A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

SISTEM AUTOMAT DE SORTARE STICLE COLORATE

Steluţa ANGHELUŞ

AUTOMATIC SORTING COLORED BOTTLES

The paper deals with the pneumatic drive system which sorts bottles according to their color. In my study I used the method pneumatic drive system, the: mechatronics, pneumatic drive system sorting colored bottles, recycling, algorithms, controller, software, languages

Cuvinte cheie: mecatronică, sistem de acţionare pneumatic, sortare sticle colorate, recirculare, algoritmi, controler, programe, limbaje
Keywords: mechatronics, drive system pneumatic sorting colored bottles, recycling, algorithms, controller, software, languages

1. Introducere

Mecatronica este un domeniu transdisciplinar al ingineriei, o combinaţie sinergetică între mecanica de precizie, sistemele electronice de comandă şi SIMENS-FESTO technology (Siemens Simatic Step7-Cosimir PLC-FluidsimH/P).

2. Conținut tehnic

2.1 Locul şi rolul actuatorilor fluidici în sistemele mecatronice

Lucrarea tratează un sistem de acţionare pneumatic care sortează sticlele în funcţie de culoare, înainte de a fi trimise la topit

pentru recirculare. Din punct de vedere educaţional, respectiv din punct de vedere al tehnicii de cercetare privind studiul sistemului s-a abordat metoda: *studiul pe sistem simulat* (proces simulat, controler simulat, toate componentele sistemului sunt simulate – concept SIL - Software In the Loop – software în buclă). Sistemele mecatronice folosesc pentru realizarea funcţiei impuse energia electrică, hidraulică, pneumatică sau alte surse neconvenţionale. Actuatorii fluidici spre deosebire de actuatorii electrici au marele avantaj al generării simple a mişcării liniare. Acest avantaj coroborat cu densitatea mare de forţă explică utilizarea pe scară largă a sistemelor de acţionare hidraulică.

Proiectarea şi optimizarea funcţională a sistemelor mecatronice implică proceduri de modelare, identificare, sinteză, analiză şi testare a produselor. Tehnica digitală permite implementarea de algoritmi de control care conferă flexibilitate, adaptabilitate şi precizii sporite sistemelor.

2.2 Concepte utilizate în dezvoltarea aplicaţiilor

Metode de dezvoltare precum *Prototiparea Controlului (Control Prototyping), Software In the Loop (SIL), Hardware In the Loop (HIL*) sunt tot mai des utilizate în industrie în procesul de proiectare şi cercetare (în special în industria auto), ele permiţând dezvoltarea fazelor proiectării într-un mediu integrat, respectiv implementarea şi testarea rapidă a algoritmilor de control. Aceste metode implică o funcţionare în timp real a platformelor de proiectare, indiferent de configuraţia sistemului/procesului, atâta vreme cât se interacţionează cu sisteme reale. Echipamentele din dotarea autolaboratorului – platforma dSpace DS1104 – permit implementarea acestor metode moderne. Din punct de vedere educaţional, respectiv din punct de vedere al tehnicilor de cercetare, se identifică trei abordări privind studiul sistemelor:

- studiul pe sistem real (proces real, controler real; toate componentele sistemului sunt reale);
- studiul pe sistem simulat (proces simulat, controler simulat; toate componentele sistemului sunt simulate - concept SIL);
- studiul pe sistem parţial real - parţial simulat (hibrid - concept HIL).

În lucrare s-a abordat *un sistem de acţionare cu doi cilindrii pneumatici de translaţie şi un cilindru pneumatic de rotaţie*. *Pentru studiul sistemulu*i s-a folosit metoda: *studiul pe sistem simulat,* adică toate coponentele sistemului sunt simulate: proces simulat, controler

simulat (concept SIL-Software In the Loop-software în buclă). *Pentru realizarea sistemului* s-a utilizat tehnologia *SIMENS-FESTO* (Siemens Simatic Step7-Cosimir PLC-FluidsimH/P).

Legăturile bidirecţionale de date care favorizează comunicarea între cele trei medii sunt asigurate prin intermediul aplicaţiei ***EzOPC***, (server OPC). Comunicarea dintre medii se face simplu, selectând tipul de simulare dorit: ***S7 PLCSIM*** – este simulatorul integrat al mediului de dezvoltare ***Simatic STEP***. Funcţiile acestui simulator sunt:

- testarea programelor de control fără a fi necesară conectarea la un PLC real;
- vizualizarea şi modificarea variabilelor programului;
- rularea pas cu pas al algoritmului de control.

