

## COMANDA SI CONTROLUL CU PLC AL UNEI PLATFORME ELECTRO-PNEUMATICE

MARINESCU Daniel<sup>1</sup>, ZAPCIU Aurelian<sup>2</sup>

Conducător științific: Conf.dr.ing. Tiberiu DOBRESCU

**REZUMAT:** Platforma electro-pneumatica a fost conceputa pentru a fi un instrument de invatare pentru studentii aflati in anii III si IV ai ciclului de licenta si pentru masteranzi, acoperind o gama larga de specializari ingineresti, printre care mecatronica, pneumatica, electrica si electronica, logistica, etc.

Platforma asambleaza 3 componente cu dimensiuni si caracteristici (culoare) variabile. Pentru comanda automatelor programabile care sa permita realizarea fluxului de asamblare au fost utilizate o serie de programe software apartinand suitei CX-One dezvoltata de firma japoneza OMRON.

**CUVINTE CHEIE:** comanda, control industrial, automat programabil, pneumatica.

### 1 INTRODUCERE

Lucrarea de fata prezinta cateva dintre aspectele luate in considerare la realizarea partii de comanda si control a platformei electro-pneumatice. Se vor prezenta optiunile avute in vedere, analiza acestora si modul de implementare.

### 2 STADIUL ACTUAL

Festo Didactic este un leader mondial in ceea ce priveste educatia de baza si specializata in industrie. Ca un furnizor de servicii de dezvoltare profesionala in domeniul proceselor de fabricatie si al automatizarilor de proces, serviciile oferite de Festo Didactic variaza de la echipamente educationale pentru institutii de invatamant superior, pana la oferirea de training si consultanta pentru companiile producatoare din industrie.

Sistemul de invatare Festo Didactic pentru automatizari (Festo Didactic Learning System for Automation) este creat pentru a satisface un numar de diferite cerinte vocationale si de specializare. Sistemele si statiile de lucru din Sistemul de Productie Modular (Modular Production System – MPS) faciliteaza specializarea orientata spre industrie iar echipamentele hardware consta in componente industriale potrivite activitatilor didactice.

Unul dintre produsele acestei firme este echipamentul Statie de asamblare (Assembly station) – fig.2.1. Printre activitatile ce se pot invata prin lucrul cu acest produs se numara:

- Planificarea
- Asamblarea
- Programarea
- Operarea
- Intretinerea

- Gasirea punctelor slabe si optimizarea

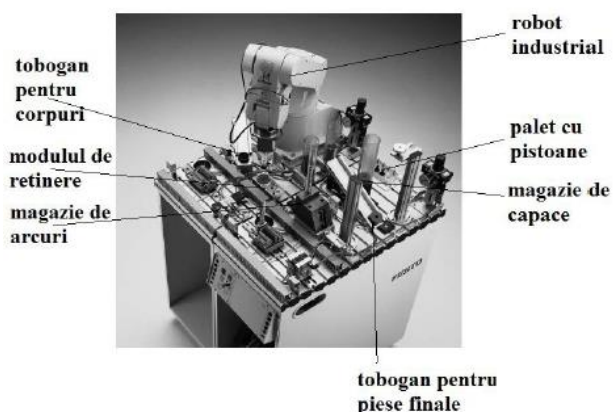


Fig. 2.1 Statia de asamblare+robot produse de Festo

Competente deprinse in urma lucrului cu Statia de Asamblare + Robot.

- Mecanica – structura mecanica a statiei;
- Sensori – folosirea corecta a senzorilor;
- Robotica
  - o Domeniile de aplicare ale RI
  - o Notiuni fundamentale de robotica
  - o Terminologie folosita in robotica
  - o Programarea robotilor industriali
- Tehnologia proceselor de asamblare
  - o Introducerea si aplicarea tehnologiilor automate de asamblare
  - o Planificarea unei statii de asamblare

<sup>1</sup> Specializarea Managementul Intreprinderilor Industriale Virtuale, Facultatea IMST;

<sup>2</sup> Specializarea Managementul Intreprinderilor Industriale Virtuale, Facultatea IMST.

