

Circuite de eşantionare și memorare

1. Introducere

Lucrarea prezintă caracteristicile de funcționare și principiile de construcție ale circuitelor de eşantionare și memorare.

2. Circuite de eşantionare și memorare

Circuitul de eşantionare și memorare (CEM) realizează prelevarea valorii, de la un moment dat a unui semnal analogic (tensiune electrică) și memorează această valoare. În figura 4.1a este reprezentat un CEM din punct de vedere funcțional, iar diagramele de timp care descriu funcționarea de principiu al unui circuit "ideal" de eşantionare și memorare sunt prezentate în figura 4.1b.

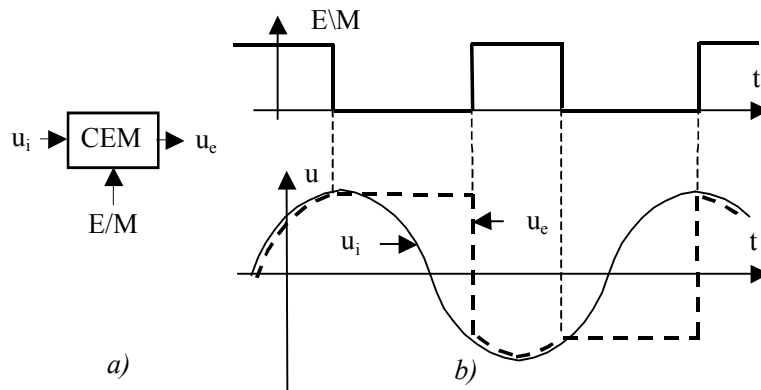


Figura 4.1

Circuitul de eşantionare și memorare se găsește la un moment dat, într-o stare determinată de nivelul logic al semnalului de comandă eşantionare sau memorare (E/M). În starea de eşantionare, impusă de nivelul logic 1 al semnalului E/M, circuitul de eşantionare și memorare funcționează ca un repetor. Frontul de coborâre al semnalului de comandă E/M, determină memorarea valorii tensiunii de intrare u_i de la momentul corespunzător frontului. Această valoare a semnalului de intrare de intrare este menținută la ieșirea circuitului de eşantionare și memorare în intervalul corespunzător stării de memorare, impusă prin nivelul logic 0 al semnalului de comandă E/M.

Conectat la intrarea unui convertor analog numeric (CAN), circuitul de eşantionare și memorare (comandat în starea de memorare) se utilizează pentru a menține constantă tensiunea de la intrarea CAN pe durata conversiei analog

numerice. Astfel, se obține mărirea valorii limitei superioare a domeniului de frecvențe ale semnalului de intrare, la care CAN este utilizat la rezoluție maximă, dată de numărul de biți ai acestuia. În sistemele de distribuție a datelor, circuitele de eșantionare și memorare sunt utilizate pentru reconstituirea semnalelor multiplexate în timp.

În cele ce urmează se vor prezenta caracteristicile de funcționare ale unui circuit “real” de eșantionare memorare (figura 4.2).

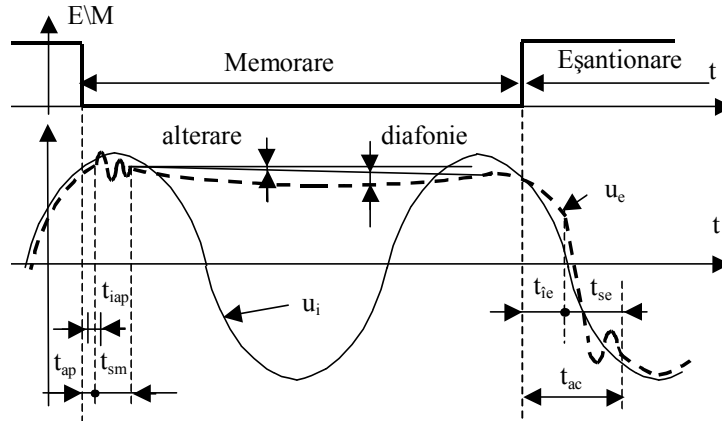


Figura 4.2

La trecerea din starea de eșantionare în starea de memorare tensiunea de la ieșirea CEM încetează să urmărească semnalul de la intrare, cu o anumită întârziere după comanda stării de memorare. Timpul de apertură (t_{ap}) reprezintă intervalul între frontul de comandă a stării de memorare pentru CEM și comutarea efectivă a circuitului în starea de memorare. De aceea, fronturile de comandă a stării de memorare trebuie să fie decalate cu t_{ap} , înainte față de momentele impuse de prelevare a eșantioanelor.

