सक्षम (Enable) होतो.
- रंग 5:** जेव्हा टाइमर T4:1 सक्षम (Enable) होतो, तेव्हा त्याचा TT बिट उच्च (High) होतो, त्यामुळे आउटपुट O:0/1 (म्हणजे हिरवा लैम्प – 30 सेकंदासाठी) चालू होतो, जोपर्यंत ACC मूल्य प्रीसेट मूल्याइतके होत नाही.
- रंग 6:** जेव्हा ACC मूल्य टाइमर T4:1 च्या प्रीसेट मूल्याइतके (30 सेकंद) होते, तेव्हा DN बिट उच्च (High) होतो आणि टाइमर T4:2 सक्षम (Enable) होतो.
- रंग 7:** जेव्हा टाइमर T4:2 सक्षम (Enable) होतो, तेव्हा त्याचा TT बिट उच्च (High) होतो, त्यामुळे आउटपुट O:0/2 (म्हणजे पिवळा लैम्प – 10 सेकंदासाठी) चालू होतो, जोपर्यंत ACC मूल्य प्रीसेट मूल्याइतके होत नाही.
- रंग 8:** जेव्हा ACC मूल्य टाइमर T4:2 च्या प्रीसेट मूल्याइतके (10 सेकंद) होते, तेव्हा DN बिट उच्च (High) होतो आणि टाइमर T4:0 सक्षम (Enable) होतो आणि ही प्रक्रिया सतत चालू राहते, जोपर्यंत स्टॉप बटण (Stop Button) दाबले जात नाही.

3.4.3 बाटली भरण्याचा प्रकल्प (Bottle Filling Plant):

या अप्लिकेशन्स मध्ये, बाटली भरण्याची प्रक्रिया ऑटोमॅटिक करण्यासाठी आम्ही पीएलसी-नियंत्रित सिस्टम तयार करणार आहोत. ही सिस्टम खालील गोष्टी नियंत्रित करेल:

- 1. बाटली शोधणे (Bottle Detection):** भरणी स्थानकात बाटल्या उपस्थित असल्याची खात्री करणे.
- 2. भरणी प्रक्रिया (Filling Process):** बाटली आढळल्यास भरणी वाल्व्ह सक्रिय करणे.
- 3. थांबण्याची अट (Stop Condition):** बाटली भरल्यानंतर भरणी प्रक्रिया थांबवणे.
- 4. रीसेट यंत्रणा (Reset Mechanism):** भरणी प्रक्रिया पूर्ण झाल्यावर पुढील बाटलीसाठी सिस्टम पुन्हा सज्ज करणे.

बाटली भरण्याची आणि झाकण लावण्याची प्रक्रिया (Figure 3.34) दर्शवते की, ही प्रक्रिया साधारणतः कशी चालते:

मुख्य मोटर M1 ही कन्व्हेअर बेल्ट चालवते, ज्यावर बाटल्या हलत असतात. सुरू बटण दाबल्यावर बेल्ट सुरू होतो.

बाटल्या बेल्टवर पुढे जातात, तोपर्यंत सेन्सर S2 बाटली शोधतो. सेन्सर S2 बाटली

ओळखल्यावर, मोटर M1 थांबते आणि बेल्टही थांबतो. त्याच वेळी वाल्व्ह V1 उघडतो आणि बाटलीत वॉटर पडते, जोपर्यंत ते विशिष्ट लेवलला पोहोचत नाही. हे लेवल सेन्सर S1 द्वारे ओळख ले जाते. वॉटर योग्य लेवलला पोहोचल्यावर वाल्व्ह V1 बंद होते आणि मोटर M1 पुन्हा सुरू होते. बाटली पुढे जाते, आणि सेन्सर S3 बाटली ओळखतो, तेव्हा पिस्टन P1 सक्रिय होते आणि बाटलीला झाकण लावते. ही प्रक्रिया सतत पुढे चालू राहते.

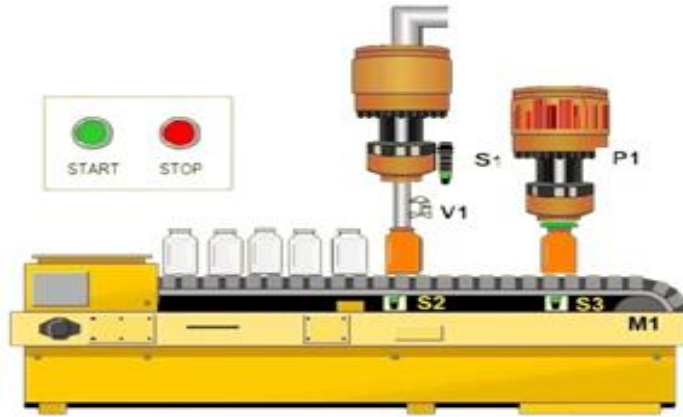


Figure 3.32: Bottle Filling Plant

Courtesy: Bottle Filling Plant form Instrumentationtools.com

उत्तर:

इनपुट्सची यादी आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट बटण – I: 0/0 (बाटली भरण्याची प्रक्रिया सुरू करण्यासाठी)
- स्टॉप बटण – I: 0/1 (प्रक्रिया थांबवण्यासाठी)
- प्रोक्सिमिटी सेन्सर S2 – I: 0/2 (बाटली उपस्थित असल्यास ओळखतो)
- लेव्हल स्विच S1 – I: 0/3 (बाटलीची लेवल भरलेली आहे की नाही ते ओळखतो)
- कॅपिंग प्रोक्सिमिटी सेन्सर S3 – I: 0/4 (बाटली कॅपिंग स्थानावर आहे की नाही ते ओळखतो)
- आंतरगत रिले – B3: 0/0

आउटपुट्सची यादी आणि त्यांचे एड्रेस:

- कन्वेअर मोटर M1 – O: 0/0 (बाटली भरण्याच्या स्थानापर्यंत हलवण्यासाठी)
- फिलिंग वाल्व V1 – O: 0/1 (बाटलीत द्रव भरण्यासाठी)
- पिस्टन प्लंजर P1 – O: 0/2 (बाटलीचे कॅप फिक्स करण्यासाठी)
- TON टाइमर – T4: 0 (पिस्टन प्लंजरला 5 सेकंदांची विलंब निर्माण करण्यासाठी)

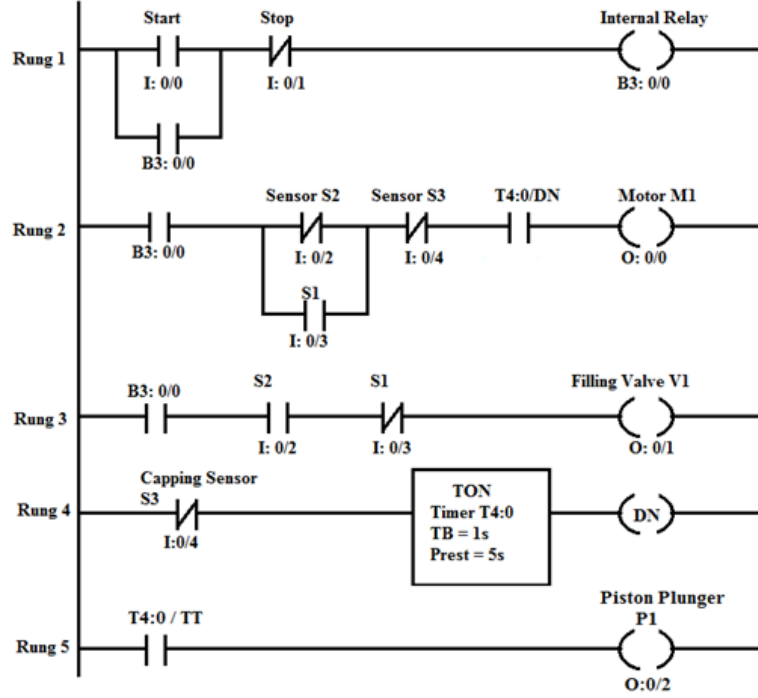


Figure 3.33: Ladder diagram of Bottle Filling Plant

स्पष्टीकरण (Explanation):

रंग 1: जेव्हा स्टार्ट बटण (Start) चालू (ON) होते, तेव्हा आंतरगत रिले B3:0/0 उर्जित (Energized) होते आणि त्याची स्थिती लॉक (Latch) होते.

रंग 2: जेव्हा स्टार्ट (Start) चालू असते, भरणी प्रक्रिया सुरू नाही (म्हणजेच S2 सेन्सर बाटली ओळखत नाही), आणि थांबण्याची (Stop) मागणी नाही, तेव्हा मोटर M1 चालू (ON) होते.

रंग 3:

- जर S2 सेन्सर चालू (ON) असेल, म्हणजेच बाटली भरण्याच्या स्थानावर आहे, तर मोटर M1 बंद (OFF) होते आणि बाटली भरण्याची प्रक्रिया सुरू होते, त्यामुळे वाल्व्ह V1 चालू (ON) होतो.
- जर S1 सेन्सर चालू (ON) असेल, म्हणजेच बाटलीत द्रव विशिष्ट लेवलपर्यंत भरले आहे, तर वाल्व्ह V1 बंद (OFF) होतो आणि मोटर M1 पुन्हा चालू (ON) होते.

रंग 4: जर S3 सेन्सर चालू (ON) असेल, म्हणजेच बाटली कॅपिंग स्थानकावर पोहोचली आहे, तर पिस्टन P1 चालू (ON) होतो आणि झाकण बसवण्याची प्रक्रिया सुरू होते.

रंग 5: जेव्हा अक्युमुलेटर (ACC) मूल्य प्रीसेट (Preset) मूल्याइतके पोहोचते, तेव्हा पिस्टन P1 बंद (OFF) होते आणि कन्व्हेअर मोटर M1 पुन्हा चालू (ON) होते.

3.4.4 टाकी पातळी नियंत्रण प्रणाली (Tank Level Control System):

या अनुप्रयोगात, आपण पीएलसी-नियंत्रित सिस्टम तयार करणार आहोत जी टैंकतील द्रवाची लेवल कंट्रोल करण्यासाठी वापरली जाते. ही सिस्टम प्रामुख्याने टैंक भरल्यावर (High Level) आणि टैंक रिकामी झाल्यावर (Low Level) यावर लक्ष ठेवून वाल्व्ह नियंत्रित करते.

प्रक्रिया (Process):

1. लो लेव्हल सेन्सर (Low Level Sensor):

- जर टैंकतील लेवल कमी असेल, तर तो Low Level Sensor ओळखतो.
- यामुळे इनलेट वाल्व्ह V1 उघडतो आणि टैंकत द्रव भरण्यास सुरुवात होते.

2. हाय लेव्हल सेन्सर (High Level Sensor):

- जेव्हा टैंकची लेवल ठराविक मर्यादपर्यंत भरते, तेव्हा High Level Sensor हे ओळखतो.
- यामुळे वाल्व्ह V1 बंद होतो आणि टैंक भरणे थांबते.

Ex. 20) दोन स्टोरेज टैंक भरण्यासाठी एक पंप वापरला जातो (Figure 3.36 नुसार), पंप मॅन्युअली START आणि STOP करण्यासाठी स्टार्ट आणि स्टॉप पुश बटण वापरले जाते.

प्रोग्राम अनुक्रम:

- पंप सुरू करा.
- प्रथम टैंक 1 (Tank 1) भरा.
- टैंक 1 पूर्ण भरल्यानंतर, टैंक 2 (Tank 2) भरण्यास सुरुवात करा.
- दोन्ही टैंक भरल्यानंतर, लाईट इंडिकेटर ON करा.
- पंप थांबवा.

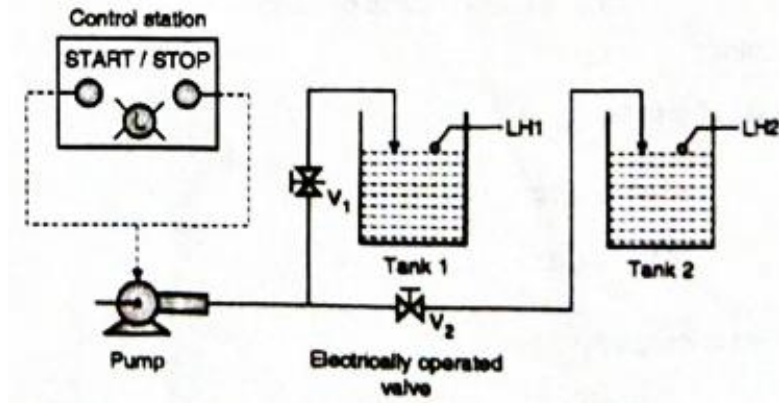


Figure 3.34: Tank Level Control System

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट पुश बटण (Start Push button) – I: 0/0
- स्टॉप पुश बटण (Stop Push button) – I: 0/1
- लेवल स्विच (LH-1) टैंक 1 (Level Switch Tank 1) – I: 0/2
- लेवल स्विच (LH-2) टैंक 2 (Level Switch Tank 2) – I: 0/3

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- मोटर पंप (Motor Pump) – O: 0/0
- वाल्व्ह 1 (Valve 1) – O: 0/1
- वाल्व्ह 2 (Valve 2) – O: 0/2
- इंडिकेटर लैम्प (Indicator Lamp) – O: 0/3

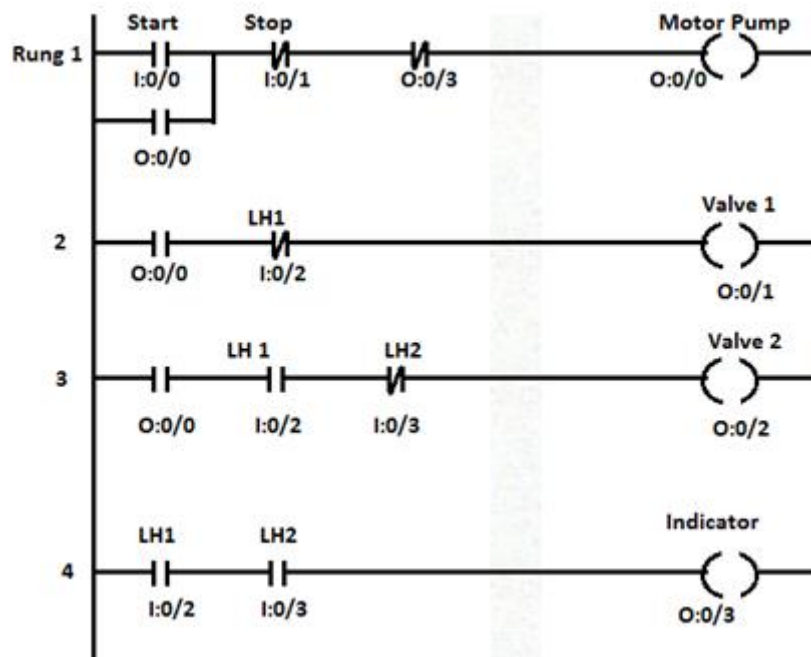


Figure 3.35: Ladder diagram of Tank Level Control of Ex. 20

स्पष्टीकरण (Explanation):

रंग 1: जर स्टार्ट पुश बटण (Start Push Button) दाबले गेले आणि टैंक पूर्ण भरलेली नसेल, तर मोटर पंप सुरू (Motor Pump Start) होतो.

रंग 2: जर मोटर चालू (Motor ON) असेल आणि टैंक 1 (Tank 1) पूर्ण भरलेली नसेल, तर वाल्व्ह 1 (Valve 1) उघडते आणि टैंक 1 पूर्ण होईपर्यंत भरते.

रंग 3: जर मोटर चालू (Motor ON) असेल, टैंक 1 भरलेली असेल आणि टैंक 2 (Tank 2) पूर्ण भरलेली नसेल, तर वाल्व्ह 2 (Valve 2) उघडते आणि टैंक 2 पूर्ण होईपर्यंत भरते.

रंग 4: जर टैंक 1 आणि टैंक 2 दोन्ही भरल्या (Tank 1 & Tank 2 Full) असतील, तर सूचक लैम्प (Indicator Lamp ON) होतो आणि मोटर पंप थांबतो (Motor Pump Stop).

Ex. 21) वॉटर टैंक लेवल कंट्रोल सिस्टम

वॉटर टैंक लेवल कंट्रोल सिस्टममध्ये दोन लेव्हल स्विचेस (Ls1 आणि Ls2) असतात, जसे की Figure 3.38 मध्ये दाखवले आहे.

सिस्टमचे कार्य:

- जेव्हा वॉटर लेवल $> L1$ (लोअर लिमिटिंग लेव्हल) असेल, तेव्हा Ls1 सक्रिय (1) होईल.
- जेव्हा वॉटर लेवल $> L2$ (अप्पर लिमिटिंग लेव्हल) असेल, तेव्हा Ls2 सक्रिय (1) होईल.
- Start बटण दाबल्यावर लेव्हल कंट्रोल सिस्टम सुरू होईल.
- Stop बटण दाबल्यावर सिस्टम बंद होईल.

लक्ष्य:

- Start बटण दाबल्यावर लेव्हल कंट्रोल सिस्टम सुरू होईल.
- Stop बटण दाबल्यावर सिस्टम बंद होईल.
- वॉटर लेवल L1 पेक्षा कमी ($< L1$) असल्यास, पंप चालू (ON) आणि व्हॉल्व्ह बंद (OFF) होईल.
- वॉटर लेवल L2 पेक्षा जास्त ($> L2$) असल्यास, पंप बंद (OFF) आणि व्हॉल्व्ह चालू (ON) होईल.

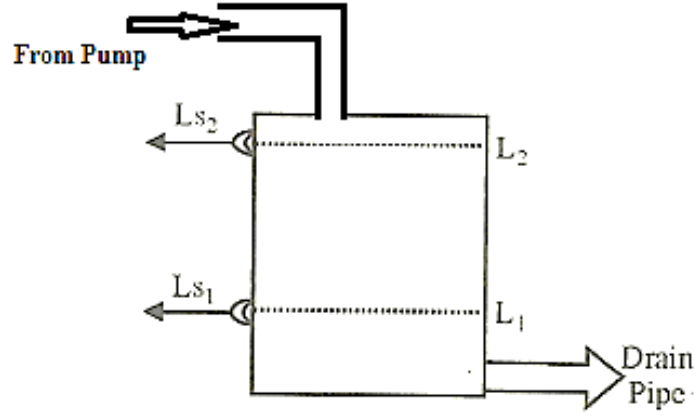


Figure 3.36: Water Level Control system

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट पुश बटण – I: 0/0
- स्टॉप पुश बटण – I: 0/1
- लेवल स्विच (LS-1) टैंक 1 – I: 0/2
- लेवल स्विच (LS-2) टैंक 2 – I: 0/3

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- मोटर पंप – O: 0/0
- ड्रेन वाल्व – O: 0/1

रंग 1: जेव्हा स्टार्ट बटण (Start Button) दाबले जाते, तेव्हा संपर्क बंद होतो.

NC संपर्क (Stop Switch) बंद असल्याने रंग सत्य (Rung Condition True) होते आणि कंट्रोल रिले (B3:0/0) सुरू होते, ज्यामुळे संपूर्ण सिस्टम सक्रिय होते. स्टार्ट बटण सोडल्यावर रिले बंद होऊ नये यासाठी OR संयोजन (Latch Circuit) वापरले आहे. म्हणजेच, एकदा रिले सुरू झाल्यावर त्याचे NO संपर्क पुन्हा रिले सुरू ठेवतात आणि सिस्टम सक्षम राहते.

रंग 2: NO संपर्क रिले आणि LS1 व LS2 च्या NC संपर्कांचा अनुक्रम (Series Combination) वापरला आहे. जर टैंक लेवल कमी असेल (LS1 आणि LS2 सक्रिय नाहीत), तर पंप सुरू (Pump ON) होतो. लेवल LS1 पर्यंत पोहोचली तरी पंप सुरू राहण्यासाठी OR संयोजन (LS1 + Pump) वापरले आहे. लेवल LS2 पर्यंत पोहोचल्यावर पंप बंद (Pump OFF) होतो.

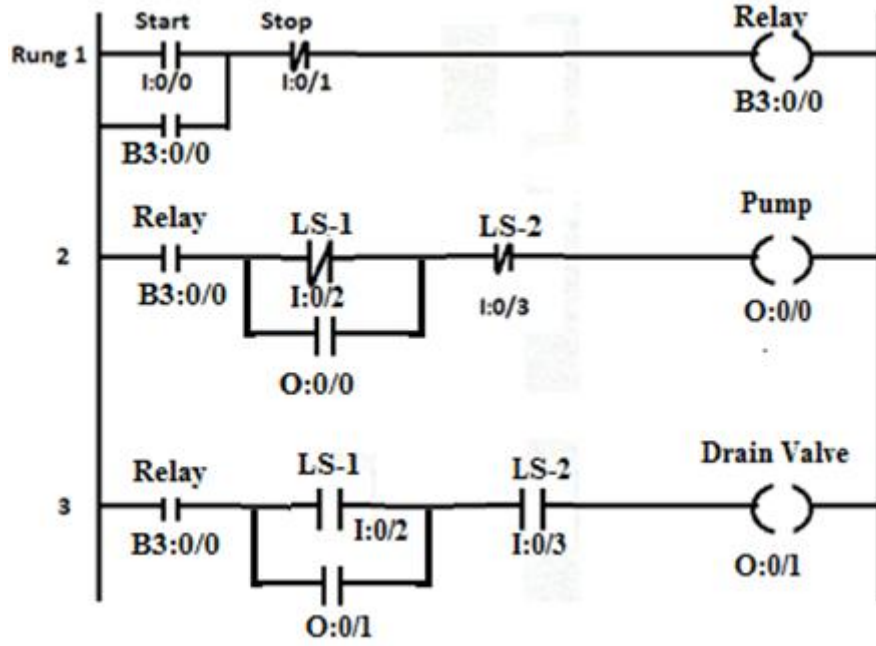


Figure 3.37: Ladder diagram of Ex. 21

रंग 3: NO संपर्क रिले आणि LS2 व LS1 च्या NO संपर्काचा अनुक्रम (Series Combination) वापरला आहे. जेव्हा लेवल जास्त आहे (LS2 आणि LS1 सक्रिय), तेव्हा ड्रेन वाल्व्ह (Drain Valve ON) होतो. लेवल LS2 च्या खाली गेली तरी वाल्व्ह सुरू राहण्यासाठी OR संयोजन (LS2 + Drain Valve) वापरले आहे. लेवल LS1 च्या खाली गेल्यावर ड्रेन वाल्व्ह बंद (Drain Valve OFF) होतो. रंग 2 (Rung 2) पुन्हा कार्यान्वित होतो, आणि ही प्रक्रिया सतत चालू राहते जोपर्यंत सिस्टम सक्षम आहे.

3.4.5 वहनपट्टी प्रणाली (Conveyor System):

वहनपट्टी प्रणाली ही एक यांत्रिक हाताळणी यंत्रणा (Mechanical Handling System) आहे, जी साहित्य किंवा वस्तू एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी हलवण्यासाठी वापरला जाते. इंडस्ट्रियल उत्पादन प्रकल्पांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर कन्वेयर बेल्ट्सचा वापर केला जातो.

या सिस्टममध्ये खालील मुख्य प्रक्रिया असतात:

- 1. सुरू करणे (Starting):** कन्वेयर बेल्ट सुरू करण्यासाठी स्टार्ट बटण दाबले जाते.
- 2. थांबवणे (Stopping):** कन्वेयर बेल्ट थांबवण्यासाठी स्टॉप बटण दाबले जाते.
- 3. बाधा अडथळा (Obstacle Detection):** जर बेल्टवर कोणतीही अडचण किंवा वस्तू अडकली तर सेन्सर त्या वस्तूला शोधतो आणि बेल्ट थांबतो.
- 4. सुरक्षितता (Safety):** ओव्हरलोड किंवा इतर आपत्तीजन्य परिस्थितीत बेल्ट आपोआप थांबतो.

प्रक्रियेचा संक्षेप:

- a. स्टार्ट बटण -> बेल्ट सुरू -> वस्तू वाहतूक -> अडथळा आढळल्यास -> बेल्ट थांबतो -> अडथळा दूर केल्यावर पुन्हा सुरू करता येतो.

या सिस्टिममध्ये वापरलेले घटक:

- कन्व्हेयर मोटर (Motor)
- स्टार्ट बटण (Start Button)
- स्टॉप बटण (Stop Button)
- अडथळा सेन्सर (Obstacle Sensor)
- सुरक्षा यंत्रणा (Safety Devices)

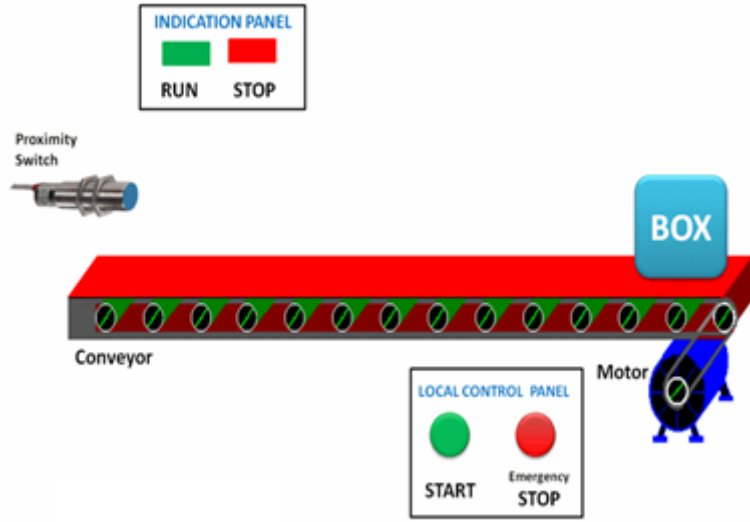


Figure 3.38: Conveyor System

Courtesy: Conveyor System form Instrumentationtools.com

Objective (उद्दिष्ट):

क्रमिक प्रक्रिया खालीलप्रमाणे आहे:

- जेव्हा START बटण दाबले जाते.
- मोटर सुरू (Motor Start) होते.
- RUN (हिरवा लैम्प) चालू होतो.
- मोटर चालू असल्यामुळे बॉक्स हलतो.
- प्रॉक्सिमिटी सेन्सर (S-1) बॉक्स दुसऱ्या टोकाला पोहोचल्यावर बॉक्स शोधतो.
- मोटर बंद (Motor Stop) होते.
- RUN (हिरवा लैम्प) बंद होतो.
- STOP (लाल लैम्प) सुरू होतो.

1. STOP बटण कोणत्याही वेळी दाबल्यास कन्व्हेयर मोटर थांबते.

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट पुश बटण – I: 0/0
- स्टॉप पुश बटण – I: 0/1
- प्रॉक्सिमिटी स्विच (S-1) – I: 0/2 (बॉक्स/वस्तू शोधण्यासाठी)
- आंतररील रिले (Internal Relay) – B3:0/0

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- लाल लैम्प (Red Lamp) – O: 0/0
- हिरवा लैम्प (Green Lamp) – O: 0/1
- कन्व्हेयर मोटर (Conveyor Motor) – O: 0/2

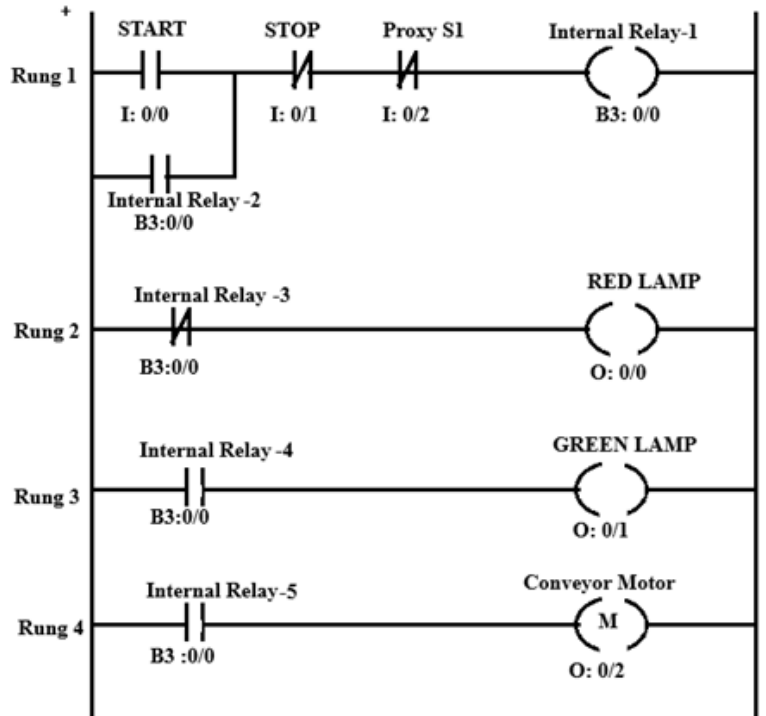


Figure 3.39: Ladder diagram of Conveyor System

स्पष्टीकरण (Explanation):

रंग 1: जेव्हा Start Push Button (I:0/0) दाबले जाते, आणि Stop Push Button (I:0/1) बंद स्थितीत असतो, तेव्हा Internal Relay (B3:0/0) सक्रिय होते आणि लॉचिंग सर्किटद्वारे स्वतःला होल्ड करते. Stop Push Button (I:0/1) दाबल्यावर Internal Relay (B3:0/0) बंद होते आणि संपूर्ण प्रक्रिया थांबते.

रंग 2: Internal Relay (B3:0/0) ON असेल, तर Conveyor Motor (O:0/2) सुरू होते. RUN Green Lamp (O:0/1) देखील सुरू होते, जे दर्शवते की कन्वेयर चालू आहे.

