

Laborator 1

Conducerea automată in energetică cu automate programabile

1 Introducere

Schemele electrice de comandă constituie o parte foarte importantă în cadrul instalațiilor electrice în general și în cadrul sistemului electroenergetic în particular.

Pentru implementarea practică a schemelor electrice de comandă pot fi utilizate diverse dispozitive precum relee electromagnetice, relee numerice, terminale numerice (RTU- RemoteTerminal Unit) și automate programabile.

Automatele programabile (AP) sau, în engleză, **Programmable Logic Controller (PLC)** sunt echipamente electronice destinate realizării instalațiilor de comandă secvențială și combinatională în logică programată. Din punct de vedere al complexității, automatele programabile sunt situate între echipamentele clasice cu contacte sau cu comutație statică, ale instalațiilor de comandă și calculatoarelor electronice.

Utilizând o logică programată, circuite logice integrate și elemente semiconductoare de putere, automatele programabile, în comparație cu sistemele logice secvențiale bazate pe logica cablată, prezintă avantajele:

- gabarit redus;
- consum redus de energie electrică;
- facilități la punerea în funcțiune;
- fiabilitate ridicată;
- consum redus de conductoare de conexiuni și de cablaj;
- realizarea facilă a unor funcțiuni specifice;
- reducerea ciclului proiectare, execuție și punere în funcțiune prin posibilitatea supravegherii unor faze.

Față de calculatoarele electronice, utilizarea automatelor programabile are următoarele beneficii:

- preț redus;
- viteză de răspuns ridicată;
- imunitate sporită la perturbații;
- funcționare sigură în mediu industrial obișnuit;
- limbaj de programare simplu

Folosind automatele programabile se pot realiza instalații de comandă automată secvențiale, de complexitate medie pentru conducerea proceselor tehnologice. Etapele proiectării unui astfel de sistem de comandă/conducere pot fi reprezentate ca în **Figura 1**.

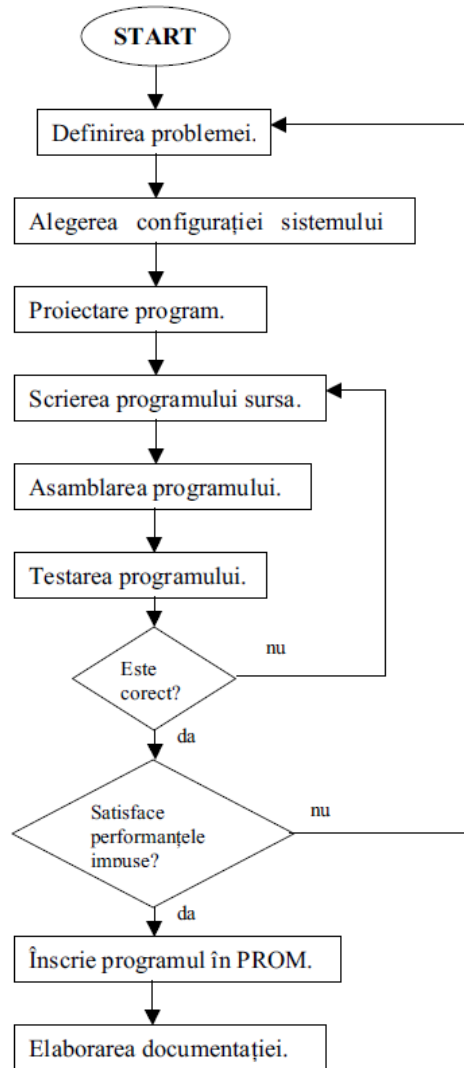


Fig. 1 Etapele proiectării unui sistem in logica programabila

La proiectarea si alegerea sistemelor in logica programabila se recurge la urmatoarele etape:

- Alegerea configuratiei automatului programabil, care se face pe baza analizei de sistem. In aceasta etapa se determina numarul de porturi de intrare si a celor de iesire, numarul dispozitivelor de transmisie a informatiilor, capacitatea memoriei, tipurile si numarul dispozitivelor de interfata cu procesul. Tot in aceasta faza se face o analiza preliminara a performantelor cerute sistemului si a masurilor speciale care se iau in vedere in obtinerea acestora.
- Proiectarea programului consta dintr-o descriere schematica a operatiilor pe care sistemul de calcul trebuie sa le execute pentru a rezolva sarcinile ce ii revin.
- Scrierea programului sursa se face in limbaj de asamblare sau in limbajul automatului programabil.

- Asamblarea programului este o fază executată automat într-un sistem de calcul și are drept rezultat obținerea programului în cod mașină.
- Testarea programului este o fază care are drept scop asigurarea că programul execută corect sarcinile care i-au fost impuse. Ciclul de scriere, asamblarea și testarea programului se parcurse de obicei de mai multe ori până la obținerea unui program care funcționează corect.

În final trebuie verificat dacă programul scris satisface performanțele impuse prin tema de proiectare. Se verifică în special viteza de răspuns a sistemului. Dacă sistemul nu corespunde cerințelor impuse în anumite condiții se încearcă optimizarea sistemului.

