

CERCETĂRI PRIVIND DEZVOLTAREA SISTEMELOR COMPLEXE CYBER MECATRONICE PENTRU MĂSURAREA ȘI PRELUCRAREA INFORMATIZATĂ A DOUĂ VARIABILE ALE UNUI PROCES TEHNOLOGIC CU APLICAȚII ÎN ANALIZA MERSULUI

Drd. ing. Anghel CONSTANTIN^{1,2}, Prof. univ. dr. Eur Ing. ing. Gheorghe Ion GHEORGHE^{1,2}

¹ Universitatea „Valahia“, Târgoviște, Romania, ² Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Mecatronică și Tehnica Măsurării (INCDMTM), București, Romania

REZUMAT. Acest articol arată considerațiile de proiectare principale pentru a găsi cea mai bună soluție de realizare a unui sistem complex cyber mecatronic pentru măsurarea și prelucrarea computerizată a două variabile ale unui proces tehnologic cu aplicație concretă în calibrarea senzorilor tactili de forță din cadrul unui modelul experimental al unui sistem pentru analiza mersului uman.

Cuvinte cheie: sistem cyber-mecatronic, procesare informatizată variabile, calibrare senzori de forță, analiza mersului.

ABSTRACT. This article shows the main design considerations order to find the best solution for build an complex cyber-mechatronic system used in the experimental model of the system for the human walking analysis, measurement and the computerized processing of two variables of a technological process - as well a ground reaction force calibration sensors.

Keywords: cyber-mechatronic system, calibration of tactile sensors, computerized processing of two variables, walking analysis.

1. INTRODUCERE

Articolul prezintă concluziile unor cercetări cu privire la utilizarea unor senzori de forță tactili pentru a realiza un echipament electronic computerizat, pentru analiza mersului și a stabili consumul energetic efectuat în timpul mersului uman. Echipamentul calculează forța de reacție verticală la sol, măsurată în 10 puncte de contact între talpa fiecărui picior și sol cu ajutorul unor senzori tactili obținuți prin nanolitografie [1]. Pentru calibrarea senzorilor, sa propus realizarea unui sistem complex, destinat în principal pentru măsurarea și prelucrarea computerizată a relației forță - deplasare, cu aplicații în adaptronica inteligentă [2] din procesele tehnologice de finisare (prin honuire etc.), asamblare (prin presare) și sinterizare-presare (a plăcilor CM sau diamante).

2. SOLUȚII CONSTRUCTIVE

Performanțele necesare sistemului sunt specifice pentru gama o largă de aplicații. Configurațiile stu-

diate au fost obținute prin combinarea diferitelor variante de calculatoare, plăci de achiziție de date și codiționatoare de semnal din produsele deținute de National Instruments – SUA și software-ul pentru procesarea celor două variabile a fost realizat în LabVIEW [3]. Pentru a conferi sistemului caracteristica de portabil și pentru a îndeplini cerințele legate de interfața cu utilizatorul, au fost luate în considerare 3 variante de calculatoare portabile: laptop (sau tabletă) și PC, toate prevăzute cu „touch screen“.

În scopul de a îndeplini condițiile impuse de traductoare, au fost luate în considerare 3 tipuri de sisteme pentru condiționarea semnalului: SCC Sistem 5B, Compact Field Point [2]

În studiul de configurare pentru sistemele de 3 codiționatoare am pornit de la ipoteza că traductorul de forță va include și tipul cu mărci tensometrice și traductorul de deplasare va fi de tip incremental. Sistemele de condiționare studiate permit adaptarea, de asemenea, în aceleași condiții, pentru mai multe alte tipuri de traductoare. La utilizarea sistemelor SCC și 5B pentru condiționarea a semnalelor, conversia analog / digitală a trebuie să fie făcută cu

ajutorul unei plăci de achiziție de date. Laptopul, calculatorul sau tableta accepta plăci de achiziție numai pentru interfețe PCMCIA sau respectiv bluetooth. A fost studiat avantajul sistemului cu „touch screen“, în computerul nu trebuie să includă o placă de achiziție de date, astfel încât acesta poate fi conectat numai la condiționare sistem Compact FieldPoint.

