

AUTOMATE PROGRAMABILE

Table of Contents

1. OBIECTIVE	2
2. INTRODUCERE.....	2
3. HARDWARE-UL PLC-ULUI	3
3.1 Sursa de alimentare	3
3.2 Modulul procesor	4
3.3 Modulele de intrare.....	5
3.4 Modulele de iesire.....	5
3.5 Modulele PID si de comunicatii.....	5
4. PROGRAMAREA SI FUNCTIONAREA PLC-ULUI	6
4.1 Programarea prin diagrama structurata	6
5. FUNCTIONAREA PLC-ULUI	8
5.1 Introducere	9
5.2 Panouri de automatizare clasice	10
5.3 Panouri de automatizare cu automate programabile	12
5.4 Etapele proiectării sistemelor de control automate.....	13
5.5 Generalități privind construcția și funcționarea PLC-urilor.....	13
5.6 Primul automat programabil	14
5.7 Componentele automatelor programabile.....	15
5.8 Unitatea centrala de procesare – CPU	16
5.9 Memoria	16
5.10 Programarea automatelor programabile	16
5.11 Sursa de alimentare	17
5.12 Întrările automatului programabil.....	17
5.13 Ieșirile automatului programabil	17
5.14 Extensia numărului de intrări / ieșiri.....	17
6. ARHITECTURA AUTOMATELOR PROGRAMABILE	18
6.1 Generalități.....	18
6.2 De ce OMRON?	18
6.3 OMRON CPM1A PLC controller	18
6.4 Ieșirile automatului programabil OMRON CPM1A.....	20
6.5 Intrările automatului programabil OMRON CPM1A.....	21
6.6 Cum funcționează PLC-ul ?	22
7. LADDER DIAGRAM	23
7.1 Un exemplu practic cu PLC-ul OMRON CPM1A	24
8. BIBLIOGRAFIE	25

Material tehnoredactat de <http://electrokits.ro>

1. OBIECTIVE

Controler-ul logic programabil (PLC) a aparut ca o alternativa reutilizabila, ieftina, flexibila si sigura la panourilor cu relee cablate. De la acest inceput, din 1986 PLC-urile s-au dezvoltat și diversificat continuu. PLC-urile moderne realizeaza o multime de functii cum ar fi cele logice, de timp, de numarare, de secventiere, de control PID si logica fuzzy. Ele pot efectua operatii aritmetice, analiza datelor si pot comunica cu alte PLC-uri si cu calculatoare de tip server.

Scopul acestui capitol este de a va face cunostinta cu controler-ele logice programabile. Dupa parcurgerea acestui capitol, veti reusi urmatoarele:

1. Sa descrieti componentelor unui PLC: alimentarea, procesorul, modulul de intrare, modulul de iesire si unitatea de programare.
2. Sa descrieti pas cu pas functionarea unui PLC cand ruleaza un mic program secvential dupa o diagrama.
3. Sa schitati o diagrama intrare/iesire a unui PLC.
4. Sa schitati un program secvential al unei diagrame.
5. Sa folositi functiile de timp intr-o digrama PLC.
6. Sa utilizati functiile de numarare intr-o diagrama PLC.
7. Sa folositi functiile de secventiere intr-o diagrama PLC.

2. INTRODUCERE

Un PLC este un dispozitiv electronic digital, construit pentru a controla masini si procese efectuând operatii de conducere a evenimentelor si a timpului. PLC-ul este construit pentru medii industriale eterogene. Poate fi programat fara aptitudini speciale in programare, si poate fi intretinut de tehnicienii fabricii.

Industria de automobile a introdus PLC-ul pentru a elimina costul mare al panourilor cablate, neflexibile, cu relee. Divizia Hydramatic a Corporatiei General Motors a elaborat specificatiile de proiectare pentru primul controler logic programabil in 1986. Ei au solicitat un sistem numeric fiabil și flexibil care ar supravietui in mediul industrial, care ar putea fi usor de programat si de intretinut de personalul din uzina si care ar putea fi reutilizabil. De fiecare data cand era schimbat modelul de masina sute de panouri cablate cu relee erau aruncate la gunoi.

De la acest inceput din 1986, PLC-urile s-au dezvoltat mult mai mult decat doar ca un inlocuitor ieftin al panourilor logice cu relee. PLC-urile recente includ module care realizeaza o multitudine de functii cum ar fi: logice, de temporizare, de numarare, de secventiere, de control PID si logica fuzzy. Ele pot realiza operatii aritmetice, de analiza a datelor si pot comunica cu alte controlere programabile si cu alculatoare de tip server. Cateva avantaje ale PLC-urilor includ:

Flexibilitate. Un PLC poate conduce multe operatii diferite, iar modificările se realizează la nivel software și sunt mai usor de implementat decat modificarile la nivel hardware.

Siguranța. Dispozitivele electronice sunt mai sigure si mai usor de intretinut decat temporizatoarele si releele mecanice.

Cost scazut. Avantajul PLC-urilor provine din capacitatea sistemelor numerice de a realiza mai multe functii complexe la un cost mai scazut.

Documentarea. Echipamentul de programare a PLC-urilor poate furniza o listare imediata a circuitului de control curent.

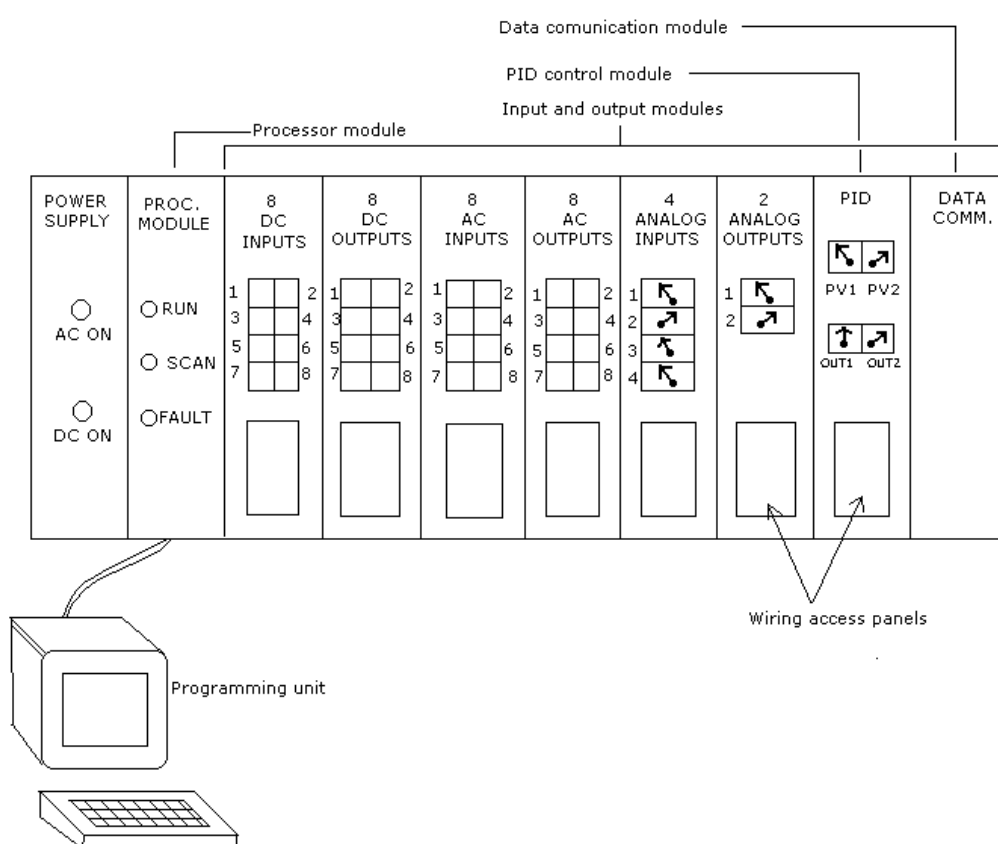
Tendinta in controlul industrial e de a utiliza PLC-uri mai mici plasate langa proces in locul PLC-urilor centralizate cu multe intrari si iesiri. Un calculator supervisor comunica cu PLC-urile individuale printr-o retea locala (LAN) pentru a coordona activitatile lor. Un motiv pentru impunerea acestei tendite este programul deosebit de complex cerut pentru a controla un sistem centralizat cu un PLC de dimensiuni mari. Divizand procesul in parti mai mici si mai usor de administrat specialistii vor recunoaste aceasta teorie ca o aplicatie a unei tehnici demonstrate de rezolvare a unei probleme denumita *divide si stapaneste*. Aceasta metoda

rezolva probleme dificile divizandu-le intr-un numar de probleme mai mici si mai usor de rezolvat.

3. HARDWARE-UL PLC-ULUI

În Figura sunt prezentate componente functionale mai importante care pot intra în configurația PLC-urilor.

1. Sursa de alimentare;
2. Modulul procesor;
3. Modulele de intrare;
4. Modulele de iesire;
5. Unitatea de programare;
6. Unitatea controler-ului PID;
7. Unitatea de comunicatii de date.



- **Figura 1** Componentele unui sistem cu PLC includ o sursa se alimentare, un modul procesor, module de intrare, module de iesire si o unitate de programare.

3.1 Sursa de alimentare

Un PLC are de regula doua surse de alimentare. Una este sursa exterioara conectata direct la priza de 120 sau 240V curent alternativ si furnizeaza curent alternativ si curent continuu pentru dispozitivele de intrare si iesire. Cealalta este o sursa de alimentatire interioara, in modulul procesor care alimenteaza unitatea centrala de procesare (CPU).

3.2 Modulul procesor

Modulul procesor poate fi considerat o unitate centrala de procesare (sau CPU). Contine un microprocesor, o unitate de memorie care poate fi numai citita (ROM), o unitate de memorie cu acces aleator (RAM) si o interfata de I/O (intrare/iesire) (vezi figura ? C.18). Informatia stocata in ROM este permanenta. Este setata o data si apoi nu mai poate fi modificata. Informatia stocata in RAM este temporara. Ea poate fi modificata in orice moment si este pierduta cand modulul procesor pierde alimentarea.

Sistemul de operare al PLC-ului (OS) este stocat in ROM (OS este un program care servește aceluiaș scop ca și DOS sau Windows într-un calculator). Programul utilizator poate fi stocat in RAM sau in una din urmatoarele cipuri de memorie nevolatila:

Memorie programabila care poate fi numai citita (PROM). Poate fi programata doar o data, apoi ea este permanenta.

Memorie programabila care poate fi citita si stearsa (EPROM). Poate fi programata de mai multe ori stergand vechiul program cu lumina ultravioleta.

Memorie programabila care poate fi citita si stearsa electric (EEPROM). Poate fi programata de mai multe ori stergand vechiul program cu un semnal electric.

Memorie nevolatila cu acces aleatoriu (NVRAM). Poate fi programata de mai multe ori, dar spre deosebire de RAM-ul obisnuit, continutul NVRAM-ului nu se pierde cand memoria nu mai este alimentată.

Datele folosite de PLC sunt stocate in RAM. Aceste date sunt organizate in sectiuni care depind de natura datelor. Fiecare sectiune este definita de o litera mare care este utilizata ca parte a adresei de locatii in acea sectiune de memorie. Sectiunile de memorie includ, dar nu sunt limitate la acestea, urmatoarele:

Imaginea stării intrarilor (I). Stocheaza starea (1 sau 0) a intrarilor de la intrerupatoare si de la semnalele ON/OFF din proces.