रंग 3: Proximity Sensor (I:0/2) जेव्हा बॉक्स दुसऱ्या टोकाला पोहोचतो तेव्हा सक्रिय होतो. तो सक्रिय होताच Internal Relay (B3:0/0) बंद होते, त्यामुळे Conveyor Motor (O: 0/2) थांबतो, आणि RUN Green Lamp (O:0/1) बंद होतो.

रंग 4: Internal Relay (B3:0/0) बंद झाल्यावर STOP Red Lamp (O:0/0) चालू होते, जे दर्शवते की कन्वेयर थांबलेला आहे. ही प्रक्रिया पुन्हा सुरू करण्यासाठी Start Button (I:0/0) दाबावे लागते. Stop Button (I:0/1) कोणत्याही वेळी दाबल्यास, कन्वेयर थांबतो.

Ex. 22) कोळसा हॅंडलिंग प्लान्ट चे लॅडर डायग्राम डिझाइन करा.

सिस्टम वर्णन:

एका कोळसा हॅंडलिंग प्लान्ट मध्ये तीन कोळसा वाहक (Coal Conveyors) आहेत:

1. C1 (क्रशरच्या आउटपुटमधून कोळसा वाहून नेतो).
2. C2 (मध्य बेल्ट, कोळसा पुढे नेण्यासाठी).
3. C3 (कोळसा बंकरकडे ढकलण्यासाठी).

सिस्टम आवश्यकता:

1. C1 फक्त तेव्हाच सुरू होईल जेव्हा C2 आणि C3 सुरू असतील.
2. C2 फक्त तेव्हाच सुरू होईल जेव्हा C3 सुरू असेल.
3. C3 ट्रिप झाल्यास C1 आणि C2 देखील ट्रिप होतील.
4. C2 ट्रिप झाल्यास C1 देखील ट्रिप होईल, परंतु C3 चालू असेल.
5. C2 आणि C3 दोन्ही ट्रिप झाल्यास C1 देखील ट्रिप होईल.

उत्तर:

वरील उदाहरणात, प्रत्येक कन्वेयरसाठी एक स्टार्ट पुश बटण आणि एक स्टॉप बटण आवश्यक आहे. त्यामुळे एकूण 6 इनपुट्स आवश्यक आहेत.

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- a. कन्वेयर C1 सुरू करण्यासाठी पुश बटण = PB1 = I: 0/0
- b. कन्वेयर C1 थांबवण्यासाठी पुश बटण = PB2 = I: 0/1
- c. कन्वेयर C2 सुरू करण्यासाठी पुश बटण = PB3 = I: 0/2
- d. कन्वेयर C2 थांबवण्यासाठी पुश बटण = PB4 = I: 0/3
- e. कन्वेयर C3 सुरू करण्यासाठी पुश बटण = PB5 = I: 0/4
- f. कन्वेयर C3 थांबवण्यासाठी पुश बटण = PB6 = I: 0/5

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- a. कन्वेयर C1 = O: 0/0

b. कन्वेयर C2 = O: 0/1

c. कन्वेयर C3 = O: 0/2

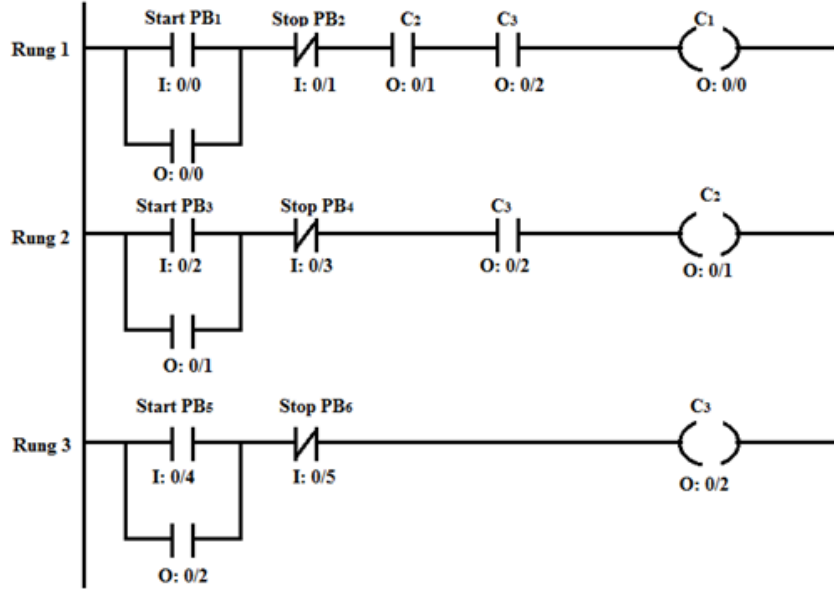


Figure 3.40: Ladder diagram of Ex.22

स्पष्टीकरण (Explanation):

रंग 1: जेव्हा स्टार्ट पुश बटण PB1 दाबले जाते आणि जर कन्वेयर C2 आणि C3 चालू असतील, तर कन्वेयर C1 सुरू होतो.

रंग 2: जेव्हा स्टार्ट पुश बटण PB3 दाबले जाते आणि जर कन्वेयर C3 चालू असेल, तर कन्वेयर C2 सुरू होतो. परंतु, जर स्टॉप पुश बटण PB4 दाबले गेले तर C2 आणि C1 बंद होतील, पण C3 सुरू राहतो जोपर्यंत स्टॉप पुश बटण PB6 दाबले जात नाही.

रंग 3: जेव्हा स्टॉप पुश बटण PB6 दाबले जाते, तेव्हा C3 बंद होतो, आणि त्यामुळे C1 आणि C2 देखील बंद होतात.

Ex. 23) कन्वेयर बेल्टसाठी लॅडर डायग्राम डिझाइन करा.

सिस्टम वर्णन:

कन्वेयर बेल्टचा उपयोग वस्तू कामाच्या ठिकाणी हलवण्यासाठी केला जातो. लिमिट स्विच वापरून वस्तूची उपस्थिती तपासली जाते.

सिस्टम आवश्यकता:

- कन्वेयर बेल्ट सुरू करण्यासाठी START बटण दाबावे लागेल.
- कोणत्याही वेळी STOP स्विच दाबल्यास बेल्ट थांबेल.
- लिमिट स्विच 50 वस्तू ओळखल्यानंतर, कन्वेयर बेल्ट आपोआप थांबेल.
- प्रक्रिया पुन्हा सुरू करण्यासाठी RESTART बटण दाबावे लागेल.

उत्तर:

लॅडर डायग्राममध्ये वापरलेले इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट पुश बटण (NO संपर्क) - I: 0/0
- स्टॉप पुश बटण (NC संपर्क) - I: 0/1
- रीस्टार्ट पुश बटण (NO संपर्क) - I: 0/2
- प्रॉक्सिमिटी स्विच - I: 0/3

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- बेल्टसाठी मोटर - O: 0/0
- अप काउंटर (CTU) - C5:0

स्पष्टीकरण (Explanation):

रंग 1: स्टार्ट पुश बटण (NO) दाबल्यावर आणि स्टॉप पुश बटण (NC) बंद अवस्थेत असताना, कन्व्हेयर बेल्टचा मोटर (O: 0/0) सुरू होतो. हे मोटर आउटपुट एक इंटरनल रिलेने किंवा त्याच्या स्वतःच्या लॅचिंगने (स्वयं-धारण) होल्ड केला जातो.

रंग 2: कार्यस्थानावर वस्तूच्या उपस्थितीसाठी प्रॉक्सी स्विच (I: 0/3) वापरला जातो. प्रत्येक वेळी वस्तू ओळखली गेल्यावर, अप काउंटर (CTU C5:0) त्याचे संचित (Accumulated) मूल्य वाढवतो.

रंग 3: जेव्हा काउंटरचे संचित मूल्य 50 पर्यंत पोहोचते (C5:0/DN), तेव्हा कन्व्हेयर मोटर (O: 0/0) बंद होते.

रीस्टार्ट प्रक्रिया: रीस्टार्ट पुश बटण (NO) (I: 0/2) दाबल्यावर, काउंटर रीसेट (C5:0.RES) केला जातो आणि मोटर पुन्हा सुरू होण्याची तयारी होते.

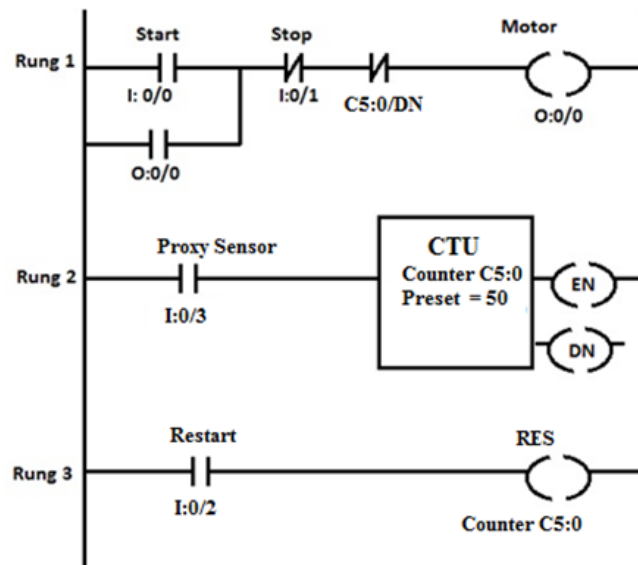


Figure 3.41: Ladder diagram of Ex. 23

3.4.6 स्टेपर मोटर कंट्रोल (Stepper Motor Control)

Ex. 24) स्टेपर मोटर (Forward Direction) पुढील दिशेने चालवण्यासाठी लॅडर डायग्राम तयार करा.

उत्तर:

इनपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- स्टार्ट पुश बटण (NO) – I: 0/0
- स्टॉप पुश बटण (NC) – I: 0/1
- रीस्टार्ट पुश बटण (NO) – I: 0/2
- लिमिट स्विच – I: 0/3

आउटपुट्स आणि त्यांचे एड्रेस:

- कॉईल A – O: 0/0
- कॉईल B – O: 0/1
- कॉईल C – O: 0/2
- कॉईल D – O: 0/3
- इंटरनल रिलेम – B3:0/0

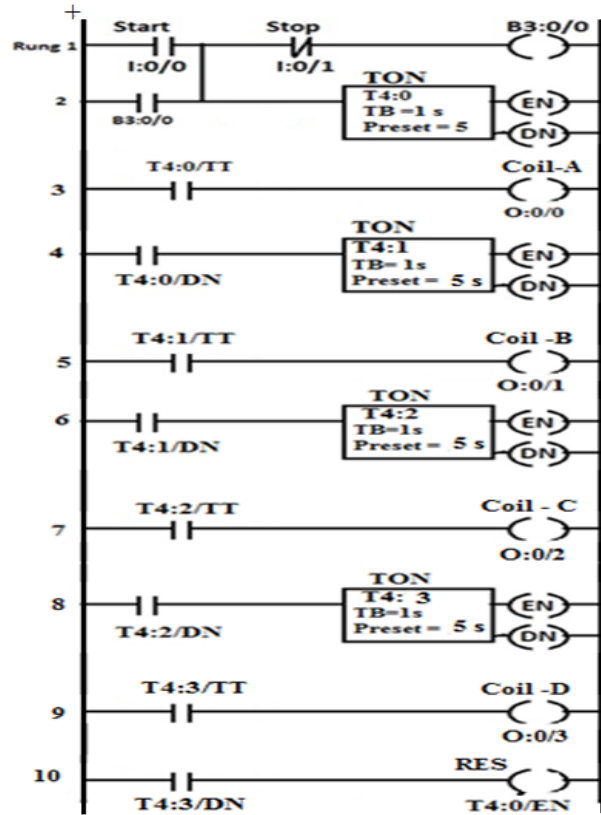


Figure 3.42: Ladder diagram of Ex. 24

स्पष्टीकरण (Explanation):

- रंग 1:** जेव्हा स्टार्ट बटण दाबले जाते, तेव्हा इंटरनल रिले B3:0/0 ऑन होतो.
- रंग 2:** जेव्हा B3:0/0 ऑन असतो, तेव्हा संपर्क बंद होतो आणि टाइमर T4:0 (TON डिले टाइमर) सक्षम होतो.
- रंग 3:** जेव्हा टाइमर T4:0 सक्षम होतो, त्याचा T1 बिट उच्च (HIGH) होतो आणि आउटपुट O:0/0 (म्हणजे Coil-A) 5 सेकंदासाठी चालू होते, जोपर्यंत ACC मूल्य प्रीसेट (Preset) मूल्याशी जुळत नाही.
- रंग 4:** जेव्हा ACC मूल्य टाइमर T4:0 च्या प्रीसेट मूल्याशी (EX. 5 सेकंद) जुळते, तेव्हा DN बिट उच्च होतो आणि टाइमर T4:1 सक्षम होतो.
- रंग 5:** टाइमर T4:1 सक्षम झाल्यावर त्याचा T1 बिट उच्च होतो, ज्यामुळे आउटपुट O:0/1 (म्हणजे Coil-B) 5 सेकंदासाठी चालू होते, जोपर्यंत ACC मूल्य प्रीसेट मूल्याशी जुळत नाही.
- रंग 6:** जेव्हा ACC मूल्य टाइमर T4:1 च्या प्रीसेट मूल्याशी (EX. 5 सेकंद) जुळते, तेव्हा DN बिट उच्च होतो आणि टाइमर T4:2 सक्षम होतो.
- रंग 7:** टाइमर T4:2 सक्षम झाल्यावर त्याचा T1 बिट उच्च होतो, ज्यामुळे आउटपुट O: 0/2 (म्हणजे Coil-C) 5 सेकंदासाठी चालू होते, जोपर्यंत ACC मूल्य प्रीसेट मूल्याशी जुळत नाही.
- रंग 8:** जेव्हा ACC मूल्य टाइमर T4:2 च्या प्रीसेट मूल्याशी (EX. 5 सेकंद) जुळते, तेव्हा DN बिट उच्च होतो आणि टाइमर T4:3 सक्षम होतो.
- रंग 9:** टाइमर T4:3 सक्षम झाल्यावर त्याचा T1 बिट उच्च होतो, ज्यामुळे आउटपुट O: 0/3 (म्हणजे Coil-D) 5 सेकंदासाठी चालू होते, जोपर्यंत ACC मूल्य प्रीसेट मूल्याशी जुळत नाही.
- रंग 10:** जेव्हा ACC मूल्य टाइमर T4:3 च्या प्रीसेट मूल्याशी (EX. 5 सेकंद) जुळते, तेव्हा DN बिट उच्च (High) होतो आणि टाइमर T4:0 पुन्हा सक्षम होतो. ही प्रक्रिया पुन्हा-पुन्हा होत राहते, जोपर्यंत **स्टॉप बटण** दाबले जात नाही.

3.4 रेगूलर पीएलसी मेन्टेनन्स पद्धती

पीएलसी (प्रोग्रॅमेबल लॉजिक कंट्रोलर) सिस्टम इंडस्ट्रियल ऑटोमेशनमध्ये खूप महत्वाच्या असतात. इतर कोणत्याही विद्युत किंवा यांत्रिक सिस्टमप्रमाणे, पीएलसी च्या कार्यक्षमतेसाठी आणि दीर्घायुष्या साठी नियमित मेन्टेनन्स आवश्यक असते. तसेच, यामुळे मशीनचे काम सुरळीत राहते आणि बंद पडण्याची शक्यता कमी होते.

पीएलसी मेन्टेनन्स प्रथात्मिक दोन प्रकारात विभागली जाते:

- 1. प्रिवेन्टिव मेन्टेनन्स (Preventive Maintenance):** समस्या होण्यापूर्वी घेतली जाणारी काळजी.
- 2. करेक्टिव्ह मेन्टेनन्स (Corrective Maintenance):** मशीनमध्ये बिघाड झाल्यास त्याची दुरुस्ती करण्यासाठी केली जाणारी देखभाल.

3.5.1 प्रिवेन्टिव मेन्टेनन्स (Preventive Maintenance):

प्रिवेन्टिव मेन्टेनन्स म्हणजे अशा नियमित प्रक्रिया ज्या संभाव्य समस्या होण्यापूर्वीच केल्या जातात. यामुळे पीएलसी सिस्टम अधिक विश्वासाह व दीर्घकाळ टिकणारी होते. महत्वाच्या प्रिवेन्टिव मेन्टेनन्सपद्धती



Figure-3.43: Preventive Maintenance Practice
Courtesy: Image from freepik.com

- a. नियमित तपासणी:
 - i. व्हिज्युअल तपासणी: पीएलसी सिस्टमतील कोणतेही नुकसान किंवा झीज झाली आहे का ते पाहा (उदा. तुटलेले केबल्स, जळालेले किंवा तडे गेलेले घटक).
 - ii. एलईडी इंडिकेटर तपासणी: पीएलसी आणि त्याच्या मॉड्यूलवरील एलईडी दिवे योग्यरित्या कार्यरत आहेत का ते सुनिश्चित करा.
- b. इन्वाइरन्मेन्टल परिस्थिती:
 - i. पीएलसी योग्य वातावरणात कार्यरत आहे का ते तपासा. जास्त धूळ, आर्द्रता (ओलावा) आणि अत्यधिक तापमान यामुळे पीएलसी च्या कार्यक्षमतेवर परिणाम होऊ शकतो.
 - ii. पीएलसी च्या आजूबाजूची जागा स्वच्छ ठेवा आणि उपकरणाच्या भोवती हवेचा प्रवाह व्यवस्थित होत आहे का ते सुनिश्चित करा.
- c. कनेक्शन आणि टर्मिनेशन तपासणी:
 - i. सैल वायरिंग आणि जोडण्या घट्ट करा जेणेकरून विद्युत स्पार्किंग (आर्किंग) टाळता येईल. स्पार्किंगमुळे पीएलसी च्या इनपुट/आउटपुट (I/O) खराब होऊ शकतात.
 - ii. वीज पुरवठा जोडण्या तपासा आणि त्यावर झीज किंवा गंज चढला आहे का ते पाहा.

- d. फर्मवेअर आणि सॉफ्टवेअर अपडेट्स:
 - i. पीएलसी निर्मात्याकडून नवीन सॉफ्टवेअर आणि फर्मवेअर अपडेट्स नियमितपणे तपासा. फर्मवेअर अपडेट केल्याने ज्ञात समस्या (बग्स) दूर होतात, सुरक्षा सुधरते आणि सिस्टमची कार्यक्षमता वाढते.
- e. बॅटरी तपासणी:
 - i. पीएलसी मध्ये वीज बंद झाल्यावर डेटा कायम ठेवण्यासाठी बॅटरी असते. बॅटरीची स्थिती तपासा आणि आवश्यक असल्यास ती बदला. बॅटरी वेळेवर न बदलल्यास डेटा हरवू शकतो किंवा रीबूट केल्यानंतर त्रुटी (एरर) येऊ शकतात.
- f. I/O (इनपुट/आउटपुट) तपासणी:
 - ii. इनपुट/आउटपुट डिव्हाइस योग्यरित्या पीएलसी सोबत कार्य करत आहेत का हे तपासा. यामध्ये सेन्सर, ॲक्च्युएटर्स आणि इतर जोडलेली उपकरणे तपासणे आवश्यक आहे.

3.5.2 करेक्टिव्ह मेन्टेनन्स (Corrective Maintenance):

करेक्टिव्ह मेन्टेनन्स म्हणजे पीएलसी चालू असताना येणाऱ्या समस्यांचे निराकरण करणे. यामध्ये समस्या उद्भवल्यानंतर घेतली जाणारी तात्काळ उपाययोजना समाविष्ट असते.

ही प्रक्रिया प्रतिक्रियात्मक (reactive) असली तरी, यंत्रणा बंद पडण्यापूर्वी त्वरित उपाय करणे आवश्यक असते.



Figure-3.44: Corrective Maintenance Practice

Courtesy: Image from freepik.com

सामान्य करेक्टिव्ह मेन्टेनन्सकृती:

- a. त्रुटी शोधून काढणे (Troubleshooting Faults):
 - i. त्रुटी आढळल्यास, पीएलसी च्या डायग्नॉस्टिक एलईडी संकेतक किंवा सॉफ्टवेअरवरील दोष कोड (Fault Code) तपासा आणि समस्या ओळखा.
 - ii. पीएलसी मधील अंतर्गत डायग्नॉस्टिक साधने किंवा बाह्य सॉफ्टवेअर वापरून बिघाडाचा स्रोत शोधा.

- b. घटक बदलणे (Component Replacement):
 - i. खराब झालेले मॉड्यूल (उदा. वीज पुरवठा, इनपुट/आउटपुट मॉड्यूल) किंवा केबल्स बदला.
 - ii. योग्य मॉडेल आणि स्पेसिफिकेशन असलेले घटक वापरा जेणेकरून सुसंगततेच्या समस्या येणार नाहीत.
- c. बॅकअप पुनर्स्थापन (Restore Backup):
- d. सॉफ्टवेअर करप्ट झाल्यास किंवा कॉन्फिगरेशनमध्ये समस्या आल्यास, शेवटच्या योग्य कार्यरत बॅकअपमधून पुनर्स्थापना करा.

3.5.3 पिरीआडिक मेन्टेनन्स वेळापत्रक



Figure-3.45: Periodic Maintenance Practice
Courtesy: Image from freepik.com

पिरीआडिक मेन्टेनन्सवेळापत्रक तयार करा:

पीएलसी निर्मात्याच्या शिफारसी आणि कार्यरत वातावरणानुसार पिरीआडिक मेन्टेनन्सवेळापत्रक ठरवा. सामान्यतः खालील कालावधी पाळले जातात:

- a. मासिक (Monthly): दृश्य तपासणी, स्वच्छता आणि पर्यावरणीय परिस्थिती तपासणी.
- b. त्रैमासिक (Quarterly): वायरिंग जोडण्या तपासणे, बॅकअप बॅटरीची स्थिती पाहणे आणि फर्मवेअर अपडेट करणे.
- c. वार्षिक (Annually): संपूर्ण सिस्टमचे सखोल निदान (Diagnostics) आणि घटकांची (Components) तपासणी.

3.5.4 मेन्टेनन्सकार्याची नोंद ठेवणे:

सर्व मेन्टेनन्सकार्यासाठी नोंदवही (Logbook) किंवा डिजिटल नोंद ठेवा. यामध्ये खालील गोष्टी समाविष्ट असाव्यात:

- a. तपासणी/मेन्टेनन्सकरण्याची तारीख व वेळ
- b. केलेल्या तपासण्या किंवा दुरुस्तीची माहिती
- c. बदललेले किंवा सर्व्हिस केलेले घटक
- d. आढळलेल्या समस्या आणि त्यावर घेतलेले उपाय



Figure-3.46: Document Maintenance Activities

Courtesy: Image from freepik.com

यामुळे पीएलसी ची कार्यस्थिती वेळोवेळी ट्रॅक करता येईल आणि वारंवार येणाऱ्या समस्यांची ओळख पटविण्यास मदत होईल.

3.5.5 ट्रेनिंग आणि स्किल डिवेलप्मन्ट



Figure-3.47: Training and Skill Development Activities

Courtesy: Image from freepik.com

a. मेन्टेनन्सकर्मचारी प्रशिक्षण:

- i. मेन्टेनन्सकरणाऱ्या कर्मचार्यांना पीएलसी ऑपरेशन, दोष शोधण्याची पद्धत आणि ट्रबलशूटिंग टेक्नीक यावर योग्य प्रशिक्षण दिले जावे.
- ii. तांत्रिक कर्मचार्यांसाठी एक संरचित प्रशिक्षण प्रोग्राम तयार करा, ज्यामध्ये थीअरेटिकल ज्ञान आणि प्रत्यक्ष पीएलसी हाताळणीचा अनुभव समाविष्ट असेल.

नियमित पीएलसी मेन्टेनन्सचे प्रमुख फायदे:

- यंत्रणेचा अधिक वेळ चालू राहणे (Increased System Uptime)
- संभाव्य दोष लवकर ओळखणे (Early Fault Detection)
- दुरुस्तीवरील खर्च कमी होणे (Reduced Repair Costs)

- यंत्रणेची इफिशन्सी आणि पफॉर्मन्स सुधारणे (Improved Efficiency & Performance)
- पीएलसी आणि संलग्न उपकरणांचे आयुष्य वाढवणे (Extended Lifespan)

3.5 पीएलसी ट्रबलशूटिंग करण्याची प्रमाणित पद्धत

पीएलसी (प्रोग्रॅमेबल लॉजिक कंट्रोलर) चे ट्रबलशूटिंग करणे हे ऑटोमेशन अभियंते आणि तंत्रज्ञांसाठी अत्यंत महत्वाचे कौशल्य आहे. पीएलसी मधील समस्या हार्डवेअर बिघाड, सॉफ्टवेअर त्रुटी किंवा बाह्य उपकरणांच्या खराब कार्यामुळे येऊ शकतात. संरचित समस्या निराकरण पद्धत अवलंबल्यास यंत्रणेचा ठप्प वेळ (Downtime) कमी होतो आणि कार्यक्षमता वाढते.

3.5.1 समस्या ओळखा (Identify the Problem)

a. लक्षणे विश्लेषण (Symptoms Analysis):

समस्या समजून घेण्यासाठी प्रथम पीएलसी च्या कार्यप्रदर्शनाचे निरीक्षण करा. असामान्य घटना शोधा, जसे की सेन्सर प्रतिसाद देत नाहीत, मोटर सुरू होत नाही, किंवा आउटपुट कार्यरत नाही.



Figure-3.48: Identify the Problem

Courtesy: Image from freepik.com

b. ऑपरेटरचा अभिप्राय (Operator Feedback):

ऑपरेटरशी चर्चा करा कारण त्यांना आधीच काही विशिष्ट नमुने किंवा यंत्रणेच्या वर्तनात बदल दिसले असतील.

c. अलार्म आणि दोष संकेतक तपासा (Check Alarms or Fault Indicators):

पीएलसी मध्ये त्रुटी कोड आणि अलार्म संदेश दाखवणारी निदान साधने (Diagnostic Tools) असतात. पीएलसी च्या डिस्प्लेवरील त्रुटी संदेश किंवा SCADA सिस्टमवरील अलार्म तपासा.

3.5.2 वीज पुरवठा सत्यापित करा

a. पीएलसी ला वीज मिळत आहे का तपासा:

पीएलसी योग्यप्रकारे वीज प्राप्त करत आहे का हे सुनिश्चित करा. व्होल्टेज लेवल तपासा आणि पीएलसी चा वीज पुरवठा स्थिर आहे का हे पाहा.

b. अतिरिक्त वीज पुरवठा तपासा:

I/O मॉड्यूल, सेन्सर किंवा इतर घटकांना योग्य वीज मिळत आहे का ते सत्यापित करा.



Figure-3.49: Verify Power Supply
Courtesy: Image from freepik.com

3.5.3 पीएलसी ची निदान सिस्टम तपासा

a. एलईडी संकेतक तपासा:

पीएलसी आणि I/O मॉड्यूलवरील एलईडी संकेतक तपासा. हे पीएलसी च्या स्थितीबद्दल माहिती देतात, जसे की वीज (Power), चालू स्थिती (Run), आणि त्रुटी (Fault).

b. पीएलसी निदान स्क्रीन तपासा:

अनेक आधुनिक पीएलसी मध्ये त्रुटी कोड आणि सिस्टमची सविस्तर स्थिती दर्शवणारी निदान स्क्रीन असते. या स्क्रीनचा वापर करून समस्या नक्की कुठे आहे हे ओळखा.



Figure-3.50: Inspect the PLC's Diagnostics
Courtesy: Image from freepik.com

3.5.4 प्रोग्राम/सॉफ्टवेअर तपासा

a. प्रोग्राम सत्यापित करा (Verify the Program):

पीएलसी प्रोग्राममध्ये कोणतीही लॉजिकल (तार्किक) चूक किंवा चुकीची कॉन्फिगरेशन आहे का हे तपासा. काहीवेळा लहानशी प्रोग्रामिंग चूकही चुकीचे आउटपुट देऊ शकते किंवा यंत्रणेच्या बिघाडास कारणीभूत ठरू शकते.

b. मागील योग्य कॉन्फिगरेशनशी तुलना करा (Compare with Last Known Good Configuration):

जर सिस्टम आधी व्यवस्थित चालू होती आणि अचानक बंद पडली असेल, तर सध्याच्या प्रोग्रामची मागील कार्यरत कॉन्फिगरेशनशी तुलना करा. प्रोग्राममध्ये बदल झाल्यामुळे समस्या उद्भवली असेल.

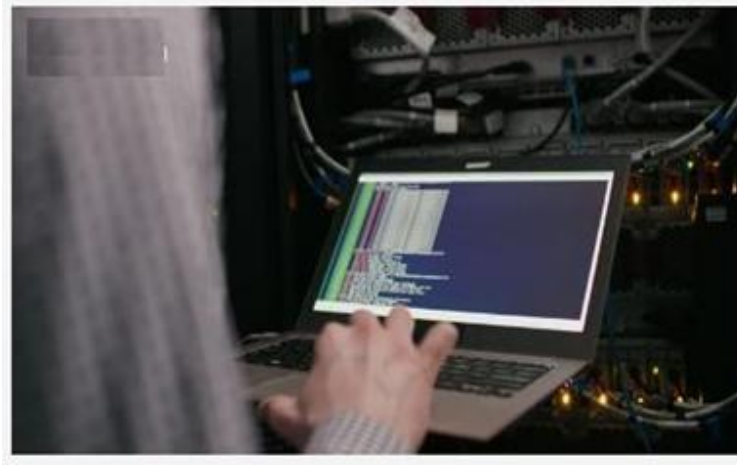


Figure-3.51: Check the Program/Software

Courtesy: Image from freepik.com

c. प्रोग्राम अपलोड/डाउनलोड करा (Program Upload/Download):

जर प्रोग्राममध्ये समस्या आढळली, तर पीएलसी वरून प्रोग्राम लॅपटॉपवर अपलोड करा आणि तपासा. अथवा मागील योग्यरित्या कार्यरत असलेला प्रोग्राम पुन्हा पीएलसी मध्ये अपलोड करा.

