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

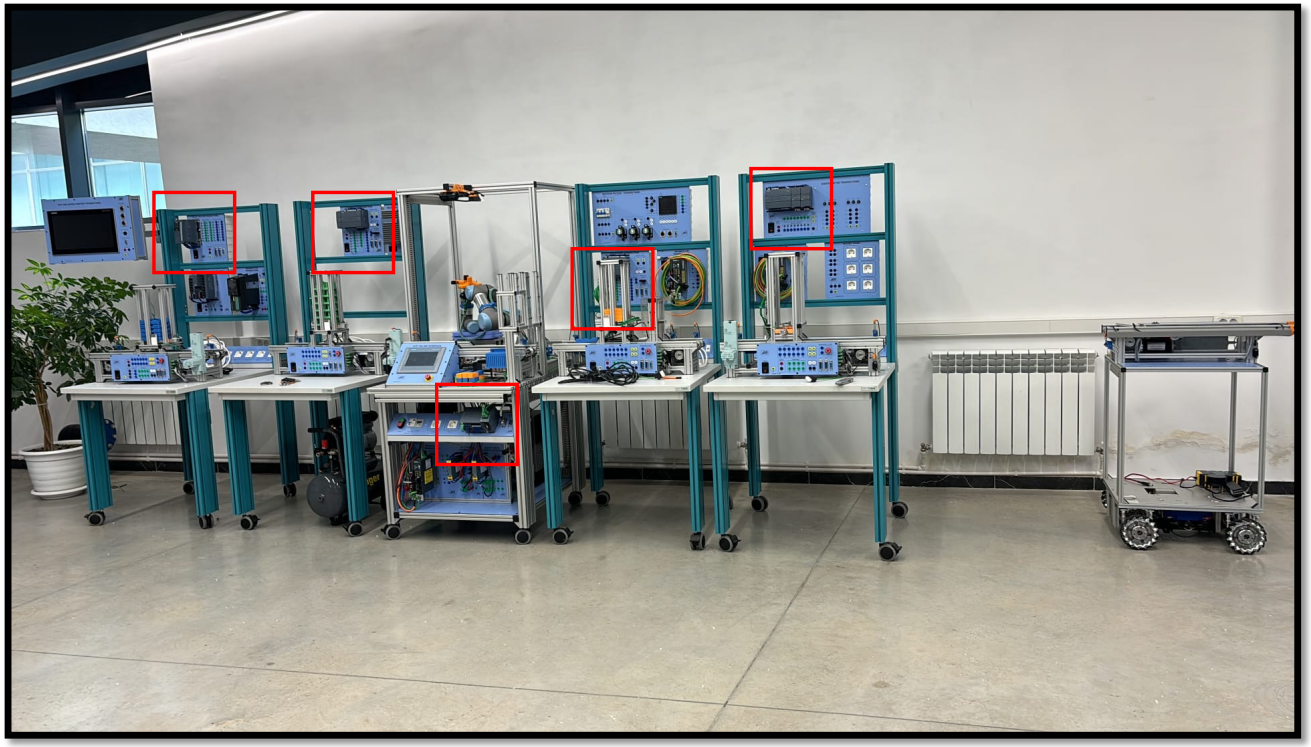
- ~~Structuri moderne de automate programabile - PLC (Siemens, Allen Bradley, Beckhoff, Phoenix Contact, Bosch Rexroth)~~
- ~~Dezvoltarea aplicațiilor PLC pentru managementul unei celule robotice (standard IEC 61131-3)~~
- Interfețe HMI (Human Machine Interface) pentru monitorizarea și conducerea proceselor 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

Recapitulare

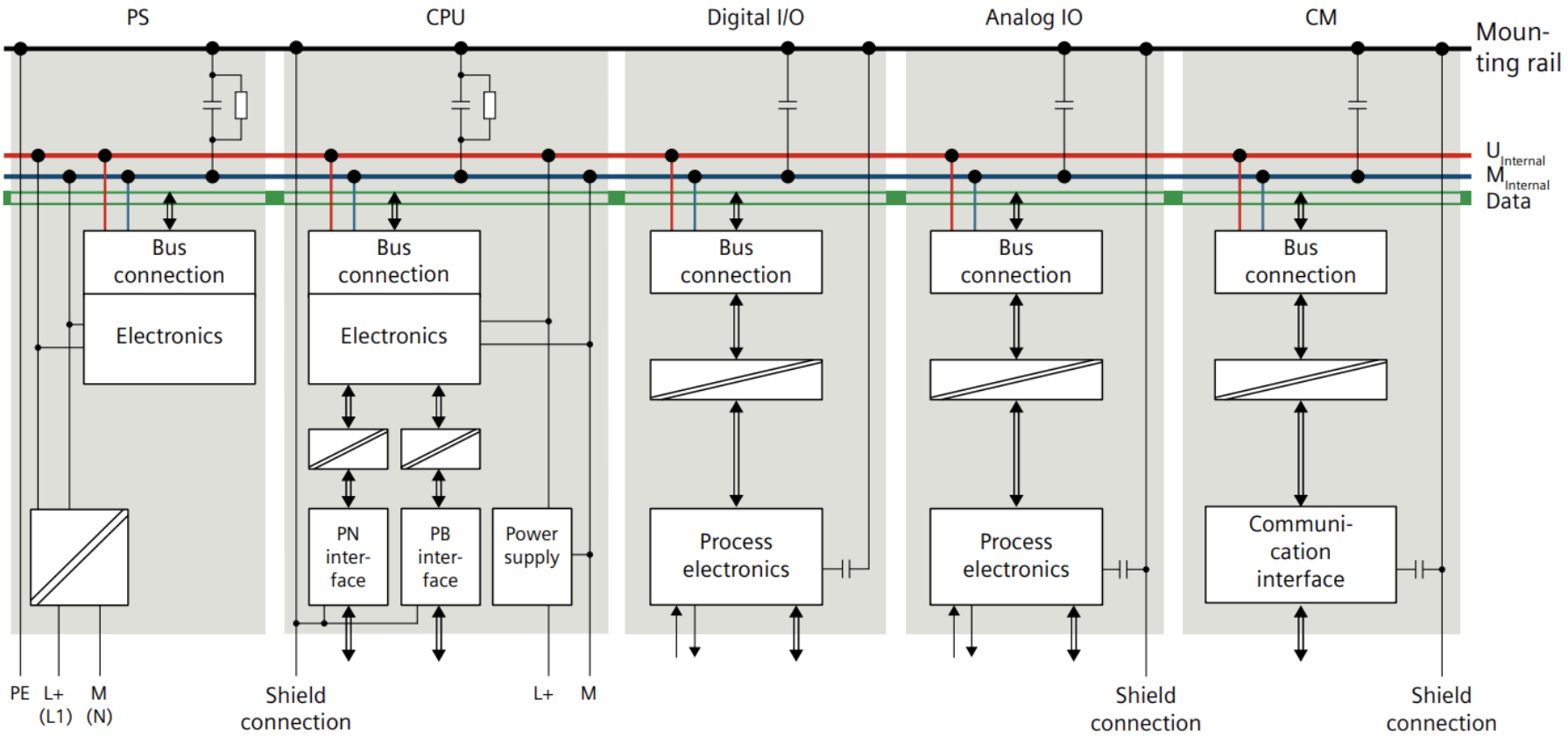
Unde găsim PLC-uri?

Automatizări Industriale



Laboratorul Industry 4.0

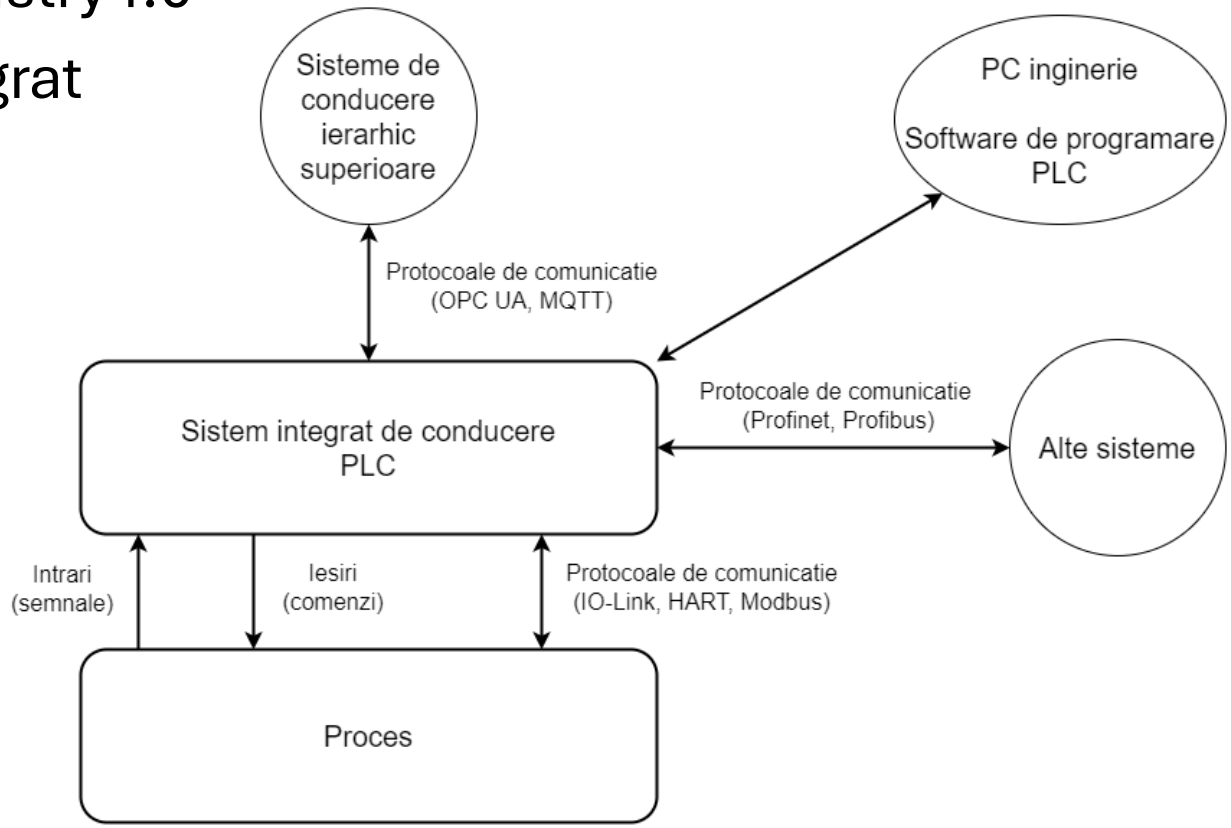
PLC: Structură



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

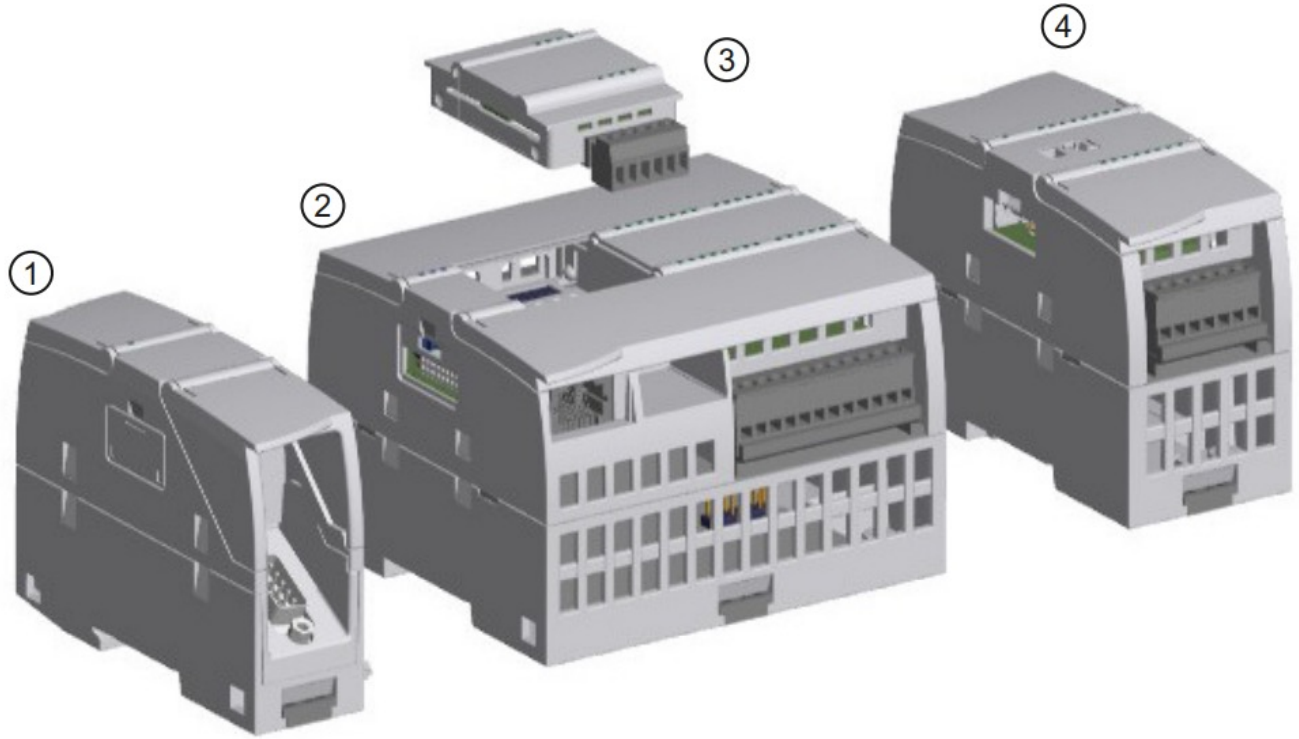
PLC: Recapitulare

- 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



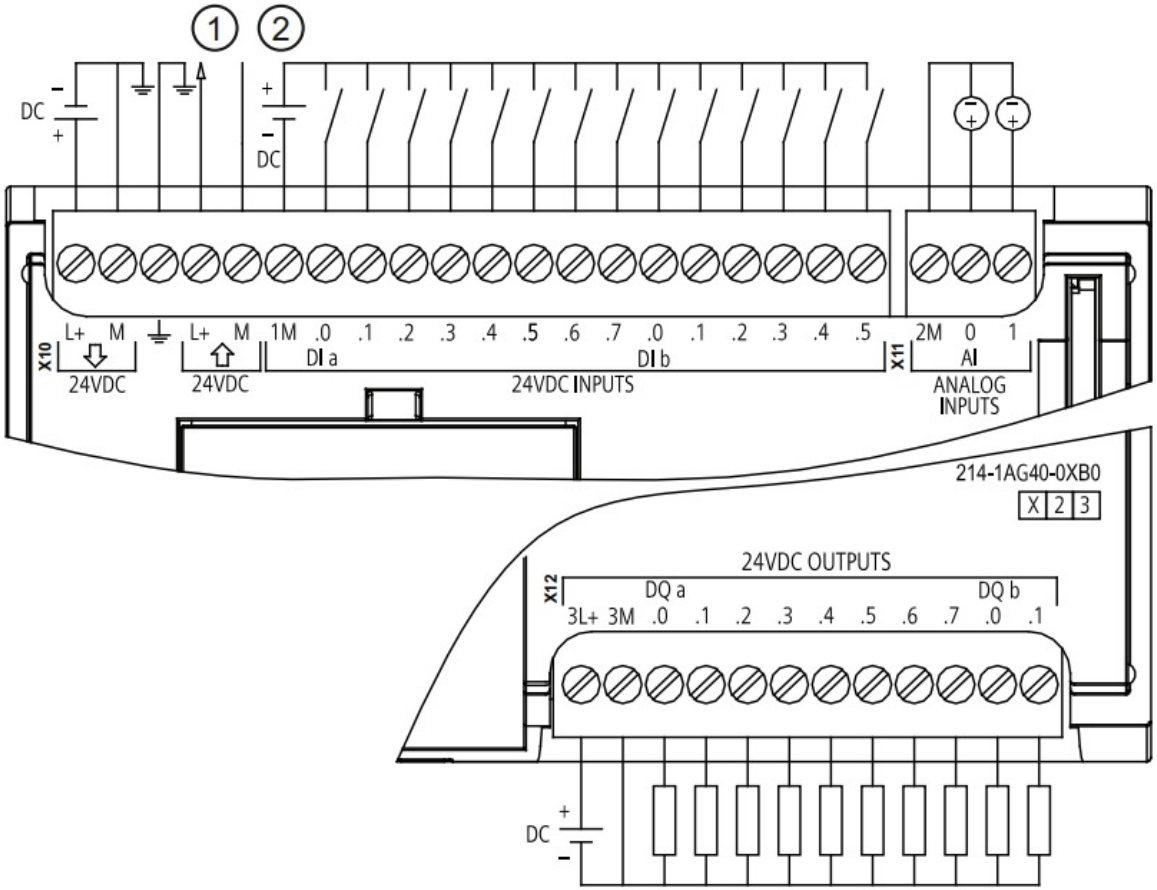
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

PLC: S7-1200C



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

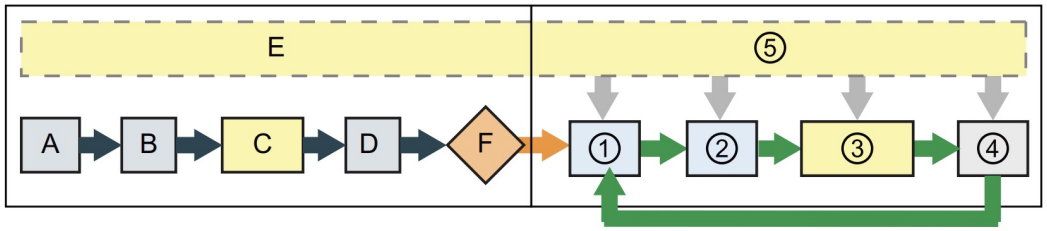
PLC: S7-1200C: Cablare



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".