2 Structura și funcționalitatea automatului programabil

2.1 Structura PLC

Arhitectura unui automat programabil cuprinde elemente hardware de bază ale unui calculator numeric. Totuși, între un automat și un calculator există numeroase diferențe. Astfel unitatea centrală a unui AP este, în principiu, o unitate logică și aritmetică capabilă să interpreteze un număr mai mic de instrucțiuni prin care se asigură funcțiile de bază ale unui proces automatizat. *Executarea ciclică a instrucțiunilor* din program determină o simplificare considerabilă a structurii logice interne și evită introducerea unui sistem de întreruperi prioritare. Frecvența de parcurgere a instrucțiunilor programului de lucru este foarte mare în raport cu constantele de timp ale procesului, ceea ce permite luarea în considerare a evenimentelor din proces imediat după ce acestea au avut loc. Memoria automatelor stochează programe și date cum ar fi, de exemplu, datele achiziționate din proces. Memoria este, în general, de mică capacitate prin comparație cu memoria unui calculator.

Structura hardware de principiu a unui automat programabil este prezentată în *Figura*

2. Din figura reiese că un automat programabil se compune din următoarele părți principale:

- Sursa de alimentare,
- Unitatea centrală – Central Processing Unit (CPU),
- Memoria,
- Interfețele de intrare/ieșire, legate între ele printr-o magistrală internă (BUS).

2.2 Componente PLC

În cadrul laboratorului practic vom utiliza un sistem experimental care include un automat programabil Siemens Simatic S7-300 și/sau unul Phoenix Contact ILC130, ale cărui componente hardware vor fi prezentate în continuare.

