



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

TEHNICI DE PROIECTARE A SISTEMELOR PE PLATFORME MECATRONICE (I)

Dorin SCÂNTEIE

TECHNICAL DESIGN SYSTEMS ON MECHATRONIC PLATFORMS (I)

This paper is intended to issue a brief overview of methods used to design structured logic functions/adjustment and control strategy. Idea as a whole system approach, involving the design and optimization rather than a sequence of incremental steps. Optimizing functional fluidic systems involves building a mathematical model, analysis of physical phenomena associated. Other approaches in research aimed mechatronic systems design techniques that parts of the system are real; some are virtual so that the test procedures and data validation can be performed as in reality. The user is thus familiar with the operation and structure of an industrial system, programming language functioning using technology and specific real industrial environment, without risk of damaging the plant (to make the process as simulated in the laboratory).

Cuvinte cheie: microcontroler, sinergie, Programmable Logic Controller (PLC), sensorică, Control Prototyping (PC), Hardware-In-the-Loop (HIL), Software-In-the-Loop (SIL)

Keywords: microcontroller, synergy, Programmable Logic Controller (PLC), Sensors, Control Prototyping (PC), Hardware-In-the-Loop (HIL), software-in-the-Loop (SIL)

1. Introducere

În prezent reglarea automată a sistemelor implică în mod pregnant o abordare integrală a problematicii tehnologice. Mecatronica atrage din ce în ce mai mult atenția. Termenul este tot mai des folosit

Într-o gamă tot mai largă de produse și aplicații ingineresti și se referă la îmbinarea sinergetică dintre ingineria de precizie, controlul electronic și gândirea integratoare în procesul de proiectare al produselor și proceselor de fabricație. Este un subiect cu caracter interdisciplinar ce se bazează pe discipline de bază ingineresti dar în același timp include discipline neasociate în mod direct cu disciplinele de bază.

Conceptul de bază în această definiție este ideea de abordare a sistemului ca întreg. Acest lucru implică proiectarea și optimizarea sistemului ca un întreg și nu ca o secvență incrementală de pași. În cadrul proiectării produselor mecatronice este esențială munca în echipă. Specialiști din domeniul mecanic, electric, control și știința calculatoarelor trebuie să coopereze în cadrul unei echipe în toate fazele de proiectare pentru a converge la o soluție integrată. Este evident că orice definiție a mecatronicii am alege, într-o accepțiune modernă, aceasta implică procesarea informației ca și ax central.

2. Automate programabile

Arhitectura generală a unui automat programabil este desfășurată în jurul unei magistrale de date la care sunt conectate circuitele de intrare ieșire, unitatea centrală și memoria sistemului.

Variabilele de intrare sunt realizate sub forma diverselor elemente de comandă și măsurare incluse în sistemele operaționale și auxiliare: limitatoare de poziție, mărimi mecanice de la traductoare de deplasare incrementale sau absolute sau chiar de la sisteme de măsurare analogică după o conversie analog numerică.

Variabilele de ieșire dirijează acțiunea elementelor de execuție de tipul contactelor, electro valvelor, elementelor de afișare etc.

Circuitele de interfață de intrare și ieșire au rolul de a converti semnalele de intrare de diverse forme în semnale logice adaptate unității centrale și de a transforma semnalele logice ale unității în semnale de ieșire corespunzătoare acțiunii impusă de sistemul de forță al mașinii.

Încorporarea microcontrolerelor pentru modularea puterii mecanice și adaptarea sistemului la diferite puncte de funcționare sunt esența mecatronicii moderne și produselor inteligente. Sistemele mecatronice modulare reproduc la scară redusă diverse funcții existente în procesele industriale.

Prin interconectarea diverselor module se configurează sisteme și procese complexe. Stațiile de lucru permit: reconfigurări în

conformitate cu diverse aplicații, dezvoltarea diverselor strategii de control, dezvoltarea conceptelor de control în sistemele integrate, conducerea electronică a sistemelor de tip automat programabil (PLC și PC), optimizarea funcțională a proceselor, implementarea tehnicilor de comunicație standardizate, dezvoltarea tehnicilor de depistare și remediere a disfuncțiilor. Sunt acoperite următoarele domenii tehnologice: sisteme mecatronice, sisteme de acționare (electrice, pneumatice, hidraulice), modelarea și simularea proceselor mecatronice, programarea PLC-urilor (Programmable Logic Controller), tehnici de control a mișcării/forței, programarea roboților, tehnici de manipulare, tehnologii de asamblare, sensorică, tehnici de măsurare și monitorizare a parametrilor proceselor, comunicația standardizată.

Informația cu privire la valoarea unor mărimi din sistem este indispensabilă, atât la nivelul de bază a tehnicilor de control implementate, cât și la nivelul de management a funcționalității sistemelor mecatronice. Utilizarea practică a acesteia implică achiziționarea ei prin intermediul senzorilor, respectiv prelucrarea semnalelor electrice.