Imaginea stării iesirilor (O). Stocheaza datele binare (1 sau 0) care vor activa sau dezactiva dispozitivele ON/OFF in proces.

Starea temporizatorului (T). Stocheaza baza de timp, valoarea prezenta, valoarea acumulata si bitii de stare ai temporizatorului in programul utilizator.

Starea numaratorului (C). Stocheaza valoarea prezenta, valoarea acumulata si bitii de stare a numaratoarelor din programul utilizator.

Datele numerice (N). Stocheaza datele utilizate pentru conversiile de numere, etc.

Functii (F). Stocheaza starea si datele folosite de alte functii in programul utilizator.

Procesorul are doua moduri de functionare, PROGRAM si RUN. In modul PROGRAM procesorul permite utilizatorului sa faca modificari in program. Procesorul are mai multi indicatori de stare care furnizeaza informatii programatorului sau operatorului. In modul RUN procesorul repeta sub controlul sistemului de operare ciclul urmator de patru secvente:

1. *Scanarea intrarii.* Procesorul scaneaza intrarile si stocheaza o noua imagine a conditiilor la intrare.
2. *Scanarea programului.* Procesorul scaneaza programul si obtine o noua imagine a conditiilor de iesire din noua imagine a intrarilor si vechea imagine a iesirilor.
3. *Scanarea iesirii.* Noua imagine a conditiilor de iesire este transferata dispozitivelor de iesire.
4. *Sarcinile de intretinere.* Comunicarea si alte sarcini sunt terminate într-o baza de timp disponibila.

Ciclul poate incepe din nou imediat dupa terminarea sarcinilor de intretinere, sau poate incepe la un interval fixat.

3.3 Modulele de intrare

Există două tipuri de module de intrare, discrete și analogice. Majoritatea intrărilor PLC-ului sunt de tip discret, furnizând intrări închise și deschise de la contactele de tip buton acționat prin apăsare, de la întrerupătoarele de limită, diferiți senzori de tip ON/OFF, etc. Pot fi utilizate atât module de intrare în curent alternativ cât și în curent continuu, în funcție de sursa de alimentare folosită pe întrerupătorul de intrare.

Un modul tipic de intrare are 4, 8, 16, sau 32 terminale de intrare, plus un terminal comun și un terminal de masă. Un terminal al modului de intrare este conectat la o parte a unui contact din proces. Cealaltă parte a contactului este conectată la borna caldă a sursei de alimentare în curent continuu sau de curent alternativ. Borna de masă (comun) a sursei de alimentare este conectată la terminalul comun de la modulul de intrare și modulul de intrare furnizează starea intrării prin circuitul său de detecție.

Modulul de intrare convertește fiecare intrare într-o tensiune de nivel logic și izolează intrările de circuitele PLC-ului. Modulul de intrare convertește un contact deschis într-o tensiune de nivel logic 0 (0V), și convertește un contact închis într-o tensiune de nivel logic 1 (5V).

Când procesorul scanează intrările, el citește nivelele logice ale tuturor intrărilor și stochează nivelele logice în secțiunea imaginii intrărilor din RAM. Contactele închise sunt stocate ca 1 logic, iar contactele deschise ca 0 logic. *Imaginea poate indica numai dacă un contact este închis sau deschis; nu poate indica dacă contactul de intrare este NO sau NC.*

Deși majoritatea intrărilor PLC-urilor sunt discrete, pot fi folosite și intrări analogice pentru controlul și achiziția datelor. În sistemele de control a proceselor continue cele mai multe variabile de proces sunt analogice și trebuie convertite într-o formă digitală pentru intrarea într-un procesor digital. Modulul analogic de intrare realizează această funcție cu ajutorul unui convertor analog digital.

3.4 Modulele de ieșire

Modulele discrete de ieșire furnizează semnale ON/OFF pentru a acționa lămpi, relee, motoare pas cu pas etc. Când procesorul scanează secțiunea imaginii ieșirilor din RAM, un 1 logic rezultă pentru un semnal ON la ieșirea dispozitivului, și 0 logic rezultă pentru un semnal OFF. Pentru a controla dispozitive de ieșire în curent alternativ sunt folosite triace sau relee, iar pentru a controla dispozitive de ieșire în curent continuu sunt folosite tranzistoare sau relee. Un modul tipic de ieșire are 4, 8, 16, 32 terminale de ieșire, plus un terminal comun și un terminal de masă.

Ieșirile analogice necesită de la 4 la 12 biți pentru secțiunea imaginii ieșirilor din memorie. Un convertor digital analogic convertește numărul binar stocat în imaginea de ieșire într-o tensiune (sau curent) analogic între un terminal de ieșire și un terminal comun.

3.5 Modulele PID și de comunicații

Modulul PID asigură controlul de tip PID a două variabile de proces. *Modulul de comunicații* asigură comunicarea directă cu operatorul, un terminal de programare, alte PLC-uri, sau un calculator supervisor.

3.6 Unitatea de programare

Unitatea de programare dă posibilitatea operatorului să introducă un nou program, să examineze programul din memorie, să modifice programul din memorie, să monitorizeze starea intrărilor sau a ieșirilor, să afișeze conținutul registrilor și să afișeze valorile temporizatoarelor sau ale contoarelor. În plus, pentru a proteja programul din memorie de modificări neautorizate poate fi introdusă o parolă.

Dispozitivele de programare includ console de programare, terminale CRT și calculatoare personale (cu software special). Consola de programare sau programatorul manual este asemănător cu un calculator de buzunar cu LCD pentru afișarea instrucțiunilor, a adreselor, a valorilor temporizatoarelor sau ale contoarelor, datele și așa mai departe. Are de

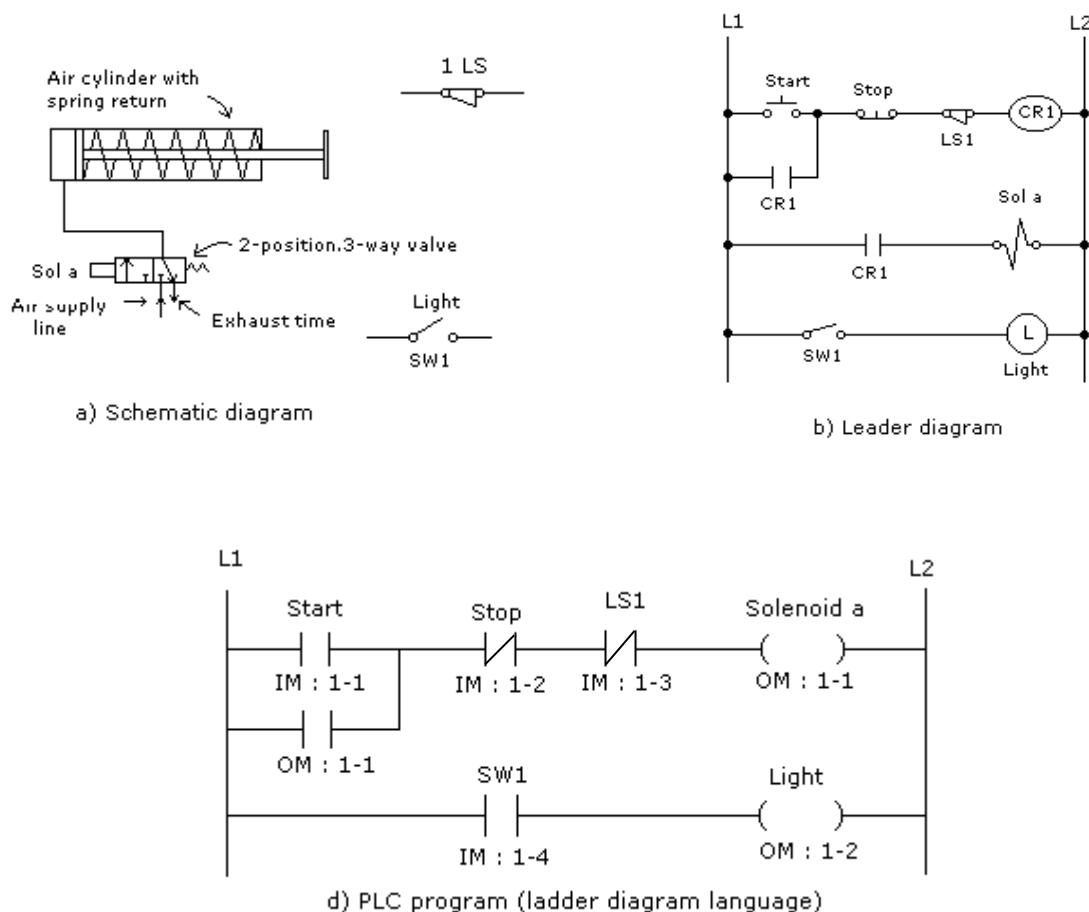
asemenea o tastatura pentru introducerea instructiunilor, adreselor si a datelor. Un terminal CRT arata ca un calculator personal, dar este special proiectat pentru programarea unui PLC. Terminalele CRT si calculatoarele personale permit utilizatorului sa scrie un program folosind o varietate de limbaje de programare incluzand limbajul de tip diagramă cu funcții secvențiale (Sequential Function Chart), limbajul de tip diagrama structurata (Ladder Diagram), limbajul de de tip diagramă cu funcții bloc (Function Block Diagram) si limbajul de tip text structurat (Structured Text).

4. PROGRAMAREA SI FUNCTIONAREA PLC-ULUI

Aceasta sectiune prezinta un program simplu prin diagrama structurata pentru un PLC urmat de o analiza pas cu pas a functionarii PLC-ului ca si cum ar rula programul respectiv.

4.1 Programarea prin diagrama structurata

Limbajul de programare prin diagrama structurata foloseste simboluri de contact si de bobina pentru a construi diagrame care sunt foarte similare cu diagramele structurate folosite pentru releul logic. Simbolul pentru un contact normal deschis se aseamana cu simbolul pentru un condensator electric. Simbolul pentru un contact normal inchis este simbolul pentru cel deschis cu o linie diagonala prin el. Simbolul pentru o iesire consta din mai multe spatii inchise intre paranteze. Fiecare simbol de contact si de iesire are un numar scris imediat sub (sau deasupra) aceluia. Acest numar identifica locatia din memoria procesorului (RAM) unde imaginea contactului sau iesirii este stocata. Figura 2 arata un exemplu simplu de implementare a diagramei logice structurate intr-un controler logic programabil.