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: Ciclu automat

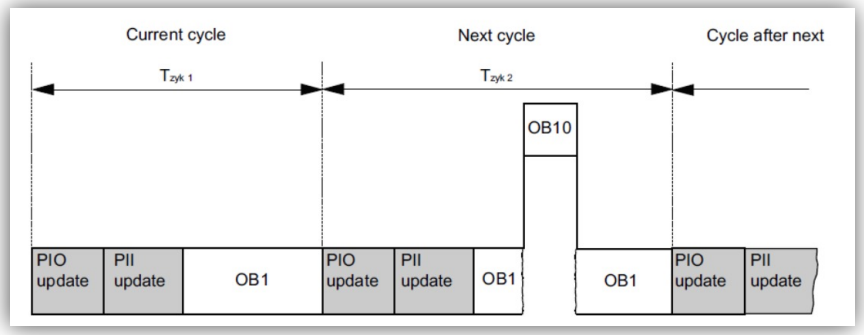


STARTUP

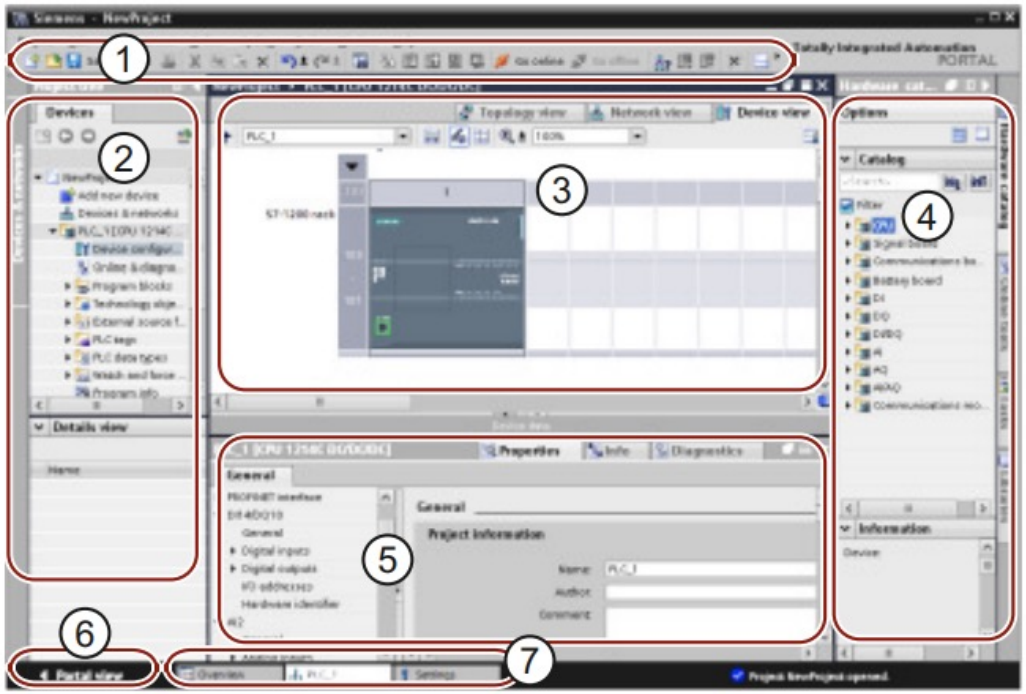
A	Clears the I (image) memory area
B	Initializes the outputs with either the last value or the substitute value
C	Executes the startup OBs
D	Copies the state of the physical inputs to I memory
E	Stores any interrupt events into the queue to be processed after entering RUN mode
F	Enables the writing of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



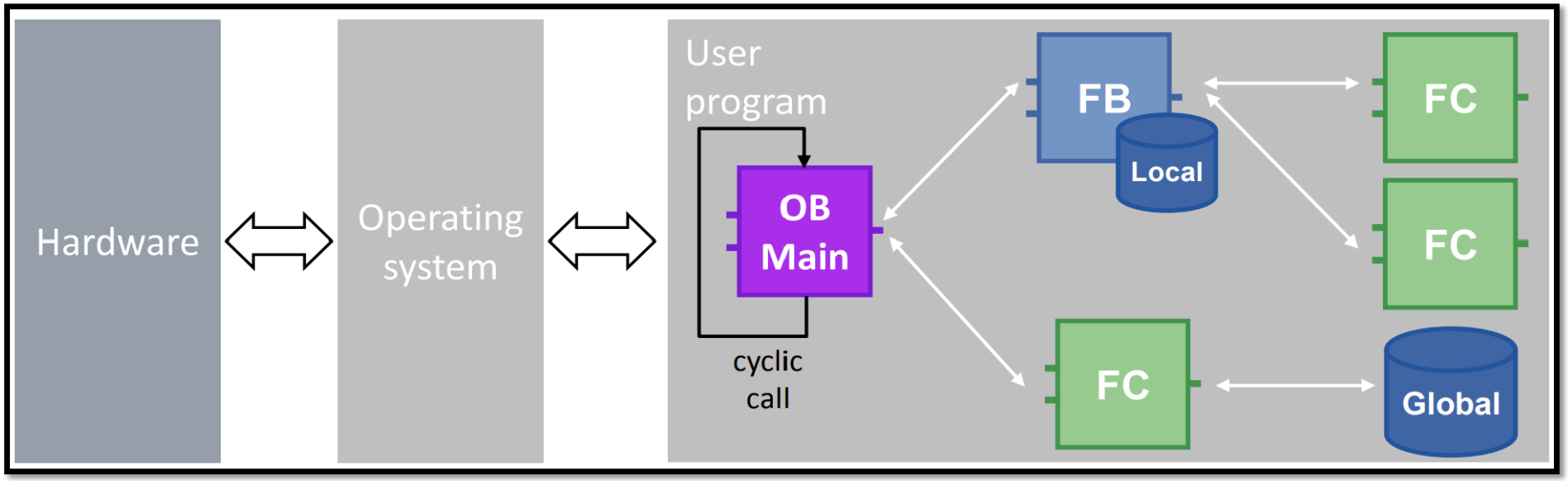
TIA Portal: Project view



Project view

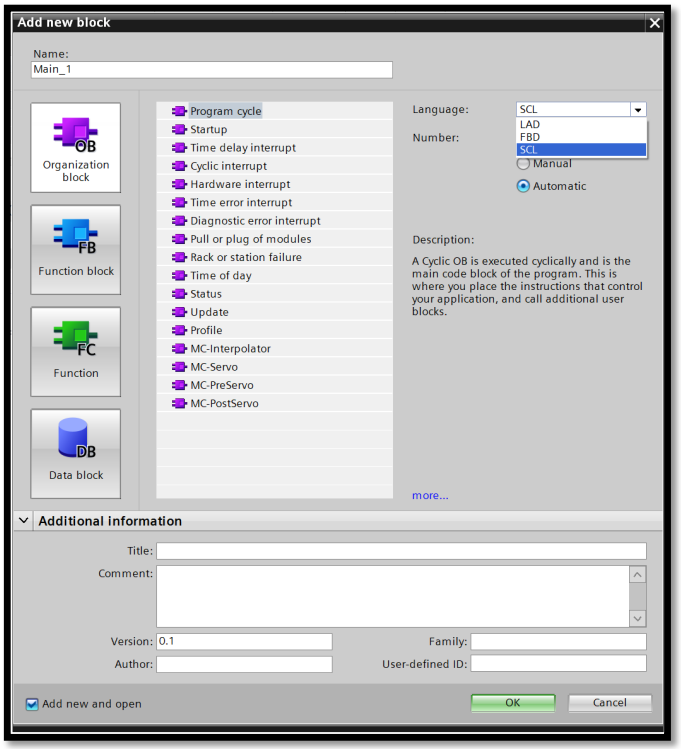
① Menus and toolbar
② Project navigator
③ Work area
④ Task cards
⑤ Inspector window
⑥ Changes to the Portal view
⑦ Editor bar

PLC: S7-1200C: Organizare soft

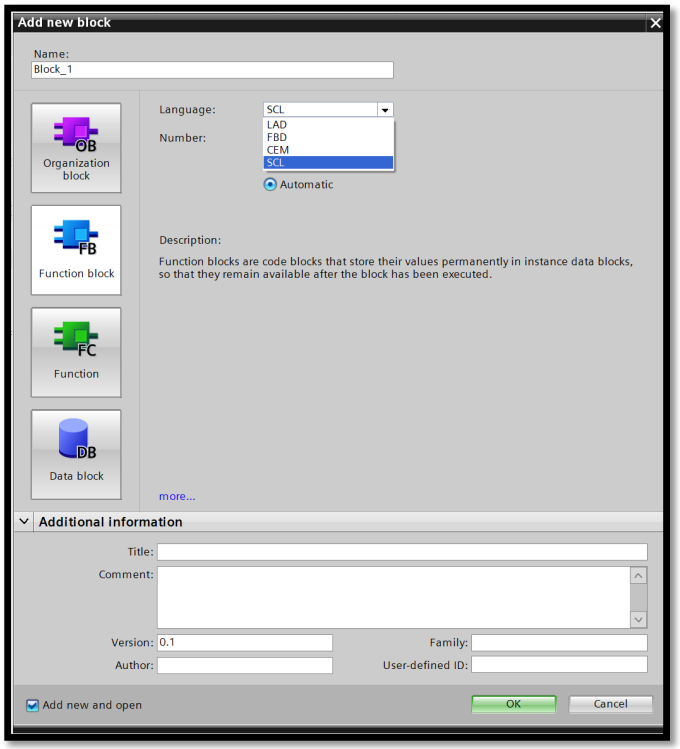


Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

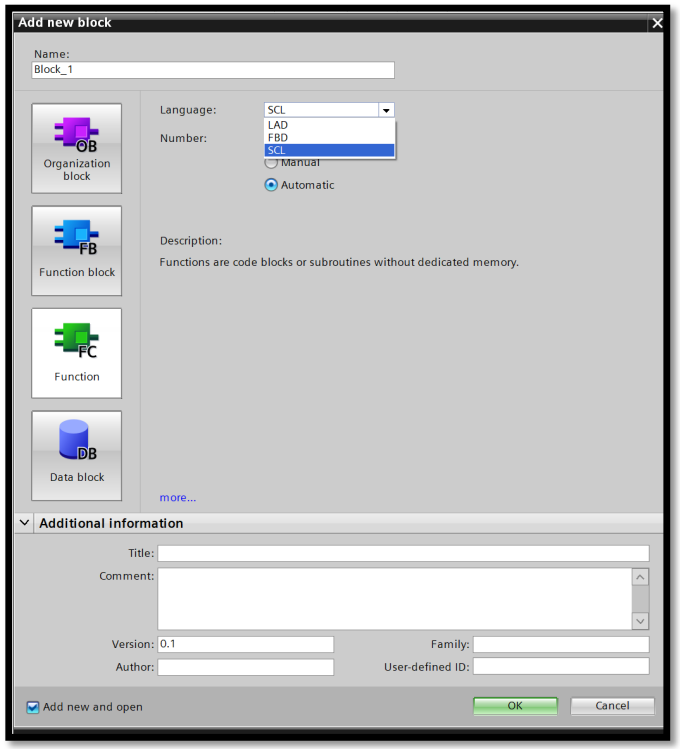
Organizare program (OB, FB, FC)



OB – Organization Block

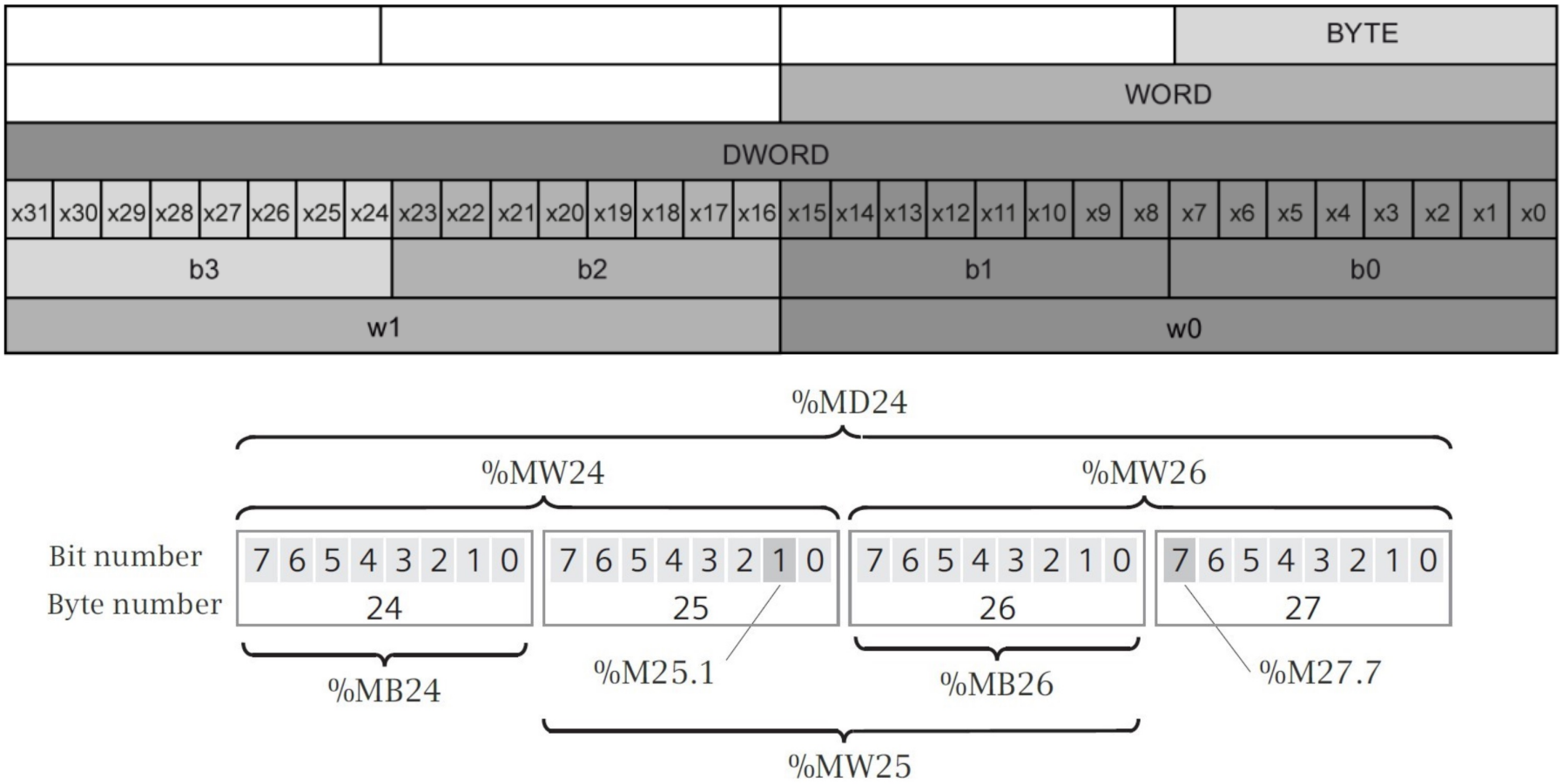


FB – Function Block

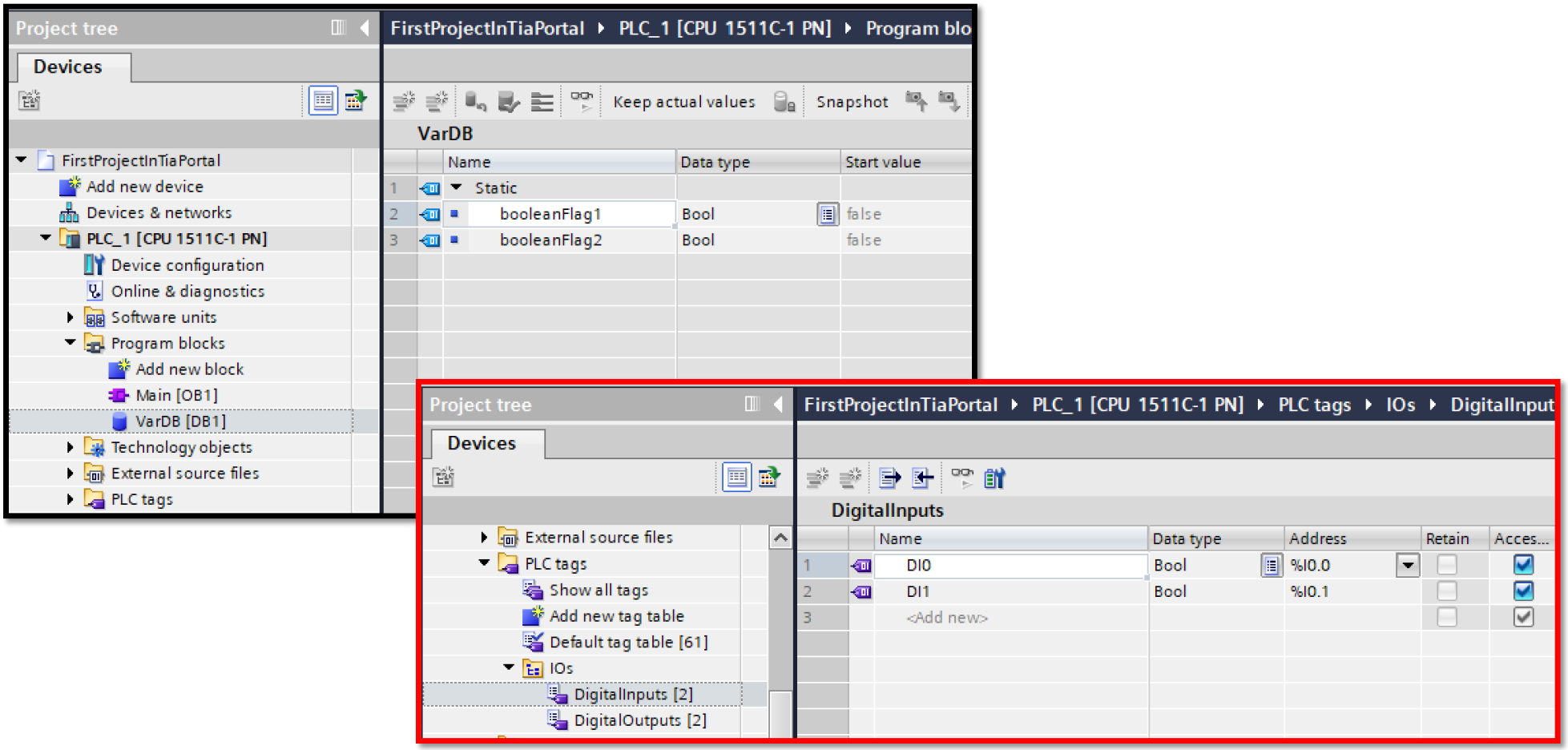


FC – Function

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

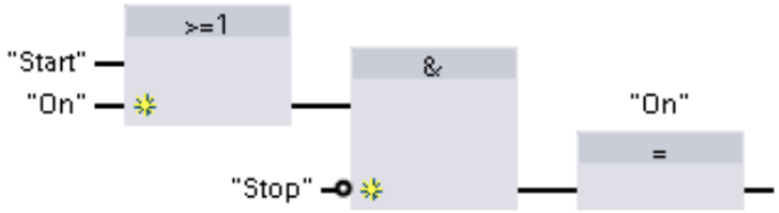
USINT	8 bits	Unsigned 8-bit fixed-point number	0 to 255
UINT	16 bits	Unsigned 16-bit fixed-point number	0 to 65 535
UDINT	32 bits	Unsigned 32-bit fixed-point number	0 to 4 294 967 296
SINT	8 bits	8-bit fixed-point number	–128 to +127
INT	16 bits	16-bit fixed-point number	–32 768 to +32 767
DINT	32 bits	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

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: Programare

- LAD – ladder logic

- FBD – function block diagram



- SCL – structured control text

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

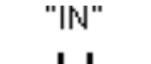
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

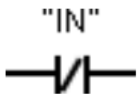
PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

Contact NO

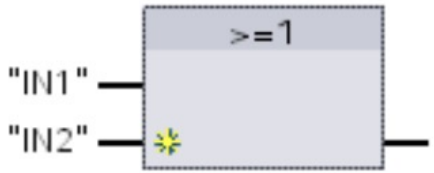
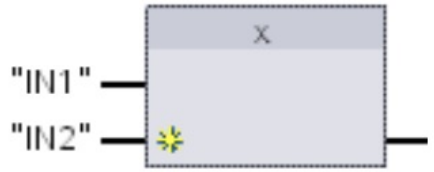
Contact NC

LAD	SCL

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

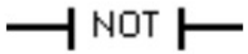
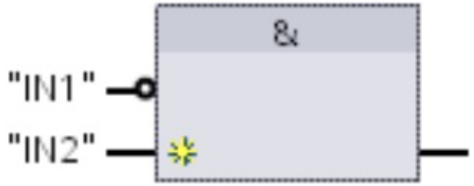
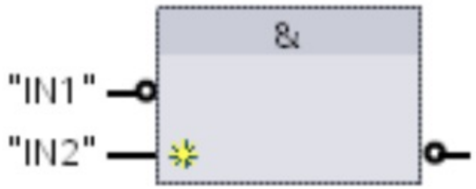
"IN" 	IF NOT (in) THEN Statement; ELSE Statement; END_IF;

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

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

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

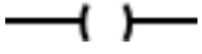
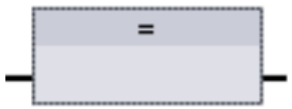
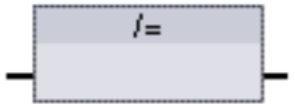
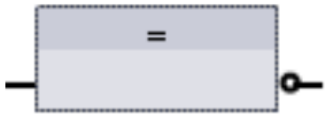
NOT
(negatia)

LAD	FBD	SCL
		NOT
		

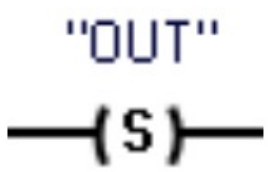
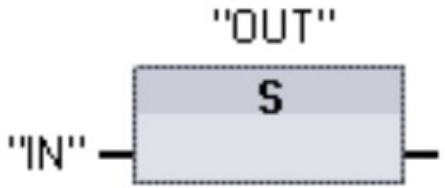
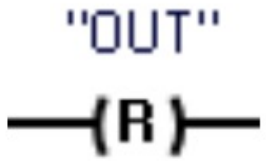
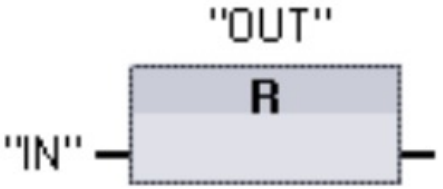
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