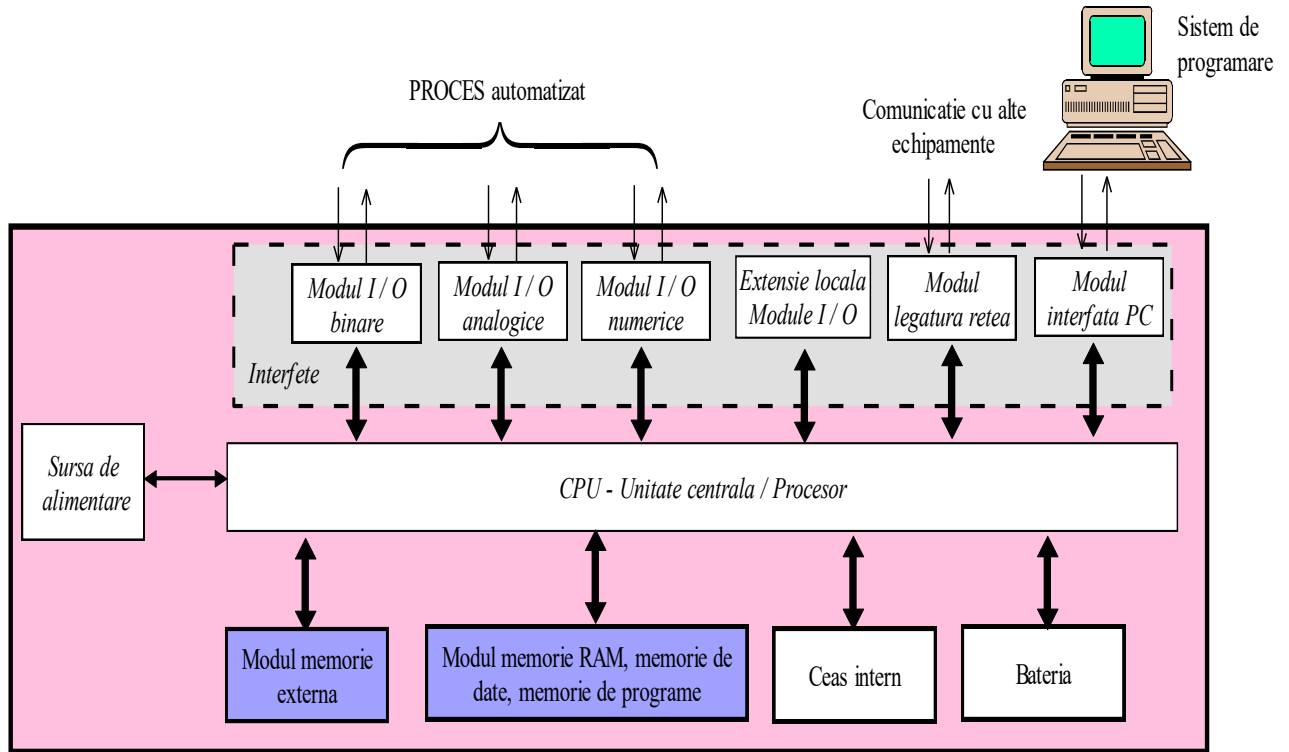


Fig. 2 Structura hardware de principiu a unui automat programabil

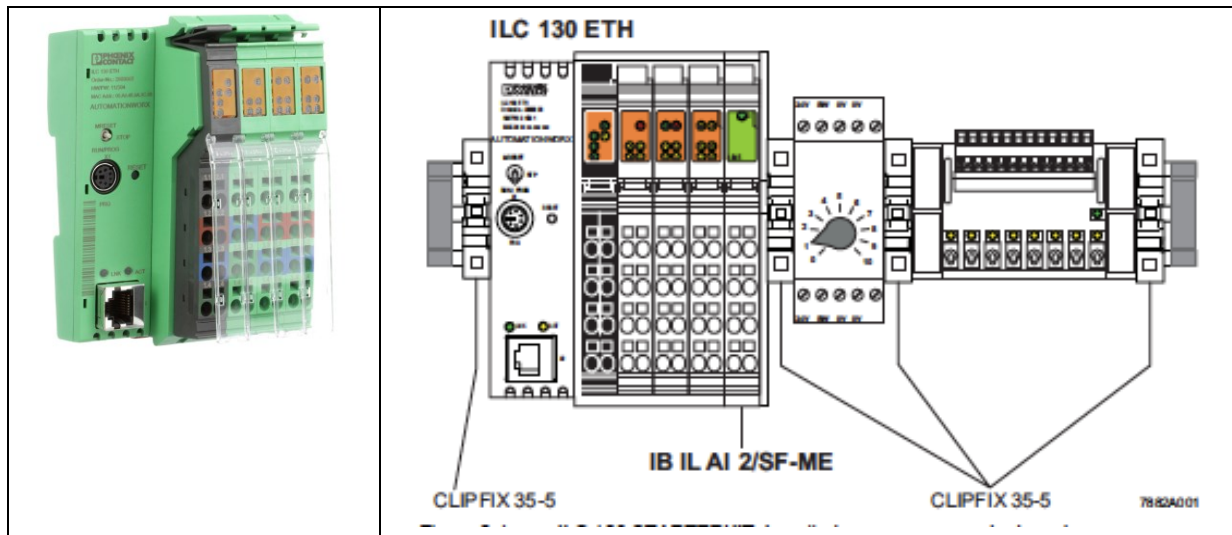
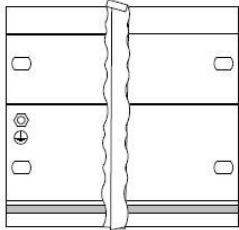
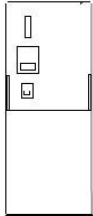
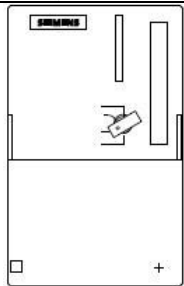
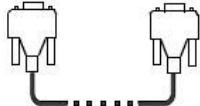




Fig. 3. ILC 130ETH Structura hardware

Tabelul 2.1 Simatic S7-300- structura hardware

<i>Componenta</i>	<i>Funcție</i>	<i>Figura</i>
Sina	Asigura instalarea sigura a automatului programabil in instalatie	
Sursa de tensiune (PS – power supply)	Asigură alimentarea în 24Vcc (tensiunea de operare a lui S7-300)	
CPU (central processing unit) Optional poate contine si o baterie de rezerva.	Executa programele utilizatorului; comunica prin intermediul cablului MPI (interfata multipoint) cu alte calculatoare ori cu dispozitivul de programare/PC	
Cablu de comunicație MPI (Multi Point Interface)	Interfata de legatura dintre modulul de programare/PC si CPU	
Consola de programare (PG) cu slot/adaptor pentru MPI si soft Tia Portal/ Step 7 preinstalat sau Calculator cu o interfata MPI si cu soft Tia Portal/STEP 7 instalat.	Configurare, atribuire de parametri, executie de programe si testare pe automatul programabil S7-300.	
Module de intrare-ieșire (analogice si digitale)	Conexiunea cu procesul condus	

Pentru programarea automatelor programabile, standardul IEC 61131-3 definește 4 limbaje de programare:

- FBD = Function Block Diagram – porti logice
- STL/ST = Statement list – cod masina
- LAD/LD = Ladder Logic – scheme cu contacte/relee

- SFC= Sequential function chart – limbaj grafic pentru operatii secvențiale

FBD este un limbaj grafic de programare. Sintaxa este reprezentata de blocuri logice similare cu cele din algebra booleana.

STL este un limbaj de programare textual. Modul de reprezentare a acestui limbaj este apropiat de limbajul cod masina (assembler). Instrucțiunile și operațiile sunt urmate de adresele corespunzătoare.

LAD este un limbaj de programare grafic. Sintaxa acestui limbaj este asemănătoare unei diagrame cu contacte, foarte utilizată pentru comanda schemelor electrice.

SFC este tot un limbaj grafic utilizat pentru a descrie operații secvențiale formate din pași și tranziții. Acțiunile aferente fiecărui pas sunt descrise utilizând celelalte 3 limbaje anterior prezentate.

Conceptele de bază ale programării PLC se aplică tuturor producătorilor de echipamente tip PLC, dar există diferențe în modul de adresare intrare-ieșire, organizarea memoriei și a setului de instrucțiuni.

3 Crearea unui program/proiect pentru automatul programabil

În cadrul laboratorului se va utiliza un automat programabil Siemens Simatic S7-300, iar modul de implementare va fi prezentat practic pentru acest automat. Software-ul specific Siemens este Tia Portal (Totally Integrated Automation Portal), iar programarea PLC se face cu pachetul Simatic Step7.

3.1 Definirea și structurarea cerinței

Pentru rezolvarea unei probleme specifice de comandă automată cu ajutorul automatului programabil, este necesara urmarirea unor puncte bine stabilite.

Primul pas constă în definirea și înțelegerea cerinței, iar ghidarea se poate face după o serie de intrebari, conform figurii urmatoare.