O variantă de PC cu „touch screen“ ce poate include plăci de achiziție de date pentru interfețe PCI a fost considerat de la început prea costisitoare (6.000 USD), și nu a fost luată în considerare. Conexiunea la „ecranul tactil“, dintr-o placă de achiziție externă cu interfață USB poate fi o variantă pentru a fi studiată, dar pentru moment nu există suficiente informații disponibile privind compatibilitatea dintre componentele unui astfel de sistem și plăcile de condiționare. Posibilele configurații sunt listate în tabelul 1 deoarece s-au găsit suficiente informații disponibile privind compatibilitatea dintre componentele unor astfel de sisteme. Din Tabelul 1 se observa ca o achiziție externă cu interfață USB poate fi o variantă pentru optima.

Tabelul 1. Echipamentele sistemului

Computer	Data acquisition plate	Conection	Condi-tioning system
Laptop	PCMCIA	-	SCC
Laptop	PCMCIA	-	5B
Laptop	-	TCP/IP or serial	Compact FP
Handheld	PCMCIA	-	SCC
Handheld	PCMCIA	-	5B
Touch screen	-	TCP/IP or serial	Compact FP

3. UNITATEA CENTRALĂ

Calculatorul este arătat în figura 1 și utilizează o placă de achiziție de date DAQ Card - 6062 E - figura 2. Placa multifuncțională de achiziție a datelor de la National Instruments, DAQCard -6062e HE este fixată într-un slot PCMCIA al computerului laptop și permite măsurători cu o rată de eșantionare de 500 kS/s și o rezoluție de 12 biți pe toate cele



Fig. 1. Laptop special prevăzut cu unitate de condiționare a semnalelor – National Instruments.

16 canale de canale de măsurare unipolare sau 8 canale diferențiale. Placa are facilitatea de declanșare analogică cu nivel de trigger, două canale pentru ieșiri analogice, 8 linii bidirecționale pentru comunicațiile digitale și 2 numărătoare binare pe 24 de biți.

4. CONDIȚIONAREA SEMNALELOR

Pentru interfațarea și condiționarea semnalelor de la traductoare s-a utilizat sistemul SCC National Instruments (figura 3) care este un semnal de condiționare portabil și modular și care poate fi utilizat cu plăci de achiziție de date tip M, E sau seria B precum și cu dispozitive portabile multifuncționale de achiziție de date. Sistemul are avantajul de a permite flexibilitate, permițând selectarea tipului condiționator specific pentru fiecare canal. Astfel, obținem o configurație la preț optim pentru aplicațiile cu un număr mic sau mediu de canale. Un sistem SCC este arătat în figura 3 și se conectează la placa de achiziție de date, în sloturile de pe placa de baza sunt fixate până la 20 de module de condiționare a semnalelor digitale și analogice (temperatura, marci tensometrice, numărătoare, semnale izolate în tensiune sau curent, semnale de frecvență etc.). Conexiunea de semnal la modulele de condiționare pot fi realizate în diverse configurații, printr-un sistem de mici panouri conform cu traductoarele utilizate. Dintre cele 3 variante de cazuri disponibile, una permite conectarea unui sistem inteligent de senzori (senzori Teds). Sistemul poate fi alimentat de la placa de achiziție de date, de la rețeaua de curent electric alternativ, dar, de asemenea și de la surse de 5 V sau între 7 și 24 V.

În cazul sistemului SCC tip 2345-SC a condiționatorului se semnal există un conector lateral cu 68 de pini, la care se face conexiunea cu placa de achiziție de date E DAQCard-6062 printr-un cablu special. Slot-urile J1 ... J8 sunt dedicate modulelor SCC de condiționare a semnalelor pentru canalele de intrare analogice ale plăcii de achiziție, în timp ce fantele opuse notate cu J9,...,J16 sunt dedicate modulelor pentru semnalele digitale.