E-mail: [aurelianzapciu@yahoo.com](mailto:aurelianzapciu@yahoo.com);

### 3 PLATFORMA ELECTRO-PNEUMATICA

#### 3.1 Generalitati

Platforma electro-pneumatica (fig. 3.1) a fost conceputa pentru a fi un instrument de invatare pentru studentii aflati in anii III si IV ai ciclului de licenta si pentru masteranzi, acoperind o gama larga de specializari ingineresti, printre care mecatronica, pneumatica, electrica si electronica, logistica, etc.



Fig. 3.1 Platforma electro-pneumatica

Din punct de vedere al componentelor, sunt folosite componente industriale, sistemul fiind proiectat pentru a realiza asamblarea unui ansamblu format din carcasa, piston si capac.

Dintre subsistemele componente, amintim: conveyer actionat cu motor electric pas cu pas, dotat cu sisteme de ghidare si de pozitionare a componentelor in timpul procesului de asamblare, manipulator pneumatic cu vacuum, cu 2 axe de translatie, magazii gravitationale cu alimentare pneumatica, manipulator electric cu 3 axe comandate numeric si actionate cu motoare electrice pas cu pas, dotat cu gripper pneumatic, sistem de stocare pneumatic, sisteme de preparare si alimentare cu aer comprimat, sisteme electrice, de comanda, control si monitorizare.

#### 3.2 Sistemul de comanda si control

Pentru comanda si controlul platformei au fost utilizate doua automate programabile OMRON:

- CP1E-N40DT1-D, PLC cu 24 porturi de intrare, 16 porturi de iesire, dintre care 2 porturi de iesire rapida pentru controlul motoarelor pas cu pas
- CP1E-N20DT1-D, PLC cu 12 porturi de intrare, 8 porturi de iesire, dintre care 2 porturi de iesire rapida

Automatele programabile au fost dimensionate pentru a putea realiza comanda componentelor: 2 senzori fotoelectrici cu difuzie, 2 senzori inductivi, 11 senzori electromagnetici, 6 senzori electromecanici, 7 motoare pneumatice liniare, 1

motor pneumatic rotativ, 1 gripper pneumatic, 1 pompa de vacuum si 4 motoare electrice pas cu pas.

Pentru actionarea componentelor pneumatice sunt comandate prin intermediul automatelor programabile un numar de 7 distribuitoare pneumatice cu un solenoid si de 3 distribuitoare pneumatice cu doi solenoidi.

Pentru actionarea cu motoare electrice pas cu pas a conveyerului si a axelor manipulatorului electric sunt comandate prin intermediul automatelor programabile 4 drive-uri pentru motoare pas cu pas.

#### 3.3 Realizarea conexiunii dintre automatele programabile

##### 3.3.1 Comunicatia de tip Host Link

Comunicatia de tip Host Link permite unui computer server sa monitorizeze starea automatelor programabile si zona de memorie a acestora si sa comunice cu toate automatele programabile din sistem.

Pentru fiecare automat programabil este necesara o unitate de tip Host Link. Un singur computer poate fi folosit ca server pentru un sistem de pana la 32 de automate programabile.

