

Aplicația I.9

STUDIUL UNUI CONVERTOR ANALOG - NUMERIC CU COMPENSARE

9.1. Principiul lucrării

În cadrul lucrării se studiază funcționarea blocurilor componente ale unui convertor analog-numeric cu compensare în trepte egale. Totodată se evidențiază diferite modalități de funcționare (conversie unică, monoimpuls, generator de tact, reluare automată), domeniile de conversie, precum și timpul de conversie.

Schema funcțională a convertorului analog-numeric cu compensare este prezentată în fig.9.1.

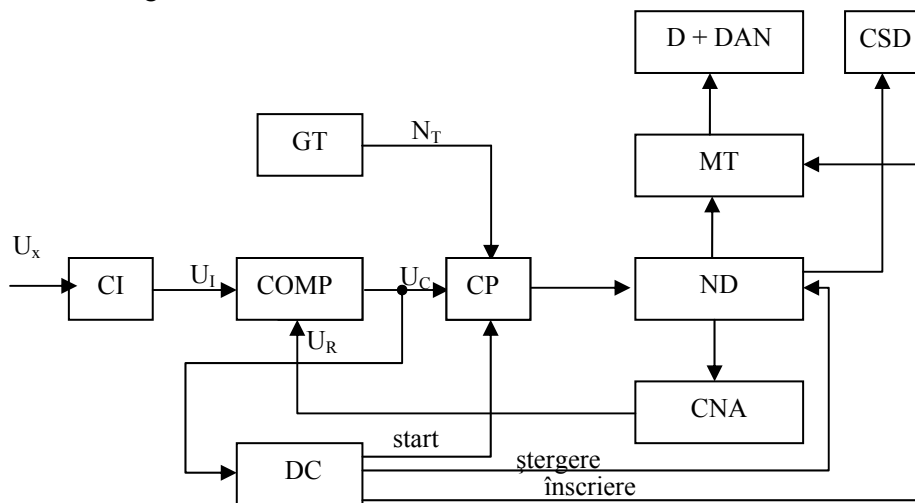


Fig.9.1. Schema funcțională a unui CAN cu compensare în trepte egale

Semnificația notațiilor din fig. 1 este următoarea: CI – circuit de intrare, COMP – comparator, GT – generator de tact, CP – circuit poartă și înregistrare, ND – numărător decadic, MT – memorie tampon, D+DAN – decodificator + dispozitiv de afișare numerică, CNA – convertor numeric-analogic, DC – dispozitiv de comandă, CSD – circuit de sesizare a depășirii, U_x – tensiunea de convertit, U_i – tensiunea analogică normată, U_R – tensiunea analogică de reacție, U_C – semnalul logic emis de comparator, N_T – semnalul dreptunghiular dat de generatorul de tact.

Tensiunea de convertit U_I este amplificată (atenuată) de către circuitul de intrare CI astfel încât, pe fiecare din domeniile de lucru ale convertorului, tensiunea U_I să aibă gama de variație între 0 și 10 V cc. Amplificarea / atenuarea introdusă de circuitul de intrare se face în trepte zecimale ($10^{-1}, 10^0, 10^1$).

Inițial, informația din numărator decadic ND este 0, datorită semnalului de ștergere generat de diapozitivul de comanda DC. Astfel, la ieșirea convertorului numeric analogic CNA, tensiunea este nulă ($U_R = 0$). În aceste condiții, semnalul U_C de la ieșirea comparatorului COMP (comparator având intrările analogice, iar ieșirea logică) are valoarea logică 1, astfel încât, după primirea semnalului *START* de la DC, circuitul poartă CP va permite trecerea impulsurilor N_T , furnizate de generatorul de tact GT, spre ND. Acesta acumulează progresiv impulsurile primite, ceea ce va avea ca efect creșterea, în trepte egale, a tensiunii U_R de la ieșirea CNA., până când $U_R > U_I$. În acest moment, tensiunea U_C trece în starea logică 0, blocând astfel poarta CP, iar procesul de numărare încetează. Informația acumulată în numărator decadic ND reprezintă echivalentul numeric al tensiunii de la intrare, U_I . Având în vedere faptul că numărătorul decadic conține 3 decade, iar amplitudinea treptelor elementare ale ieșirii convertorului CNA este de 10 mV, rezultă că informația din numărătorul ND va