Atribuirea

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

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

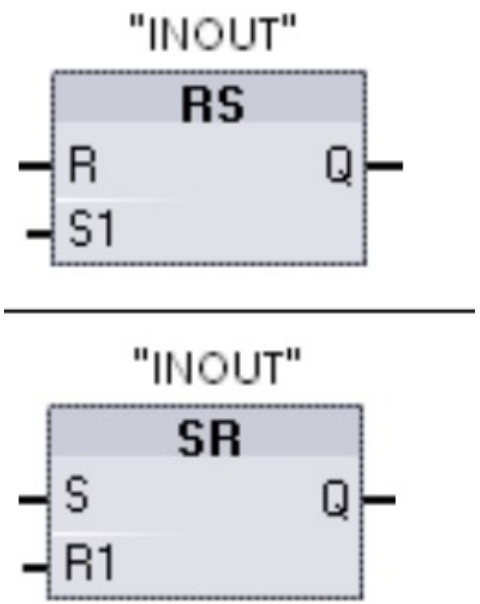
	LAD	FBD
Setare		
Resetare		

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

Bistabil RS

Bistabil SR

LAD / FBD

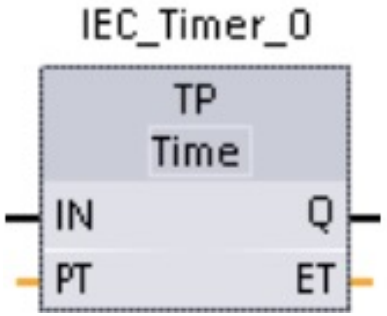


Instruction	S1	R	"INOUT" bit
RS	0	0	Previous state
	0	1	0
	1	0	1
	1	1	1
	S	**R1**	
SR	0	0	Previous state
	0	1	0
	1	0	1
	1	1	0

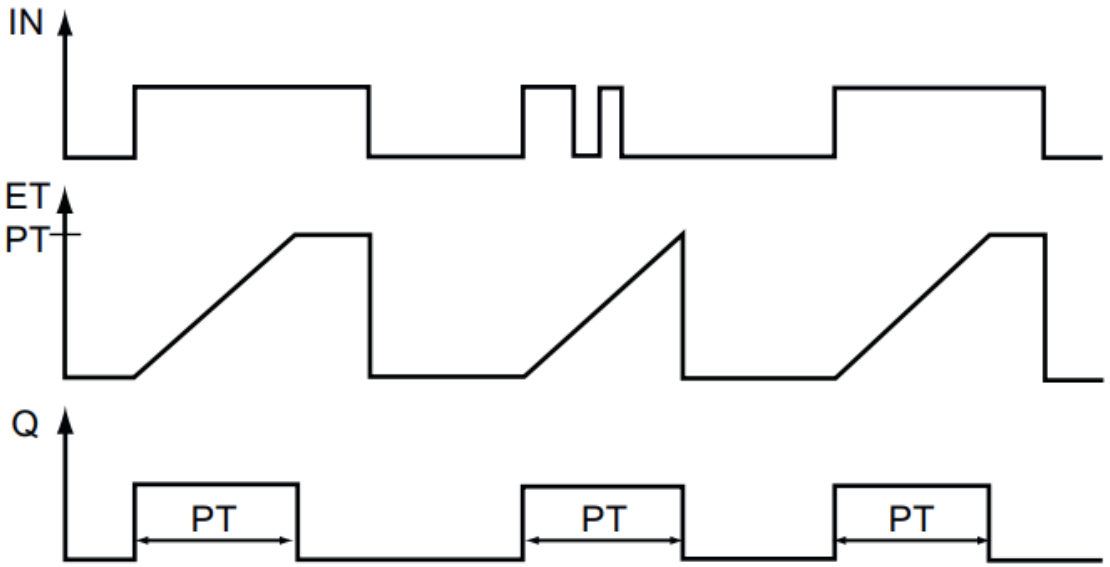
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

TP genereaza un puls de lungime PT

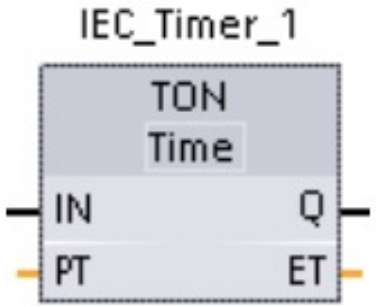



```
"IEC_Timer_0_DB".TP(
     IN:=_bool_in_,
     PT:=_time_in_,
     Q=>_bool_out_,
     ET=>_time_out_);
```

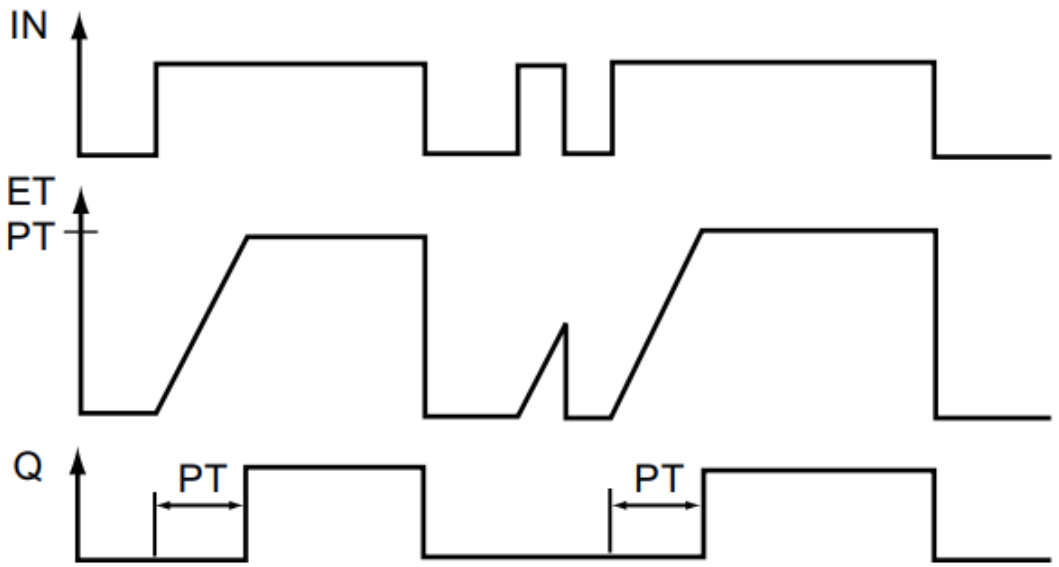


PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

TON intarzie aclansarea lui Q cu o perioada presetata PT



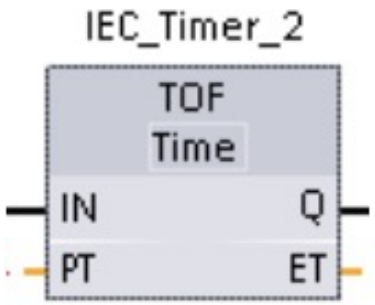

```
"IEC_Timer_0_DB".TON (
     IN:=_bool_in_,
     PT:=_time_in_,
     Q=>_bool_out_,
     ET=>_time_out_);
```



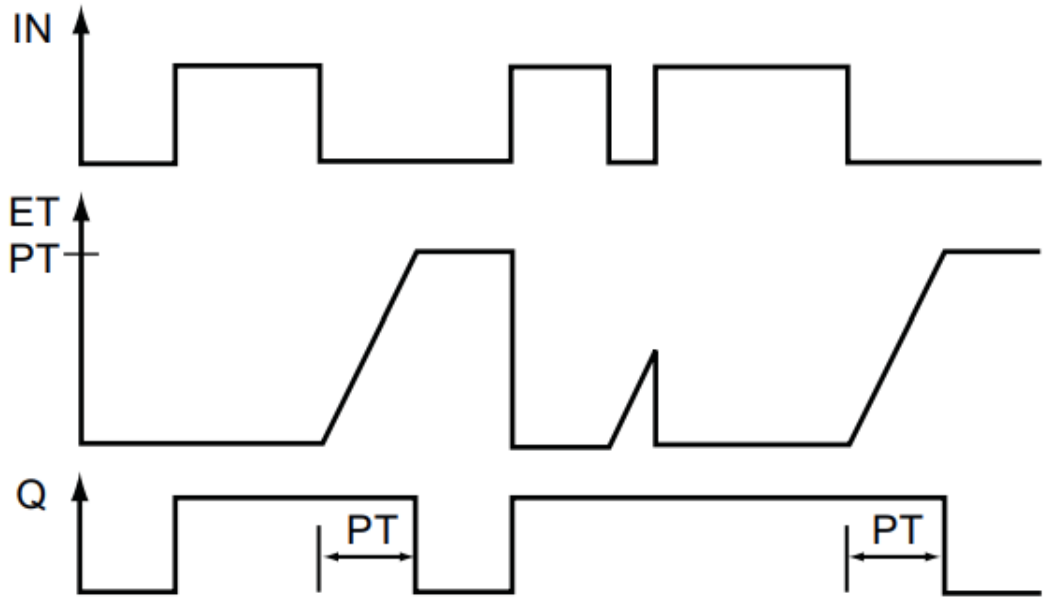
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

TOF intarzie declansarea lui Q cu o perioada presetata PT

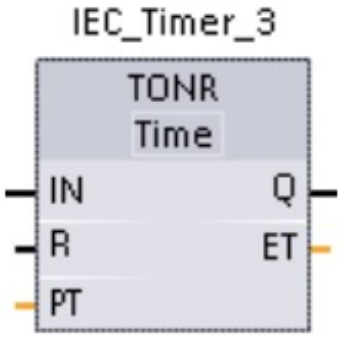



```
"IEC_Timer_0_DB".TOF (
     IN:=_bool_in_,
     PT:=_time_in_,
     Q=>_bool_out_,
     ET=>_time_out_);
```

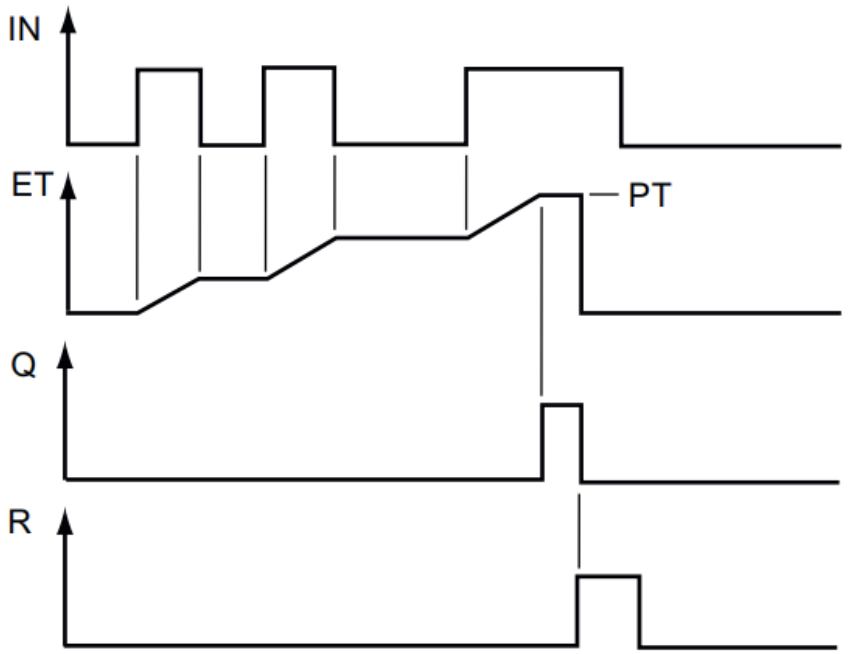


PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza

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

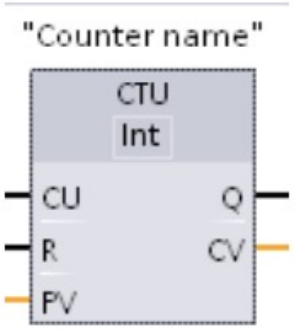



```
"IEC_Timer_0_DB".TONR (
    IN:=_bool_in_,
    R:=_bool_in_,
    PT:=_time_in_,
    Q=>_bool_out_,
    ET=>_time_out_);
```

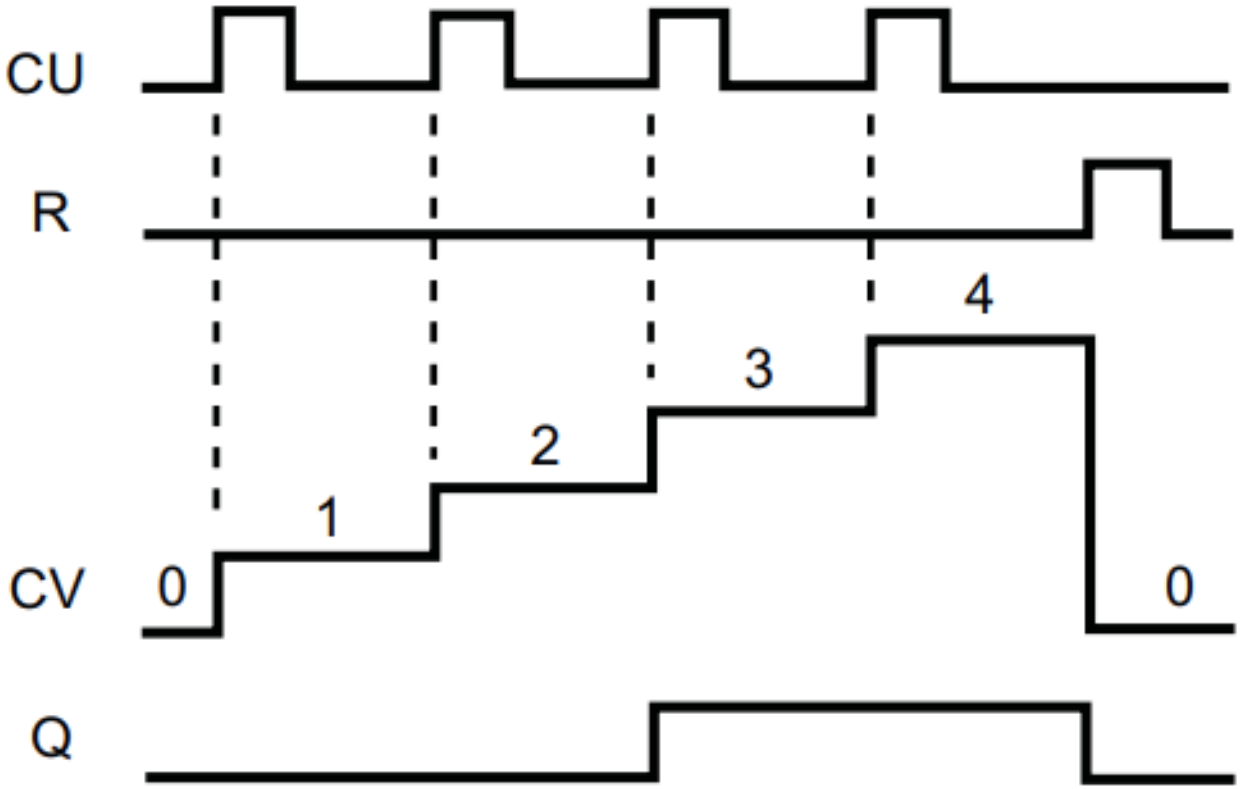


Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

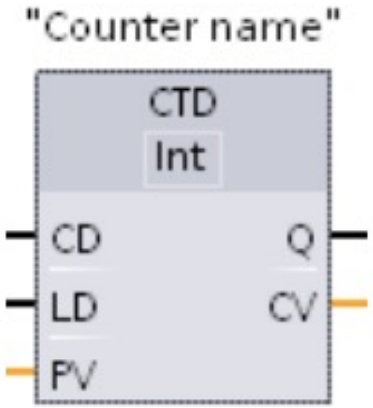
PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza



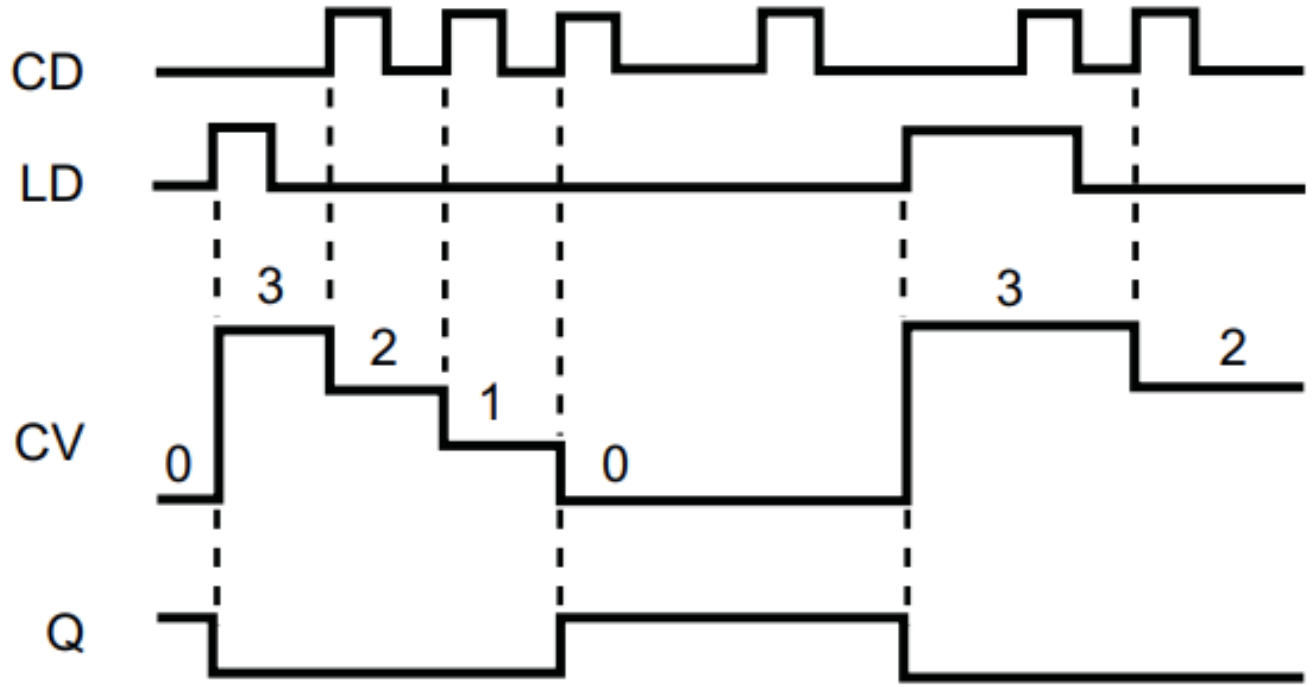

```
"IEC_Counter_0_DB".CT
U(
     CU:=_bool_in,
     R:=_bool_in,
     PV:=_in,
     Q=>_bool_out,
     CV=>_out);
```



