

CERCETĂRI PRIVIND REALIZAREA UNUI SISTEM CYBER-MECATRONIC DE MĂSURARE BAZAT PE PRINCIPII PNEUMOELECTRONICE

Drd. MS ing. Anghel CONSTANTIN ^{1,2},
Prof. Dr. H.C. Eur Ing. dr. ing. Gheorghe Ion GHEORGHE ^{1,2,a,b,c}

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 de măsurare a abaterilor dimensionale pe principii pneumoelectronice, format dintr-un senzor de presiune încorporat într-un traductor de măsurare de tip convertor de parametru (presiune - tensiune sau curent electric) și sistemul propriu-zis de prelucrare semnal, conversie numerică, afișare proprie, comunicația cu sistemele informaționale conexe

Cuvinte cheie: sistem cyber-mecatronic, senzor pneumoelectronic.

Abstract: This article shows the main design considerations to find the best solution for achieving a complex cyber mecatronic system for measuring displacement based on a pneumatic pressure sensor incorporated in a parameter converter measuring transducer (pressure - voltage or current) and the proper signal processing, numerical conversion, display, communication with related informatics systems.

Keywords: cyber-mechatronic system, pneumoelectronic sensor.

1. INTRODUCERE

Articolul prezintă concluziile unor cercetări cu privire la realizarea unui sistem de măsurare a abaterilor dimensionale pe principii pneumoelectronice,

În sensul cel mai restrâns, un sistem cyber-mecatronic de achiziție de date de la un senzor trebuie să poată executa trei funcții fundamentale [1]:

- convertirea fenomenului fizic într-un semnal care poate fi măsurat;
- măsurarea semnalelor generate de senzori sau traductori în scopul extragerii informației;
- analizarea datelor și prezentarea lor într-o formă utilizabilă;

Cele mai multe dintre sistemele moderne de achiziție de date utilizează un microcontroler înglobat. Deci, ținând cont și de cele enunțate mai sus, structura tipică a unui sistem de achiziție de date ce are la bază un microcontroler este următoarea [2]:

- senzorii sau traductori care convertesc fenomenul fizic într-un semnal electric ce poate fi măsurat;
- circuite de adaptare a semnalului pentru izolarea, convertirea și/sau amplificarea semnalului provenit de la traductor;
- un subsistem de achiziție de date (care poate include multiplexoare și convertoare analog - digitale);

- un sistem de calcul;
- soft pentru achiziția de date.

2. SCHEMA BLOC A MODELULUI EXPERIMENTAL

Schema bloc a modelului experimental este ilustrată în figura 2.1.

Se poate observa că din punct de vedere al subsansamblelor electronice trebuie proiectate următoarele blocuri:

- surse alimentare;
- modul prelucrare analogică semnal unificat cu izolare optică;
- modul conversie AD;
- modul procesare date;
- modul comunicație date.

Alegerea interfeței corespunzătoare între dispozitivele de detectare și dispozitivul de citire are un impact semnificativ asupra performanței sistemului.

Electronica modernă digitală are transmisie și protocoale sofisticate. Pe lângă beneficiile binecunoscute pe care le are această abordare are unele dezavantaje, atunci când este aplicată la un sistem cu un număr scăzut de senzori. Din cauza cablării

senzorului, prețului ridicat al senzorilor inteligenți utilizați și unele sisteme de procesare care manipu-

lează protocoalele de comunicație, nu se pot face economii.

