Suport curricular

Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 – Ianuarie 2025

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Modulul 2 – Sisteme integrate de conducere (UTM-I40-002)

Viorel Mihai

viorel.mihai@astiautomation.com

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

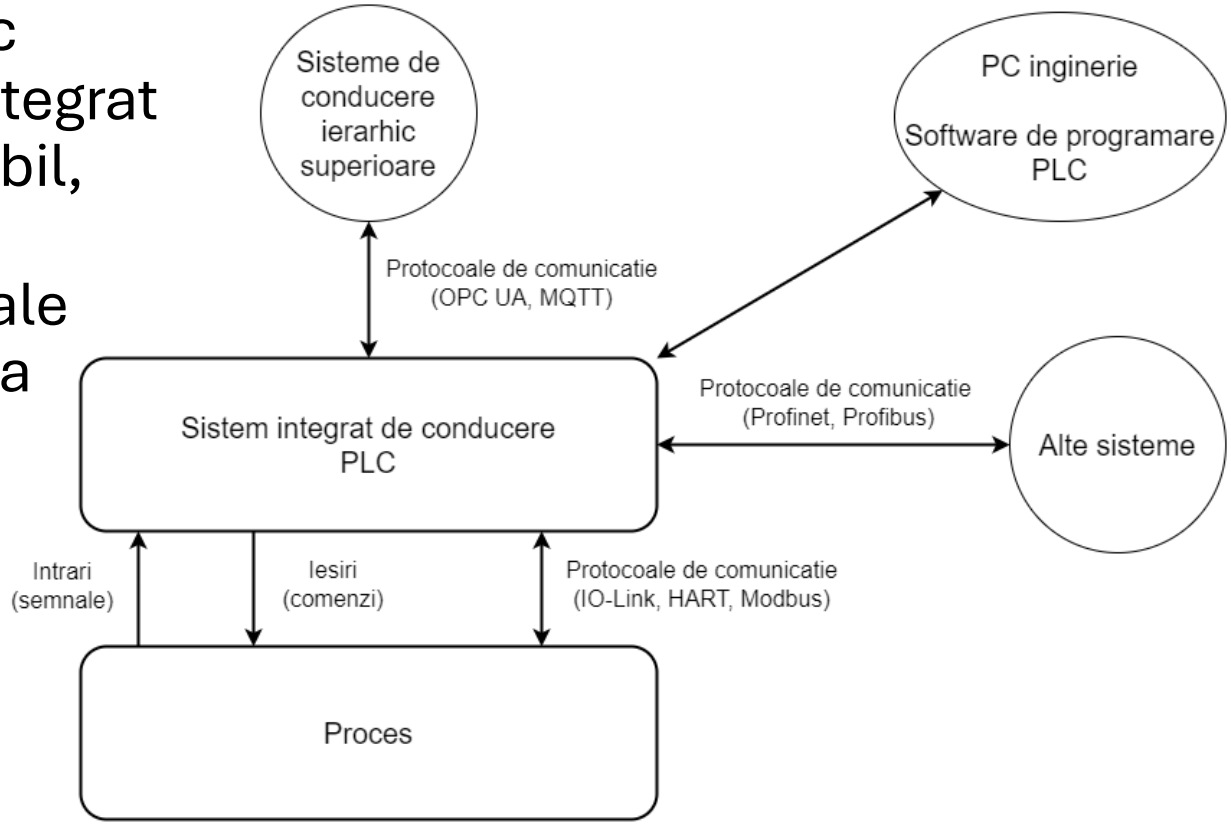
Agenda – Modulul 2

- Structuri moderne de automate programabile - PLC (Siemens, Allen Bradley, Beckhoff, Phoenix Contact, Bosch Rexroth)
- Dezvoltarea aplicațiilor PLC pentru managementul unei celule robotice (standard IEC 61131-3)
- Interfețe HMI (Human Machine Interface) pentru monitorizarea și conducerea proceselor industriale
- Aspecte de integrare și comunicații industriale in vederea gestionarii unei celule robotice
- Studiu de caz:
  - Modelarea unei aplicații de automatizare cu ajutorul diagramelor de stare
  - Implementarea unui program de conducere automat cu tehnologii Siemens

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Introducere: PLC

- PLC (programmable logic controller) – un sistem integrat de conducere, programabil, utilizat pentru controlul echipamentelor industriale sau pentru automatizarea proceselor industriale



Introducere: Piramida automatizării

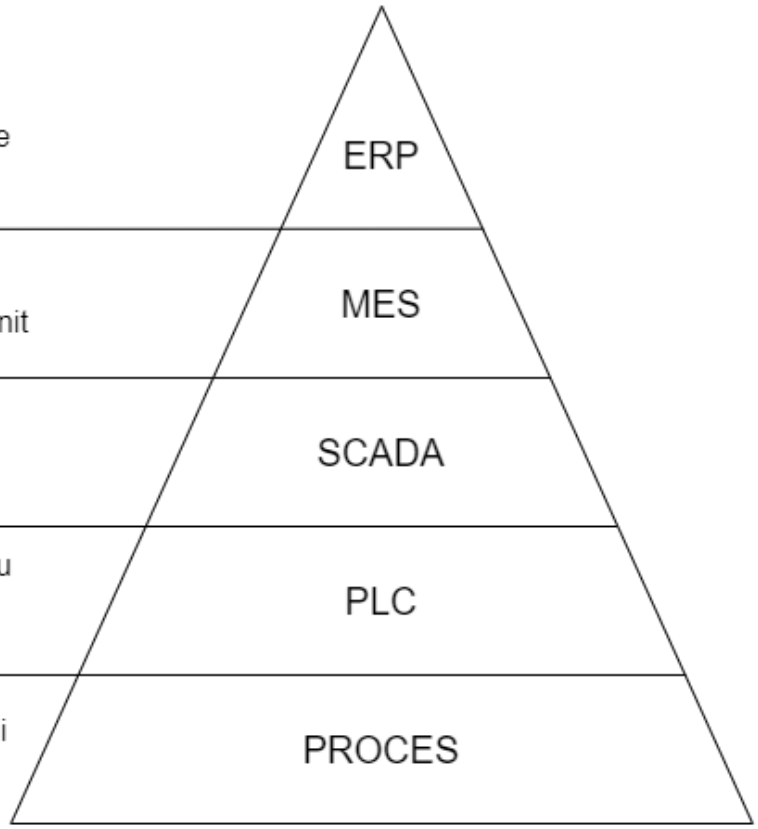
Nivelul ERP (en. Enterprise Resource Planning) include un set de diferite aplicații software care colectează, procesează și monitorizează informatii de productie, financiare etc.

Nivelul MES (en. Manufacturing Execution System) monitorizează întregul proces de producție dintr-o fabrică, de la materii prime până la produsului finit

Nivelul SCADA (en. Supervisory Control And Data Acquisition) permite accesul la date și gestionarea proceselor de producție

PLC-urile primesc informatii de la senzori si alte dispozitive de intrare pentru a lua decizii cu privire la ieșirile care trebuie activate pentru a finaliza o sarcină programată

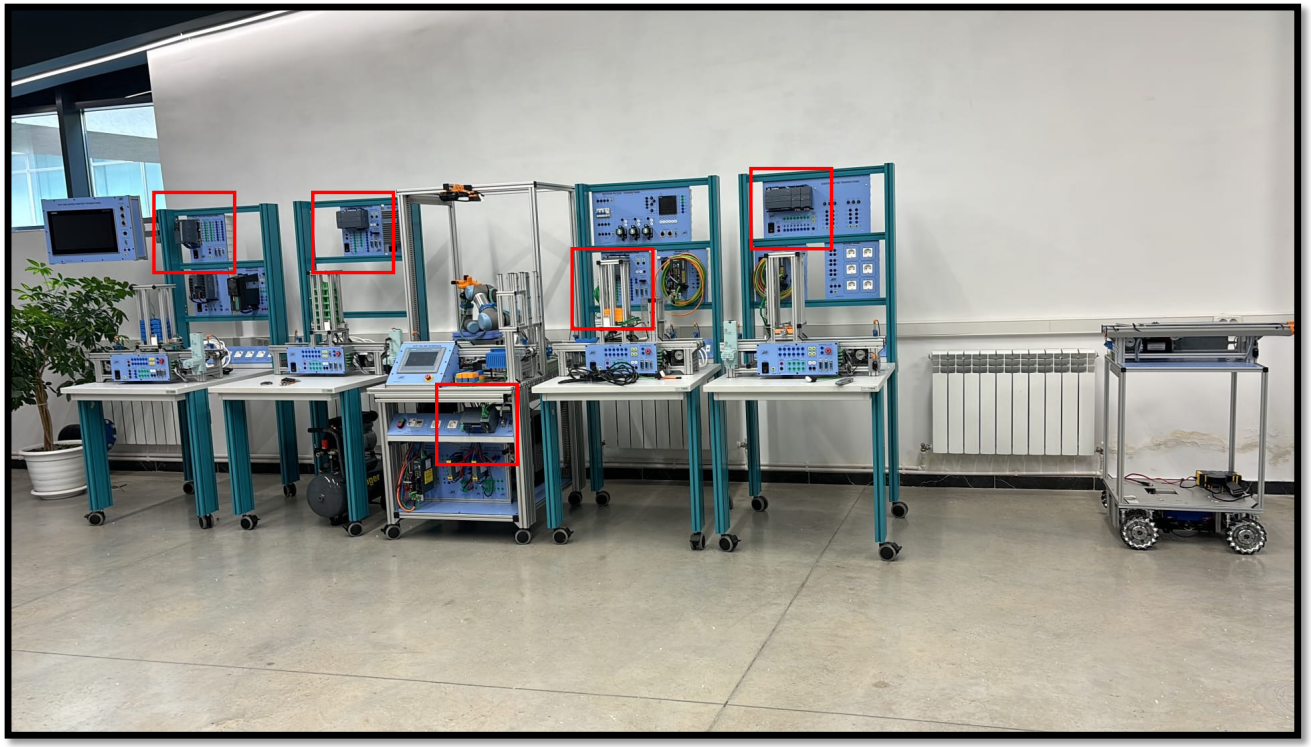
Echipamentele, actuatoarele și senzorii care sunt utilizați în zona procesului de producție



Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Unde găsim PLC-uri?

Automatizări Industriale



Laboratorul Industry 4.0

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Introducere: Revoluții industriale

- Prima revoluție industrială a fost mecanizarea producției. În 1800 motoarele cu aburi au crescut producția din fabrici cu 200% în comparație cu uneltele de mână

- A doua revoluție industrială a fost producția în masă și electricitatea. Producția în masă a apărut la sfârșitul secolului al 19-lea, determinată de nevoia de eficiență. Linia de asamblare a lui Henry Ford introdusă în 1913, a redus timpul de construcție a unei mașini de la peste 12 ore la doar 2,5 ore

Introducere: Revoluții industriale

- A treia revoluție industrială a fost automatizarea și era digitala. Aceasta a schimbat modul în care ne gândim la producție. Centrală pentru această schimbare a fost introducerea Programmable Logic Controllers (PLC). Aceste dispozitive au redefinit automatizarea, ajutând industriile să devină mai eficiente și mai fiabile

Introducere: PLC-ul in Industry 4.0

- Industria 4.0 se caracterizează prin integrarea mai multor tehnologii cheie (Big Data and Analytics, Cloud Computing, Predictive Maintenance, Augmented/Virtual, and Mixed Reality, Smart Security Systems, Industrial Internet of Things) care îmbunătățesc procesele de fabricație și eficiența operațională.
- PLC-urile joacă un rol vital în colectarea și transmiterea datelor. Acestea captează date în timp real de la mașini și senzori, permițând analiza în timp real.

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Introducere: PLC-ul in Industry 4.0

PLC-urile moderne se pot integra cu tehnologii avansate, precum:

- Conectivitate Cloud: PLC-urile se pot conecta la sistemele cloud pentru capacități îmbunătățite de stocare și procesare a datelor, permițând accesul în timp real la informații
- Folosind date din PLC-uri, utilizatorii pot implementa strategii de mentenanță predictivă. Analizând datele de performanță, aceștia pot programa întreținerea înainte de a se întâmpla defecțiuni critice
- PLC-urile permit monitorizarea în timp real a proceselor de producție. Acestea pot contribui la menținerea unor standarde de înaltă calitate și la îmbunătățirea ratelor de randament

Introducere: Scurt istoric

- Ascensiunea PLC-urilor a început la sfârșitul anilor 1960, ca răspuns la nevoia tot mai mare de sisteme de control flexibile și fiabile, care ar putea înlocui logica releelor cablate
- Primul PLC, Modicon model 084, dezvoltat de Richard Morley în 1969 pentru General Motors, a fost conceput pentru a controla mașinile liniei de asamblare pentru industria auto
- In anii 1980 și 1990 s-au integrat caracteristici mai sofisticate, cum ar fi puterea de procesare crescută, memoria îmbunătățită și introducerea capacităților de rețea, care au permis PLC-urilor să comunice cu alte dispozitive și sisteme.

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Introducere: Relee vs PLC

- Necesitatea reproiectării unei porțiuni mari de circuit la o modificare a specificațiilor de proiectare
- Procesare lentă
- Soluție voluminoasă
- Flexibilitate redusă
- Cost ridicat de portabilitate
- Depanare dificilă

- Schimbările în logica de control se fac rapid, prin modificări software
- Scalabilitate și întreținere ușoară (arhitectură modulară)
- Design robust
- Dimensiuni reduse, consum și costuri
- Posibilitatea simulării circuitului de conducere

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

PLC

Siemens

Beckhoff

Bosch Rexroth

Allen Bradley

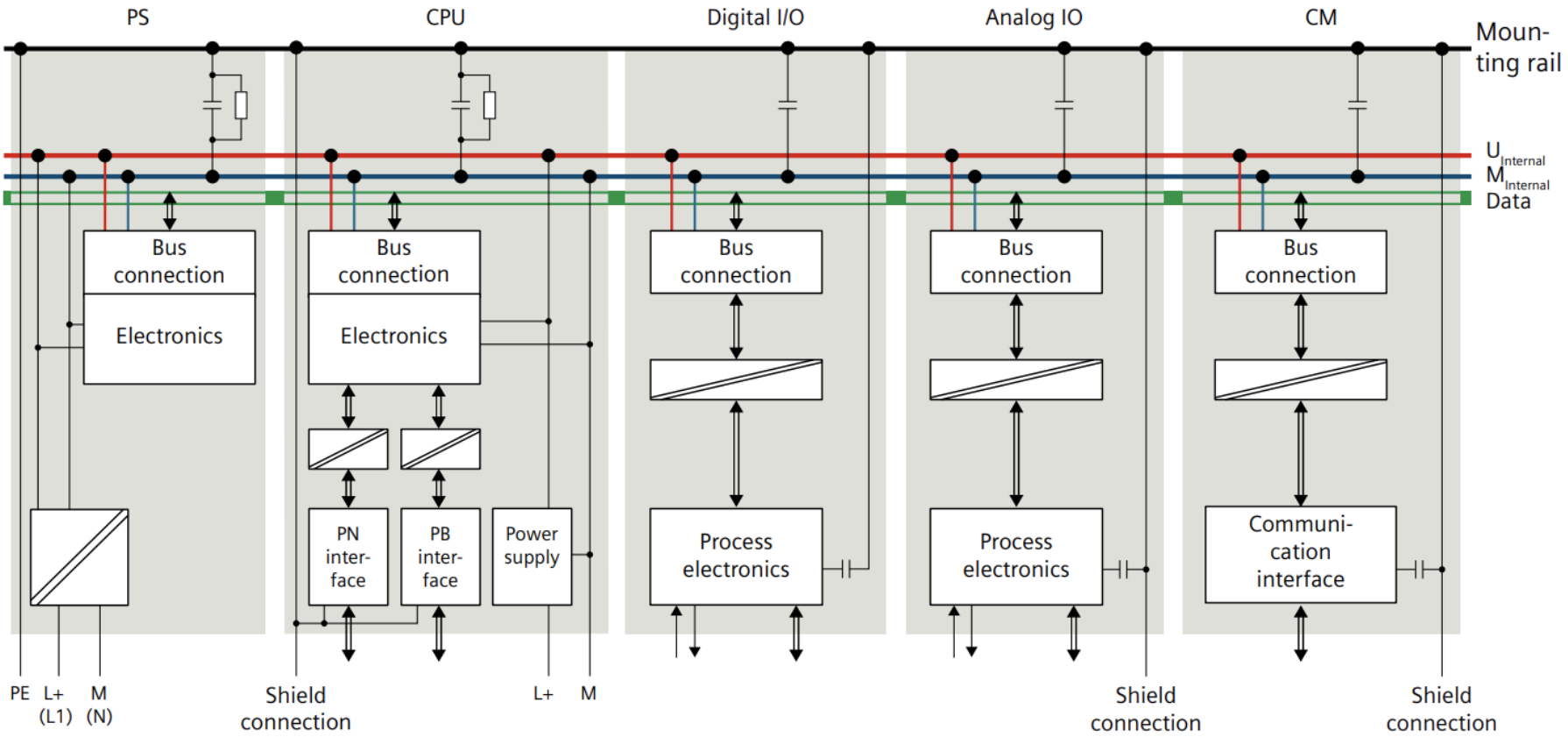
Wago

Phoenix Contact

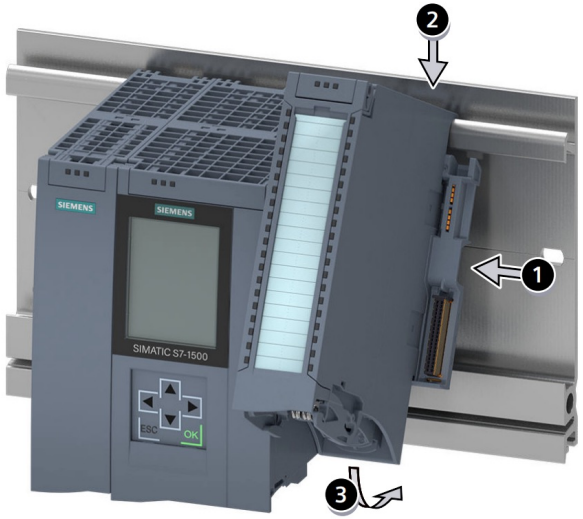
IFM

Schneider

PLC: Structură



PLC: Structură: Backplane



- Backplane pasiv
- Backplane activ
  - Deconectarea și conectarea fără reacție a modulelor I/O în timpul funcționării
  - Rezervă capacitate pentru utilizare ulterioară

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

PLC: Structură: CPU Compact

- CPU compact
  - I/O-uri disponibile direct pe CPU

! Un CPU compact poate sa fie si modular

- CPU modular
  - CPU-ul nu prezinta I/O-uri
  - Modulele IO sunt dispozitive independente de CPU

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Unitatea centrală (CPU)

CPU S7-1500

CPU S7-1500T

CPU Compact S7-1500C

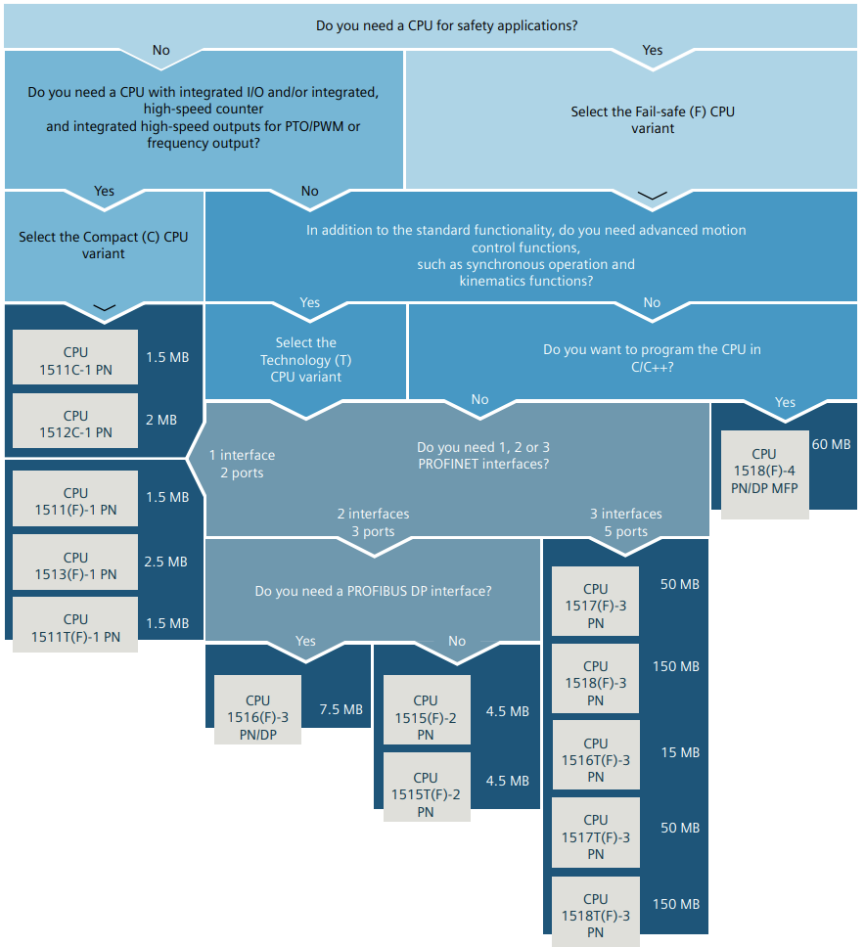
CPU S7-1500F

CPU S7-1500TF

CPU S7-1500H
CPU S7-1500HF

Unitatea centrală (CPU)

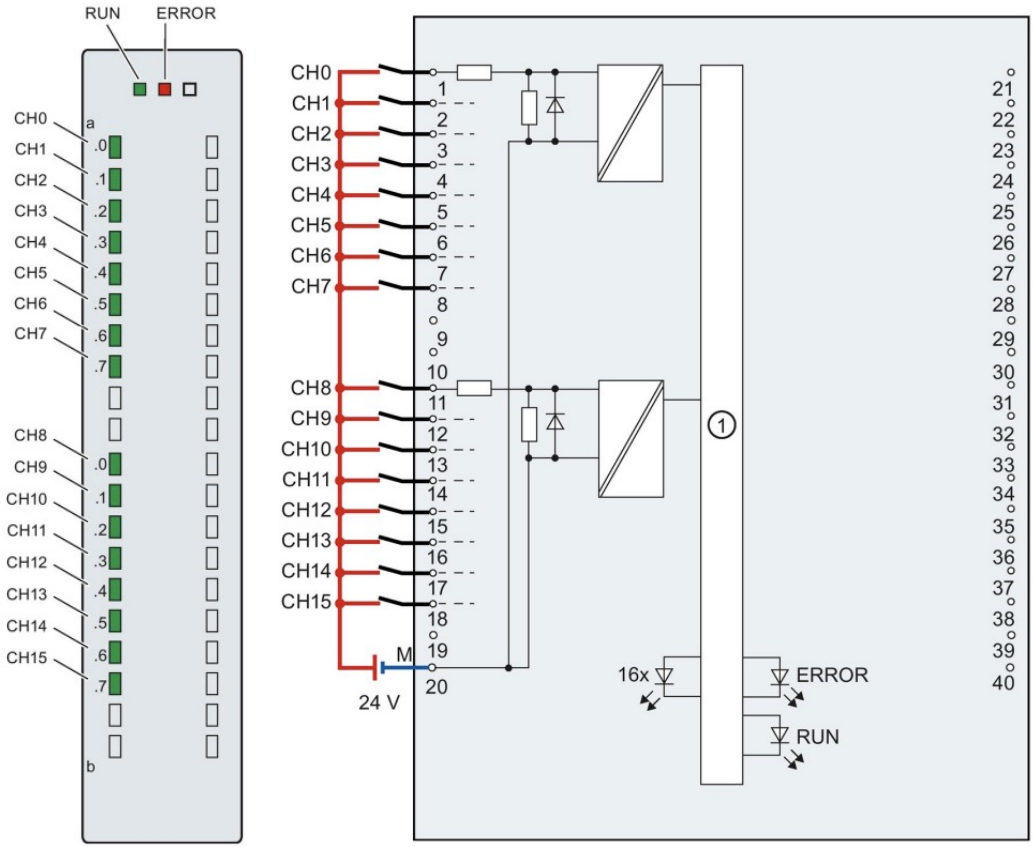
- Producător
- Procesor
- Memorie program
- Memorie de date
- Comunicație
- Capabilități software
- Standard / Failsafe
- Număr de module I/O



Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

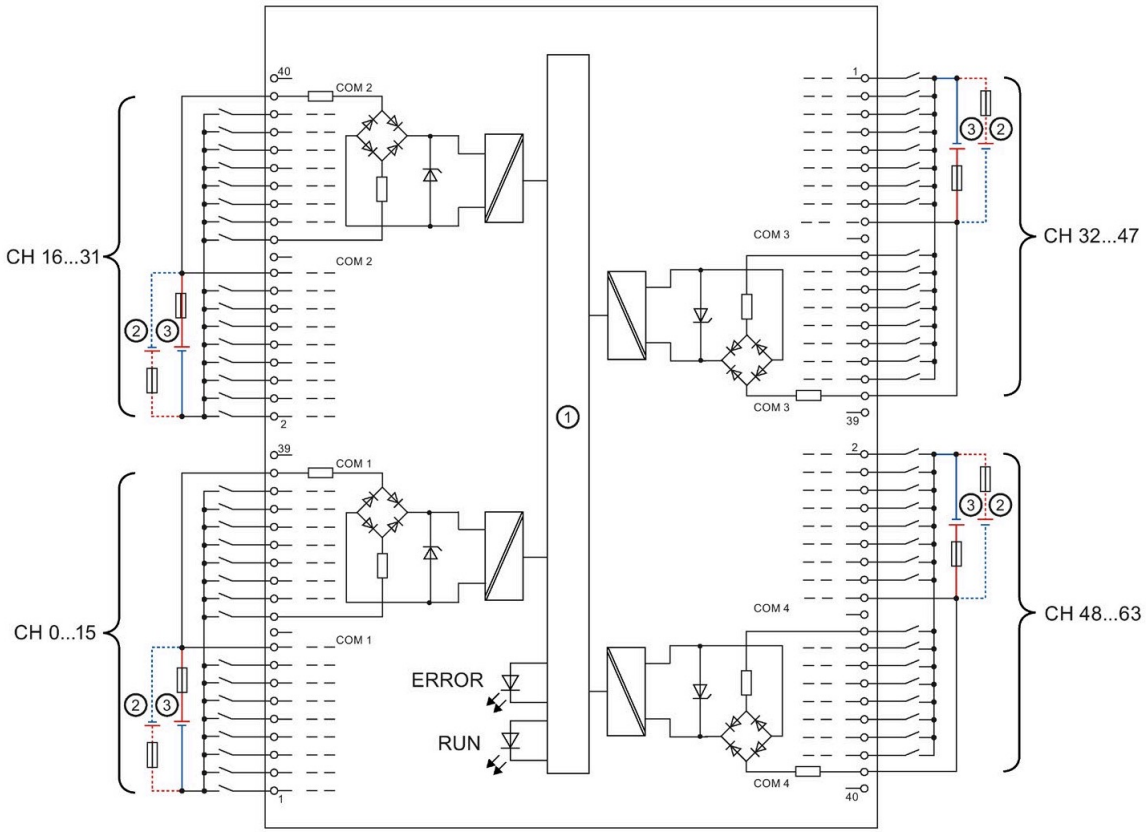
Modul de intrare digitală

- Caracteristici:
  - In general, 24VDC
  - Leduri de stare
  - Frecventa de comutare
- Cum aleg un modul de intrare digitala?
  - Numărul de intrări
  - Frecventa de comutare
  - Standard/Failsafe
  - Standard/NAMUR
  - Sink/Source



Modul de intrare digitală

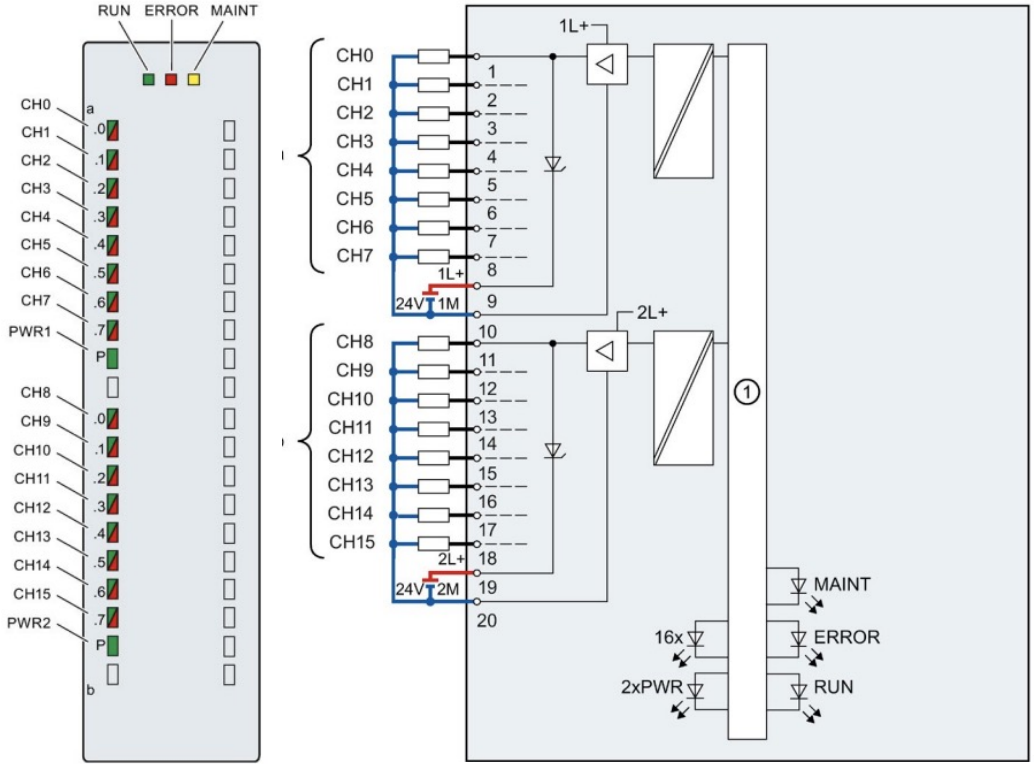
- ① Interfață backplane bus
- ② Mod de operare "sinking"
- ③ Mod de operare "sourcing"



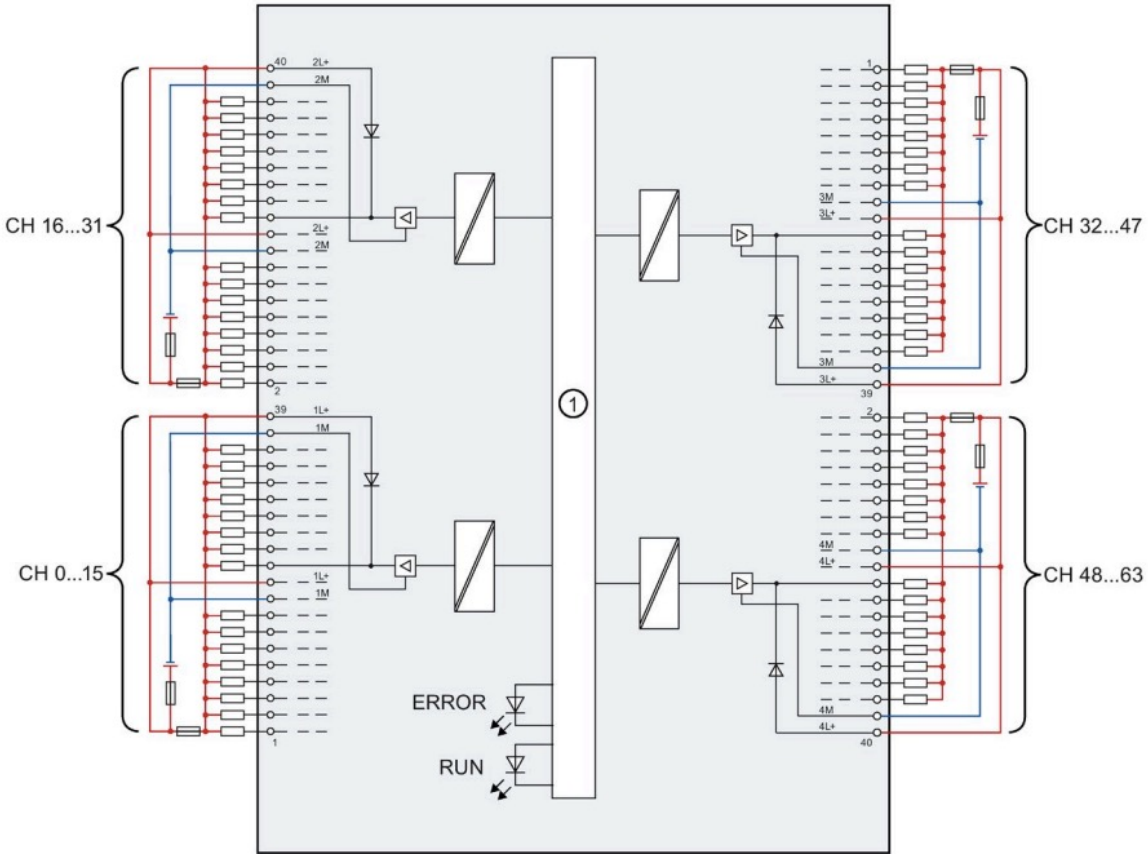
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Modul de ieșire digitală

- Caracteristici:
  - In general, 24VDC
  - Leduri de stare
  - Curent maxim
  - Ieșire pe tranzistor / releu
- Cum aleg un modul de ieșire digitala?
  - Tensiune ieșire
  - Curent maxim
  - Frecventa de comutare
  - Standard/Failsafe
  - Capabilitate PWM
  - Numărul de ieșiri
  - Sink/Source

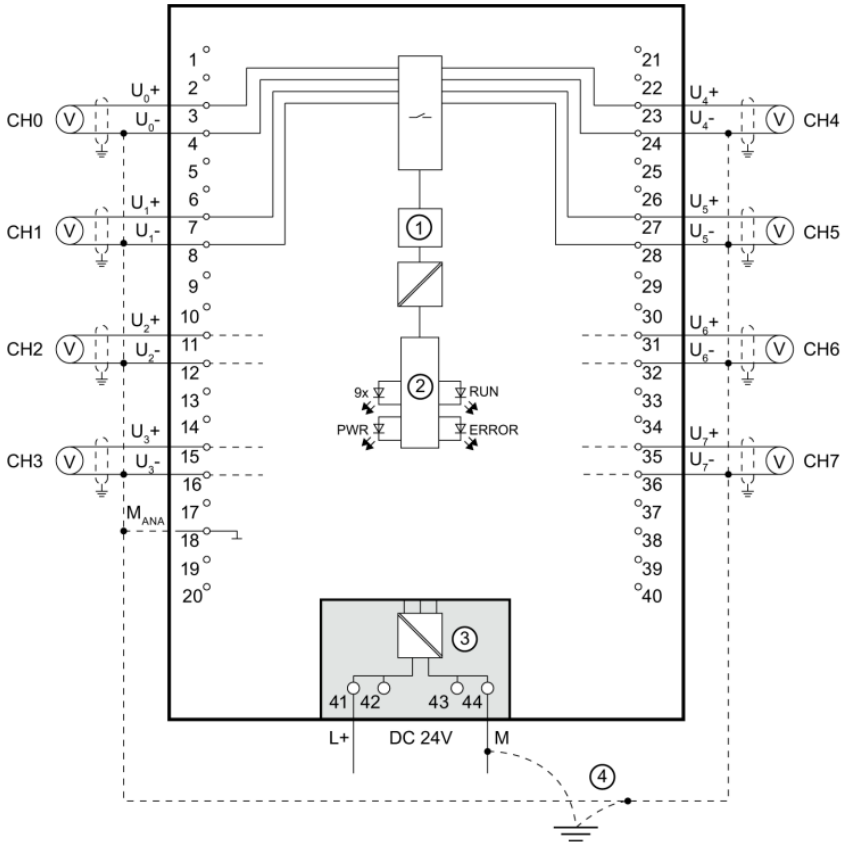


Modul de ieșire digital sink



Modul de intrare analogică

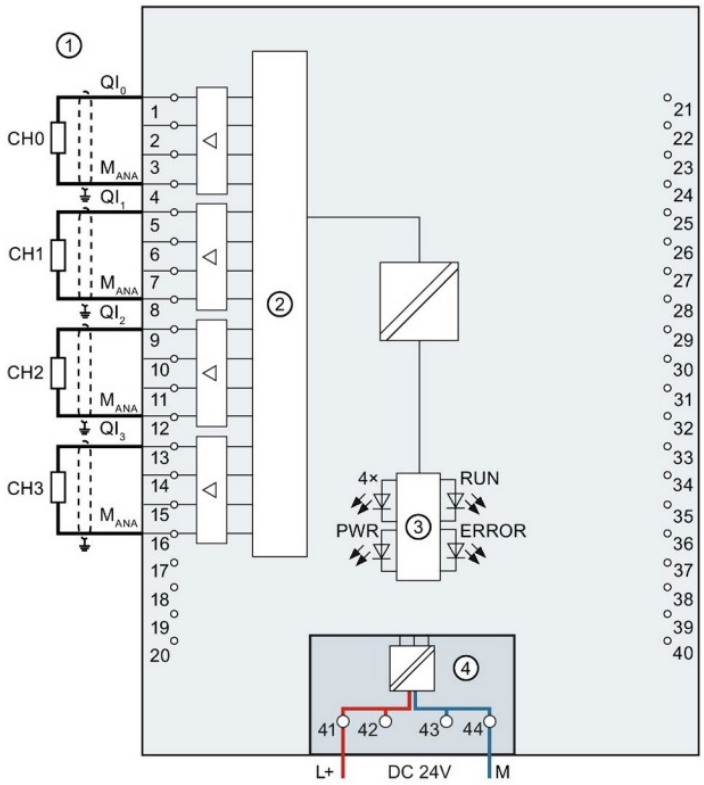
- Caracteristici:
  - In tensiune: 0-10V, -10V – 10V
  - In curent: 4-20mA, 0-20mA
- Cum aleg un modul de intrare analogica?
  - Tipul semnalului si domeniul
  - Standard/Failsafe
  - Numărul de intrări
  - Tipul conexiunii: 2, 4 fire
  - Rezoluția
  - Cu/Fără comunicație HART



Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Modul de ieșire analogică

- Caracteristici:
  - In tensiune: 0-10V, -10V – 10V
  - In curent: 4-20mA, 0-20mA
- Cum aleg un modul de ieșire analogica?
  - Tipul semnalului si domeniul
  - Tipul conexiunii: 2, 4 fire
  - Numărul de ieșiri
  - Rezoluția
  - Cu/Fără comunicație HART



Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

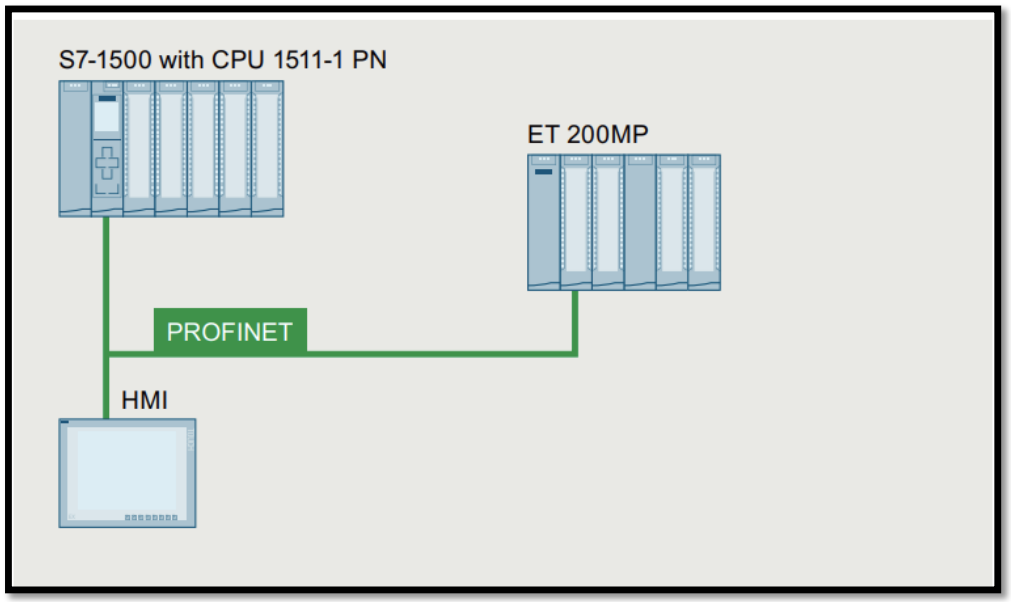
Module speciale

- IO digitale, IO analogice
- Comunicații (IO-Link, Profinet etc)
- Power meter
- Counter
- Encoder
- Celule de cântărire
- Inteligenta artificiala
- Cu gama de temperatura extinsa (ex. -40...+70 °C)
- Failsafe

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Exemplu structura Siemens

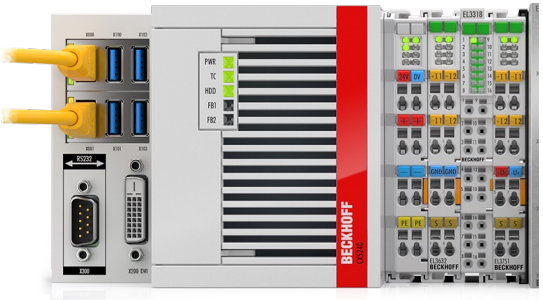
- S7-1500
- Module I/O conectate pe backplane-ul PLC-ului
- Module I/O include in periferii distribuite
- Comunicații industriale
- HMI (Human Machine Interface)



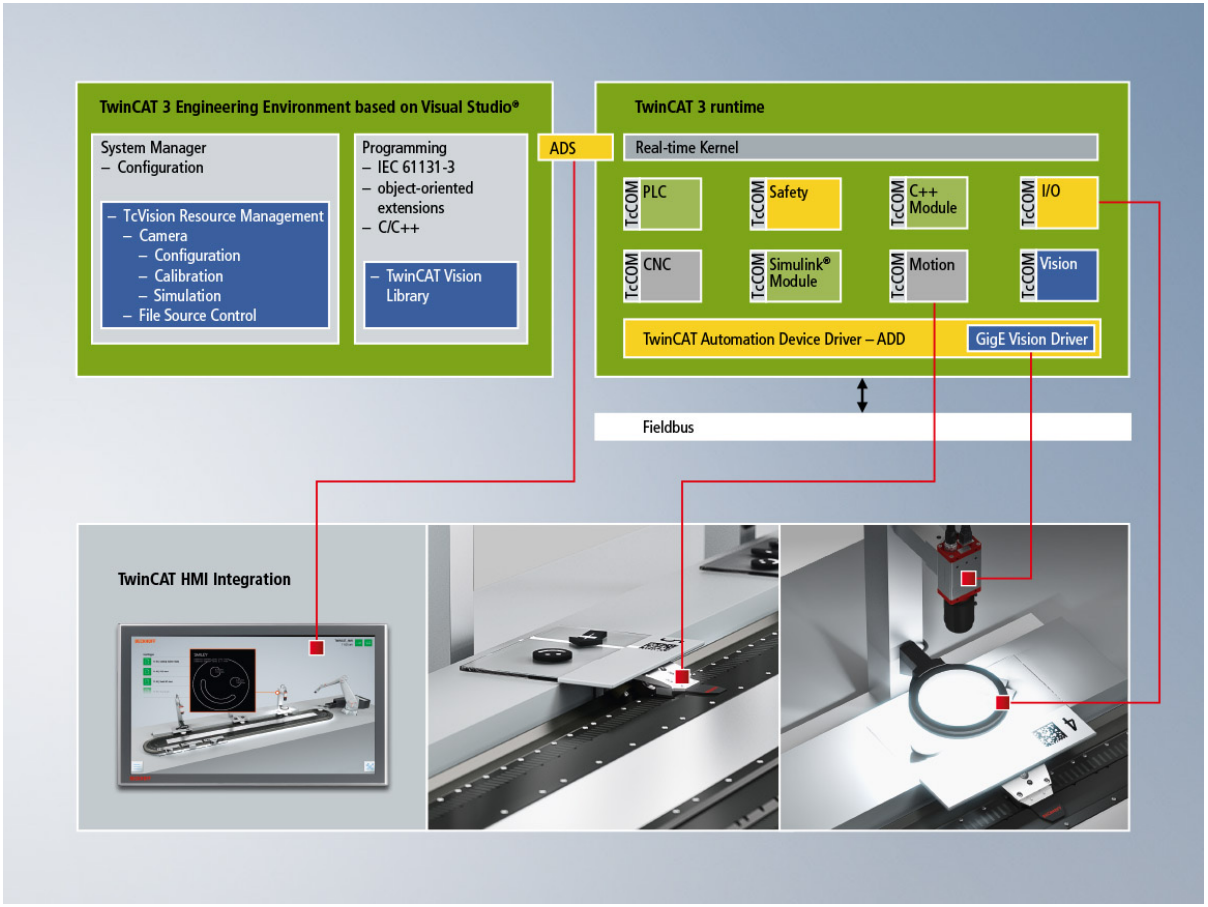
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Beckhoff PC

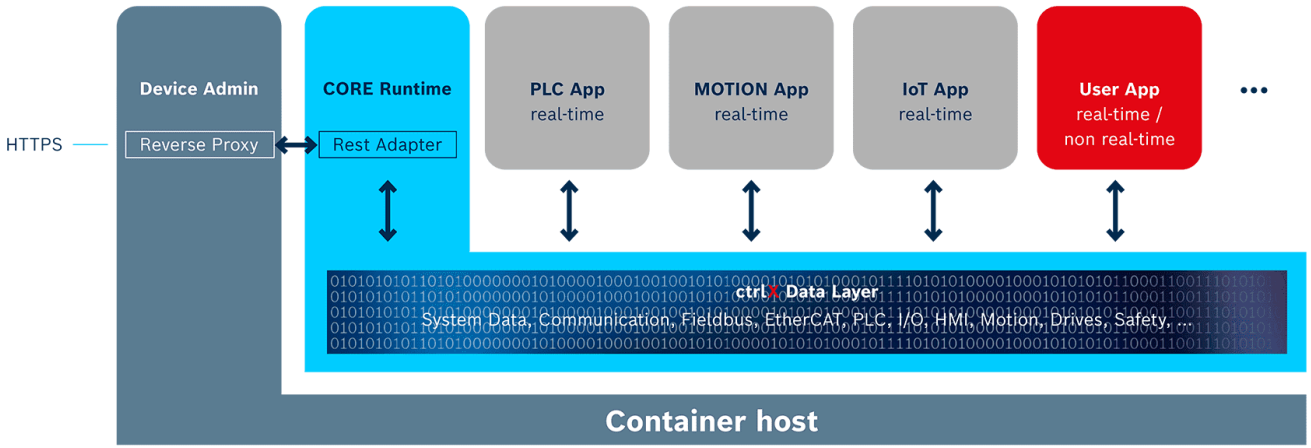
Beckhoff IPC

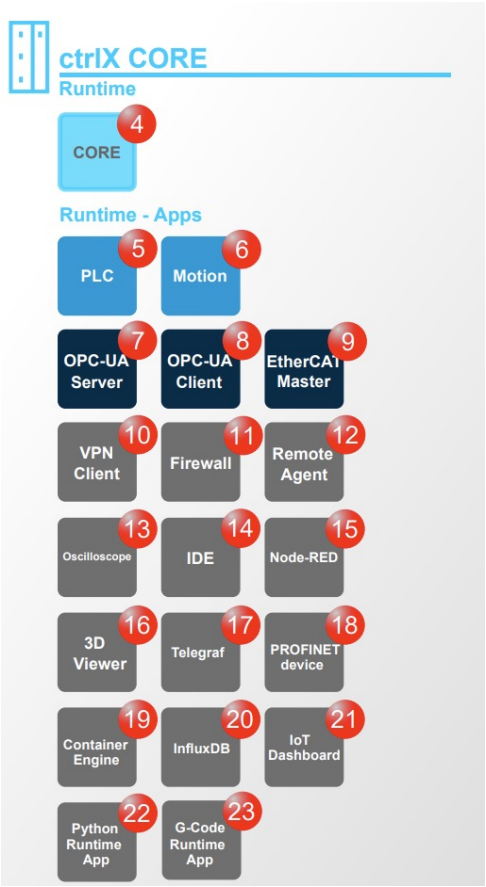


Beckhoff Embedded PC



Bosch Rexroth ctrlX CORE





Standardizare PLC

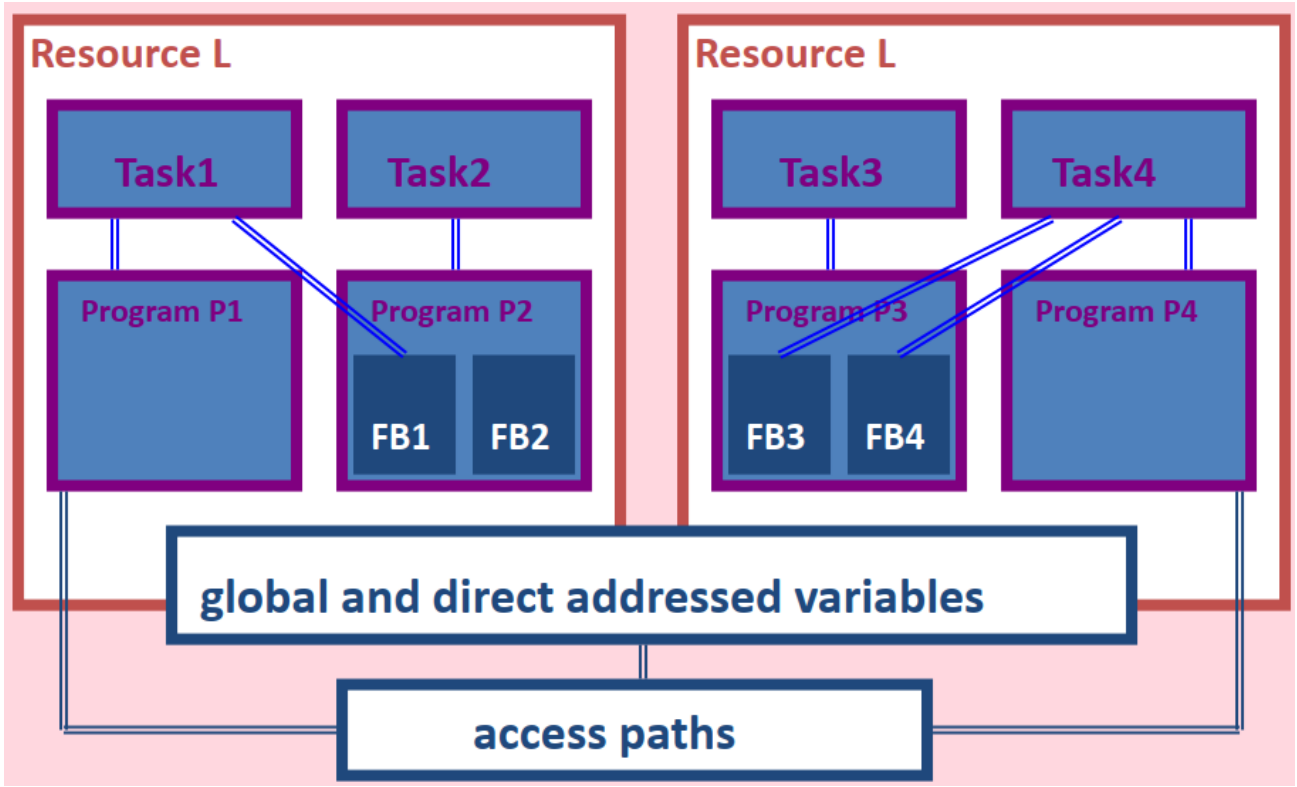
- IEC 61131-1:2003 Part 1: General information
- IEC 61131-2:2017 Part 2: Equipment requirements and tests
- IEC 61131-3:2013 Part 3: Programming languages
- IEC TR 61131-4:2004 Part 4: User guidelines
- IEC 61131-5:2000 Part 5: Communications
- IEC 61131-6:2012 Part 6: Functional safety
- IEC 61131-7:2000 Part 7: Fuzzy control programming

...