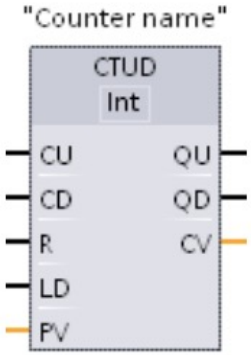
PLC: S7-1200C: Instructiuni de baza



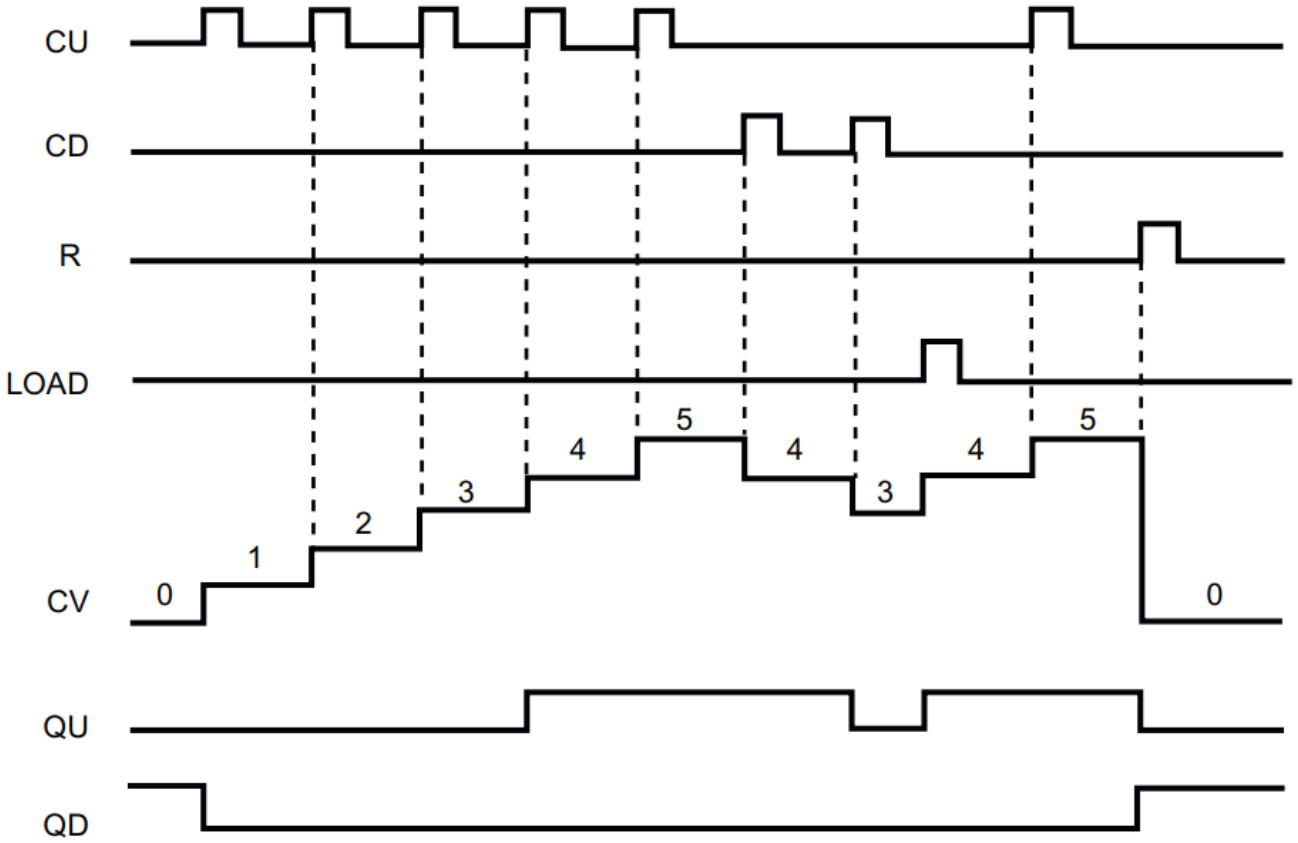

```
"IEC_Counter_0_DB".CT
D(
     CD:=_bool_in,
     LD:=_bool_in,
     PV:=_in,
     Q=>_bool_out,
     CV=>_out);
```



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

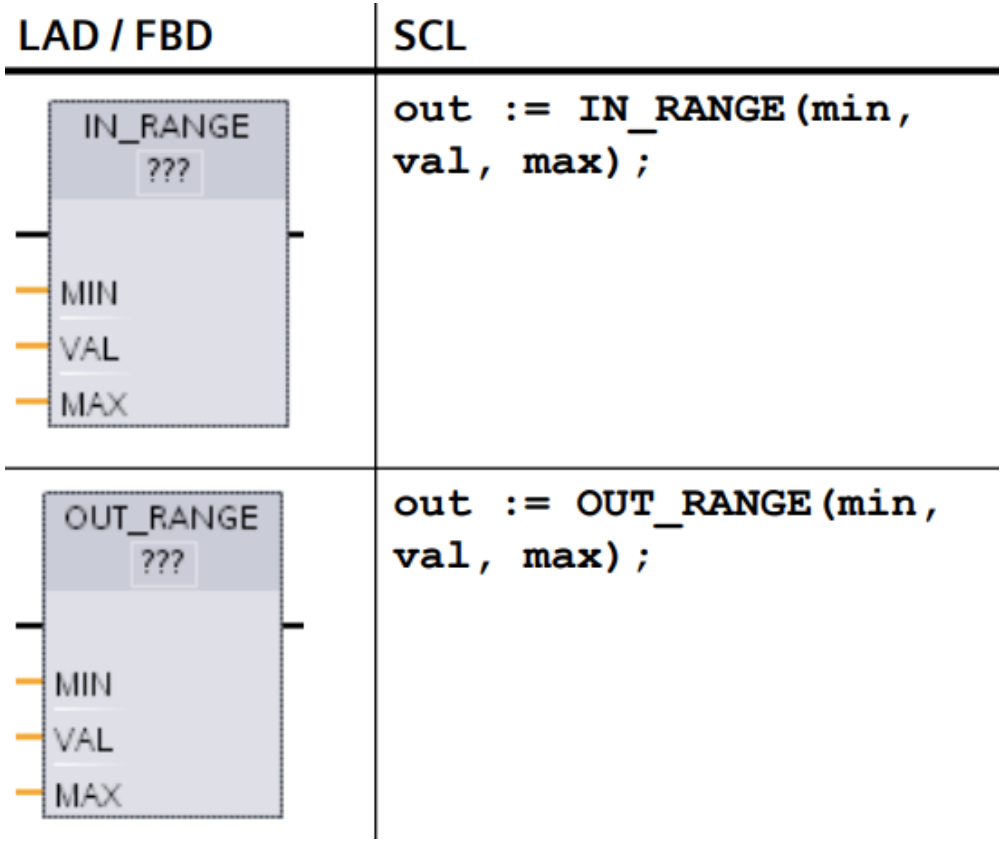
Comparatie

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



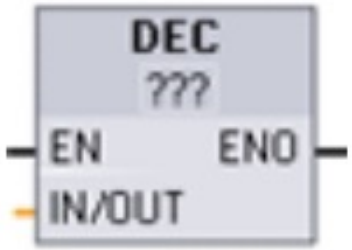
In afara domeniului

S7-1200C: Instructiuni matematice

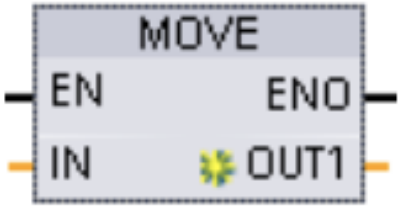
LAD / FBD	SCL

	`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

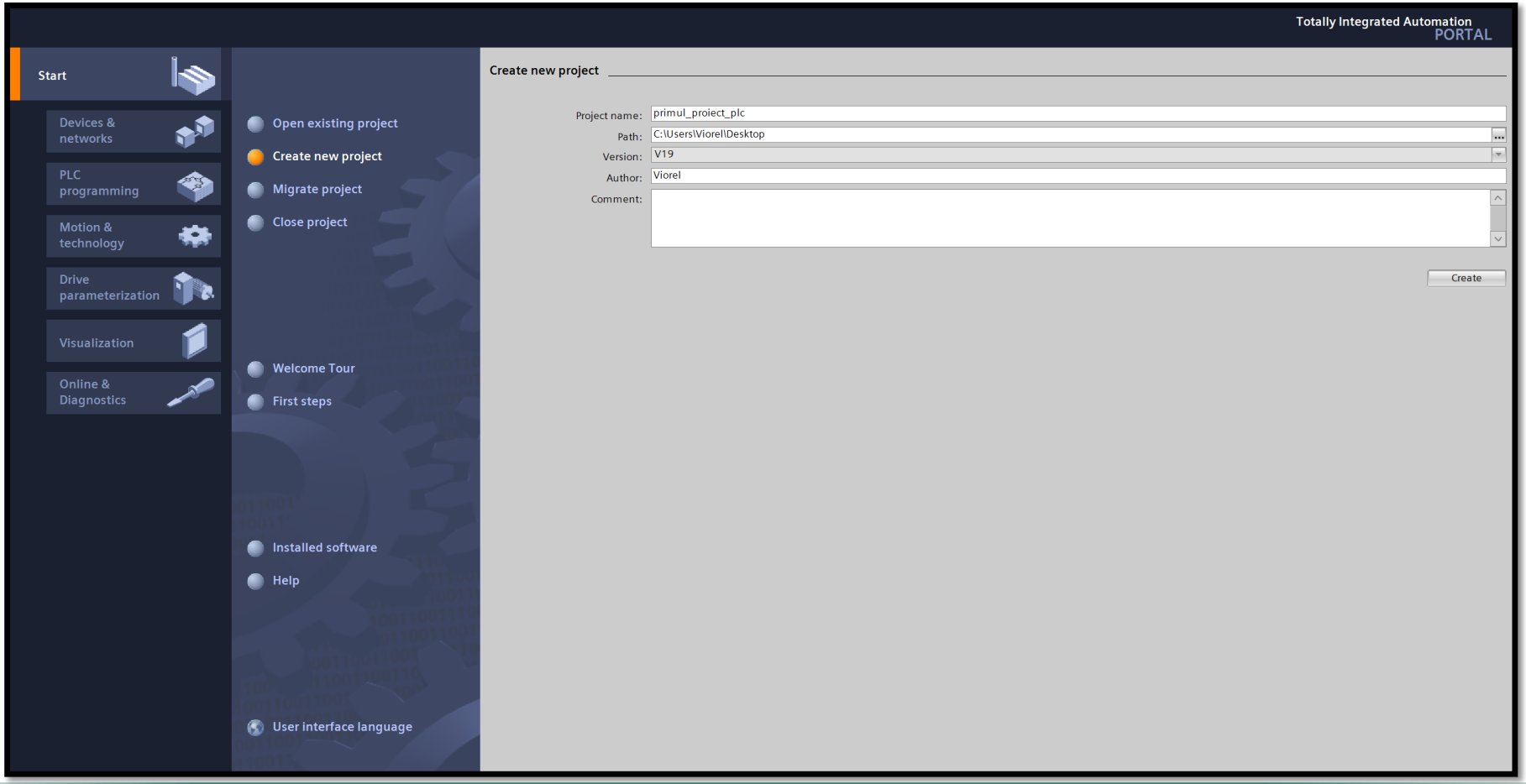
Prima iesire digitala este activa daca avem cel putin o conditie de mai jos adevarata:

- 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

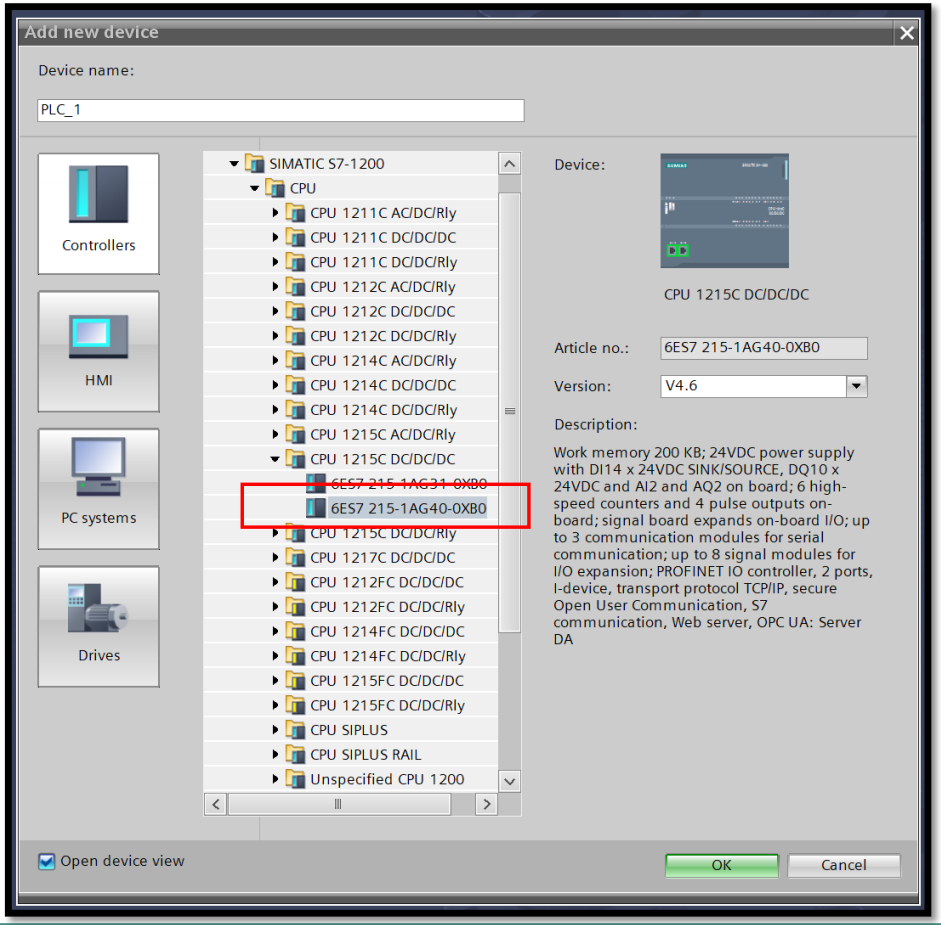
- TIA Portal (Totally Integrated Automation)
- Selectare PLC
- Setări de securitate (Industry 4.0)
- Configurare hardware
- Definire intrări / ieșiri (Tag Table)
- Organizare soft (OB, FB, FC, DB)
- Simulare program (online view)
- Programare Ladder Diagram (LAD) in OB1
- Programare Function Block Diagram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