##### a) Sistem Host Link cu automate programabile dispuse in serie.

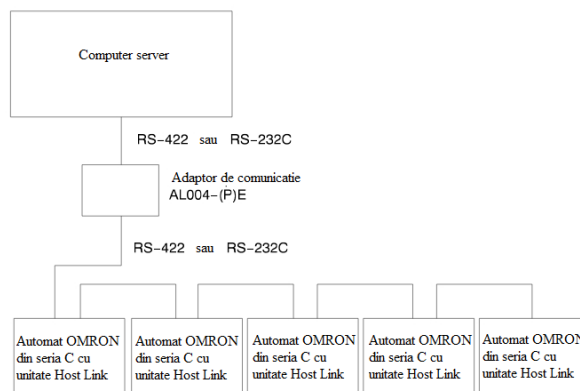


Fig. 3.2 Conexiune Host Link cu PLC in serie

b) Sistem Host Link cu automate programabile dispuse in paralel

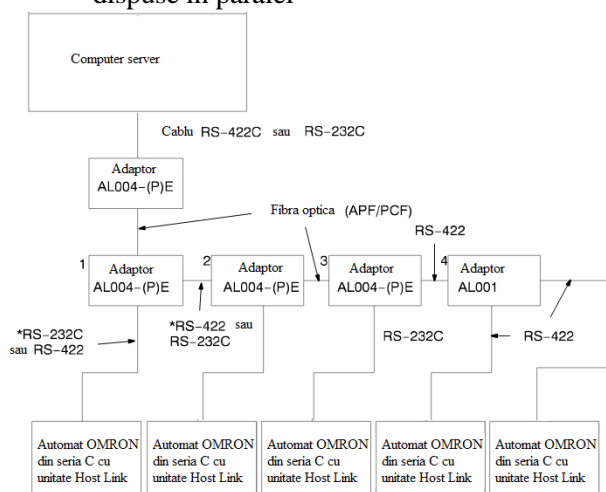


Fig. 3.3 Conexiune Host Link cu PLC in paralel

la 8 automate programabile cu functie de Slave

3.3.3 Comunicatie seriala computer – automat programabil (Modbus)

Modbus este un protocol de comunicatie seriala dezvoltat de firma Modicon in 1979 (actuala Schneider Electric) pentru comanda automatelor programabile. Protocolul Modbus permite comunicatia intre multe dispozitive conectate la aceeași rețea și este de obicei utilizat in sisteme SCADA. Prin protocolul Modbus, fiecare dispozitiv din sistem primeste o adresa de identificare unica, iar computerul poate efectua operatii asupra memoriei automatului programabil controlat.

3.3.4 Comunicatie directa, prin semnale.

In cazul comunicatiei prin semnale, automatele programabile folosesc conexiuni intre porturile de intrare și cele de iesire. Semnificatia semnalelor este stabilita in programul de comanda.

3.3.2 Comunicatie tip PC Link

Protocolul PC Link foloseste unul dintre automatele programabile drept unitate de comanda și nu are nevoie de un computer care să funcționeze ca server pentru sistemul creat. Automatele programabile integrate intr-un sistem de tip PC Link pun in comun o zona de memorie prin care se realizeaza schimbul de date.

a) Comunicatia 1:1 (fig. 3.4) leaga doua automate programabile prin conexiune seriala RS 232 sau RS 422. Unul dintre automate indeplineste functia de Master, iar cel de-al doilea are functie de Slave.

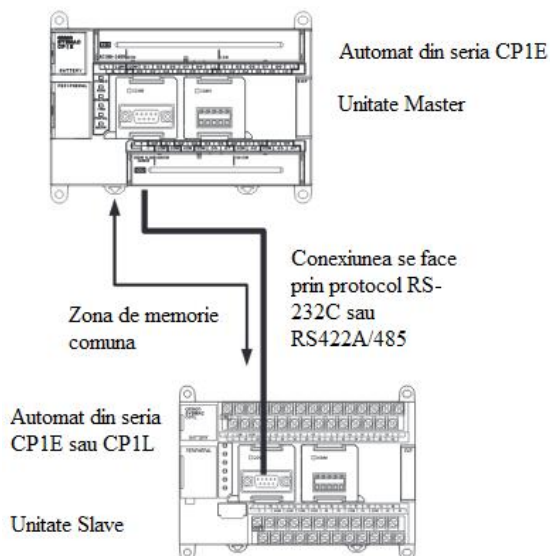


Fig. 3.4 Conexiune PC Link 1:1

b) Comunicatia 1:N leaga un automat programabil cu functie de Master cu pana

Avantajul acestei metode este ca permite comunicarea intre un numar nelimitat de automate programabile fara a avea nevoie de elemente suplimentare (adaptoare, computer, module de comunicatie etc.)