Standard IEC 61131-3:2013

- IEC 61131-3:2013 specifică sintaxa și semantica unei suite unificate de limbaje de programare pentru PLC-uri. Această suită constă in:
  - două limbaje textuale:
    - Lista de instrucțiuni (IL)
    - Text structurat (ST)
  - două limbaje grafice
    - Diagrama ladder (LD)
    - Diagrama cu blocuri funcționale (FBD)
- Standardul definește si un tool de structurare software numit SFC (Sequential Function Chart)
- Ediții:
  - 1 - 1993-03-22 - IEC 61131-3:1993 - Revised
  - 2 - 2003-01-21 - IEC 61131-3:2003 - Revised
  - 3 - 2013-02-20 - IEC 61131-3:2013 - Valid
  - 4 - 2025-06-13

IEC 61131-3: Model software



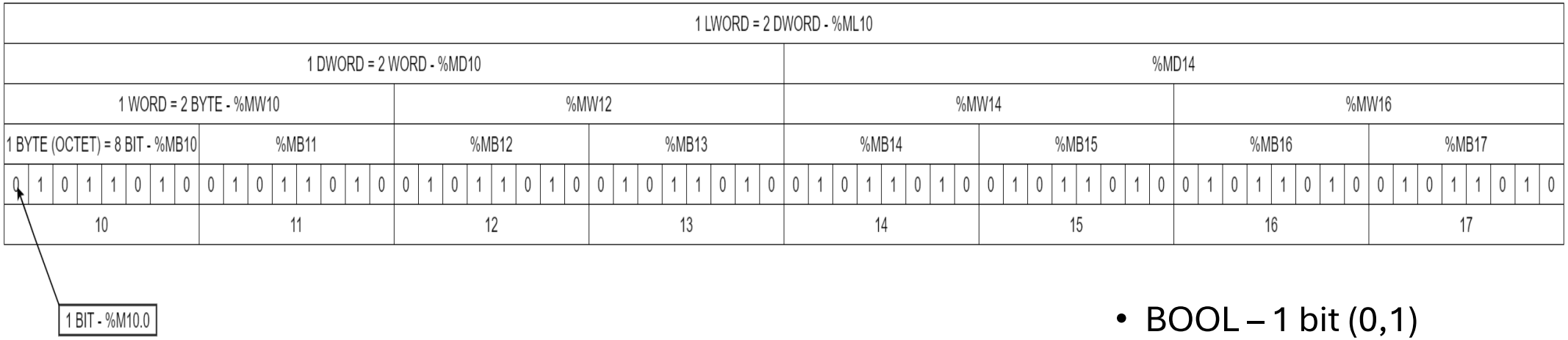
IEC 61131-3: Model software

POU (Program organization unit):

- Function
- Function block
- Program

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

IEC 61131-3: Tipuri de date



- BOOL – 1 bit (0,1)
- BYTE – 8 bit (1 byte)
- WORD – 16 bit (2 byte)
- DWORD – 32 bit (4 byte)
- LWORD – 64 bit (8 byte)

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

IEC 61131-3: Tipuri de date intregi

- SINT – signed short integer (1 byte)
- INT – signed integer (2 byte)
- DINT – signed double integer (4 byte)
- LINT – signed long integer (8 byte)
- USINT – Unsigned short integer (1 byte)
- UINT – Unsigned integer (2 byte)
- UDINT – Unsigned double integer (4 byte)
- ULINT – Unsigned long integer (8 byte)

IEC 61131-3: Tipuri de date reale

- REAL – (4 byte)
- LREAL – (8 byte)

IEC 61131-3: Tipuri de date de timp

- TIME – T#5m90s15ms
- LTIME – (8 byte) T#5m90s15ms542us15ns
- DATE – data de calendar
- TIME_OF_DAY / TOD – timp
- DATE_AND_TIME / DT – data si timp

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

IEC 61131-3: Tipuri de date caracter

- CHAR – caracter (1 byte, 0 to 255 of ISO/IEC 10646)
- WCHAR – caracter pe 2 octeti (2 byte, 0 to 65535 of ISO/IEC 10646)
- STRING – sir de caractere de tip CHAR
- WSTRING – sir de caractere de tip WCHAR

IEC 61131-3: Limbaje de programare

- Limbaje textuale:
  - Lista de instrucțiuni IL (instruction list)
  - Text structurat ST (Structured Text)
- Limbaje grafice
  - Diagrama ladder LD (Ladder Diagram)
  - Diagrama cu blocuri funcționale FBD (Function Block Diagram)
- Tool de structurare program numit SFC (Sequential Function Chart)

Instruction List (IL)

- IL este un limbaj de programare asemănător cu un limbaj de asamblare
- O instrucțiune, care este o comandă executabilă pentru PLC, este descrisă într-o singură linie
  - O instrucțiune constă dintr-un operator (sau o funcție) plus mai mulți operanzi (parametri)
  - Poate veni cu un etichetă sau un modificator

```
MRun:   LD      a
        ANDN    b
        OR      ( b
        ANDN    a
                )
        ST      e
        JMPC    MRun
```

! In IEC 61131-3:2013, IL este marcat ca “outdated”. Versiunea 4 a standardului nu va mai conține acest limbaj de programare

Statement List (ST)

- Limbaj textual, similar cu C, Pascal
- Un program conține una sau mai multe instrucțiuni
- Instrucțiunile sunt separate de un terminator ;
- O instrucțiune poate include expresii
- O expresie este o combinație intre operanzi (variabile) si anumiți operatori

Statement List (ST): Operatori

- Atribuirea :=
- Terminator ;
- Operatori matematici +, -, *, /, MOD, **
- Operatori logici AND, OR, XOR, NOT
- Operatori relaționali <, <=, >, >=, =, <>

- Exemple

DO1 := DI1 AND DI2;

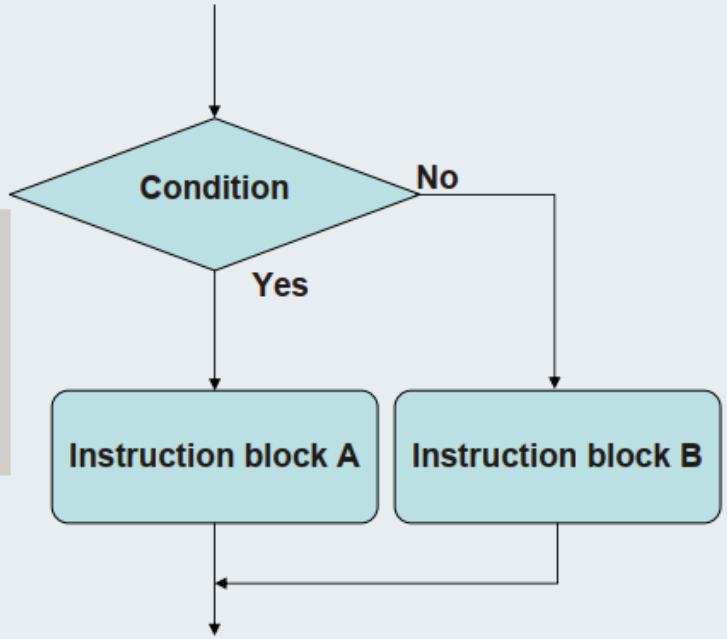
A := B + C;

Statement List (ST): Instrucțiuni

- IF
- CASE
- FOR
- WHILE
- REPEAT
- EXIT
- RETURN
- Apelarea unei funcții

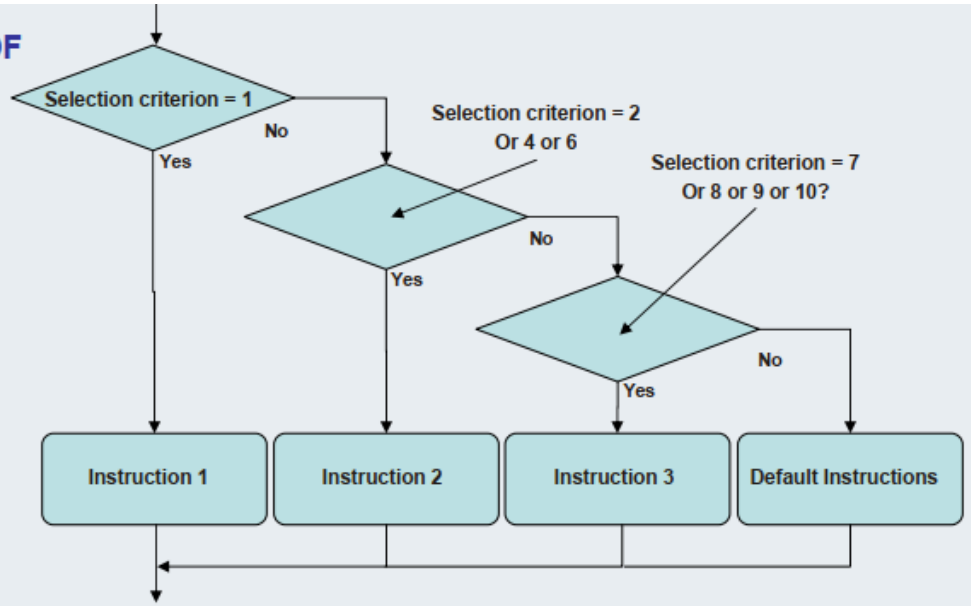
Statement List (ST): IF

```
IF a>b THEN
   Instruction block A;
ELSE
   Instruction block B;
END_IF
```



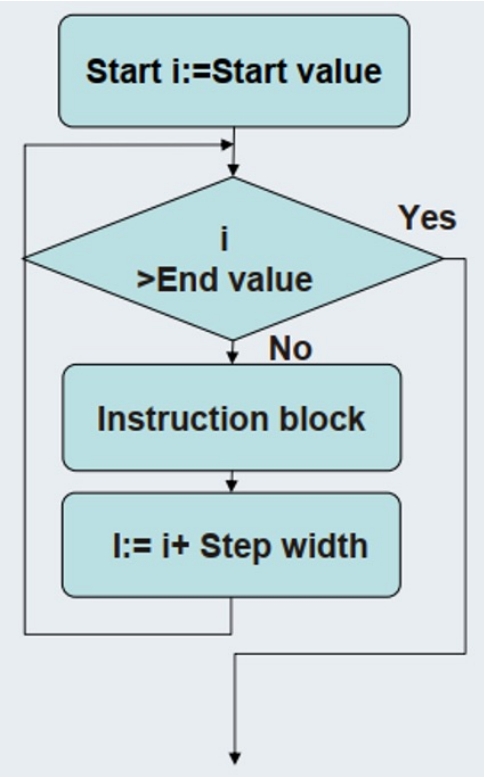
Statement List (ST): CASE

```
CASE Selection criterion OF
1:      Instruction 1
2,4,6:  Instruction 2
7..10 : Instruction 3
..
ELSE
        Default
        Instructions
END_CASE;
```



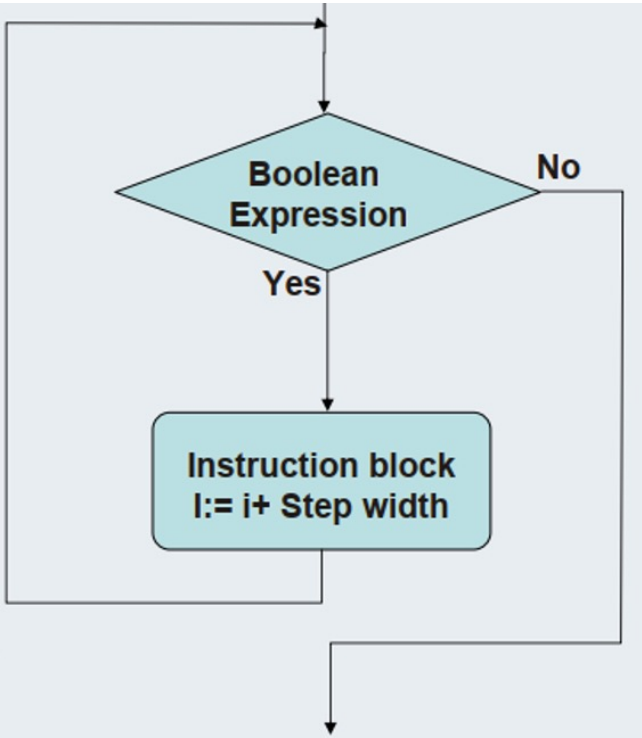
Statement List (ST): FOR

```
FOR  i:=1 TO 12 BY 2 DO
    Field[i]:=i*2;(*instruction*)
END_FOR
```



Statement List (ST): WHILE

```
i:=0;
WHILE  i<100 DO
   Field[i]:=i*2;(*instruction*)
   i:=i+1;
END_WHILE
```

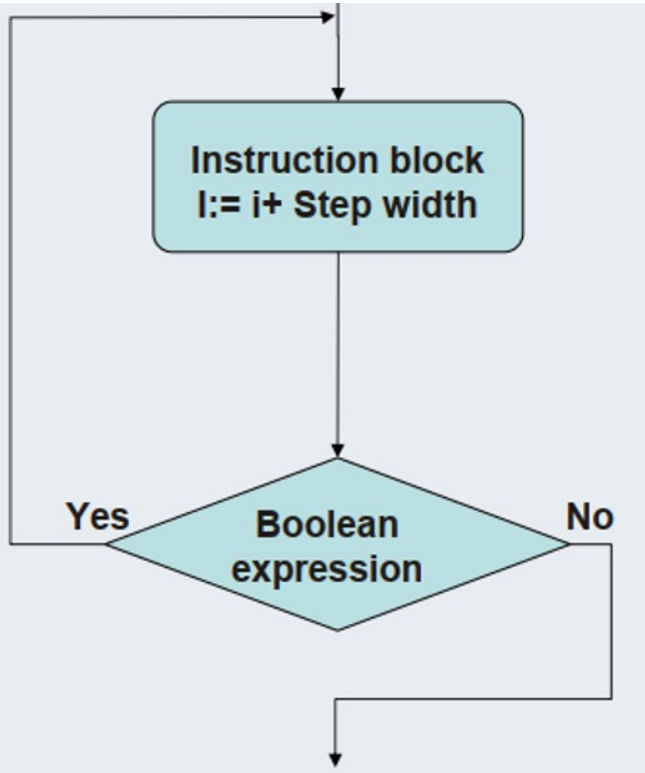


Statement List (ST): REPEAT

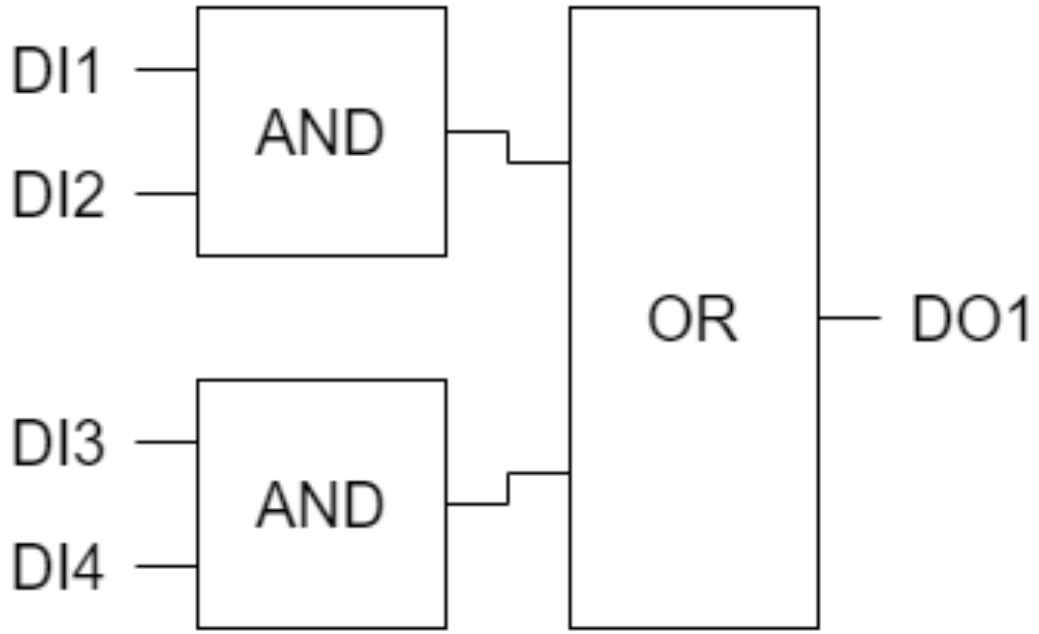
```
i:=0;

REPEAT
    Field[i]:=i*2;(*Instruction*)
    i:=i+1;
UNTIL i>100

END_REPEAT
```



Function Bock Diagram (FBD)

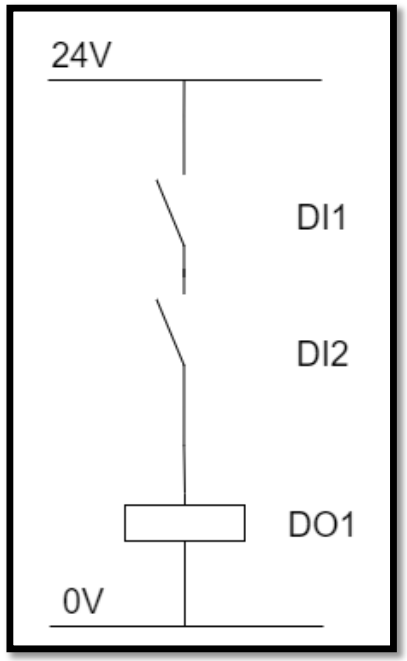


Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

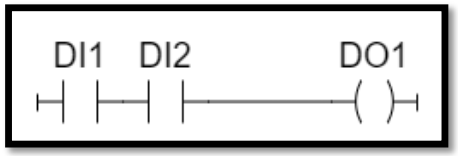
Ladder diagram (LD)

- Provine din logica pe relee
- Organizare pe network-uri
- Contacte:
  - -| |- Contact normal deschis
  - -|/|- Contact normal inchis
  - -|P|- Evaluare front crescator
  - -|N|- Evaluare front descrescator
- Bobina (Coil)
  - -( )-
  - -(/)-
  - -(S)- setare variabila
  - -(R)- resetare variabila

Implementare electrica



Implementare LD



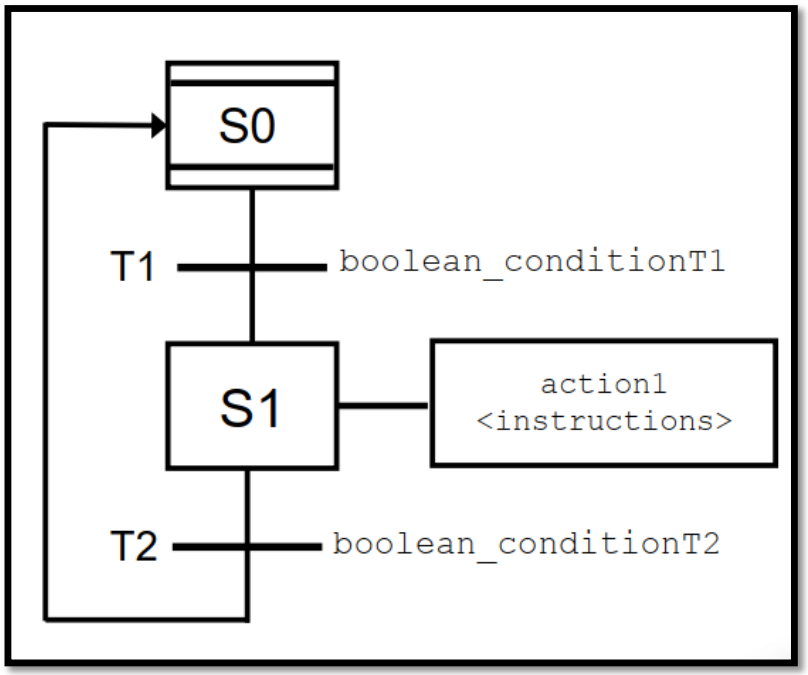
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Sequential Function Chart (SFC)

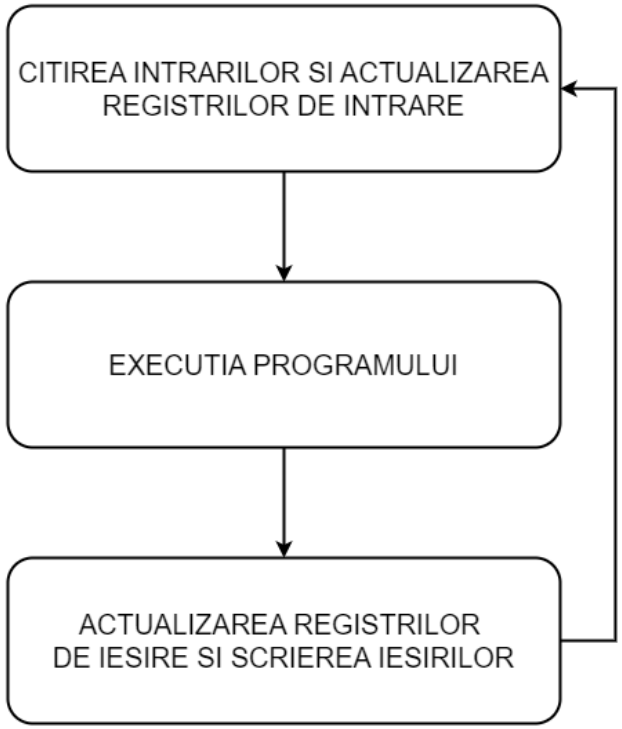
- Împarte logica in blocuri mai mici
- Descrie secvența intre aceste blocuri

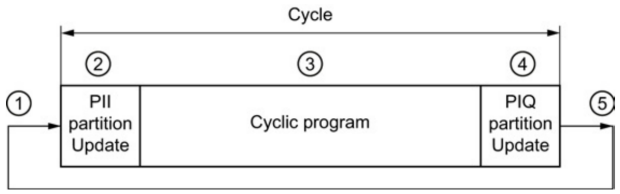
Elemente:

- Stări
- Tranziții
- Acțiuni

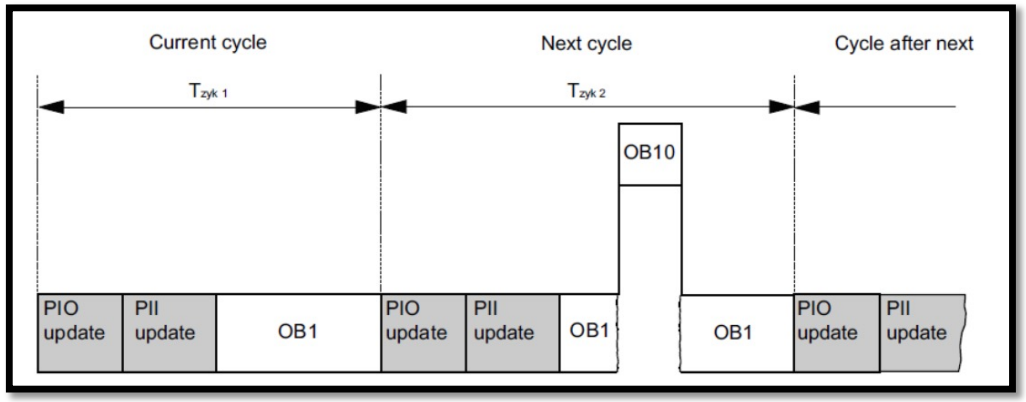


Ciclu de funcționare AP



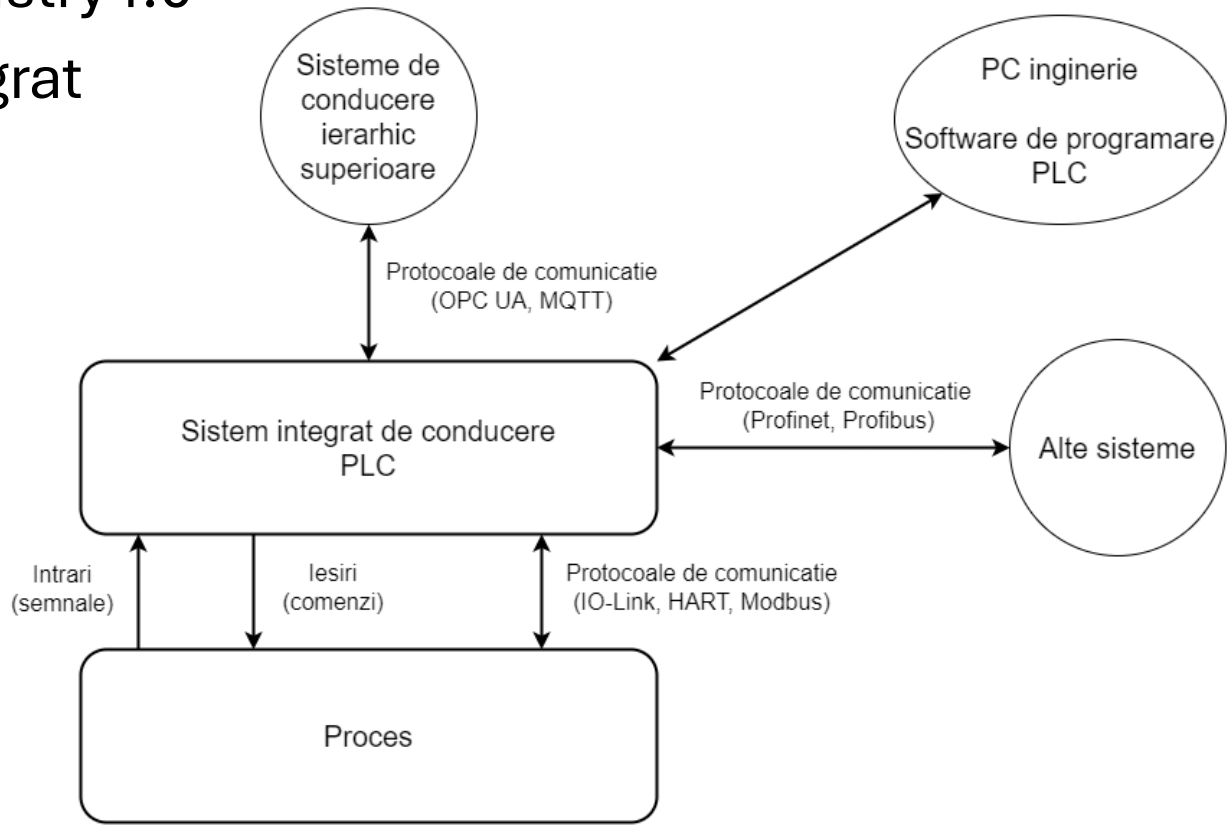


① The operating system starts measurement of the cycle time.
② The CPU reads the status of the inputs at the input module and writes the input data to the process image partition of the inputs.
③ The CPU processes the user program and executes the instructions specified in the program.
④ The CPU writes the states from the process image outputs to the output modules.
⑤ The operating system evaluates the determined cycle time and starts the measurement again.



PLC: Recapitulare

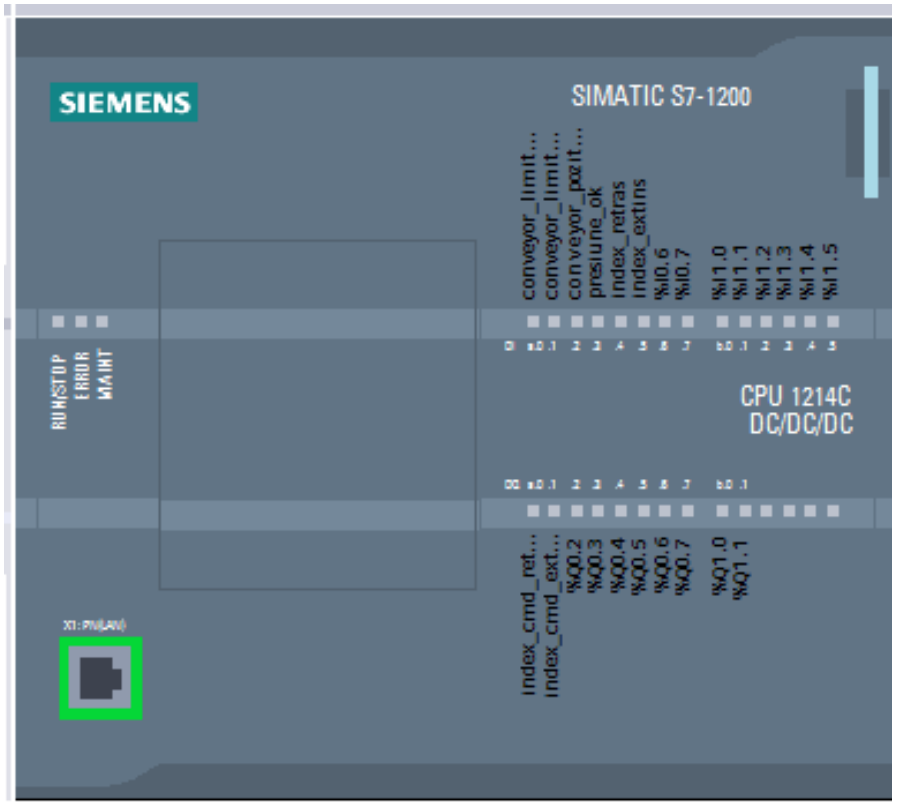
- Componenta cheie in Industry4.0
- Sistem de conducere integrat hardware si software
- Structura modulara
- Comunicatii industriale
- IEC61131-3
- Program / Function / Function Block
- LD / FBD / ST / IL / SFC



Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

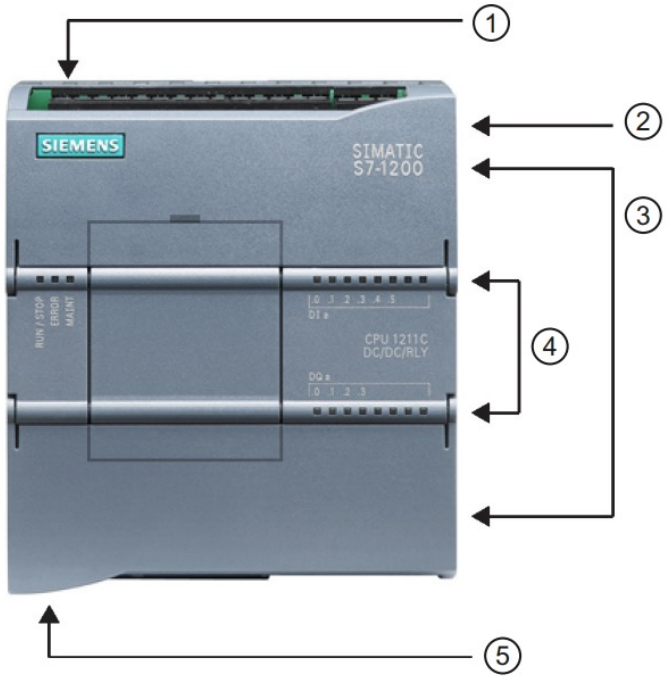
PLC: S7-1200C

- I/O-uri integrate
- Comunicatie PROFINET
- Alte comunicatii:
- PROFIBUS
- Comunicatii mobile (LTE, GPRS)
- Ethernet
- Securitate
  - Firewall
  - VPN
- RS485
- RS232
- RS422
- MODBUS



Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

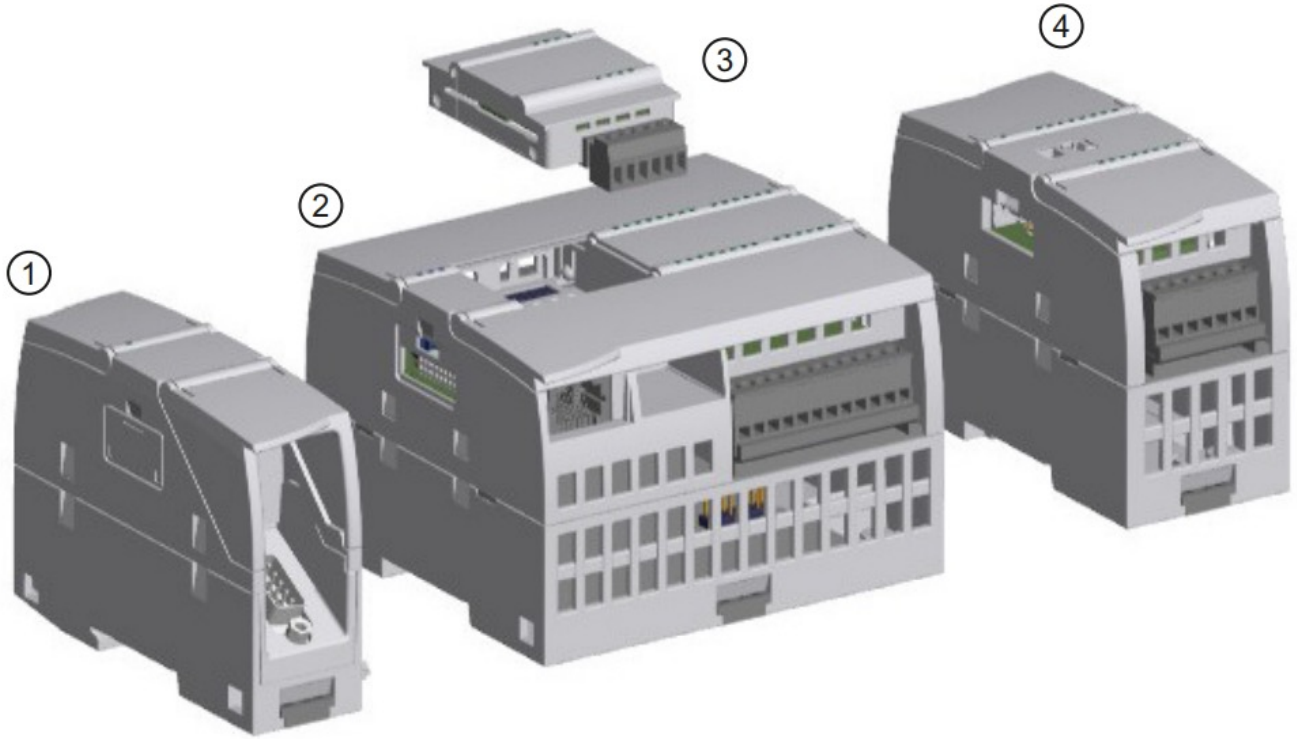
PLC: S7-1200C



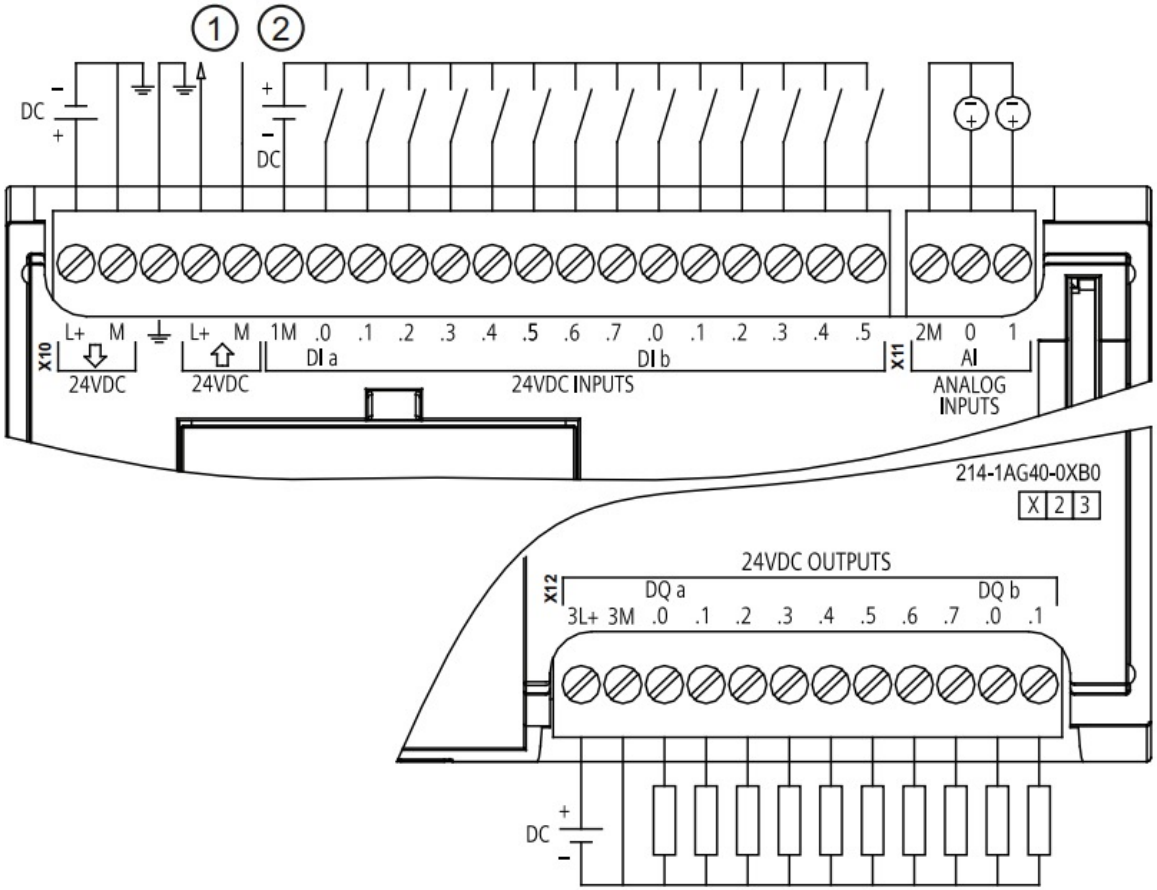
1. Power connector
2. Memory card slot under top door
3. Removable user wiring connectors (behind the doors)
4. Status LEDs for the on-board I/O
5. One or two PROFINET connectors (on the bottom of the CPU)

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

PLC: S7-1200C

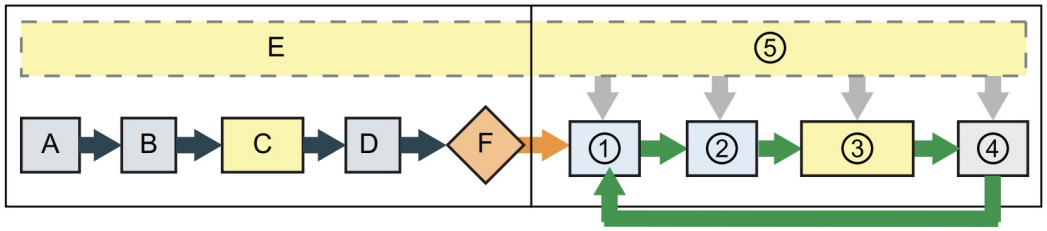


PLC: S7-1200C: Cablare



①	24 V DC Sensor Power Out For additional noise immunity, connect "M" to chassis ground even if not using sensor supply.
②	For sinking inputs, connect "-" to "M" (shown). For sourcing inputs, connect "+" to "M".

PLC: S7-1200C: Ciclu automat

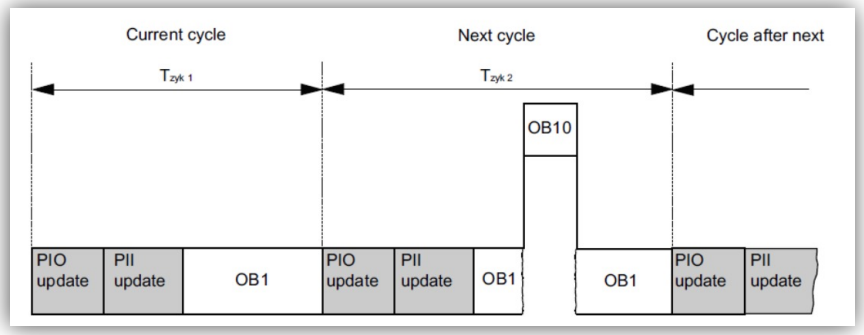


STARTUP

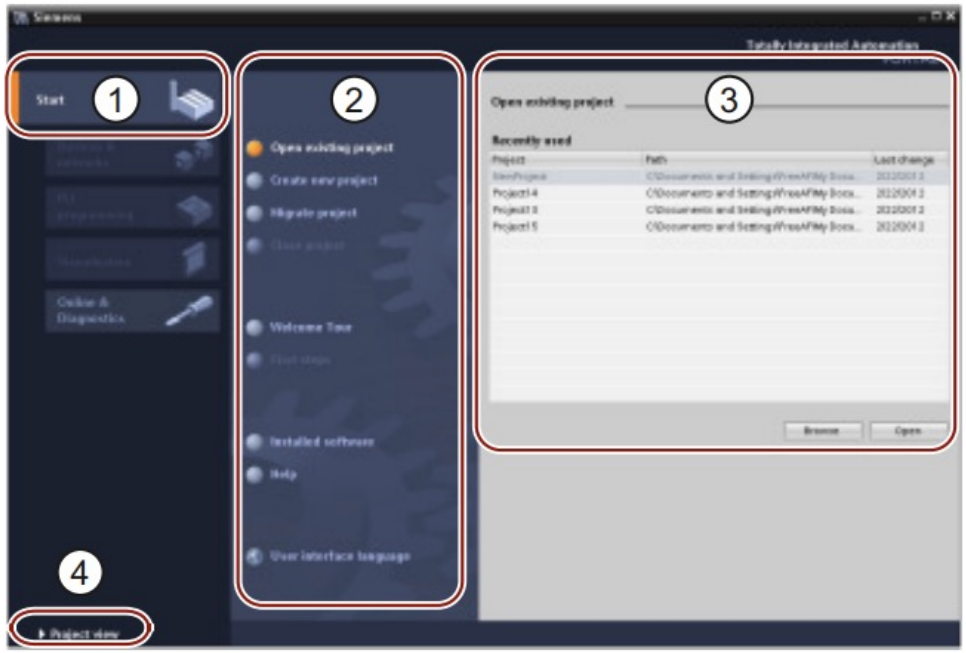
A	Clears the I (image) memory area
B	Initializes the outputs with either the last value or the substitute value
C	Executes the startup OBs
D	Copies the state of the physical inputs to I memory
E	Stores any interrupt events into the queue to be processed after entering RUN mode
F	Enables the writing of Q memory to the physical outputs

RUN

①	Writes Q memory to the physical outputs
②	Copies the state of the physical inputs to I memory
③	Executes the program cycle OBs
④	Performs self-test diagnostics
⑤	Processes interrupts and communications during any part of the scan cycle



TIA Portal: Portal view



Portal view

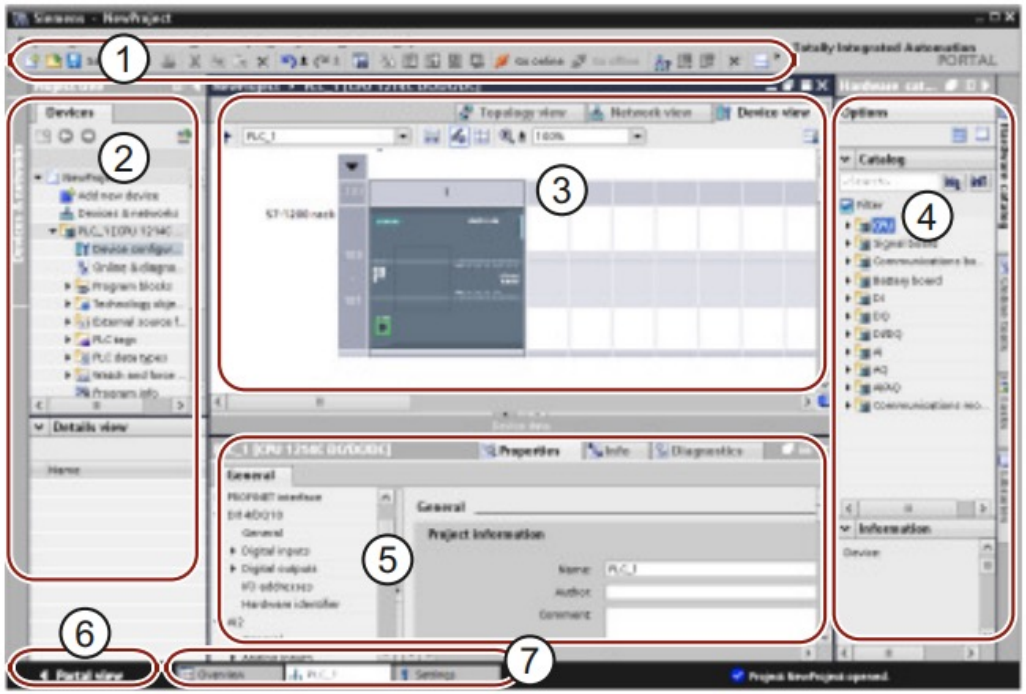
① Portals for the different tasks

② Tasks for the selected portal

③ Selection panel for the selected action

④ Changes to the Project view

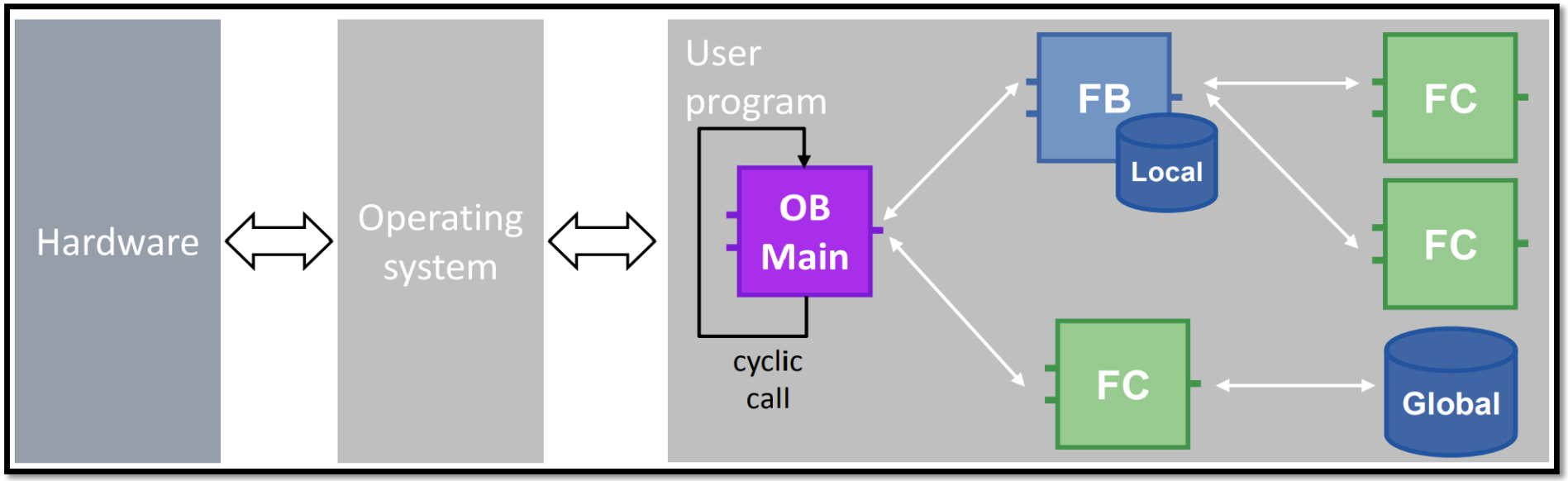
TIA Portal: Project view



Project view

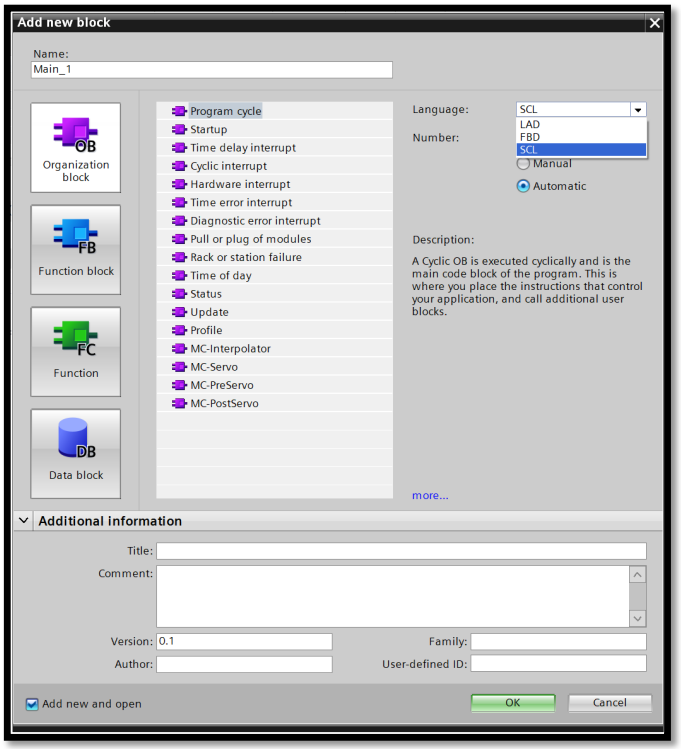
① Menus and toolbar
② Project navigator
③ Work area
④ Task cards
⑤ Inspector window
⑥ Changes to the Portal view
⑦ Editor bar