3.5.5 इनपुट आणि आउटपुट तपासा

a. I/O कनेक्शन सत्यापित करा (Verify I/O Connections):

पीएलसी शी जोडलेली इनपुट आणि आउटपुट उपकरणे (जसे की सेन्सर, मोटर, वाल्व) यांची फिजिकल जोडणी तपासा. सैल वायर, तुटलेली कनेक्शन किंवा डिस्कनेक्ट झालेले घटक आहेत का ते सुनिश्चित करा.

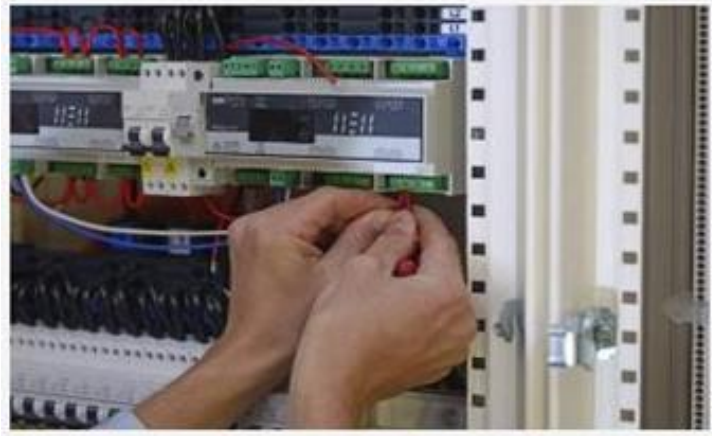


Figure-3.52: Check the Inputs and Outputs

Courtesy: Image from freepik.com

- b. इनपुट उपकरणे तपासा (Check Input Devices):**
प्रत्येक इनपुट उपकरण (उदा. सेन्सर, स्विच) योग्यरित्या कार्य करत आहे का हे तपासा. मल्टीमीटर वापरून सेन्सरचे सिग्नल स्तर (Voltage Levels) सत्यापित करा.
- c. आउटपुट उपकरणे तपासा (Check Output Devices):**
आउटपुट उपकरणे (उदा. रिले, सोलेनॉइड, मोटर) योग्यरित्या कार्यरत आहेत का हे तपासा. जर आउटपुट चालू होत नसेल, तर संबंधित रिले किंवा ॲक्च्युएटरमध्ये समस्या असू शकते.

3.5.6 बाह्य उपकरणांशी संप्रेषण तपासा



Figure-3.53: Test Communication with External Devices

Courtesy: Image from freepik.com

- a. नेटवर्क कम्यूनिकेशन (Network Communication):**
अनेक पीएलसी सिस्टम HMI, SCADA किंवा इतर पीएलसी शी कम्यूनिकेशन करतात. नेटवर्क केबल्स, नेटवर्क कार्ड्स आणि प्रोटोकॉल योग्यरित्या कार्यरत आहेत का ते तपासा.

- b. प्रोटोकॉल समस्या (Protocol Issues): योग्य कम्यूनिकेशन प्रोटोकॉल (उदा. Modbus, ProFibus, Ethernet/IP) योग्य प्रकारे कॉन्फिगर झाले आहेत का हे सुनिश्चित करा. चुकीची प्रोटोकॉल सेटिंग्जमुळे उपकरणांमध्ये संप्रेषण अडथळा येऊ शकतो.

3.5.7 हार्डवेअर घटक तपासा



Figure-3.54: Inspect Hardware Components
Courtesy: Image from freepik.com

- a. फॉल्टी मॉड्यूल तपासा (Check for Faulty Modules): पीएलसी च्या सर्व मॉड्युल्सची (CPU, I/O, पॉवर सप्लाय इ.) तपासणी करा. झीज, तुटलेले भाग किंवा कोणतेही फॉल्ट असल्यास, ते सिस्टम बिघाडास कारणीभूत ठरू शकतात.
- b. टेस्टिंगसाठी मॉड्यूल बदला (Swap Modules for Testing): जर हार्डवेअर समस्या असल्याचा संशय असेल, तर I/O किंवा पॉवर सप्लाय सारखी मॉड्युल्स कार्यरत असलेल्या मॉड्युल्सशी अदलाबदल करा आणि समस्या सुटते का हे तपासा.

3.5.8 सिस्टम रीस्टार्ट करा (Perform a System Restart):

- a. पीएलसी रीबूट करा (Reboot पीएलसी): जर कोणतीही स्पष्ट समस्या आढळली नाही, पण समस्या सुरूच असेल, तर पीएलसी रीस्टार्ट करा. काहीवेळा छोटे सॉफ्टवेअर गडबड (Glitch) किंवा तात्पुरत्या समस्या रीबूटने दूर होतात.
- b. ऑपरेशनचे सीक्वन्स तपासा (Check the Sequence of Operation): रीबूट झाल्यानंतर पीएलसी सिस्टम योग्यरित्या कार्यरत आहे का हे तपासा. समस्या पूर्ववत झाली आहे का हे निदान सिस्टम किंवा निरीक्षणाद्वारे निश्चित करा.

3.5.9 समस्या आणि उपाय डाक्यूमेंटेशनकरण करा (Document the Problem and Solution):

- a. दोष लक्षणे आणि उपाय नोंदवा (Record Fault Symptoms and Solutions): समस्या सोडवल्यानंतर, दोषाचे स्वरूप आणि तो कसा सोडवला गेला याची माहिती नोंदवा. भविष्यातील समस्या सोडवण्यासाठी ही माहिती उपयुक्त ठरेल.

- b. ट्रबलशूटिंग लॉग तयार करा (Create a Troubleshooting Log): सिस्टमतील समस्या, उपाय आणि संपूर्ण कार्यसिस्टमचे लॉग ठेवणे दीर्घकालीन देखभालीसाठी फायदेशीर ठरते.

पीएलसी ट्रबलशूटिंगसाठी आवश्यक टूल्स (Key Tools for पीएलसी Troubleshooting):

- मल्टीमीटर (Multimeter): विद्युत जोडण्यांचे व्होल्टेज आणि कान्टिन्यूइटी तपासण्यासाठी.
- पीएलसी प्रोग्रामिंग सॉफ्टवेअर (पीएलसी Programming Software): प्रोग्राम तपासण्यासाठी, एडिट करण्यासाठी आणि अपलोड/डाउनलोड करण्यासाठी.
- डायग्नोस्टिक सॉफ्टवेअर (Diagnostic Software): काही पीएलसी साठी विशेष सॉफ्टवेअर उपलब्ध असते, जे हार्डवेअर दोष शोधू शकते, सिम्युलेशन करू शकते आणि कम्यूनिकेशन टेस्ट करू शकते.
- पीएलसी सिम्युलेटर (पीएलसी Simulator): प्रत्यक्ष सिस्टमवर परिणाम न करता लॉजिकची टेस्ट करण्यासाठी.

समरी:

a. पीएलसी आणि त्याचे इंडस्ट्रियल अप्लिकेशन

हा प्रकरण प्रोग्रॅमेबल लॉजिक कंट्रोलर (पीएलसी) आणि त्याच्या इंडस्ट्रियल ऑटोमेशनमधील भूमिका समजून घेण्यासाठी उपयुक्त आहे. यात पीएलसीची मूलभूत संकल्पना, प्रोग्रामिंग तंत्र आणि व्यावहारिक उदाहरणे दिली आहेत, जेणेकरून विद्यार्थ्यांना स्वतः ऑटोमेशन डिझाइन व समस्या सोडवण्याची कौशल्ये मिळतील.

b. लेडर प्रोग्रामिंग आणि लॉजिक इम्प्लिमेंटेशन

लेडर लॉजिक प्रोग्रामिंग ही पीएलसी प्रोग्रामिंगसाठी वापरण्यात येणारी सोप्या ग्राफिकल स्वरूपातील पद्धत आहे. सील-इन सर्किट्स – एकदा चालू झाल्यावर इनपुट सिग्नल बंद झाल्यानंतरही वीजपुरवठा सुरू ठेवणाऱ्या सर्किट्सची संकल्पना. बुलियन लॉजिक व गेट्स – AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR या लॉजिक गेट्सचा वापर ऑटोमेशनमध्ये निर्णय घेण्यासाठी कसा होतो, हे विद्यार्थ्यांना शिकता येईल.

c. बेसिक लेडर लॉजिक प्रोग्रामिंग

विद्यार्थी सोपे लेडर प्रोग्राम्स बनवायला शिकतील, जे खालील गोष्टींसाठी उपयुक्त आहेत: रिले, टायमर आणि काउंटरच्या सहाय्याने ऑटोमेशन नियंत्रणे तार्किक (Logic), अंकगणित (Arithmetic), तुलनात्मक (Comparison) व डेटा हाताळणीचे (Data Handling) ऑपरेशन्स पीएलसीच्या मदतीने स्वयंचलित प्रक्रिया रचना

d. पीएलसी-आधारित इंडस्ट्रियल अप्लिकेशन

पीएलसीचा इंडस्ट्रियल ऑटोमेशनमध्ये प्रत्यक्ष कसा उपयोग होतो हे या विभागात समजावले आहे. काही उदाहरणे:

- मोटर सीक्वेन्स कंट्रोल – ठराविक क्रमाने मोटर नियंत्रित करणे.
- ट्रॅफिक लाईट कंट्रोल – सिग्नल नियंत्रित करून वाहतूक सुरळीत चालवणे.

- iii. बॉटल फिलिंग प्लांट – बाटल्यांमध्ये योग्य प्रमाणात द्रव भरण्याची स्वयंचलित प्रक्रिया.
- iv. कार पार्किंग सिस्टम – वाहनांच्या प्रवेश व निर्गमनासाठी यंत्रणा.
- v. टँक लेव्हल कंट्रोल – सेन्सर व ॲक्च्युएटर्सच्या मदतीने टँकतील द्रव लेवल नियंत्रित करणे.
- vi. कन्व्हेयर सिस्टम – वस्तू एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी हलवणे.
- vii. स्टेपर मोटर कंट्रोल – यंत्रमानव आणि इंडस्ट्रियल उपकरणांसाठी अचूक हालचाल कंट्रोल.

e. पीएलसीच्या मेन्टेनन्सच्या पद्धती (Maintenance Practices)

पीएलसी योग्य रीतीने आणि दीर्घकाळ चालण्यासाठी नियमित मेन्टेनन्स आवश्यक असते. यात खालील गोष्टींचा समावेश होतो:

- i. पीएलसीचे भाग स्वच्छ ठेवणे
- ii. वायरिंग आणि कनेक्शन तपासणे
- iii. फर्मवेअर अपडेट करणे
- iv. इनपुट/आउटपुट मॉड्युल्सचे निरीक्षण करणे
- v. योग्य वेंटीलेशन (Ventilation) ठेवणे

f. पीएलसी ट्रबलशूटिंग (Troubleshooting)

पीएलसी सिस्टममधील त्रुटी ओळखण्यासाठी व सुधारण्यासाठी खालील पद्धतींचा वापर केला जातो:

- i. वीजपुरवठा व वायरिंग तपासा
- ii. I/O मॉड्यूलची स्थिती तपासा
- iii. लेडर लॉजिक प्रोग्राम डिबग करा
- iv. त्रुटी शोधण्यासाठी डायग्नोस्टिक टूल्स वापरा
- v. गरज असल्यास पीएलसी रीसेट आणि रि-प्रोग्रॅम करा

हा अभ्यासक्रम सिद्धांत आणि प्रत्यक्ष इंडस्ट्रियल वापर यामधील अंतर कमी करण्यासाठी डिझाइन केला आहे. विद्यार्थ्यांना हातावर प्रोग्रामिंगचे प्रशिक्षण मिळेल आणि विविध पीएलसी-आधारित ऑटोमेशन सिस्टम्स समजतील.

अभ्यासक्रमाच्या शेवटी, विद्यार्थ्यांकडे पीएलसी प्रोग्रामिंग, मेन्टेनन्स आणि समस्या निराकरण याचे ठोस ज्ञान असेल, जे ऑटोमेशन आणि इंडस्ट्री 4.0 करिअरसाठी फायदेशीर ठरेल.

स्वतः शिकण्यासाठी प्रयोग (Self-Learning Exercises):

1. ऑटोमैटिक मिक्सिंग सिस्टम:

पीएलसी वापरून ऑटोमैटिक प्रॉड'क्ट मिक्सिंग कंट्रोल सिस्टम विकसित करा.

2. ट्रॅफिक लाइट कंट्रोल:

पीएलसीवर आधारित साधे ट्रॅफिक सिग्नल कंट्रोल सिस्टम तयार करा.

3. लिफ्ट कन्ट्रोल सिस्टम:

पीएलसीच्या मदतीने 4 मजली लिफ्ट कन्ट्रोल सिस्टम विकसित करा.

4. कॉफी वेंडिंग मशीन:

पीएलसी आधारित कॉफी वेंडिंग मशीन तयार करा.

5. पाणी लेवल कन्ट्रोल सिस्टम:

पीएलसीच्या सहाय्याने पाण्याच्या टैंकतील लेवल कन्ट्रोल करण्याची सिस्टम विकसित करा.

6. रेल्वे गेट ऑटोमेशन:

रेल्वे गेट स्वयंचलितपणे कन्ट्रोल करणारी पीएलसी आधारित सिस्टम तयार करा.

7. अहवाल तयार करा:

पीएलसीच्या सामान्य मेन्टेनन्स आणि ट्रबलशूटिंग पद्धतींवर एक अहवाल तयार करा.

स्वाध्याय:

1. सील-इन सर्किट किंवा लॅच सर्किटसाठी लेडर प्रोग्राम लिहा.
Write a Ladder program for Seal in circuit or Latch circuit.
2. पीएलसीमध्ये वापरले जाणारे NO (नॉर्मली ओपन) आणि NC (नॉर्मली क्लोज्ड) संपर्काचे चिन्हे काढा.
Draw the symbols of NO and NC contacts used in PLC.
3. पीएलसीमधील कोणत्याही दोन प्रकारच्या काउंटर इंस्ट्रक्शनची नावे लिहा.
Name any two types of PLC Counter Instruction.
4. खालील लॉजिक गेट्ससाठी लेडर डायग्राम काढा आणि सत्यसारणी (Truth Table) सत्यापित करा:
Draw Ladder diagram for following Logic gates to verify the truth table
1. NOT 2. AND 3. OR 4. NAND
5. खालील बूलीयन समीकरणांसाठी लेडर प्रोग्राम तयार करा:
Draw ladder program for following Boolean expression
 a) $Y1 = A + B + C \bar{D} + E$
 $Y2 = (F \cdot \bar{G} \cdot H) + I$
 $Q = Y1 * Y2$
 b) $Q1 = \bar{A}B + A\bar{B}$ and $Q2 = (B + AA)(A + B)$
 c) $Y = A(A + B) + (B + AA)(A + B)$
 d) $Y = (A + C)(AD + AD) + AC + C$
6. खालील अटींसाठी दोन दिवे (लाल आणि पिवळा) यांचा लेडर डायग्राम तयार करा:
 a) जेव्हा Start बटण दाबले जाते, तेव्हा लाल आणि पिवळा दोन्ही दिवे सुरू होतील.
 b) जेव्हा Stop बटण दाबले जाते, तेव्हा लाल लैम्प त्वरित बंद होईल, पण पिवळा लैम्प 10 सेकंदांनंतर बंद होईल.
 Draw a ladder diagram for two lamps RED & YELLOW having following condition.
 a) When start button is pressed, then both lamps Red and yellow will be ON.
 b) When stop button is pressed, then Red lamp will immediately OFF, but yellow lamp will OFF after 10 seconds.
7. खालील अटींसाठी 3 मोटर ऑपरेशनसाठी लेडर डायग्राम तयार करा:
 c) Start बटण दाबल्यावर मोटर M1 सुरू होईल.
 d) 10 सेकंदांनंतर मोटर M2 सुरू होईल आणि 15 सेकंदांनंतर मोटर M3 सुरू होईल.

Draw ladder diagram for 3 motor operation for following conditions:

- a) Start push button start motor M1.
- b) After 10 sec. motor M2 starts and After 15 sec. motor M3 starts.
8. खालील अटींसाठी ट्रॅफिक लाइट कंट्रोल सिस्टीमसाठी लेडर प्रोग्राम लिहा:
 1. रेड आणि ग्रीन लाइट प्रत्येकी 35 सेकंदासाठी चालू राहतील.
 2. रेड लाइट बंद झाल्यावर यलो लाइट 5 सेकंदासाठी चालू होईल.
 3. यलो लाइट बंद झाल्यावर ग्रीन लाइट लगेच चालू होईल.
 4. ही प्रक्रिया OFF बटण दाबेपर्यंत सतत सुरू राहील.

Write ladder program for traffic light control system with following conditions:

1. Red and Green light ON for 35 sec each.
2. Yellow light ON for 5 sec as soon as Red light is OFF.
3. Green light is ON as soon as Yellow light is OFF.
4. The process continues until OFF button is pressed.
9. पीएलसी आधारित बाटली भरण्याच्या सिस्टमचे कार्य लेडर डायग्रामच्या मदतीने समजवा.

Explain the working of PLC based bottle filling system with the help of Ladder diagram.

10. कार पार्किंगसाठी लेडर प्रोग्राम लिहा. योग्य अटी गृहित धरा.

Write ladder program of car parking. Assume suitable conditions.

11. कन्वेयर सिस्टीमसाठी लेडर प्रोग्राम लिहा. योग्य सिस्टम डिझाइन गृहित धरा.

Write ladder program for conveyor system. Assume suitable system design for the same.

12. स्टेपर मोटर नियंत्रणासाठी लेडर डायग्राम प्रोग्राम तयार करा.

Develop a ladder diagram program for stepper motor control.

13. पीएलसी सिस्टमतील प्रिवेन्टिव देखभालीची व्याख्या द्या.

Define preventive maintenance in PLC systems.

14. पीएलसी सिस्टमतील सामान्य दोष कोणते आहेत जे ट्रबलशूटिंगसाठी आवश्यक असतात? यादी द्या.

List the common faults in a PLC system that require troubleshooting.

15. पीएलसी सिस्टमतील कोणते घटक नियमित तपासणीसाठी आवश्यक आहेत? ओळखा.

Identify the components of a PLC system that need regular inspection.

16. पीएलसी देखभालीमध्ये फर्मवेअर अपडेट्सचे महत्त्व सांगा.

Mention the importance of firmware updates in PLC maintenance.

17. पीएलसी मध्ये डायग्नोस्टिक इंडिकेटर्स (एलईडीस) चा उद्देश काय आहे? स्पष्ट करा.

State the purpose of diagnostic indicators (LEDs) in PLCs.

18. पीएलसी देखभालीत बॅकअप आणि पुनर्प्राप्ती प्रक्रियेची भूमिका समजवा.

Explain the role of backup and recovery procedures in PLC maintenance.

19. पीएलसी सिस्टममध्ये प्रतिक्रियाशील (Reactive) आणि प्रिवेन्टिव (Preventive) देखभालीमधील फरक स्पष्ट करा.
Differentiate between reactive and preventive maintenance in PLC systems
20. पीएलसी पफॉर्मन्स आणि लॉन्जेव्हटीव् इन्वाइरन्मेन्टल फैक्टरचा काय अफेक्ट होतो? स्पष्ट करा.
Describe how environmental factors affect PLC performance and longevity.
21. पीएलसी ऑपरेशनमध्ये सैल वायरिंग आणि दोषपूर्ण कनेक्शन्समुळे काय परिणाम होतो? चर्चा करा.
Discuss the impact of loose wiring and faulty connections in PLC operations.
22. डाउनटाइम कमी करण्यासाठी सिस्टमबद्ध ट्रबलशूटिंगचे महत्त्व विश्लेषण करा.
Analyse the importance of systematic troubleshooting for minimizing downtime.
23. पीएलसी आधारित कन्व्हेयर सिस्टीमसाठी एक मेन्टेनन्सवेळापत्रक तयार करा.
Develop a maintenance schedule for a PLC-based conveyor system.
24. जर पीएलसी सुरू होत नसेल, तर त्यासाठी स्टेप - बाइ - स्टेप ट्रबलशूटिंग गाइड लाइन तयार करा.
Design a step-by-step troubleshooting guide for a PLC that fails to start.
25. सेन्सर-संबंधित पीएलसी समस्या ओळखण्यासाठी आणि सोडवण्यासाठी दोष शोधण्याची (Fault Detection) रणनीती तयार करा.
Implement a fault detection strategy for identifying and resolving sensor-related PLC Issues.
26. नियमित सिस्टम आरोग्य मानटरिंग (System Health Monitoring) एक पीएलसी निदान तपासणी यादी (Diagnostic Checklist) तयार करा.
Create a PLC diagnostic checklist for regular system health monitoring.
27. एका प्रकरणाचे मूल्यांकन करा जिथे पीएलसी आउटपुट प्रतिसाद देत नाही आणि संभाव्य सुधारात्मक उपाय सुचवा.
Evaluate a case where a PLC output is not responding and suggest possible corrective actions

संदर्भ पुस्तके (Reference Books):

Sr. No.	Author	Title	Publishers with ISBN Number
01	Frank D. Petruzella	Programmable Logic Controllers: An Introduction	McGraw-Hill Education ISBN: 978-0073373852
02	Vijay R Jadhav	Programmable Logic Controller	Khanna Publishers ISBN-13-978-8174092281
03	Hans Berger	Automating with STEP 7 in STL and SCL	McGraw-Hill Education ISBN: 978-0071746564
04	A.K.Gupta and S.K.Arora	Industrial Automation and Robotics: An Introduction	PHI Learning, ISBN:13: 978-8120336944
05	Keith Mobley	Maintenance Engineering Handbook	McGraw-Hill Education, ISBN-13:978-0071346835

वेबसाइट्स आणि पोर्टल्स (Learning Websites & Portals):

Sr. No	Link / Portal	Description
1	https://www.youtube.com/watch?v=MS3qJq2jvu0	These NPTEL lectures discuss about basics of program logic controllers. Various programming techniques and terms used in PLC are discussed in detail.
2	https://instrumentationtools.com/free-allen-bradley-plc-ladder-logic-training-course/	Allen Bradley PLC Ladder Logic Training Course.
3	https://www.youtube.com/watch?v=E2WNPXJf-Kw	PLC Introduction. PLC Basics, Components of PLC, Modular PLC Modules, Input Output.
4	https://www.weintek.com/globalw/Software/EasyBuilderPro.aspx	An open-source HMI software/ Simulator.
5	https://ial-coep.vlabs.ac.in/	Virtual Laboratory on automation.

युनिट-4:
स्कॅडा आणि एचएमआय ची मूलभूत कार्ये
(Basics of SCADA and HMI)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome):

CO4: संबंधित कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल वापरून स्कॅडा आणि एचएमआय चा वापर करणे.
 Use SCADA and HMI with relevant network communication protocols.

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

- TLO 4.1 स्कॅडा चे विविध फायदे आणि अनुप्रयोग स्पष्ट करणे.
 Explain various benefits and applications of SCADA.
- TLO 4.2 स्कॅडा च्या आर्किटेक्चरचे वर्णन करणे..
 Describe architecture of SCADA.
- TLO 4.3 एचएमआय ची गरज स्पष्ट करणे.
 Explain the need of HMI.
- TLO 4.4 स्कॅडा साठी वापरलेल्या दिलेल्या कम्युनिकेशन प्रोटोकॉलची प्रमुख वैशिष्ट्ये स्पष्ट करणे.
 Explain the major features of the given communication protocol used for SCADA.

परिचय (Introduction) :

स्कॅडा हे पर्यवेक्षी नियंत्रण आणि डेटा अधिग्रहणाचे संक्षिप्त रूप आहे. साधारणपणे, स्कॅडा ही एक प्रणाली आहे जी कारखाना, प्लांट किंवा दुर्गम ठिकाणी असलेल्या विविध फील्ड उपकरणांमधून डेटा

(किंवा सिग्नल) मिळवते (किंवा गोळा करते) आणि नंतर हा डेटा एका मास्टर संगणकावर पाठवते जो नंतर डेटा आणि संपूर्ण प्रणालीचे व्यवस्थापन आणि नियंत्रण करतो.

स्कॅडा तंत्रज्ञान मोठ्या क्षेत्रफळात (अनेक मैलांमध्ये) पसरलेल्या प्रक्रियांसाठी योग्य आहे. स्कॅडा वापरून, अशा प्रणाली नियंत्रित करणे आणि देखरेख करणे तुलनेने सोपे होते आणि त्यामुळे ऑपरेटरचे दुर्गम ठिकाणी वारंवार भेटी देणे कमी होते.

खालील तक्त्यामध्ये स्कॅडा च्या वेगवेगळ्या विक्रेत्यांची (उत्पादकांची) नावे आणि त्यांची ब्रँड नावे दर्शविली आहेत.

Table 4.1 Different vendors (Manufacturers) of SCADA and their brand names.

Sr. No.	Developer (company)	SCADA Software Name
1.	Allen Bradley	RSVIEW32
2.	Schneider Electric	Vijeo Citect
3.	Siemens	WinCC
4.	Wonder ware	In Touch
5.	Ellipse software (Canada)	Elipse
6.	General Electric	Intellution iFIX
7.	G E Fanuc	Cimplicity
8.	ABB	SCADA vantage Micro SCADA
9.	Honey well	SCAN 3000 SCADA Plantscape

4.1 स्कॅडा ची मूलभूत माहिती :

खालील आकृती स्कॅडा प्रणालीची मूलभूत संकल्पना दर्शवते. प्रत्येक स्कॅडा प्रणालीच्या मध्यभागी ऑपरेटर असतो, जो मास्टर टर्मिनल युनिट (MTU) शी इंटरफेस करतो. जो होस्ट संगणक किंवा ऑपरेटर इंटरफेस (HMI) द्वारे मास्टर संगणक असतो.

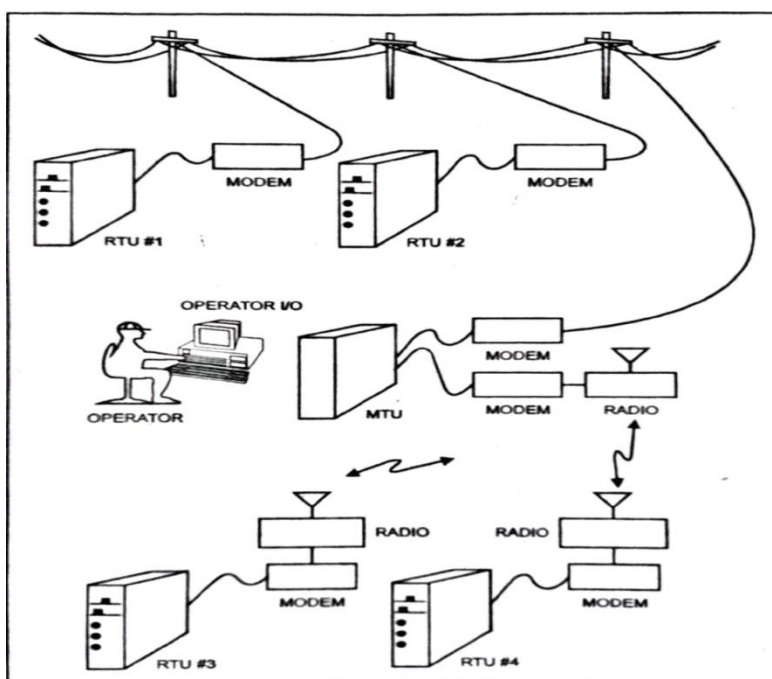


Figure 4.1 Basic concept of SCADA system

(Source: Supervisory control and Data Acquisition by Stuart A. Bhoyar)

ऑपरेटरने दिलेल्या किंवा प्रोग्राम केलेल्या आदेशानुसार, मास्टर टर्मिनल युनिट दूरस्थ ठिकाणी असलेल्या वेगवेगळ्या युनिट्सशी संवाद साधते. स्कॅडा सिस्टीममध्ये एक रिमोट टर्मिनल युनिट (RTU) किंवा अनेक शंभर रिमोट टर्मिनल युनिट्स असू शकतात. खालील आकृतीत दाखवल्याप्रमाणेसंप्रेषणाचे (Communication) दोन सामान्य माध्यम आहेत.

एक म्हणजे लँडलाइन, जीऑपिकल फायबर केबल किंवा इलेक्ट्रिकल केबल आणि दुसरे रेडिओ (वायरलेस) स्वरूपात आहे.

दोन्ही प्रकरणांमध्ये, वाहकार (Carrier) सिग्नल मॉड्युलेट आणि डिमॉड्युलेट करणारा मॉडेम आवश्यक आहे.

रिमोट टर्मिनल युनिट्सचा वापर मास्टर टर्मिनल युनिट कडून कम्युनिकेशन लिंक द्वारे सिग्नल प्राप्त करण्यासाठी आणि विविध फील्ड इनपुट आणि आउटपुट डिव्हाइसेसना हा सिग्नल पोहोचवण्यासाठी केला जातो. रिमोट टर्मिनल युनिट मध्ये इनबिल्ट प्रोसेसर, मेमरी, कम्युनिकेशन पोर्ट आणि I/O पोर्ट असतात.