Dezavantajul major este ca acest tip de comunicatie nu contine functiile specifice protocolelor de comunicatie dedicate (in special functia de confirmare) și ca transferul este limitat la date de tip binar.

Schema de conectare a porturilor de intrare / iesire pentru trei automate programabile utilizate la comanda platformelor este ilustrata in fig. 3.5:

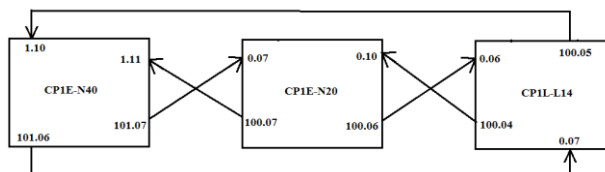


Fig.3.5 modul de conectare intrari-iesiri pentru comunicatia automatelor programabile.

Pentru ca acest tip de comunicatie sa funcționeze este necesara definirea in cadrul programului de comanda a unor structuri de emisie/receptie.

4 REALIZAREA PROGRAMULUI DE COMANDA

4.1 Generalitati

Pentru comanda platformei electro-pneumatice s-au realizat un numar de programe de comanda in interfata CX-Programmer, specifica comenzii

automatelor programabile OMRON. S-au realizat atat programe pentru controlul automat al fluxului de asamblare (cate un program pentru fiecare automat programabil utilizat), cat si programe pentru controlul manual al componentelor si programe pentru testarea axelor actionate cu motoare pas cu pas.

Programele de pe automate diferite comunica intre ele prin interfata PC Link 1:1 descrisa in capitolul anterior.

#### 4.2 Identificarea componentelor de asamblat

Intrucat componentele de asamblat variaza ca dimensiuni si culoare (fig. 4.1), este necesara identificarea lor de catre sistem pentru a se asigura asamblarea componentelor corespunzatoare.



Fig. 4.1 Exemple de tipo-dimensiuni ale componentelor asamblate

Pentru realizarea identificarii, atat in cazul carcaselor cat si acela al pistoanelor, este folosit un semnal compus a doi senzori, unul fotoelectric si unul inductiv (fig 4.2).



Fig. 4.2 Senzor inductiv (stanga) si senzor fotoelectric (dreapta), folositi la identificarea carcaselor

In momentul in care un obiect activeaza senzorul inductiv, se asteapta semnalul de la senzorul fotoelectric pentru a confirma daca obiectul detectat este de culoare alba sau neagra (fig. 4.3). In functie de rezultatul identificarii, sistemul selecteaza anumiti parametri privind urmatoarea componenta care intra in fluxul de asamblare, locul de depozitare, etc.

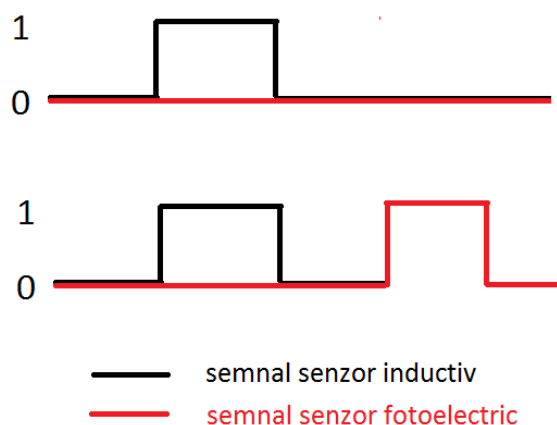


Fig. 4.3 Semnalele senzorilor in cazul unei carcase negre (sus) si al unei carcase albe (jos)

#### 4.3 Comanda motoarelor electrice pas cu pas cu PLC

Daca se doreste actionarea motoarelor pas cu pas cu acceleratie si deceleratie, se poate utiliza instructiunea PLS2(887) (fig 4.4).