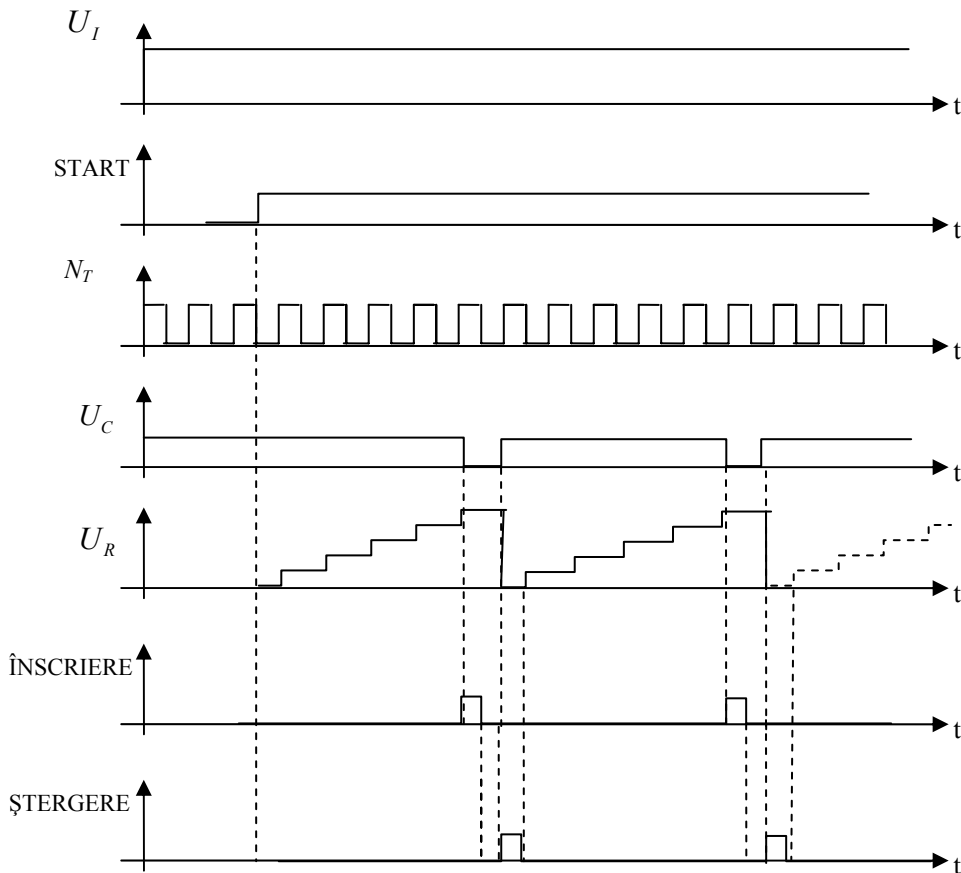


Fig.9.2. Diagrama de semnale pentru CAN cu compensare în trepte egale

reprezenta direct, în codificarea binar- zecimală, tensiunea de intrare normalizată (U_I) cu 3 cifre zecimale.