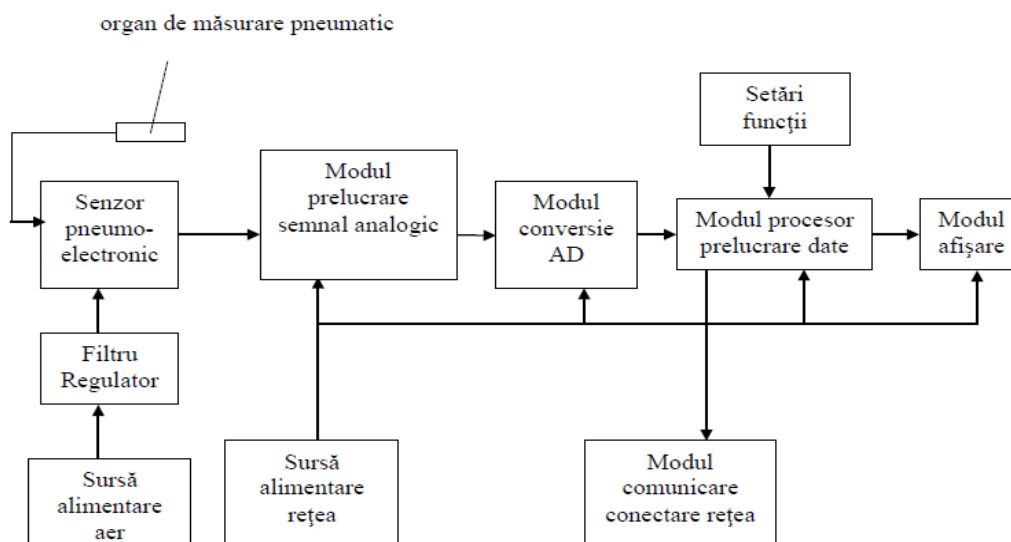


Fig. 2.1. Schema bloc a sistemului cyber-mecatronic

Transmisia semnalului analog se confruntă cu un zgomot indus prin cabluri. O alegere între semnalul în tensiune sau curent trebuie să fie făcută. În general în industrie se utilizează interfața 4-20 mA, datorită imunității sale la zgomot mai bună.

Interfața 4-20mA curent are o cerere mare în domeniul electronicii industriale, datorită gradului ridicat al raportului semnal / zgomot, în special în mediile cu zgomot ridicat. Ea a devenit un standard larg răspândit este frecvent întâlnită în multe proiecte sau scheme care se concentrează pe procesul de monitorizare și de control și în sistemele de achiziție de date.

Interfața 4-20 mA curent analogic se aplica pe scară largă în domeniul electronicii industriale datorită raportului mare semnal/zgomot, în special în mediile cu zgomote mari. Interesul pentru această interfață nu a scăzut în timp. O dovadă a acestui fapt este dezvoltarea de noi circuite integrate, de exemplu AD693, AD694 și XTR101, precum și integrarea capabilităților de comunicare extra digitală

3. AMPLIFICATORUL DE MĂSURA – PROBLEME SPECIFICE

S-a analizat în acest proiect conversia tensiune/curent cu ajutorul transmițătorului AD693 și a senzorului conectat în punte de măsură. Se propune o interfață cu două fire, care îndeplinește cerințele de alimentare ale senzorului. O varietate de scheme de preamplificator sunt prezentate pentru amplificarea semnalului de la puntea de măsură a senzorului la nivelurile solicitate de către transmițător AD693.

Alimentarea punții de măsură se realizează prin utilizarea sursei de tensiune de referință construită în interiorul circuitului integrat AD693. Aceasta oferă capacitatea de a furniza senzorului în punte o tensiune stabilizată.

Senzorii de forță, măsoară atât întinderea cât și presiunea, și au citirea bipolară. Acest lucru necesită transferarea liniei de zero a curentului de la ieșirea transmițătorului. În soluția schematică propusă acest lucru este realizat la trecerea semnalului necesar printr-un preamplificator. O metodă adecvată este propusă pentru a obține tensiunea de referință, pentru trecerea prin zero, de la sursa de referință internă. Acest lucru este realizat în modul generator de curent, precum și în modul de sursă de tensiune. În figura 3.1 se prezintă schema internă a circuitului utilizat.

În scopul utilizării tensiunii de referință interne pentru alimentarea punții de măsură, schema prezentată în Figura 3.2 aduce următoarele îmbunătățiri. Este capabilă să alimenteze cu curenți mai mari puntea de măsură, printr-un tranzistor extern. Circuitul de feedback extern permite alegerea manuală a tensiunii de alimentare (R2/R3), sau a curentului, rezistența (R4) aplicată punții de măsură.