FluidSIM H/P – este un software pentru crearea, simularea şi studiul circuitelor electropneumatice, electrohidraulice şi digitale

2.3 Modelarea procesului în FluidSIM-P

FluidSIM poate oferi suport didactic, prin învăţare, educare şi vizualizare a elementelor pneumatice. Componentele pneumatice sunt explicate cu descrieri textuale, figuri şi animaţii care ilustrează principiile de bază, exerciţii şi filme educaţionale despre cât de importante sunt circuitele şi cât de importantă este folosirea componentelor pneumatice. Dezvoltatarea FluidSIM-ului include faze importante atât intuitive cât şi uşor accesibile ale interfaţei. Utilizatorul va învăţa repede să deseneze şi să simuleze circuite electro-pneumatice. În figura 2.1 este prezentată schema pneumatică a instalaţiei automate tehnologice de sortare sticle colorate şi schema electrică a sistemului.

2.3.1 Funcţionarea instalaţei pneumatice a sistemului

Partea pneumatică a instalaţei de sortare sticle colorate este compusă din următoarele: un actuator pneumatic de rotaţie simbolizat în schemă prin banda transportoare; banda este acţionată prin intermediul unui distribuitor de tip 3/2 monostabil cu revenire cu arc;

Doi actuatori pneumatici de translaţie simbolizaţi în schemă prin cilindrii pentru sticle albe şi sticle verzi; cei doi cilindrii sunt acţionaţi cu două distribuitoare de tip 5/2 monostabili cu revenire cu arc.

Schema pneumatică mai are în componenţă un compresor şi o staţie de tratare a aerului.

- 1B1, 1B2 - senzori capete de cursă actuator pentru sticle albe;
- 2B1, 2B2 – senzori capete de cursă actuator pentru sticle verzi;

- CU – senzor de culoare pentru identificarea culorii sticlei;
- PREZ – senzor de prezenţă sticlă;

Schema mai conţine şi blocurile de intrare-ieşire destinate transferului de informaţie dintre mediile FluidSIM şi STEP 7.

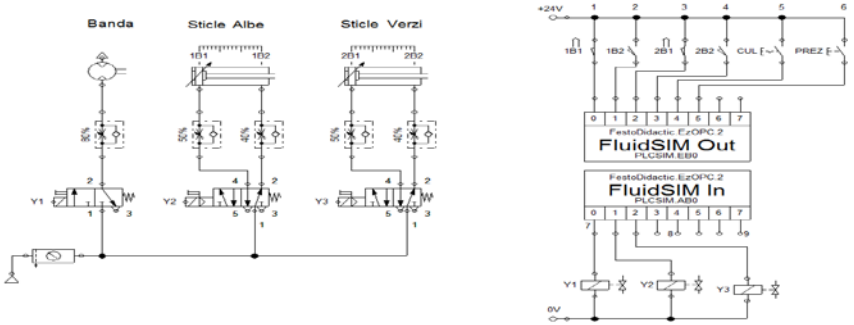


Fig. 2.1 Schema electro-pneumatică a procesului

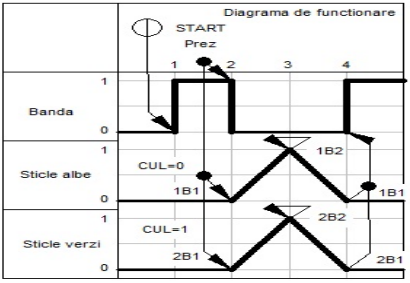
2.3.2 Funcţionarea schemei electrice a sistemului

În figura 2.1. este prezentată şi schema electrică a sistemului, care este alcătuită din următoarele componente:

- Butonul de pornire BSTART, aflat în stare iniţială în poziţia deschis;
- Contactele senzorilor de poziţie a pistoanelor cilindrilor 1B1, 2B1, în poziţia închis (pistoanele sunt retrase) şi 2B1, 2B2, în poziţia deschis (se vor închide când pistoanele sunt extinse);
- Bobinele valvelor electromagnetice ale cilindrilor Y1, Y2, Y3.

Contactele senzorilor sunt conectate la intrările PLC-ului astfel:
- pentru cilindrul 1 la intrările 1 şi 2;
- pentru cilindrul 2 la intrările 3 şi 4.