Semnalul de la ieșirea comparatorului constituie, totodată, și mărime de intrare pentru dispozitivul de comandă, care, în momentul trecerii lui U_C din 1 în 0, va genera două impulsuri de scurtă durată și decalate temporal, unul pe ieșirea *înscrisere*, care va permite accesul informației din numărător în memoria tampon, unde se stochează pe toată durata următorului ciclu de măsurare, și altul pe ieșirea *ștergere* (apărut după ce funcția primului a încetat), care va inițializa decadele numărătorului pe 0. La sfârșitul acestui semnal, ciclul de măsurare se reia, deoarece ieșirea comparatorului U_C va trece în 1. Pentru a înțelege mai bine funcționarea convertorului analog- numeric cu compensare în trepte egale, în fig.9.2 se prezintă diagrama de semnale în punctele importante.

9.2. Chestiuni de studiat

2.1. Însușirea principiului de funcționare și a modalităților de lucru pentru convertorul analog-numeric cu compensare.

2.2. Conversia analog numerică de tensiuni continue, câte 5 valori pe fiecare scară, în regim automat de funcționare.

2.3. Conversia analog numerică de tensiuni pe fiecare scară în regim manual de funcționare.

2.4. Studiul funcționării pe modul de lucru *MANUAL*, cu generatorul de tact pe poziția *MONOIMPULS*.

2.5. Vizualizarea semnalelor în regim *AUTOMAT*, *FRECVENȚĂ* 1 kHz, în toate punctele de testare.

9.3. Schema de montaj și modul de lucru

Pentru studiul convertorului analog- numeric cu compensare, se utilizează montajul din fig.9.3, în care semnificația notațiilor este următoarea: BCAN – blocul convertorului analog-numeric; SAR_1 , SAR_2 , SAR_3 - surse de alimentare reglabile pentru a furniza tensiunile necesare de alimentare conform schemei din fig.9.3; SAR_4 - sursă de alimentare reglabilă $0 \div 100$ V c.c. care generează mărimea de intrare; V_1 , V_2 , V_3 - voltmetre de c.c. având rezistența de intrare mare (>20 k Ω /V) și clasa de precizie 0,5; OC – osciloscop catodic cu două spoturi.

BCAN conține, într-o prezentare sinoptică sugestivă care urmărește schema funcțională din fig.1, toate elementele componente ale convertorului analog- numeric cu compensare în trepte egale. În plus, s-au introdus anumite funcțiuni suplimentare pentru a facilita înțelegerea funcționării și desfășurarea lucrării. Astfel, generatorul de tact are posibilitatea modificării în 3 trepte a frecvenței impulsurilor (2 Hz, 20 Hz, 1kHz – cu ajutorul comutatorului K_1), care se aplică circuitului poartă atunci când comutatorul K_2 este pe poziția *FRECVENȚĂ*, sau impuls cu impuls, la apăsarea butonului *MOMOIMPULS*, atunci când K_2 este pe aceeași poziție.

Circuitul de intrare este prevăzut cu 3 game de lucru: $0 \div 1$ V, $0 \div 10$ V și $0 \div 100$ V, selectarea uneia dintre acestea făcându-se manual, cu ajutorul comutatorului K_3 .