3. Platforme mecatronice

Standurile permit studiul independent al unor grupe de senzori specifici sistemelor mecatronice, respectiv achiziția și prelucrarea semnalelor prin intermediul uneltelor software Matlab/Simulink/Signal processing. Standurile includ: senzori analogici inductivi, capacitivi, optici, ultrasonici, traductori/mărci tensometrice, senzori de presiune piezoelectrice, potențiometre liniare, senzori numerici temposonici, encodere etc.

Proiectarea și optimizarea funcțională a sistemelor mecatronice implică proceduri de modelare, identificare, sinteză, analiză și testare a produselor. Tehnica digitală permite implementarea de algoritmi de control care conferă flexibilitate, adaptabilitate și precizii sporite sistemelor. Optimizarea funcțională a servosistemelor fluidice implică construirea modelului matematic și analiza fenomenelor fizice asociate.

Alte abordări în domeniul cercetării vizează tehnici de proiectare a sistemelor mecatronice în care părți ale sistemului sunt reale, altele sunt virtuale astfel încât procedurile de testare și validare a rezultatelor să poată fi derulate chiar în absența unor componente ale sistemului vizat.

Stația de producție modulară prezentată în figura 2, utilizează ca tehnologie de control: PLCs (SIMATIC S7-313C, Festo FEC

Standard), EasyPort, PC. Software: Siemens Step 7, COSIMIR®Robotics, COSIMIR®PLC, FluidSIM®P, Mechatronics Assistant.



Fig. 2 Stații de producție modulară: Distribuție, Testare, Procesare, Manipulare, Asamblare, Sortare

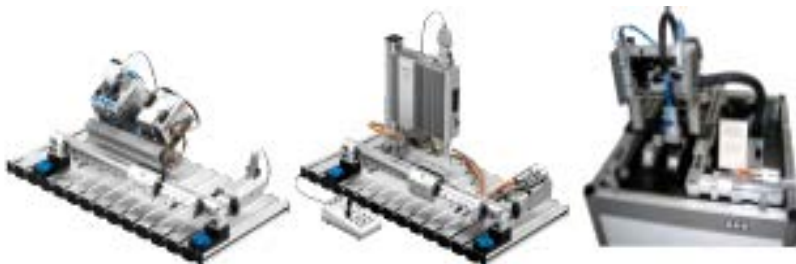


Fig. 3 Sisteme mecatronice pentru studiul și dezvoltarea algoritmilor de control a mișcării

Sistemele prezentate în figura 3 conțin motoare de c.a. și pas cu pas, motoare pneumatice, transmisie mecanică prin curea dințată, senzori numerici incrementali de tipul encoderelor, controlere digitale și utilizează tehnologii de control de tip PLC sau dSPACE, medii de dezvoltare Matlab/Simulink, dSpace, Step 7, Festo FST.

Platformele mecatronice constituie o bază ideală pentru instruire, educație și cercetare mecatronică, pentru susținerea procesului de reconversie și orientare profesională în acord cu meseriile și cerințele UE.

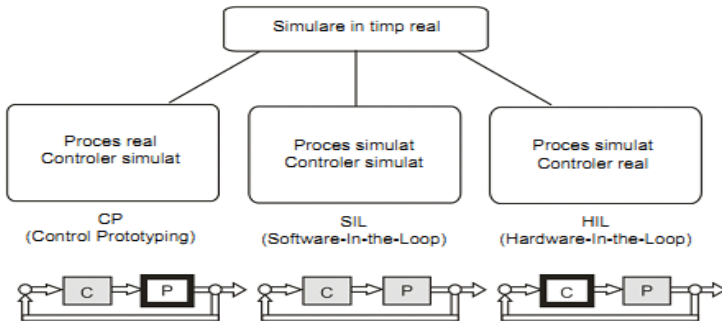


Fig. 4 Metode de dezvoltare a aplicațiilor

- Prototiparea Controlului (Control Prototyping): procesul este real și este controlat de un sistem de control simulat prin utilizarea unui alt hardware decât cel ce va fi utilizat în final.
- Hardware-In-the-Loop (HIL): procesul este simulat și controlat pe baza unei strategii de control implementată pe un hardware specific (cel care va fi utilizat în controlul sistemului).
- Software-In-the-Loop (SIL): procesul este simulat și este executat în timp real împreună cu algoritmul de control, care este de asemenea simulat.

Tehnicile de dezvoltare amintite mai sus comportă utilizarea unor componente hardware și software dedicate, care să permită rularea în timp real a aplicațiilor

Din punct de vedere educațional, respectiv din punct de vedere al tehnicilor de cercetare, se identifică trei abordări privind studiul sistemelor:

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

Tehnologia SIEMENS-FESTO (Siemens Simatic STEP7-Cosimir PLC - FluidSim H/P) permite următoarele abordări:

- proces simulat în Cosimir PLC – controler simulat în Siemens S7-PLCSIM (SIL);
- proces simulat în Cosimir PLC – controler real prin interfața EasyPort (HIL);
- proces simulat în Cosimir PLC – controler simulat în FluidSim H/P (SIL);

- proces simulat în FluidSim H/P – controler simulat în Siemens S7-PLCSIM (SIL);
- proces simulat în FluidSim H/P – controler real prin interfața EasyPort (HIL);
- proces simulat în FluidSim H/P – controler simulat în FluidSim H/P (HIL);
- proces real prin interfața EasyPort – controler simulat în Siemens S7-PLCSIM (HIL);
- proces real prin interfața EasyPort – controler simulat în FluidSim H/P (HIL).