TIA Portal – proiect nou

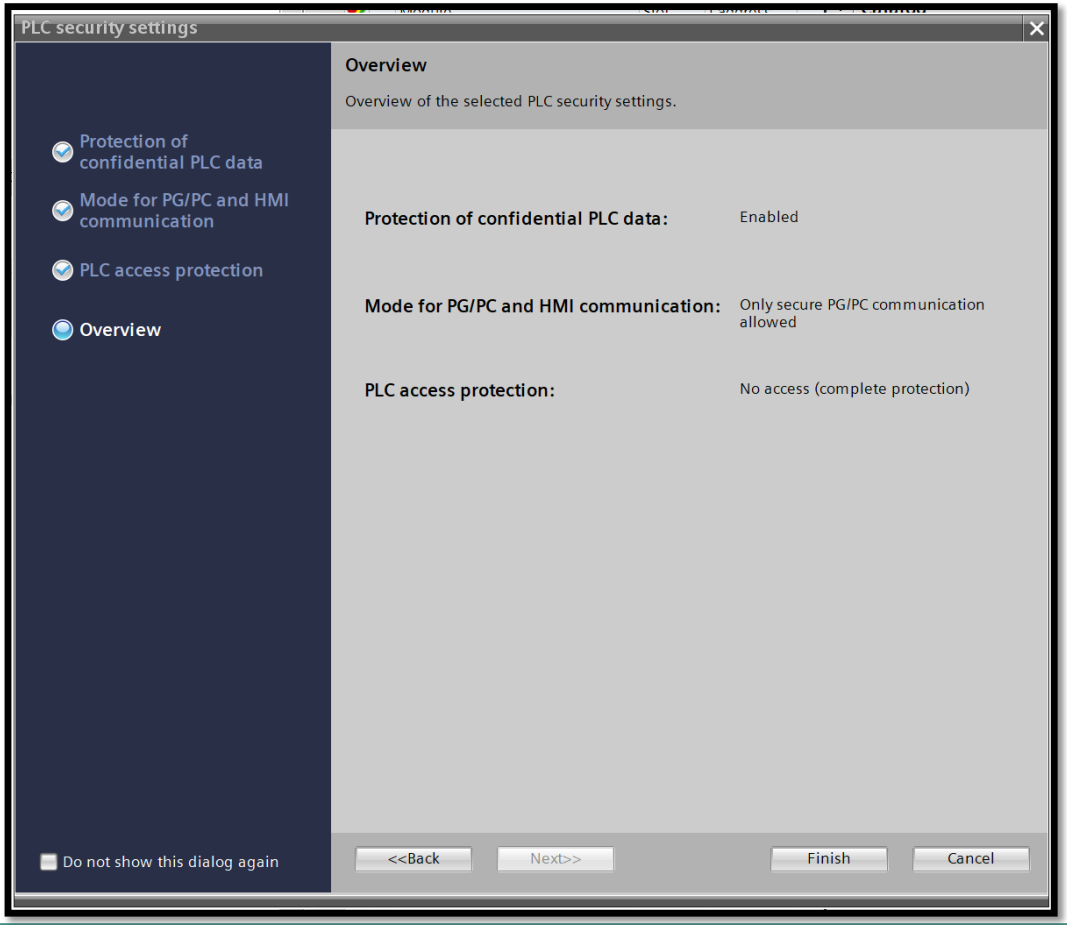


Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Selectare PLC

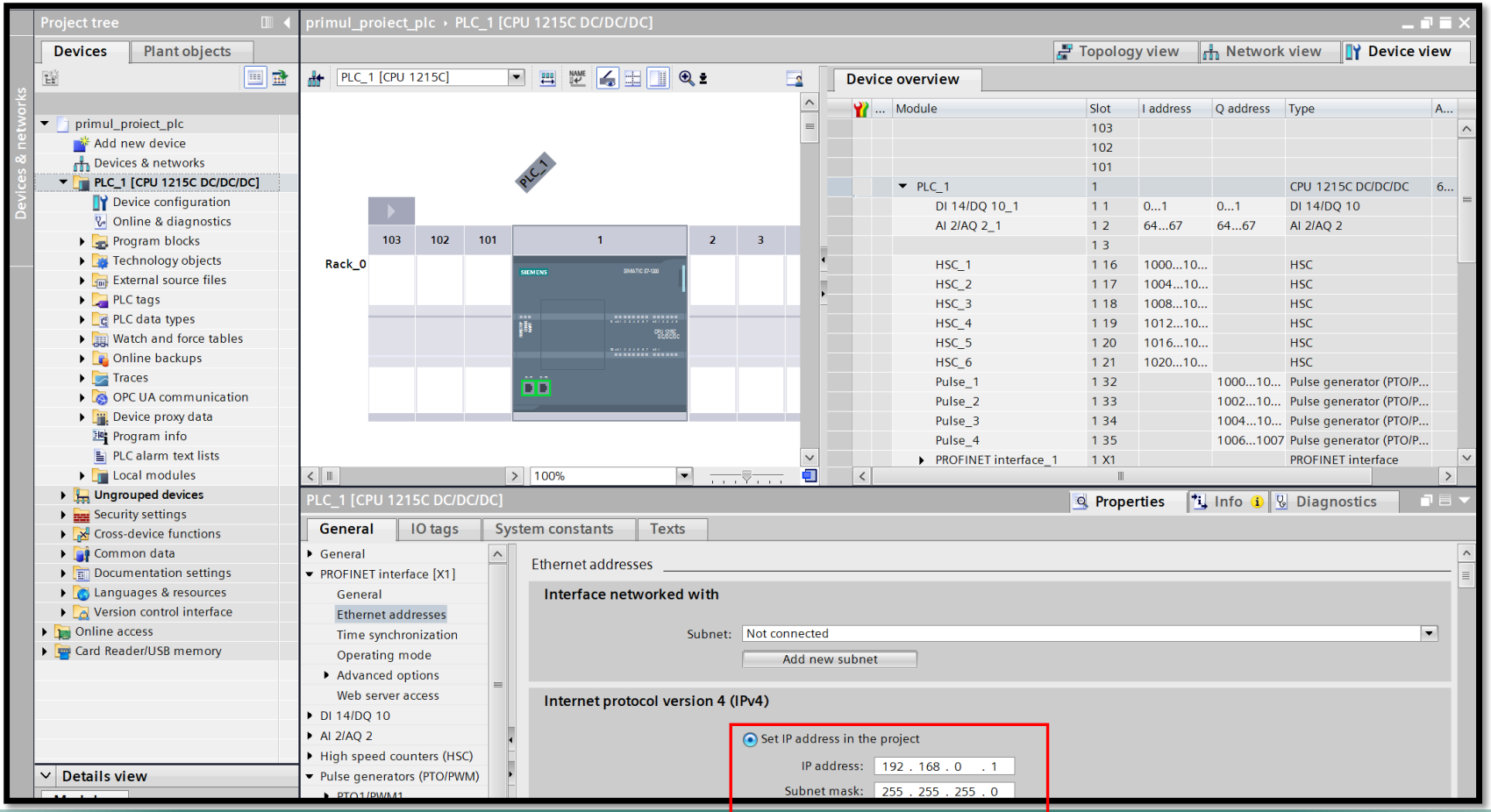


Setari de securitate



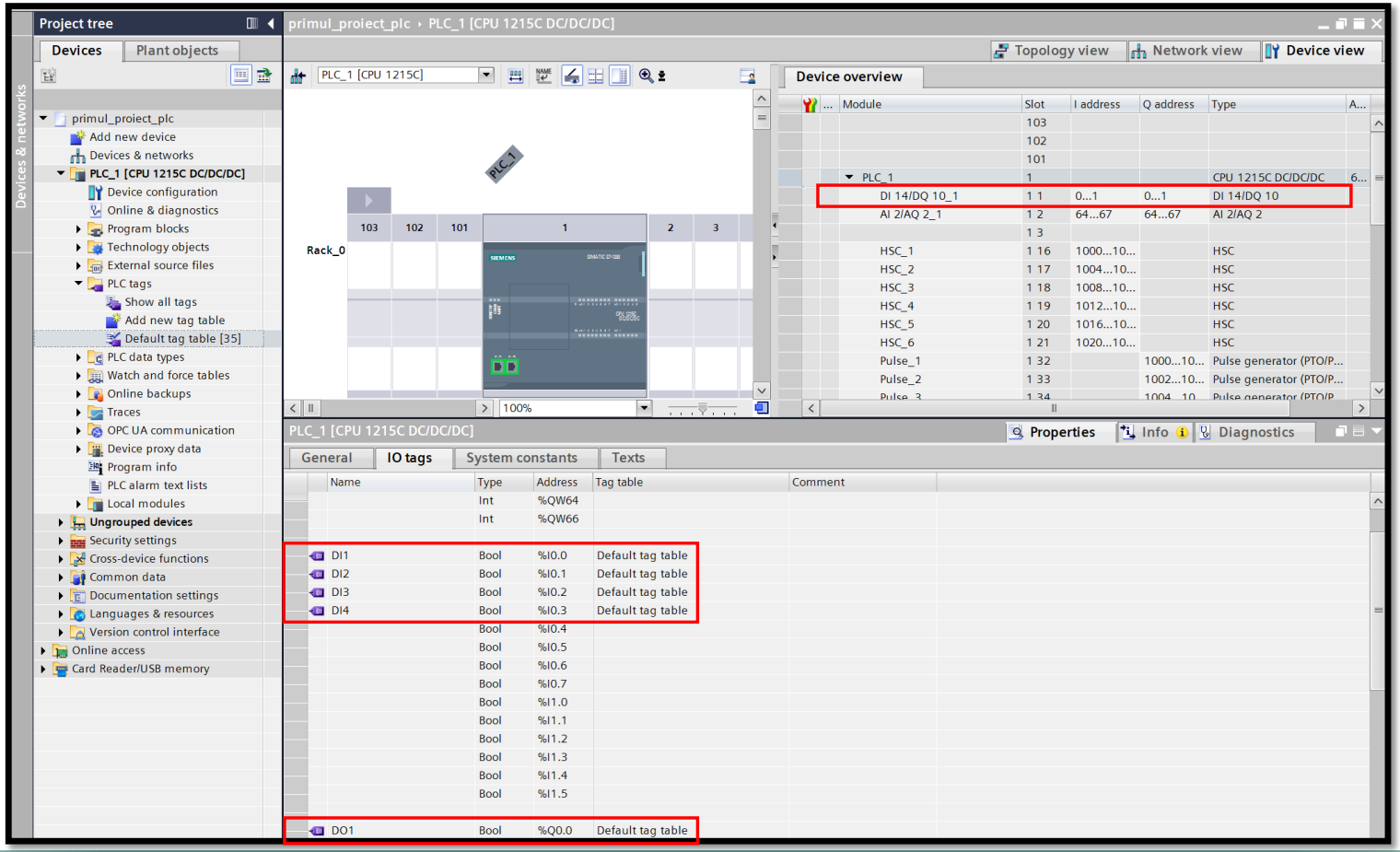
Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

Configurare hardware

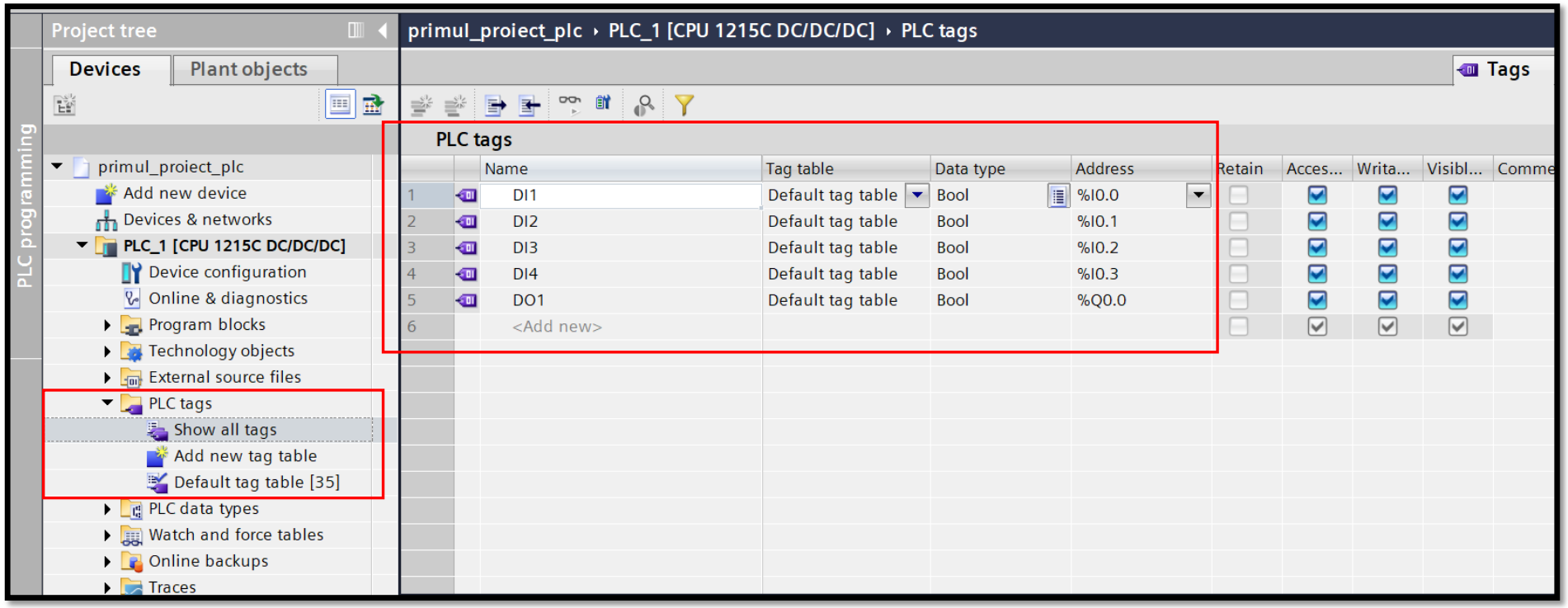


Proiectul "Instruirea și certificarea utilizatorilor în domeniul ingineriei fabricației pentru Industria 4.0 a fost finanțat printr-un grant al Băncii Mondiale (GEAR 4.0), contract nr. MD-TECHUNI-354549-CS-CQS

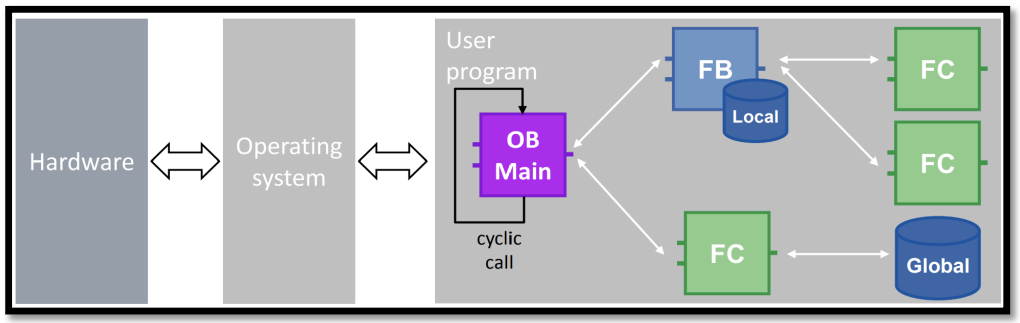
Definire intrari / iesiri

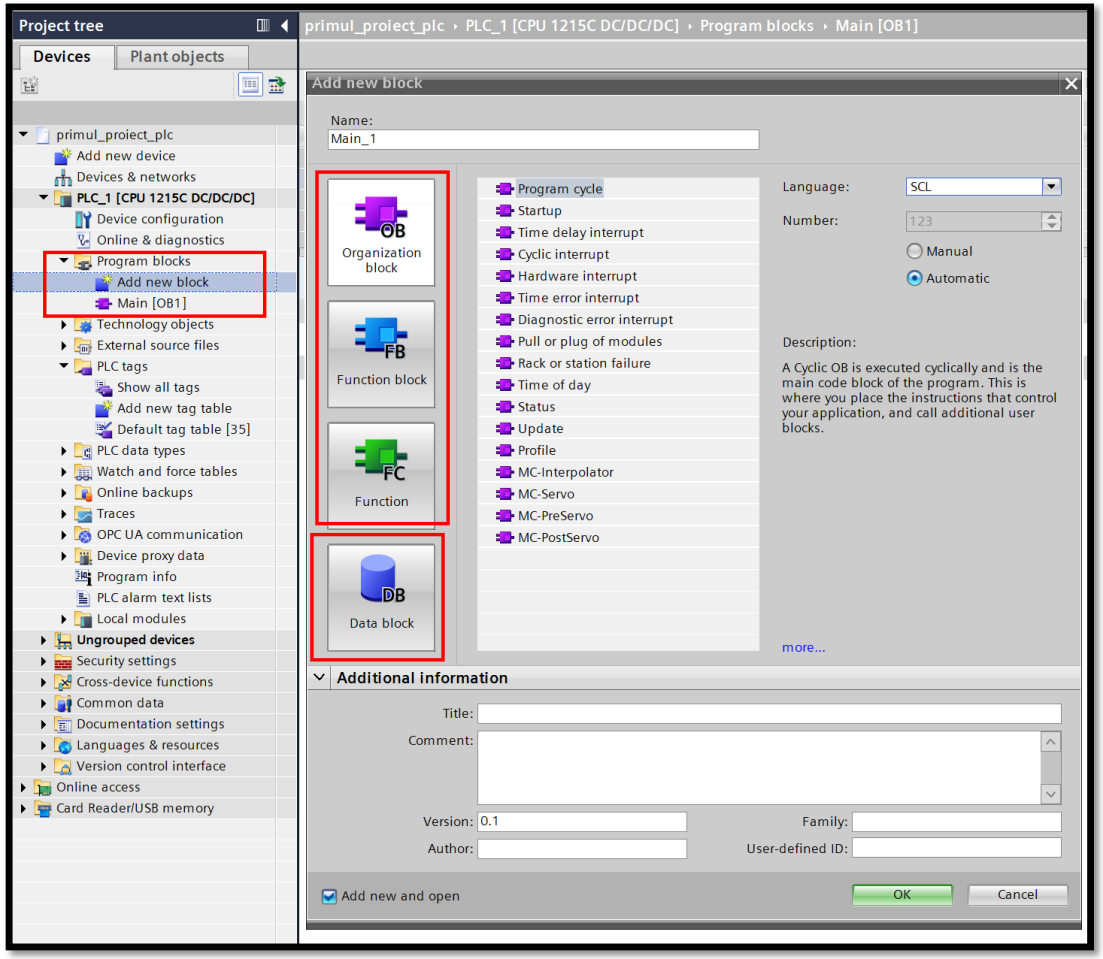


Definire intrari / iesiri

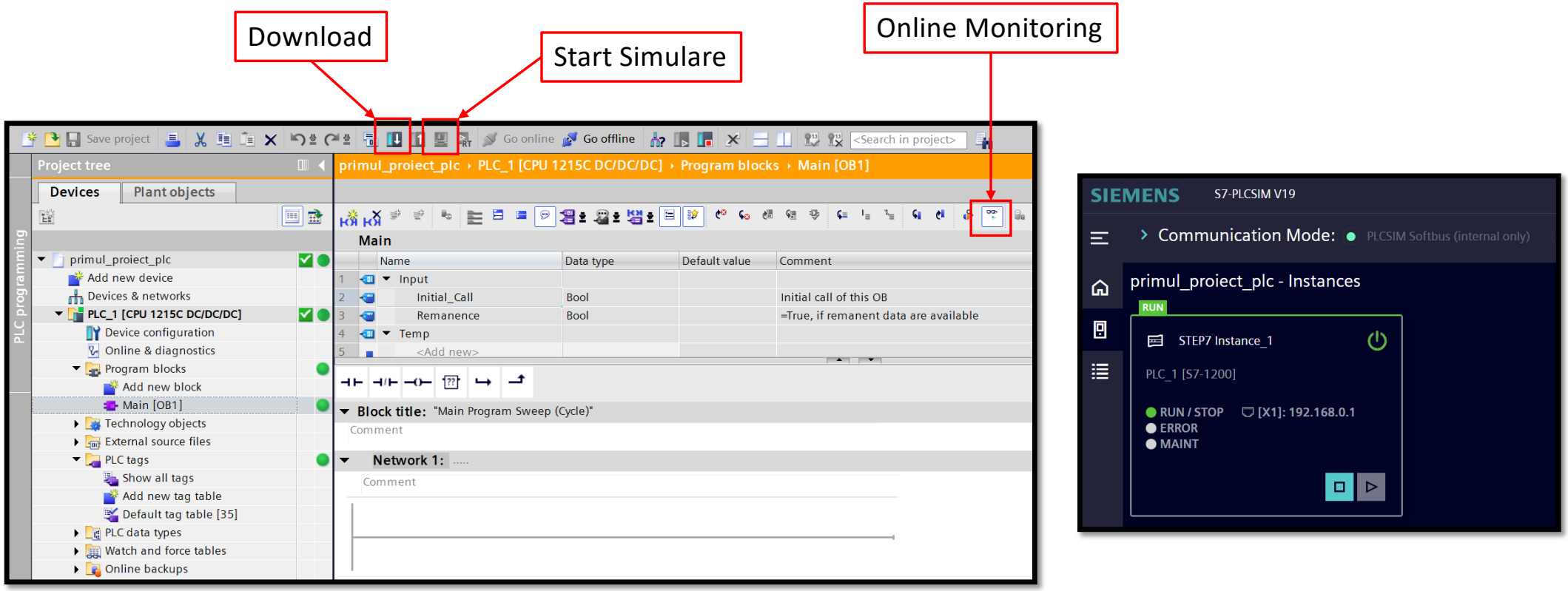


Organizare soft (OB, FB, FC, DB)

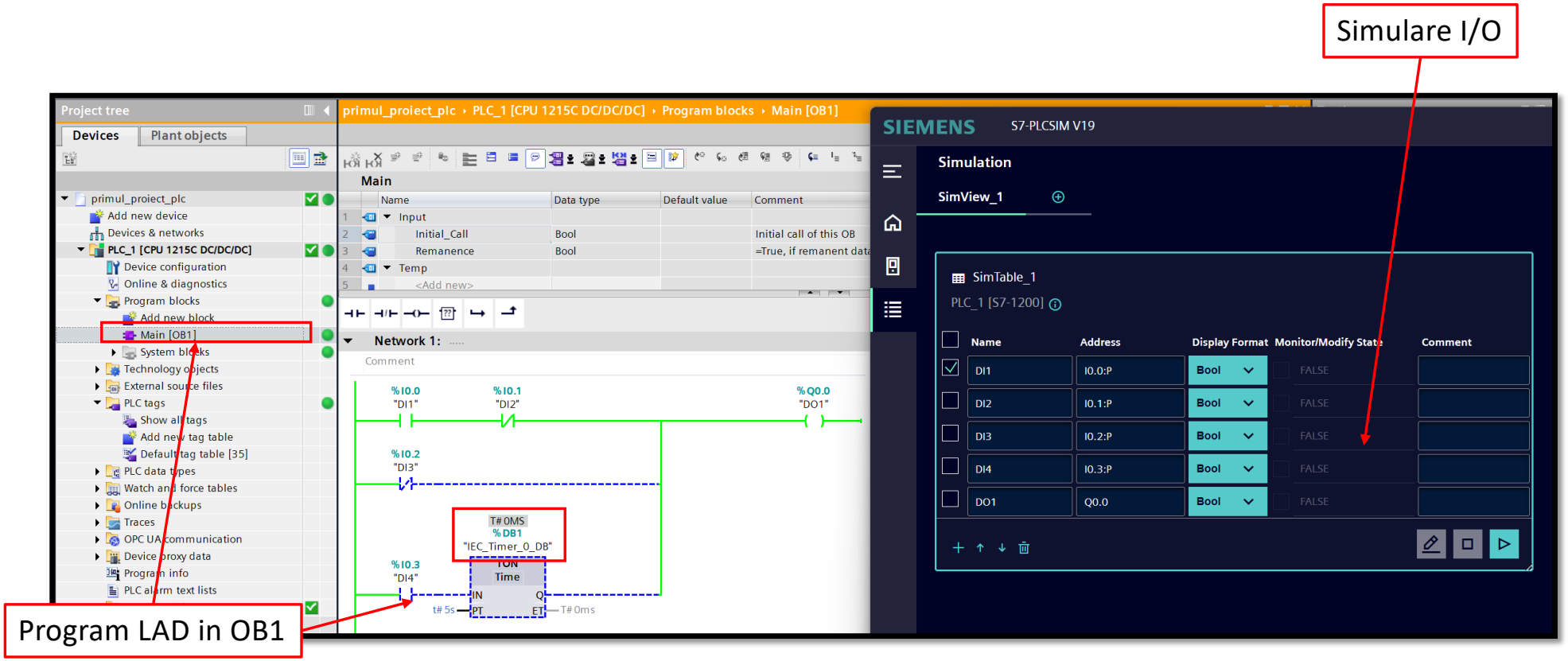




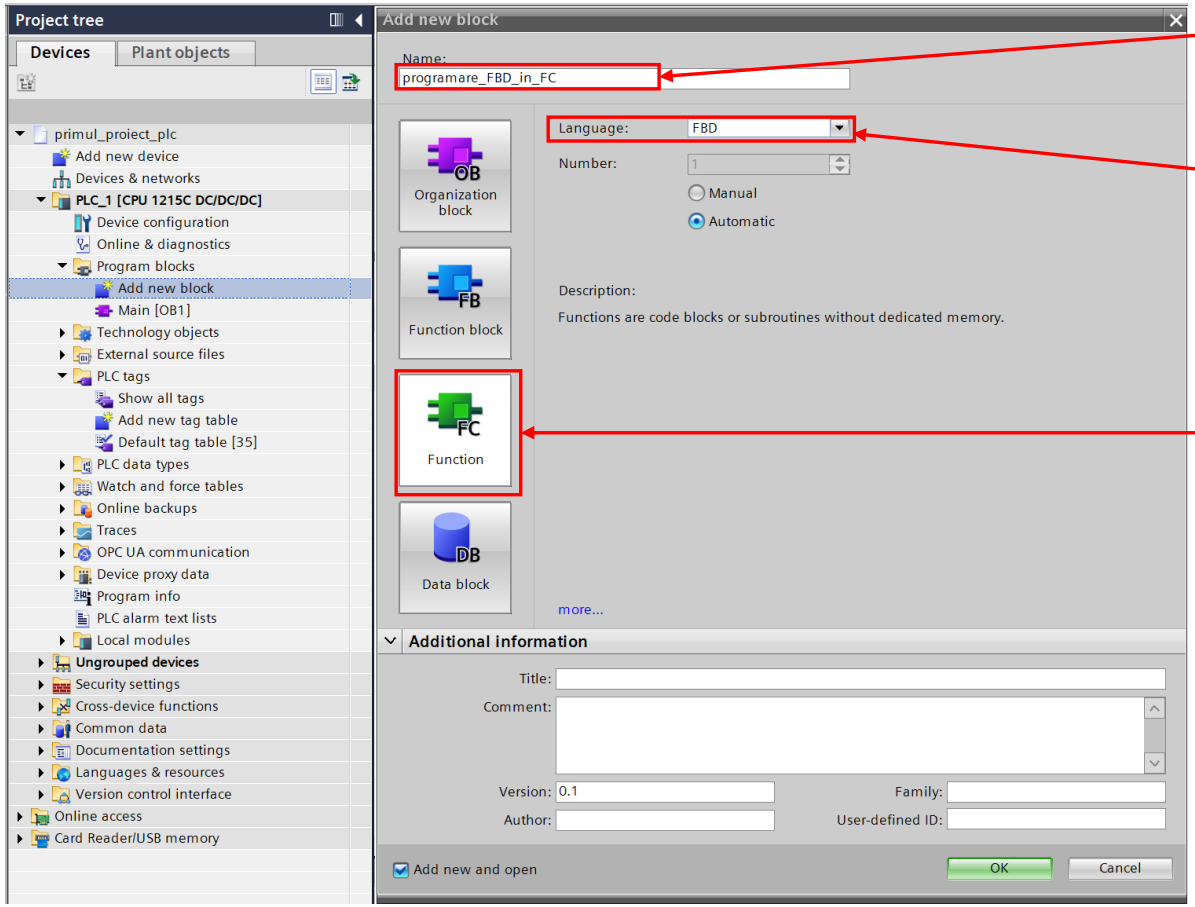
Simulare program (online view)