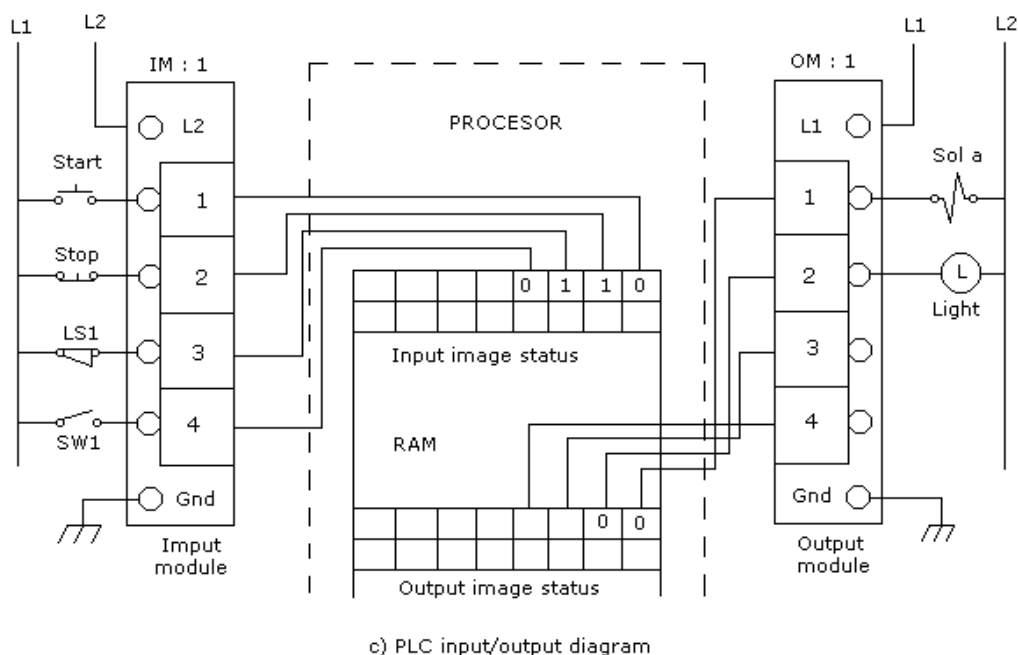


Figura 2: Implementarea unui circuit de control pentru un cilindru pneumatic.

Figura 2a arata diagrama schematica, si figura 2b arata diagrama structurata a unui circuit pentru comanda unui cilindru pneumatic. Comutatorul de lumina a fost introdus pentru a ilustra o functie secundara de control fara complicarea nejustificata a circuitului. Prima treapta din diagrama structurata include contactele de start, stop si retinere intr-o configuratie conventionala plus un comutator de limita normal inchis si bobina unui releu de control. A doua treapta include un contact de releu normal deschis si solenoidul pentru cilindrul pneumatic. A treia treapta consta dintr-un comutator si o sursa de lumina.

Figura 2c arata unitatile de intrare, de procesare si de iesire a unui PLC utilizat pentru a controla cilindrul pneumatic si semnalizarea luminoasă. Casutele (1,2,3 si 4) din modulul de intrare IM:1 contin conditionarile de semnal care convertesc intrarile in nivele logice de tensiune. Patru linii conecteaza casutele de intrare la celulele de memorie care retin starea intrărilor din acele casute. Celula din dreapta sus a sectiunii de memorie a imaginii de intrare este conectata la

casuta de intrare 1, si este identificata ca celula de memorie IM:1-1. Deplasandu-ne la stanga celulei de memorie IM:1-1 sunt celulele IM:1-2, IM:1-3 si IM:1-4. Zeroul din celula de memorie IM:1-1 arata ca comutatorul START conectat la terminalul 1 este deschis. 1 din celulele de memorie IM:1-2 si IM:1-3 arata ca comutatorul de STOP si limitatorul LS1 sunt inchise. Zeroul din celula de memorie IM:1-4 arata ca SW1 este deschis. Imaginea intrărilor arata ca contactele conectate la IM:2 si IM:3 sunt inchise, dar nu poate indica daca ele sunt contacte (NC) neactivate, sau contacte (NO) activate.

Casutele (1, 2, 3 si 4) din modulul de iesire OM:1 contin circuitele de comutare care utilizeaza tensiunile de nivel logic de la celulele de memorie a imaginii ieşirilor pentru a comuta dispozitivele de iesire pe ON (pornit) sau OFF (oprit). Linia de la intrarea casutei 1 o conecteaza la celula de memorie din dreapta sus din sectiunea de memorie a imaginii ieşirilor, adica celula de memorie OM:1-1. Deplasandu-ne la stanga celulei OM:1-1 sunt celulele OM:1-2, OM:1-3 si OM:1-4. Zerourile din celulele de memorie OM:1-1 si OM:1-2 deconectează solenoidul a si sursa de lumina.

Figura 2d arata programul PLC folosind limbajul diagramei structurate de programare. Dacă se compară programul PLC cu diagrama structurata din figura 2b., se pot observa multe asemanari si putine diferente. Diagrama structurata are trei trepte, iar programul are numai doua. A doua trapta lipseste deoarece solenoidul a este de fapt un dispozitiv de iesire conectat la terminalul de iesire 0:1. Pentru acest motiv nu apare in program. Iesirea 0:1 din prima treapta

a programului este de fapt releul de control, CR1, care activeaza solenoidul a. Prima treapta din program este echivalenta cu primele doua trepte din diagrama structurata.

Limbajul de diagrama structurata impune un numar de restrictii asupra programelor, si restrictiile variaza in functie de fabricanti. Limitari tipice includ urmatoarele:

1. Iesirea trebuie sa fie la sfarsitul din partea dreapta a treptei.
2. Puterea trebuie sa circule de la stanga la dreapta, sus sau jos.
3. Puterea trebuie sa nu circule niciodata de la dreapta la stanga.
4. Numarul contactelor in serie este limitat la 11 (sau alt numar stabilit de fabricant).
5. Numarul contactelor in paralel este limitat la 7 (sau alt numar stabilit de fabricant).
6. O treapta poate avea numai o iesire.
7. Iesirea singulara trebuie sa fie pe linia de top intr-o treapta.

In limbajul de programare al diagramei structurate, simbolurile contactactelor deschise si inchise sunt de fapt instructiuni de programare. Ele spun calculatorului cum sa interpreteze 1 sau 0 din celula de memorie a imaginii intrării pentru fiecare contact. Simbolul de contact normal deschis - NO (\neg |) informeaza PLC-ul pentru a interpreta un 1 ca adevarat (TRUE) si un 0 ca fals (FALSE). Daca PLC-ul gaseste o cale de contacte adevarate de la L1 la iesire, iesirea este activata (ON) si un 1 este plasat in celula de memorie a imaginii ieşirii. Daca este gasita o cale falsa, iesirea este dezactivata (OFF), si un 0 este plasat in celula de memorie a imaginii ieşirii.

Simbolul de contact NO poate fi folosit atat cu comutatoarele fizice NO cat si cu cele NC, si rezultatele sunt cele pe care le-am astepta sa fie. Un comutator fizic NO este evaluat la valoarea adevarat (TRUE) daca el este actionat si la valoarea fals (FALSE) daca nu este actionat. Un comutator fizic NC este evaluat la adevarat (TRUE) daca el nu este actionat si la fals (FALSE) daca el este activat. Cand comutatorul STOP nu este activat imaginea sa este un 1, si este evaluat la adevarat (TRUE), ceea ce este corect. Cand comutatorul STOP este activat, imaginea sa este un 0, si este evaluat la fals (FALSE), cum ar trebui sa fie. Aceasta analiza se aplica si comutatorului LS1.

Intr-un program PLC, simbolul de contact normal inchis este diferit, si folosirea lui poate duce la un efect negativ dublu care poate cauza confuzii considerabile (a nu mentiona rezultate eronate). Simbolul de contact NC (\neg | /) informeaza PLC-ul sa interpreteze un 1 dintr-o celula a imaginii de intrare ca fals (FALSE), si un 0 ca adevarat (TRUE). Daca folosim un comutator fizic NO cu un simbol de contact NC, comutatorul NO este evaluat ca si cum ar fi un comutator NC. Daca folosim un comutator fizic NC cu un simbol de contact NO, comutatorul NC este evaluat ca si cum ar fi un comutator NO.

5. FUNCTIONAREA PLC-ULUI

Cand un PLC se afla in modul de functionare (RUN), procesorul repeta urmatorul ciclu de patru pasi:

1. *Scanarea intrarii (Input scan)*. Memoreaza o noua imagine a conditiilor de intrare.
2. *Scanarea programului (Program scan)*. Capteaza noua imagine a conditiilor de iesire.
3. *Scanarea iesirii (Output scan)*. Transfera noua imagine a conditiilor de iesire dispozitivelor de iesire.
4. *Sarcinile de administrare (Housekeeping tasks)*. Comunicatiile si alte sarcini.

Discutia care urmeaza se va referii la rularea a patru cicluri a unui PLC cu configuratia si programul aratat in figura 12.4. Rularea noastra incepe cu imaginea de intrare, imaginea de iesire, si patru comutatoare cum este aratat in figura 12.4c.

Ciclul 1: START si SW1 sunt deschise, STOP si LS1 sunt inchise.

Scanarea intrarii. Noua imagine de intrare este IM:1-1=0, IM:1-2=1, IM:1-3=1, IM:1-4=0

Scanarea programului. Treapta 1: IM:1-1=FALSE, OM:1-1=FALSE, IM:1-2=TRUE, IM:1-3=TRUE, calea este FALSE, deci 0 este stocat in celula OM:1-1.

Treapta 2: IM:1-4=FALSE deci 0 este stocat in celula OM:1-2.

Scanarea iesirii. Atat solenoidul a cat si sursa de lumina sunt inchise (OFF).

Ciclul 2: START, SW1, STOP, si LS1 sunt toate inchise.

Scanarea intrarii. Noua imagine de intrare: IM:1-1=1, IM:1-2=1, IM:1-3=1, IM:1-4=1.

Scanarea programului. Treapta 1: IM:1-1=TRUE, OM:1-1=FALSE, IM:1-2=TRUE, IM:1-3=TRUE, calea este TRUE, deci 1 este stocat in celula OM:1-1.

Treapta 2: IM:1-4=TRUE, deci 1 este stocat in celula OM:1-2.

Scanarea iesirii. Atat solenoidul a cat si sursa de lumina sunt deschise (ON).

Ciclul 3: START este deschis, SW1, STOP, si LS1 sunt toate inchise.

Scanarea intrarii. Noua imagine de intrare: IM:1-1=0, IM:1-2=1, IM:1-3=1, IM:1-4=1.

Scanarea programului. Treapta 1: IM:1-1=FALSE, OM:1-1=TRUE, IM:1-2=TRUE, IM:1-3=TRUE, calea este TRUE, deci 1 este stocat in celula OM:1-1.

Treapta 2: IM:1-4=TRUE, deci 1 este stocat in celula OM:1-2.

Scanarea iesirii. Atat solenoidul a cat si sursa de lumina sunt deschise (ON).

Ciclul 4.: START si LS1 sunt deschise, STOP si SW1 sunt inchise.

Scanarea intrarii. Noua imagine de intrare: IM:1-1=0, IM:1-2=1, IM:1-3=0, IM:1-4=1.

Scanarea programului. Treapta 1: IM:1-1=FALSE, OM:1-1=TRUE, IM:1-2=TRUE, IM:1-3=FALSE, calea este FALSE, deci 0 este stocat in celula OM:1-1.

Treapta 2: IM:1-4=TRUE, deci 1 este stocat in celula OM:1-2.

Scanarea iesirii. Solenoidul a este inchis (OFF), sursa de lumina este deschisa (ON).