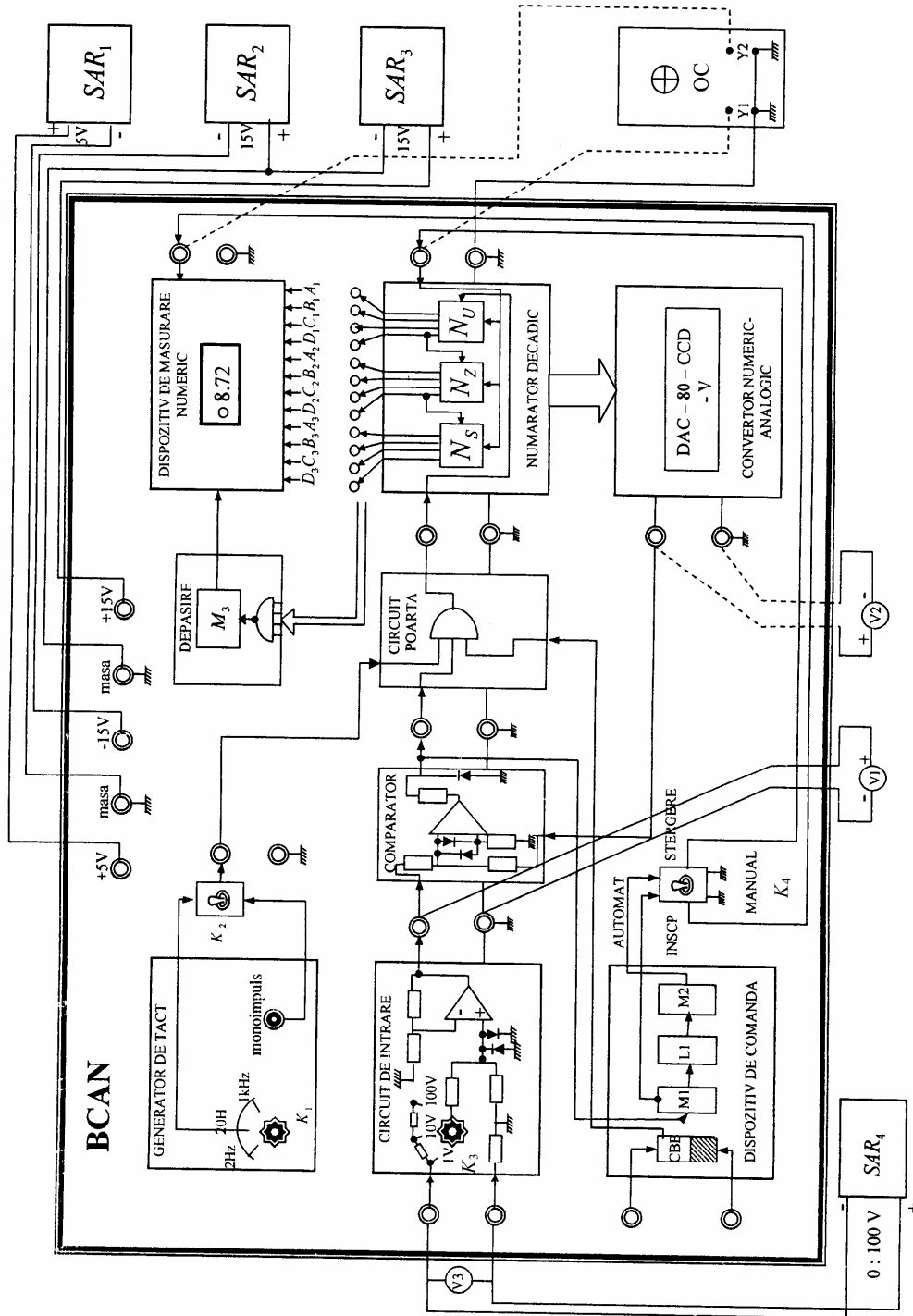


Fig.9.3. Schema de montaj pentru studiul convertorului analog-numeric cu compensare în trepte egale

Prin selectarea gamei se poziționează, totodată, și virgula corespunzătoare în dispozitivul de afișare numeric, astfel încât rezultatul este permanent afișat în volți.

Comutatorul modului de lucru K_4 , împreună cu dispozitivul de comandă, asigură funcționarea schemei în două regimuri:

a) Pe poziția *MANUAL*, schema funcționează doar un ciclu de măsurare, după care se oprește și, pe dispozitivul de afișare numeric, se poate citi valoarea tensiunii de intrare. Pentru efectuarea unui nou ciclu de măsurare, este necesar să se dea o nouă comandă *START*. Pe această poziție, dispozitivul de afișare numeric va indica, permanent, starea curentă a informației din numărătorul decadic.

b) Pe poziția *AUTOMAT*, se realizează, în mod continuu, ciclarea conform diagramei de semnale din fig.2.