4.1.1 स्कॅंडा ची गरज / फायदे :

a. केंद्रीकृत देखरेख आणि नियंत्रण :

स्कॅंडा प्रणाली औद्योगिक प्रक्रियांचे रिल-टाइम निरीक्षण आणि केंद्रीकृत नियंत्रण सक्षम करतात, ज्यामुळे अनेक ठिकाणी मॅन्युअल हस्तक्षेपाची आवश्यकता कमी होते.

b. सुधारित ऑपरेशनल कार्यक्षमता :

सेन्सर आणि उपकरणांमधून डेटा गोळा करून आणि विश्लेषण करून, स्कॅंडा संसाधनांचा वापर ऑप्टिमाइझ करते, उत्पादकता वाढवते आणि डाउनटाइम कमी करते.

c. दोष शोधणे आणि निदान :

स्कॅंडा प्रणाली त्वरित दोष आणि विसंगती ओळखते, ज्यामुळे ऑपरेटरना समस्यांचे त्वरित निराकरण करता येते आणि उपकरणांचे नुकसान किंवा सिस्टम अपयश टाळता येते.

d. रिमोट ॲक्सेस :

स्कॅंडा ऑपरेटरना दूरस्थपणे प्रक्रियांचे निरीक्षण आणि नियंत्रण करण्यास सक्षम करते, ज्यामुळे पाइपलाइन, पॉवर ग्रिड आणि पाणी व्यवस्थापन प्रणालींसारख्या भौगोलिकदृष्ट्या वितरित ऑपरेशन्ससाठी ते आवश्यक बनते.

e. डेटा लॉग आणि अहवाल :

स्कॅंडा प्रणाली सतत प्रक्रिया डेटा लॉग करतात, ट्रेंड विश्लेषण, निर्णय घेण्यास आणि नियामक अनुपालनासाठी मौल्यवान अंतर्दृष्टी प्रदान करतात.

- f. **वाढलेली सुरक्षितता:** असुरक्षित परिस्थितींसाठी गंभीर पॅरामीटर्सचे निरीक्षण करून आणि अलार्म निर्माण करून, स्कॅडा कर्मचारी, उपकरणे आणि पर्यावरणाची सुरक्षितता सुनिश्चित करते.
- g. **खर्चात कपात:** स्कॅडा द्वारे ऑटोमेशनमुळे सक्रिय प्रणाली व्यवस्थापन सुनिश्चित करून शारीरिक श्रम खर्च कमी होतो, देखभाल खर्च कमी होतो आणि महागडा डाउनटाइम टाळता येतो.

4.1.2 स्कॅडा चे उपयोग :

स्कॅडा तंत्रज्ञान मोठ्या क्षेत्रावर पसरलेल्या प्रक्रियांमध्ये सर्वोत्तम प्रकारे वापरले जाते. अशा प्रक्रियांची उदाहरणे खालीलप्रमाणे आहेत :

- a. स्कॅडा प्रणाली वापरून, लहान जलविद्युत निर्मिती केंद्रांचा समूह जे ग्राहकांच्या मागणीनुसार चालू किंवा बंद केले जातात सामान्यतः दुर्गम ठिकाणी असतात, टर्बाइनच्या उघडण्याच्या आणि बंद करण्याच्या मूल्यांद्वारे नियंत्रित केले जाऊ शकतात आणि देखरेख देखील केली जाते.
- b. विद्युत प्रसारण प्रणाली हजारो चौरस किलोमीटर व्यापू शकते, स्कॅडा द्वारे नियंत्रित आणि देखरेख केली जाऊ शकते.
- c. मध्यवर्ती स्थित धरणातून पाणी वितरण प्रणाली स्कॅडा द्वारे नियंत्रित केली जाऊ शकते.
- d. विहिरींसह तेल आणि वायू उत्पादन प्रणाली सहसा मोठ्या क्षेत्रावर पसरलेल्या असतात, ज्यावर स्कॅडा द्वारे नियंत्रण केले जाऊ शकते.
- e. मोठ्या क्षेत्रावर पसरलेल्या नैसर्गिक वायूचे स्रोत असलेली नैसर्गिक वायू लिफ्ट प्रणाली स्कॅडा वापरून मध्यवर्ती ठिकाणी नियंत्रित केली जाऊ शकते.

4.2 स्कॅडाचे आर्किटेक्चर :

खालील आकृती स्कॅडा सिस्टमसाठी ठराविक आर्किटेक्चर किंवा फंक्शनल ब्लॉक डायग्राम दर्शवते जी खालीलप्रमाणे स्पष्ट केली जाऊ शकते.

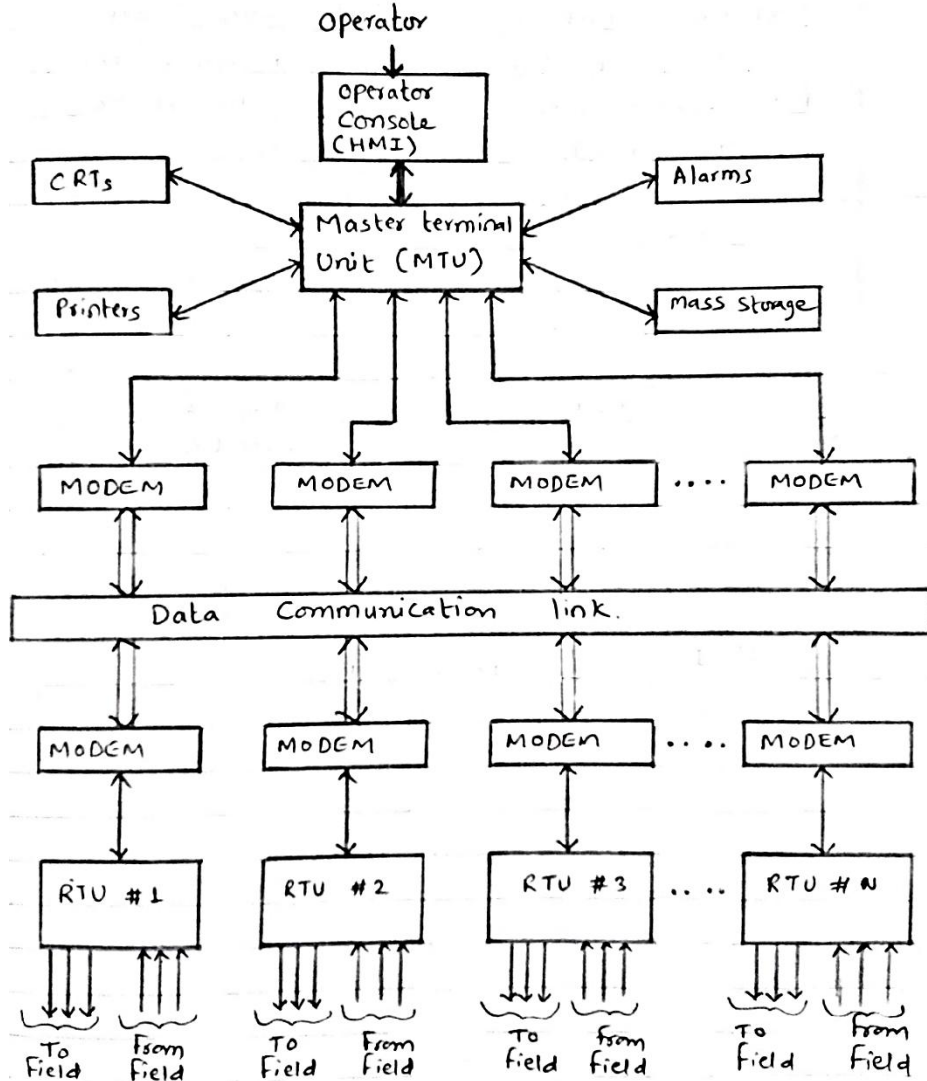


Figure 4.2 Typical architecture of SCADA system

4.2.1 मास्टर टर्मिनल युनिट (MTU) :

मास्टर टर्मिनल युनिट (MTU) हा एक सिस्टम कंट्रोलर आहे, ज्याला कधीकधी 'होस्ट संगणक' असे म्हणतात. ऑपरेटर उपस्थित नसतानाही ते फील्ड डिव्हाइसेसचे निरीक्षण आणि नियंत्रण करू शकते. ते हे एका बिल्ट-इन शेड्यूलरद्वारे करते जे सेट अंतराने सूचनांची पुनरावृत्ती करण्यासाठी प्रोग्राम केले जाऊ शकते. खालील आकृती MTU चा ब्लॉक आकृती दर्शवते.

साधारणपणे, मास्टर टर्मिनल युनिट ऑपरेटर इंटरफेसवरून सिग्नल प्राप्त करते आणि प्रक्रिया केल्यानंतर, हे सिग्नल विविध फील्ड उपकरणांच्या नियंत्रणासाठी रिमोट टर्मिनल युनिट ला दिले जाईल. ते रिमोट टर्मिनल युनिट कडून सिग्नल देखील प्राप्त करते, जे रिमोट टर्मिनल युनिट द्वारे फील्ड उपकरणांमधून प्राप्त केले जाते. हे प्राप्त झालेले सिग्नल ऑपरेटरने दिलेल्या प्रोग्रामनुसार मास्टर टर्मिनल युनिट द्वारे संग्रहित आणि प्रक्रिया केले जाते.

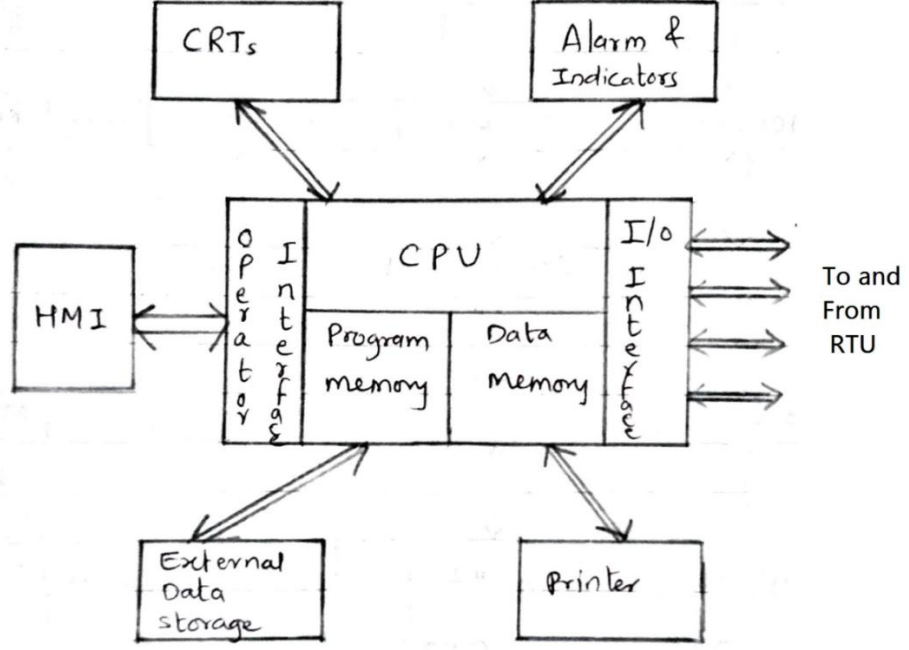


Figure 4.3 Block diagram of MTU

(Source: Supervisory control and Data Acquisition by Stuart A. Bhoyar)

मास्टर टर्मिनल युनिट ची सामान्य कार्ये खालीलप्रमाणे आहेत :-

- दुर्गम ठिकाणी ठेवलेल्या वेगवेगळ्या रिमोट टर्मिनल युनिट मधून डेटा गोळा करते.
- आवश्यक माहिती अंतर्गत आणि बाह्य स्टोरेज डिव्हाइसेसमध्ये साठवते.
- संबंधित सिस्टमला इतर माहिती पाठवते.
- प्रक्रिया चालवणाऱ्या लोकांशी संवाद साधते.
- विविध रिमोट टर्मिनल युनिट कडून आदेश किंवा नियंत्रण सिग्नल जारी करते.

4.2.2 रिमोट टर्मिनल युनिट (RTU) :

RTU म्हणजे रिमोट टर्मिनल युनिट. आधुनिक रिमोट टर्मिनल युनिट हे मूलतः मायक्रोकॉम्प्युटर किंवा प्रोग्रामेबल कंट्रोलर्स (PLC) आहेत जे मास्टर टर्मिनल युनिट आणि विविध फील्ड डिव्हाइसेसशी जोडलेले असतात. खालील आकृती रिमोट टर्मिनल युनिटचा सामान्य ब्लॉक आकृती दर्शवते –

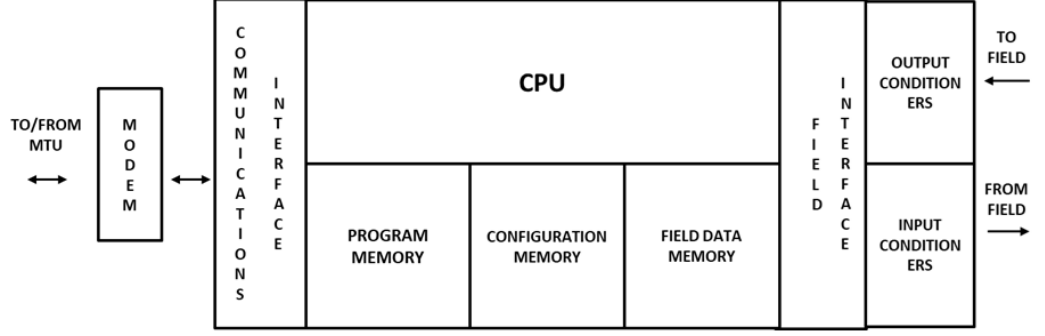


Figure 4.4 Block diagram of RTU

(Source: Supervisory control and Data Acquisition by Stuart A. Bhoyar)

रिमोट टर्मिनल युनिट फील्डमधून माहिती गोळा करते. म्हणजेच ऑनलाँग व्हॅल्यूज, विविध ऑन-ऑफ स्टेटस सिग्नल इ. ते ही माहिती मेमरीमध्ये ठेवते जोपर्यंत मास्टर टर्मिनल युनिट आवश्यक माहिती मागत नाही, नंतर ते मॉडेम वापरून मास्टर टर्मिनल युनिट शी कम्युनिकेशन लिंकद्वारे माहिती कोड करते आणि प्रसारित करते.

A. कम्युनिकेशन इंटरफेस :

स्कॅंडा सिस्टीममध्ये, मास्टर टर्मिनल युनिट आणि वेगवेगळ्या रिमोट टर्मिनल युनिट मध्ये संवाद स्थापित करणे आवश्यक आहे. मास्टर टर्मिनल युनिट ने प्रत्येक रिमोट टर्मिनल युनिट ला माहिती पाठवली पाहिजे. ते जवळजवळ नेहमीच रिमोट टर्मिनल युनिट ज्या माध्यमाचा वापर करून माहिती पाठवते तेच माध्यम वापरते.

स्कॅंडा सिस्टीममध्ये संप्रेषणाची दोन सामान्य माध्यमे आहेत. म्हणजे लँडलाइन कम्युनिकेशन आणि रेडिओ कम्युनिकेशन. लँडलाइन कम्युनिकेशन्समध्ये ऑप्टिकल फायबर केबल्स किंवा इलेक्ट्रिकल केबल्स वापरल्या जातात, ज्यांना औद्योगिक संप्रेषण बस असेही म्हणतात. परंतु स्कॅंडा सिस्टीम फक्त साध्या इलेक्ट्रिकल सिग्नलने संवाद साधत नाही. स्कॅंडा मध्ये, डेटा प्रोटोकॉल स्वरूपात एन्कोड केला जातो. जुन्या काळात स्कॅंडा प्रोप्रायटरी प्रोटोकॉलवर अवलंबून होता. परंतु आज खुले किंवा मानक प्रोटोकॉल वापरले जातात.

वेगवेगळ्या प्रोटोकॉलवर आधारित औद्योगिक संप्रेषण बसेस खाली सूचीबद्ध आहेत.

- मॉडबस
- फील्ड बस

- c. प्रोफिबस
- d. डिक्वाइसनेट
- e. कंट्रोलनेट
- f. इथरनेट टीसीपी/आयपी

4.2.3 स्कॅडा संपादक (SCADA Editors) :

स्कॅडा मधील संपादकांचा वापर प्रकल्प घटक तयार करण्यासाठी आणि कॉन्फिगर करण्यासाठी केला जातो. HMI- स्कॅडा सॉफ्टवेअरमध्ये वापरलेले विविध संपादक त्यांच्या कार्यासह खाली सूचीबद्ध आहेत.

- a. **चॅनेल** - डिक्वाइसेससह ड्रायव्हर संप्रेषणासाठी चॅनेल निर्दिष्ट करा. तुम्ही डायरेक्ट ड्रायव्हर उपकरणांसाठी नोड्स कॉन्फिगर करण्यापूर्वी चॅनेल सेट केले पाहिजेत.
- b. **नोड** - डायरेक्ट ड्रायव्हर डिक्वाइसेस, ओ पी सी (OPC) सर्व्हर किंवा डी डी ई (DDE) सर्व्हरसाठी नावे नियुक्त करा आणि विशेषता परिभाषित करा, ज्यांच्याशी RS View 32 संवाद साधेल.
- c. **स्कॅन वर्ग** - थेट ड्रायव्हर उपकरणांशी संवाद साधणाऱ्या स्कॅनिंग टॅगसाठी दर सेट करा.
- d. **टॅग डेटाबेस** - टॅग तयार करा आणि अलार्म सेट करा.
- e. **टॅग मॉनिटर** - टॅग किंवा टॅगच्या गटाची वास्तविक वेळ मूल्ये प्रदर्शित करा.
- f. **सिक््युरिटी कोड्स** - सिक््युरिटी कोड कमांड्स आणि मॅक्रोना सुरक्षा नियुक्त करतात.
- g. **वापरकर्ता खाती** - प्रकल्पात प्रवेश मर्यादित करण्यासाठी वापरकर्त्यांना कोडसाठी सुरक्षा नियुक्त करा.
- h. **ऑक्टिव्हिटी लॉग सेटअप** - तुम्हाला कोणत्या सिस्टीम ऑक्टिव्हिटीचे प्रकार लॉग करायचे आहेत आणि ते कुठे, केव्हा आणि कसे लॉग करायचे ते निर्दिष्ट करा.
- i. **रेसिपी** - रेसिपी फील्ड असलेल्या ग्राफिक डिस्प्लेसह वापरण्यासाठी रेसिपी फाइल तयार करा.
- j. **अलार्म लॉग दर्शक** - ऐतिहासिक अलार्म माहिती पहा.
- k. **अलार्मचा सारांश** - तुम्हाला दाखवायची असलेली अलार्म माहिती निर्दिष्ट करा आणि त्या माहितीसाठी एक स्वरूप तयार करा.
- l. **इव्हेंट्स** - इव्हेंट तयार करा जे कमांड ट्रिगर करणारे अभिव्यक्ती आहेत.

4.3 एचएमआय ची मूलभूत कार्ये:

एचएमआय म्हणजे काय?

प्रत्येक स्कॅडा प्रणालीच्या केंद्रस्थानी ऑपरेटर असतो, जो ऑपरेटर इंटरफेस उपकरणाद्वारे सिस्टममध्ये प्रवेश करतो, ज्याला कधीकधी 'ऑपरेटर कन्सोल' किंवा 'ह्युमन मशीन इंटरफेस (HMI)' म्हणतात. ऑपरेटर कन्सोल प्रोसेस प्लांटमध्ये ऑपरेटरची विंडो म्हणून कार्य करते. खालील प्रतिमा स्कॅडा सिस्टीमसाठी ठराविक ऑपरेटर इंटरफेस दाखवते.



Figure 4.5 Typical HMI panel

(Source: Honeywell Excel Touch (<https://honeywell.nt-rt.ru/>))

ऑपरेटर इंटरफेसमध्ये व्हिडिओ डिस्प्ले युनिट (VDU) किंवा संगणक टचस्क्रीन असते जे प्रक्रियेबद्दल रिल टाइम डेटा आणि ऑपरेटरच्या कमांडला प्रक्रियेमध्ये इनपुट करण्यासाठी कीबोर्ड प्रदर्शित करते. इतर कर्सर पोझिशनिंग डिव्हाइस जसे की माउस, टच स्क्रीन, देखील वापरले जाऊ शकते. “HMI” म्हणजे ह्युमन मशीन इंटरफेस. या उपकरणांना मॅन मशीन इंटरफेस (MMI), ऑपरेटर इंटरफेस टर्मिनल (OIT), स्थानिक ऑपरेटर इंटरफेस (LOI), ऑपरेटर टर्मिनल (OT)

इत्यादी म्हणून देखील ओळखले जाते. परंतु मोठ्या प्रमाणावर त्यांना HMIs म्हणून संबोधले जाते.



Figure 4.6 Typical HMI panel

(Source: KINCO HMI (<https://en.kinco.cn/>))

“ह्युमन मशीन इंटरफेस” म्हणजे नेमके नाव काय आहे: एक ग्राफिकल इंटरफेस जो मानवी वापरकर्त्यांना सिस्टमच्या मशीनरीशी संवाद साधण्याची परवानगी देतो. एचएमआय तंत्रज्ञानाचा वापर जवळजवळ सर्व उत्पादन उद्योगांमध्ये, तसेच इतर कंपन्यांच्या विस्तृत श्रेणीमध्ये, त्यांच्या मशीनरी संवाद साधण्यासाठी आणि त्यांच्या औद्योगिक प्रक्रियांना अनुकूल करण्यासाठी केला जातो. एचएमआय वापरणाऱ्या उद्योगांमध्ये हे समाविष्ट आहे: ऊर्जा, तेल आणि वायू, वाहतूक, अन्न आणि पेय, ऊर्जा, पाणी आणि कचरा पाणी, उत्पादन, पुनर्वापर आणि बरेच काही.

4.3.1 एचएमआय ची गरज / कार्ये / फायदे :**a. देखरेख :**

एचएमआय चा वापर रिअल टाइममध्ये वनस्पती डेटा मिळविण्यासाठी आणि प्रदर्शित करण्यासाठी केला जातो. हा डेटा संख्या, मजकूर किंवा ग्राफिक्स म्हणून प्रदर्शित केला जाऊ शकतो जो वाचनाचा अर्थ लावण्यास सुलभ करतो.

b. देखरेख :

हे कार्य देखरेखीसह, संगणकावरून थेट प्रक्रियेच्या कामकाजाच्या परिस्थिती समायोजित करण्याची शक्यता प्रदान करते.

c. अलार्म :

प्रक्रियेतील अपवादात्मक घटना ओळखण्याची आणि त्यांचा अहवाल देण्याची ही क्षमता आहे.

d. नियंत्रण :

प्रक्रियेची मूल्ये समायोजित करणारे अल्गोरिदम लागू करण्याची आणि अशा प्रकारे ही मूल्ये विशिष्ट मर्यादित राखण्याची ही क्षमता आहे.

e. इतिहासकार :

ही फाइल्समध्ये प्रदर्शित करण्याची आणि संग्रहित करण्याची, विशिष्ट वारंवारतेवर डेटा प्रक्रिया करण्याची क्षमता आहे. डेटाचे हे संचयन प्रक्रियांच्या ऑप्टिमायझेशन आणि दुरुस्तीसाठी एक शक्तिशाली साधन आहे.

4.3.2 एचएमआयचे अनुप्रयोग (Applications) :

औद्योगिक प्रक्रियांमध्ये एचएमआय चे विविध अनुप्रयोग आहेत, त्यापैकी काही येथे सूचीबद्ध आहेत.

a. बिल्डिंग ऑटोमेशन :

स्मार्ट इमारतींमध्ये तापमान, प्रकाशयोजना आणि सुरक्षा प्रणाली नियंत्रित करण्यासाठी एचएमआय हे HVAC (हीटिंग, व्हेंटिलेशन आणि एअर कंडिशनिंग) प्रणालींमध्ये एकत्रित केले जातात.

b. पाणी आणि सांडपाणी व्यवस्थापन :

एचएमआय चा वापर जलशुद्धीकरण संयंत्रांचे निरीक्षण करण्यासाठी, पंप नियंत्रित करण्यासाठी आणि कार्यक्षम संसाधन वापरासाठी वितरण नेटवर्क व्यवस्थापित करण्यासाठी केला जातो.

c. वाहतूक आणि लॉजिस्टिक्स :

एचएमआय हे वाहन प्रणाली, रेल्वे आणि विमानतळ नियंत्रण प्रणालींमध्ये इंजिन कामगिरीचे निरीक्षण करण्यासाठी, लॉजिस्टिक्स ट्रॅकिंग करण्यासाठी आणि सुरक्षा नियंत्रणे व्यवस्थापित करण्यासाठी लागू केले जातात.

d. रोबोटिक्स :

औद्योगिक आणि गैर-औद्योगिक वातावरणात रोबोटिक प्रणालींचे प्रोग्रामिंग, नियंत्रण आणि निरीक्षण करण्यात एचएमआय महत्वाची भूमिका बजावतात.

e. अन्न आणि पेय उद्योग :

एचएमआय चा वापर उत्पादन प्रक्रियांचे निरीक्षण करण्यासाठी, पॅकेजिंग लाईन्स नियंत्रित करण्यासाठी आणि प्रक्रिया संयंत्रांमध्ये अन्न सुरक्षा अनुपालन सुनिश्चित करण्यासाठी केला जातो.

f. औषधनिर्माण आणि आरोग्यसेवा :

एचएमआय चा वापर औषध उत्पादन, वैद्यकीय उपकरण ऑपरेशन यासारख्या महत्वाच्या प्रक्रियांचे निरीक्षण आणि नियंत्रण करण्यासाठी आणि नियामक मानकांचे पालन सुनिश्चित करण्यासाठी केला जातो.

4.4 औद्योगिक नेटवर्किंग :**A. औद्योगिक नेटवर्किंग म्हणजे काय?**

औद्योगिक नेटवर्किंग म्हणजे असे नेटवर्क जे मोठ्या प्रमाणात रिल टाइम 'प्रक्रिया डेटा' हस्तांतरित करतात. प्रोटोकॉल कम्युनिकेशन बसेसचे औद्योगिक नेटवर्क ऑटोमेशन वातावरणात उपलब्ध असलेल्या विविध उपकरणांना जोडण्याची परवानगी देते (जसे की - फील्ड इनपुट आउटपुट (I/Os), पी एल सी (PLC), स्कॅडा, एम इ एस (MES), ई आर पी (ERP) इ.)

औद्योगिक ऑटोमेशन पिरॅमिडच्या संदर्भात औद्योगिक नेटवर्कचा सामान्यतः अभ्यास केला जातो आणि ऑटोमेशन पदानुक्रमाच्या विविध स्तरांमध्ये उपलब्ध असतो जसे की :

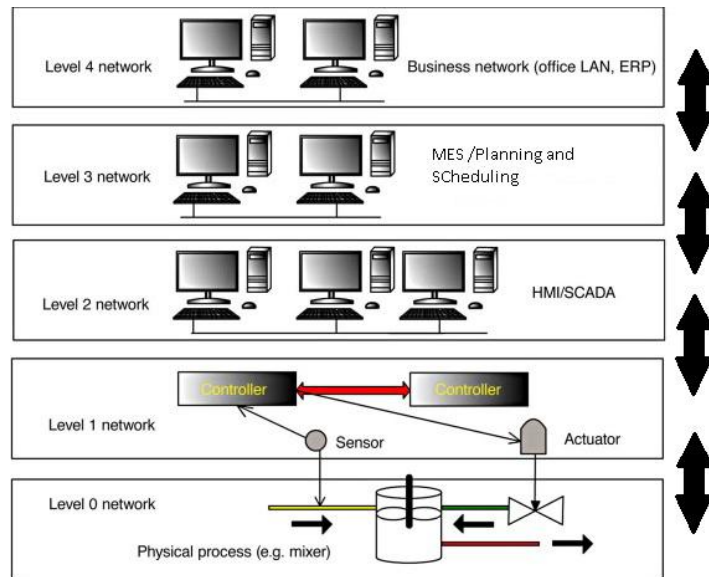


Figure 4.7 Different levels of automation hierarchy

(Source: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/industrial-network>)

a. **फील्ड कंट्रोल नेटवर्क :**

फील्ड डिव्हाइसेस (लेव्हल ०) आणि पीएलसी (लेव्हल १) सारख्या कंट्रोल डिव्हाइसेसमध्ये संवाद साधण्याची परवानगी देते.

b. **प्रोसेस कंट्रोल नेटवर्क :**

फील्ड डिव्हाइसेस (लेव्हल ०) आणि सुपरवायझरी नेटवर्क (लेव्हल २) दरम्यान संवाद साधण्याची परवानगी देते.

c. **सुपरवायझरी नेटवर्क :**

प्रोसेस कंट्रोलर्स- पीएलसी (लेव्हल १) आणि मॅन्युफॅक्चरिंग प्लॅनिंग लेव्हल-एमईएस (लेव्हल ३) यांच्यामध्ये संवाद साधण्याची परवानगी देते.

d. **मॅन्युफॅक्चरिंग एक्झिक्युशनसाठी इंडस्ट्रियल नेटवर्क :**

सुपरवायझरी कंट्रोलर्स- एससीएडीए (लेव्हल २) आणि एंटरप्राइझ लेव्हल (लेव्हल ४) यांच्यामध्ये संवाद साधण्याची परवानगी देते.

e. **एंटरप्राइझमधील इंडस्ट्रियल नेटवर्क :**

मॅन्युफॅक्चरिंग प्लॅनिंग लेव्हल- एमईएस (लेव्हल ३) आणि एंटरप्राइझ नेटवर्क किंवा कॉर्पोरेट नेटवर्क (लेव्हल ४) यांच्यामध्ये संवाद साधण्याची परवानगी देते.