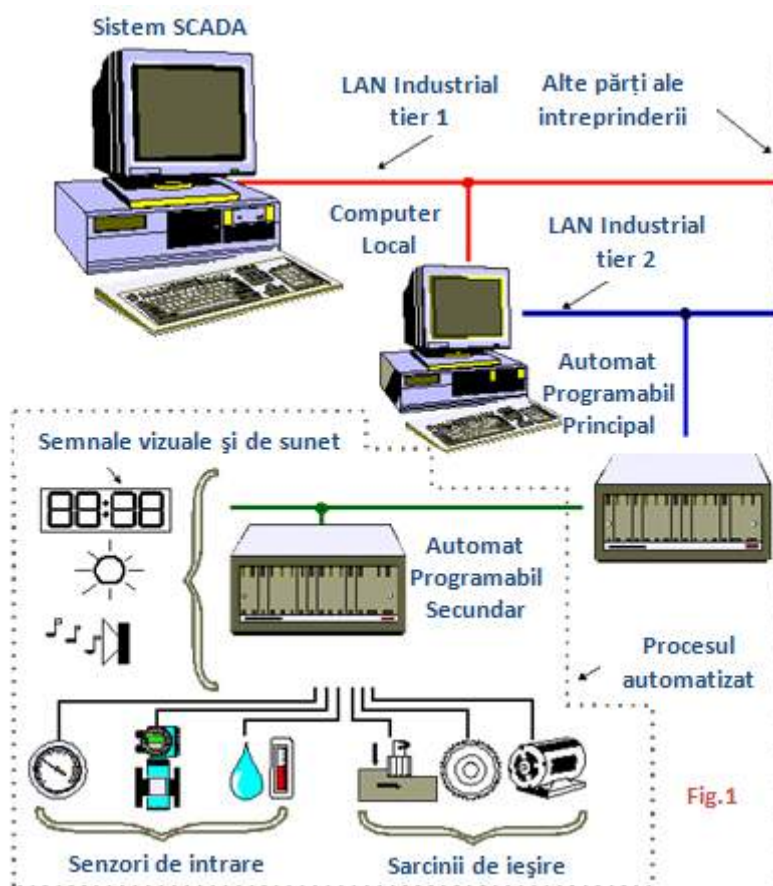
O multe de obsevatii sunt evidente din functionarea unui PLC. Prima, ordinul operatiilor poate fi important deoarece PLC-ul evalueaza programul o treapta la un moment dat. A doua, exista o intarziere mica intre actiunea unui dispozitiv de intrare si schimbarea rezultatului in dispozitivele de iesire. Aceasta intarziere poate fi tot atat de mare cat si timpul de rulare a unui ciclu de catre PLC.

5.1 Introducere



Sistemele automate de control a proceselor sunt un conglomerat de dispozitive electronice care conferă stabilitate, acuratețe și performanță. Sistemele de operare pot avea diverse forme de implementare pornind de la surse de alimentare și până la mașini. Fiind un rezultat rapid a progresului tehnologic, cele mai complexe operații au fost rezolvate prin conectarea în sistem a unor automate programabile și unități centrale de proces. Aceste **automate programabile** (PLC - Programabile Logic Controller), așa cum le vom denumi în continuare, pe lângă conexiunile

Fiecare componentă din sistemul de control a procesului joacă un anumit rol, în concordanță cu importanța sa. Spre exemplu, fără niciun senzor, PLC-urile nu ar putea ști modul de variație în timp a parametrilor principali ai procesului (considerați parametri de intrare). În sistemele automate, PLC-urile sunt partea centrală a sistemului de control sau a automatizării.



5.2 Panouri de automatizare clasice

În topul cauzelor defectării sistemului de automatizare este releul electromagnetic, cu o durată de viață limitată datorată construcției și modului de operare. Deci, deranjamentele survenite în instalației erau cu preponderență cauzate de fiabilitatea scăzută a releelor din panoul de

automatizare, fapt ce se concluziona prin înlocuirea frecventă a acestora. Înlocuirea frecventă a releelor conduce și la oprirea producției. Întreținerea era costisitoare, suprasolicitând și cei mai dibaci electricieni în depistarea și înlăturarea defectului.

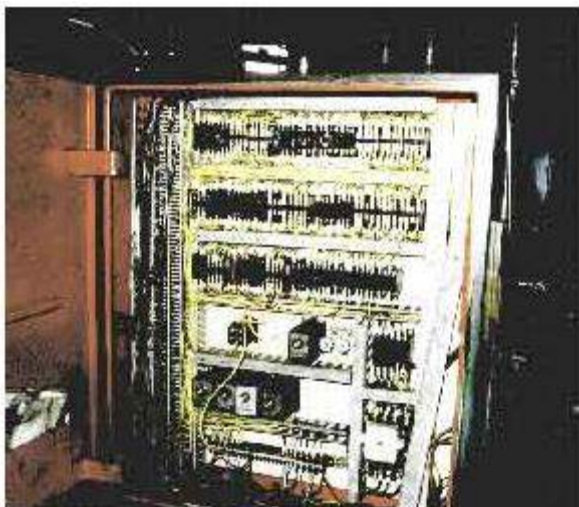


Fig.2 Panou convențional de automatizare

De regulă, un panou de automatizare era folosit pentru conducerea unui singur proces și nu putea fi adaptat pentru cerințele noi tehnologii de lucru. Într-un cuvânt, panourile de automatizare convenționale se dovedesc inflexibile, deoarece îmbunătățirea parametrilor de lucru a sistemului de automatizare se realiza prin schimbarea topologiei de funcționare a panoului și chiar a unor piese componente (lucru de altfel costisitor). Un exemplu tipic de panou de automatizare convențional este prezentat în fig.2.

În fig.2 o să observați un număr destul de larg de cabluri și conductoare electrice, rele (de timp, intermediare...) și alte elemente dintr-un panou de automatizare din perioada respectivă. Panoul de automatizare din fig.2 nu este foarte complex așa cum sunt sau au fost unele panouri convenționale în perioada respectivă, dar cred că vă puteți imagina unul mult mai complex!

Cele mai importante dezavantaje ale panourilor de automatizare convenționale sunt:

1. Manopera costisitoare pentru interconectarea conductoarelor;
2. Dificultăți în schimbarea sau înlocuirea componentelor;
3. Dificultăți în găsirea erorilor – necesită forță de muncă cu experiență vastă și calificată;
4. Atunci când survine o problemă, timpul pentru remediere nu se poate stabili cu exactitate, acesta fiind în majoritatea cazurilor lung.

5.3 Panouri de automatizare cu automate programabile



Fig.3 Panou de automatizare cu PLC

Odată cu invenția automatului programabil, s-au schimbat foarte multe în proiectarea sistemelor de control automate. Au apărut mai multe avantaje. Spre exemplu, în fig.3 este prezentat un panou modern de automatizare cu automat programabil (PLC).

Avantajele panourilor de automatizare cu automate programabile se pot prezenta în câteva subpuncte:

- În comparație cu un panou de automatizare clasic, numărul necesar de conductoare este redus cu 80%;
- Consumul este foarte mult redus deoarece PLC-ul consumă mult mai puțin decât releele din panoul de automatizare convențional;
- Funcția de detectare a erorilor din automatul programabil este foarte rapidă și foarte ușor de utilizat;
- Schimbarea secvențelor de operare din cadrul aplicației este diferită de la proces la proces și poate fi făcută foarte ușor înlocuind sau modificând programul scris în automatul programabil cu ajutorul unui PC (această acțiune nu necesită schimbarea conductoarelor sau recablarea panoului de automatizare – așa cum se întâmpla la panourile de automatizare clasice – ci se rezumă doar la interconectarea dispozitivelor necesare la intrările și/sau ieșirile PLC-ului);
- Panourile de automatizare cu PLC necesită câteva piese de schimb;
- Este mult mai ieftin în comparație cu un sistem de automatizare clasic, deoarece fiind dotat cu un număr larg de intrări-ieșiri, se poate conecta un număr mare de periferice atunci când se dorește realizarea unor funcții complexe;
- Repunerea în funcție a unui PLC se face mult mai repede și ușor decât orice releu electromecanic sau de timp.

Dintre dezavantajele lucrului cu automate programabile putem menționa:

1. **Aplicații 'fixe':** unele aplicații nu au nevoie de automat programabil datorita gradului foarte mic de complexitate neexistand astfel necesitatea achizitionarii unui automat programabil relativ sofisticat;
2. **Probleme de mediu:** in unele medii exista temperaturi ridicate sau alte conditii care pot duce la deteriorarea automatelor programabile astfel ca acestea sunt greu sau chiar imposibil de utilizat;
3. **Funcționare 'fixa':** daca nu apar schimbari in cadrul procesului de multe ori folosirea automatului poate fi mai costisitoare.

5.4 Etapele proiectării sistemelor de control automate

a). Mai întâi, va trebui să adoptați un instrument sau un sistem pe care doriți să-l automatizați. Sistemul automatizat poate să fie o mașină sau un proces mai mult sau mai puțin complex. La intrările sistemului va trebui să conectați dispozitivele de intrare (senzori și/sau transductoare) care vor trebui să transmită semnalele corespunzătoare la un automat programabil (PLC). Ca răspuns la aceste semnale, PLC-ul expediează un semnal, ca rezultat, la un dispozitiv extern (numit și de execuție), care controlează funcționarea sistemului sau procesului după diagrama de funcționare dorită. Această diagramă poate conține unul sau mai multe cicluri de funcționare a procesului.

b). În al doilea rând, va trebui să specificați toate instrumentele de intrare și ieșire care vor fi conectate la automatul programabil. Dispozitivele de intrare sunt comutatoare diverse, senzorii de temperatura, presiune și alte tipuri de transductoare. Dispozitivele de ieșire pot fi: bobine, valve electromagnetice, motoare, relee, instrumente de lumină și sunet etc. Urmând identificarea tuturor intrărilor și ieșirilor, după aceea acestea pot fi foarte ușor implementate în programul PLC-ului. Alocarea intrărilor și ieșirilor este o etapă importantă în realizarea propriu-zisă a programului. Pentru a ușura identificarea acestora, fiecărei intrări și ieșiri i se alege o denumire în corelație cu funcția preluată sau executată de automatul programabil.

c). Această etapă constă în elaborarea programului ce urmează să fie implementat în memoria automatului programabil. Cea mai simplă metodă constă în elaborarea programului în mediul ladder diagram. Dar ca să faceți acest lucru va trebui pentru început să vă alegeți un automat programabil și un program de dezvoltare a aplicațiilor ce permite lucrul în modul ladder diagram. De regulă, orice producător de automate programabile oferă propria soluție software pentru programarea PLC-ului produs. Nu o să puteți folosi un soft de la un producător ca să programați un PLC de la un alt producător. Mai intervine aici și incompatibilitatea soluției de interconectare a echipamentelor (PC-PLC), diferită de la producător la producător de automate programabile. După realizarea programului acesta este scris în memoria PLC-ului. De regulă, în cazul proceselor industriale complexe, înainte să fie implementat în automatizare, după ce este programat, PLC-ul este testat pe un stand independent. Pe acest stand sunt depistate eventualele erori și apoi eliminate. Această metodă este întâlnită cu precădere în cazul "automatizărilor prototip".

5.5 Generalități privind construcția și funcționarea PLC-urilor

Industria a început să recunoască necesitatea îmbunătățirii și creșterea productivității în perioada anilor '60, '70. Flexibilitatea a devenit de asemenea o preocupare majoră (capacitatea de a schimba rapid stările procesului și a remedia deranjamentul a devenit o cerință foarte importantă pentru satisfacția clientului).