În scopul amplificării și a transmiterii semnalelor „Bipolare“, punctul de „zero“ al semnalului de la ieșire trebuie să fie ridicat până la jumătatea scalei de ieșire. Tensiunea de compensare a ofsetului se aplică la punctul 0V. Deși circuitul funcționează foarte bine cu semnal mare la intrare, are probleme la prelucrarea cu semnal mic. Din cauza curentului care curge prin rezistența de 10Kohmi internă duce la imposibilitatea amplificatorului de a trage de intrarea V-I în jos până la 0V.

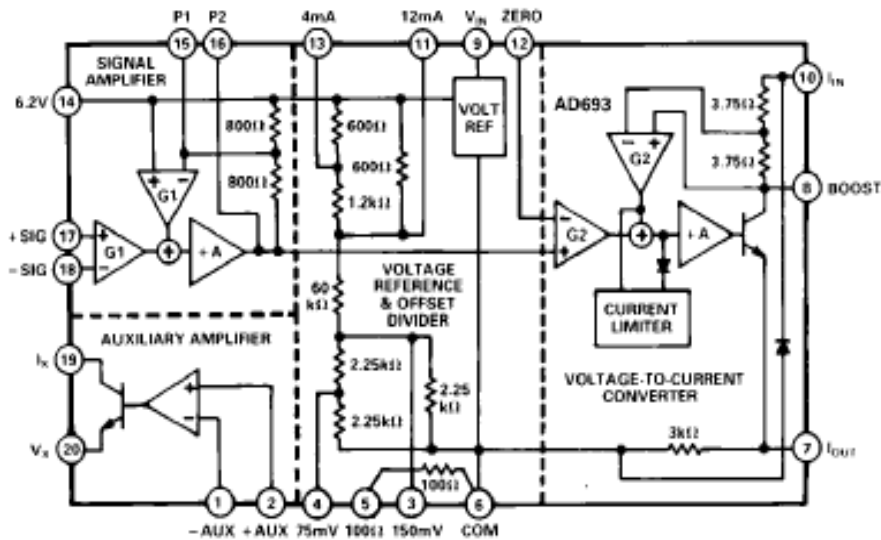


Fig. 3.1. Schema internă a circuitului AD693

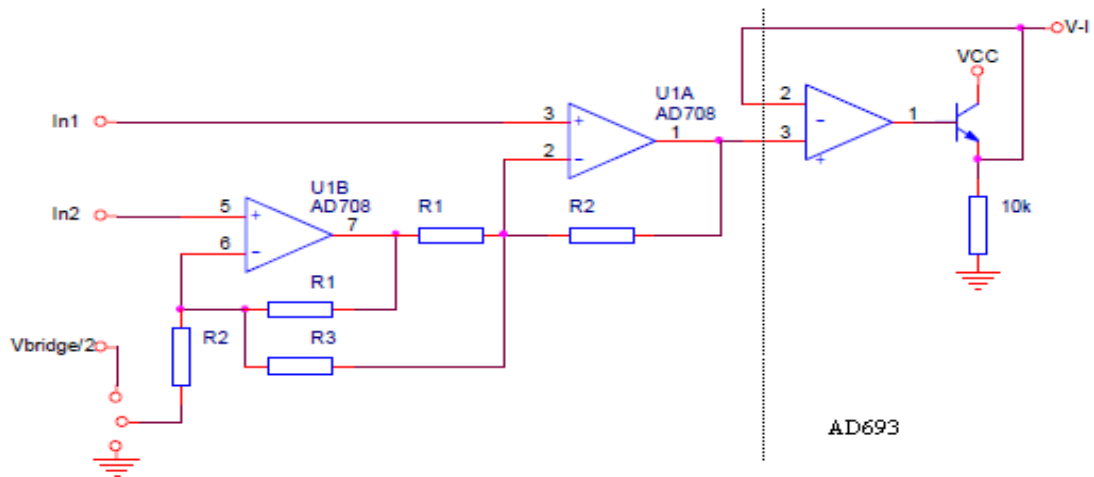


Fig. 3.2. Schema îmbunătățită de utilizare a circuitului AD693

Acest circuit are capacitatea de suplimentare pentru trecerea liniei prin zero până la valoarea de $V_{\text{punte}} / 2$. Cu toate acestea, utilizează mai puține componente decât circuitul din figura 4 și nu introduce erori de dependență față de tensiunea valorii de la ieșire.