Fig. 2. Placa PCMCIA DAQCard – 6062E.

CERCETĂRI PRIVIND DEZVOLTAREA SISTEMELOR COMPLEXE CYBER MECATRONICE

Liniile digitale ale plăcii de achiziție de date pot fi accesate de către blocul conector, cu șuruburi disponibile pe o parte a carcasei (figura 4).



Fig. 3. Sistemul SCC

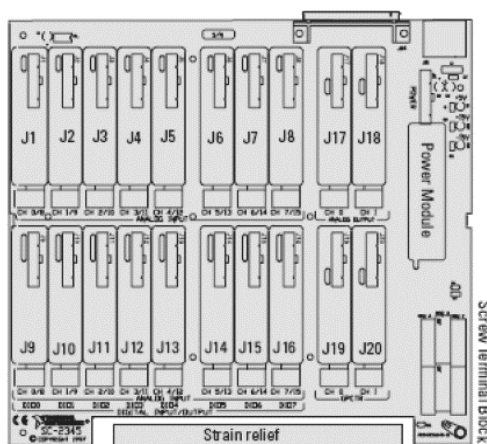


Fig. 4. Amplasarea modulelor în Sistemul SCC

Modulul SCC-SG 24 cu schema prezentată în figura 5 are 2 canale pentru măsurătorile semnalelor de la mărcile tensometrice în punte tipic pentru tipul de traductoare utilizate de obicei pentru a măsura forța sau presiunea. Fiecare canal are propriul amplificator de măsură, un filtru trece jos de 1,6 kHz și un potențiomtru pentru a echilibra puntea. Modulul are propria sa sursă de 10 V pentru excitația traductoarelor.

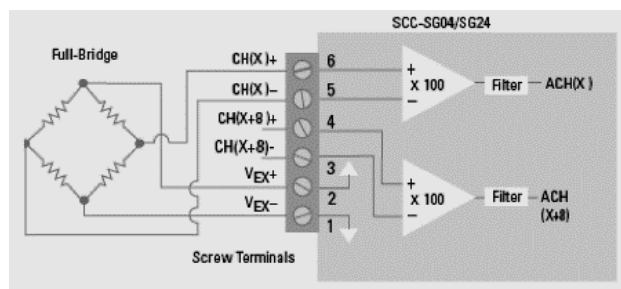


Fig. 5. Schema de legătura pentru modulul SCC-SG24

La instalarea unui modul de SCC din familia SG trebuie știut ca în cazul 2345-SC, acesta trimite semnale condiționate prin cele 2 canale ale modulu-

lui la canalele de intrare analogice X până la X + 8 al plăcii de achiziție de date, pentru care X este 0 dacă modulul a fost fixat în slotul J1 al carcasei și X este 7 în cazul în care modulul a fost fixat în slotul J8 al cazului.

Modulul SCC-CTRO 1 (figura 6) are 2 numărătoare compatibile cu semnalele între 0 și 48 Vcc, inclusiv TTL, cu o izolare până la 60 V. Frecvența maximă de funcționare a modului variază în funcție de tensiunea de operare, fiind de 400 kHz pentru o tensiune de 48V, 800 kHz pentru 24 V și 1 MHz pentru 5 V, lungimea minimă necesară a unui impuls fiind de 1μs.



Fig. 6. Modulul numărator SCC-CTR01



Fig. 7. Placa cu condiționatoare - 5B

5. UNITATEA PORTABILĂ

Soluția este de a înlocui laptop sau calculatorul cu unul „handheld” - TABLETA (figura 8) poate fi mai avantajoasă din punctul de vedere al prețului. În cazul în care computerul laptop rulează direct o aplicație realizată în mediul de programare LabVIEW, mediu grafic devine foarte puternic prin portarea compatibilă pe o platformă tip TABLETĂ cu sistem de operare tip Android. În acest caz trebuie să fie instalat suplimentar modulul LabVIEW RunTime. Acest pachet presupune însă cheltuieli suplimentare pentru licență în cazul în care există intenția de a instala aplicația pe mai multe calculatoare.