Programare LAD in OB1



Programare FBD in bloc FC

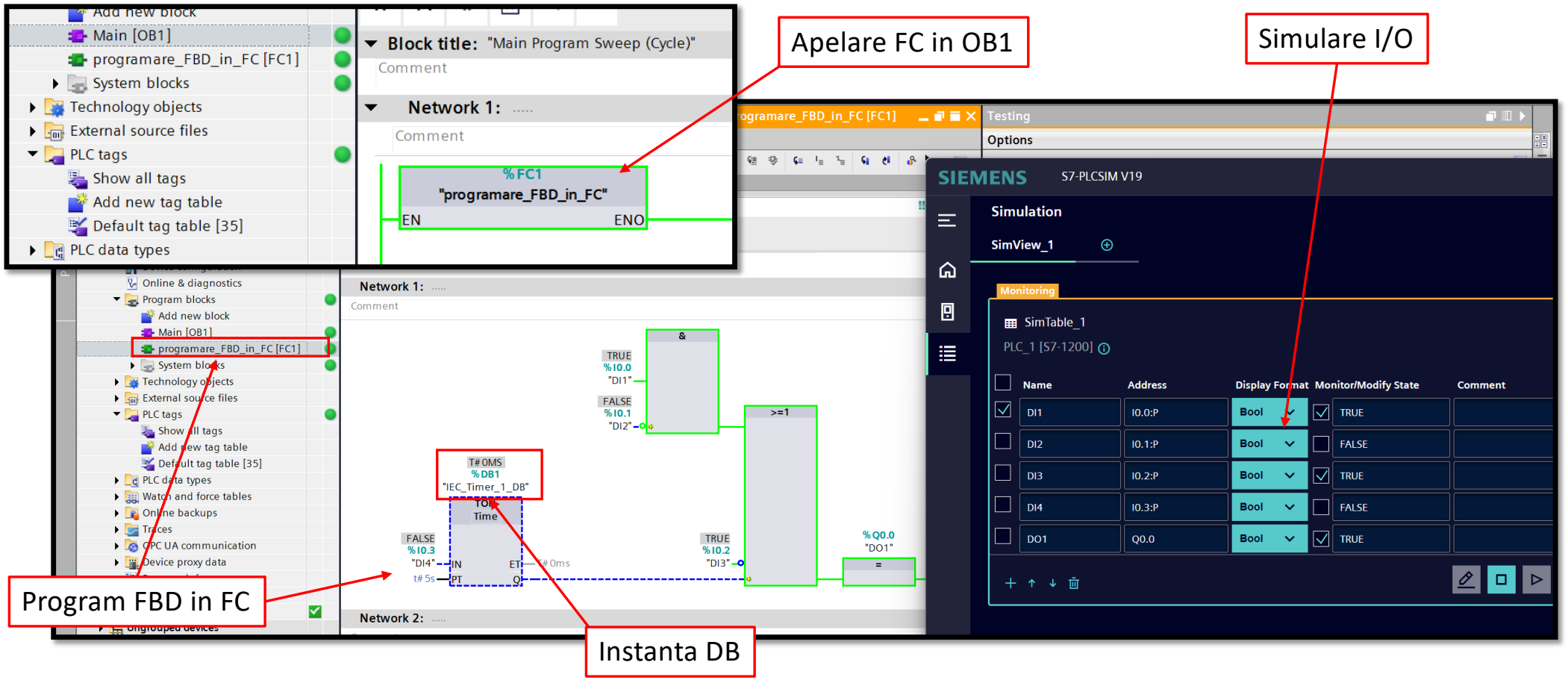


Denumire FC

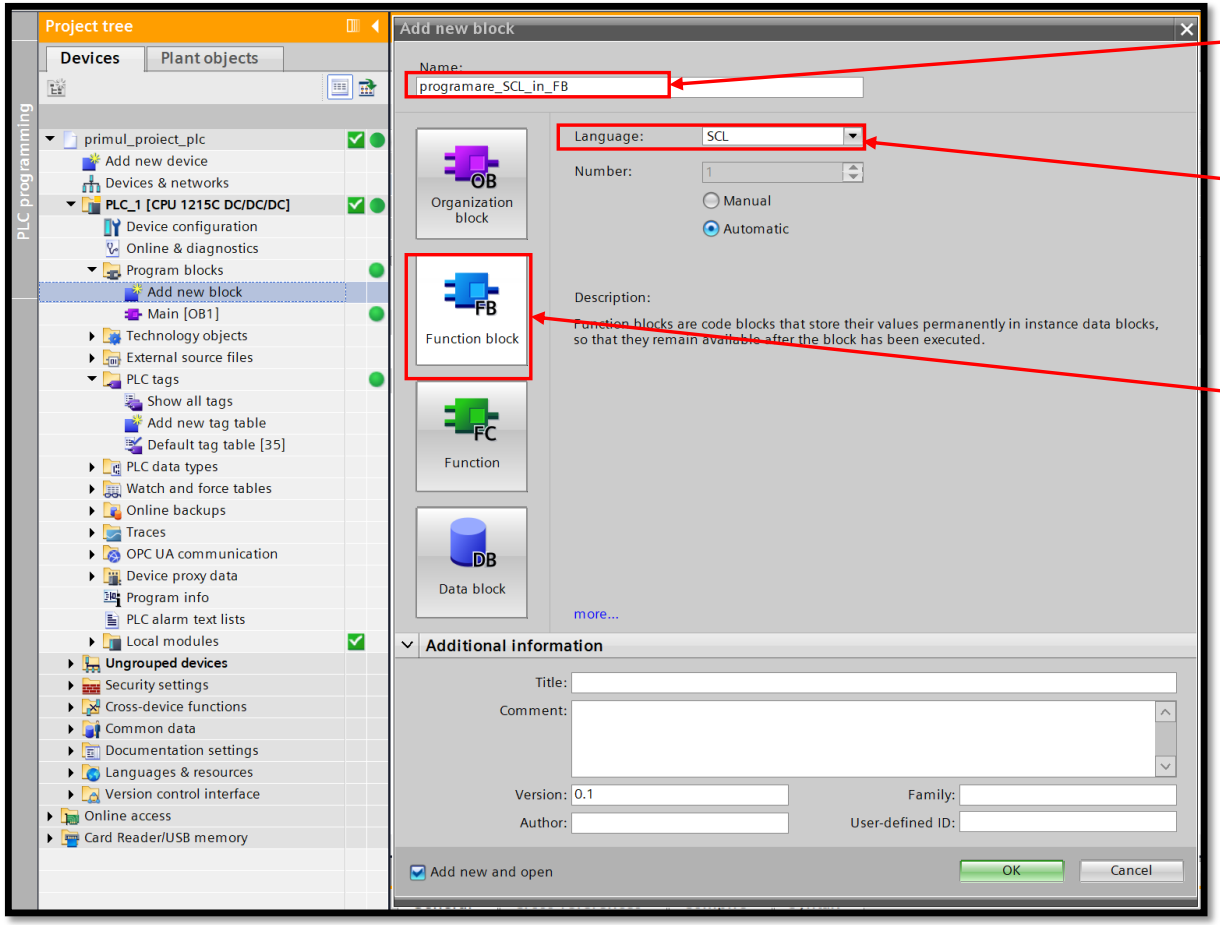
Limbaj de programare

Tip bloc (FC)

Programare FBD in bloc FC



Programare SCL in bloc FB

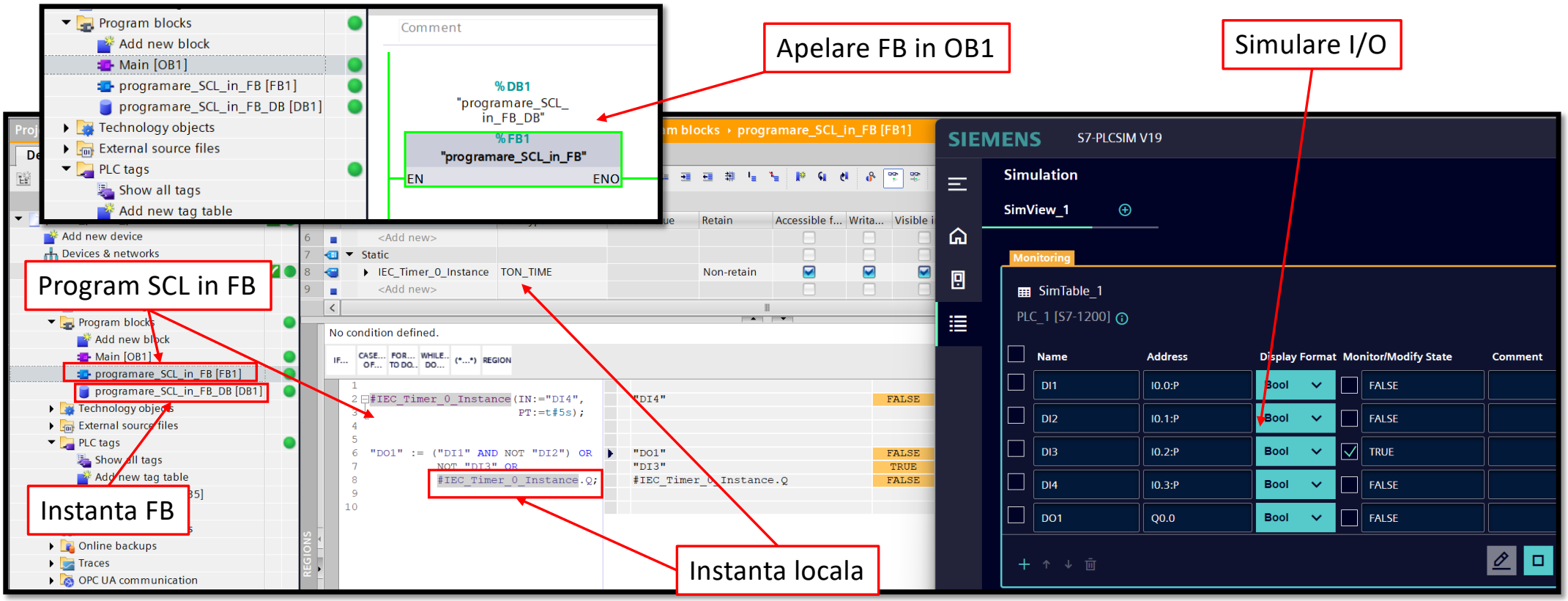


Denumire FC

Limbaj de programare

Tip bloc (FB)

Programare SCL in bloc FB



Primul program HMI

Primul program HMI – Cerinte

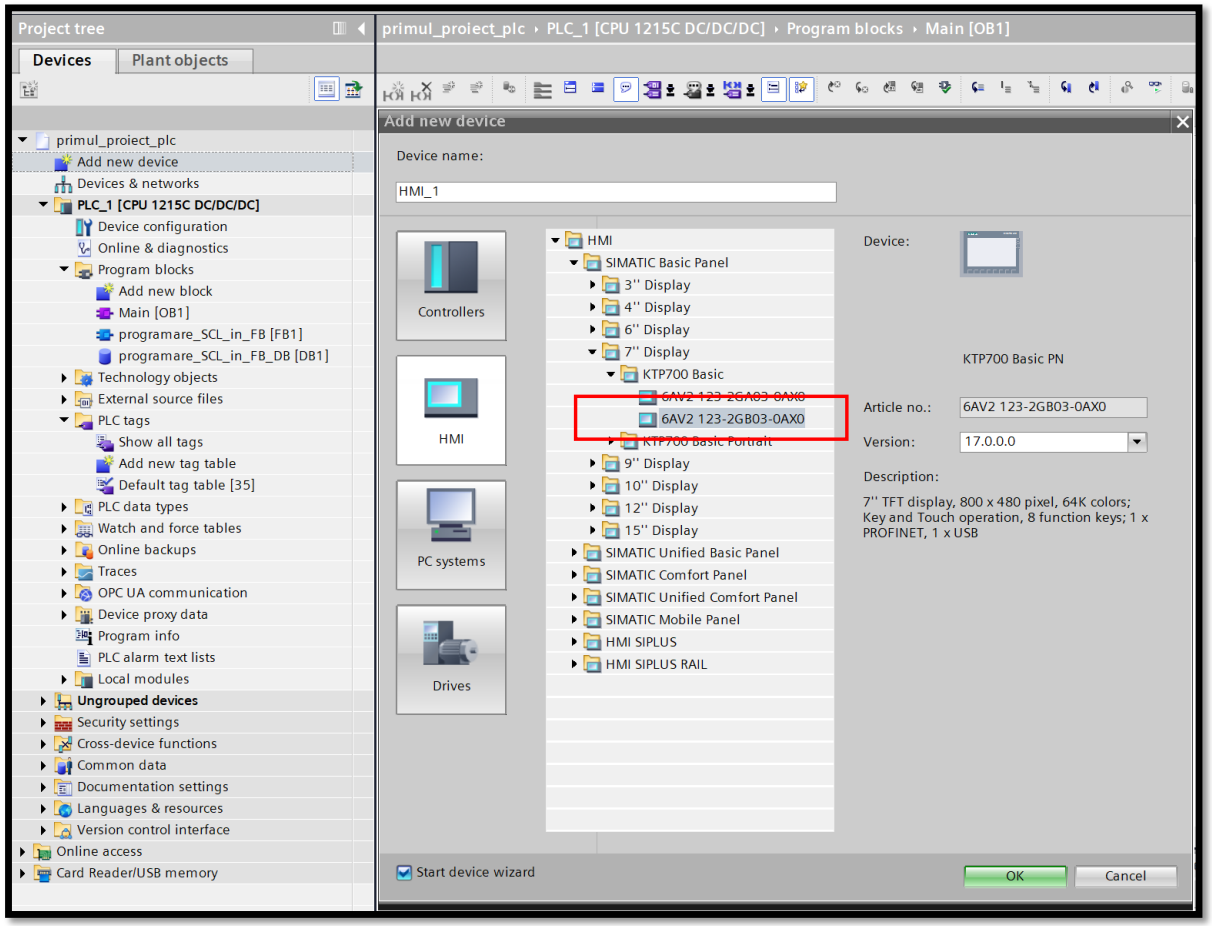
Prima iesire digitala este activa daca avem cel putin o conditie de mai jos este adevarata:

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

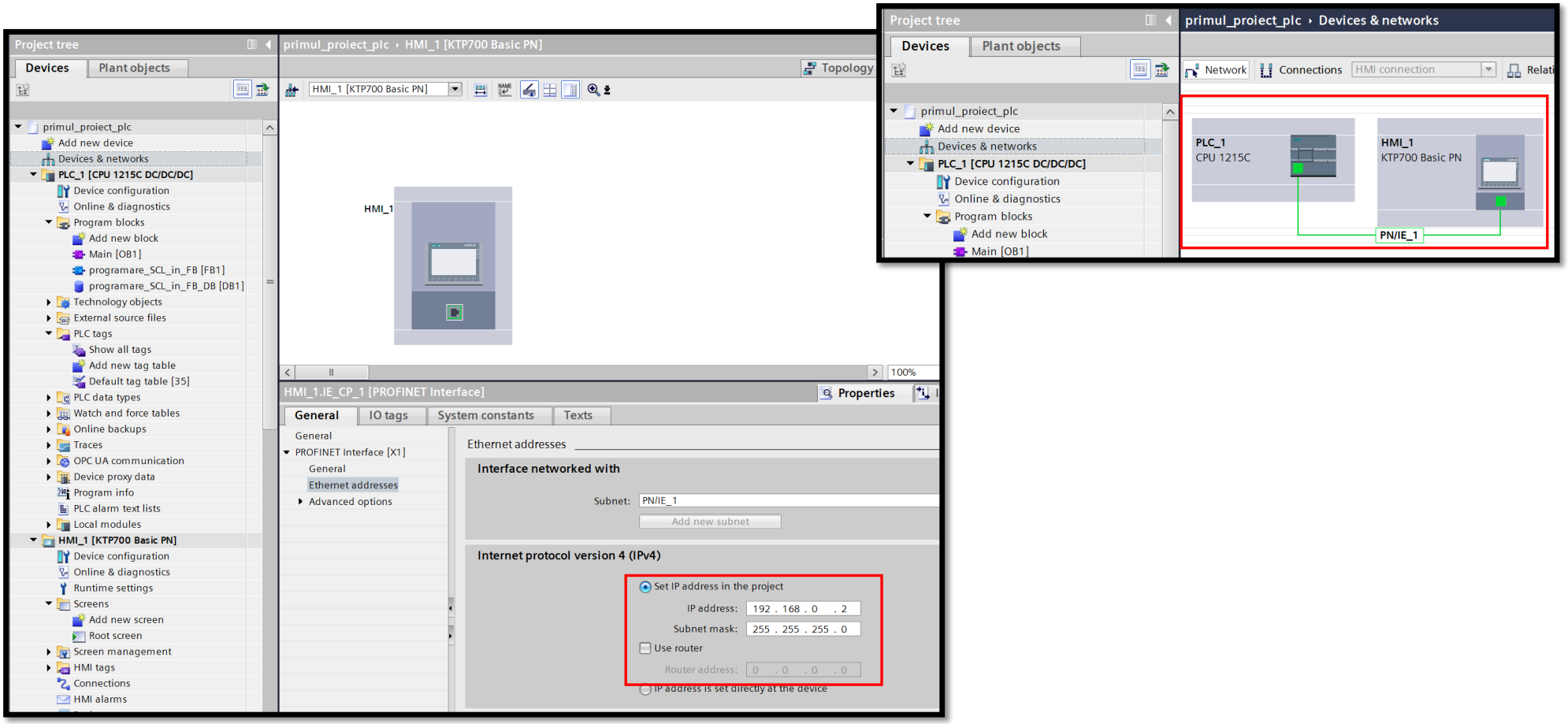
Primul program HMI – TIA Portal

- TIA Portal (Totally Integrated Automation)
- Selectare HMI
- Configurare hardware
- Simulare HMI
- Pregatire variabile PLC
- Controlul unei variabile digitale
- Afisarea unei variabile digitale
- Controlul unei variabile analogice
- Afisarea unei variabile analogice