4. REZULTATE

Rezultatele experimentale sunt obținute folosind un indicator de punte tensiometrică la solicitare maximă, folosind un senzor de presiune.

Figura 4.1 prezintă presiunea calculată în funcție de curentul de ieșire și eroarea relativă la cap de scală.

Figura 4.2 prezintă distribuția erorii absolute. Linia punctată marchează modul de alimentare în tensiune, linia continuă modul de alimentare în curent.

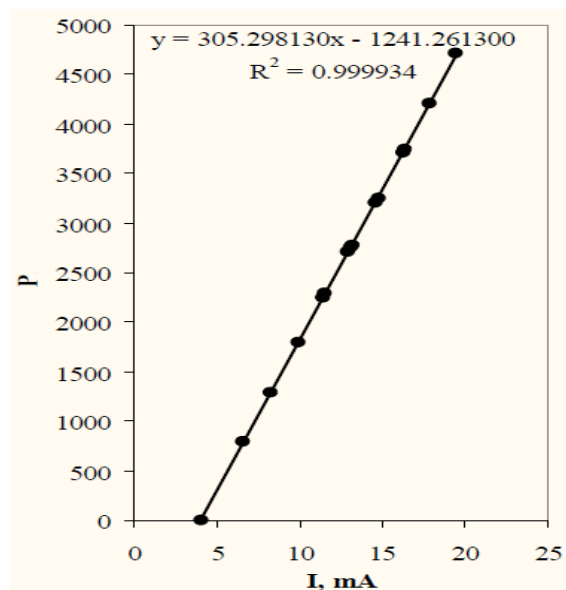


Fig. 4.1. presiunea în funcție de curentul de ieșire.