2.4 Ciclograma de funcţionare



La apăsarea butonului BSTART, porneşte banda transportoare cu sticlele colorate în ordine aleatoare. Când ajung în dreptul senzorului de prezenţă PREZ, banda transportoare se opreşte.

Fig. 2.2 Ciclograma de funcţionare

Pistoanele cilindrilor B1 şi B2 sunt retrase. Senzorul de culoare CUL, în funcţie de culoarea sticlei, decide care dintre cilindri va intra în acţiune. Dacă s-a detectat întâi o sticlă verde, acuatorul A2, pentru sticle verzi va executa o mişcare de avans, împingând sticla de pe bandă în containerul aferent, apoi cilindrul se retrage, senzorul 2B1 este activ, iar banda reporneşte (figura 2.2).

2.5 Programarea PLC-ului în STEP7

Tehnica de control a instalaţiei studiate a fost implementată în mediul STEP 7.

2.5.1 Limbajul de programare al sistemului

Pentru programarea funcţionării schemei sistemului se utilizează limbajul Ladder Diagram. În acest limbaj de programare grafic, contactele şi bobinele sunt legate într-o secvenţă logică cu ajutorul unor trasee grafice care sunt similare cu conductoarele de legătură din circuitele electrice. Programul este constituit din ramuri principale şi ramuri paralele, contacte normal deschise şi normal închise (corespunzătoare senzorilor), casete de instrucţiuni şi bobine (electrovalvele cilindrilor).

Pentru a uşura introducerea diagramei de tip Ladder s-a creat o listă de simboluri. Diagrama Ladder a procesului (figurile 2.3, a, b, c, d) a fost implementată în blocul OB1.

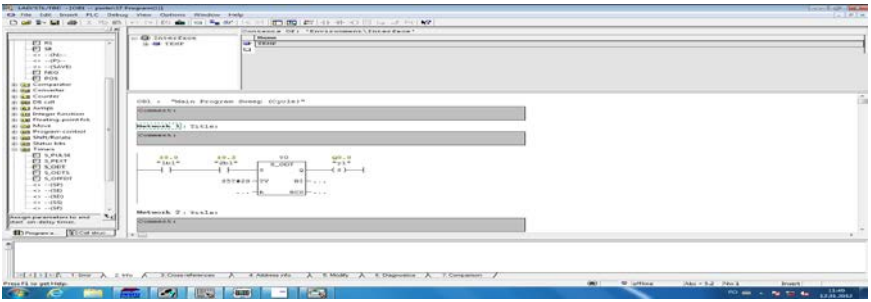


Fig. 2.3, a Diagrama LADDER

2.6 Testarea aplicaţiei

Configuraţie: Un PLC sistem simulat figura 2.4. permite controlul unui proces simulat prin intermediul unui PLC simulat.