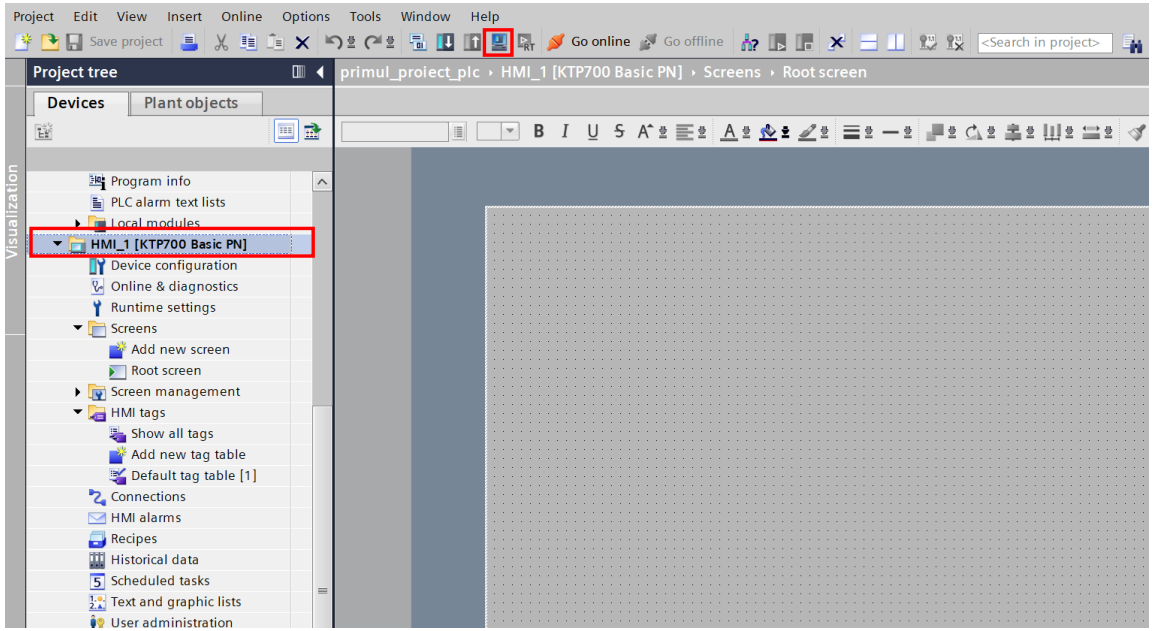
Selectare HMI

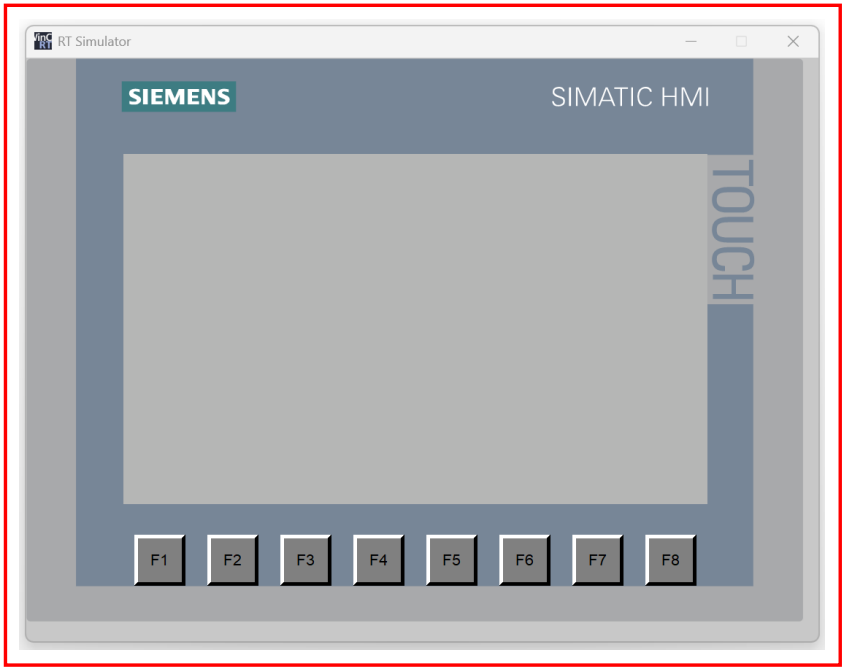


Configurare hardware



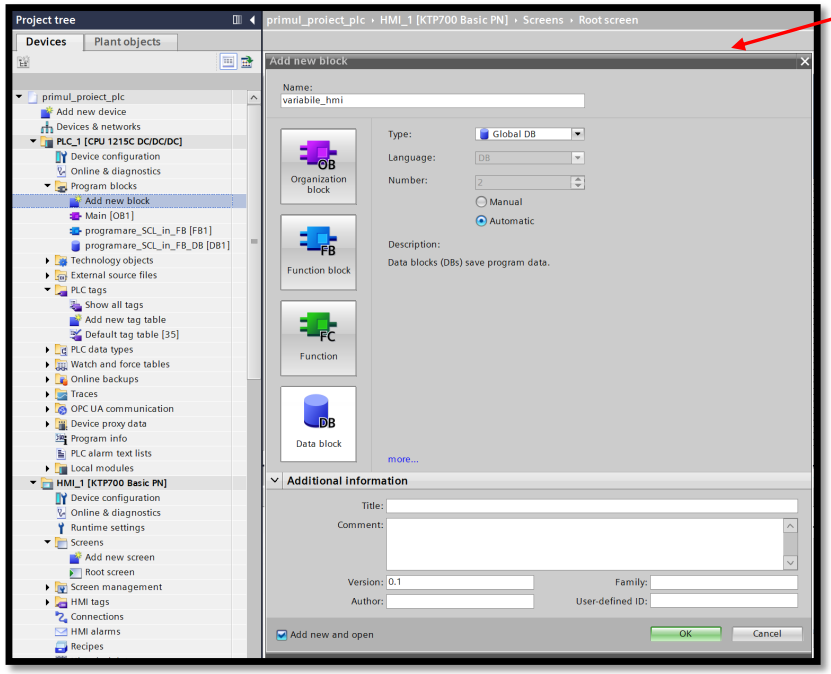
Simulare HMI

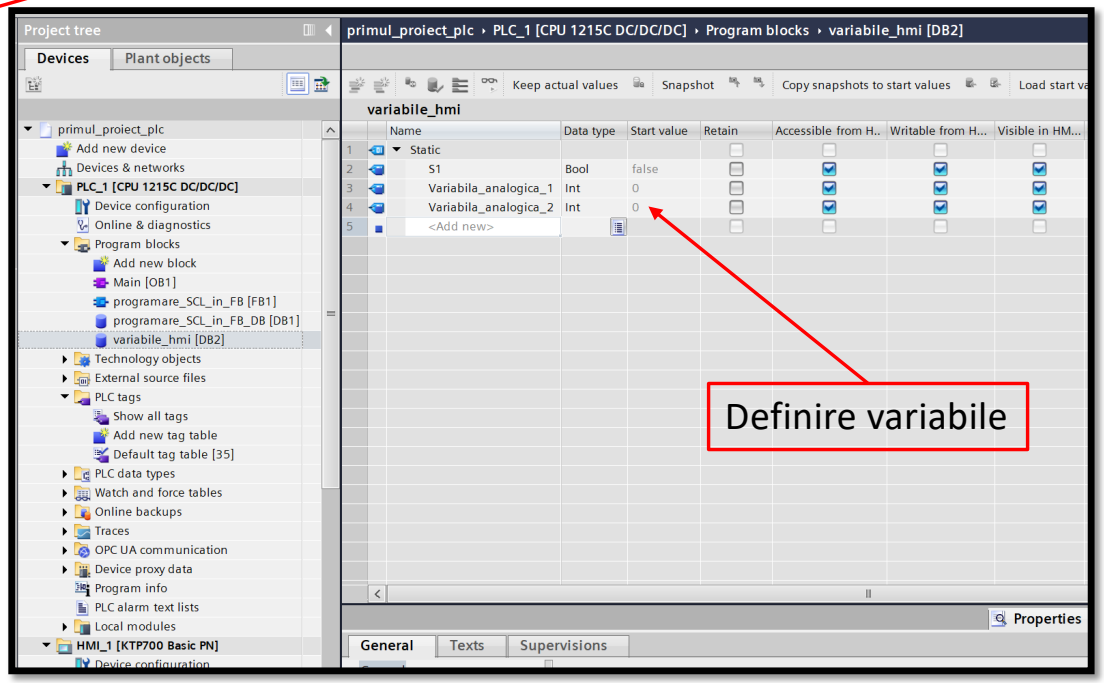




Pregatire variabile PLC

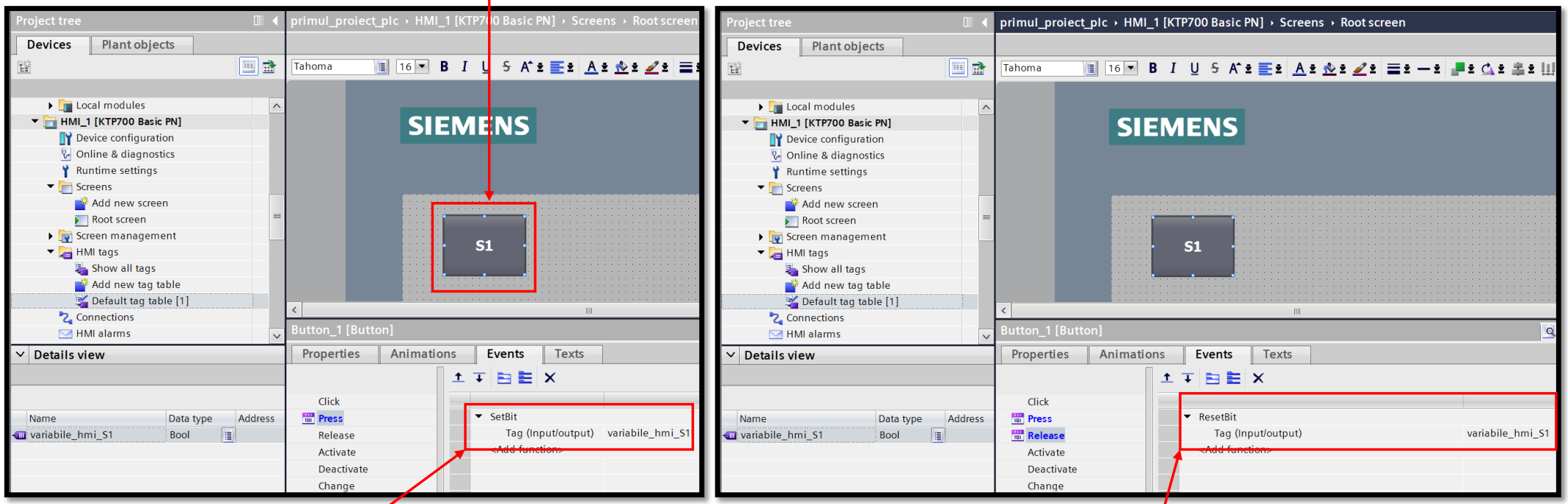
Adaugare DB





Controlul unei variabile digitale

Buton cu revenire

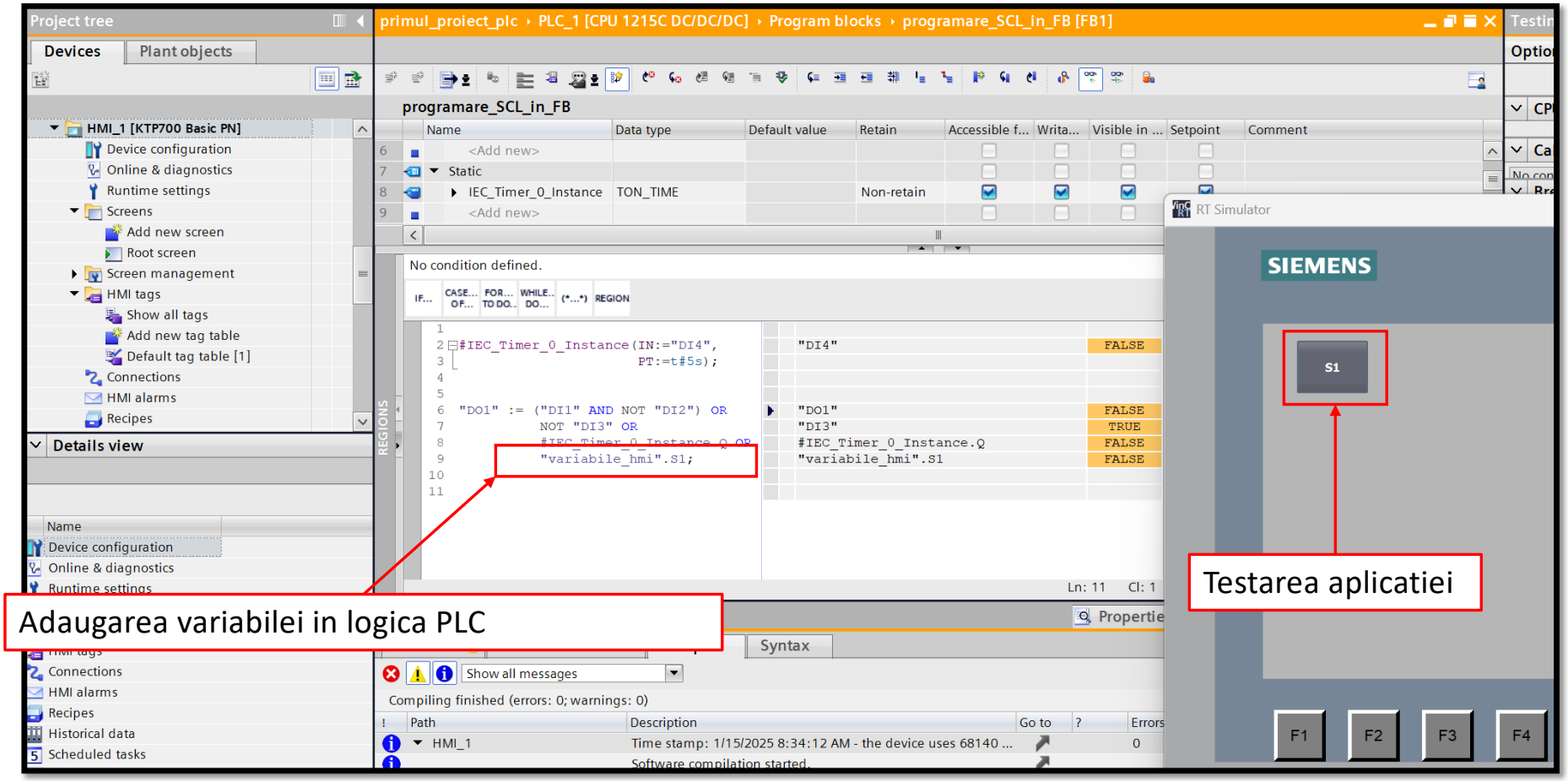


Eveniment “Press” pentru setarea variabilei bool

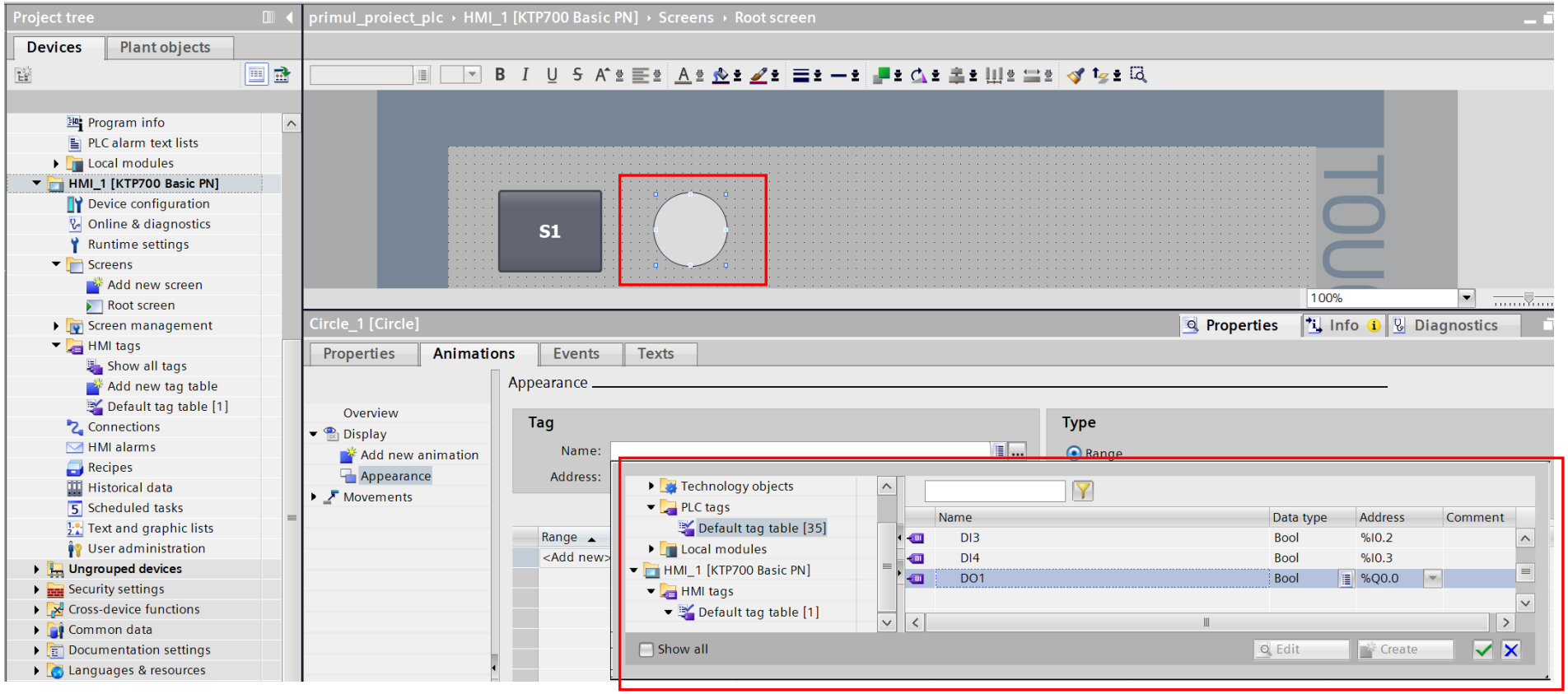
Eveniment “Press” pentru resetarea variabilei bool