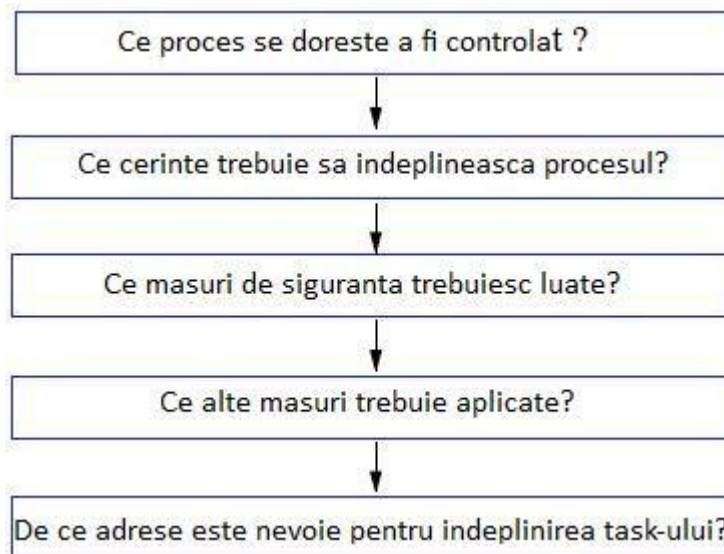


Fig. 4 Stabilirea cerințelor

După stabilirea cerințelor specifice aplicației și realizarea logicii de comandă și/sau reglare, se poate face implementarea pe un echipament PLC.

3.2 Implementarea hardware

Primul pas pentru a demara implementarea este deschiderea soft-ului Tia Portal și crearea unui nou proiect, **Fig. 4**.

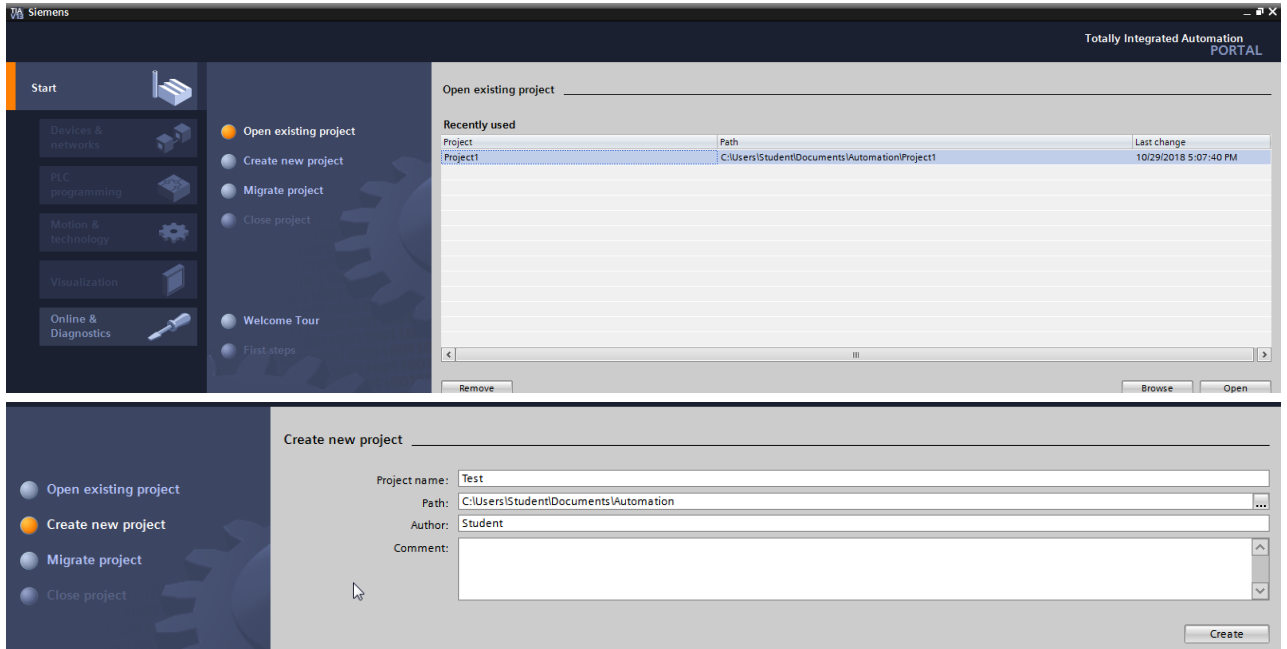


Fig. 5. Crearea unui proiect in TiaPortal

Pentru un automat programabil Simatic S7-300, parte hardware care trebuie configurata și in programul Step 7 conține:

- Sursa de tensiune (PS) - primul modul de pe sina.
- CPU-ul - intotdeauna al doilea modul de pe sina.
- In dreapta CPU-ului mai pot fi montate pana la 8 module de intrari-ieșiri.

Pentru alegerea și configurarea stației de lucru se selectează în TiaPortal tipul de PLC folosit astfel: **Devices & Networks** → **Add new device** → **Simatic S7-300**, conform exemplului din **Fig. 5**.