PLS2(887)	
P	P-port iesire
M	M-mod iesire
S	S-tabel de setari (primul cuvânt)
F	F-frecventa start (primul cuvânt)

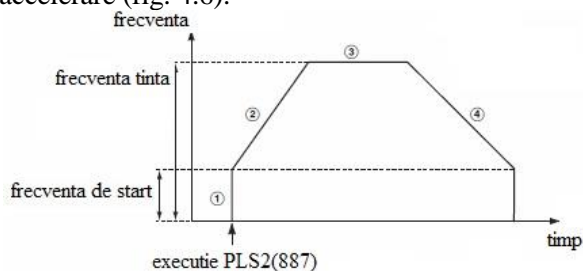
Fig. 4.4 Instructiunea de generare a pulsurilor pentru comanda motoarelor pas cu pas

Tabelul de setari contine rata de acceleratie, rata de deceleratie, frecventa tinta (maxima), numarul de pulsuri (fig. 4.5).

D100	01F4	— Rata de accelerare (Hz / 4ms)
D101	00FA	— Rata de decelerare (Hz / 4ms)
D102	C350	— Frecventa tinta (Hz)
D103	0000	
D104	86A0	— Numar de pulsuri
D105	0001	
D110	00C8	— Frecventa de start (Hz)
D111	0000	

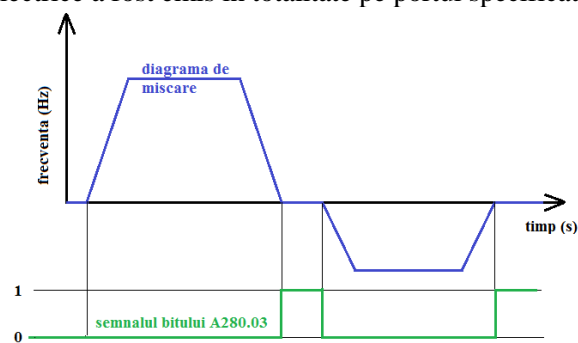
Fig. 4.5. Exemplu tabel setari pentru PLS2(887).

La executia instructiunii PLS2(887), automatul programabil incepe sa emita impulsuri pe portul P, cu o frecventa egala cu frecventa de start. Frecventa creste o data la 4ms cu valoarea specificata la rata de accelerare (fig. 4.6).



**Fig. 4.6 Exemplu de diagrama de miscare in urma executarii instructiunii PLS2(887)**

Pentru realizarea secventelor compuse din mai multe miscari, s-a apelat la bitul intern din zona auxiliara de memorie, A280.03. Acest bit este activat atunci cand numarul de impulsuri definit prin instructiunile caracteristice actionarii motoarelor electrice a fost emis in totalitate pe portul specificat.



**Fig. 4.7 graficul bitului A280.03**

## 5 REALIZAREA PROGRAMULUI DE MONITORIZARE

### 5.1 Generalitati SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) reprezinta un tip de sistem industrial de control. Sistemele industriale de control sunt sisteme controlate de catre computer care monitorizeaza si controleaza procese industriale care exista in lumea reala. Sistemele SCADA se disting din punct de vedere istoric de alte sisteme industriale de control ca fiind procese la scara mare care includ locatii multiple si distante mari. Aceste procese includ procese industriale, de infrastructura sau spatii si incinte publice.