B. औद्योगिक नेटवर्क घटक :

मोठ्या औद्योगिक आणि कारखाना नेटवर्कमध्ये, सर्व नेटवर्क नोड्स एकत्र जोडण्यासाठी एकच केबल पुरेसे नाही. आपण नेटवर्क टोपोलॉजीज परिभाषित केल्या पाहिजेत आणि अलगाव प्रदान करण्यासाठी आणि कार्यक्षमतेच्या आवश्यकता पूर्ण करण्यासाठी नेटवर्क डिझाइन केले पाहिजेत. बऱ्याच प्रकरणांमध्ये, अनुप्रयोगांना वेगवेगळ्या नेटवर्कमध्ये संवाद साधण्याची आवश्यकता असल्याने, आपल्याला अतिरिक्त नेटवर्क उपकरणे आवश्यक आहेत. खालील विविध प्रकारचे नेटवर्क घटक आणि टोपोलॉजीज आहेत.

1. **रिपीटर** - रिपीटर किंवा अॅम्प्लिफायर, हे एक उपकरण आहे जे विद्युत सिग्नल वाढवते जेणेकरून ते नोड्समध्ये जास्त अंतर प्रवास करू शकतील. या उपकरणाद्वारे, आपण नेटवर्कशी मोठ्या संख्येने नोड्स कनेक्ट करू शकतो. याव्यतिरिक्त, आपण वेगवेगळ्या भौतिक माध्यमांना एकमेकांशी जुळवून घेऊ शकतो, जसे की कोएक्सियल केबल ऑप्टिकल फायबरशी.
2. **राउटर** - एक राउटर वेगवेगळ्या नेटवर्क सेगमेंट्समधील कम्युनिकेशन पॅकेट्स स्विकारतो, मार्ग परिभाषित करतो.
3. **ब्रिज** - एका ब्रिजसह, दोन वेगवेगळ्या नेटवर्क सेगमेंट्समधील कनेक्शनमध्ये वेगवेगळी इलेक्ट्रिकल वैशिष्ट्ये आणि प्रोटोकॉल असू शकतात. एक ब्रिज दोन भिन्न नेटवर्कमध्ये सामील होऊ शकतो आणि अनुप्रयोग त्यांच्यामध्ये माहिती वितरित करू शकतात.

4. **गेटवे** - पुलासारखाच एक प्रवेशद्वार, वेगवेगळ्या प्रकारच्या आणि प्रोटोकॉलच्या बसेसमध्ये इंटरऑपरेबिलिटी प्रदान करतो आणि अनुप्रयोग गेटवेद्वारे संवाद साधू शकतात.

4.4.1 नेटवर्क टोपोलॉजीज:

औद्योगिक प्रणालींमध्ये सहसा दोन किंवा अधिक उपकरणे असतात. औद्योगिक प्रणाली जसजशा मोठ्या होत जातात तसतसे आपल्याला नेटवर्कच्या टोपोलॉजीचा विचार करावा लागतो. नेटवर्क टोपोलॉजी आपल्याला सांगते की केबल्स किंवा कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल बस वापरून तुमच्या नेटवर्कवरील विविध नोड्स, डिव्हाइसेस आणि घटक एकमेकांच्या सापेक्ष कसे भौतिकरित्या व्यवस्थित केले जातात. नेटवर्कची रचना आणि रचना सहसा टोपोलॉजी आकृतीमध्ये दर्शविली जाते आणि हाताळली जाते.

नेटवर्क टोपोलॉजीजचे सर्वात सामान्य प्रकार खाली दिले आहेत.

I. पॉइंट-टू-पॉइंट:

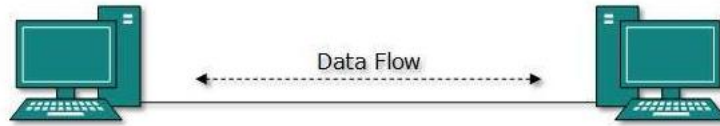


Figure 4.8 Point-to-point topology

(Source: Network Design and Management (<https://www.studocu.com/>))

पॉइंट-टू-पॉइंट नेटवर्कमध्ये संगणक, स्विच किंवा राउटर असे दोन होस्ट असतात, सर्व्हर एकाच केबलचा वापर करून एकमेकांशी जोडलेले असतात. बऱ्याचदा, एका होस्टचा रिसीव्हिंग एंड दुसऱ्याच्या सेंडिंग एंडशी जोडलेला असतो आणि उलट.

II. बस टोपोलॉजी :

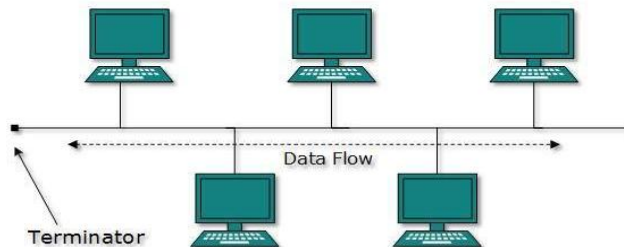


Figure 4.9 Bus Topology

(Source: Network Design and Management (<https://www.studocu.com/>))

बस टोपोलॉजीच्या बाबतीत, सर्व उपकरणे एकाच कम्युनिकेशन लाईन किंवा केबल शेअर करतात. एकाच वेळी अनेक होस्ट डेटा पाठवत असताना बस टोपोलॉजीमध्ये समस्या असू शकते. म्हणून, बस टोपोलॉजी एकतर सी एस एम ए / सी डी (CSMA/CD) तंत्रज्ञान वापरते किंवा समस्येचे निराकरण करण्यासाठी एका होस्टला बस मास्टर म्हणून ओळखते. हे नेटवर्किंगच्या सोप्या प्रकारांपैकी एक आहे जिथे डिव्हाइसच्या बिघाडाचा इतर डिव्हाइसवर परिणाम होत नाही. परंतु शेअर्ड कम्युनिकेशन लाईनच्या बिघाडामुळे इतर सर्व डिव्हाइसेसचे काम करणे थांबवू शकते.

शेअर्ड चॅनेलच्या दोन्ही टोकांना लाईन टर्मिनेटर असतो. डेटा फक्त एकाच दिशेने पाठवला जातो आणि तो टोकाच्या टोकापर्यंत पोहोचताच, टर्मिनेटर लाईनमधून डेटा काढून टाकतो.

i) बस टोपोलॉजीचे फायदे :

- बस टोपोलॉजीज लहान नेटवर्कसाठी एक चांगला, किफायतशीर पर्याय आहे कारण लेआउट सोपे आहे.
- आवश्यक असल्यास, अतिरिक्त केबल्स जोडून नेटवर्कमध्ये अधिक नोड्स सहजपणे जोडले जाऊ शकतात.

ii) बस टोपोलॉजीचे तोटे :

- केबलमध्ये बिघाड झाल्यास, संपूर्ण नेटवर्क खाली जाते, जे वेळखाऊ आणि पुनर्संचयित करणे महाग असू शकते.
- बस टोपोलॉजी लहान नेटवर्कसाठी सर्वात योग्य आहे आणि मोठ्या नेटवर्कसाठी अंमलात आणणे कठीण आहे.

III. स्टार टोपोलॉजी :

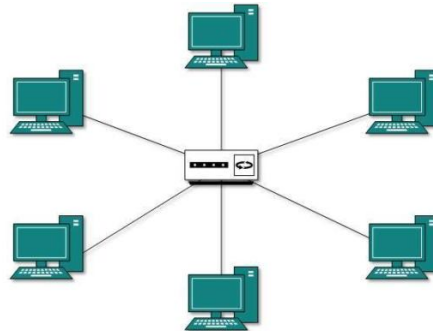


Figure 4.10 Star Topology

(Source: Network Design and Management (<https://www.studocu.com/>))

स्टार टोपोलॉजीमधील सर्व होस्ट एका मध्यवर्ती उपकरणाशी जोडलेले असतात, ज्याला हब डिव्हाइस म्हणतात, ते कोएक्सियल, ट्विस्टेड-पेअर किंवा

फायबर-ऑप्टिक केबलद्वारे पॉइंट-टू-पॉइंट कनेक्शन वापरतात. म्हणजेच, होस्ट आणि हबमध्ये पॉइंट-टू-पॉइंट कनेक्शन असते. हब डिव्हाइस हब, रिपीटर, स्विच, ब्रिज, राउटर किंवा गेटवे असू शकते.

i) स्टार टोपोलॉजीचे फायदे :

- हे आम्हाला एकाच ठिकाणाहून तुमचे संपूर्ण नेटवर्क सोयीस्करपणे व्यवस्थापित करण्यास अनुमती देते.
- प्रत्येक नोड स्वतंत्रपणे सेंट्रल हबशी जोडलेले आहे, जर एक खाली गेला तर उर्वरित नेटवर्क प्रभावित न होता कार्य करत राहील, ज्यामुळे स्टार टोपोलॉजी एक स्थिर आणि सुरक्षित नेटवर्क लेआउट बनते.

ii) स्टार टोपोलॉजीचे तोटे :

- जर सेंट्रल हब खाली गेला तर उर्वरित नेटवर्क कार्य करू शकत नाही.
- स्टार टोपोलॉजीज सेट अप करणे आणि ऑपरेट करणे महाग आहे.

IV. रिंग टोपोलॉजी :

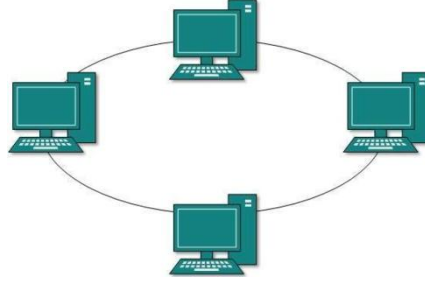


Figure 4.11 Ring Topology

(Source: Network Design and Management (<https://www.studocu.com/>))

रिंग टोपोलॉजीमध्ये, प्रत्येक होस्ट मशीन दोन इतर मशीनशी जोडते, ज्यामुळे एक वर्तुळाकार नेटवर्क रचना तयार होते. जेव्हा एक होस्ट त्याच्या शेजारी नसलेल्या होस्टशी संवाद साधण्याचा किंवा संदेश पाठवण्याचा प्रयत्न करतो, तेव्हा डेटा सर्व इंटरमीडिएट होस्टमधून प्रवास करतो. विद्यमान स्ट्रक्चरमध्ये आणखी एक होस्ट कनेक्ट करण्यासाठी, प्रशासकाला फक्त एक अतिरिक्त केबलची आवश्यकता असू शकते.

i) रिंग टोपोलॉजीचे फायदे :

- जर रिंग टोपोलॉजीमध्ये मोठे नेटवर्क व्यवस्थित केले असेल, तर पॅकेट्स योग्यरित्या पोहोचतील आणि डेटा गमावल्याशिवाय रिपीटर्स वापरता येतील.
- नेटवर्कवरील फक्त एक स्टेशन एका वेळी डेटा पाठविण्याची परवानगी आहे, ज्यामुळे पॅकेट टक्कर होण्याचा धोका कमी होतो, ज्यामुळे रिंग टोपोलॉजी त्रुटीशिवाय डेटा प्रसारित करण्यास कार्यक्षम बनतात.
- रिंग टोपोलॉजी ही किफायतशीर आणि स्थापित करणे स्वस्त आहे.

ii) रिंग टोपोलॉजीचे तोटे :

- योग्य नेटवर्क व्यवस्थापनाशिवाय रिंग टोपोलॉजी अपयशी ठरू शकते, जर एक नोड खाली गेला तर ते संपूर्ण नेटवर्क सोबत घेऊ शकते.

V. ट्री टोपोलॉजी :

हायरार्किकल टोपोलॉजी म्हणूनही ओळखले जाणारे हे सध्या वापरात असलेले नेटवर्क टोपोलॉजीचे सर्वात सामान्य रूप आहे. हे टोपोलॉजी एक्सटेंडेड स्टार टोपोलॉजीचे अनुकरण करते आणि बस टोपोलॉजीचे गुणधर्म वारशाने मिळवते.

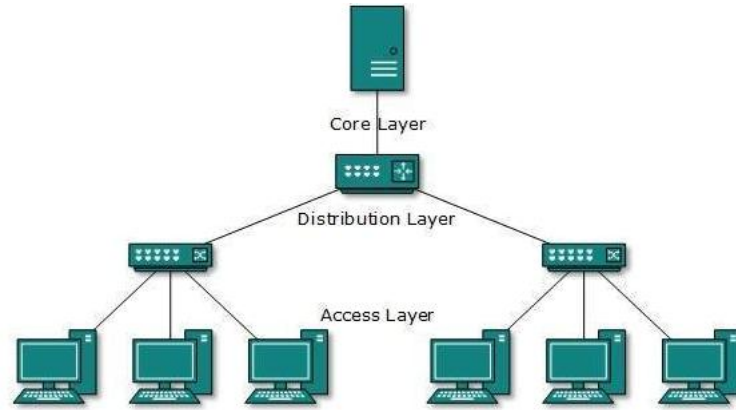


Figure 4.12 Tree Topology

(Source: Network Design and Management (<https://www.studocu.com/>))

ही टोपोलॉजी नेटवर्कला नेटवर्कच्या अनेक स्तरांमध्ये/स्तरांमध्ये विभागते. प्रामुख्याने टोपोलॉजीमध्ये, नेटवर्क तीन प्रकारच्या नेटवर्क उपकरणांमध्ये विभागले जाते.

सर्वात खालचा अॅक्सेस-लेयर आहे, मधला लेयर डिस्ट्रिब्यूशन लेयर म्हणून ओळखला जातो, जो वरच्या थर आणि खालच्या थरांमध्ये मध्यस्थ म्हणून काम करतो. सर्वात वरचा थर कोर लेयर म्हणून ओळखला जातो.

i) ट्री टोपोलॉजीचे फायदे :

- स्टार आणि बस टोपोलॉजीजचे घटक एकत्र केल्याने नोड्सची जोडणी आणि नेटवर्क विस्तार सुलभ होतो.
- नेटवर्कवरील त्रुटींचे समस्यानिवारण करणे ही देखील एक सोपी प्रक्रिया आहे.

ii) ट्री टोपोलॉजीचे तोटे :

- संपूर्ण नेटवर्क ट्री टोपोलॉजीमधील रूट नोडच्या आरोग्यावर अवलंबून असते.
- जर सेंट्रल हब अयशस्वी झाला तर विविध नोड शाखा डिस्कनेक्ट होतील.

VI. मेष टोपोलॉजी :

या प्रकारच्या टोपोलॉजीमध्ये, एक होस्ट एका किंवा अनेक होस्टशी जोडलेला असतो. या टोपोलॉजीमध्ये होस्ट इतर प्रत्येक होस्टशी पॉइंट-टू-पॉइंट कनेक्शनमध्ये असतात किंवा असे होस्ट देखील असू शकतात जे फक्त काही होस्टशी पॉइंट-टू-पॉइंट कनेक्शनमध्ये असतात.

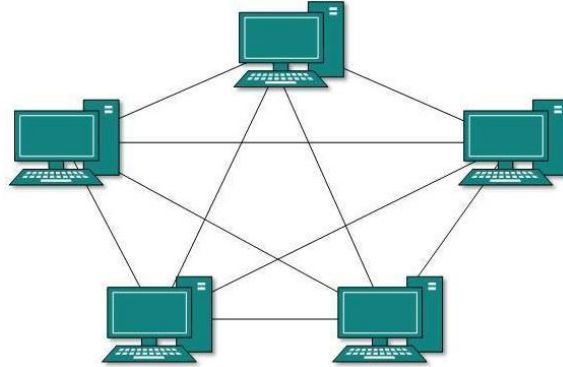


Figure 4.13 Mesh Topology

(Source: Network Design and Management (<https://www.studocu.com/>))

मेश नेटवर्क पूर्ण किंवा आंशिक मेश असू शकतात. आंशिक मेश टोपोलॉजीज बहुतेक एकमेकांशी जोडलेले असतात, काही नोड्समध्ये फक्त दोन किंवा तीन कनेक्शन असतात, तर पूर्ण-मेश टोपोलॉजीज पूर्णपणे एकमेकांशी जोडलेले असतात.

i) मेष टोपोलॉजीचे फायदे :

- मेष टोपोलॉजीज विश्वसनीय आणि स्थिर असतात. म्हणजेच नोड्समधील इंटरकनेक्टिव्हिटीची जटिल डिग्री. नेटवर्कला अपयशासाठी प्रतिरोधक बनवते.

ii) मेष टोपोलॉजीचे तोटे:

- मेष टोपोलॉजीज अविश्वसनीयपणे श्रम-केंद्रित असतात. ते सेट करण्यासाठी देखील वेळ लागतो.
- केबलिंगचा खर्च वाढल्याने मेष टोपोलॉजी इतर सर्व पद्धतींपेक्षा महाग आहे.

VII. डेझी चेन टोपोलॉजी :

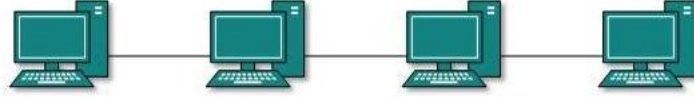


Figure 4.14 Daisy Chain Topology

(Source: Network Design and Management (<https://www.studocu.com/>))

हे टोपोलॉजी सर्व होस्टना एका रेषीय पद्धतीने जोडते. रिंग टोपोलॉजी प्रमाणेच, सर्व होस्ट फक्त दोन होस्टशी जोडलेले असतात, एंड होस्ट वगळता. म्हणजे, जर डेझी चेनमधील एंड होस्ट जोडलेले असतील तर ते रिंग टोपोलॉजी दर्शवते.

VIII. हायब्रिड टोपोलॉजी :

ज्या नेटवर्क स्ट्रक्चरमध्ये एकापेक्षा जास्त टोपोलॉजी असतात त्याला हायब्रिड टोपोलॉजी म्हणतात. हायब्रिड टोपोलॉजीला सर्व समाविष्ट टोपोलॉजीजचे गुण आणि तोटे वारशाने मिळतात.

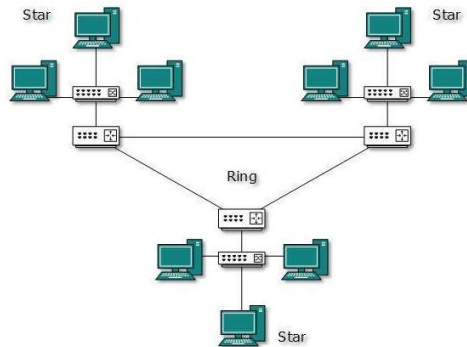


Figure 4.15 Hybrid Topology

(Source: Network Design and Management (<https://www.studocu.com/>))

वरील चित्र एक अनियंत्रित संकरित टोपोलॉजी दर्शवते. एकत्रित टोपोलॉजीजमध्ये स्टार, रिंग, बस आणि डेझी-चेन टोपोलॉजीजचे गुणधर्म असू शकतात.

4.4.2 नेटवर्क कम्युनिकेशनच्या पद्धती:

औद्योगिक नेटवर्कमध्ये, डेटा कम्युनिकेशन ऑनलाँग किंवा डिजिटल असू शकते. ऑनलाँग डेटा सतत बदलणारी मूल्ये घेतो. डिजिटल कम्युनिकेशनमध्ये, डेटा फक्त बायनरी 1 किंवा 0 मूल्ये घेऊ शकतो. डेटा पाठवण्याच्या पद्धतीनुसार ट्रान्समिशन स्वतः असिंक्रोनस किंवा सिंक्रोनस असू शकते.

असिंक्रोनस मोड ट्रान्समिशनमध्ये, कॅरेक्टर स्टार्ट आणि स्टॉप कोड वापरून पाठवले जातात आणि प्रत्येक कॅरेक्टर स्वतंत्रपणे नॉन-युनिफॉर्म रेटने पाठवता येतो. सिंक्रोनस मोड ट्रान्समिशन ही अधिक कार्यक्षम पद्धत आहे. डेटा कॅरेक्टरच्या ब्लॉकमध्ये ट्रान्समिट केला जातो आणि प्रत्येक बिटचा अचूक प्रस्थान आणि आगमन वेळ अंदाजे असतो कारण प्रेषक/प्राप्तकर्ता घड्याळे सिंक्रोनाइझ केली जातात. औद्योगिक नेटवर्क कम्युनिकेशनमध्ये, डेटा ट्रान्समिशन (असिंक्रोनस किंवा सिंक्रोनस) वेगवेगळ्या मोडमध्ये होते, जसे की

A. मास्टर-स्लेव्ह :

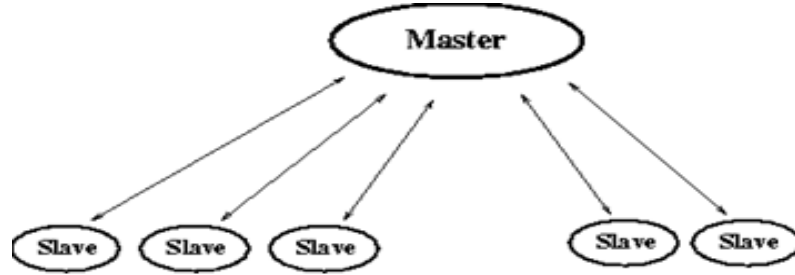


Figure 4.16 Master-Slave

(Source: <http://parallel.vub.ac.be/>)

या पद्धतीत एक बस डिव्हाइस मास्टर असतो. फक्त मास्टरकडेच ट्रान्समिट करण्याचा सतत अधिकार असतो. तो प्रत्येक बस सहभागीला आलटून पालटून सर्वेक्षण करतो (किंवा संबोधित करतो), त्याला डेटा पुरवतो आणि/किंवा त्याचा डेटा, उदा. त्याचे मोजलेले मूल्य आणि स्थिती, प्रसारित करण्यास सांगतो. कार्यक्षमता वाढवण्यासाठी, म्हणजेच, ओव्हरहेड्ससाठी उपयुक्त डेटाचे प्रमाण वाढवण्यासाठी, प्रोटोकॉल शक्य तितका सोपा ठेवला जातो. डेटाची सुरक्षा प्रोटोकॉल स्ट्रक्चर आणि वापरलेल्या एरर चेकिंग पद्धतीवर अवलंबून असते. मॉडबस (MODBUS), प्रॉफीबस डीपी/पीए (PROFIBUS DP/PA), आणि एस - आय (AS-i) हे सर्व प्रोटोकॉल आहेत जे मास्टर-स्लेव्ह पद्धत वापरतात.

B. बस मध्यस्थी (Bus Arbitration) :

या पद्धतीमध्ये, नेटवर्कवरील प्रत्येक डिवाइस डेटा प्रसारित आणि प्राप्त करू शकते. प्रसारित करण्याचा अधिकार एका केंद्रीय नियंत्रकाद्वारे आयोजित केला जातो, ज्याला बस मध्यस्थ म्हणतात. मध्यस्थ एक यादी ठेवतो ज्यामध्ये डिवाइस कोणत्या क्रमाने आणि किती वेळ प्रसारित करण्याची परवानगी आहे याची यादी असते.

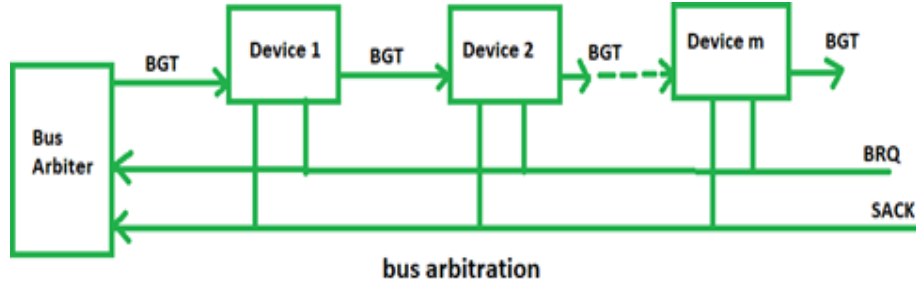


Figure 4.17 Bus Arbitration

(Source: <https://www.geeksforgeeks.org/bus-arbitration-in-computer-organization/>)

मध्यस्थ सूचीमधून कार्य करतो, प्रत्येक डिवाइसला प्रसारित करण्याचा अधिकार आलटून पालटून देतो. वेगवेगळ्या स्कॅनिंग फ्रिक्वेन्सी आवश्यक असल्यास, डिवाइस टेबलमध्ये एकापेक्षा जास्त वेळा दिसू शकते. हे लक्षात घेतले पाहिजे की जरी हे केंद्रीकृत नियंत्रण म्हणून वर्गीकृत केले असले तरी, टोकन पासिंग हा एक मध्यवर्ती घटक आहे. ही पद्धत वर्ल्डएफआयपी (World FIP) आणि फाउंडेशन फील्डबस एच १ (Foundation Fieldbus H1) प्रोटोकॉलमध्ये वापरली जाते.

C. टोकन पासिंग (टोकन रिंग) :

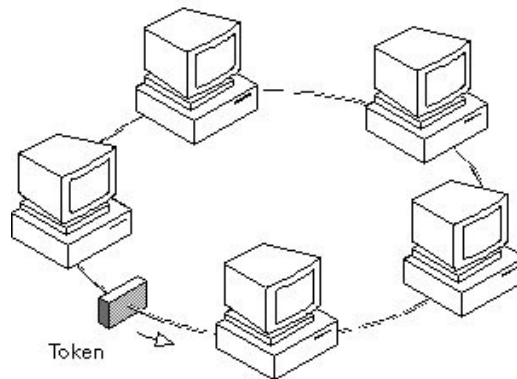


Figure 4.18 Token Passing (Token Ring)

(Source: <https://www.cse.iitk.ac.in/users/dheeraj/cs425/lec07.html>)

या प्रवेश पद्धतीमध्ये, टोकन, म्हणजेच प्रसारित करण्याचा अधिकार, एका उपकरणातून दुसऱ्या उपकरणात पाठवला जातो. हे मास्टर-स्लेव्ह किंवा

पीअर-टू-पीअर आधारावर केले जाऊ शकते. पीअर-टू-पीअर पासिंगच्या बाबतीत, एक तथाकथित टोकन रिंग तयार केली जाते, जी वास्तविक किंवा तार्किक असू शकते. पासिंग क्रम अनुप्रयोगावर अवलंबून असतो आणि सिस्टमच्या नियोजनादरम्यान परिभाषित केला जातो. ही पद्धत प्रत्येक उपकरणाला बसचा योग्य वाटा देते, कारण प्रत्येकाला प्रीसेट कालावधीत प्रसारित करण्याची परवानगी असते. सिस्टमभोवती टोकन पास करण्यासाठी लागणारा वेळ वैयक्तिक सदस्यांच्या मतदानाची वारंवारता निश्चित करतो. H1 लेयरवर निर्धारक संप्रेषण सुनिश्चित करण्यासाठी फाउंडेशन फील्डबस द्वारे टोकन पासिंगचा वापर केला जातो.

D. स्टोकास्टिक किंवा रँडम बस एक्सेस :

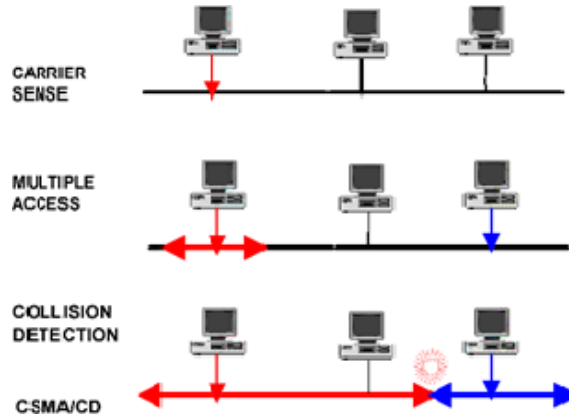


Figure 4.19 Stochastic or Random bus access

(Source: <https://sanchitgurukul.com/csma-cd-managing-collisions-in-ethernet-networks/>)

अनेक रँडम-एक्सेस पद्धती आहेत ज्यापैकी सी एस एम ए / सी डी (CSMA/CD) सर्वात प्रसिद्ध आहे. सी एस एम ए / सी डी (CSMA/CD) म्हणजे कॅरियर सेन्स मल्टिपल अॅक्सेस विथ कोलिजन डिटेक्शन. बसमधील सर्व उपकरणांना ट्रान्समिट करण्याचा अधिकार आहे. प्रत्येक उपकरण सतत बस ऐकतो (किंवा इंद्रिये). जर हे मोफत असेल, तर कोणतेही उपकरण त्याचा डेटा ट्रान्समिट करू शकते. जर अनेक उपकरण एकाच वेळी ट्रान्समिट करू इच्छित असतील, तर टक्कर आढळते आणि सर्व मागे पडतात.

प्रत्येक उपकरणातील एक रँडम जनरेटर नंतर तो पुन्हा ट्रान्समिट करण्याचा प्रयत्न करण्यापूर्वी किती वेळ निघून गेला पाहिजे हे निर्धारित करतो. सी एस एम ए / सी डी (CSMA/CD) बस अॅक्सेस पद्धत इथरनेट प्रोटोकॉलमध्ये निर्दिष्ट केली आहे आणि ऑफिस नेटवर्क्स आणि ऑटोमेशन सिस्टमच्या उच्च पातळींमध्ये वापरली जाते. फील्ड आणि कंट्रोल लेव्हलवर ते सेंट्रलाइज्ड अॅक्सेस मॅनेजमेंट पद्धतीने समर्थित असले पाहिजे कारण स्कॅनिंगची कोणतीही कठोर कालावधी नसते.