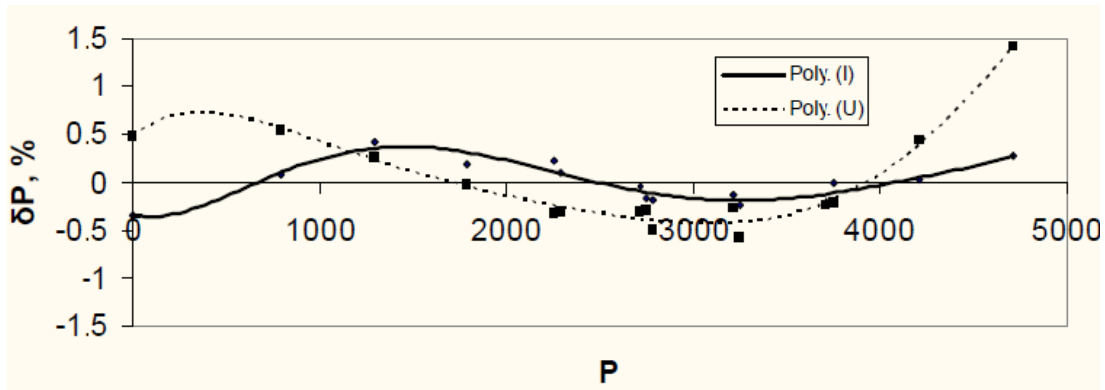


Fig. 4.2. Distribuția erori absolute

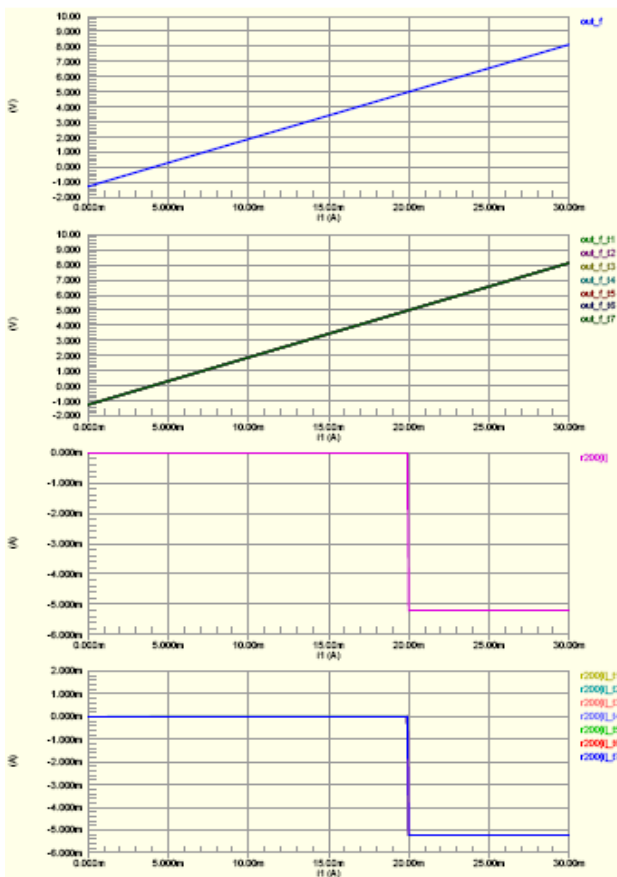


Fig. 4.3. Simularea liniarității și a pragurilor de semnalizare.

Prototipul dezvoltat pentru realizarea sistemului de măsurare a presiunii prezintă performanțe excelente. Interfața 4-20 mA permite măsurători de integrare la scară mare și aplicații de măsură și control cu senzori similari [3]. Simplitatea schemei face posibilitatea producerii în cantități mari, fabricarea la preț scăzut iar precizia obținută și liniaritatea, sunt argumente pentru utilizarea în cadrul dispozitivelor de măsurare de precizie cu domenii cuprinse între 10 – 300μm. La o presiune de 2.5 – 3 Bar.

În figura 4.3 se prezintă graficul liniarității și a limitelor de semnalizare impuse.

5. CONCLUZII

Amplificarea suplimentară cu circuitul din figura 3.2 a semnalului furnizat de senzor este necesară, pe de o parte, pentru ca acesta să ajungă aproape de limita maximă admisă a convertorului A/N, asigurându-se astfel o gamă dinamică cât mai mare pentru sistemul de achiziție; pe de altă parte, prin modificarea automată și controlată a valorii amplificării pentru tensiunea de intrare, se asigură o precizie bună în întreg intervalul de măsurare.

Valoarea amplificării se stabilește astfel încât nivelul maxim la intrarea CAN, pentru oricare sursă de semnal comutată la intrare să fie apropiat de limita superioară a domeniului standard al convertorului. În acest fel se pot obține biți semnificativi suplimentari în rezultatul conversiei A/N. De exemplu, un sistem cu un convertor A/N de 12 biți și amplificator de măsură prevăzut cu 16 valori la care poate fi programată amplificarea, este echivalent din punctul de vedere al preciziei cu un sistem de achiziție care ar utiliza un CAN cu 16 biți.

6. BIBLIOGRAFIE

- [1] Gheorghe Ion Gheorghe, Anghel Constantin, Sergiu Dumitru, *Microingineria. Mems & Nems Inteligente*, Editura CEFIN, București, Romania, 2013, pp 152
- [2] Gheorghe Ion Gheorghe, *Adaptronica Sistemelor Inteligente*, Editura AGIR, București, Romania, 2014, pp. 223
- [3] Mihai Hacman, Anghel Constantin, Daniela Bostaca, Romeo Coman, „*Electronic air-operated apparatus with digital display for tightness measurement in internal combustion engine Industry*”, *The Romanian Review Precision Mechanics, Optics & Mecatronics*, 2007(17), No. 31.

Despre autori

Drd. ing. **Anghel CONSTANTIN**

Universitatea „Valahia“, Târgoviște, Romania

Absolvent al Universității „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“ din 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 LabView la Universitatea „Politehnica“ – București, CTANM.

Prof. Dr. H.C. EurIng. dr. ing. **Gheorghe I. GHEORGHE**

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

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, profesor universitar titular la UPB, UVT și UTM. În prezent este membru corespondent al Academiei de Științe din România.