Sistemele SCADA:

- aduna informatii de la locatia procesului industrial
- transfera informatiile intr-o locatie centrala, unde acestea sunt analizate

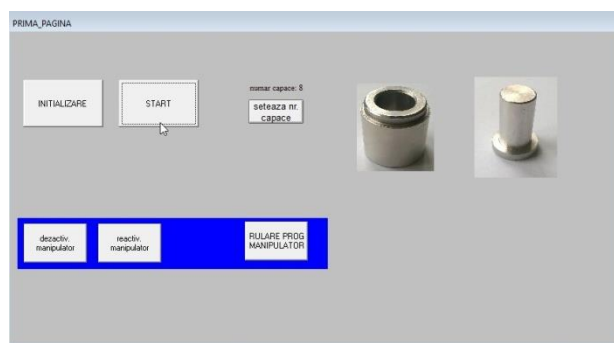
- informatiile rezultate sunt afisate intr-o maniera logica si organizata.

Complexitatea sistemelor SCADA variaza intr-o gama larga, de la sisteme simple (monitorizarea temperaturii intr-o incinta) pana la sisteme foarte complexe (monitorizarea intregii activitati a unei uzine).

### 5.2 Aplicatiile realizate pentru platforma electro-pneumatica

In cazul de fata, a fost realizata o aplicatie SCADA care sa monitorizeze si controleze platforma electro-pneumatica (fig. 5.1). S-au avut in vedere anumite aspecte:

- afisarea in timp real a situatiei obiectelor identificate in cadrul fluxului de asamblare
- monitorizarea si controlul manipulatorului electric in functie de
- comunicarea cu celelalte programe software folosite la comanda



**Fig. 5.1 Aplicatie SCADA pentru monitorizare si control automat al platformei electro-pneumatice**

Intrucat automatele programabile care comanda platforma pneumatica, precum si programul software folosit la realizarea programului de comanda a acestora (CX-Programmer) sunt produse de firma OMRON, pentru realizarea aplicatiei de monitorizare a fost utilizata tot solutia OMRON, si anume, CX Supervisor.

CX Supervisor da posibilitatea creerii unei aplicatii de tip multi-pagina, permitand comutarea intre diferite pagini. Programul permite atat configurarea functionalitatii aplicatiei, cat si configurarea aspectului acesteia.

O alta aplicatie realizata permite controlul manual la distanta al componentelor pneumatice. (fig. 5.2)

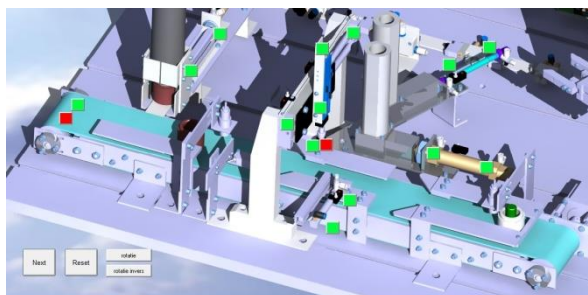


Fig. 5.2 Aplicatie pentru controlul manual al componentelor pneumatice

### 5.3 Conectarea aplicatiei SCADA la automatul programabil

Pentru citirea si monitorizarea semnalelor din automatul programabil se realizeaza corespondenta dintre semnalul unui senzor sau bit intern din AP si un punct de tip intreg din interfata SCADA (fig. 5.3).

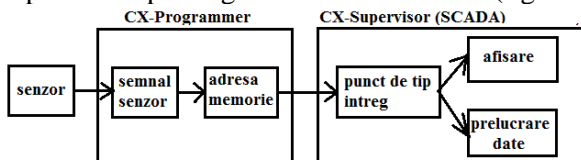


Fig. 5.3 Citirea datelor din automatul programabil.

Datele citite din automatul programabil pot fi ulterior prelucrate sau afisate ca atare.