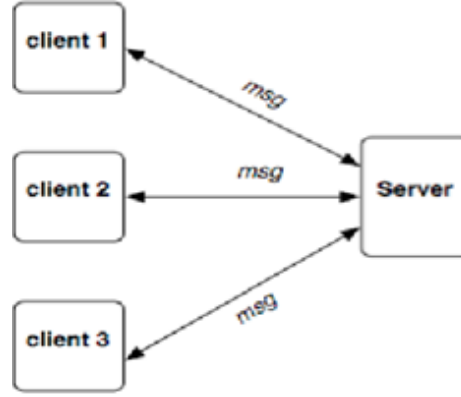
E. क्लायंट सर्वर :

Figure 4.20 Client Server

(Source: https://launchschool.com/books/sql/read/interacting_with_postgresql)

क्लायंट त्याच्या सर्वर कम्युनिकेशन पार्टनरला एक विनंती पाठवतो. जेव्हा विनंती केलेली कृती अंमलात आणली जाते आणि त्याची पुष्टीकरण आवश्यक असते, तेव्हा सर्वर क्लायंटला प्रतिसाद देतो. जर क्लायंट त्याच्या कम्युनिकेशन पार्टनरचा सर्वर देखील असेल, तर तो संबंध पीअर-टू-पीअर असल्याचे म्हटले जाते. अन्यथा ते मास्टर-स्लेव्ह मानले जाऊ शकते.

F. प्रकाशक-सदस्य (Publisher-Subscriber):

Figure 4.21 Publisher-Subscriber

(Source: <https://sammanipalansuriya.medium.com/publisher-subscriber-pattern-with-azure-8b4e9ca24dac>)

सर्व उपकरणे बसमधील रहदारी सतत ओळखतात. प्रकाशकाला जेव्हा प्रसारित करण्याचा अधिकार असतो तेव्हा तो त्याचा डेटा प्रसारित करतो. डेटाचे सदस्य ओळखतात की ते त्यांच्यासाठी स्वारस्यपूर्ण आहेत आणि त्यांच्या स्थानिक प्रती अद्यतनित करतात. पावतीची थेट पुष्टी नसते. जेव्हा संप्रेषण बस मध्यस्थांद्वारे नियंत्रित केले जाते, तेव्हा हस्तांतरण अचूक नियतकालिक आधारावर शेड्यूल केले जाऊ शकते. प्रकाशक-ग्राहक पद्धत उत्पादक-ग्राहक पद्धत म्हणून देखील ओळखली जाते.

4.4.3 संप्रेषण (कम्युनिकेशन) प्रोटोकॉल:

A. मॉडबस :

मॉडबस (MODBUS) हा काही वर्षांपूर्वी Gould-Modicon ने विकसित केलेला एक औद्योगिक मानक प्रोटोकॉल आहे आणि ही एक मेसेजिंग सेवा आहे जी विविध भौतिक स्तरांवर चालते. त्याच्या दोन खुल्या आवृत्त्या येथे मनोरंजक आहेत:

1. RS-485 (किंवा RS-422) भौतिक स्तर म्हणून वापरल्याने बस स्ट्रक्चरमध्ये मॉडबस (MODBUS) डिव्हाइसेसना पीएलसी (PLC) शी जोडता येते, ज्याद्वारे ऑनलाँग डिव्हाइसेसना गेटवेद्वारे जोडले जाऊ शकते.
2. मॉडबस टीसीपी (ज्याला MODBUS TCP/IP असेही म्हणतात), भौतिक स्तर म्हणून इथरनेटचा वापर करून, वेगवेगळ्या नेटवर्कमधील पीएलसी दरम्यान डेटाची देवाणघेवाण करण्यास अनुमती देते.

(a) सिरीयल मॉडबस: मास्टर स्लेव्ह

(b) टीसीपी / आयपी: सी एस एम ए / सी डी (CSMA/CD)

(टीप: विद्यार्थी आधीच्या स्पष्टीकरणात दिलेल्या बस ॲक्सेस पद्धतीचा संदर्भ घेऊ शकतात.)
Modbus आर्किटेक्चर: खालील आकृती सामान्य सिस्टम आर्किटेक्चर दर्शवते.

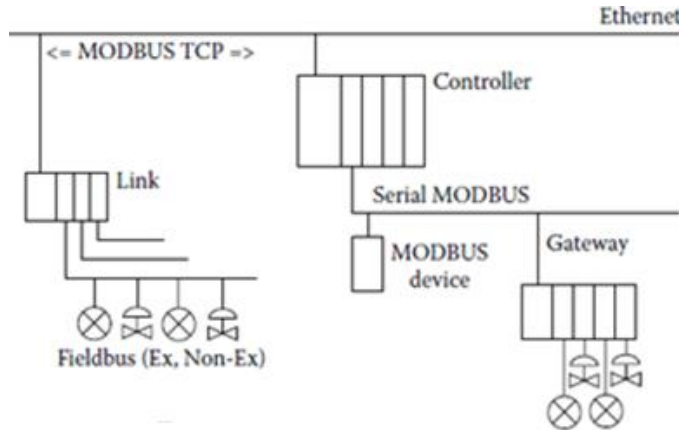


Figure 4.22 Typical Modbus architecture

(Source: Instruments Engineers Handbook Process software and digital networks By, B.G. Liptak)

मॉडबस प्रोटोकॉल मास्टर-स्लेव्ह संबंधात डेटाची देवाणघेवाण करतो. प्रत्येक स्लेव्हचा एक अद्वितीय पत्ता असतो आणि डेटा स्लेव्ह ॲड्रेस रजिस्टरमधील त्यांच्या स्थानावरून ओळखला जातो. मॉडबस प्रोटोकॉलची काही वैशिष्ट्ये निश्चित केली जातात, जसे की फ्रेम फॉरमॅट, फ्रेम सीक्वेन्स, कम्युनिकेशन एरर हाताळणे, अपवाद अटी आणि केलेले फंक्शन्स. इतर

वैशिष्ट्ये वापरकर्त्याने निवडण्यायोग्य आहेत; यामध्ये ट्रान्समिशन माध्यम, बॉर्ड रेट, कॅरेक्टर पॅरिटी, स्टॉप बिट्सची संख्या आणि ट्रान्समिशन मोड्स (ASCII किंवा RTU) यांचा समावेश आहे. प्रोटोकॉलद्वारे वाहून नेल्या जाणाऱ्या डेटाची सामग्री देखील मुक्तपणे निवडण्यायोग्य आहे, म्हणजेच, स्ट्रिंग, इंटिजर्स, प्लोटिंग-पॉइंट नंबर इत्यादींबद्दल काहीही सांगितले जात नाही. मॉडबस प्रोटोकॉल मास्टर आणि स्लेव्ह डिव्हाइसेसमधील क्वेरी आणि प्रतिसाद चक्र नियंत्रित करतो. फक्त मास्टरच व्यवहार सुरू करू शकतो.

डेटाची देवाणघेवाण दोन ट्रान्समिशन मोडमध्ये करता येते: ASCII (अमेरिकन स्टँडर्ड कोड फॉर इन्फॉर्मेशन इंटरचेंज) आणि RTU (रिमोट टर्मिनल युनिट). त्यांच्यातील प्रमुख फरक म्हणजे संदेशावर केलेल्या त्रुटी तपासणीचा प्रकार आणि वापरलेल्या वर्णांची संख्या.

MODBUS वैशिष्ट्ये :

खालील तक्त्यामध्ये मॉडबस प्रोटोकॉलचा मुख्य तांत्रिक डेटा सारांशित केला आहे:

Table 4.4.1 Features of Modbus protocol

(Source: Instruments Engineers Handbook Process software and digital networks By, B.G. Liptak)

TABLE Principal Technical Data for MODBUS		
Property	Serial MODBUS	MODBUS TCP
Standard	Industrial standard	Industrial standard
Physical layer	Not specified, but usually RS-422, RS-485	10BaseTX, 100BaseTX
Length	1200 m at 19.2 kbit/s	100 m
Transmission rate	Max. 19.2 kbit/s	10/100 Mbit/s
Bus access method	Master-slave	CSMA/CD
Participants	1 master, max 247 slaves	Logical: limited by address range only Practical: limited by response time

B. प्रोफिबस :

प्रोफिबस (प्रोसेस फील्डबस) हे एक ओपन फील्डबस मानक आहे. ते जर्मनीमध्ये विकसित केले गेले आणि 1992 मध्ये राष्ट्रीय मानक म्हणून प्रकाशित झाले. युरोपियन मानक EN 50170 सुमारे एक वर्षानंतर अनुसरण केले गेले. प्रक्रिया ऑटोमेशनमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या प्रोफिबस DP (विकेंद्रित परिघ) आणि प्रोफिबस पी ए (प्रोसेस ऑटोमेशन) या अनुप्रयोग प्रोफाइल 2000 मध्ये प्रकाशित झालेल्या IEC 61158 मानकात समाविष्ट केल्या आहेत. बस प्रवेश पद्धत (Bus Access Method):

(अ) प्रोफिबस पीए - टोकन पासिंगसह मास्टर स्लेव्ह.

(ब) प्रोफिबस डीपी - टोकन पासिंगसह मास्टर स्लेव्ह.

(टीप: विद्यार्थी मागील स्पष्टीकरणात दिलेल्या बस प्रवेश पद्धतीचा संदर्भ घेऊ शकतात.)

I. प्रोफिबस आर्किटेक्चर :

खालील आकृती एक सामान्य PROFIBUS प्रक्रिया ऑटोमेशन नेटवर्क दर्शविते. हे पाहिले जाऊ शकते की प्रोफिबस डीपी (आवृत्ती DPV1) H2 नियंत्रण नेटवर्क बॅकबोन आणि प्रोफिबस पी ए H1 फील्डबस प्रदान करते.

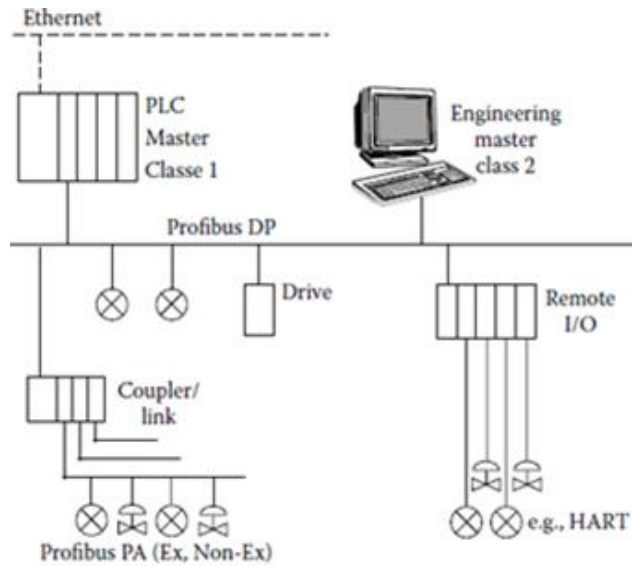


Figure 4.23 Typical Profibus architecture

(Source: Instruments Engineers Handbook Process software and digital networks By, B.G. Liptak)

येथे,

- पीएलसी क्लास १ मास्टर म्हणून काम करते आणि स्लेव्शी चक्रीय किंवा चक्रीयरित्या संवाद साधते.
- अभियांत्रिकी साधन क्लास २ मास्टर म्हणून काम करते आणि कोणत्याही डिव्हाइसशी चक्रीयपणे संवाद साधते, एकतर त्याच्या स्वतःच्या वेळापत्रकानुसार किंवा डिव्हाइसच्या विनंतीनुसार.
- टोकन पासिंगद्वारे माध्यम दोन मास्टर्समध्ये सामायिक केले जाते.
- जेव्हा मास्टरला ट्रान्समिट करण्याचा अधिकार असतो, तेव्हा तो त्याच्या स्लेव्शी मास्टर-स्लेव् संबंधात बोलतो.
- प्रोफिबस पी ए सेगमेंटवरील फील्ड डिव्हाइसेस, म्हणजेच सेन्सर्स आणि अॅक्च्युएटर्स, सेगमेंट कपलर किंवा लिंकद्वारे प्रोफिबस डीपी मास्टरशी संवाद साधतात.

II. प्रोफिबस वैशिष्ट्ये:

प्रोफिबसच्या तांत्रिक वैशिष्ट्यांचा आढावा खाली दिला आहे:

Table 4.4.2 Features of Profibus protocol

(Source: Instruments Engineers Handbook Process software and digital networks By, B.G. Liptak)

TABLE <i>Principal Technical Data of PROFIBUS PA and PROFIBUS DP Version DPV1</i>		
<i>Property</i>	<i>PROFIBUS PA</i>	<i>PROFIBUS DPV1</i>
Standard	DIN 19245 Part 4; EN 50170, Part 2; IEC-61158 Type 3	DIN 19245 Parts 1 to 3, Version DPV1; EN 50170, Part 2; IEC 61158 Type 3
Protocol	PROFIBUS DP	PROFIBUS DP
Physical layer	IEC 61158-2	RS-485 and/or fiber optics
Length	Max. 1900 m for safe and EEx ib areas Max. 1000 m for EEx ia	Up to 1200 m, depending upon transmission rate
Transmission rate	31.25 kbit/s	9600 bit/s to 12 Mbit/s
Bus access method	Handled from PROFIBUS-DP side	Master-slave with token passing
Participants	32 in safe areas, approx. 24 in EEx ib and approx. 10 in EEx ia	Per segment: max 32 Logical: max 126 (using repeaters), including max. 32 as masters

C. हायवे अँड्रिसेबल रिमोट ट्रान्सड्यूसर (HART) प्रोटोकॉल :

a. हार्ट प्रोटोकॉल म्हणजे काय?

हार्ट (हायवे अँड्रिसेबल रिमोट ट्रान्सड्यूसर) हा एक द्वि-दिशात्मक डिजिटल डेटा कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल आहे जो बुद्धिमान फील्ड इन्स्ट्रुमेंट्स आणि होस्ट सिस्टम्स दरम्यान डेटा अॅक्सेस प्रदान करतो. हे पारंपारिक ४ - २० मिलीॲंप सिग्नलच्या वर स्तरित आहे जे DCS किंवा PLC सिस्टम किंवा हँड-हेल्ड कम्युनिकेटरमधून दूरस्थपणे अंमलात आणण्यासाठी प्रगत डेटा पुनर्प्राप्ती आणि कॉन्फिगरेशन पर्याय प्रदान करते. होस्ट हे तंत्रज्ञांच्या लॅपटॉपमधील कोणतेही सॉफ्टवेअर ॲप्लिकेशन असू शकते जे कोणत्याही नियंत्रण अल्गोरिदम वापरून प्लांटची प्रक्रिया, मालमत्ता व्यवस्थापन, सुरक्षा किंवा इतर सिस्टम नियंत्रित करण्यासाठी वापरले जाते.

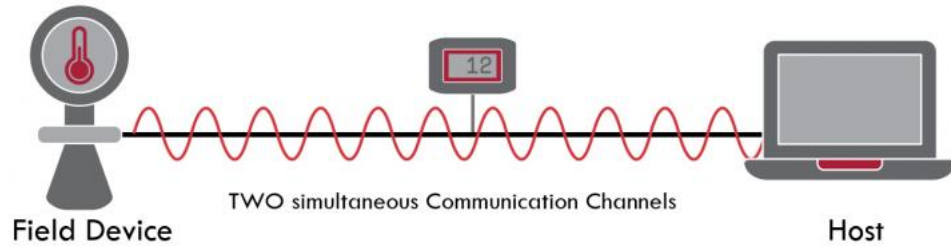


Figure 4.24 HART Protocol concept

(Source: <https://www.fieldcommgroup.org/technologies/hart/hart-technology-explained>)

b. हार्ट (HART) कसे काम करते?

हार्ट (HART) हा सोपा, विश्वासाई आणि वापरण्यास सोपा मास्टर, स्लेव्ह प्रोटोकॉल आहे. याचा अर्थ असा की स्लेव्ह डिव्हाइस फक्त मास्टरने निर्देश दिल्यावरच बोलते. वरील आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे हार्ट (हायवे अँड्रिसेबल रिमोट ट्रान्सड्यूसर) दोन एकाच वेळी संप्रेषण चॅनेल प्रदान करते, एक ॲनालॉग, दुसरा डिजिटल.

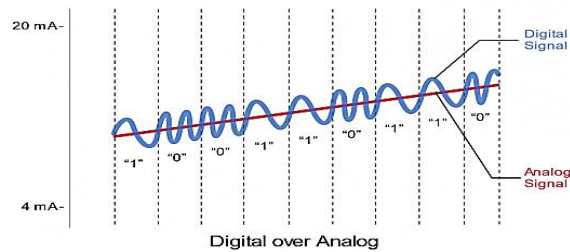


Figure 4.25 Two simultaneous communication channels of HART

(Source: <https://instrumentationtools.com/what-is-hart-protocol/>)

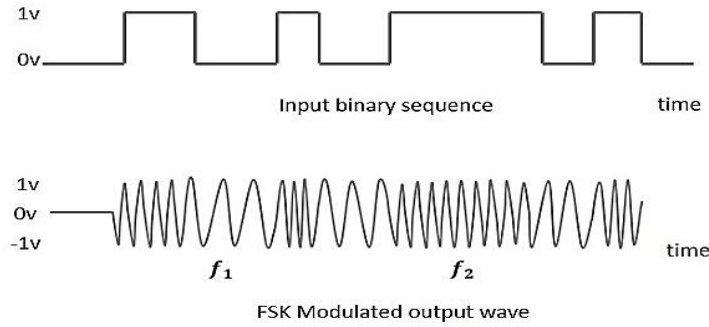


Figure 4.26 Frequency Shift Keying (FSK)

(Source: <https://instrumentationtools.com/what-is-hart-protocol/>)

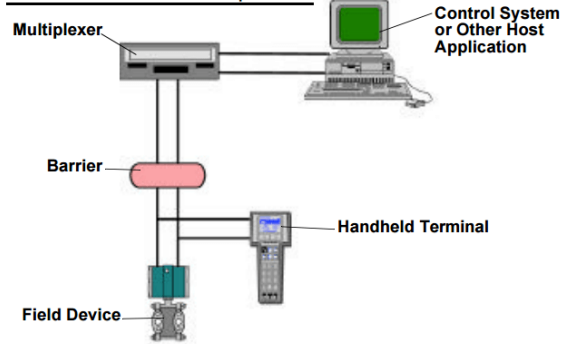
- हार्ट प्रोटोकॉल 4-20 mA च्या वर कमी पातळीवर डिजिटल कम्युनिकेशन सिग्नल ओव्हरलॅप करण्यासाठी फ्रिक्वेन्सी शिफ्ट कीइंग (FSK) पद्धत वापरतो. वरील आकृती विचारात घ्या.
- हार्ट कम्युनिकेटर दोन एकाच वेळी कम्युनिकेशन चॅनेल प्रदान करतो, एक 4-20 mA चा अॅनालॉग सिग्नल आणि दुसरा डिजिटल.
- 4-20 mA चा अॅनालॉग करंट सिग्नल 4-20 mA करंट लूप वापरणाऱ्या फील्ड इन्स्ट्रुमेंटच्या बाबतीत प्राथमिक प्रक्रिया चल प्रसारित करतो.
- होस्ट सिस्टम नंतर हार्ट सॉफ्टवेअरने परिभाषित केलेल्या पॅरामीटर्सनुसार वर्तमान सिग्नलला भौतिक प्रमाणात रूपांतरित करते. उदाहरणार्थ, 4 mA = 40 अंश सेल्सिअस.
- अॅनालॉग सिग्नलवर सुपरइम्पोज केलेल्या डिजिटल सिग्नलद्वारे अतिरिक्त डिव्हाइस माहिती इंटरफेस केली जाते.
- डिजिटल सिग्नलमध्ये फील्ड डिव्हाइसमधून मिळालेली माहिती असते जसे की डिव्हाइसची स्थिती, निदान, अतिरिक्त मोजलेले किंवा गणना केलेले मूल्ये इ.

c. हार्ट नेटवर्कचे प्रकार:

हार्ट -सक्षम डिव्हाइस दोनपैकी एका कॉन्फिगरेशनमध्ये कार्य करू शकतात:

i) पॉइंट-टू-पॉइंट :

जेव्हा हार्ट -सक्षम डिव्हाइस आणि होस्ट सिस्टम दरम्यान हार्ट संप्रेषण होते. प्राथमिक चल (डेटा) अॅनालॉग सिग्नलद्वारे संप्रेषित केला जातो आणि सर्व अतिरिक्त चल डिजिटल सिग्नल वापरून संप्रेषित केले जातात. होस्ट सिस्टममध्ये दोन मास्टर्स असू शकतात: एक प्राथमिक आणि एक दुय्यम मास्टर.

Point-to-Point Mode of Operation

Note: Instrument power is provided by an interface or external power source that is not shown.

Figure 4.27 Point-to-point configuration

(Source: <https://instrumentationtools.com/what-is-hart-protocol/>)

ii) मल्टी-ड्रॉप :

जेव्हा अनेक हार्ट -सक्षम उपकरणे एका ट्रान्समिशन लाईनला समांतर जोडली जातात. हार्ट v07 नुसार, मल्टी-ड्रॉप कॉन्फिगरेशनमध्ये 64 फील्ड उपकरणे हार्ट बसशी जोडली जाऊ शकतात. ही उपकरणे डेटा कम्युनिकेशनसाठी फक्त डिजिटल चॅनेल वापरतात तर ॲनालॉग सिग्नल 4 mA वर स्थिर ठेवला जातो. प्रत्येक उपकरणाचा एक अद्वितीय हार्ट पत्ता असतो आणि कोणतेही दोन उपकरण एकाच वेळी ट्रान्समिशन लाईनमध्ये प्रवेश करू शकत नाहीत.

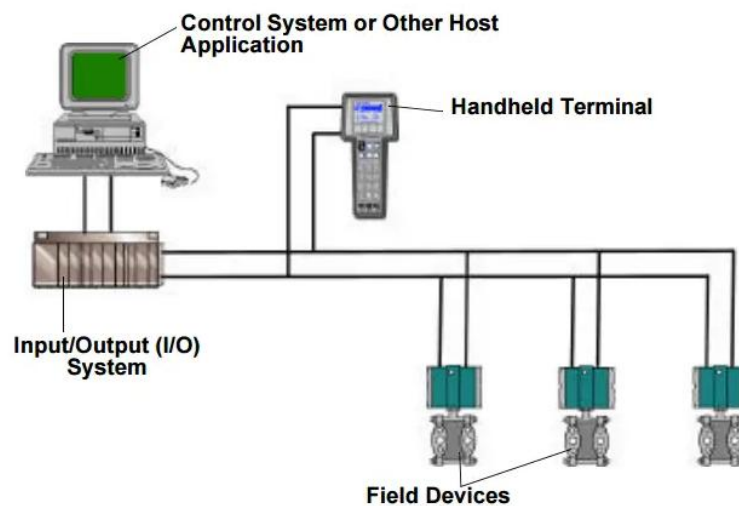
Multidrop Mode of Operation

Figure 4.28 Multi-drop configurations

(Source: <https://instrumentationtools.com/what-is-hart-protocol/>)

iii) RS232 - डेटा कम्युनिकेशनसाठी मानके (Standards) :

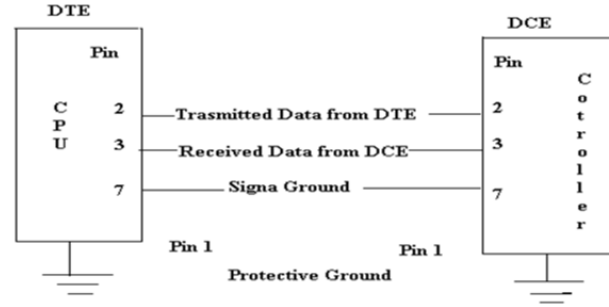
RS-232, किंवा शिफारस केलेले मानक 232, हे एक सिरीयल कम्युनिकेशन मानक आहे जे संगणक, मोडेम आणि प्रिंटर सारख्या उपकरणांना जोडण्यासाठी वापरले जात असे. ते 1960 मध्ये इलेक्ट्रॉनिक इंडस्ट्रीज असोसिएशन (EIA) ने विकसित केले होते आणि एकेकाळी सर्वात जास्त वापरले जाणारे कम्युनिकेशन मानक होते. तथापि, त्यानंतर ते मोठ्या प्रमाणात यूएसबी, इथरनेट आणि वायरलेस सारख्या आधुनिक तंत्रज्ञानाने बदलले आहे.

RS-232(X) हा एक सिरीयल कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल आहे, जो सामान्यतः दोन उपकरणांमधील सिरीयल डेटा हस्तांतरित करण्यासाठी आणि प्राप्त करण्यासाठी वापरला जातो. ते सिंक्रोनस आणि असिंक्रोनस दोन्ही डेटा ट्रान्समिशनला समर्थन देते. औद्योगिक वातावरणातील अनेक उपकरणे अजूनही RS-232 कम्युनिकेशन केबल वापरत आहेत.



Figure 4.29 RS232 cable
(Source: <https://StarTech.com/>)

RS-232 केबल वेगवेगळ्या बॉर्ड दराने काम करते जसे की 9600 बिट्स/सेकंद, 2400 बिट्स/सेकंद, 4800 बिट्स/सेकंद इत्यादी. RS-232 केबलमध्ये दोन-टर्मिनल उपकरणे आहेत. डेटा टर्मिनल उपकरण (DTE) आणि डेटा कम्युनिकेशन उपकरण (DCE). दोन्ही उपकरणे सिग्नल पाठवतील आणि प्राप्त करतील. डेटा टर्मिनल उपकरण हे संगणक टर्मिनल आहे आणि डेटा कम्युनिकेशन उपकरण हे मोडेम किंवा पीएलसी (PLC) नियंत्रक आहेत, इ.



Typical RS-232 Wiring

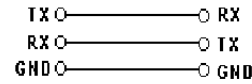


Figure 4.30 RS232 transmission standard wiring
(Source: <https://www.elprocus.com/max232/>)

एक सिरीयल पोर्ट एका वायरवरून एका वेळी एक-बिट डेटा पाठवतो आणि प्राप्त करतो आणि तो डेटा खूप हळूहळू ट्रान्सफर करतो. सर्वात जास्त वापरल्या जाणाऱ्या सिरीयल केबल कनेक्टरचे प्रकार म्हणजे 9-पिन कनेक्टर DB9 आणि 25-पिन कनेक्टर DB-25. त्यापैकी प्रत्येक पुरुष किंवा महिला प्रकार असू शकतो.

iv) RS-232 ची वैशिष्ट्ये :

- डेटा ट्रान्सफर: RS-232 एका वेळी एका बिटने डिव्हाइसेसमध्ये डेटा सिरीज पद्धतीने ट्रान्सफर करते.
- डेटा रेट: RS-232 20 Kbps पर्यंत डेटा रेटवर ऑपरेट करू शकते.
- ट्रान्समिशन अंतर: RS-232 15 मीटर (50 फूट) पर्यंत डेटा ट्रान्सफर करू शकते.
- कनेक्टर: RS-232 केबल्स सामान्यतः 9 किंवा 25-पिन वायरिंगसह उपलब्ध असतात.
- व्होल्टेज पातळी: RS-232 व्होल्टेज पातळी -12 ते +12 व्होल्ट पर्यंतच्या श्रेणी म्हणून परिभाषित केल्या जातात.
- प्रोटोकॉल: RS-232 हा एक असिंक्रोनस सिरीयल प्रोटोकॉल आहे, ज्याचा अर्थ डेटाचे बिट्स घड्याळाच्या पल्सद्वारे सिंक्रोनाइझ केलेले नाहीत.

v) RS232 ची मर्यादा :

- मर्यादित अंतर - केबलची लांबी 50 फूट किंवा त्यापेक्षा कमी मर्यादित आहे.
- आवाजाला संवेदनशील - RS232 सिंगल-एंडेड आहे, याचा अर्थ ट्रान्समिट आणि रिसीव्ह लाईन्स एका कॉमन ग्राउंडला संदर्भित आहेत.
- मल्टी-ड्रॉप नाही - तुम्ही प्रत्येक पोर्टमध्ये फक्त एक RS232 प्रोटोकॉल डिव्हाइस कनेक्ट करू शकता.

vi) RS422 - डेटा कम्युनिकेशनसाठी मानके (Standards) :

RS422 हे RS232 प्रोटोकॉलसारखेच आहे आणि त्याच पद्धतीने प्रोग्राम केले जाऊ शकते, तथापि, त्याचे काही फायदे आणि तोटे आहेत. RS232 पेक्षा जास्त डेटा दर सिरीयल डेटा लाईन्सवर ट्रान्सफर करण्यासाठी RS422 सादर करण्यात आले.

RS-422 इंटरफेस तुम्हाला एकाच वेळी वेगळ्या लाईन्सवर (पूर्ण डुप्लेक्स) संदेश पाठविण्यास आणि प्राप्त करण्यास अनुमती देतो, परंतु यासाठी एक भिन्न सिग्नल वापरतो, म्हणजे कंडक्टर A आणि B मधील संभाव्य फरक. RS-422 मधील डेटा ट्रान्सफर गती अंतरावर अवलंबून असते आणि 10 kbps (1200 मीटर) ते 10 Mbps (10 मीटर) पर्यंत बदलू शकते. RS-422 नेटवर्कमध्ये, फक्त एक ट्रान्समिटिंग डिव्हाइस आणि 10 पर्यंत रिसीव्हिंग डिव्हाइस असू शकतात.