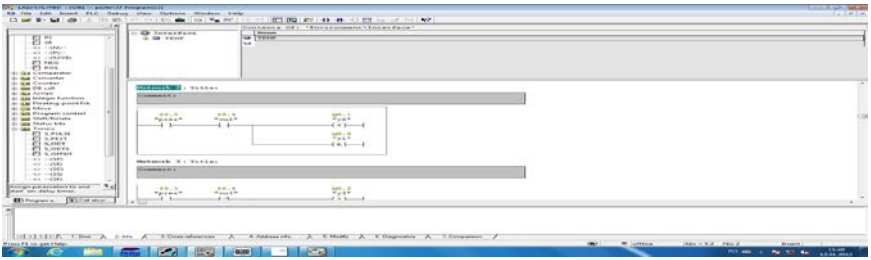


Fig. 2.3, b Diagrama LADDER

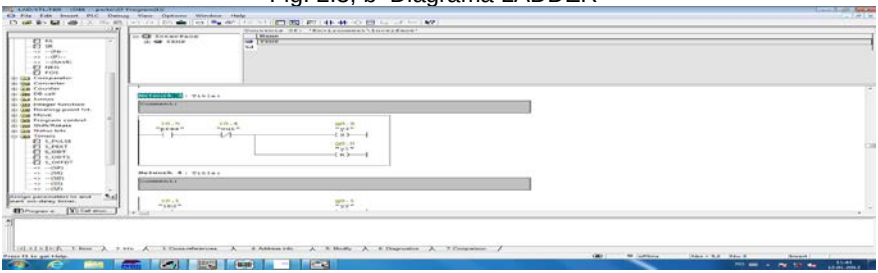


Fig. 2.3, c Diagrama LADDER

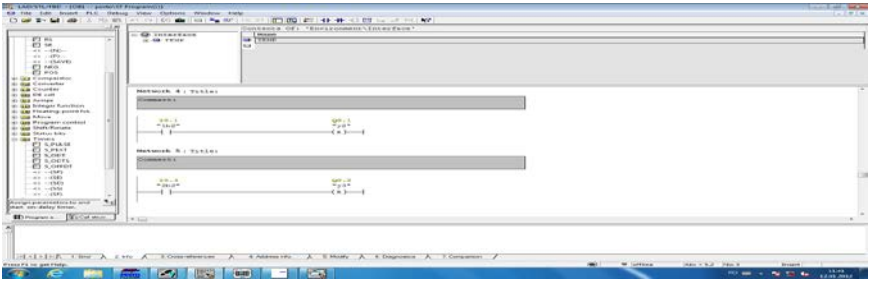


Fig. 2.3, d Diagrama LADDER

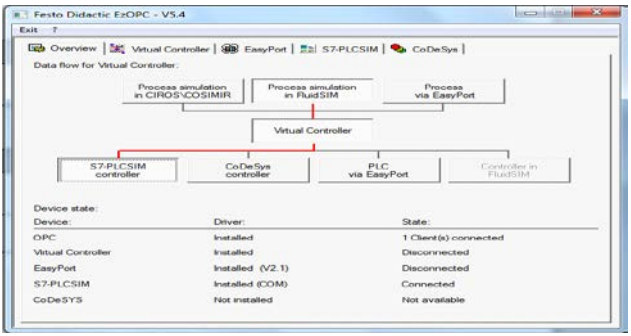


Fig. 2.4 Driver EZOPC de legătură între FLUISIM şi STEP7

Resurse software:
Driver EzOPC;
-Fluid SimP;
-Simatic Step7

Etape de configurare:- Se încarcă diagrama Leader în PLC-ul simulat; - se porneşte PLC-ul simulat (Run); se porneşte aplicaţia din FluidSim; - se testează întreg procesul conform paşilor.

În figura 2.5 este prezentat simulatorul S7-PLCSIM, în care a fost încărcată diagrama Ladder a blocului OB1.

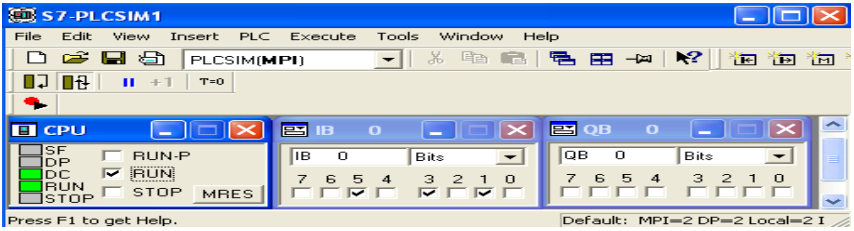


Fig. 2.5 Simulatorul S7-PLCSIM

După ce diagrama a fost încărcată, acesta a fost comutat pe poziţia de RUN. După ce PLC-ul virtual a pornit se rulează aplicaţia din FluidSIM-P. La început, există starea de repaus a benzii.

Poziţia iniţială a sistemului se poate observa în figura 2.6, a. Banda transportoare este pornită, iar sticlele colorate vin pe bandă în mod aleatoriu.

În figura 2.6, b, se poate observa faza procesului în care este detectată o sticlă verde prin intermediul senzorului de culoare, ca atare actuatorul pentru sticle verzi va executa o mişcare de avans, împingând sticla de pe bandă în container. Revenirea se realizează prin trecerea aerului din cilindru prin drosel.

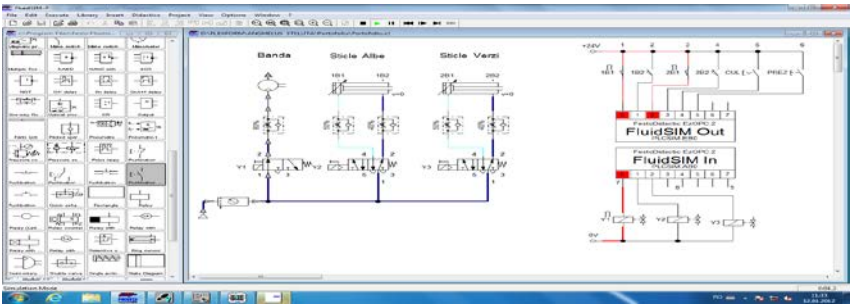


Fig. 2.6, a Poziţia iniţială a sistemului, banda este pornită, sticlele vin aleatoriu

În figura 2.6, c, se poate observa faza de retragere a actuatorului. În momentul în care acesta s-a retras complet, adică senzorul 2B1 este activ, banda transportoare reporneşte. Descărcarea de presiune s-a realizat prin drosel.