Deoarece, în momentul conectării sursei de +5V, ieșirea circuitului basculant bistabil CBB este 0, pentru începerea unui ciclu de măsurare, atât pe poziția *AUTOMAT* cât și pe *MANUAL* este necesară comanda *START*. Oprirea funcționării este posibilă printr-o comandă *STOP*.

În funcționarea pe poziția *AUTOMAT*, pentru generarea impulsurilor *ÎNSCRIERE* și *ȘTERGERE*, se folosesc circuitele basculante monostabile M_1 și M_2 , iar decalarea temporală a celor două semnale este asigurată de linia de întârziere LI (fig.9.3).

Pentru a se cunoaște în orice moment informația numerică din numărătorul decadic ND s-au prevăzut diodele luminescente A_i, B_i, C_i, D_i , (i - numărul de ordine al decadei: $i = 1$ pentru decada unităților, $i = 2$ pentru decada zecilor, $i = 3$ pentru decada sutelor) cuplate direct pe ieșirile binare ale fiecărei decade de numărare.

Pentru a se sesiza situația în care tensiunea U_i depășește valoarea maximă admisă pe scara selectată, s-a prevăzut blocul *DEPĂȘIRE*, alcătuit dintr-un circuit ȘI – NU cu 6 intrări la care sunt conectate ieșirile A_i și D_i ($i = 1, 2, 3$), realizându-se astfel decodificarea stării 999, care comandă circuitul monostabil M_3 reglat la 0,5 secunde. În momentul în care numărătorul trece prin starea 999, circuitul monostabil este activat, iar dioda luminescentă conectată la ieșirea acestuia și dispusă în fața celulelor de afișare, va pâlpâi cu o frecvență de aproximativ 1 Hz (K_1 - pe poziția *1 kHz*, K_2 - pe poziția *FRECVENȚĂ*, K_4 - pe poziția *AUTOMAT*).

În scopul prevenirii distrugerii circuitului de intrare, atunci când mărimea de intrare selectată depășește valoarea maximă admisibilă pe scara respectivă, s-a prevăzut o protecție cu diode.

Desfășurarea lucrării constă în parcurgerea următoarelor etape:

3.1. Pentru însușirea principiului de funcționare și a modalităților de lucru cu convertorul analog-numeric cu compensare, se vor studia chestiunile teoretice, urmărindu-se, în același timp, dispunerea elementelor componente pe placa BCAN.

Observație. Înainte de conectare, sursele de alimentare se vor fixa la valorile corespunzătoare din fig.9.3. Conectarea în circuit a surselor de alimentare se va face în următoarea ordine: *mai întâi se va porni sursa de +5 V și, apoi, simultan se vor porni sursele de +15 V și - 15 V. La terminarea lucrării, succesiunea de oprire a surselor*

de alimentare va fi inversă celei de la pornire. Sursa SAR_4 , care reprezintă mărimea de intrare, va fi conectată în circuit numai după ce vor fi pornite sursele de alimentare și va fi oprită prima la terminarea experimentelor.

3.2. Cu comutatorul K_2 pe poziția *FRECVENȚĂ* și comutatorul K_4 pe poziția *MANUAL*, se aplică tensiuni la bornele “INT”, în gamele $0 \div 1$ V; $1 \div 10$ V; $10 \div 100$ V, câte 5 valori pe fiecare gamă, având grijă ca, de fiecare dată, comutatorul K_3 să fie pe poziția corespunzătoare.

Pentru pornirea conversiei, în faza inițială, se aplică întâi comanda *STOP*, iar apoi comanda *START*. După afișarea rezultatului, pentru a iniția un nou ciclu de conversie, se modifică tensiunea de intrare sau alți parametri de conversie, iar comanda *START* se reia. Fiecare dintre valorile tensiunii de intrare va fi supusă procesului de conversie analog-numerică, atât pe gama optimă, cât și pe gamele superioare. De asemenea, pentru fiecare tensiune de intrare, se vor utiliza diverse poziții ale comutatorului K_1 . Se va evidenția eroarea de conversie ε , prin relația:

$$\varepsilon = | U_I - N |$$

unde N reprezintă numărul afișat, iar U_I tensiunea de intrare.