Avantajul programării grafice este evident prin păstrarea funcțiilor logice, a algoritmului dar și a interfeței cu utilizatorul.



Fig. 8. Tabletă cu sistem de operare Android.



Fig. 9:

a) FlexiForce Tekscan, USA; b) Interlink, USA; c) CUI Stack, USA.

6. SENZORI TACTILI DE FORȚĂ

Ca urmare a posibilelor variante tehnice, în vederea realizării unui sistem de calibrare a senzoriilor tactili de forță, au fost selectați senzorii tactili obținuți prin nanolitografie prezentați în figura 9.

Modelul experimental concret al sistemului este format din: laptop Dell Latitude D810, o placă de achiziție de date de la traductoare tip DAQ-Card 6062E și cu software specializat pentru măsurarea și prelucrarea computerizată a două variabile ale unui proces tehnologic, care realizată în LabView - modul de programare grafic de la National Instruments - Statele Unite ale Americii. S-au folosit două tipuri constructive de senzori de forță tactili, pentru fiecare tip având 3 senzori vezi figura 9 a, b, și c.



Fig. 10. Suportul cu senzori utilizați în analiza mersului

7. CONCLUZII

Cu ajutorul modelului experimental și al software-ului specializat elaborat, s-au stabilit curbele Etalon [3], pentru programele de măsurare predefinite, care vor fi puse în aplicare în continuare în software-ul prototip al sistemului de analiza mersului. Amplasarea senzorilor pe talpa este prezentată în figura 10.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Gheorghe Ion Gheorghe, Anghel Constantin, Sergiu Dumitru, *Microingineria Mems & Nems Inteligente*, Editura CEFIN, București, România, 2013, pp. 52.
- [2] Gheorghe Ion Gheorghe, *Adaptronica Sistemelor Inteligente*, Editura AGIR, București, Romania, 2014, pp. 253.
- [3] Georgeta Capris, Steluța Constantin, Anghel Constantin, *Aparatură portabilă de analiză a mersului bazată pe senzori tactili de forță*, 1ST International Conference on Innovations, Recent Trends and Challenges in Mechatronics, Mechanical Engineering and New High-Tech Products Development, MECAHITECH'09, Bucharest, 8-9 October 2001.

Despre autori

Drd. ing. **Anghel CONSTANTIN**,
Universitatea „Valahia”, Târgoviște, Romania

Absolvent Universitatea „Politehnica”, București, Facultatea Electronică și Telecomunicații; Studii Master - Universitatea „Politehnica”, București, Facultatea Electronică și Tehnologia Informației, specialitatea Electronică și informatică medicală. Cercetător științific la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Mecatronică și Tehnica Măsurării (INCDMTM), Doctorand la Universitatea „Valahia”, Târgoviște; specialist în programare microcontrolere, proiectare și simulare circuite electronice – SPICE, elaborare software în diverse limbaje, acționări și monitorizări echipamente informatizate și specializate. Curs de specializare în LabView la Universitatea „Politehnica”, București, CTANM.

Prof. univ. dr. ing. **Gheorghe I. GHEORGHE**

Director General al Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Mecatronică și Tehnica Măsurării (INCMTN).

A absolvit Secția Mecanică Fină a Facultății TCM a Institutului Politehnic București în anul 1970. Doctor inginer în anul 1997 în domeniul Mecanică Fină, Robotică și Mecatronică, la Universitatea Tehnică din Timișoara. De-a lungul timpului a urmat mai multe cursuri de specializare postuniversitară la firme de renume din Germania, Italia, Suedia, Austria precum și la ASE – București. A obținut calitatea de inginer european, EUR ING. Este cercetător științific principal gradul I, conducător de doctorate științifice – Școala Doctorală Inginerie Mecanică și Mecatronică, U.V.Târgoviște; U.P. București, profesor universitar titular la UPB, UVT și UTM. În prezent este membru corespondent al Academiei de Științe Tehnice din Romania.