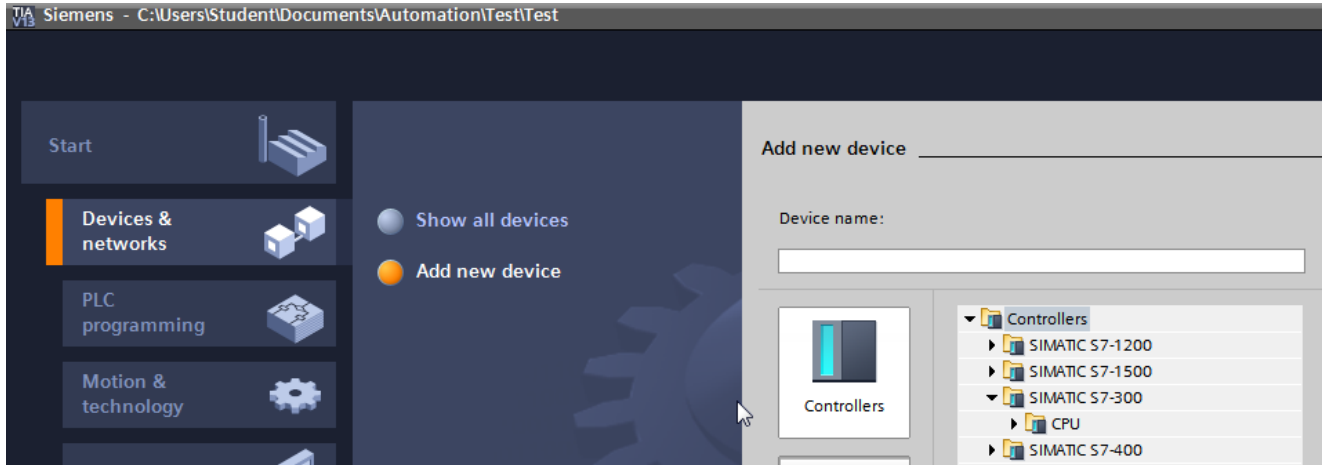


Fig. 6 Alegerea stației de lucru (PLC)

Ulterior, se aleg componentele specifice echipamentului disponibil din catalog (**device view**):

- Sursa de alimentare PS 307 2A;
- CPU 313C, Fig. 6 și Fig 7.

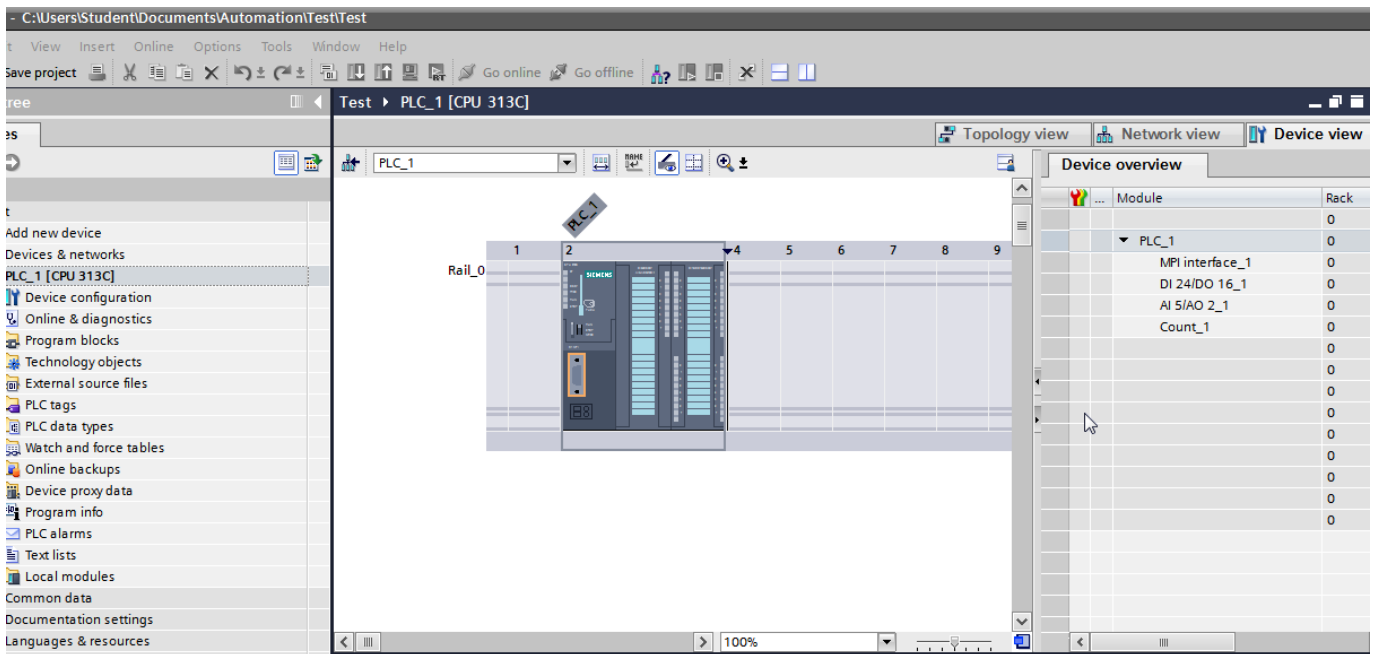
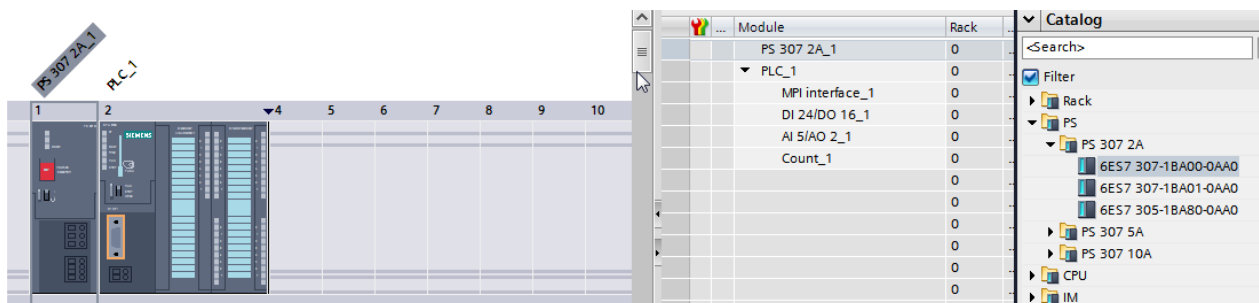