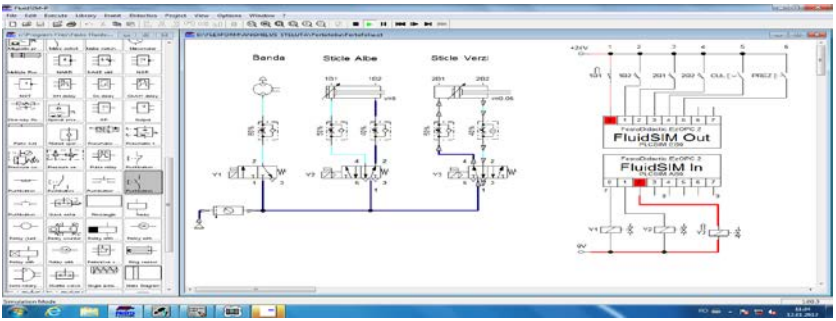


Fig. 2.6, b Faza detectării sticlei verzi prin senzorul de culoare

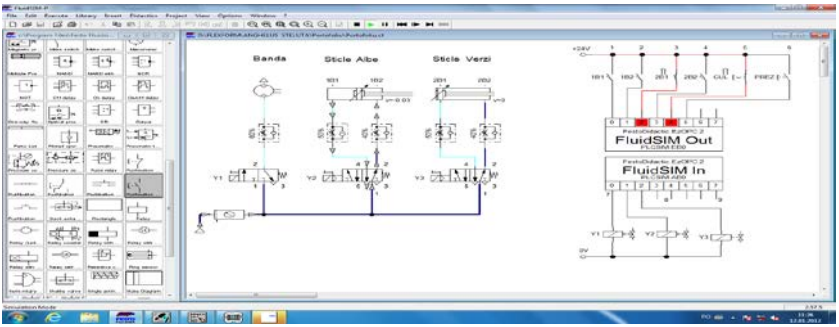


Fig. 2.6, c Faza de retragere a acuatorului şi repornire a benzii

În figura 2.6 d. se poate observa faza procesului în care este detectată o sticlă de culoare albă, ca atare actuatorul pentru acest tip de sticle va executa o mişcare de avans şi va împinge sticla de pe banda în containerul aferent. În tot acest timp banda transportoare este oprită.

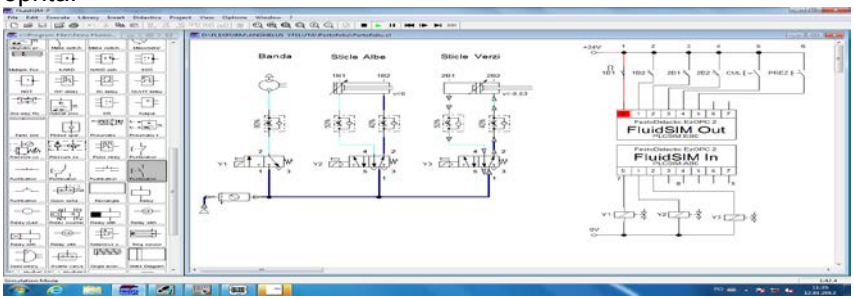


Fig. 2.6, d Faza de retragere a acuatorului pt. sticle albe şi de repornire a benzii

În figura 2.6, e, se poate observa faza de retragere a actuatorului pentru sticle albe. Descărcarea de presiune s-a realizat prin drosel. În momentul în care acesta s-a retras complet, adică senzorul 1B1 este activ, banda transportoare reporneşte. În acest moment procesul se reia şi continuă.