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

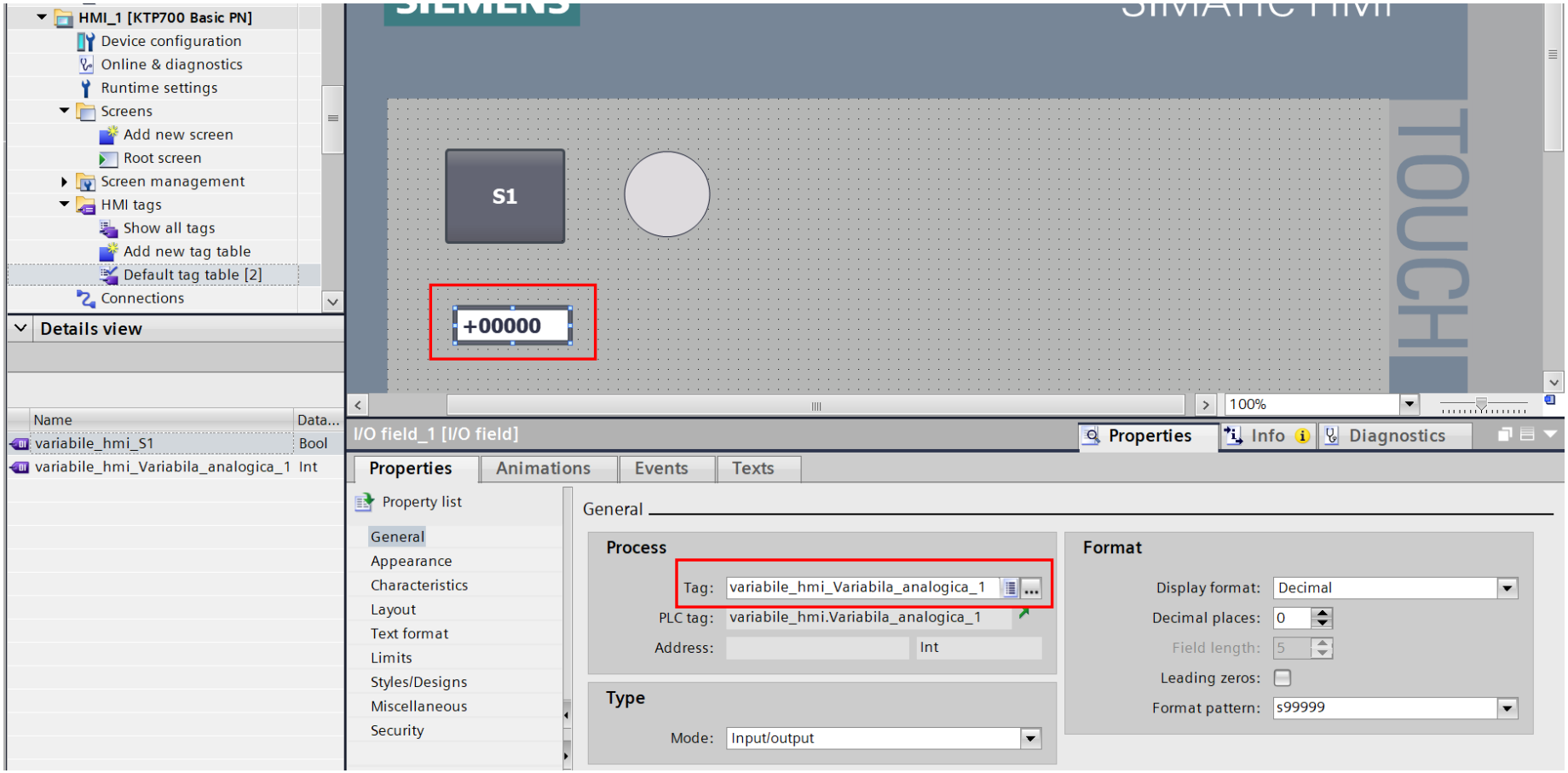
Controlul unei variabile digitale



Afisarea unei variabile digitale

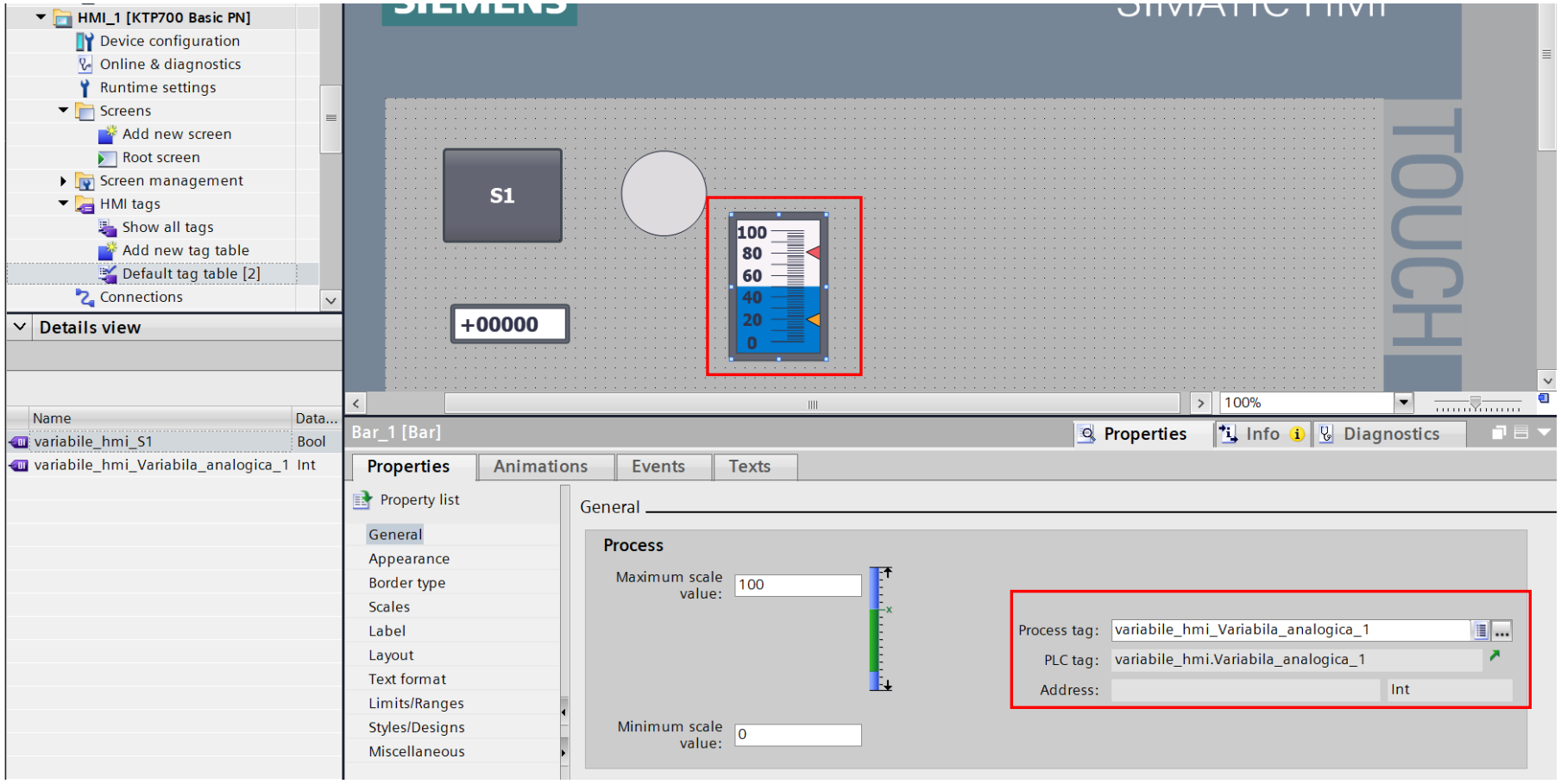


Controlul unei variabile analogice



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

Afisarea unei variabile analogice



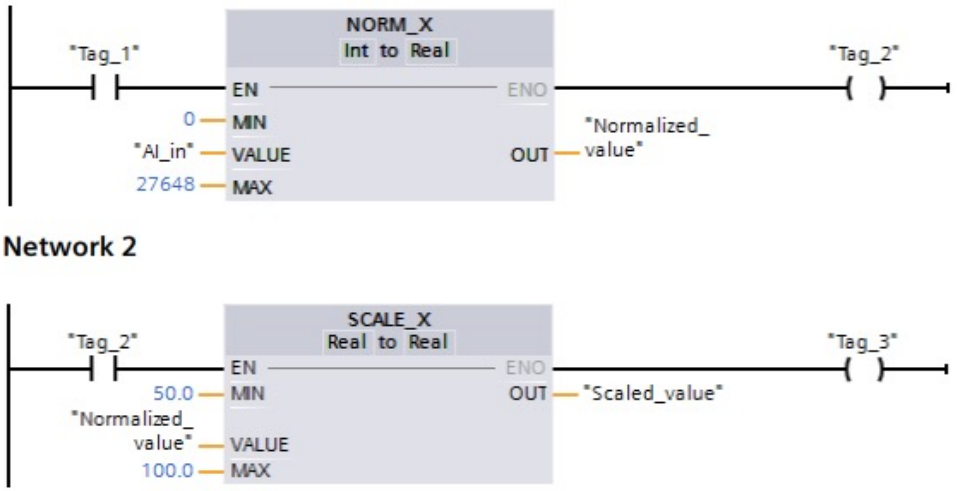
Primul program: Extindere

- Gestionarea ecranelor HMI folosind butoanele fizice
- Adaugarea unei alarme digitale generata de intrarea digitala 5
- Limitarea valorii de input pentru “variabila_analogica_1”
- Animatia schimbarea vizibilitatii unui obiect
- Deplasarea unui obiect grafic pe ecranul HMI

Primul program: Extindere

- Gestionarea unei intrari analogice (0-27548)

Analog input value	Engineering units
0	50 °C
6192	62.5 °C
12384	75 °C
18576	87.5 °C
27648	100 °C



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

Studiu de caz

Modelarea unei aplicații de automatizare cu ajutorul diagramelor de stare

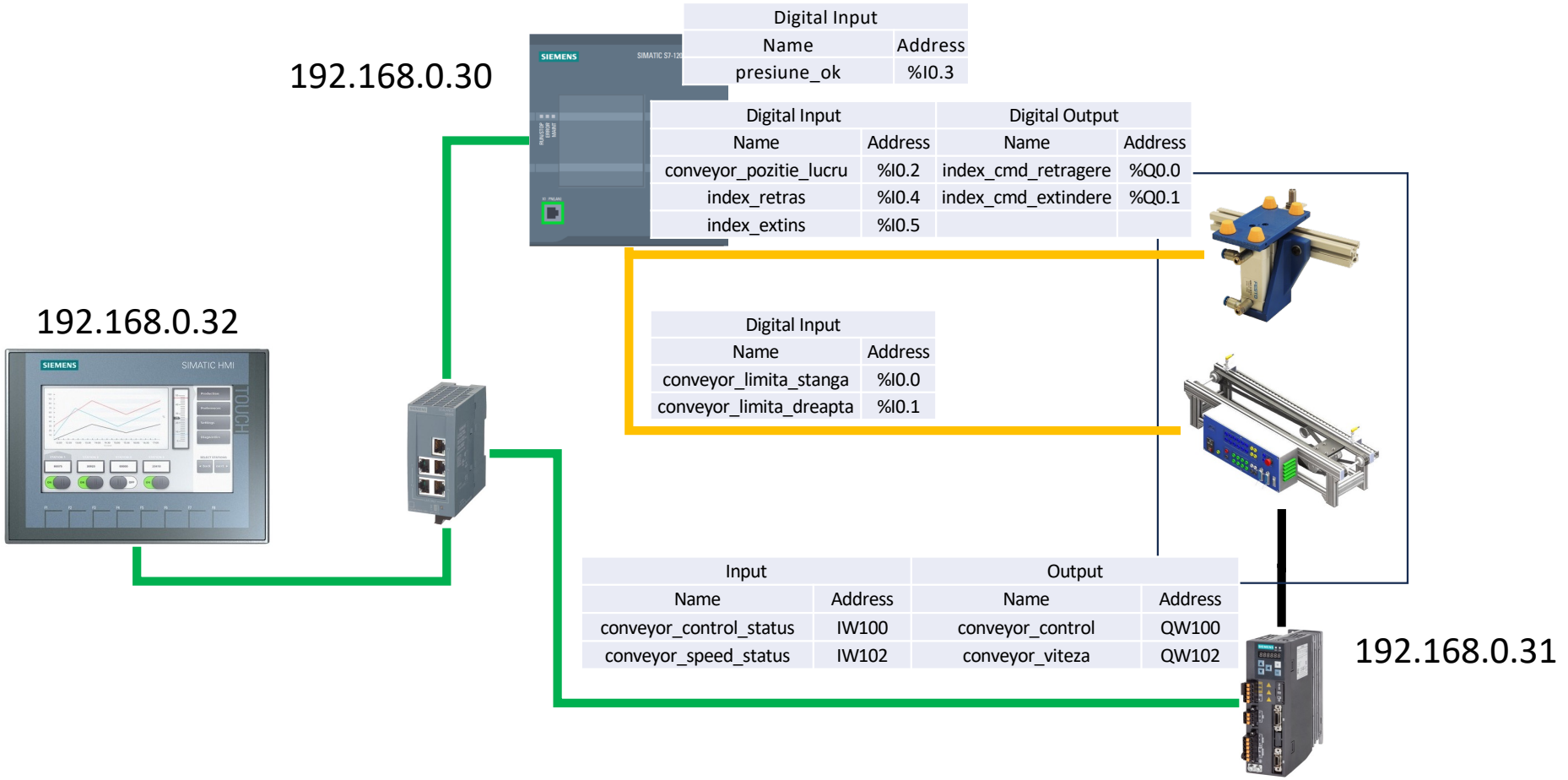
Implementarea unui program de conducere automat cu tehnologii Siemens

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

Materiale utilizate:

- PLC Siemens S7-1214C DC/DC/DC
- HMI Siemens KTP700
- Servodrive V90 cu servomotor 1FK6
- Cilindru pneumatic FESTO cu dublă acțiune
- Distribuitor pneumatic 5/2 bistabil pentru comanda cilindrului
- Senzori inductivi IFM pentru detecția poziției paletei pe conveyor
- Senzori de poziție pentru cilindrul pneumatic
- Piesă de lucru
- TIA Portal

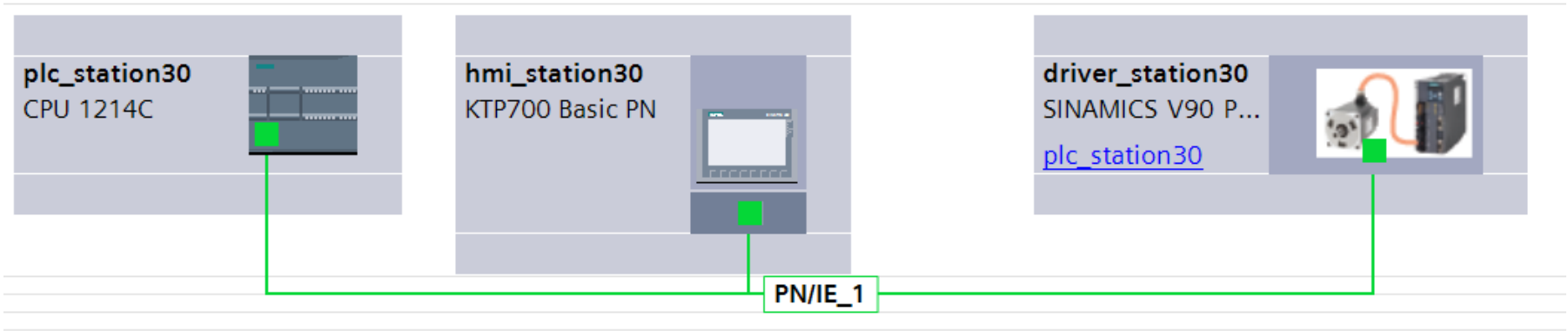
Materiale utilizate:



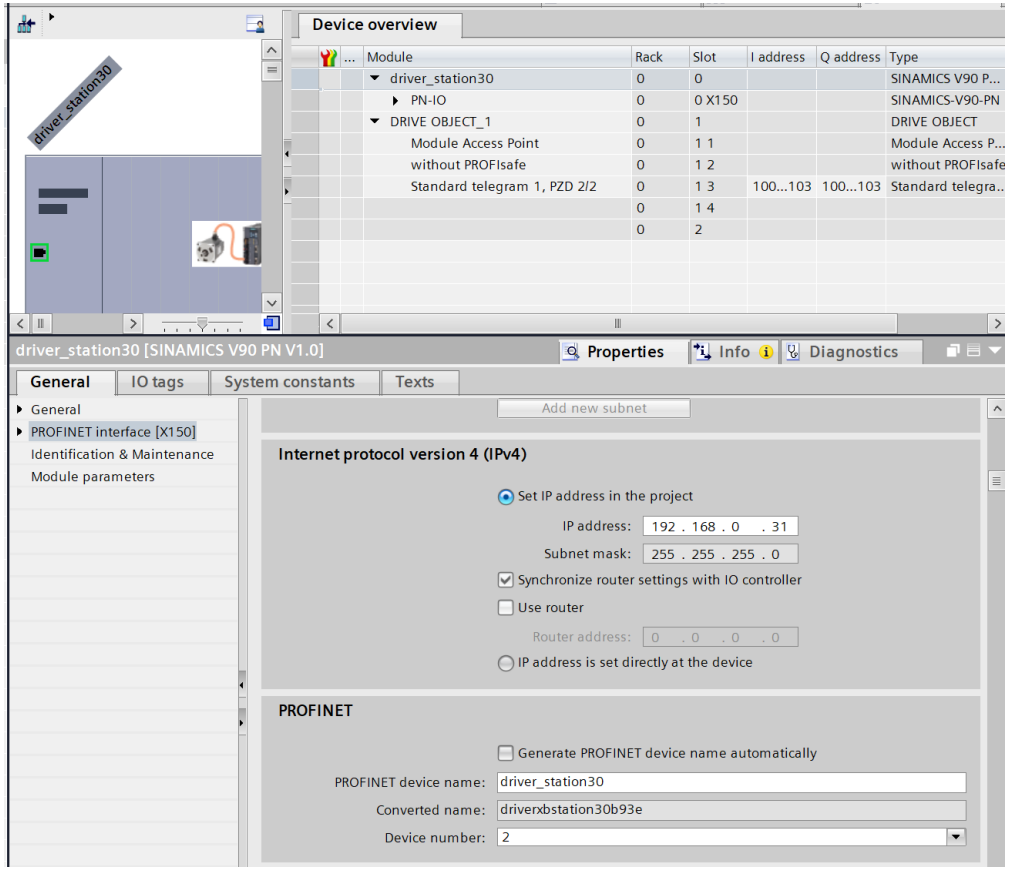
Descriere aplicație

- La apăsarea butonului “Start” de pe HMI piesa trebuie deplasata spre limita din stânga a conveyor-ului
- Atunci când piesa a ajuns la limita din stânga, conveyor-ului se oprește si sta oprit pentru 2 secunde
- După 2 secunde piesa pornește spre poziția de lucru
- Atunci când piesa a ajuns la poziția de lucru, conveyor-ul se oprește si index-ul ridica piesa. Piesa sta ridicata 5 secunde
- După 5 secunde indexul se retrage
- Atunci când indexul este retras complet piesa este transportata spre limita din dreapta a conveyor-ului
- In orice stare a sistemului, la apăsarea butonului “Stop” conveyor-ul se oprește si indexul se retrage

Configuratie hardware



Configuratie driver



PLC tags

		Name	Tag table	Data type	Address
1		conveyor_control	Default tag table	Word	%QW100
2		conveyor_speed	Default tag table	Word	%QW102
3		conveyor_control_status	Default tag table	Word	%IW100
4		conveyor_speed_status	Default tag table	Word	%IW102

Driver: Telegrama 1

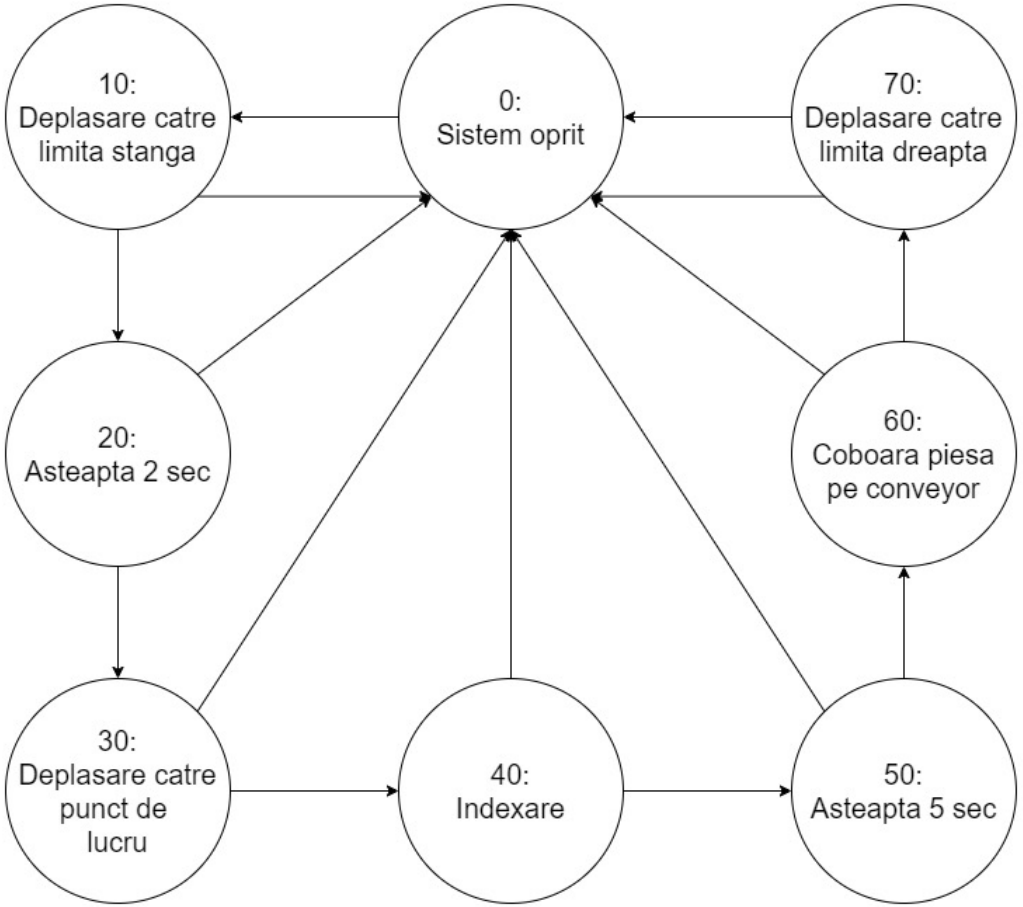
Control Word																
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
					PLC Control			Ack	Enable setpoint	Continue	Op condition	Enable	OFF3	OFF2	OFF1	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	**16#047E**
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	**16#047F**

Speed SetPoint Word															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
- 16384 ... 16384 (-100 % ... 100 %)															

Feedback Word															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
No Alarm	Dir	Overtemp	Brake	Lim reached	f/n	Control requested	Run	Alarm	Sw ON Inhibited	OFF3 act	OFF2 act	Fault	Op enabled	Ready	Servo On
1 = No alarm, thermal overload, power unit	1 = Motor rotates forwards	1 = No motor overtemperature alarm	1 = Open the holding brake	0 = I, M, or P limit reached	1 = target position reached	1 = Control requested	1 = Following error in range	1 = Alarm present	1 = Switching on inhibited active	1 = No fast stop active (OFF3 inactive)	1 = No coast down active (OFF2 inactive)	1 = Fault present	1 = Operation enabled	1 = Ready for operation	1 = Ready for power up

Actual Speed Word															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
- 16384 .. 16384 (-100 % ... 100 %)															

Modelare aplicație



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

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!