Legăturile de date care pentru comunicarea între cele trei medii sunt asigurate prin intermediul unui server OPC, comunicarea dintre medii se face simplu, selectând tipul de simulare dorit.

Cosimir PLC este un simulator grafic 3D care pune la dispoziția utilizatorului diferite replici ale unor sisteme de producție industriale. Toate aceste aplicații software pot fi conduse prin intermediul unui PLC extern sau a unui PLC simulat, fiind permisă simularea defecțiunilor (defecțiuni ale senzorilor, cabluri întrerupte sau alte avarii), testarea diverselor strategii de control, monitorizarea parametrilor etc.

Utilizatorul se familiarizează astfel cu modul de operare și structura unui sistem industrial, programează funcționarea sistemului utilizând tehnologii și limbaje reale specifice mediului industrial, fără riscul de a deteriora instalația (se aduce procesul în laborator în formă simulată).

S7-PLCSIM este simulatorul integrat al mediului de dezvoltare Simatic STEP 7. Funcțiile simulatorului:

- Testarea programelor de control fără a fi necesară conectarea la un PLC real.
- Vizualizarea și modificarea variabilelor programului (temporizatoare, numărătoare etc.)
- Rularea pas cu pas a algoritmului de control.

FluidSIM H/P este un software pentru crearea, simularea și studiul circuitelor electropneumatice, electrohidraulice și digitale. Oferă de asemenea o întreagă gamă de posibilități de comunicare cu alte programe prin intermediul interfețelor standardizate DDE și OPC.

Cu ajutorul interfeței EasyPort D16 se poate asigura legătura cu procesul real.



Fig. 5 Interfață S7-PLCSIM

Programarea controlerului utilizând Simatic STEP7.

Programarea PLC-ului se va face prin intermediul mediului Simatic STEP7. Programul este unul simplu, având o singură ramură Ladder după cum se poate vedea în figura 7.

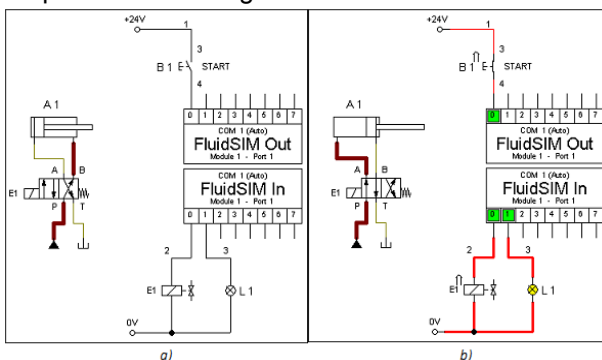


Fig. 6 Schema de simulare FluidSIM

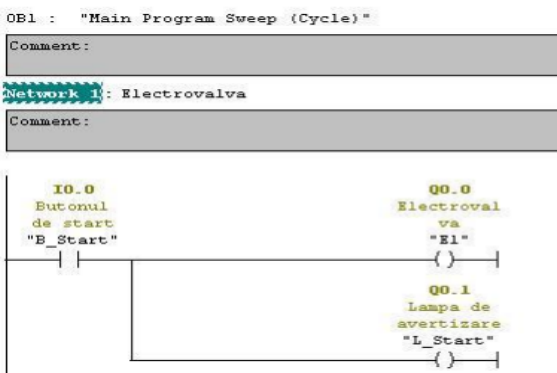


Fig. 7

Diagrama Ladder

Funcționarea programului e una simplă. La apăsarea butonului START din modelul procesului (figura anterioară), PLC-ul sesizează modificarea adresei B_Start și în consecință acționează (24 V) electromagnetul distribuitorului E1 și lampa de semnalizare L_Start.

Cele două semnale de ieșire sunt transmise către model având ca efect avansul cilindrului cu piston (figura 6, b).

La eliberarea butonului START cilindrul se va retrage și lampa nu va mai semnaliza (figura 6, a).

BIBLIOGRAFIE

[1] Mătieș, V., ș. a., *Tehnologie și educație mecatronică. Auxiliar curricular pentru liceul tehnologic*, Editura economică, București, 2007.

[2] * * * Curs 5 - Dezvoltare tehnologică și tehnologii educaționale, UTCN, Cluj Napoca, 2011.

[3] * * * SR EN 61131-3, *Automate programabile*, partea 3. Limbaje de programare.

[4] * * * www.nxp.com/acobat_download/applicationnotes/APPCHP3.PDF

[5] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită. Editura Academiei Române și Editura AGIR, București, 2005.

Prof.Drd.Ing. Dorin SCÂNTEIE,
Colegiul Tehnic "Ion D. Lăzărescu" CUGIR,
membru AGIR
e-mail: dscanteie@yahoo.com