PLC: S7-1200C: Organizare soft

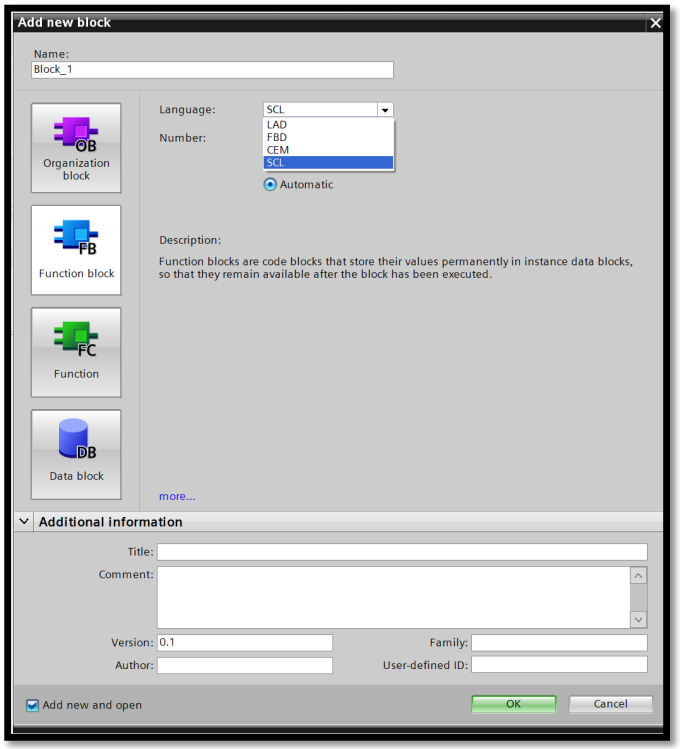


Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

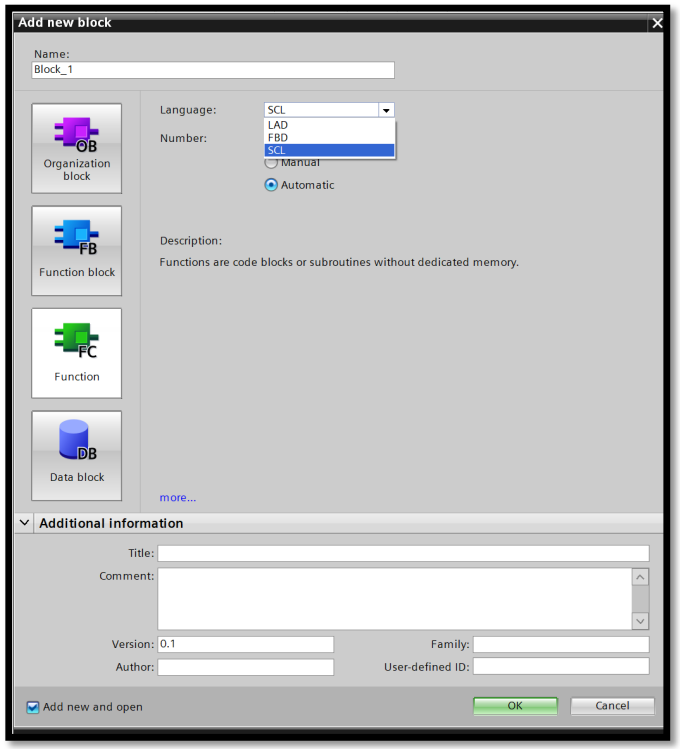
Organizare program (OB, FB, FC)



OB – Organization Block



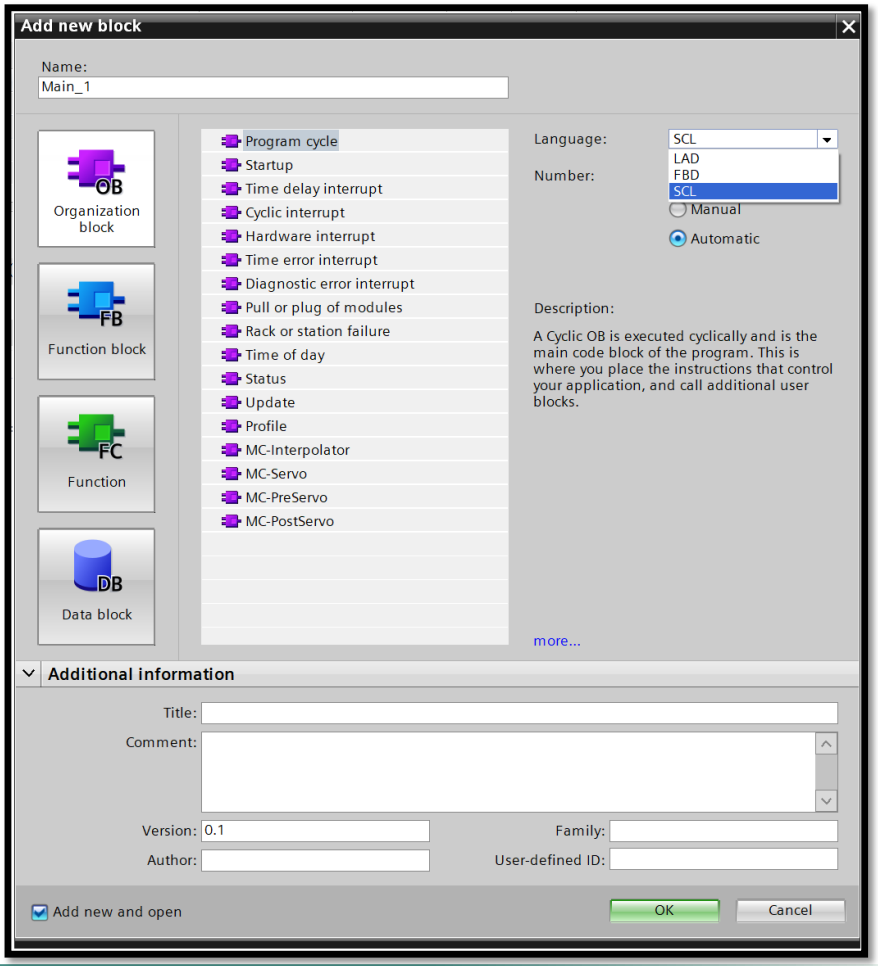
FB – Function Block



FC – Function

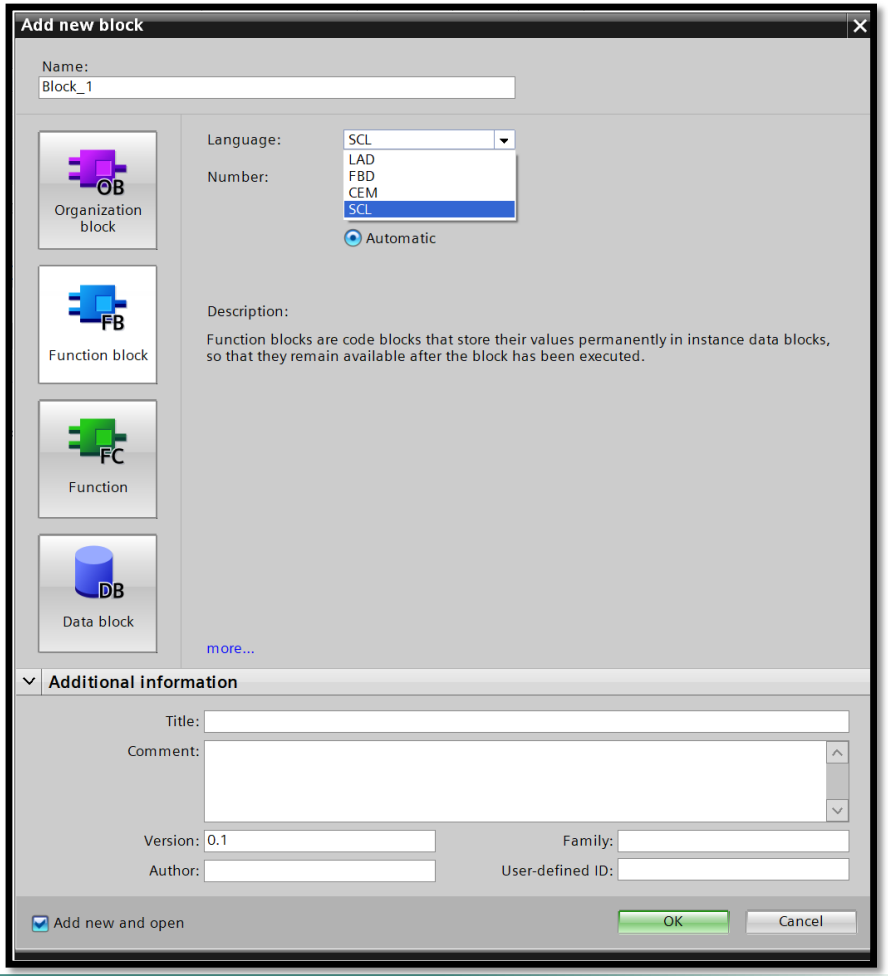
Organizare program: OB

- OB1
- Startup OB
- Time delay interrupt OB
- Cyclic interrupt OB
- Hardware interrupt OB
- Time error interrupt OB
- Pull or plug of modules OB
- Rack or station failure OB
- Etc.



Organizare program: FB

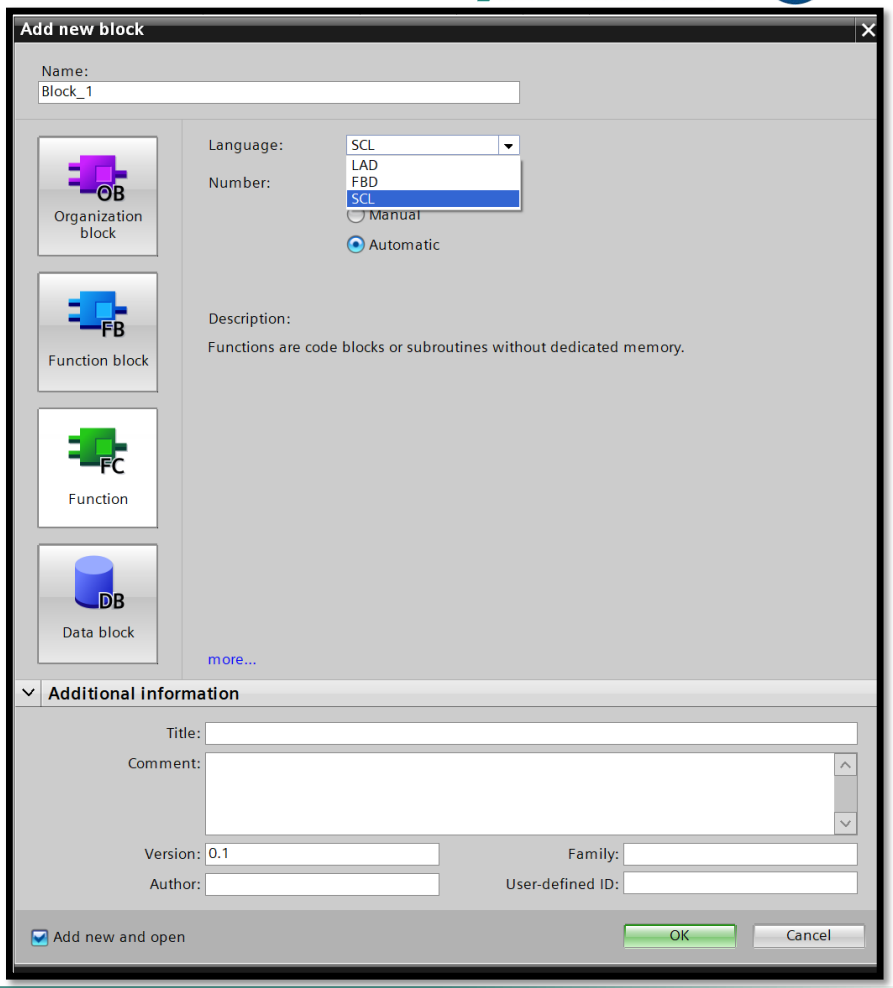
- Foloseste o instanta (o zona de memorie pentru a salva variabilele statice)
- Variabile statice – variabile care isi pastreaza valoarea de la ciclu AP la urmatorul ciclu AP



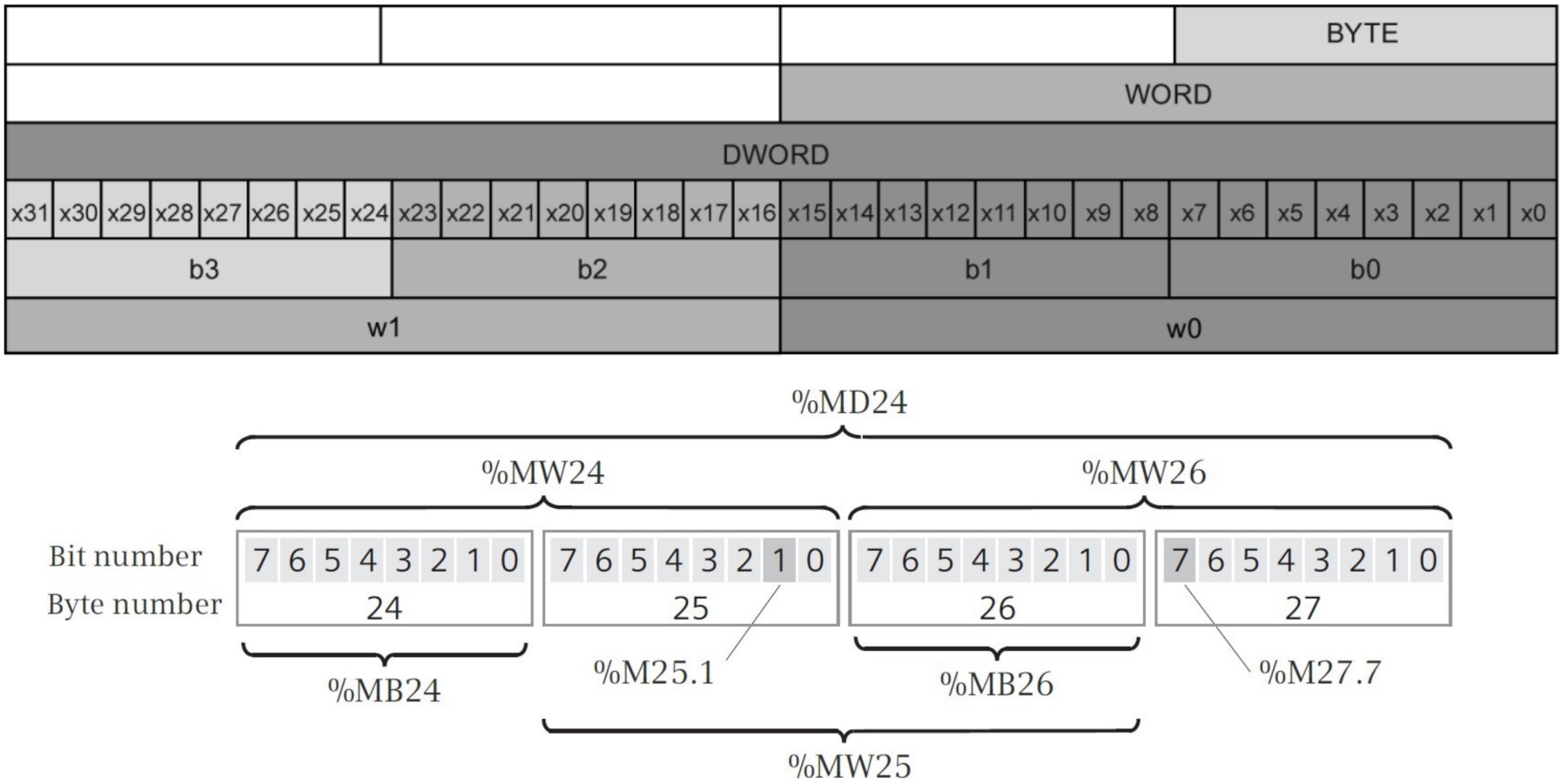
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Organizare program: FC

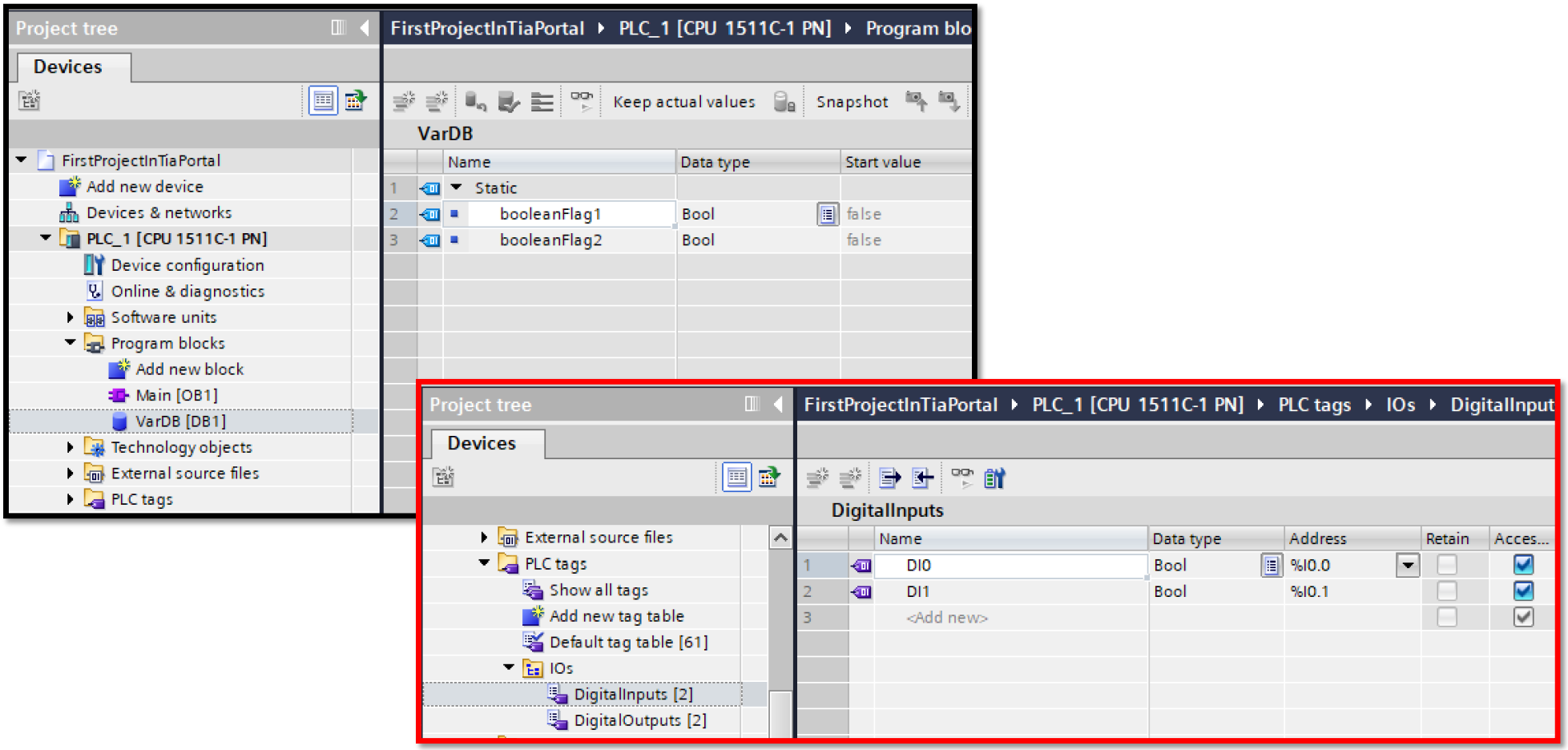
- Nu foloseste o instanta (variabilele interne sunt resetate la urmatorul ciclu AP)
- Poate returna o valoare prin denumirea functiei



PLC: S7-1200C: Memorie



PLC: S7-1200C: Variabile



Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

PLC: S7-1200C: Tipuri de date uzuale

BOOL	1 bit	1-bit binary value	0, 1, FALSE, TRUE
BYTE	8 bits	8-bit binary value	B#16#00 to B#16#FF
WORD	16 bits	16-bit binary value	W#16#0000 to W#16#FFFF
DWORD	32 bits	32-bit binary value	DW#16#0000 0000 to DW#16#FFFF FFFF
CHAR	8 bits	A character in ASCII code	'a', 'A', '1', ...