Încercați să vă imaginați o linie de producție automatizată din anii '60, '70. Această automatizare conține un număr destul de mare de cabluri electrice pentru controlul automatizării și în multe cazuri, acoperă o suprafață mare. Panoul clasic de automatizare conține un număr semnificativ de relee electromagnetice care realizează munca întregului sistem. Totuși, metoda clasică de cablare a panoului sau panourilor de automatizare implica existența unui personal de întreținere și punere în funcție foarte calificat, personal care ar trebui să cunoască schema de automatizare și să interconecteze, cu ajutorul cablurilor, releele.

Un inginer trebuia să conceapă logic schema iar un electrician, având schema în față, trebuia să o implementeze cablând corespunzător releele. Unele scheme conțineau peste o sută de relee electromagnetice de diferite tipuri. Planul după care executa cablarea panoului de automatizare electricianul se numea schemă monofilară sau "ladder schematic". În schema monofilară erau afișate toate componentele: comutatoare, senzori, valve, relee etc, pe care le găsim în sistemul de automatizare. Jobul electricianului era acela de interconectare a acestor componente.

Cea mai mare problema a acestei scheme de control o reprezenta releele electromagnetice. Instrumentele mecanice sunt cele mai predispuse uzurii datorită părților componente în mișcare. Dacă un releu se defecta, electricianul trebuia să verifice sau să examineze întregul sistem (întregul sistem trebuia oprit până se depista și îndepărta cauza deranjamentului). Deci, o altă problemă a acestui tip de automatizare era timpul relativ mare a întreruperii funcționării sistemului în caz de deranjament. În plus, dacă se dorea schimbarea ciclurilor de funcționare a sistemului (chiar și o schimbare minoră), acest lucru se realiza cu costuri majore și pierderi mari de timp până când sistemul era din nou funcțional.

Nu este chiar așa greu de imaginat ce se poate întâmpla dacă un inginer a făcut câteva greșeli minore pe parcursul realizării proiectului. Este de asemenea imaginabil ce se va întâmpla dacă electricianul ar greși în câteva puncte cablarea sistemului de automatizare. La final vă puteți imagina câteva componente defecte. După aceea, ca să aflăm dacă sistemul funcționează, va trebui să testăm funcționarea acestuia. Cum inițial în proiect au fost strecurate greșeli, inclusiv de execuție, cu siguranța sistemul de automatizare nu va funcționa. Așadar, această soluție "clasică" de execuție a sistemelor automate era foarte mult predispusă la conceperea unui lot de panouri de automatizare cu multe exemplare rebut. Introducerea automatelor programabile a eliminat din start acest dezavantaj.

5.6 Primul automat programabil

"General Motors" a fost prima companie care a recunoscut nevoia înlocuirii tehnicii de cablare clasică a panourilor de automatizare. Înlocuirea vechi tehnologii de cablare a panourilor de automatizare a sporit competiția producătorilor de autoturisme prin creșterea productivității și calității. Nu numai industria auto a avut de câștigat de pe urma noii tehnologii. Flexibilitatea, întreținerea ieftină și ușoară, dar și posibilitatea schimbării rapide a ciclurilor de producție a devenit o necesitate crucială în actuală evoluție a economie de piață.

Ideea companiei "General Motors" a constatat în implementarea logicii cablate într-un microcalculator, logică care a înlocuit tehnica clasică de cablare a releelor. În majoritatea aplicațiilor, microcalculatorul are la bază soluții cu microcontrolere pe 8 sau 16biți, în funcție de complexitatea sistemului de automatizare. Deci, calculatorul avea să ia locul blocurilor sau panourilor de automatizare cu numeroase rele. Orice schimbarea a ciclurilor de operare sau de producție se poate face foarte ușor modificând... programul scris în automatul programabil. Deci, în prezent, schimbarea schemei de comanda este mult mai comodă.

Totul a fost bine până la punerea în aplicare a tehnologiei, când o nouă problemă a apărut și anume aceea de a-i face pe electricieni să accepte și să-și însușească funcționarea sistemului de automatizare cu noile dispozitive. Sistemele sunt de regulă complexe și necesită cunoașterea anumitor tehnici de programare. A fost un mare semn de întrebare dacă electricieni ar putea să-și însușească tehnici de programare pe lângă atribuțiile inițiale de serviciu. Divizia Hidromatic de la General Motors a recunoscut necesitatea implementării noii tehnologii și astfel a pus bazele primului proiect cu automat programabil (au mai fost câteva companii în lume care au creat dispozitive capabile să controleze procese industriale, dar aceste dispozitive electronice erau niște simple controlere secvențiale și nu PLC-uri așa cum le cunoaștem noi astăzi).

Noile dispozitive trebuia să aibă anumite caracteristici: să funcționeze corect în medii industriale (vibrații, temperaturii ridicate, praf...), să fie flexibile și de dimensiuni reduse ca un computer și să permită reprogramarea acestora dacă se dorea realizarea altor operații. Ultimul criteriu și cel mai important era acela ca noile dispozitive să poată fi programate și întreținute ușor de către electricieni și tehnicieni. După ce cerințele au fost trasate, General Motors a căutat companii interesate care pot să proiecteze aceste dispozitive în corelație cu aplicațiile unde urma să fie implementate.

"Gould Modicon" a dezvoltat primul dispozitiv care respecta aceste specificații. Cheia succesului a fost aceea că pentru programare nu era necesar învățarea unui limbaj de programare. Programare se efectua într-un limbaj asemenea schemelor clasice monofilare (ladder diagram), cu particularitățile proprii. Din acest motiv electricieni și tehnicieni puteau foarte ușor să învețe programare deoarece schema logică trasată în program era foarte asemănătoare cu schema clasică.

Inițial, PLC-urile s-au numit PC Controllers sau controlere programabile. Această denumire se confunda de multe ori cu numele de calculator personal (PC). Pentru a elimina această confuzie, denumirea "PC" a fost atribuită doar calculatoarelor personale iar controlerele programabile s-au denumit "programmable logic controllers" sau simplu: PLC.

La început PLC-urile au fost dispozitive simple. La intrările acestora erau conectate comutatoare, senzorii digitali etc, iar la ieșiri se comanda pornirea și oprirea funcționării altor dispozitive. Când au apărut primele PLC-uri acestea nu erau capabile să controleze procese mai complexe, cum ar fi: controlul temperaturii, a poziției, presiunii etc. Cu toate acestea, odată cu trecerea anilor, au apărut și PLC-uri care au fost capabile să realizeze aceste funcții. În prezent, automatele programabile sunt capabile să controleze procese foarte complexe, inclusiv controlul poziției. Modul de realizare și programare a acestora a fost mult îmbunătățit. Au fost concepute module speciale care atașate PLC-ului pot lărgi aria de operabilitate a acestuia. Un exemplu în acest sens este modulul de comunicație, care permite interconectarea mai multor automate programabile. În prezent este foarte greu să ne imaginăm un proces care să nu fie controlat de un automat programabil!

5.7 Componentele automatelor programabile

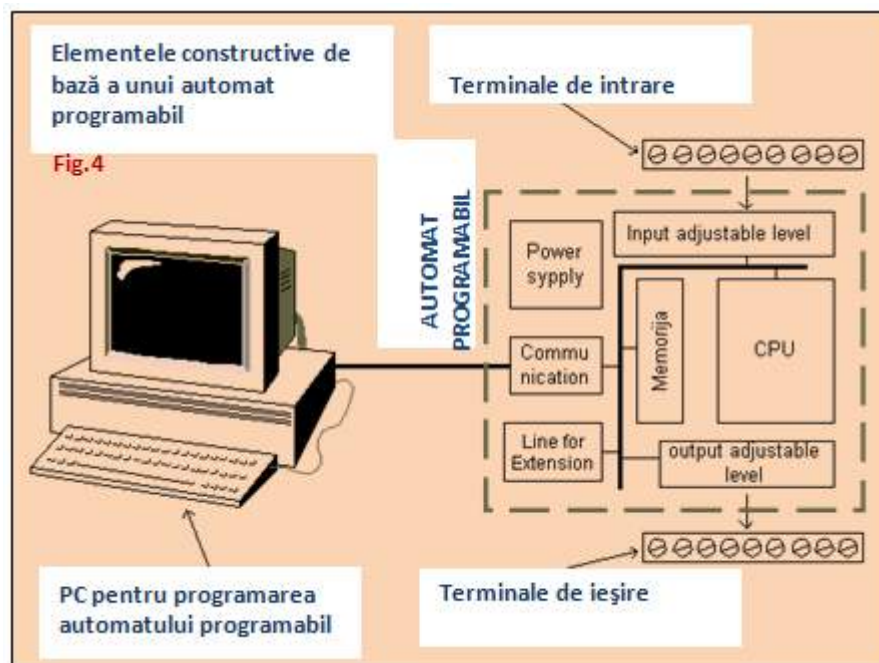
PLC-ul este actualmente un sistem industrial cu microcontroler (inițial a fost numit procesor în loc de microcontroler) care se compune dintr-o parte hardware și software specifică și adaptată să funcționeze în medii industriale. Schema bloc este prezentată în fig.4. O atenție deosebită trebuie acordată separării galvanice a microcontrolerului față de partea de forță și execuție din mediul industrial.

Componentele pot diferi ca număr de la un exemplar la altul dar elementele care se regăsesc în general sunt următoarele:

1. Unitatea centrală: reprezintă partea cea mai importantă a automatului programabil și este compusă din 3 părți importante: procesor, memorie și sursă de alimentare. Prin intermediul acesteia se realizează practic conducerea întregului proces;
2. Unitatea de programare: la ora actuală este reprezentată în multe cazuri de către un calculator prin intermediul căruia pot fi scrise programe care apoi sunt încărcate pe unitatea centrală și rulate. În cazul în care se dorește o unitate mai ușor de manevrat sunt puse la dispoziția programatorilor (de către majoritatea firmelor) console (sisteme de gen laptop) prin intermediul cărora pot fi scrise programe pentru automate;
3. Modulele de intrare/ieșire: permit interconectarea cu procesul primind sau transmitând semnale către acesta. Acestea pot cuplate direct cu unitatea centrală sau prin control la distanță (dacă este cazul pentru un anumit proces);
4. Sina: dispozitivul pe care sunt montate unitatea centrală, modulele de intrare/ieșire și alte module funcționale adiționale (dacă este cazul).

5.8 Unitatea centrala de procesare – CPU

Unitatea centrală de procesare (CPU) este creierul automatului programabil. CPU este în mod uzual un microcontroler. Odinioară, aceste microcontrolere erau pe 8 biți, cum ar fi 8051, iar actualmente sunt microcontrolere pe 16 sau 32 de biți. În automate programabile de marcă, cum ar fi Siemens, Hitachi și Fujitsu, o să regăsiți diferite tipuri de microcontrolere produse de diferite firme, cum ar fi Motorola. Modulul de comunicație este atașată la unul din porturile microcontrolerului. Automatele programabile au diferite rutine pentru verificare memoriei, asta din motive de siguranță. La modul general vorbind, unitatea generală de procesare efectuează o serie întreagă de rutine de verificare a stării tehnice a PLC-ului. Pentru semnalizarea diferitelor erori sau stări de funcționare PLC-urile sunt dotate cu indicatori optici (diode luminescente sau leduri).