Fig. 7 Configurare hardware in Tia Portal



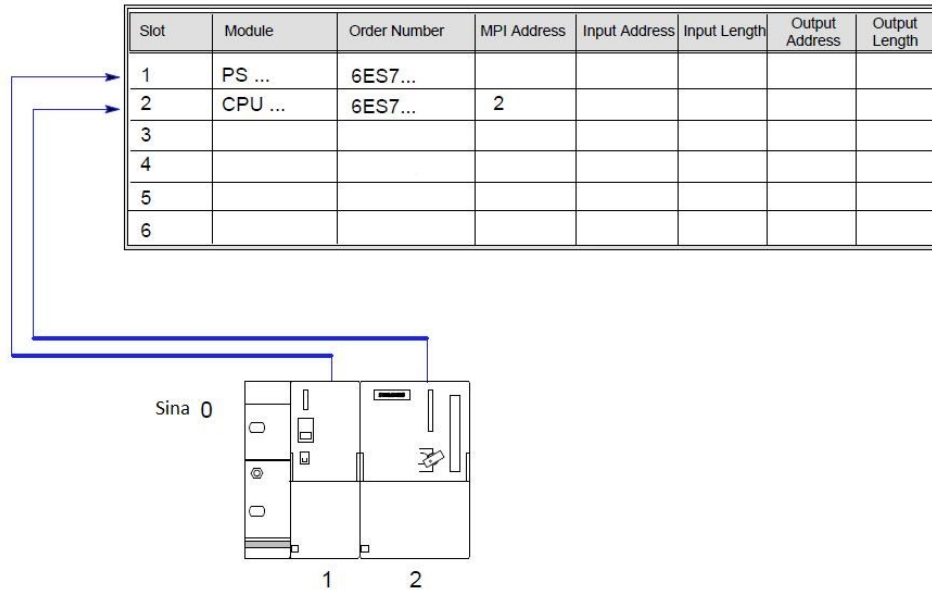


Fig. 8 Pozitionarea componentelor in catalogul de configurare

3.3 Comunicația PLC cu echipamentul de programare

Un aspect foarte important al programării și comenzii asupra procesului prin PLC îl constituia partea de comunicație pentru transmiterea programului de pe echipamentul de programare (PC sau laptop) pe automatul programabil. În cazul de față, este utilizată o conexiune Multi Point Interface (MPI), **Fig. 8**.

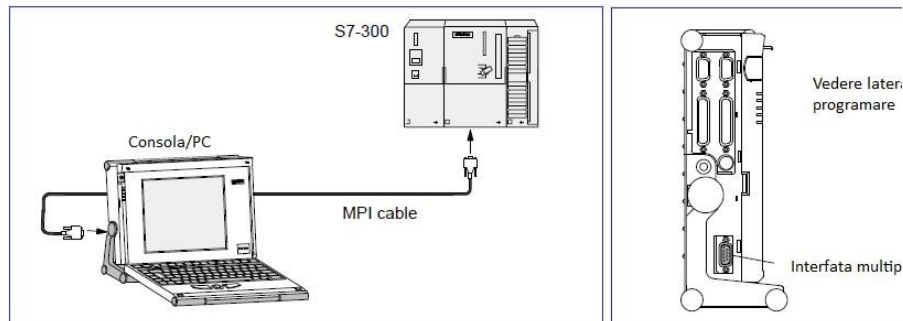


Fig. 9 Conexiune PC- PLC

Pentru configurarea în Tia Portal, trebuie sa existe conexiunea fizică între PLC si PC cu cablu MPI. Aceasta va fi sesizată în ecranul de configurare hardware și poate fi accesata din câmpul **MPI interface** și pot fi setați parametrii, de ex. adresa de comunicație, **Fig. 9**.

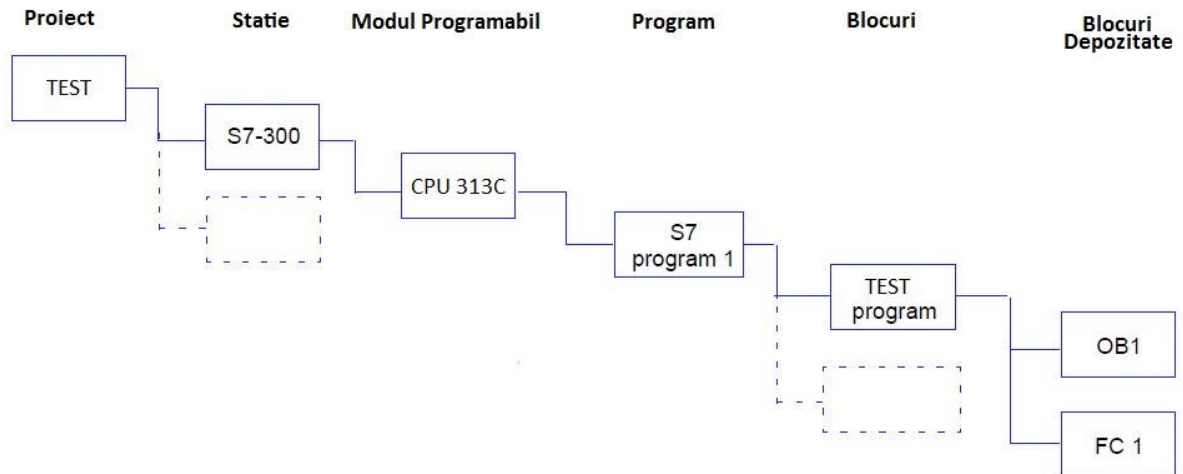


Fig. 11 *Reprezentare ierarhică a elementelor de programare Simatic S7-300*

Programarea automatului se realizează foarte ușor prin crearea unui program care se descarcă în CPU-ul lui S7-300. Programul creat de utilizator este format din mai multe blocuri care oferă posibilitate de structurare a acestuia, **Fig. 11**.