Rezultatele conversiei se vor prezenta sintetic într-un tabel de forma următoare:

U_I [V]	Gama de intrare	Poziție K_1	Ieșiri numerice												Număr afișat N	Obs. Eroare ε [V]	
			D_3	C_3	B_3	A_3	D_2	C_2	B_2	A_2	D_1	C_1	B_1	A_1			

3.3. Se trece comutatorul K_4 pe poziția *AUTOMAT*, K_1 pe 1 kHz, iar K_2 pe poziția *FRECVENȚĂ*. Se aplică, la intrare (INT) o tensiune care să se încadreze în gama selectată. Se aplică comanda *STOP* dispozitivului de comandă urmărindu-se starea numărătorului pe diodele A_i, B_i, C_i, D_i , după care se aplică comanda *START*. Pentru aceeași valoare a tensiunii de intrare se vor repeta comenzile *STOP* și *START* de 3 ori, rezultatele fiind trecute în tabelul de mai sus. Pe gamele $0 \div 1$ V și $0 \div 10$ V, se va evidenția funcționarea blocului *DEPĂȘIRE*, avându-se grijă ca poziția comutatorului K_3 să nu fie lăsată mai mult de câteva secunde pe gama în care se sesizează depășirea.

3.4. Cu comutatorul K_2 pe poziția *MONOIMPULS* și comutatorul K_4 pe poziția *MANUAL*, după comenzile *STOP/START*, se aplică succesiv impulsuri de la butonul *MONOIMPULS*, urmărindu-se, după fiecare impuls, codul înscris în numărătorul decadic, pe LED-urile A_i, B_i, C_i, D_i și, totodată, corespondența cu numărul afișat, notându-se, în același timp, valoarea tensiunii de la ieșirea

convertorului numeric-analogic, măsurată cu voltmetrul V_2 . Astfel, se pune în evidență pasul de cuantizare, ca fiind creșterea tensiunii respective atunci când conținutul numărătorului crește cu o unitate.

3.5. Se poziționează comutatoarele K_1 pe 1 kHz , K_2 pe *FRECVENȚĂ*, K_4 pe *AUTOMAT* și K_3 pe poziția corespunzătoare tensiunii de intrare alese. Se dă comanda *START* și, după sesizarea funcționării corecte a dispozitivului de conversie, se vizualizează semnalele de la bornele de testare, având grijă ca, pe un canal al osciloscopului, să se folosească drept referință frecvența generatorului de tact. Se vor pune în evidență atât formele cât și valorile semnalelor vizualizate (amplitudine, frecvență).

9.4. Observații, concluzii, chestionar

În cadrul referatului, se vor face aprecieri asupra performanțelor – rezoluție și viteză de lucru – în regimurile de funcționare studiate, răspunzându-se la următoarele chestiuni:

4.1. Precizați elementele schemei de conversie studiate care introduc erori de conversie și cu ce pondere.

4.2. Este posibilă îmbunătățirea timpului de conversie? În ce mod (moduri)?

4.3. Imaginați o modalitate de completare a schemei care să permită generarea unui semnal activ (“1”) atât timp cât durează conversia (semnalul *STATUS* existent la convertoarele integrate).

4.4. Detaliați schema de sesizare a depășirii.

4.5. Explicați necesitatea liniei de întârziere LI din cadrul dispozitivului de comandă DC.

4.6. Sunt posibile și alte modalități de realizare a conversiei analog- numerice? Exemplificați, pe scurt, câteva dintre acestea, având în vedere aspectul performanțe/complexitate, comparativ cu cel studiat în cadrul aplicației.