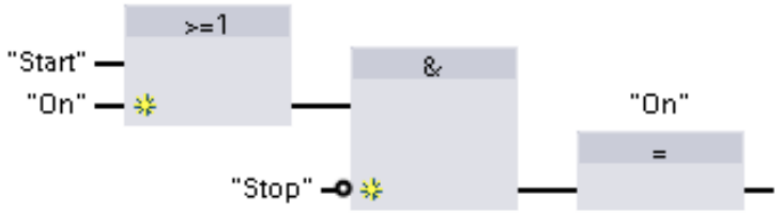
PLC: S7-1200C: Tipuri de date uzuale

USINT	8 bits	Unsigned 8-bit fixed-point number	0 to 255
UINT	16 bits	Unsigned 16-bit fixed-point number	0 to 65 535
UDINT	32 bits	Unsigned 32-bit fixed-point number	0 to 4 294 967 296
SINT	8 bits	8-bit fixed-point number	–128 to +127
INT	16 bits	16-bit fixed-point number	–32 768 to +32 767
DINT	32 bits	32-bit fixed-point number	–2 147 483 648 to +2 147 483 647
REAL	32 bits	32-bit floating-point number	approx. $\pm 1.18 \times 10^{-38}$ to $\pm 3.40 \times 10^{38}$
LREAL	64 bits	64-bit floating-point number	approx. $\pm 2.23 \times 10^{-308}$ to $\pm 1.80 \times 10^{308}$
TIME	32 bits	Duration in IEC format (number of milliseconds)	T#–24d20h31m23s648ms to T#+24d20h31m23s647ms

PLC: S7-1200C: Programare

- LAD – ladder logic

- FBD – function block diagram



- SCL – structured control text

```
1 IF condition THEN
2     // Statement section IF
3     ;
4 END_IF;
```

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

Contact NO

Contact NC

LAD	SCL

"IN" 	IF in THEN
	Statement;
	ELSE
	Statement;
	END_IF;

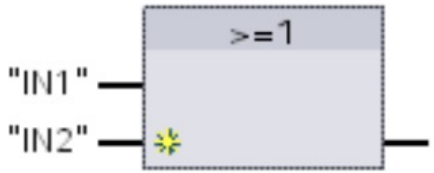
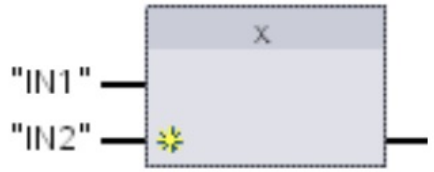
"IN"	IF NOT (in) THEN Statement; ELSE Statement; END_IF;

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

AND

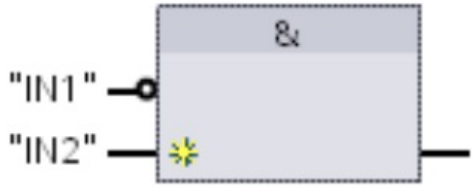
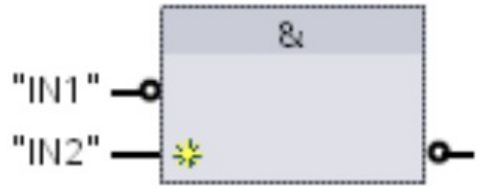
OR

XOR

FBD	SCL[1]
	`out := in1 AND in2;`
	`out := in1 OR in2;`
	`out := in1 XOR in2;`

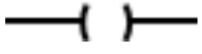
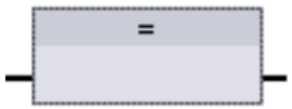
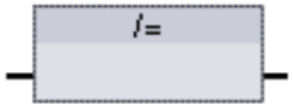
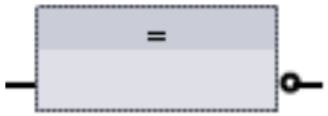
PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

NOT
(negatia)

LAD	FBD	SCL
	 	NOT

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

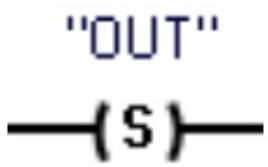
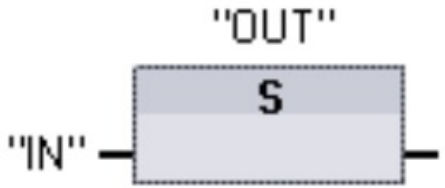
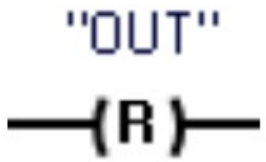
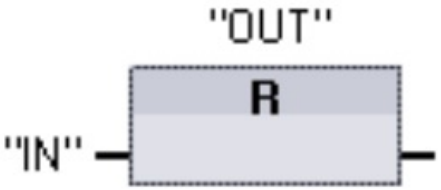
Atribuirea

LAD	FBD	SCL
"OUT" 	"OUT" 	`out := <Boolean expression>;`
"OUT" 	"OUT" 	`out := NOT <Boolean expression>;`
	"OUT" 	

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

Setare

Resetare

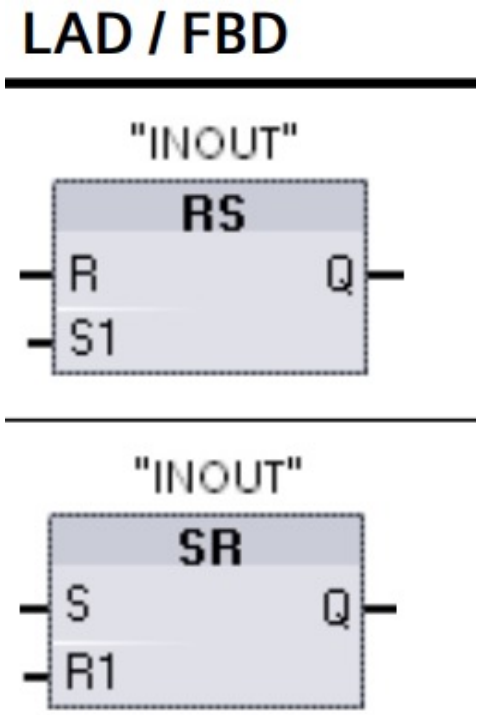
LAD	FBD
	
	

Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

Bistabil RS

Bistabil SR

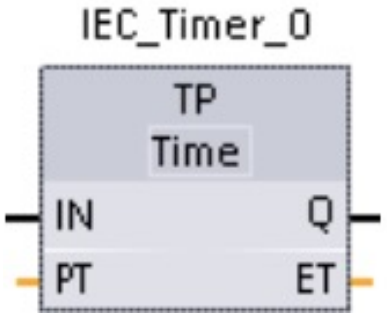


Instruction	S1	R	"INOUT" bit
RS	0	0	Previous state
	0	1	0
	1	0	1
	1	1	1
	S	**R1**	
SR	0	0	Previous state
	0	1	0
	1	0	1
	1	1	0

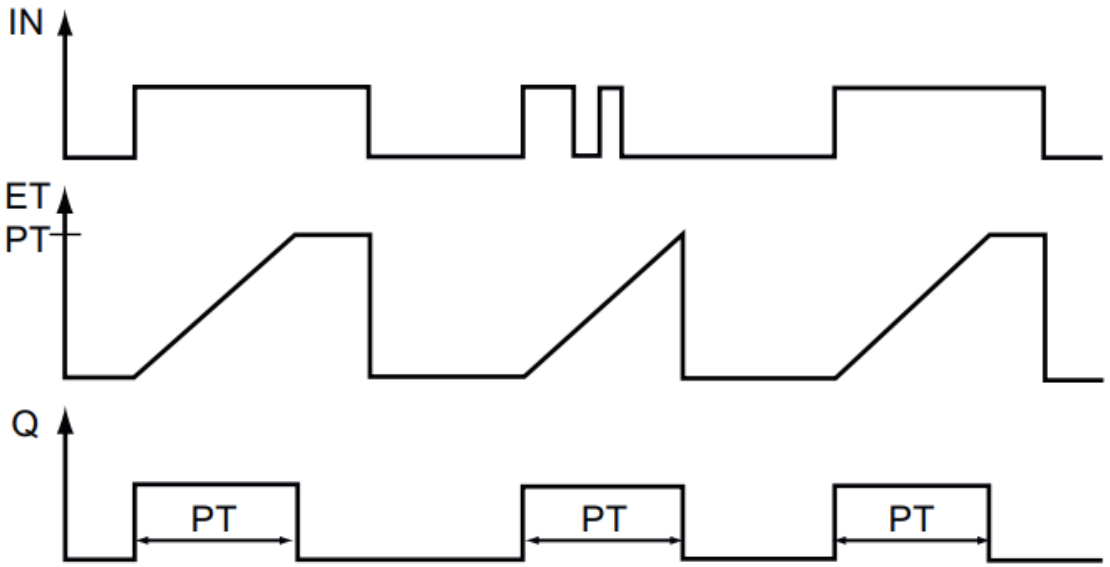
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

TP genereaza un puls de lungime PT

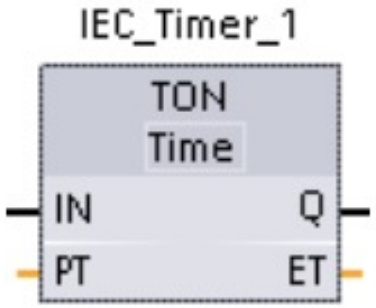



```
"IEC_Timer_0_DB".TP(
     IN:=_bool_in_,
     PT:=_time_in_,
     Q=>_bool_out_,
     ET=>_time_out_);
```

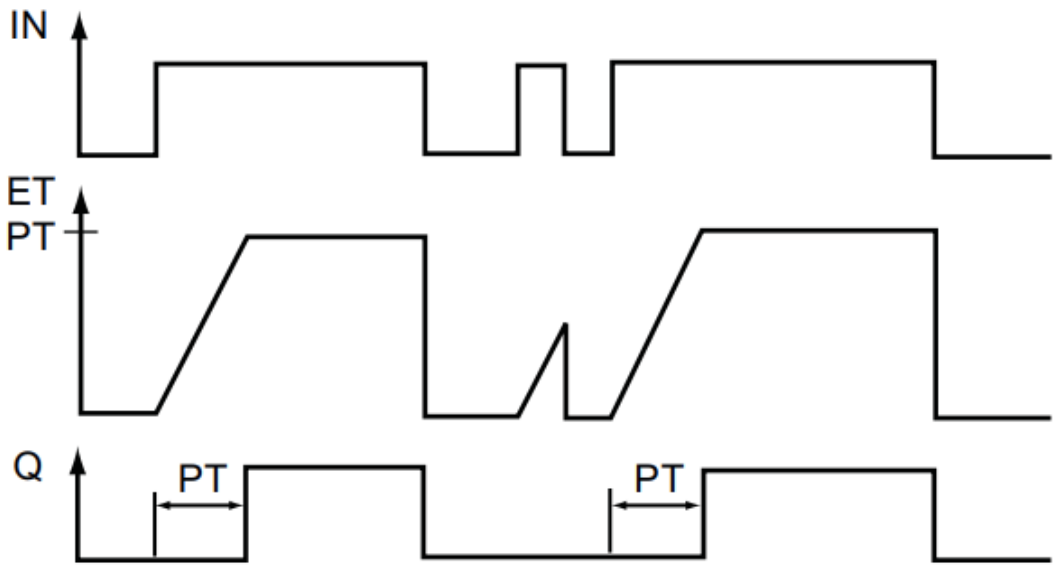


PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

TON intarzie aclansarea lui Q cu o perioada presetata PT

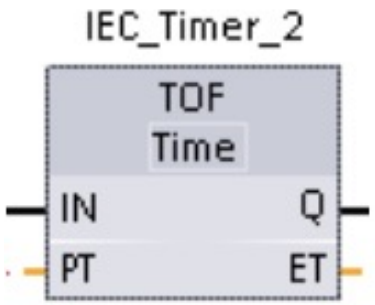



```
"IEC_Timer_0_DB".TON (
     IN:=_bool_in_,
     PT:=_time_in_,
     Q=>_bool_out_,
     ET=>_time_out_);
```

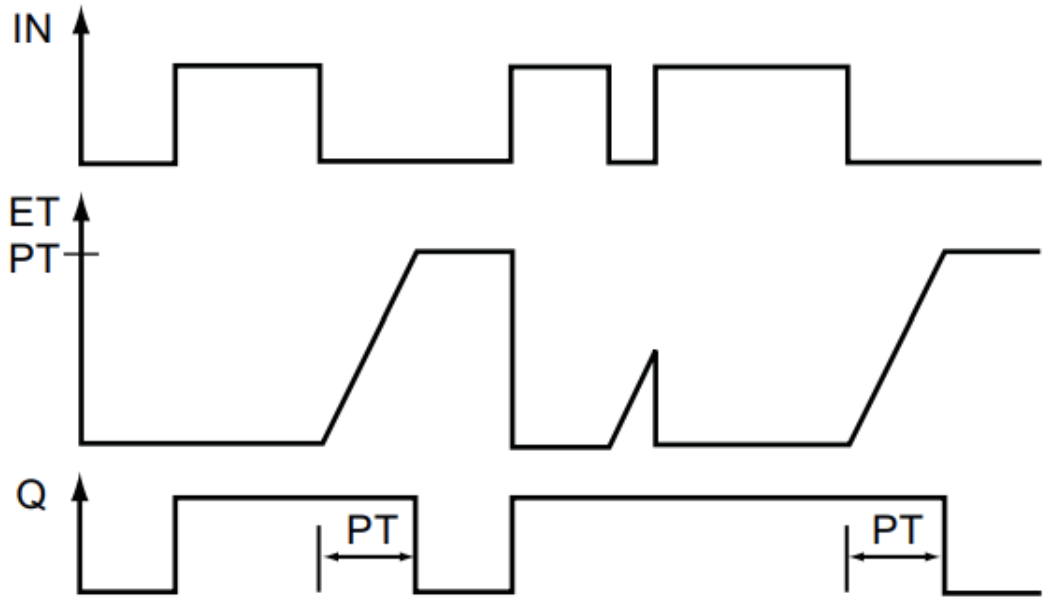


PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

TOF intarzie declansarea lui Q cu o perioada presetata PT

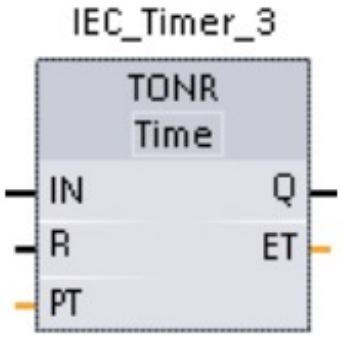



```
"IEC_Timer_0_DB".TOF (
     IN:=_bool_in_,
     PT:=_time_in_,
     Q=>_bool_out_,
     ET=>_time_out_);
```

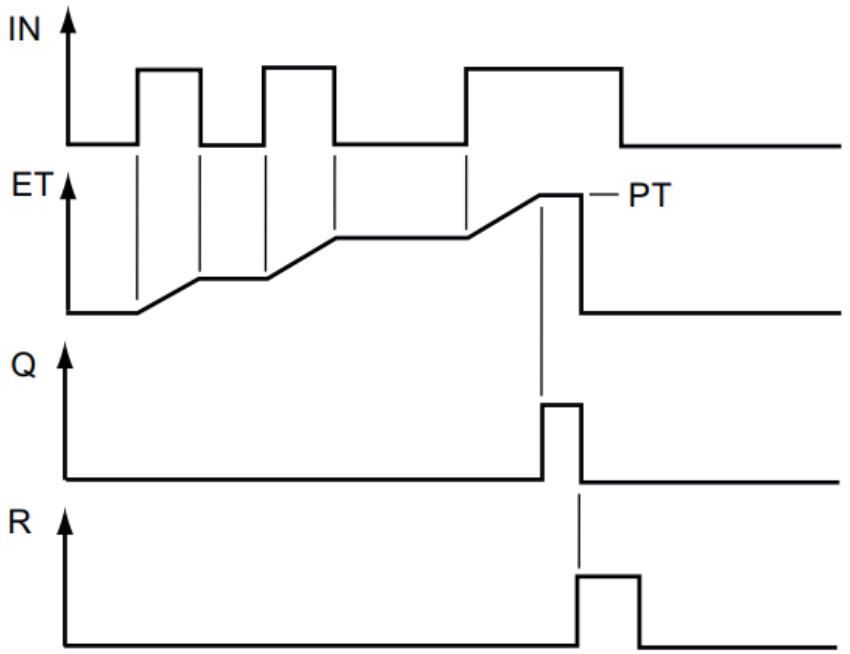


PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

TONR intarzie aclansarea lui Q cu o perioada presetata PT (cu acumulator)

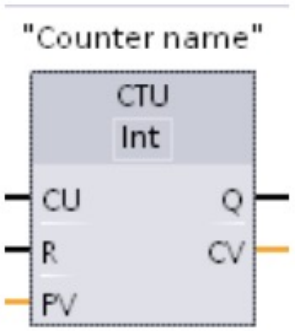



```
"IEC_Timer_0_DB".TONR (
    IN:=_bool_in_,
    R:=_bool_in_,
    PT:=_time_in_,
    Q=>_bool_out_,
    ET=>_time_out_);
```

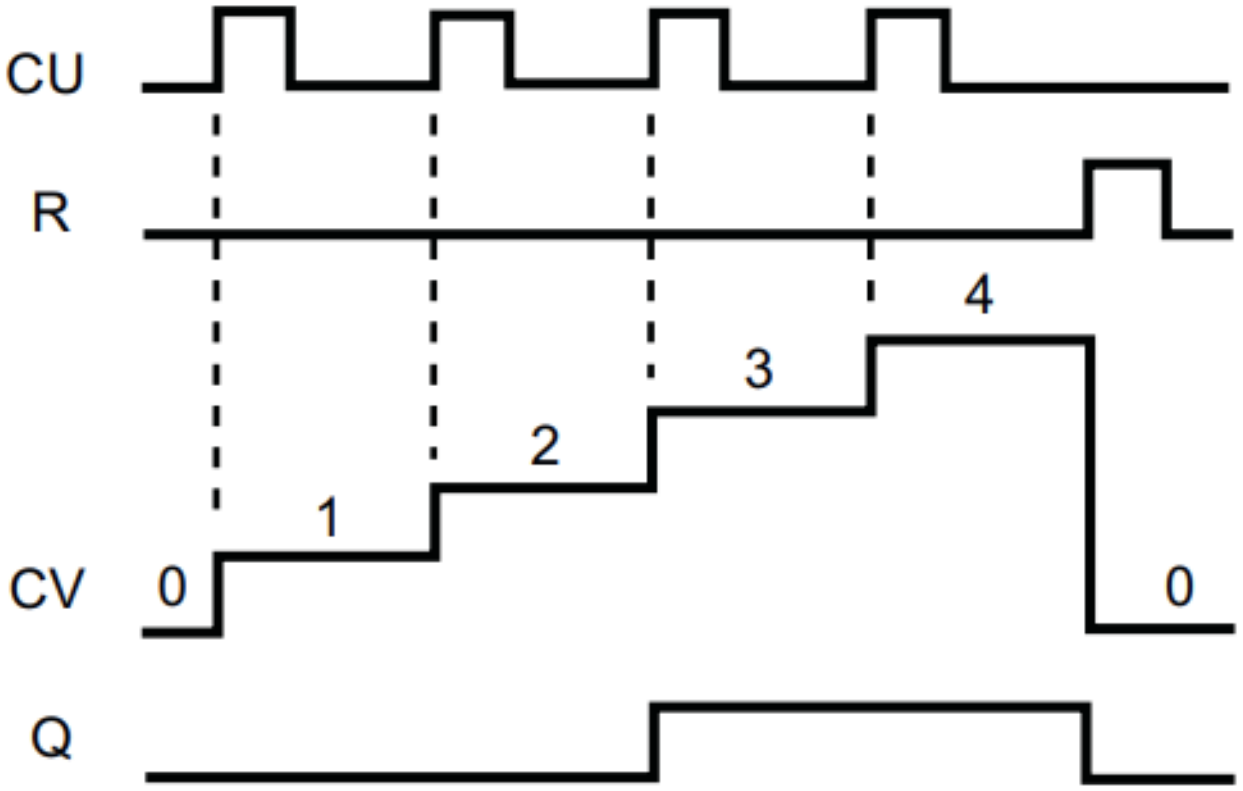


Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

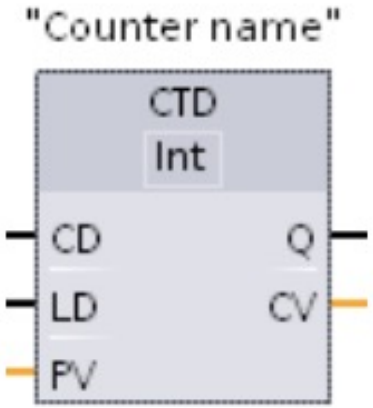
PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza



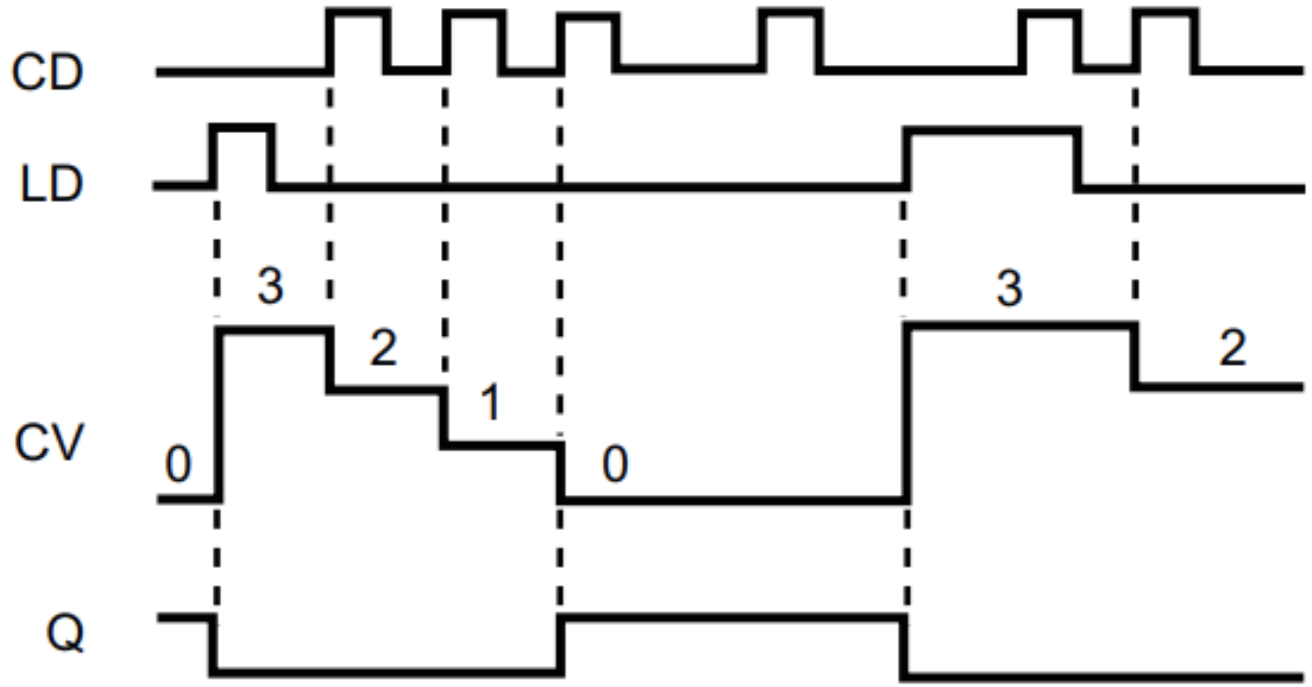

```
"IEC_Counter_0_DB".CT
U(
     CU:=_bool_in,
     R:=_bool_in,
     PV:=_in,
     Q=>_bool_out,
     CV=>_out);
```



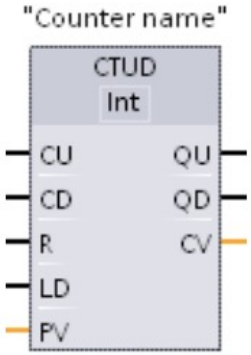
PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza



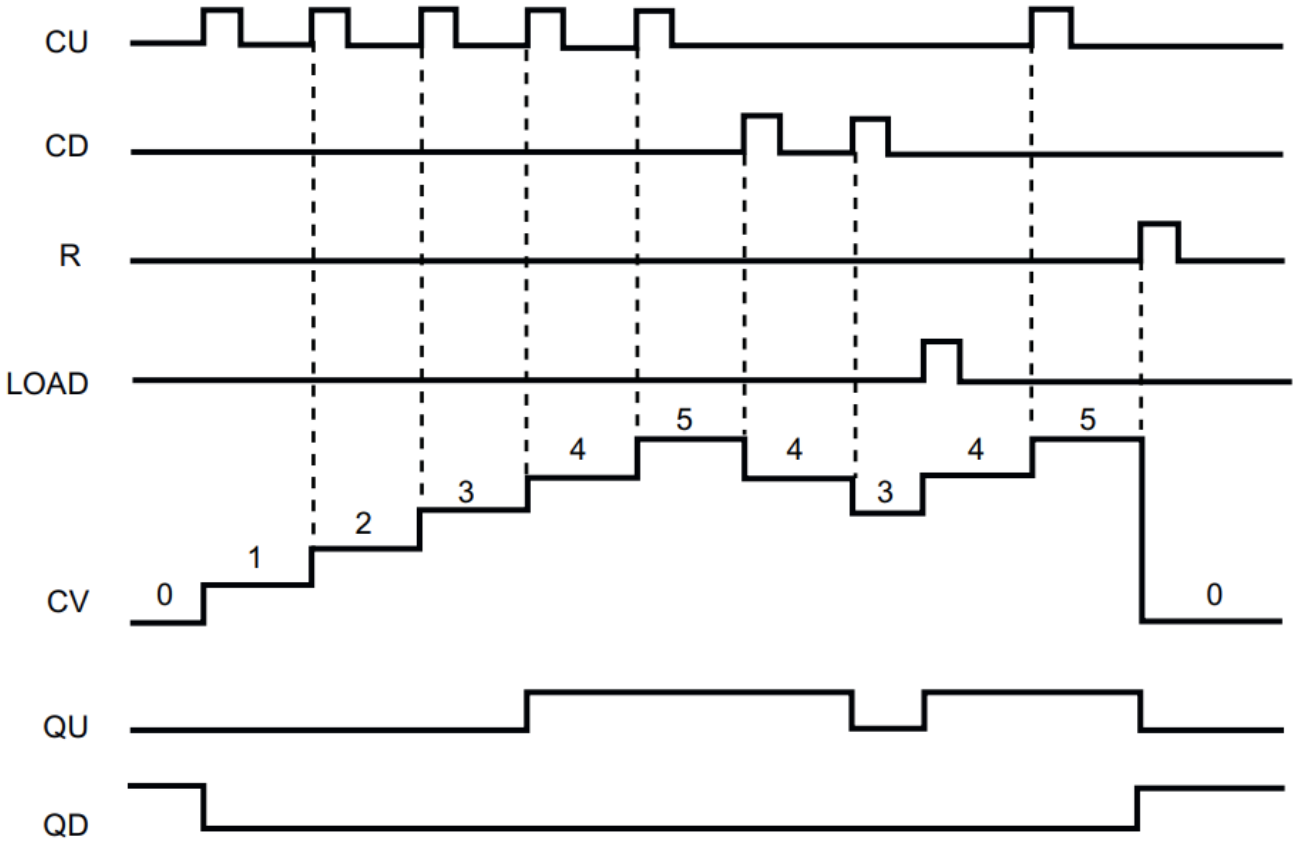

```
"IEC_Counter_0_DB".CT
D(
     CD:=_bool_in,
     LD:=_bool_in,
     PV:=_in,
     Q=>_bool_out,
     CV=>_out);
```



PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza




```
"IEC_Counter_0_DB".CTU
D(
     CU:=_bool_in,
     CD:=_bool_in,
     R:=_bool_in,
     LD:=_bool_in,
     PV:=_in_,
     QU=>_bool_out,
     QD=>_bool_out,
     CV=>_out_);
```



PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

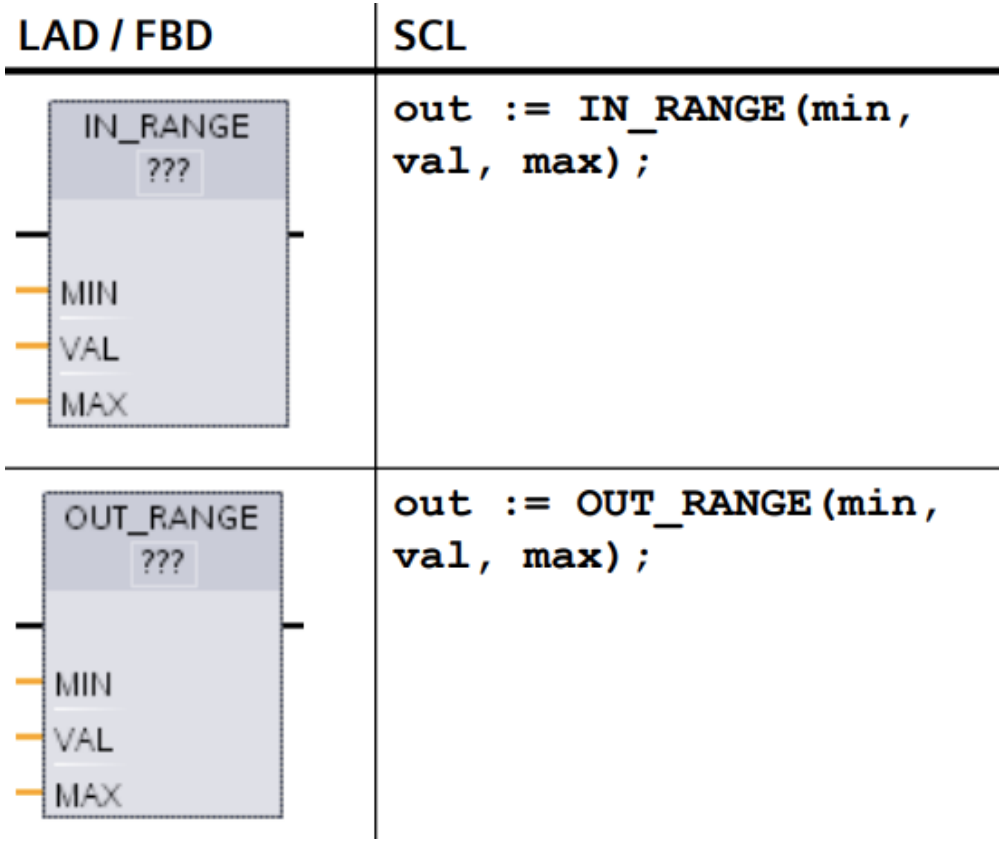
Comparatie

LAD	FBD	SCL

		`out := in1 = in2;`
		or
		`IF in1 = in2`
		`THEN out := 1;`
		`ELSE out := 0;`
		`END_IF;`

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

In domeniu



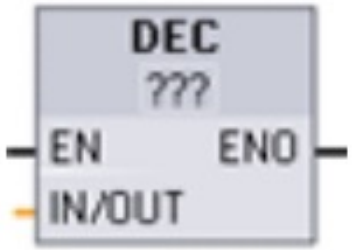
In afara domeniului

S7-1200C: Instructiuni matematice

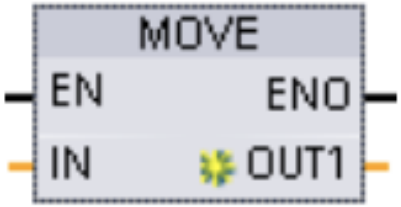
LAD / FBD	SCL

	`out := in1 + in2;`
	`out := in1 - in2;`
	`out := in1 * in2;`
	`out := in1 / in2;`

S7-1200C: Instructiuni matematice

LAD / FBD	SCL
	`in_out := in_out + 1;`
	`in_out := in_out - 1;`

S7-1200C: MOVE

LAD / FBD	SCL
	`out1 := in;`

Primul program PLC

Primul program PLC – Cerinte

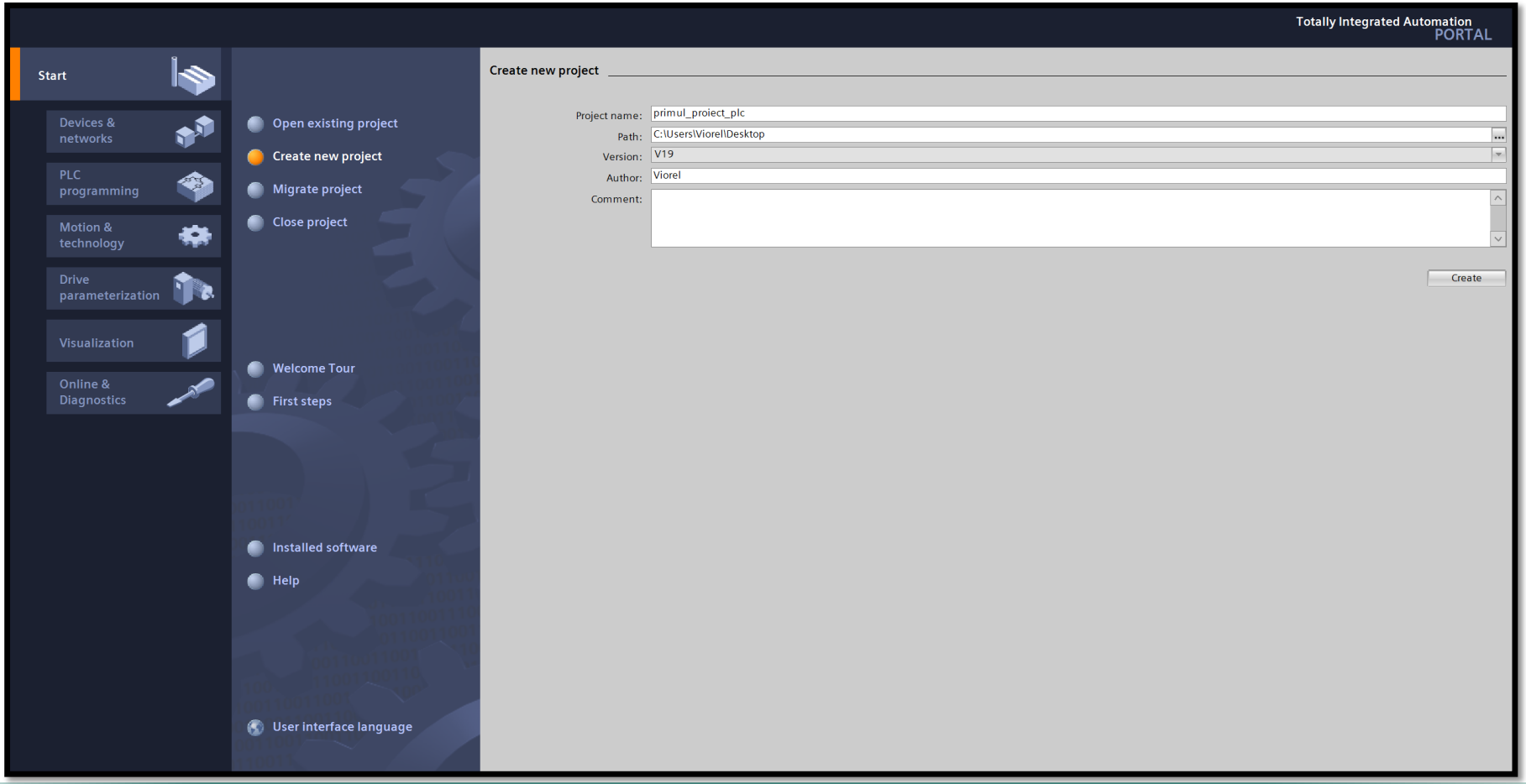
Prima iesire digitala este activa daca avem cel putin o conditie de mai jos este adevarata:

- Prima intrare este activa si a doua intrare nu este activa
- A treia intrare nu este activa
- Trec 5 secunde de la activarea intrarii digitale 4

Primul program PLC – TIA Portal

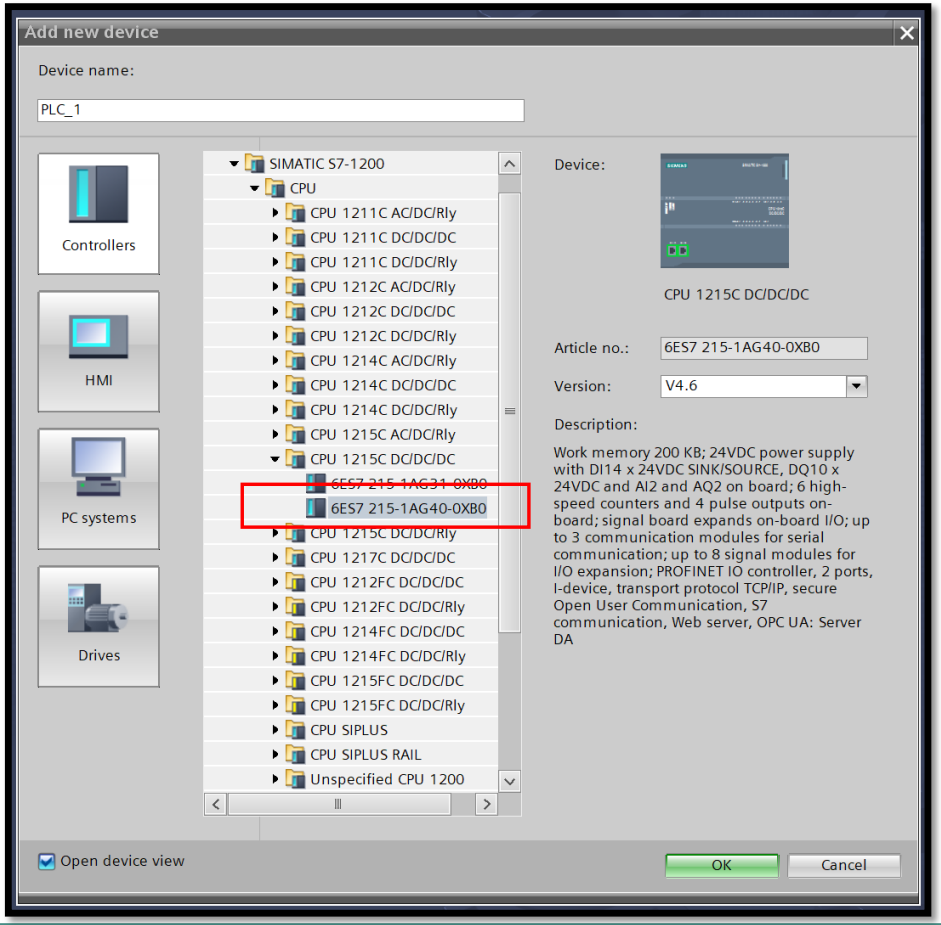
- TIA Portal (Totally Integrated Automation)
- Selectare PLC
- Setări de securitate (Industry 4.0)
- Configurare hardware
- Definire intrări / ieșiri (Tag Table)
- Organizare soft (OB, FB, FC, DB)
- Simulare program (online view)
- Programare Ladder Diagram (LAD) in OB1
- Programare Function Block Diagram (FBD) in bloc FC
- Programare Structured Control Language (SCL) in bloc FB