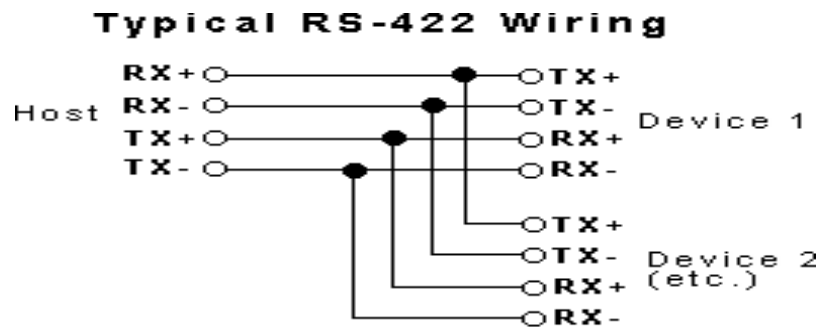


Figure 4.31 RS422 transmission standard wiring
(Source: <https://www.omega.co.uk/techref/das/rs-232-422-485.html>)

vii) RS485 - डेटा कम्युनिकेशनसाठी मानके (Standards):

RS485 हे RS422 सारखेच आहे. इतके की त्यामुळे अनेकदा गोंधळ होतो. दोन्हीही मल्टी-ड्रॉप आहेत आणि दोघेही खूप लांब अंतरावरून संवाद साधू शकतात, मग एकापेक्षा एक का निवडावे? सर्वप्रथम, RS485 ही साधारणपणे 2 - वायर सिस्टीम आहे, जरी काही उत्पादक 4 - वायर RS485 निर्दिष्ट करू शकतात, जी खूपच कमी सामान्य आहे आणि RS422 प्रोटोकॉलसारखीच आहे.

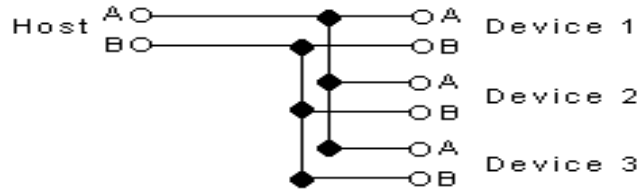
Typical 2-Wire RS-485 Wiring

Figure 4.32 RS485 transmission standard wiring

(Source: <https://www.omega.co.uk/techref/das/rs-232-422-485.html>)

एखाद्या उपकरणाचा विचार करताना कोणते उपकरण वापरले जात आहे हे ओळखणे महत्वाचे आहे. 2 - वायर RS485 आणि RS422 मधील काही मुख्य फरक येथे आहेत:

- RS485 मध्ये अनेक कमांडिंग डिव्हाइसेस आणि अनेक लिसनिंग डिव्हाइसेस असू शकतात. RS422 मध्ये फक्त एक कमांडर आणि अनेक लिसनर्स असू शकतात.
- RS485 पिनआउट वायरिंग सोपे आहे कारण तुम्ही 4 ऐवजी फक्त 2 वायर्स वापरत आहात.
- RS485 प्रोग्रामिंग करणे अधिक कठीण आहे, कारण तुम्ही एकाच दोन वायर्सवर पाठवत आणि प्राप्त करत आहात, तुम्हाला योग्य वेळी ट्रान्समीटर सक्षम आणि अक्षम करणे आवश्यक आहे जेणेकरून तुम्ही योग्य संप्रेषण करू शकाल.

viii) RS 232, RS 422 आणि RS 485 मधील फरक:

Table 4.4.3 Difference between RS 232, RS 422 and RS 485

(Source: <https://oringnet.com/en/knowledge-base/what-is-rs-232,-rs-422-and-rs-485>)

Specifications	RS-232	RS-422	RS-485
Cabling	Point-to-Point	Point-to-Point Multi-drop	Point-to-Point Multi-drop
Number of Devices	1 transmitter 1 receiver	1 transmitter 10 receivers	32 transmitters 32 receivers
Max. Theoretical Distance	50 feet	4000 feet	4000 feet
Max. Data Rate	1Mbps	10Mbps	>10Mbps
Duplex Type	Full Duplex	Full Duplex Half Duplex	Full Duplex Half Duplex
Operation	Unbalanced	Balanced (Differential)	Balanced (Differential)
Receiver Sensitivity	± 3 mV	± 200 mV	± 200 mV

स्वाध्यायः

1. List any four applications of SCADA.
SCADA चे कोणतेही चार अनुप्रयोग लिहा.
2. State the Need of SCADA in automation.
ऑटोमेशनमध्ये SCADA ची गरज सांगा.
3. List various elements of SCADA system.
SCADA प्रणालीच्या विविध घटकांची यादी करा.
4. List different editors used in SCADA.
SCADA मध्ये वापरल्या जाणाऱ्या वेगवेगळ्या संपादकांची यादी करा.
5. Give any four-communication protocol used in SCADA communication.
SCADA कम्युनिकेशनमध्ये वापरले जाणारे कोणतेही चार-कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल द्या.
6. State the typical applications of HMI in automation.
ऑटोमेशनमध्ये HMI चे विशिष्ट उपयोग सांगा.
7. What is HMI? State its function automation.
HMI म्हणजे काय? त्याचे फंक्शन ऑटोमेशन सांगा.
8. List different network Topologies used in industrial networks.
औद्योगिक नेटवर्कमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या वेगवेगळ्या नेटवर्क टोपोलॉजीजची यादी करा.
9. Explain the working of a bus topology using its structure.
बस टोपोलॉजीची रचना वापरून त्याचे कार्य स्पष्ट करा.
10. List different modes of network communication. (any four)
नेटवर्क कम्युनिकेशनच्या वेगवेगळ्या पद्धतींची यादी करा. (कोणत्याही चार)
11. List any four features of Profibus.
प्रोफिबसच्या कोणत्याही चार वैशिष्ट्यांची यादी करा.
12. List any four features of Modbus.
मॉडबसच्या कोणत्याही चार वैशिष्ट्यांची यादी करा.
13. Draw basic architecture of SCADA system and explain its parts.
SCADA प्रणालीची मूलभूत रचना काढा आणि त्याचे भाग स्पष्ट करा.
14. What is MTU? Explain its functions using diagram.
MTU म्हणजे काय? आकृती वापरून त्याची कार्ये स्पष्ट करा.
15. Describe any four applications of SCADA in brief.
SCADA च्या कोणत्याही चार अनुप्रयोगांचे थोडक्यात वर्णन करा.
16. Compare PLC and SCADA system on any four-six points.
कोणत्याही चार-सहा मुद्द्यांवर PLC आणि SCADA प्रणालीची तुलना करा.
17. List different editors in SCADA (any four) and describe the functions of each.
SCADA मधील वेगवेगळ्या संपादकांची यादी करा (कोणत्याही चार) आणि प्रत्येकाच्या कार्याचे वर्णन करा.
18. What is RTU? Explain its function using neat diagram.
RTU म्हणजे काय? त्याचे कार्य व्यवस्थित आकृती वापरून स्पष्ट करा.

19. Draw a neat architecture for HMI and describe its function.
HMI साठी एक सुबक आर्किटेक्चर काढा आणि त्याचे कार्य वर्णन करा.
20. What is RS 232 data communication standard?
आरएस २३२ डेटा कम्युनिकेशन स्टँडर्ड म्हणजे काय?
21. What is MODBUS communication protocol? Explain its architecture using neat diagram.
मॉडबस कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल म्हणजे काय? नीट आकृती वापरून त्याची रचना स्पष्ट करा.
22. What is Fieldbus communication protocol? Explain its architecture using neat diagram.
फील्डबस कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल म्हणजे काय? सुबक आकृती वापरून त्याची रचना स्पष्ट करा.

संदर्भ (References):

Sr. No.	Author	Title
1	Stuart A. Bhoyar	Supervisory control and Data Acquisition
2	Bailey D. and Edwin W.	Practical SCADA for Industry
3	Rajesh Mehra, Vikrant Vij	PLC and SCADA- Theory and Practice
4	B.G. Liptak	Instruments Engineers Handbook Process software and digital networks

युनिट-5

स्कॅडा ऍप्लिकेशन डेव्हलपमेंट आणि एचएमआय (SCADA Application Development and HMI)

कोर्स निष्पत्ती (Course Outcome):

CO5: साध्या स्कॅडा आणि एचएमआय आधारित ऍप्लिकेशन विकसित करणे.
Develop simple SCADA and HMI based applications.

घटक निष्पत्ती (Theory Unit Outcomes):

- TLO 5.1** पीएलसी आणि स्कॅडा सिस्टमच्या इंटरफेसिंगमधील स्टेप्स ओळखणे.
Identify the steps in Interfacing of PLC and SCADA system.
- TLO 5.2** ओपीसीची आवश्यकता आणि आर्किटेक्चरचे वर्णन करणे.
Describe the need and architecture of OPC.
- TLO 5.3** दिलेल्या ऍप्लिकेशन्स साठी साध्या स्कॅडा स्क्रीन तयार करण्याच्या स्टेप्सचे वर्णन करणे.
Describe the steps in creating simple SCADA screen for a given application.
- TLO 5.4** दिलेल्या पीएलसीसह दिलेल्या एचएमआय पॅनेलला इंटीग्रेट करण्याच्या स्टेप्सची ओळखणे.
Identify the steps in integrating given HMI panel with given PLC.
- TLO 5.5** दिलेल्या सोप्या ऍप्लिकेशन्स साठी एचएमआय स्क्रीन विकसित करण्याच्या स्टेप्सची नोंद करणे.
Enlist the steps to develop HMI screen for the given simple application.

परिचय (Introduction) :

मागील युनिट मध्ये लर्नरने स्कॅडा आणि एचएमआय सिस्टमच्या आर्किटेक्चर आणि नेटवर्किंग प्रोटोकॉलविषयी त्यांचे प्रकार आणि एससीएडीएच्या एमटीयू आणि आरटीयूबद्दल संक्षिप्त वर्णन केले आहे. या युनिटमध्ये विद्यार्थी OPC सर्व्हर आणि त्याचे PLC सोबतचे इंटरफेसिंग याबद्दल माहिती मिळेल. विविध औद्योगिक अनुप्रयोगांच्या SCADA स्क्रीन डेव्हलपमेंटबद्दल देखील विद्यार्थ्यांना थोडक्यात माहिती मिळेल.

5.1 पीएलसीसह स्कॅडा सिस्टम इंटरफेसिंग :

पीएलसीसह स्कॅडा सिस्टमला इंटरफेस करण्यासाठी सामान्य स्टेप्सचे अनुसरण केले जाईल.

- नेटवर्क कनेक्शन सेट करून दोन डिव्हाइस दरम्यान एक कम्युनिकेशन चॅनेल स्थापित करा.
- मोडबस, इथरनेट/आयपी किंवा ओपीसी सारखे सुसंगत संप्रेषण प्रोटोकॉल निवडा.

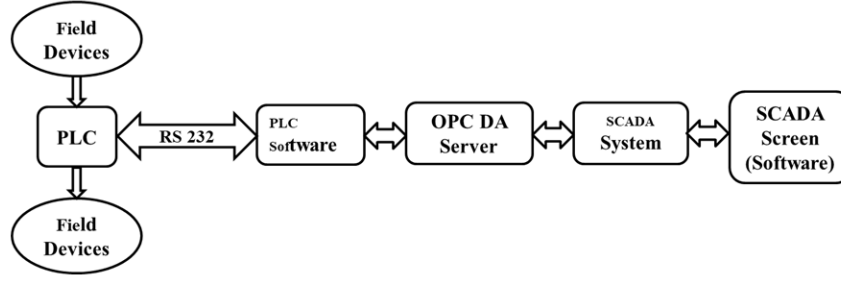


Figure. 5.1 Interfacing SCADA System with PLC

- iii. पीएलसी आणि एससीएडीए सिस्टम दोन्ही निवडलेल्या प्रोटोकॉलला समर्थन देतात याची खात्री करून घ्या, ज्यामुळे स्कॅडा इंटरफेसमधून डेटा एक्सचेंज आणि औद्योगिक प्रक्रियेच्या नियंत्रणास परमिशन मिळेल.

पीएलसी सॉफ्टवेअर आणि स्कॅडा दरम्यान संप्रेषण ओपीसी डीए सर्व्हरद्वारे प्राप्त केले जाते. खालील आकृती स्कॅडा सॉफ्टवेअरसह पीएलसी हार्डवेअरचे ठराविक कनेक्शन आकृती किंवा इंटरफेसिंग दर्शविते. पीएलसी हार्डवेअर योग्य पीएलसी सॉफ्टवेअरद्वारे ऑपरेट केले जाते.

पीएलसी ओपीसी डीए सर्व्हरसह इंटरफेस आहे. (केप्सर्व्हर किंवा मॅट्रिकॉन ओपीसी सॉफ्टवेअर वापरू शकतो) ओपीसी डीए सर्व्हर सर्व्हर-क्लायंट यंत्रणेवर कार्य करते, जे प्रक्रियेच्या व्हेरिबल्सच्या थेट आणि मागील डेटामध्ये प्रवेश प्रदान करते. ओएलई फॉर प्रोसेस कंट्रोल (ओपीसी) एक स्टॅंडर्ड आहे जे डेटाच्या सुरक्षित आणि विश्वासाई विनिमयासाठी भिन्न उत्पादकांच्या डिव्हाइस दरम्यान इंटरऑपरेबिलिटी प्रदान करते. डिव्हाइस, चॅनेल आणि गटांसह ओपीसी कॉन्फिगर करून विविध पीएलसी पॅरामीटर्स ओपीसी सर्व्हरमध्ये रिल टाइममध्ये प्राप्त केले जातात. पीएलसी इनपुट आणि आउटपुट पॅरामीटर्स दर्शविण्यासाठी अनेक टॅग परिभाषित केले आहेत.

आकृती 5.1 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, पीएलसी आणि स्कॅडा दरम्यान संप्रेषण स्थापित करण्यासाठी, ओपीसी डीए सर्व्हरवर, सामान्यतः आम्हाला खालील चरणांचे अनुसरण करणे आवश्यक आहे.

- पीएलसी आधारित ऍप्लिकेशन विकसित करणे.
- ओपीसी डीए सर्व्हर कॉन्फिगर करणे.
- टॅग निर्मिती.
- स्कॅडा ग्राफिक्स कॉन्फिगर करणे.
- स्कॅडा रनटाइम वातावरणात ऍप्लिकेशन रन करणे.

5.2 ऑब्जेक्ट लिंकिंग आणि एम्बेडिंग प्रोसेस कंट्रोल (ओपीसी) :

5.2.1 ओपीसी:

ओपन प्लॅटफॉर्म कम्युनिकेशन्स (OPC) इंडस्ट्रीअल ऑटोमेशन साठी एक स्टॅंडर्ड आहे. औद्योगिक ऑटोमेशन टास्क फोर्सने 1996 मध्ये ओएलई नावाच्या प्रक्रियेच्या नियंत्रणासाठी मूळ स्टॅंडर्ड विकसित केले (ऑब्जेक्ट लिंकिंग आणि प्रक्रिया

नियंत्रणासाठी एम्बेडिंग). ओपीसीचा वापर भिन्न उत्पादकांच्या नियंत्रण उपकरणांमधील रिल-टाइम प्लॉट डेटाच्या कम्युनिकेशन साठी केला जातो. विंडोज-आधारित सॉफ्टवेअर ऍप्लिकेशन साठी सामान्य ब्रिज प्रदान करण्यासाठी ओपीसीची रचना केली गेली होती (जसे की वेगवेगळ्या उत्पादकांकडून स्कॅडा आणि पीएलसी सॉफ्टवेअर म्हणून) आणि प्रक्रिया नियंत्रण हार्डवेअर.

5.2.2 नीड ऑफ ओपीसीची :

ओपीसी काय आहे आणि ते ऑटोमेशनच्या सर्वात मोठ्या कम्युनिकेशन्स च्या प्रॉब्लेम चे निराकरण कसे करते हे पाहण्यापूर्वी, प्रथम समस्या काय आहेत हे पाहणे योग्य आहे.

खालील घटकांची यादी आहे ज्याने पारंपारिकपणे सर्वात मोठ्या डेटा शेअरिंग समस्यांचे कारण बनविले आहे:

a) प्रोग्रामररी प्रोटोकॉल :

विक्रेत्यांनी बऱ्याचदा मालकीचे प्रोटोकॉल वापरले ज्यामुळे विशिष्ट उत्पादन लाइनमधील उत्पादनांना एकमेकांमध्ये कम्युनिकेशन साधण्याची परवानगी मिळाली, परंतु कस्टम ड्रायव्हर्सना इतर विक्रेत्यांच्या प्रॉडक्टशी कम्युनिकेशन साधण्याची आवश्यकता होती. समान विक्रेत्याकडून वेगवेगळ्या प्रॉडक्ट लाईन्स बऱ्याचदा एकमेकांमध्ये कॉम्युनिकेशन करत नाहीत, ज्यामुळे अतिरिक्त कनेक्टरची आवश्यकता आवश्यक आहे.

b) कस्टम ड्रायव्हर्स :

प्रत्येक एंड-टू-एंड कनेक्शनला विशिष्ट एंडपॉईंट्स दरम्यान कम्युनिकेशन सुलभ करण्यासाठी कस्टम ड्रायव्हर्सची आवश्यकता असते. उदाहरणार्थ, जर एखाद्या एचएमआयला पीएलसीशी संवाद साधण्याची आवश्यकता असेल तर त्यास पीएलसीद्वारे वापरल्या जाणाऱ्या विशिष्ट प्रोटोकॉलसाठी लिहिलेल्या कस्टम एचएमआय ड्रायव्हर्सची आवश्यकता आहे. जर हा पीएलसी डेटा रेकॉर्ड केला गेला असेल तर त्यास स्वतःचा ड्रायव्हर आवश्यक आहे कारण एचएमआय सानुकूल ड्रायव्हरचा उपयोग केवळ रेकॉर्डर नव्हे तर एचएमआयशी संवाद साधण्यासाठी केला जाऊ शकतो. विशिष्ट एंडपॉईंट्ससाठी सानुकूल ड्रायव्हर उपलब्ध नसल्यास, डेटा कॉम्युनिकेशन करणे कठीण आणि महाग होते.

c) कॉम्प्लेक्स इंटिग्रेशन :

प्रत्येक एन्ड पॉईंट्स दरम्यान कस्टम ड्रायव्हर्सच्या वापराचा अर्थ असा आहे की अगदी लहान डिव्हाइस आणि स्मॉल ऍप्लिकेशन देखील बऱ्याच ड्रायव्हर्सचा वापर करतात. सेम एचएमआय मल्टिपल संगणकांवर चालत आहे, सर्व सेम डिव्हाइससह कम्युनिकेशन करीत आहे, प्रत्येक संगणकावर समान ड्रायव्हर्सची

मल्टिपल इंस्टॉलेशन आणि कॉन्फिगरेशन आवश्यक आहे. जर एचएमआयएसने अतिरिक्त डिव्हाइसद्वारे संवाद साधला असेल तर प्रत्येक एचएमआयला प्रत्येक डिव्हाइससाठी स्वतःचा कस्टम ड्रायव्हर्सचा संच आवश्यक आहे. यामुळे नेटवर्कमध्ये ऑटोमेशन डिव्हाइसचे जटिल एकत्रीकरण होते.

d) ऑबसेलेन्स ऑफ लेगसी इन्फ्रास्ट्रक्चर :

व्हेंडर व्हेंडर न्यू प्रॉडक्ट रिलीज करत असताना अखेरीस ते ओल्डर प्रॉडक्टना समर्थन देणे थांबवतात. जेव्हा एचएमआयची नवीन एडिशन बाहेर येते, तेव्हा त्यास स्वतःच्या डिव्हाइस ड्रायव्हर्सच्या संचाची आवश्यकता असू शकते जी कधीकधी यापुढे एचएमआयच्या मागील आवृत्तीसह डिव्हाइससह संप्रेषणास समर्थन देऊ शकत नाही.

5.2.3 डेटा टाईप्स सॅपोर्टेड बायओपीसी:

डिव्हाइस कंट्रोलर आणि ऍप्लिकेशन यांच्यात ट्रान्सफर केलेले ऑटोमेशन डेटा सर्वात सामान्य प्रकार तीन विस्तृत कॅटगोरीज मध्ये डिव्हाइड करतात :

- i. रीअल-टाइम डेटा
- ii. रेकॉर्डेड डेटा
- iii. अलार्म आणि इव्हेंट डेटा

वरीलपैकी प्रत्येक मूल्य प्रकारांच्या विस्तृत श्रेणीस देखील समर्थन देते. या डेटा प्रकारांची काही सामान्य उदाहरणे म्हणजे एंटीजर, फ्लोटिंग पॉईंट, स्ट्रिंग, डेट आणि विविध अरे प्रकारांची नावे.

तीन डेटा श्रेणींशी संबंधित तीन प्रकारचे ओपीसी सर्व्हर आहेत:

- i. ओपीसी डेटा ऍक्सेस सर्व्हर (ओपीसी डीए) - रीअल -टाइम डेटा ट्रान्सपोर्ट करण्यासाठी वापरले जाते.
- ii. ओपीसी रेकॉर्डेड डेटा ऍक्सेस सर्व्हर सर्व्हर (ओपीसी एचडीए) - रेकॉर्डेड डेटा वाहतूक करण्यासाठी वापरले जाते.
- iii. ओपीसी अलार्म आणि इव्हेंट्स स्पेसिफिकेशन (ओपीसी ए आणि ई) - अलार्मिंग इन्फॉर्मेशन ट्रान्सपोर्ट करण्यासाठी वापरले जाते.

ओपीसीचे आर्किटेक्चर :

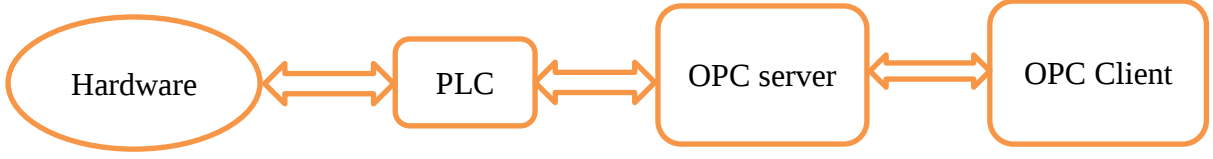


Figure. 5.2 Architecture of OPC

ओपीसी सर्व्हर हा एक सॉफ्टवेअर प्रोग्राम आहे जो पीएलसीद्वारे वापरलेल्या हार्डवेअर कम्युनिकेशन प्रोटोकॉलला ओपीसी प्रोटोकॉलमध्ये रूपांतरित करतो. ओपीसी क्लायंट सॉफ्टवेअर हा कोणताही प्रोग्राम आहे ज्यास एचएमआय सारख्या हार्डवेअरशी कनेक्ट करण्याची आवश्यकता आहे. ओपीसी क्लायंट हार्डवेअरवर डेटा मिळविण्यासाठी किंवा कमांड्स पाठविण्यासाठी ओपीसी सर्व्हरचा वापर करते.

5.2.4 बेनिफिट्स ऑफ युसिंग ओपीसी कनेक्टिव्हिटी:

- i. एक ओपीसी इनेबल्ड केलेला ॲप्लिकेशन डेटा सोर्सशी संबंधित कोणत्याही ड्राइव्हर सॉफ्टवेअरची आवश्यकता नसताना नेटवर्कवर व्हिसिबल असलेल्या कोणत्याही ओपीसी-सक्षम डेटा सोर्सशी फ्रीली कम्युनिकेट करू शकतो.
- ii. ओपीसी-एनबल्ड ॲप्लिकेशन त्यांना आवश्यक तितक्या ओपीसी-सक्षम डेटा सोर्सशी कम्युनिकेट करू शकतात. कनेक्शनच्या संख्येवर मूळ ओपीसीची मर्यादा नाही.
- iii. आज ओपीसी इतके कॉमन आहे की मार्केटमध्ये जवळजवळ प्रत्येक मॉडर्न आणि लेगसी डिव्हाइससाठी एक ओपीसी कनेक्टर उपलब्ध आहे. ओपीसी वापरणे प्रारंभ करणे सोपे आहे.
- iv. युजर्स कोणत्या विक्रेत्याकडून आले आहेत आणि ते एकमेकांशी संवाद साधतील की नाही याची चिंता न करता त्यांच्या प्रकल्पांसाठी सर्वोत्तम-योग्य डिव्हाइस, कंट्रोलर आणि ॲप्लिकेशन निवडण्यास वापरकर्ते विनामूल्य आहेत.

5.3 स्कॅडा ॲप्लिकेशन डेव्हलपमेंट :

5.3.1 एससीएडीए सॉफ्टवेअर :

i. ग्राफिक्स आणि ऑब्जेक्ट लायब्ररी तयार करणे :

ग्राफिक पेज कोणत्याही स्कॅडा सिस्टमच्या मुख्य घटकांपैकी एक आहेत. ग्राफिक्स हे प्लॉट ऑपरेटरसाठी इंटरफेस आहेत आणि डेटा प्रदर्शित करण्यासाठी तसेच ऑपरेटर इनपुट स्वीकारण्यासाठी डिझाइन केले जाऊ शकतात. ग्राफिक पेज हे पेज टेम्प्लेटने बनलेले असतात, पेजवर काढलेल्या वस्तू तसेच पेज ऑब्जेक्ट्समध्ये स्पेसिफाय केलेल्या गुणधर्मांचा समावेश आहे.

ग्राफिक टूलबॉक्स लायब्ररीमध्ये भिन्न ग्राफिकल ऑब्जेक्ट्स उपलब्ध आहेत:

- a) फ्री हँड लाइन
- b) रेक्टअंगल
- c) इलिप्स
- d) पॉलीगोन
- e) पाईप्स
- f) नंबर्स आणि टेक्स्ट
- g) बटणे
- h) सिम्बॉल सेट
- i) अलार्म
- j) ट्रेंड इ.

ii. ग्राफिक लायब्ररीमध्ये उपलब्ध असलेल्या या भिन्न ऑब्जेक्ट्सच्या अॅनिमेशनसाठी प्रोग्राम केले जाऊ शकतात जसे की -

- a) ब्लिंकिंग
- b) फीलिंग
- c) मुव्हमेंट
- d) स्लाइडिंग
- e) नंबर्स आणि टेक्स्ट

हे अॅनिमेटेड ग्राफिक्स स्कॅडा (SCADA) रनटाइम एन्व्हायर्मेंटमध्ये तयार आणि एक्सिक्युट केले जातात.