Corespondenta se face prin intermediul unei adrese de memorie, in doua etape:

- a) Realizarea in CX-Programmer a corespondentei dintre semnalul unui senzor conectat la AP si o adresa din zona de memorie (fig. 5.4)

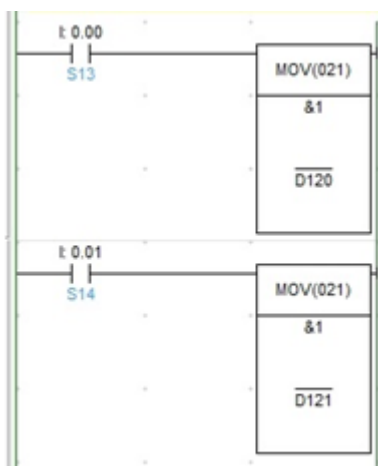


Fig. 5.4. Schema de tip ladder din CX-Supervisor care realizeaza corespondenta dintre semnalele senzorilor S13 si S14 si adresele de memorie D120, D121

- b) Realizarea in CX-Supervisor a corespondentei dintre adresa din zona de memorie a AP si un punct intern de intrare de tip intreg. (fig 5.5) Punctele de intrare de legatura cu AP (PLC Input) sunt reactualizate automat la intervale de 50 ms.

SWeekDayName	Text	System	
SWeekOfYear	Integer	System	
SYear	Integer	System	
deactiv_manipulator	Integer	PLC Output	CP1EN40[D41]
initializare	Integer	PLC Output	CP1EN40[D10]
nr_capac	Integer	PLC Output	CP1EN40[D30]
rulare_manipulator	Integer	PLC Output	CP1EN40[D42]
start	Integer	PLC Output	CP1EN40[D11]
tip_carcasa	Integer	PLC Input	CP1EN40[D99]
tip_carcasa_scada	Integer	Memory	
tip_piston	Integer	PLC Input	CP1EN40[D97]
tip_piston_scada	Integer	Memory	
trigger_capac	Integer	PLC Input	CP1EN40[D39]
trigger_carcasa	Integer	PLC Input	CP1EN40[D98]
triggerer_piston	Integer	PLC Input	CP1EN40[D96]

Fig. 5.5 Variabile de intrare si adresele de memorie corespunzatoare

Pentru scrierea datelor si controlul automatului programabil din interfata SCADA, accesarea datelor si zonelor de memorie se face in ordine inversa fata de ordinea din procesul de monitorizare. (fig.5.6)

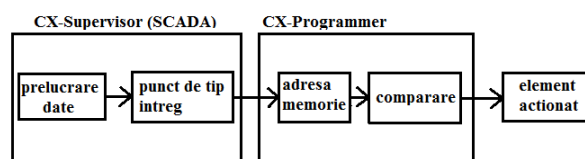


Fig. 5.6. Scrierea datelor in automatul programabil

Datele scrise in memoria AP pot fi predefinite sau pot fi obtinute prin prelucrarea datelor de intrare.

Controlul automatului, la fel ca si monitorizarea, se face in doua etape:

- a) Definirea in CX-Supervisor a corespondentei dintre un punct de iesire de tip intreg si adresa din zona de memorie a automatului programabil. Actualizarea datelor din adresele de memorie se face in mod automat, ori de cate ori punctul de iesire de tip intreg isi modifica valoarea.
- b) Compararea in CX-Programmer a valorilor din adresele de memorie ale AP cu o valoare predefinita (de cele mai multe ori egala cu 1). In functie de rezultatul comparatiei, se executa sau nu instructiunile urmatoare (fig 5.7).