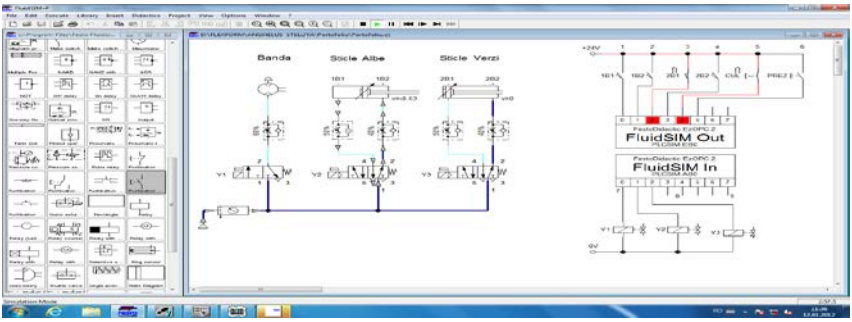


Fig. 2.6, e Faza de retragere a acuatorului pentru sticle albe şi de repornire a benzii

3. Concluzii

■ Laboratoarele interdisciplinare de mecatronică reprezintă baza pentru materializarea principiilor: educaţie prin practică şi educaţie prin cercetare. Aflată la intersecţia unor domenii ale ştiinţei cu performanţe de vârf în implementarea noilor tehnologii, mecatronica abordează concepte şi sisteme noi în ingineria micro şi nano senzorilor şi sistemelor de acţionare, materiale şi compozite pretabile pentru implementări la scara celulară sau atomică, structuri celulare şi rețele neuronale, sisteme ce prefigurează conceptele de nanoelectronică capabile să producă viitoarele nano-procesoare, noi concepte ale inteligenţei artificiale privind adaptibilitatea, capacitatea de a raţiona, capacitatea de instruire, noi sisteme de conducere axându-se în special pe controlul robust, tolerant la defecte, adaptiv, inteligent, sisteme expert şi neuro-fuzzy etc.

■ Sistemele mecatronice asigură următoarele: multifuncţionalitate, flexibilitate, posibilitatea acţionării la distanţă, evoluţie continuă datorată dinamicii cerinţelor pieţii; imitare a naturii - adaptabilitate. Deoarece oferă soluţii eficiente pentru promovarea interdisciplinarităţii, mecatronica a devenit suportul demersurilor pentru stimularea initiaţivei şi a creativităţii. Foarte curând mecatronica a devenit filosofie.

■ În ultimii ani mecatronica este definită simplu: stiinţa maşinilor inteligente. Mai recent demersurile pentru înnoire în educaţie şi cercetare aduc în atenţie problema mecatronicii ca mediu educaţional în societatea informaţională, respectiv mediu de proiectare şi fabricare integrată pe fundalul căruia s-a dezvoltat conceptul de proiectare pentru control.

■ Lucrarea tratează un sistem de acţionare pneumatic care sortează sticlele în funcţie de culoare. Pentru studiul sistemului s-a abordat metoda ***studiul pe sistem simulat***, utilizând tehnologia *SIMENS-FESTO* (Siemens Simatic Step7-Cosimir PLC-FluidsimH/P, control şi informatică, ce serveşte proiectării, realizării, punerii în funcţiune şi exploatării de sisteme automate inteligente).

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * www.east.cluj.ro/mec/mmfm/Revista/capa.htm.
[2] * * * http://calendar.boston.com/cambridge-ma/venues/show/934018-mit-climbing-wall.
[3] * * * http://bufpc.com/hardware/.../110-istoria microprocesoarelor.html.
[4] * * * www.robotics.ucv.ro-curscin-pdf-4_pga&cpld_c4.pdf.
[5] * * * www.gstehnic.multinet.ro/noutati/Revista%20tehnica/mecatronica.htm Ştiinţa maşinilor inteligente….
[6] * * * www.robotics.ucv.ro/.../FLEXFORM%20M3-.
[7] * * * http://www.festo-didactic.com/ro-ro/.
[8] Hâncu, O., *Dezvoltare tehnologică şi tehnologii educaţionale*, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2011.
[9] * * * Curs FlexFORM, „*Dezvoltare tehnologică şi tehnologii educaţionale”*.
[10] Hesse, S., *99 Examples of Pneumatic Applications*, Blue Digest on Automation.
[11] Deppest, W., Stall, K., *Iniţiere în pneumo-automatică*; Editura tehnică, Bucuresti, 1975.
[12] Mătieş, V., *Mecatronica – opţiune educaţională pentru integrare*.

Prof. Dr.Ing. Steluţa ANGHELUŞ,
C. T. „TRAIAN VUIA” din Oradea, membru AGIR
e-mail: stelanghelus@hotmail.com