OB – blocuri organizaționale reprezintă o interfață între sistemul de operare al CPU-ului și programul utilizatorului. Ordinea în care este executat un program este specificată în OB; este similar unui program principal din programare pe obiect.

FB – funcție bloc este un bloc logic cu memorie, poate utiliza o bază de date.

FC – funcție este un bloc logic fără memorie. Acest bloc este folosit în special pentru crearea de funcții folosite uzual în program.

La alegerea fiecărui bloc de programare, se va alege inițial limbajul de programare utilizat. În Simatic S7-300 se poate selecta între STL, LAD, FBD fie la crearea blocului, fie în timpul programării prin schimbarea între cele 3 limbaje.

Procedura de bază pentru programarea blocurilor este redată în diagrama din **Fig.12**.

În **Fig. 13** este un screenshot cu o funcție FC care utilizează limbajul de programare FBD. Se poate observa în partea dreaptă catalogul cu blocuri logice care pot fi utilizate.

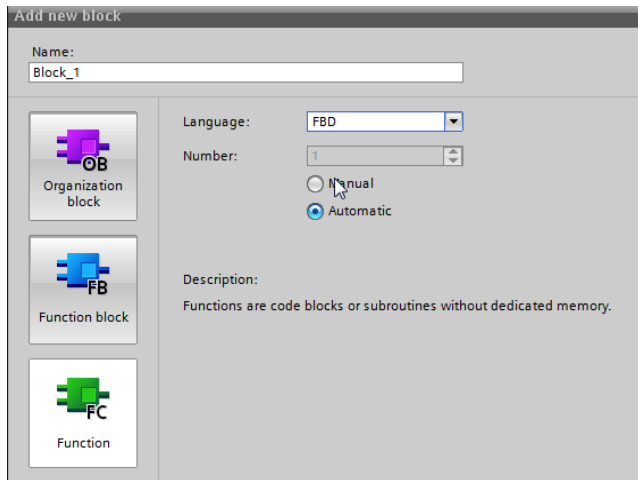


Fig. 12 Alegerea blocurilor de programare

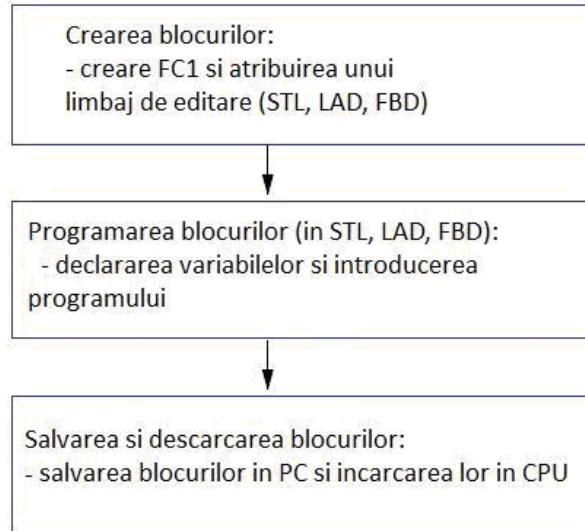


Fig. 13 Ciclul de programare și implementare software

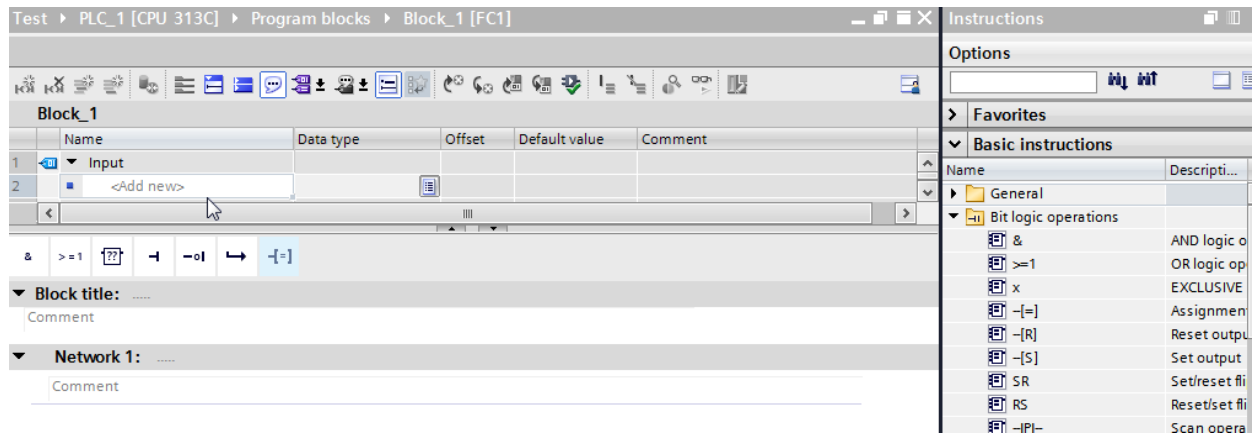


Fig. 14 Funcție FC – programare FBD

Stabilirea adreselor, precum și a "tag"-urilor (simbolurilor) utilizate se realizează din meniul **PLC tags** → **Default tag table**, **Figura 14**.