5.9 Memoria

Memoria sistemului - actualmente de tip FLASH - este utilizată de automatul programabil pentru stocarea programului folosit la controlul automatizării. Înainte să fie scris în memorie, programul trebuie compilat, cu ajutorul altui program cu ajutorul căruia a fost scrisă logica automatizării în ladder diagram. Reprogramarea sau rescrierea memoriei se realizează, de regulă, cu ajutorul unui cablu serial.

Memoria utilizată este împărțită în diferite blocuri cu diferite funcții. Anumite părți ale memoriei sunt folosite pentru a înregistra stările porturilor (intrare sau ieșire). Fiecare stare a memoriei este stocată printr-un bit: 1 sau 0. Fiecare intrare sau ieșire îi corespunde un bit din memorie. Alte părți ale memoriei stochează variabilele pe care le folosește programul. Spre exemplu, perioada de temporizare ori valoarea numărată pot fi stocate în această parte a memoriei.

5.10 Programarea automatelor programabile

PLC-ul poate fi reprogramat cu ajutorul unui computer (cea mai comodă cale), dar poate fi programat și manual cu ajutorul unei console. Acest lucru înseamnă că fiecare automat programabil poate fi programat cu ajutorul unui computer care are instalat un program special pentru operația asta. Astăzi calculatoarelor pot utiliza linii de transmisie pentru interconectarea PLC-urilor și programarea lor. Este un avantaj enorm pentru industrie. Odată ce PLC-ul este conectat la PC, pentru început se poate citi programul deja scris în acesta (asta dacă am mai fost programat anterior). Comunicația cu PLC-ul este foarte importantă deoarece, pe lângă

celelalte avantaje care le aduce, permite monitorizarea procesului de automatizare de la distanță, inclusiv verificarea stării PLC-ului.

Aproape fiecare program pentru programarea automatelor programabile include diferite opțiuni utile ca: trecerea din ON în OFF a intrărilor și ieșirilor, simularea programului în timp real ș.a.m.d. Aceste opțiuni sunt necesare pentru determinarea erorilor sau a funcționării defectuoase a programului. Programatorul poate adăuga comentarii, nume intrărilor și ieșirilor, foarte utile în întreținerea sistemului. Spre exemplu, adăugarea comentariilor ajută electricienii și tehnicienii să înțeleagă mult mai bine schema de comandă schițată în mediu de programare ladder diagram. Aceste comentarii ajută foarte mult la întreținerea și depanarea automatizării.

5.11 Sursa de alimentare

Sursa de alimentare are rolul de a alimenta cu energie electrică automatul programabil. Majoritatea PLC-urilor lucrează cu tensiunii de 24Vdc sau 230Vac. Unele automate programabile se alimentează printr-un modul separat. PLC-urile cu sursă de alimentare separată sunt automate programabile mari. Pentru a determina puterea electrică a sursei de alimentare va trebui să cunoaștem consumul PLC-urilor, determinat în mare parte, de către necesarul de curent al ieșirilor. Sursa de alimentare trebuie să îndeplinească anumite cerințe de compatibilitate electromagnetică, ca de exemplu: să fie imună la perturbații electromagnetice, medii corozive, întâlnite cu preponderență în mediul industrial.

5.12 Întrările automatului programabil

Inteligența unui sistem de automatizare depinde în mare măsură de capacitatea automatului programabil să citească semnalul provenit de la diferiți senzori și dispozitive de intrare. Taste, keypad-uri, comutatoare cu și fără automenținere, sunt câteva din elementele care au făcut legătura dintre om și mașina. Pe de altă parte, pentru a verifica piesele care sunt în mișcare, pentru a verifica presiunea sau nivelul de fluid, veți avea nevoie de traductoare care să transmită la ieșirea lor un semnal unificat (0...5V sau 4...20mA), recunoscut de automatul programabil. Sunt diferite metode să obțineți un senzor. Spre exemplu, ați putea folosi un optocuplor sau un transformator.

5.13 Ieșirile automatului programabil

Un sistem de automatizare este incomplet dacă la ieșirile sale nu este conectat niciun dispozitiv. Cele mai întâlnite dispozitive sunt: motoare, bobine, relee, indicatoare, sunete de semnalizare ș.a.m.d. Pentru a porni un motor sau alimenta un releu, PLC-ul transmite "1" logic la ieșirea aferentă – în funcție de caracteristicile programului. În acest caz spunem că ieșirea automatului programabil este digitală. Totuși, ieșirile pot fi și analogice. O ieșire analogică este utilizată pentru a genera un semnal analogic (ex. un motor funcționează cu o anumită viteză care corespunde unei anumite tensiuni).

5.14 Extensia numărului de intrări / ieșiri

Orice automat programabil are un număr limitat de intrări / ieșiri. Numărul de intrări sau ieșiri poate fi mărit prin conectarea unui modul extern. Acest modul este o extensie de intrări și ieșiri, extensie care diferă de la PLC la PLC (ex. Dacă ieșirea este un releu, atunci tranzistorul care acționează releul poate fi un module extensie).

6. ARHITECTURA AUTOMATELOR PROGRAMABILE

6.1 Generalități

Reamintesc că acest articol tratează per ansamblu construcția și funcționarea PLC-urilor. În acest punct, datorită multitudinii de automate programabile existente pe piață, este imposibil să descriem arhitectura fiecărui PLC în parte. Nu este nici spațiu dar nici scopul acestui articol. În plus, schema bloc este aproximativ aceeași, fiecare firmă producătoare de PLC-uri făcând variațiuni pe lângă aceasta. De aceea, în cadrul acestui punct al articolului, voi lua ca reper doar un singur model de PLC. Celelalte tipuri de PLC-uri, comercializate de celelalte firme, sunt mai mult sau mai puțin identice cu acesta, principiul de funcționare rămânând același.

6.2 De ce OMRON?

De ce, nu? Este o companie mare care produce la un înalt standard de calitate, automate programabile, asemenea altor firme de renume din domeniu, cum ar fi Siemens, Mitsubishi sau Hitachi. Astăzi putem să spunem cu siguranță că automatele programabile produse de aceste companii sunt niște dispozitive excelente pentru realizarea unor automatizări de înaltă finețe și calitate. Totuși, pentru o aplicație specifică trebuie să adoptăm și să cunoaștem caracteristicile PLC-ului.

Automatul programabil se adoptă de abia după ce s-a trasat schema de c-dă "clasică" și se cunoaște cu exactitate numărul de intrări/ieșiri și senzori sau traductoare necesare. Pentru a creea niște exemple mult mai ușor de înțeles și aplicat practic, am ales, spre descriere, automatul programabil produs de compania OMRON, micro class CPM1A. Adjectivul "micro" semnifică existența unui număr minim de opțiuni atașate automatului programabil. Dar chiar și așa, modelul pe marginea căruia vom discuta în cele ce urmează, este suficient pentru înțelegerea modului de funcționare și implementare practică a automatelor programabile.

6.3 OMRON CPM1A PLC controller

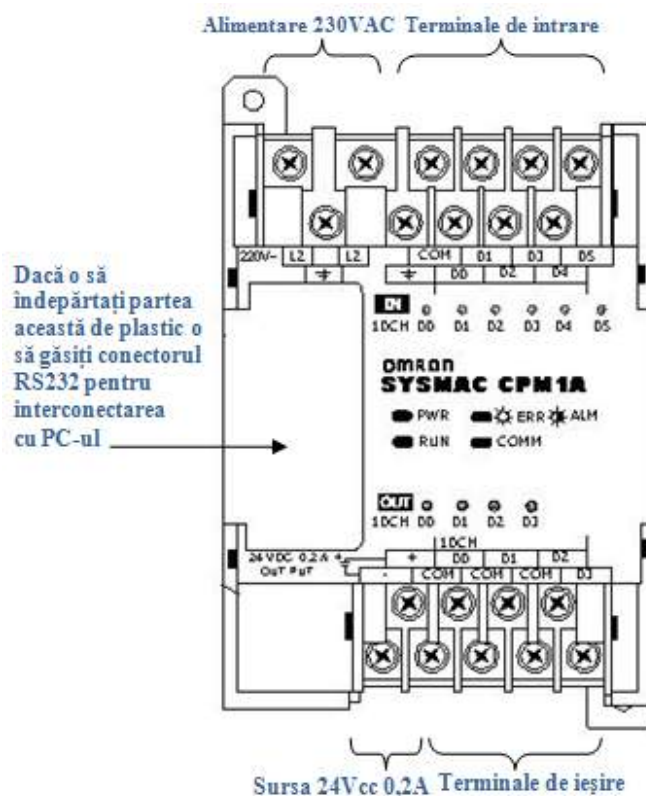


Fig.5 PLC-ul OMRON CPM1A

Fiecare PLC este în esență un sistem cu microcontroler - unitatea centrală de procesare a automatului programabil se bazează pe un microcontroler, sau mai recent, pe un procesor PC de generație mai veche – care are conectate diferite periferice: intrări ieșiri digitale sau relee ca în cazul nostru. Oricum, acesta nu este un sistem cu microcontroler obișnuit. O întreagă echipă a lucrat pentru perfecționarea microcontrolerului și dezvoltarea programului folosit la programarea lui. Inițial s-a utilizat programarea în ansamblu, care se mai utilizează și în prezent la programarea microcontrolerelor. Firmele producătoare de PLC-uri a trebuit să dezvolte acest mod de programare pentru a fi mult mai ușor înțeles de electricieni și tehnicieni, și bineînțeles, pentru a se aprofunda într-un timp cât mai scurt. Astfel s-a născut programarea "în ladder" despre care vom vorbi în punctul 6 al acestui articol.

O imagine de ansamblu cu PLC-ul OMRON CPM1A se poate vedea în figura 5. Pe panoul din față sunt 4 indicatoare cu LED și conectorul RS232 pentru interfața cu PC-ul. În afară de acestea, se mai pot vedea terminalele de intrare și ieșire. Cu ajutorul acestor terminale (cu șuruburi) se poate conecta PLC-ul în schema de automatizare. Din clemele L1 și L2 se alimentează PLC-ul, în acest caz cu 230VAC. Automatele programabile lucrează de obicei la 24Vdc, deci pentru controlul lor prin intermediul senzorilor va trebui să avem acces la masa sursei de tensiune continuă care le alimentează intern. În acest sens, orice PLC trebuie prevăzut cu o clemă de acces la masă sau GND. În cazul nostru această clemă este notată "COM". Microcontrolerul PLC-ului este alimentat printr-o referință internă de tensiune sau regulator dc de tensiune la 5Vdc. Ieșirile automatului programabil sunt la 24Vdc, de unde se poate intui ușor la ce putem folosi aceste ieșiri (spre exemplu: pentru comanda unor relee intermediare aflate între PLC și partea de execuție a procesului). PLC-ul OMRON mai cuprinde două găuri pentru prinderea acestuia în tabloul de automatizare sau se poate monta, mult mai ușor, pe un rack industrial sau binecunoscuta șină omega.