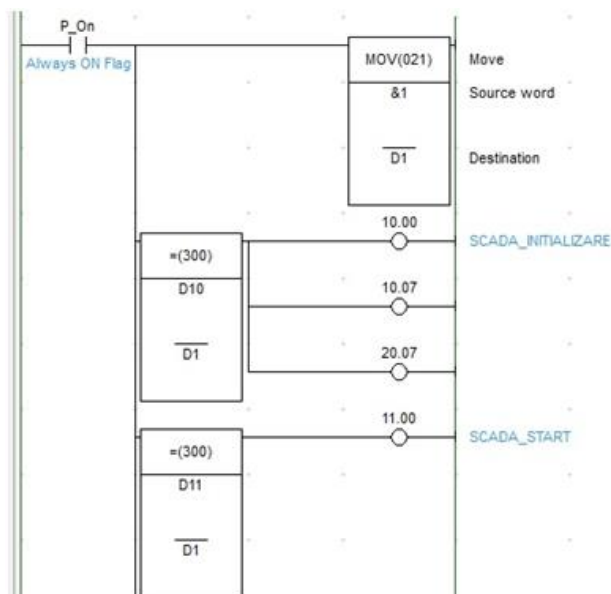


Fig. 5.7 Compararea valorilor provenite din SCADA (D10, D11) cu o valoare predefinita (D1 = 1)

#### 5.4 Exemple de secvențe monitorizate sau controlate prin intermediul SCADA

Un exemplu de monitorizare prin intermediul SCADA este afișarea în timp real a reperelor detectate în sistem. Astfel, interfața SCADA afișează pe ecran ultima carcasa sau ultimul piston identificat cu succes prin intermediul senzorilor montați pe platforma electro-pneumatică (fig.5.8).

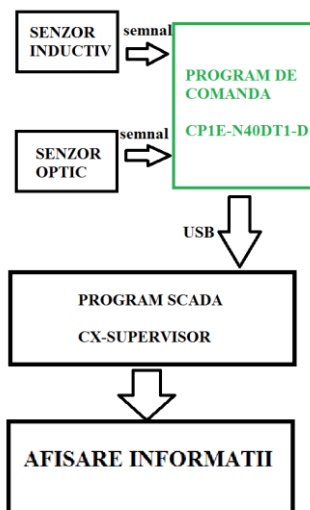


Fig. 5.8. Fluxul de date la monitorizarea unui tip de obiect

În cazul platformei electro-pneumatice, manipulatorul electric trebuie să preia capace dintr-o magazie gravitațională de tip stivă, al cărei conținut nu este monitorizat. Prin urmare, numărul de capace care se află în magazie trebuie introdus în programul SCADA de către utilizator iar manipulatorul electric se va deplasa în funcție de aceste date. Schema fluxului de date pentru controlul manipulatorului

electric în cadrul operației de preluare a capacelor se regăsește în fig 5.9.

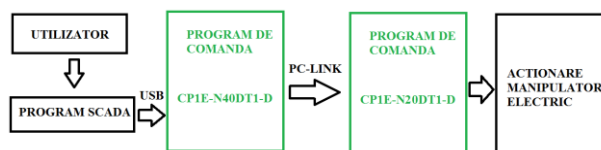


Fig. 5.9 Fluxul de date pentru controlul manipulatorului electric pentru preluarea capacelor

## 6 CONCLUZII

În urma activităților de cercetare, proiectare și producție desfășurate în laboratorul CF-001 Logistica Industrială, al Facultății de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice din cadrul Universității Politehnice din București a fost realizată o platformă electro-pneumatică cu componente industriale și funcție educativă.

Această platformă include elemente de pneumatică (motoare pneumatice, pompa de vacuum, sisteme de prehensiune, sistem de preparare al aerului), sisteme electrice și electronice (sisteme de monitorizare, sisteme de comandă și control (comandă cu automate programabile, monitorizare și control prin aplicații software).

Ca domenii de aplicabilitate, platforma electro-pneumatică poate funcționa ca suport desfășurarea cursurilor și laboratoarelor de:

- Pneumatică;
- Electrotehnică;
- Mecatronică;
- Logistică.

## 7 BIBLIOGRAFIE

- [1]. Aurelian Zapciu, *Lucrare de diplomă – platforma pneumatică educațională pentru asamblarea unui ansamblu de tip cilindru-piston*
- [2]. Festo Didactic, [www.festo-didactic.com](http://www.festo-didactic.com) Accesat la data: 11.05.2013
- [3]. OMRON, [industrial.omron.us](http://industrial.omron.us), Accesat la data: 01.04.2015