TIA Portal – proiect nou

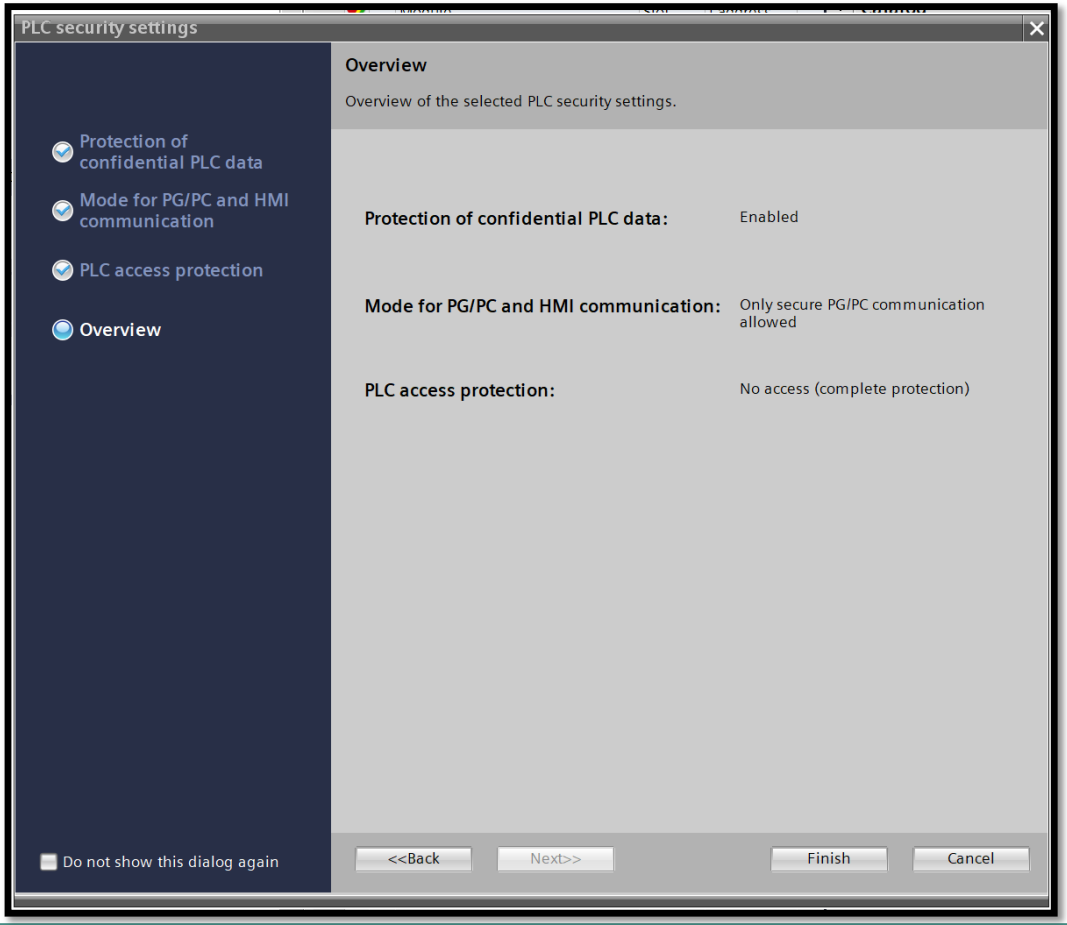


Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Selectare PLC

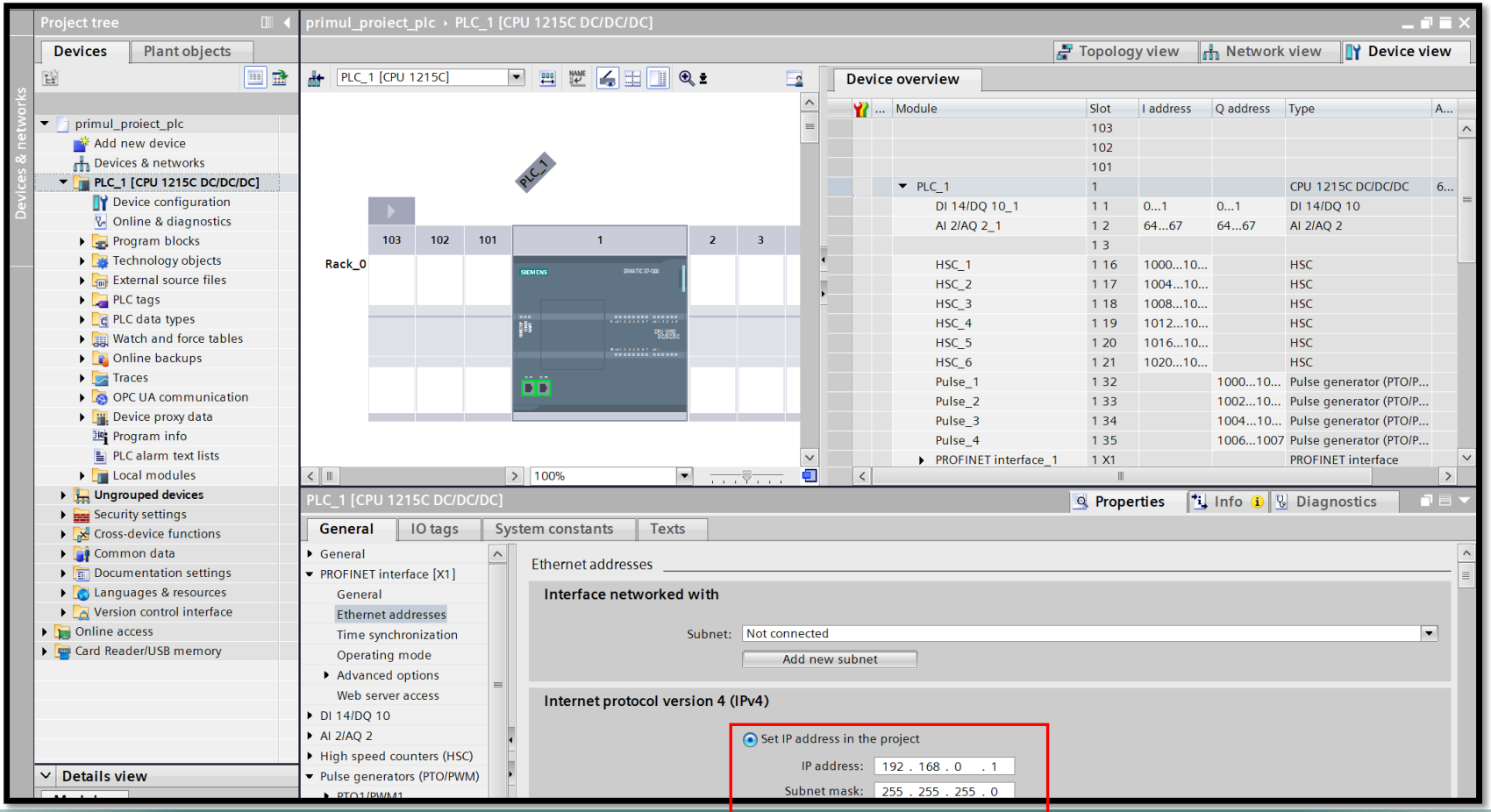


Setari de securitate

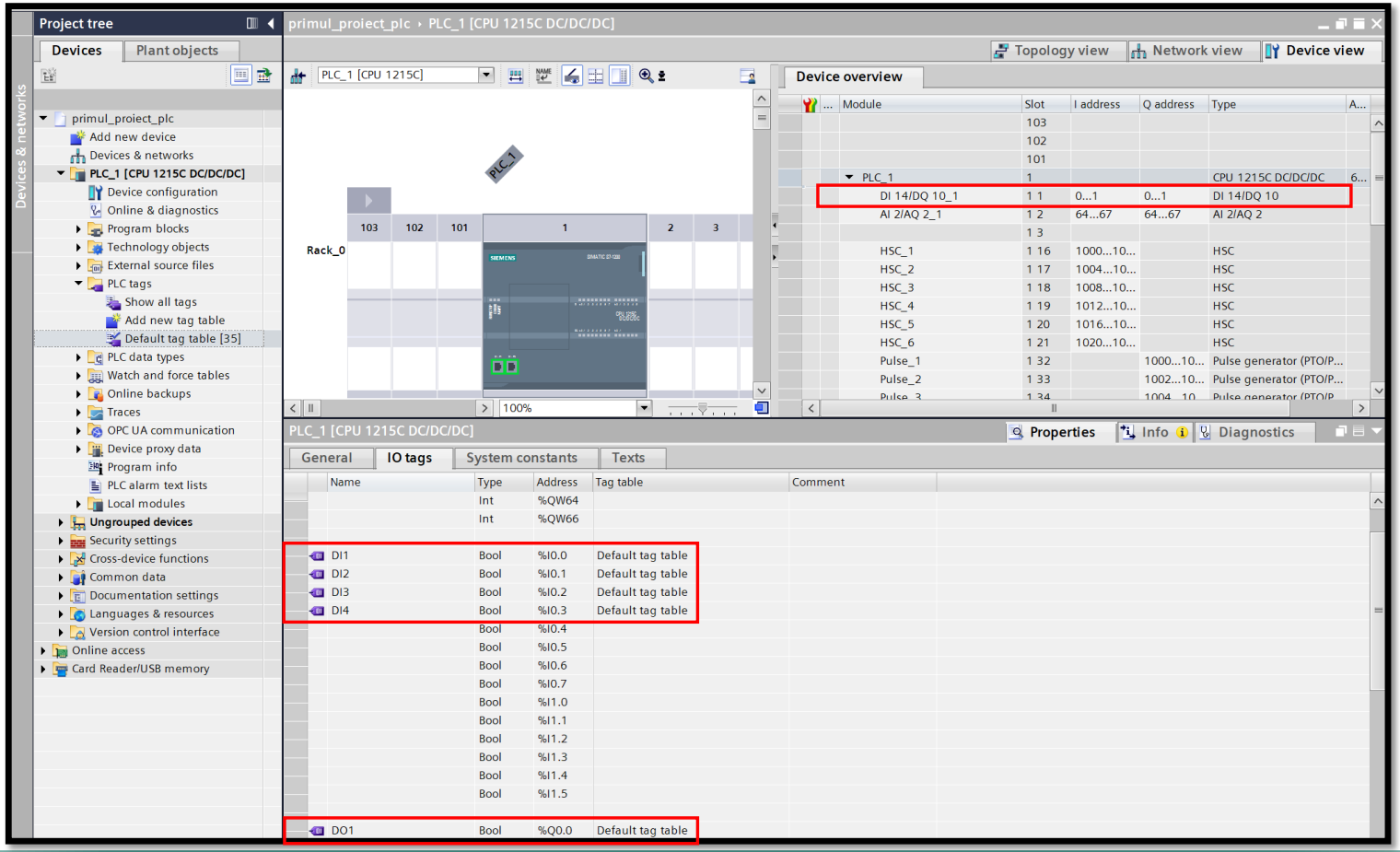


Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

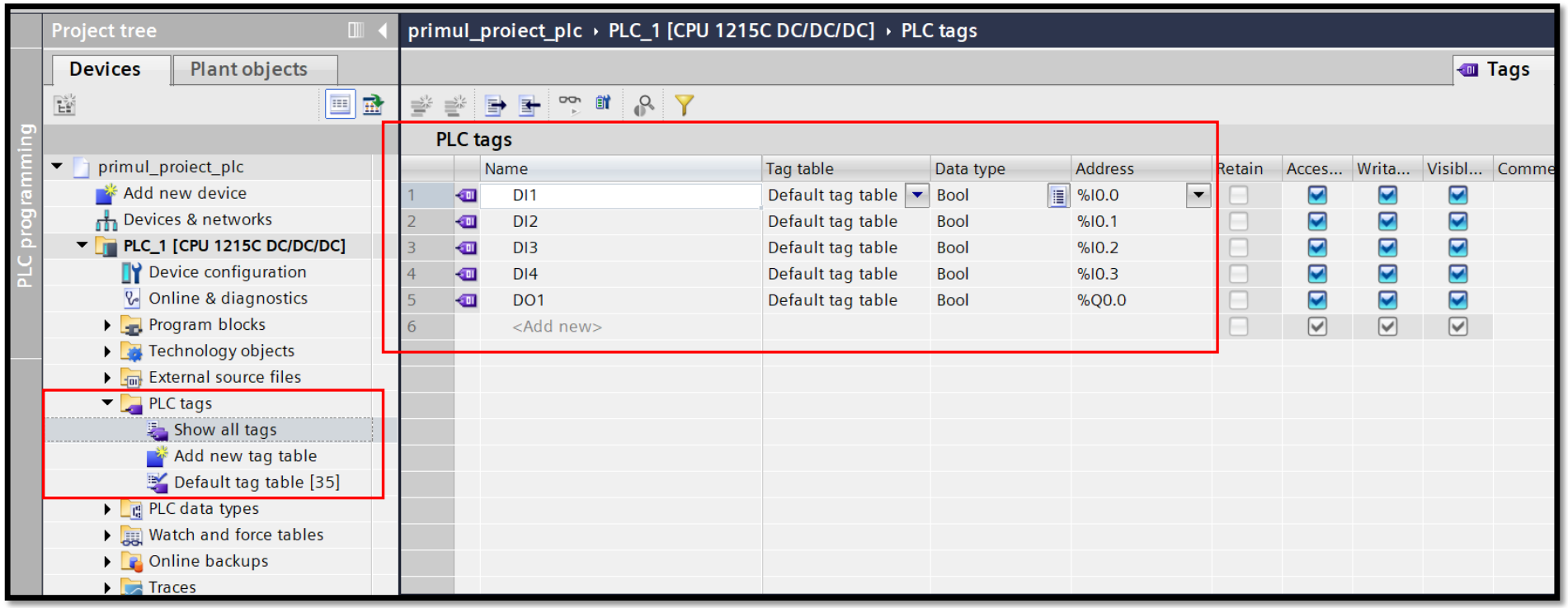
Configurare hardware



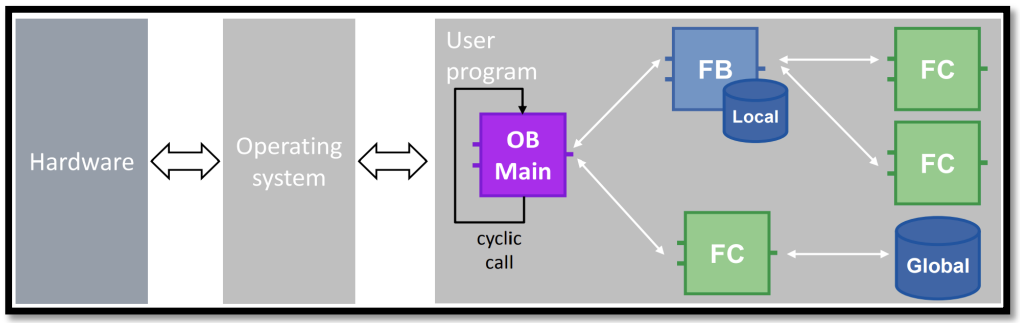
Definire intrari / iesiri

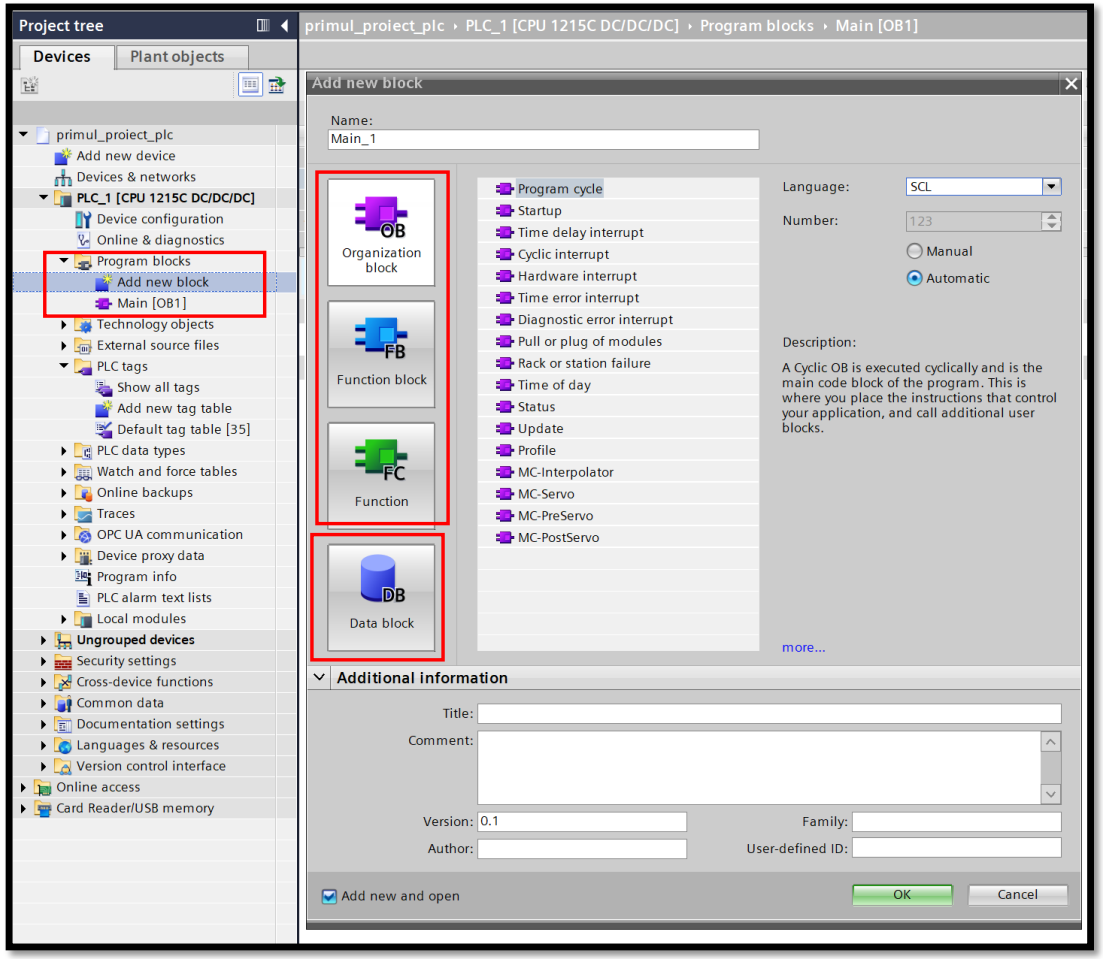


Definire intrari / iesiri

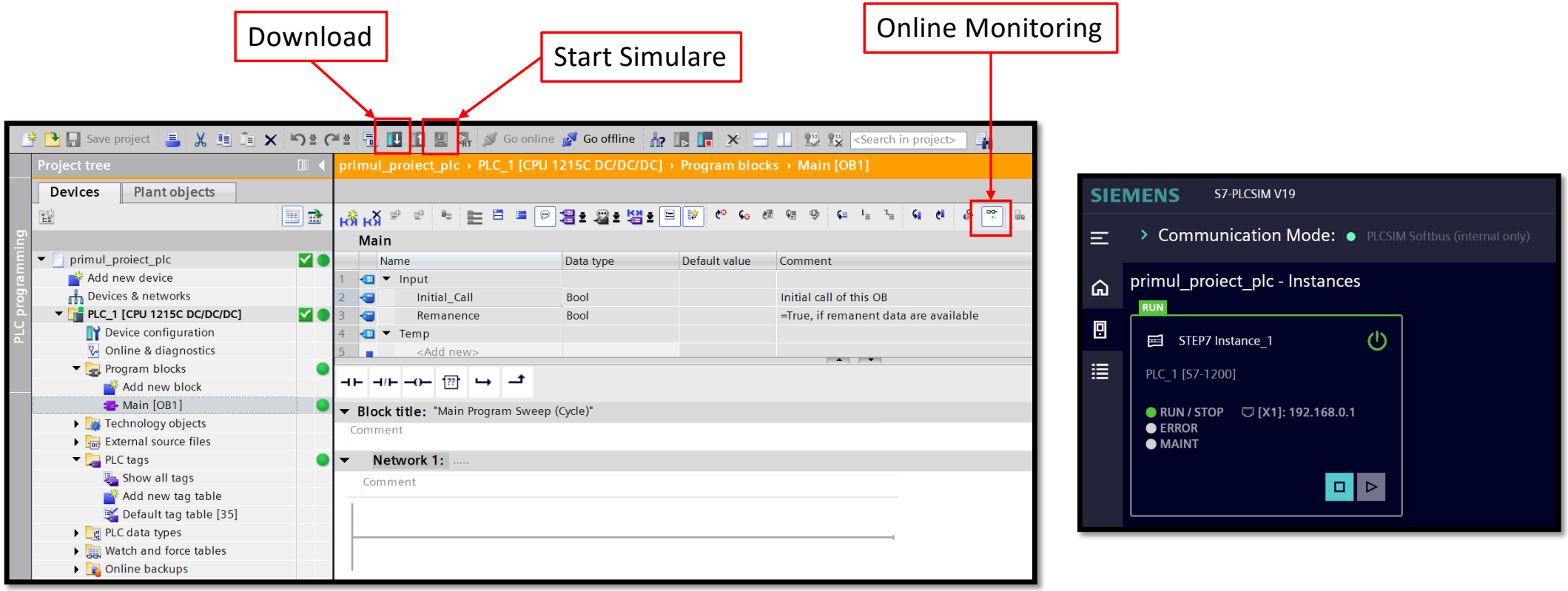


Organizare soft (OB, FB, FC, DB)

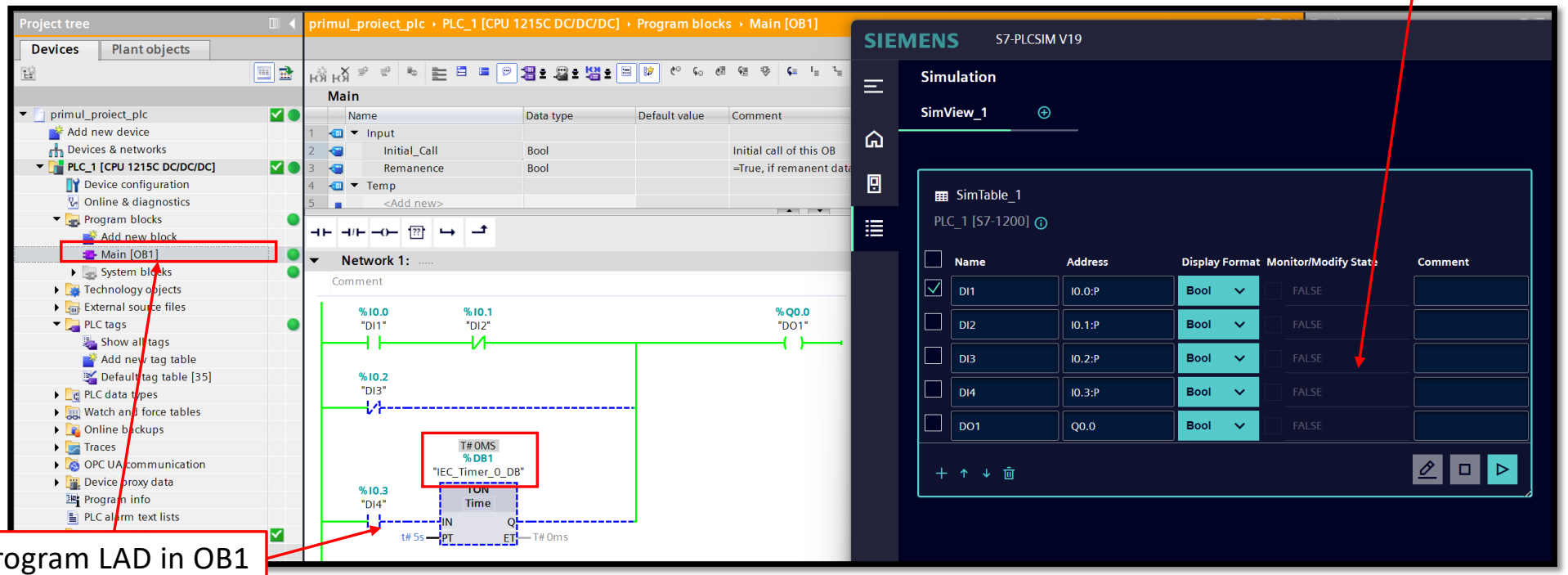




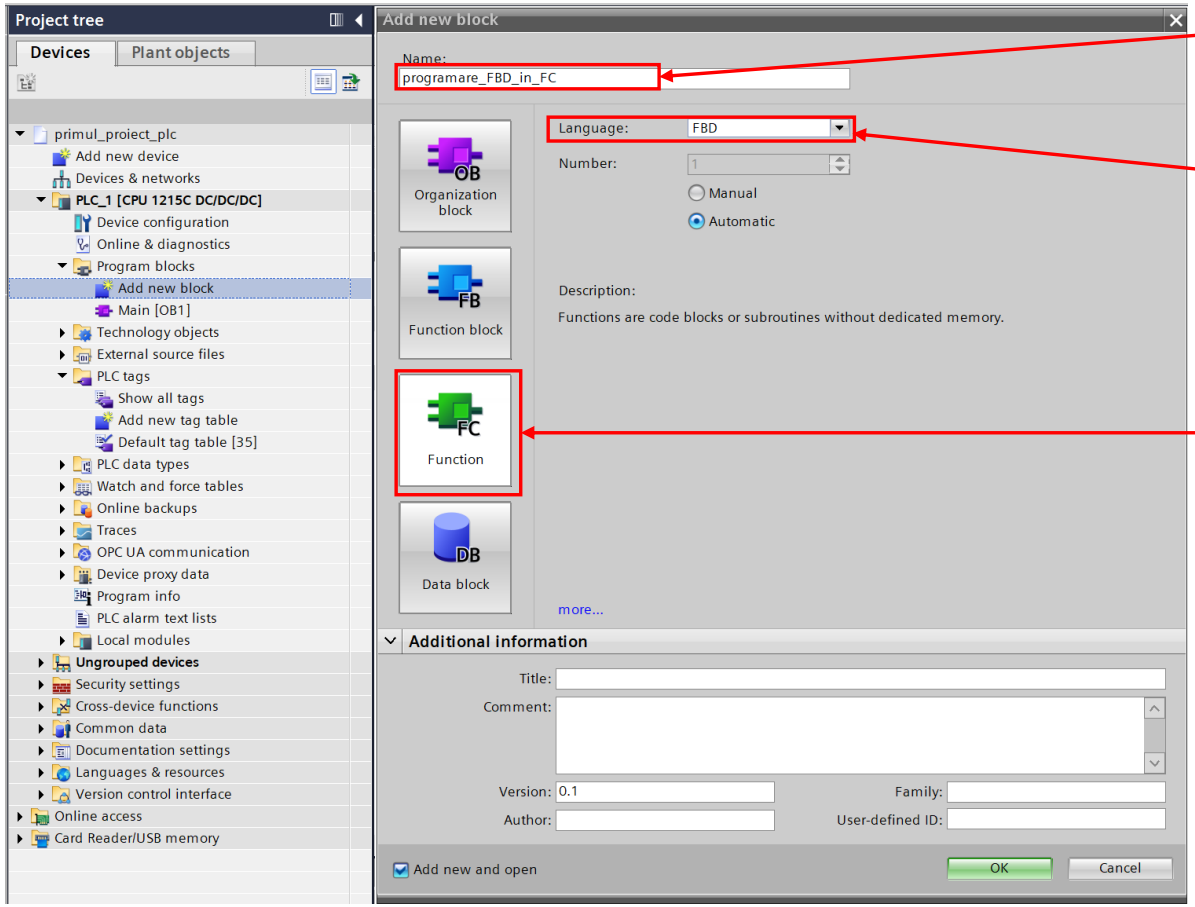
Simulare program (online view)



Programare LAD in OB1



Programare FBD in bloc FC

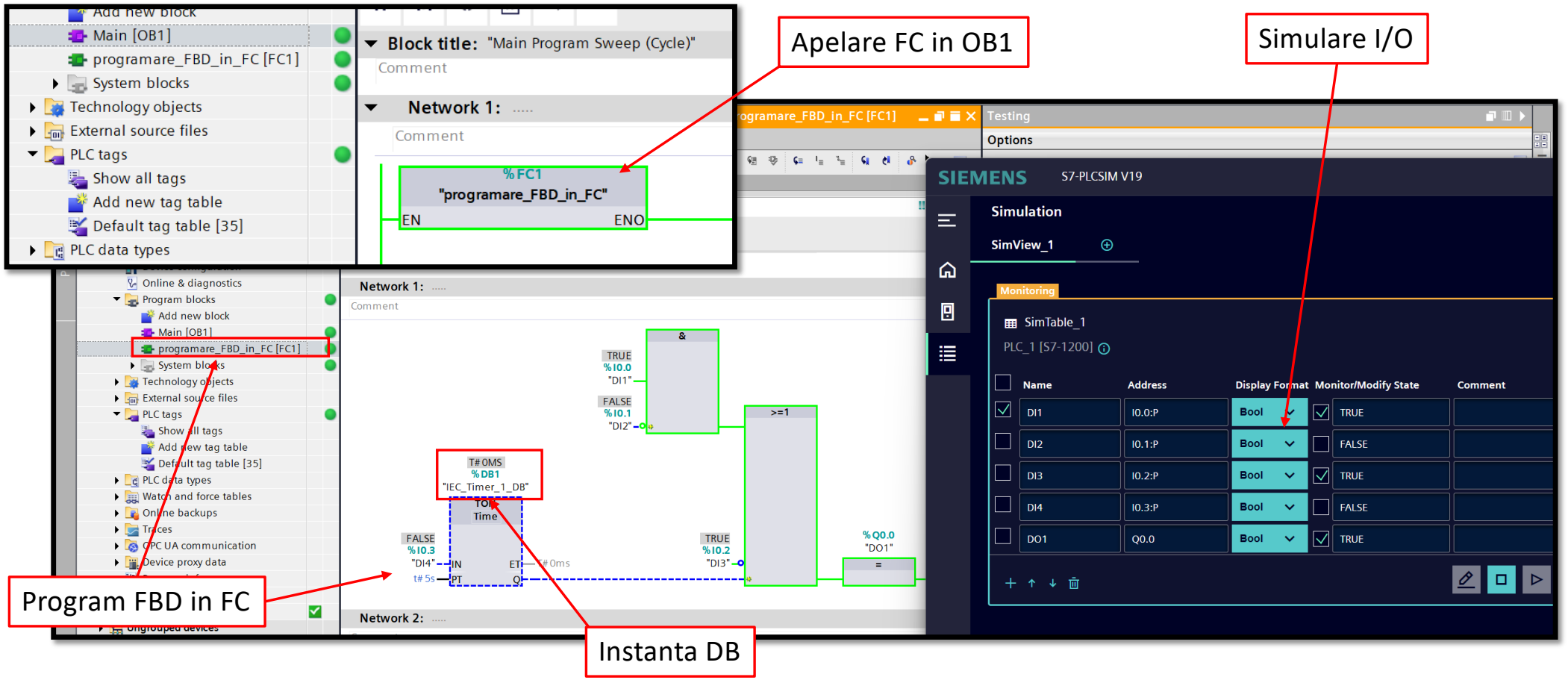


Denumire FC

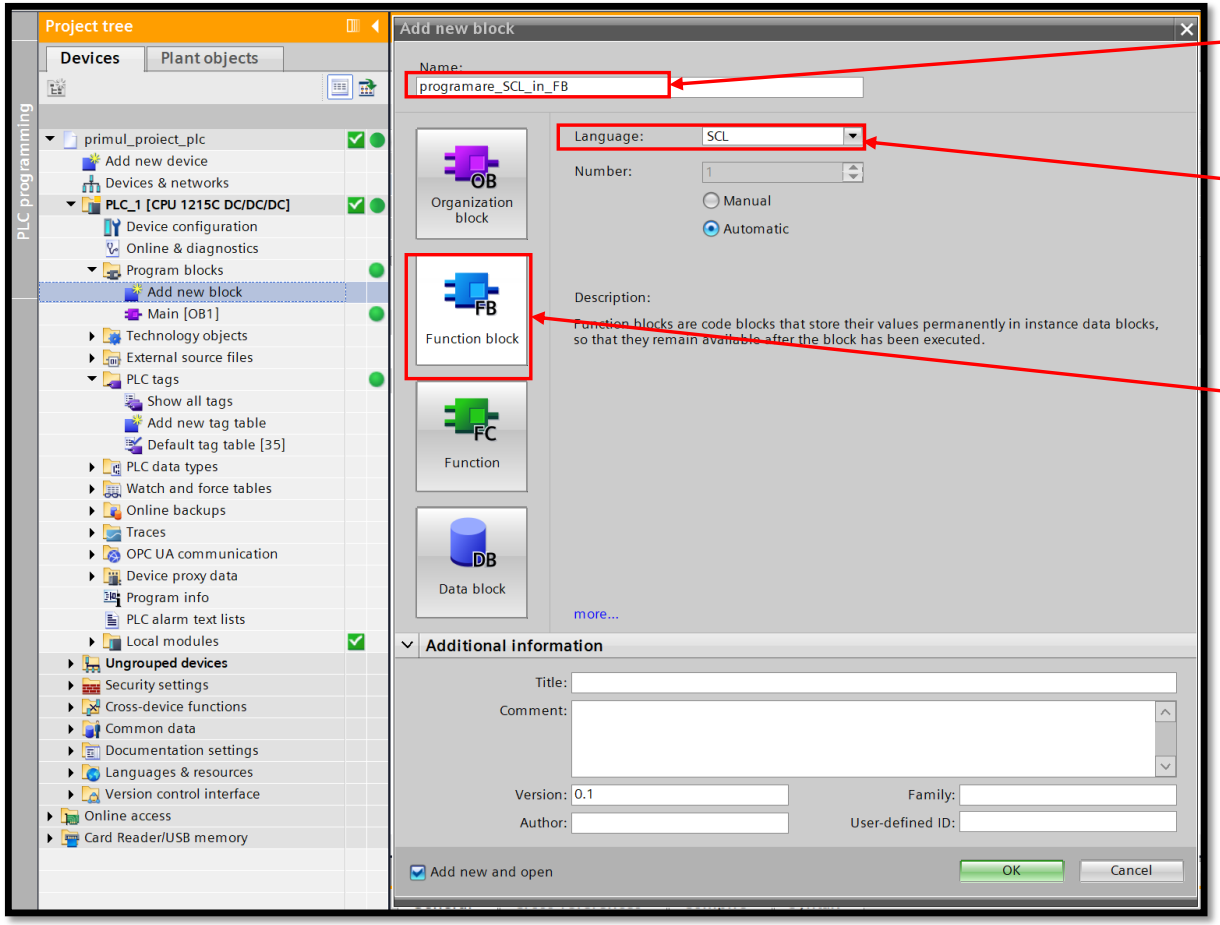
Limbaj de programare

Tip bloc (FC)

Programare FBD in bloc FC



Programare SCL in bloc FB

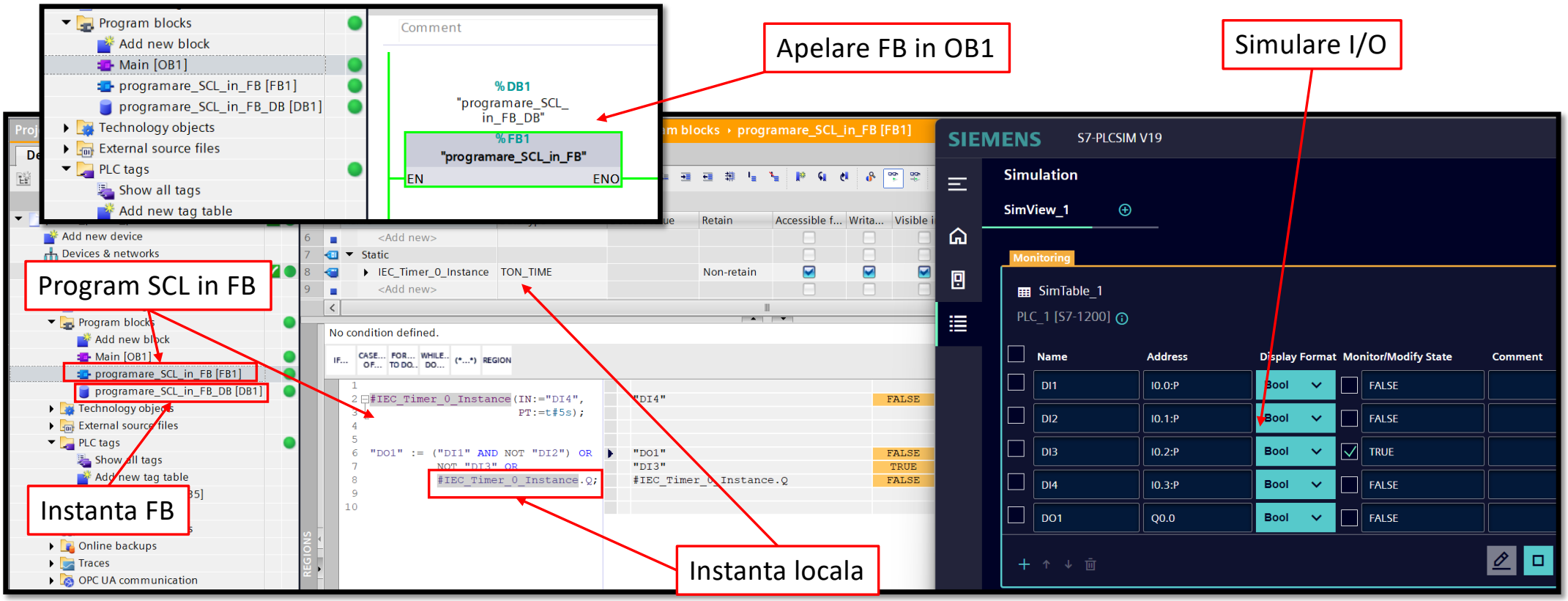


Denumire FC

Limbaj de programare

Tip bloc (FB)

Programare SCL in bloc FB



Bibliografie

- S7-1500/ET 200MP Automation system
- S7-1500/ET 200MP Digital input module DI 16x24VDC BA
- S7-1500/ET 200MP Digital input module DI 64x24VDC SNK/SRC BA
- S7-1200 Programmable controller

Vă mulțumim!