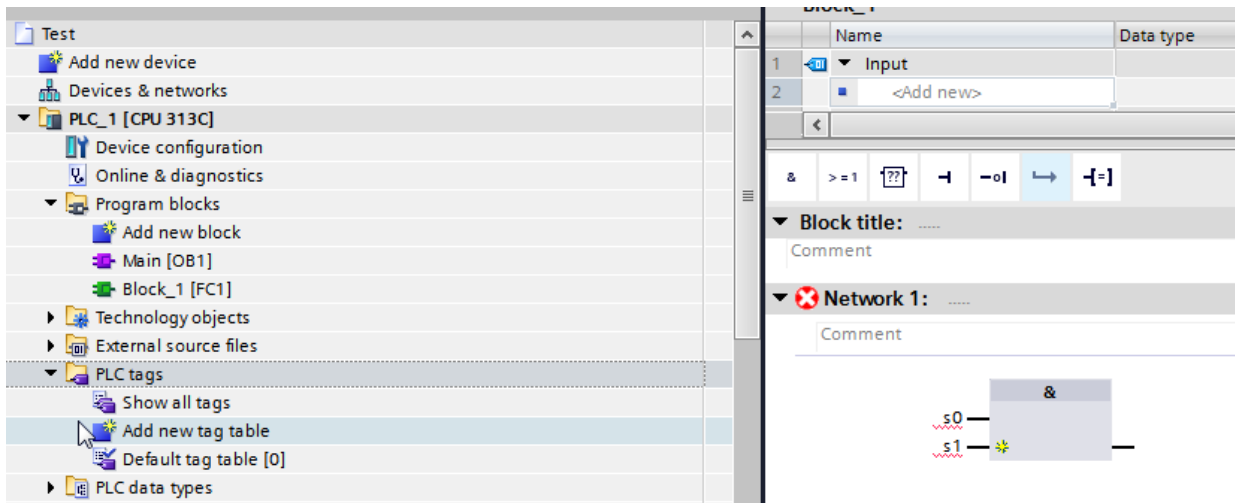


Fig. 15 Configurarea tag-urilor

După realizarea programului aferent logicii de comandă automată pentru procesul specific, se descarcă proiectul în PLC pentru a fi executat.

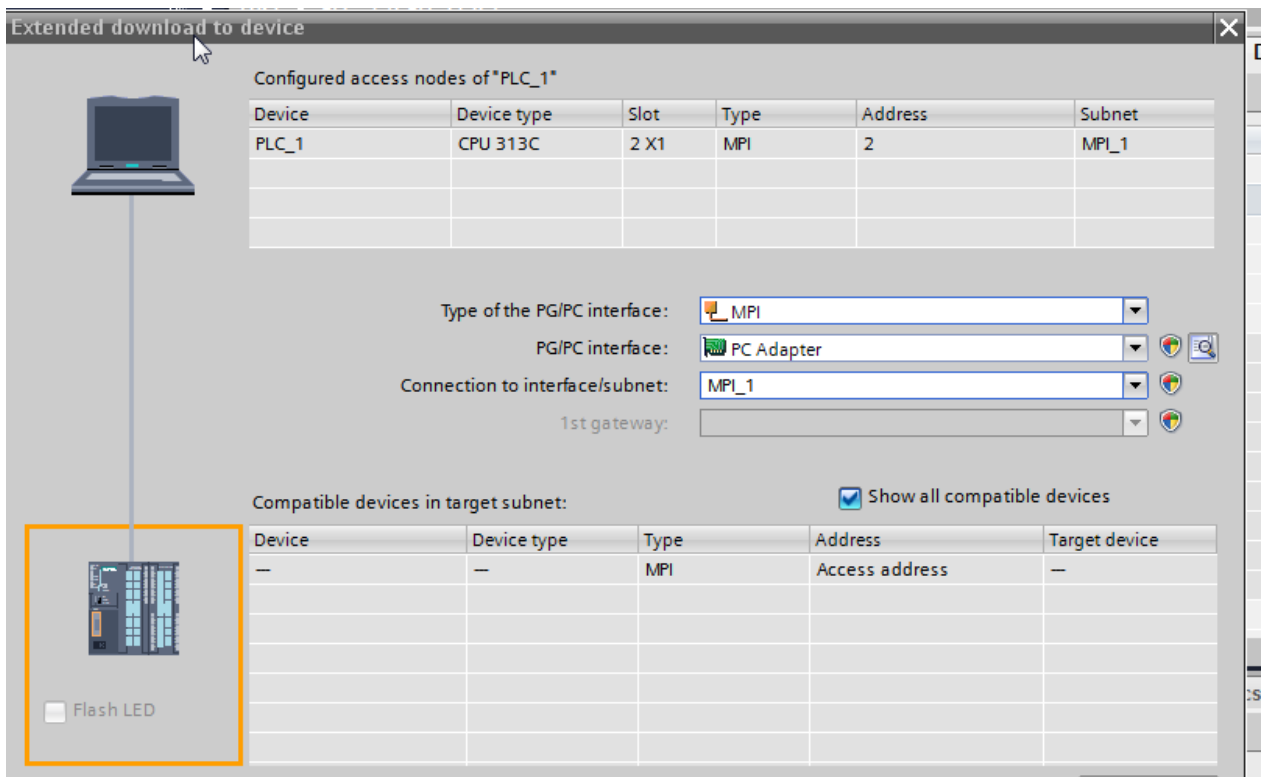


Fig. 16 Descărcarea programului/proiectului în PLC