5.3.2 कार वॉशिंग सिस्टम : (मिर्सुबिशी PLC वापरून डिझाइन केलेले)

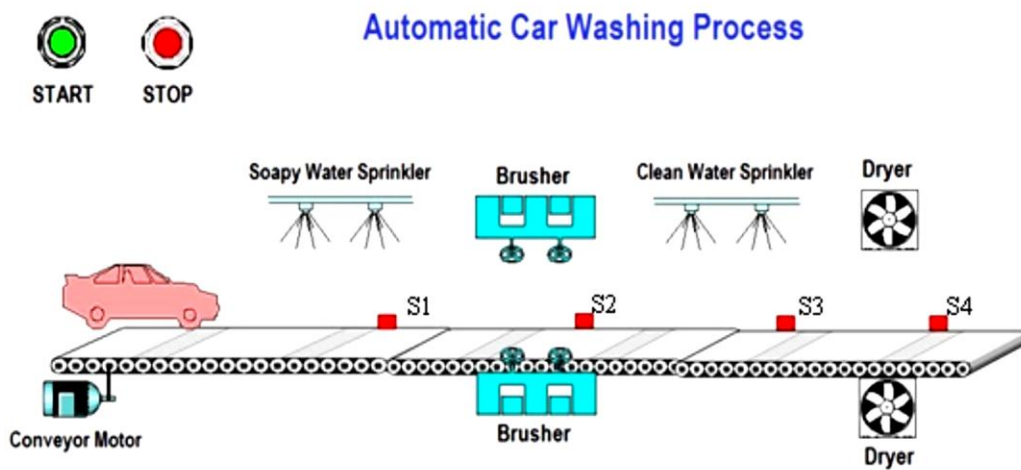


Figure. 5.3 SCADA screen for Automatic Car washing system

a) प्रॉब्लेम स्टेटमेंट :

- i. स्टार्ट स्विच दाबल्यावर, कन्व्हेयर मोटर सुरू होते, जे कार पुढे सरकवते.
- ii. जेव्हा लिमिट सेन्सर/प्रॉक्सिमिटी स्विच S 1 कारला सेन्स करते, तेव्हा कन्व्हेयर मोटर थांबते आणि सोप (साबण) वॉटर स्पिंकलर 5 सेकंदात सुरू होते.
- iii. 5 सेकंदानंतर सोप (साबण) वॉटर स्पिंकलर थांबतो आणि कन्व्हेयर पुन्हा सुरू होतो.
- iv. जेव्हा सेन्सर S 2 कारला सेन्स करते, तेव्हा कन्व्हेयर पुन्हा थांबतो आणि ब्रशर मोटर 5 सेकंदासाठी सुरू होते.
- v. 5 सेकंदानंतर ब्रशर मोटर थांबते आणि कन्व्हेयर पुन्हा सुरू होते.
- vi. जेव्हा सेन्सर S 3 कारला सेन्स करते, तेव्हा कन्व्हेयर थांबतो आणि स्वच्छ पाण्याचे स्पिंकलर 5 सेकंदासाठी सुरू होते.
- vii. 5 सेकंदानंतर स्पिंकलिंग ऑफ क्लीन वॉटर थांबतो आणि कन्व्हेयर पुन्हा सुरू होतो.
- viii. जेव्हा सेन्सर S 4 कारला सेन्स करतो तेव्हा कन्व्हेयर थांबतो आणि ड्रायर 5 सेकंदासाठी सुरू होते.
- ix. 5 सेकंदानंतर ड्रायर थांबते.
- x. ऑपरेशन दरम्यान कोणत्याही वेळी स्टॉप स्विच दाबून पूर्ण प्रोसेस स्टॉप करता येऊ शकते.

b) इनपुट /आउटपुट लिस्ट :**इनपुट :**

- i. स्टार्ट पुश बटण (x0)
- ii. स्टॉप पुश बटण (x1)
- iii. प्रॉक्सिमिटी सेन्सर- S1, S2, S3, S4 (X2 ते X5)

आउटपुट:

- i. कन्व्हेयर मोटर (Y0)
- ii. साबण वॉटर स्पिंकलर (Y1)
- iii. ब्रशर मोटर (Y2)
- iv. स्वच्छ पाण्याचे स्पिंकलर (Y3)
- v. ड्रायर मोटर (Y4)

c) ल्याडर प्रोग्रॅम:

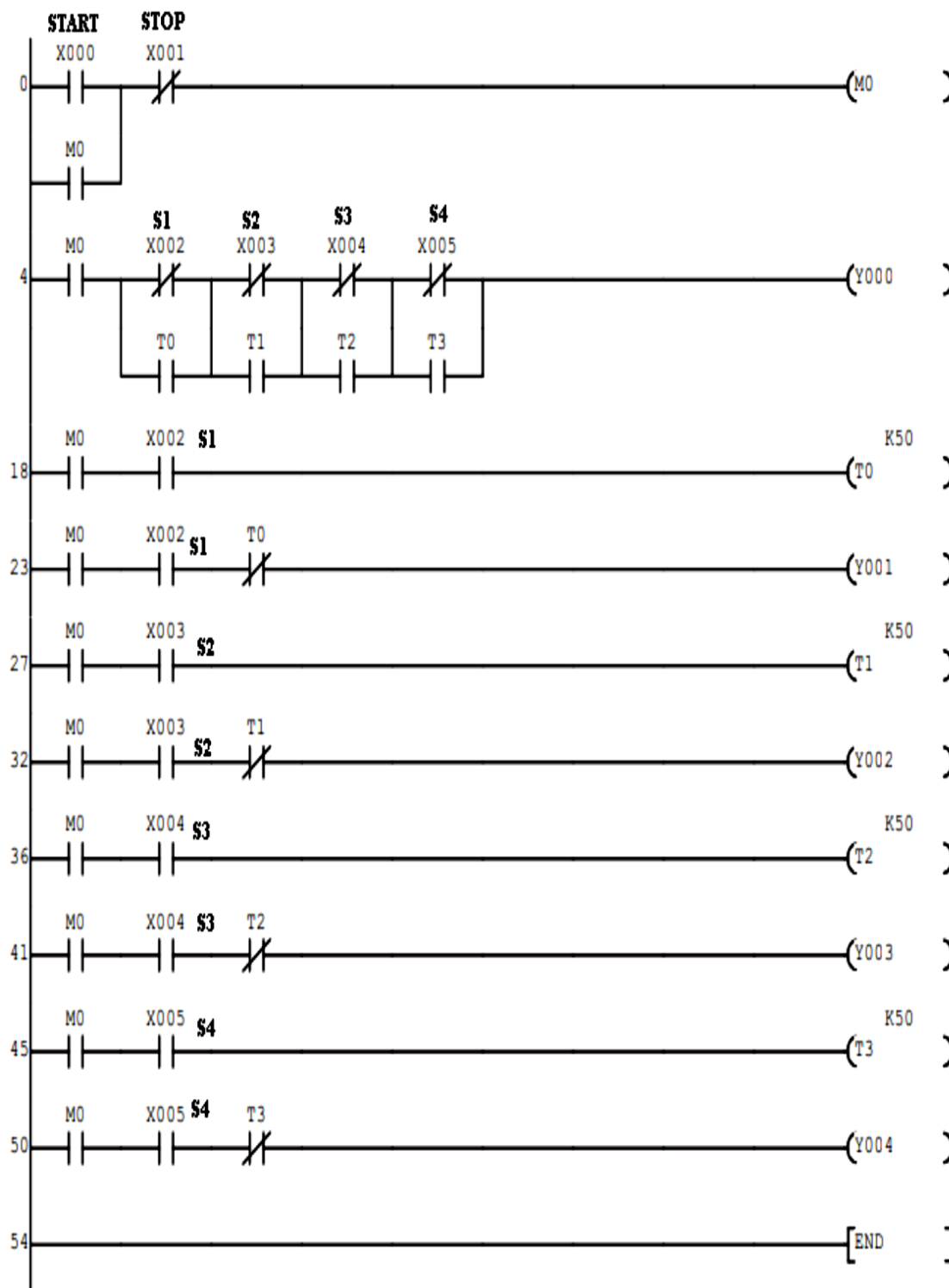


Figure. 5.4 Ladder diagram Program for Car washing system

d) ओपीसी टॅग :

Table 5.1

अ. नं.	टॅग प्रॉपर्टी			डेटा प्रॉपर्टी	
	टॅग नेम	टॅग टाईप		टॅग नेम	टॅग टाईप
1	स्टार्ट पुश बटण	इनपुट	X0	बुलियन	रीड
2	स्टॉप पुश बटण	इनपुट	X1	बुलियन	रीड
3	प्रॉक्सिमिटी सेन्सर-S1	इनपुट	X2	बुलियन	रीड
4	प्रॉक्सिमिटी सेन्सर-S2	इनपुट	X3	बुलियन	रीड
5	प्रॉक्सिमिटी सेन्सर-S3	इनपुट	X4	बुलियन	रीड
6	प्रॉक्सिमिटी सेन्सर-S4	इनपुट	X5	बुलियन	रीड
7	कन्हेयर मोटर	आउटपुट	Y0	बुलियन	रीड /राईट
8	साबण वॉटर स्पिंकलर	आउटपुट	Y1	बुलियन	रीड /राईट
9	ब्रशर मोटर	आउटपुट	Y2	बुलियन	रीड /राईट
10	स्वच्छ पाण्याचे स्पिंकलर	आउटपुट	Y3	बुलियन	रीड /राईट
11	ड्रायर मोटर	आउटपुट	Y4	बुलियन	रीड /राईट

5.3.3 कन्हेयर सिस्टम: (सीमेंस PLC वापरून डिझाइन केलेले)

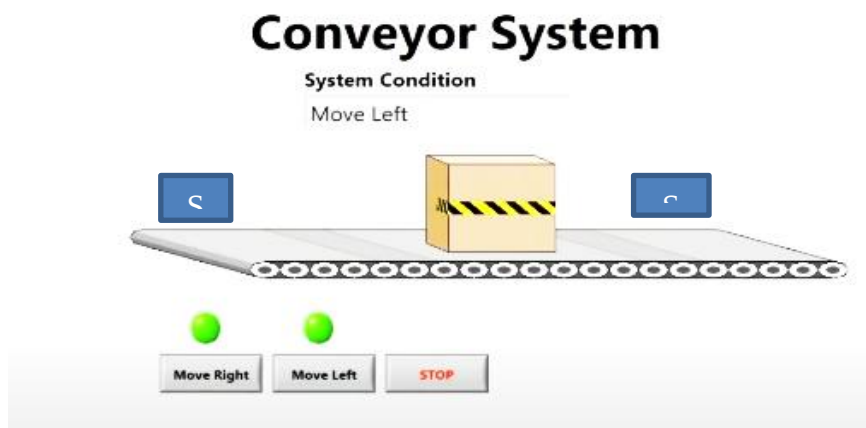


Figure. 5.5 SCADA screen for Conveyor System

a) प्रॉब्लेम स्टेटमेंट:

- जेव्हा लिमिट सेन्सर/प्रॉक्सिमिटी स्विच S1 बॉक्सला सेन्स करते आणि जेव्हा मूव्ह राइट (उजवा) बटण दाबला जातो तेव्हा कन्हेयर उजवीकडे वाटचाल करण्यास सुरवात होते.
- प्रॉक्सिमिटी सेन्सर S2 बॉक्सला सेन्स करते तेव्हा कन्हेयर थांबतो.

- iii. जेव्हा लिमिट सेन्सर/प्रॉक्सिमिटी स्विच S2 बॉक्सला सेन्स करते आणि जेव्हा मूव्ह लेफ्ट(डावे) बटण दाबले जाते तेव्हा कन्व्हेयर डावीकडे वाटचाल करण्यास सुरवात होते.
- iv. प्रॉक्सिमिटी सेन्सर S1 ने बॉक्सला सेन्स केल्यानंतर कन्व्हेयर बेल्ट मूव्ह होणे थांबवते.
- v. ऑपरेशन दरम्यान कोणत्याही वेळी स्टॉप स्विच दाबून पूर्ण प्रोसेस स्टॉप करता येऊ शकते.

b) इनपुट /आउटपुट लिस्ट :

इनपुट :

- i. मूव्ह राइट पुश बटण
- ii. मूव्ह लेफ्ट पुश बटण
- iii. प्रॉक्सिमिटी सेन्सर- S1, S2
- iv. स्टार्ट पुश बटण
- v. स्टॉप पुश बटण

आउटपुट :

- i. फॉरवर्ड ड्राइव्ह
- ii. रिव्हर्स ड्राइव्ह

c) ल्याडर प्रोग्रॅम :

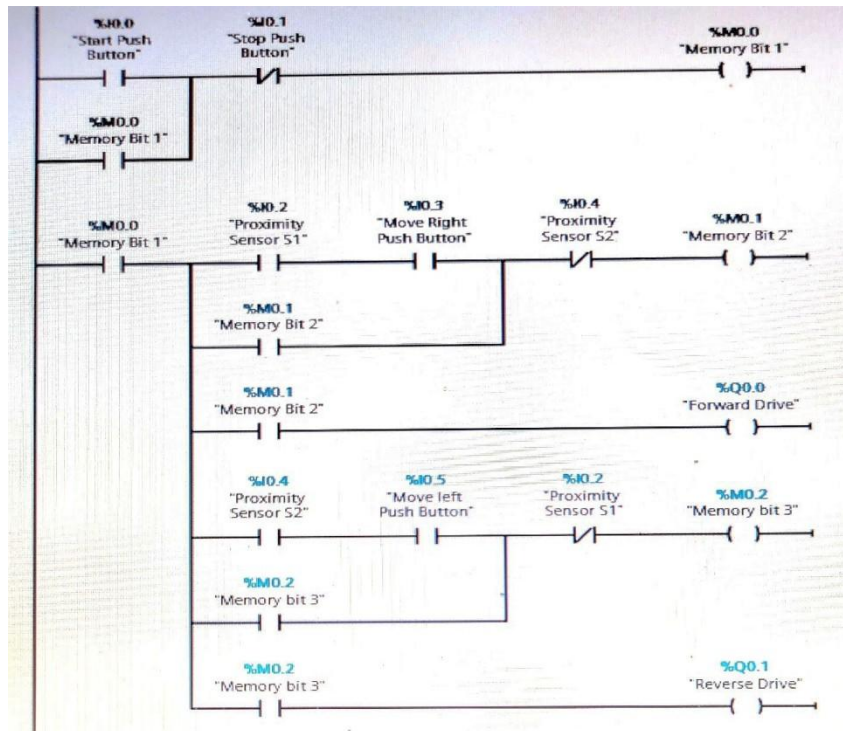


Figure 5.6 Ladder diagram Program for Conveyor Belt Control

d) ओपीसी टॅग्स:

Table 5.2

अ. नं.	टॅग प्रॉपर्टी			डेटा प्रॉपर्टी	
	टॅग नेम	टॅग टाईप	ऍड्रेस	डेटा टाईप	ऍक्सेस
1	स्टार्ट पुश बटण	इनपुट	I0.0	बुलियन	रीड
2	स्टॉप पुश बटण	इनपुट	I0.1	बुलियन	रीड
3	प्रॉक्सिमिटी सेन्सर-S1	इनपुट	I0.2	बुलियन	रीड
4	मूव्ह राइट पुश बटण	इनपुट	I0.3	बुलियन	रीड
5	प्रॉक्सिमिटी सेन्सर-S2	इनपुट	I0.4	बुलियन	रीड
6	मूव्ह लेफ्ट पुश बटण	इनपुट	I0.5	बुलियन	रीड
7	फॉरवर्ड ड्राइव्ह	आउटपुट	Q0.0	बुलियन	रीड /राईट
8	रिव्हर्स ड्राइव्ह	आउटपुट	Q0.1	बुलियन	रीड /राईट

5.3.4 स्वयंचलित(ऑटोमॅटिक) बाटली भरण्याची प्रणाली: (Allen ब्रॅडली PLC वापरुन डिझाइन केलेले)

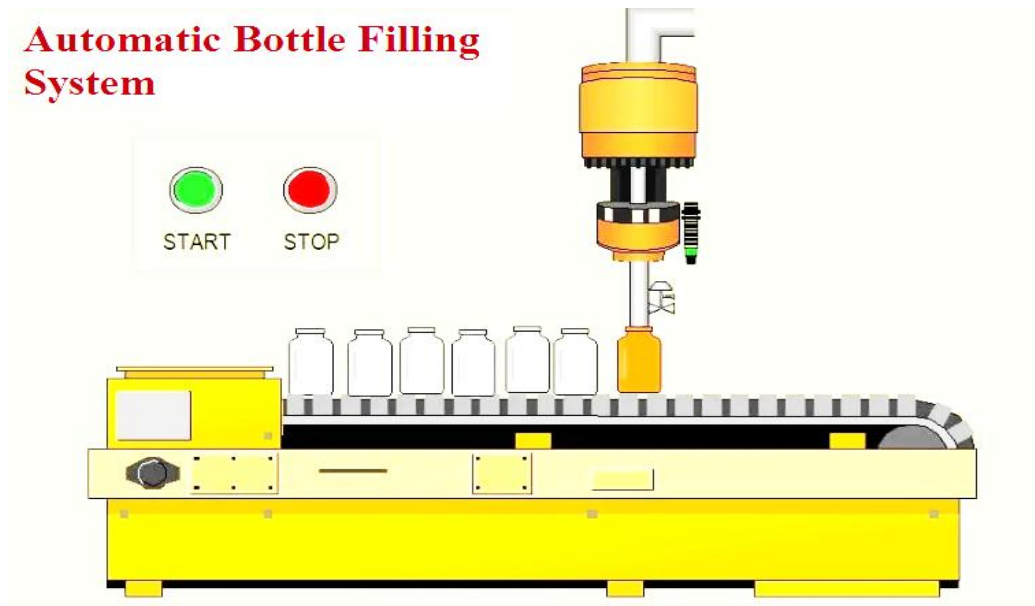


Figure 5.7 SCADA Screen of Bottle Filling System

a) प्रॉब्लेम स्टेटमेंट:

- जेव्हा स्टार्ट पुश बटण दाबले जाते आणि प्रॉक्सिमिटी सेन्सर S1 बाटली सेन्स करते तेव्हा कन्व्हेयर सुरू होते.
- नंतर सोलेनोइड वाल्व 5 सेकंदांसाठी खुले झाले पाहिजे. 5 सेकंदांनंतर कन्व्हेयरने हलविणे (मूव्ह) सुरू केले पाहिजे.
- वरील प्रक्रिया 3 बाटल्यांपर्यंत सुरू ठेवली पाहिजे.
- ऑपरेशन दरम्यान कोणत्याही वेळी स्टॉप स्विच दाबून पूर्ण प्रोसेस स्टॉप करता येऊ शकते.

b) इनपुट /आउटपुट लिस्ट:

इनपुट:

- स्टार्ट पुश बटण
- स्टॉप पुश बटण
- प्रॉक्सिमिटी सेन्सर- S1

आउटपुट:

- कन्व्हेयर मोटर
- सोलेनोइड वाल्व

c) ल्याडर प्रोग्रॅम:

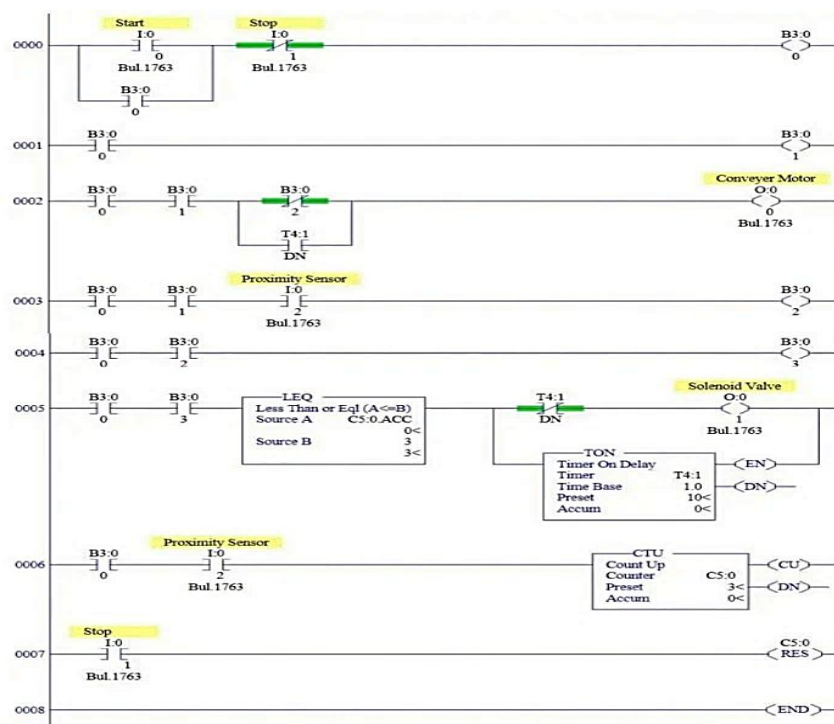


Figure 5.8 Ladder diagram Program for Bottle Filling System

d) ओपीसी टॅग्स:

Table 5.3

अ. नं.	टॅग प्रॉपर्टी			डेटा प्रॉपर्टी	
	टॅग नेम	टॅग टाईप	एँड्रेस	डेटा टाईप	एँक्सेस
1	स्टार्ट पुश बटण	इनपुट	I:0/0	बुलियन	रीड
2	स्टॉप पुश बटण	इनपुट	I:0/1	बुलियन	रीड
3	प्रॉक्सिमिटी सेन्सर-S1	इनपुट	I:0/2	बुलियन	रीड
4	कन्व्हेयर मोटर	आउटपुट	O:0/0	बुलियन	रीड /राईट
5	सोलेनोइड वाल्व	आउटपुट	O:0/1	बुलियन	रीड /राईट

5.4 पीएलसीसह एचएमआय पॅनेल इंटरफेसिंग:

पीएलसी आधीपासूनच इंटीग्रेट झाल्यास सिस्टममध्ये एचएमआय वायर करणे सोपे काम असू शकते. हे कनेक्शन एचएमआय आणि पीएलसी दरम्यान खालील आकृतीमध्ये दर्शविल्याप्रमाणे USB/RS-232/आरएस -485 केबलला जोडण्याइतके सोपे आहे-

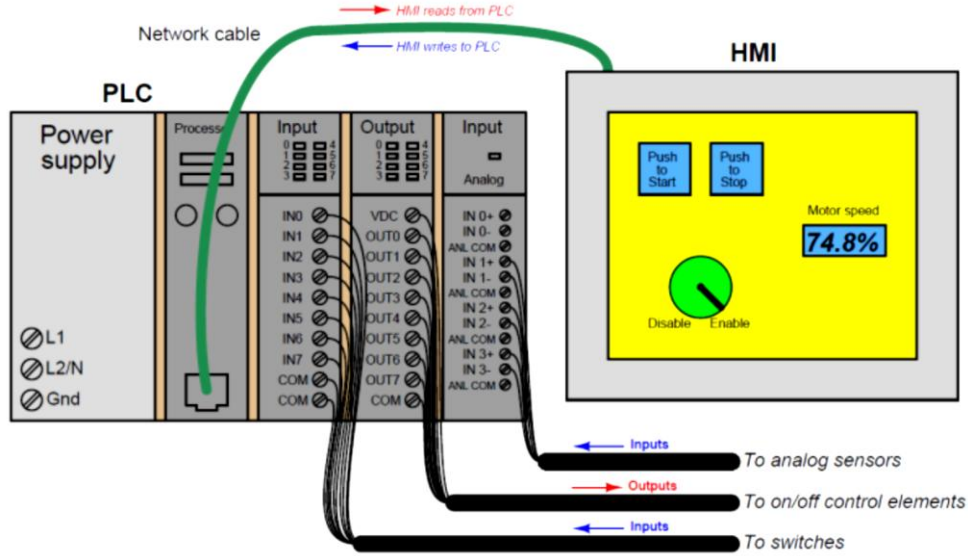


Figure 5.9 HMI Interfacing with PLC

आकृती 5.9 पीएलसी आणि एचएमआय दरम्यानचे टिपिकल कनेक्शन आकृती दर्शवते. हे कनेक्शन दोन स्तरांवर होते:

a) ईंटेग्रेसन ऑफ डीफेरेन्ट आय/ओ डिव्हाइसेस टू पीएलसी :

या चरणात सेन्सर, ऍक्च्युएटर्स, पंप, मोटर्स, वाल्व्ह इत्यादी भिन्न फील्ड डिव्हाइस पीएलसीच्या योग्य आय/ओ मॉड्यूलसह इंटरफेस (वायर्ड) आहेत. पीएलसीला इनपुट मॉड्यूल आणि आउटपुट मॉड्यूलशी कनेक्ट केलेल्या भिन्न इनपुट डिव्हाइसमधून इनपुट (एनालॉग किंवा डिजिटल सिग्नलच्या स्वरूपात) प्राप्त

होते, प्रोसेसर सिग्नलनुसार विशिष्ट आउटपुट डिव्हाइसची स्थिती बदला. पीएलसीचा प्रोसेसर मेमरी वापरतो आणि वापरकर्ता लॉजिक प्रोग्राम सोडवते आणि आउटपुट डिव्हाइसची स्थिती अपडेट करतो.

b) पीएलसी ईंटिग्रेशन विथ एचएमआय:

एकदा वरील चरण सेट झाल्यानंतर पीएलसी प्रोसेसरच्या संप्रेषण पोर्टद्वारे यUSB/RS- 232/RS -485 वापरून एचएमआय पीएलसीकडे वायर केले जाऊ शकते. तर पीएलसी मेमरी डेटा एचएमआयमध्ये टॅग डेटाबेस कॉन्फिगर करून आणि पीएलसी मेमरीशी जोडून एचएमआयमध्ये आणला जाऊ शकतो. एकदा पीएलसी आणि एचएमआय दरम्यान डेटा प्रवेश स्थापित झाल्यानंतर एचएमआय ग्राफिक्सची रचना केली जाऊ शकते.

5.5 एचएमआय स्क्रीन डेव्हलपमेंट:

एचएमआय (ह्यूमन-मशीन इंटरफेस) स्क्रीन डेव्हलपमेंटमध्ये ग्राफिकल यूजर इंटरफेस डिझाइन करणे आणि कॉन्फिगर करणे समाविष्ट आहे जे ऑपरेटरला औद्योगिक प्रणाली किंवा मशीनशी संवाद साधण्यास आणि नियंत्रित करण्यास परवानगी देते. यात बटणे, निर्देशक, आलेख आणि अलार्म सारखे व्हिज्युअल घटक तयार करणे समाविष्ट आहे जे रिल-टाइम डेटा प्रदर्शित करतात आणि प्रक्रियेवर नियंत्रण प्रदान करतात. डेव्हलपर या घटकांना पीएलसी सारख्या अंडरलायिंग नियंत्रण प्रणालीशी जोडतात, कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल (उदा. मोडबस, इथरनेट/आयपी) वापरून. औद्योगिक प्रणालींचे स्मूथ ऑपरेशन, मॉनिटरिंग अँड ट्रबलशूटिंग स्मूथ करणारे युजर फ्रेंडली, रील्याबल आणि एफिशिएंट स्क्रिन्स तयार करण्याचे उद्दीष्ट आहे. एचएमआय डेव्हलपमेंट टूल्स, जसे की सीमेंस टीआयए पोर्टल, डेल्टा एचएमआय सॉफ्टवेअर किंवा वंडर वेअर टच, सामान्यतः या हेतूसाठी वापरले जातात.

वेगवेगळ्या ऍप्लिकेशन एचएमआय स्क्रीन डेव्हलपमेंट करण्याच्या स्टेप्स खालीलप्रमाणे आहेत.

- 1) लॅम्प कंट्रोल आणि स्थितीसाठी टॅग आयडेंटिफिकेशन (उदा. दिवा-ऑन, दिवा-बंद).
- 2) योग्य प्रोटोकॉल वापरून एचएमआय आणि पीएलसी दरम्यान कम्युनिकेशन कॉन्फिगर करा.
- 3) एचएमआय सॉफ्टवेअर उघडा आणि लॅम्प चालू/बंद करण्यासाठी टॉगल बटण जोडा.
- 4) लॅम्पची सद्यस्थिती दर्शविण्यासाठी एक इंडिकेटर (उदा. कलर्ड लाईट) समाविष्ट करा.
- 5) लॅम्प नियंत्रित करणाऱ्या पीएलसी टॅगवर टॉगल बटण मॅप करा.
- 6) लॅम्प चे स्टेटस दाखवणाऱ्या इंडिकेटर ला पीएलसी टॅग सोबत लिंक करा.
- 7) एचएमआय सिम्युलेट करून व्हेरिफाय करा कि बटण टॉगल्स द लेम्प अँड द स्टेटस अपडेट्स करेक्टली.
- 8) वास्तविक हार्डवेअरवर ऍप्लिकेशन टेस्ट करा.
- 9) एचएमआय पॅनेलवर ऍप्लिकेशन डाउनलोड करा आणि चालवा.

स्वाध्याय:

- 1) ओपीसी आर्किटेक्चरचे एक व्यवस्थित आकृती काढा.
Draw a neat diagram of OPC architecture.
- 2) ऑटोमेशनमध्ये ओपीसीची आवश्यक काय आहे.
State need of an OPC in automation.
- 3) ओपीसी सर्व्हरचे प्रकार सूची लिहा.
List types of OPC servers.
- 4) पीएलसीसह एससीएडीए सिस्टमला इंटरफेसिंग करण्यासाठी एक व्यवस्थित आकृती काढा त्यामध्ये इन्व्हॉल्व्ड स्टेप्स चे स्पष्टीकरण द्या.
Draw a neat diagram for interfacing SCADA system with PLC explain the steps involved in it.
- 5) ओपीसी म्हणजे काय स्कॅडा आधारित ॲप्लिकेशन मध्ये त्याचा वापर स्पष्ट करा.
What is OPC? Explain its use in SCADA based application.
- 6) ओपीसी हा शब्द विस्तृत स्पष्ट करा.
Elaborate the term 'an OPC'.
- 7) पीएलसीसह एचएमआय पॅनेल एकत्रित करण्याच्या पद्धतीचे वर्णन करा.
Describe the method for integrating HMI panel with PLC.
- 8) ब्लिंकिंग ॲप्लिकेशन साठी एचएमआय स्क्रीन डेव्हलप करण्याच्या पद्धतीचे वर्णन करा.
Describe the method for developing HMI screen for blinking applications.
- 9) ऑब्जेक्ट मुव्हमेंट ॲप्लिकेशन साठी एचएमआय स्क्रीन विकसित करण्याच्या पद्धतीचे वर्णन करा.
Describe the method for developing HMI screen for object movement applications.
- 10) कार वॉशिंग ॲप्लिकेशनसाठी स्कॅडा स्क्रीन विकसित करण्यामध्ये समाविष्ट असलेल्या चरणांचे वर्णन करा.
Describe the steps involve in developing SCADA Screen for car washing application.
- 11) कोणत्याही सोप्या ॲप्लिकेशन साठी स्कॅडा स्क्रीन विकसित करण्यामध्ये समाविष्ट असलेल्या स्टेप्स चे स्पष्टीकरण द्या.
Describe the steps involve in developing SCADA Screen for any simple application.

संदर्भ (References):

Sr. No.	Title of Book	Author	Publisher
1	Supervisory Control and Data Acquisition	Boyar S. A.	ISA publication (4th edition), ISBN:9781936007097
2	Practical SCADA for Industry	David Bailey, Edwin wright	Newnes (an imprint of Elsevier), 2003 ISBN:0750658053
3	Industrial Automation with SCADA Concept, Communication and Security	Notion Press	eISBN: 9781684668298

वेबसाइट (Website):

Sr. No.	Link	Details
1	https://www.vlab.co.in/broad-area-electrical-engineering	Virtual lab for PLC and SCADA Practical and SCADA screen design.
2	https://www.youtube.com/watch?v=2_KuZvLNdXE	Designing the SCADA Screen Defining tags and developing screen for WinTR Scada software
3	https://www.youtube.com/watch?v=L YeipTe66J0	Automatic bottle filling and capping machine on SCADA programming
4	https://instrumentationtools.com	PLC and SCADA Programming and used images in unit for some applications of SCADA screen design.