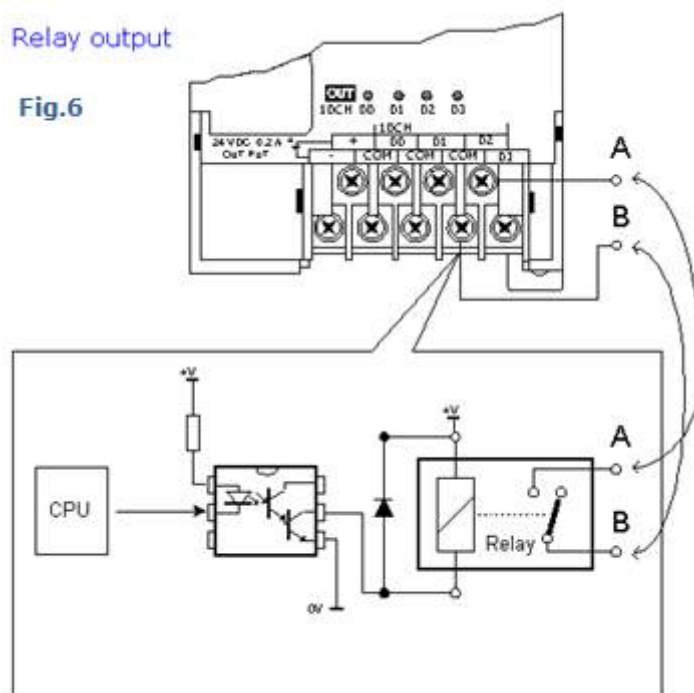


Automatul programabil prezentat are doar 8 cm înălțime și se divide vertical în două părți: o parte cu un convertor 230/24Vdc și alta cu CPU-ul, memoria, intrările digitale și releele de ieșire aferente. Dacă o să îndepărtați porțiunea de plastic din partea stângă o să descoperiți conectorul RS232, adică interfața serială cu PC-ul. Această interfață este utilizată pentru programarea automatului programabil cu ajutorul calculatorului. Atunci când instalați PLC-ul nu este neapărat necesar să instalați interfața dar este recomandat să faceți lucru asta pentru a schimba anumite setări ale programului pe parcursul efectuării încercărilor și operațiilor de punere în funcție a automatizării.

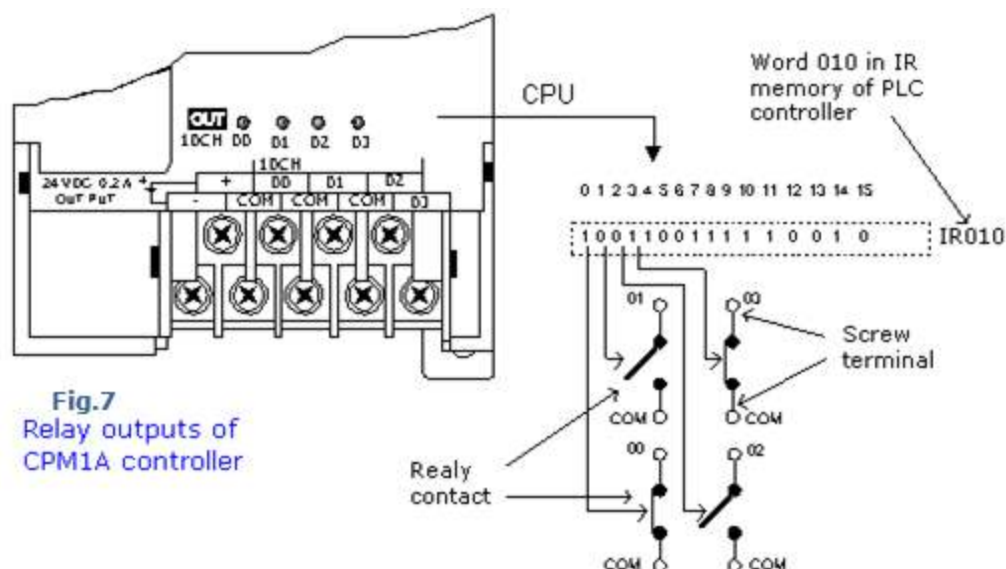
Pentru o informare mai bună a programatorilor asupra stării automatului programabil, pe panoul frontal al acestuia sunt dispuse 4 indicatoare cu led-uri (Power, Run, Comm și Error / Alm). Pe lângă aceste leduri, mai există și indicatoarele de stare pentru fiecare intrare și ieșire a automatului programabil. Aceste leduri le găsiți în imediata vecinătate a șuruburilor de fixare (ex. D0....D5). Spre exemplu, dacă o ieșire este activă, atunci ledul aferent luminează și viceversa.

6.4 Ieșirile automatului programabil OMRON CPM1A

Cu excepția tranzistorului de ieșire în conexiune NPN sau PNP, automatul programabil poate avea la ieșire și relee. Prin existența la ieșirile automatului programabil a releelor se pot conecta mult mai ușor dispozitivele externe. Modelul CPM1A conține exact la ieșire aceste relee. CPM1A are în total 4 relee ale căror contacte se regăsesc la terminalele de ieșire ale automatului programabil. În realitate, schema internă a unei ieșiri a PLC-ului arată ca în figura 6.

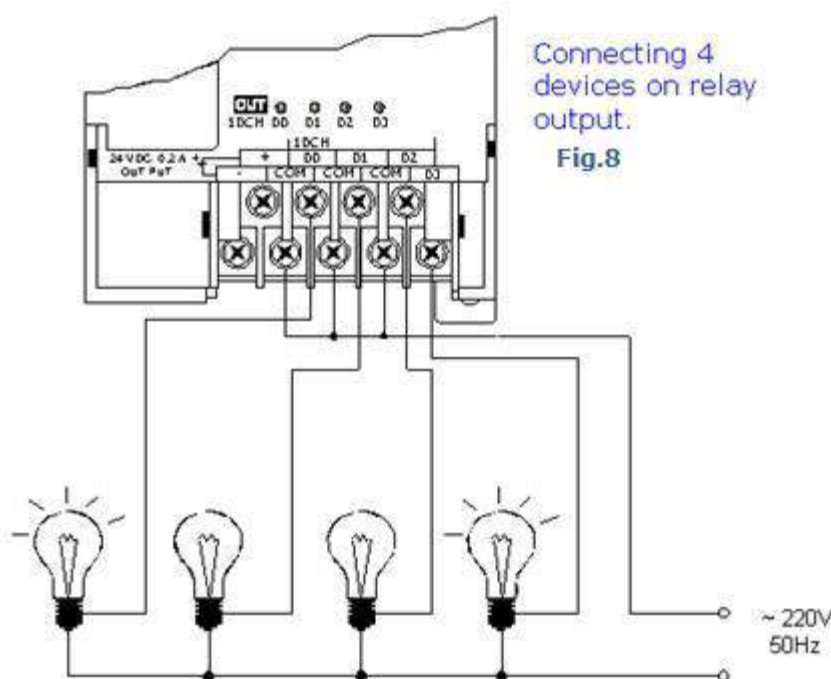


Odată cu activarea optocuplorului, prin trecerea în zero logic a ieșiri microcontrolerului, bobina releelui este alimentată iar contactele A și B se închid. În cazul nostru contactele A și B pot să închidă sau să întrerupă un circuit extern. Deci starea acestor contacte este determinată de starea porturilor de ieșire a microcontrolerului. În figura 7 este exemplificat cazul în care portul de ieșire îi corespunde un anumit șir de cifre binare, șir notat cu IR010. Așa cum se întâmplă și la programarea individuală a microcontrolerelor și în cazul PLC-urilor va trebui să setăm starea porturilor de ieșire la începutul scrierii programului. Folosind programarea în ladder a PLC-ului putem foarte ușor să definim stările de intrare și ieșire. Dacă nu definiți starea ieșirilor, se poate întâmpla ca atunci când puneți în funcție automatul programabil, acesta să pornească, spre exemplu, un motor, când de fapt ar fi trebui să aștepte să primească o comandă pe o intrare ca să facă acest lucru.



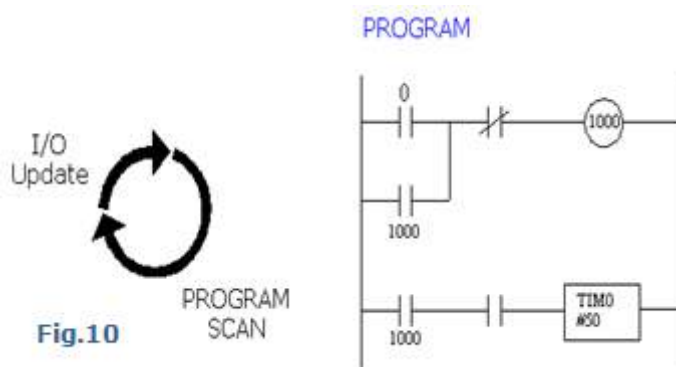
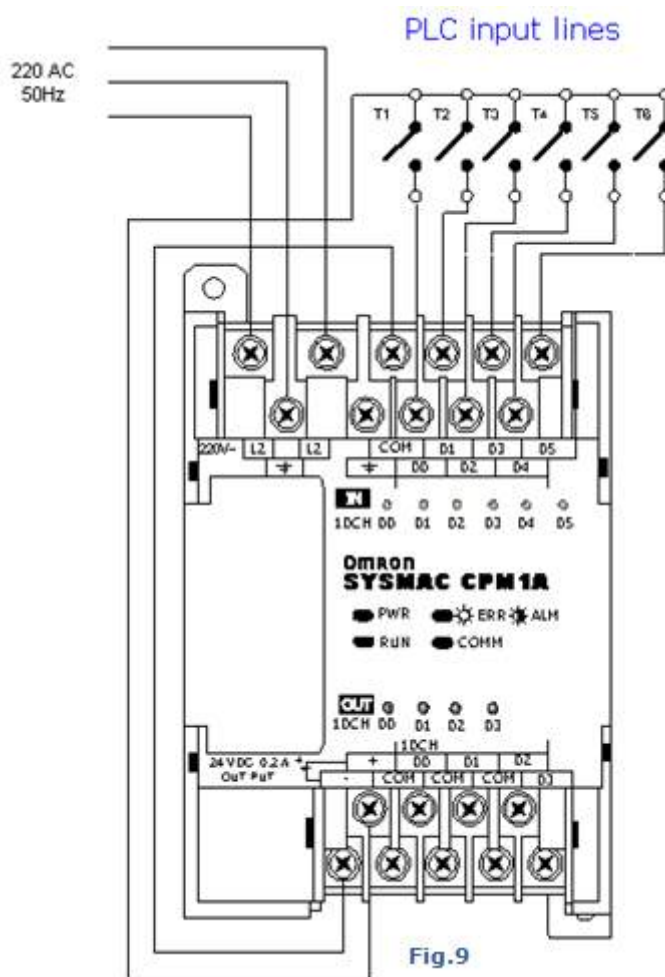
6.5 Intrările automatului programabil OMRON CPM1A

Diferiți senzori, chei, comutatoare și alte elemente asemenea se pot conecta la intrările PLC-ului. Pentru a putea să conectăm senzorii menționați la intrările PLC-ului va trebui să folosim o sursa de alimentare care să activeze circuitele de intrare. Este necesar să facem acest lucru deoarece porturile de intrare a microcontrolerului care echipează PLC-ul sunt izolate galvanic, cu ajutorul unor optocuploare, de partea propriu zisă de c-dă a automatului programabil. Cum pentru activarea unui optocuplor avem nevoie de o sursa de tensiune externă, pentru funcționarea corectă a senzorilor de intrare, va trebui să intercalăm acești senzori pe traseul de alimentare a intrării optocuploarelor. Cea mai simplă metodă este aceea să utilizăm sursa de tensiune de 24Vdc a PLC-ului. O astfel de metodă este arată în figura 9.



Dacă adoptați metoda din figura 9 trebuie să țineți cont de curentul maxim pe care îl poate da sursa internă a automatului programabil. PLC-ul CPM1A permite un maxim 0,2A. Atunci când conectați senzori pe intrare va trebui să țineți cont de consumul total al acestora. Acest consum trebuie să fie mai mic sau egal cu valoarea maximă a sursei interne a automatului programabil.

Daca un senzor are un curent mai mare atunci se pot utiliza o altă sursă externă pentru alimentarea lui sau cu alte cuvinte, va trebui făcută o adaptare.



6.6 Cum funcționează PLC-ul ?

Funcția de bază a unui automat programabil este aceea de scanare continuă a stărilor programului. Prin scanare se înțelege verificarea continuă a condițiilor programului într-o perioadă de timp. Acest proces de scanare a stărilor se compune din trei pași:

Testarea intrărilor: Pentru început PLC-ul testează fiecare intrare cu intenția de a depista care este în starea "ON" și care este în starea "OFF". Cu alte cuvinte, PLC-ul verifică dacă este conectat vreun senzor sau comutator la intrări. După aceea, acest pas este memorat și va fi folosit în următorul pas.

Executarea programului: Aici PLC-ul execută programul, instrucțiune cu instrucțiune. Cunoscând starea intrărilor obținută din pasul precedent, atunci programul va executa pașii necesarii. Reacția executării unui pas se poate observa prin activarea unei ieșiri, care poate fi memorată și utilizată în pasul următor.

Verifică și corectează starea ieșirilor: În pasul final, PLC-ul verifică starea ieșirilor și corectează, dacă este cazul, aceste erori, utilizându-se de logica programului.

7. LADDER DIAGRAM

În decursul timpului, încă de la apariția PLC-urilor, s-au prezentat mai multe soluții de programare a automatelor programabile - cea mai populară soluție fiind programarea în "ladder diagram". Ca atare, în prezent, majoritatea automatelor programabile sunt programate în "ladder diagram" (schema de relee), ceea ce nu este altceva decât desenarea unei scheme clasice de comandă cu relee dar cu o simbolică aparte. Acest mod de programare era mult mai ușor de înțeles atât de electricieni cât și de tehnicieni, Pentru că simbolurile aparatelor și contactelor acestora erau foarte similare cu cele din schemele clasice de automatizare.

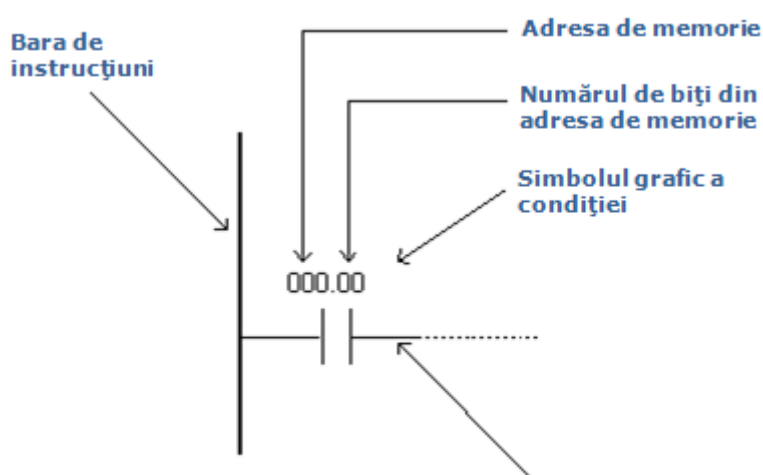


Fig.11 Elementele de bază a programării ladder diagram

Ladder diagram constă dintr-o linie verticală, pe care o regăsiți în partea stângă a programului, și una sau mai multe linii orizontale, pe care se înscriază, spre exemplu: contactele de intrare, ieșire și anumite elemente logice de program (fig.11). Linia din partea stângă se numește "bus bar" iar linia orizontală este linia de instrucțiuni. Pe linia de instrucțiuni se dispun elementele logice ale programului (contacte normal-inchise, normal-deschise, porți logice, contactoare etc). Combinând mai multe condiții sau elemente logice pe linie, se poate determina care instrucțiune urmează să se execute și în final care element de ieșire îl poate comanda.

Cele mai multe instrucțiuni se pot realiza cu ajutorul unui singur operand iar altele cu mai mulți operanzi. Acest operand poate să fie o cifră binară dintr-o anumită locație a memoriei sau un număr. Într-un exemplu precedent am prezentat operandul 0 din locația de memorie IR000. În acest caz, când veți dori să apelați acest operand, atunci folosiți semnul „#” sub cifra scrisă (precizarea asta e foarte importantă pentru un compilator, ca să poată face diferența dintre o constantă și o adresă de memorie).

Deci, așa cum se poate observa din fig.11, ladder diagram constă dintr-o parte condițională (partea stângă) și una instrucțională (partea dreaptă). Când condiția este realizată, instrucțiunea este executată.

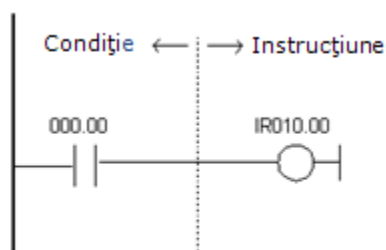


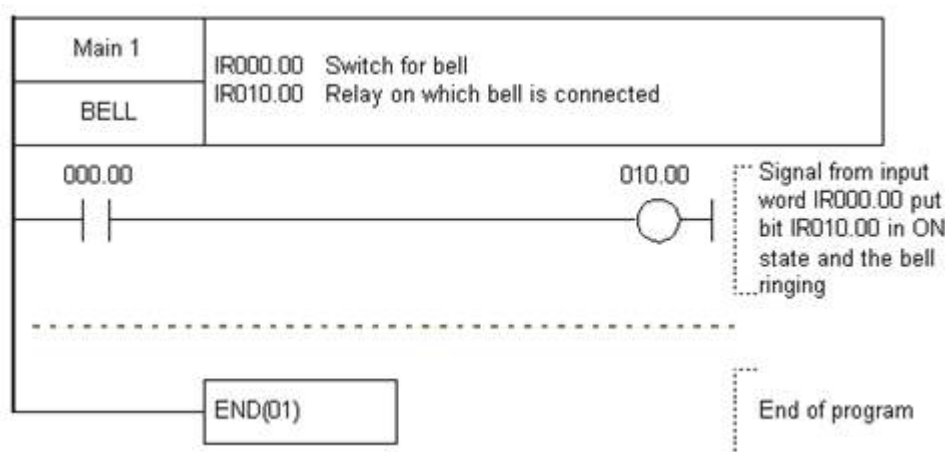
Fig.12 Condiția și instrucțiunea în ladder diagram

În fig.12 este prezentat un exemplu de program în ladder diagram unde releul IR010.00 este acționat când intrarea microcontrolerului este în "00". Condiția poate fi activă (ON) sau inactivă (OFF). Condiția poate simula practic un comutator. Când comutatorul este închis, releul este acționat și viceversa. Dacă utilizăm un comutator fără automenținere, când vom apăsa prima oară comutatorul, releul va fi acționat, iar când vom apăsa a doua oară comutatorul, releul va reveni în poziția inițială.

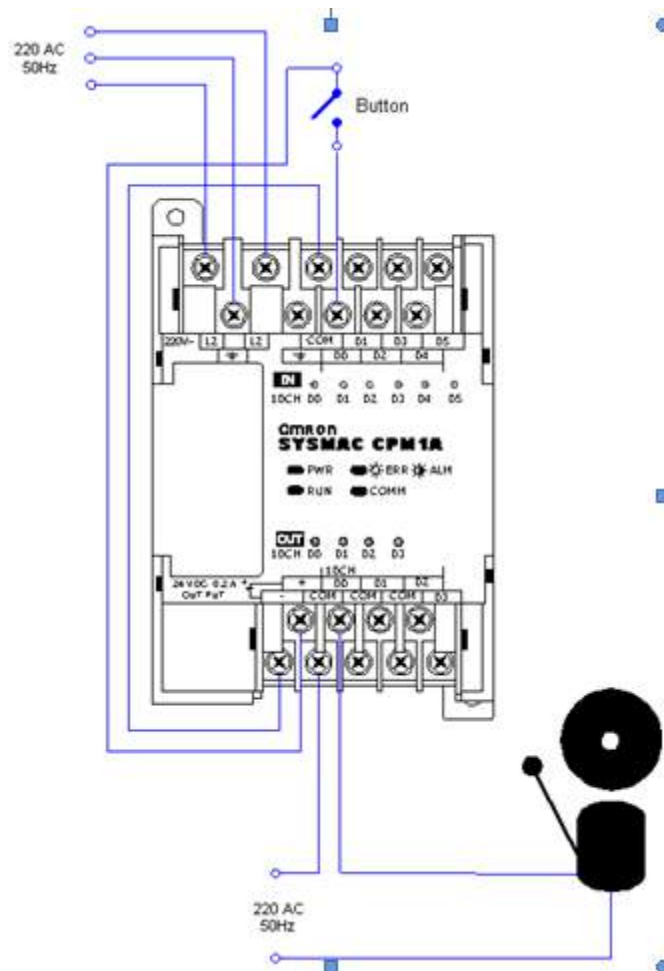
Acesta este doar un exemplu simplu. Se poate foarte bine implementa un sistem de alarmă într-o locuință. Spre exemplu, condiția poate fi reprezentată de ușile de la intrarea în casă. Puteți privi aceste uși ca fiind niște comutatoare conectate la intrările PLC-ului. Dacă alarma este armată și o ușă este deschisă neautorizat, comutatorul aferent condiționează intrarea aferentă a PLC-ului în "ON" iar ieșirea aferentă va capăta aceea stare. Se poate astfel acționa un circuit sonor de alarmare.

7.1 Un exemplu practic cu PLC-ul OMRON CPM1A

În exemplu de mai jos este trasat un program simplu. Exemplu constă într-un dispozitiv de intrare (comutator) și unul de ieșire (bec). Intrarea 000.00 reprezintă condiția de executare a instrucțiunii 010.00. Dacă anulăm intrarea sau altfel spus "închidem comutatorul", ieșirea aferentă va comuta și va aprinde becul. Pentru o funcționare corespunzătoare a programului va trebui să închidem instrucțiunea aferentă printr-o altă linie de program "END".



În imaginea următoare este prezentat schema de interconexiuni a aplicației realizate pe baza programului de mai sus.



8. BIBLIOGRAFIE

- [1] - Nelson, V.P., Nagle, H.T., *Digital Logic Circuit Analysis and Design*, Prentice Hall, NJ, 1995.
- [2] - Petruzella, F., *Programmable Logic Controllers*, Second ed., McGraw Hill, New York, 1996.
- [3] - Mange, D., *Microprogrammed Systems. An Introduction to Firmware Theory*, Chapman & Hall, London, 1992.
- [4] - Moise, A. *Automate Programabile. Proiectare. Aplicații*, Ed. MatrixRom, București, 2004.
- [5] - Hugh Jack, *Automating Manufacturing Systems with PLCs*, (Version 5.0, May 4, 2007)