Instabilitatea timpului de apertură t_{iap} reprezintă limita maximă a variațiilor aleatoare ale timpului de apertură. Eroarea datorată instabilității timpului de apertură limitează superior domeniul de frecvențe al semnalului de intrare u_i la care circuitul de eșantionare și memorare permite utilizarea unui CAN la rezoluție maximă.

Timpul de stabilizare (t_{sm}) la comutarea CEM în starea de memorare reprezintă intervalul între momentul de sfârșit al timpului de apertură și momentul reducerii amplitudinii oscilațiilor tensiunii de la ieșirea CEM sub valoarea de $1/2$ LSB. Un LSB reprezintă valoarea analogică a tensiunii corespunzătoare bitului de semnificație minimă, a conversiei analog numerică. Procesul de conversie analog numerică a semnalului se declanșează numai după stabilizarea ieșirii CEM aflată în starea de memorare, adică după sfârșitul timpului de stabilizare t_{sm} .

Pe durata stării de memorare, modificarea tensiunea u_c de la ieșirea CEM este caracterizată prin panta de variație a acesteia ($\Delta u_c / \Delta t$), numită viteza de alterare. Alterarea tensiunii de la ieșirea CEM în stare de memorare, până la momentul terminării conversiei analog numerice trebuie să fie mai mică decât 1/2 LSB.

Tot pe durata stării de memorare, diafonia caracterizează variațiile tensiunii u_c de la ieșirea CEM datorate variațiilor tensiunii de la intrare u_i . Diafonia se determină pentru o tensiune de intrare sinusoidală de amplitudine și frecvență maxime de funcționare pentru CEM și trebuie să fie mai mică decât 1/2 LSB.

La trecerea din starea de memorare în starea de eșantionare se definește timpul de achiziție (t_{ac}) care reprezintă intervalul de timp între frontul de comandă a stării de eșantionare și momentul când ieșirea CEM urmărește intrarea cu o precizie dată (eroare mai mică decât 1/2 LSB). Timpul de achiziție este compus din timpul datorat întârzierii la comanda de comutare în starea de eșantionare (t_{ic}), rezultat ca urmare a vitezei limitate de variație a tensiunii de la ieșirea CEM și din timpul de stabilizare la eșantionare (t_{sc}).

În starea de eșantionare, erorile de decalaj și câștig ale unui CEM trebuie apreciate în raport cu rezoluția conversiei analog numerice, exprimată în unități LSB. Ca urmare a erorilor pe care le produc, caracteristicile circuitului real de eșantionare și memorare limitează frecvența de achiziție a eșantioanelor în procesul de achiziție a semnalelor.

3. Principii de construcție a circuitelor de eșantionare și memorare

Circuitele de eșantionare și memorare au în componență ca element principal pentru memorare un condensator, care are proprietatea de a păstra tensiunea la bornele sale, pe durata memorării. Pe durata eșantionării tensiunea la bornele condensatorului urmărește tensiunea de intrare. În funcție de caracteristicile aplicației în care se utilizează circuitul de eșantionare și memorare se alege valoarea concretă a capacității condensatorului, ca rezultat al unui compromis (figura 4.3). Astfel, creșterea valorii capacității condensatorului de memorare conduce la creșterea timpului de achiziție al CEM și la scăderea vitezei de alterare a tensiunii de ieșire în stare de memorare.

În structura de principiu a unui circuit de eșantionare și memorare (figura 4.3) amplificatorul operațional AO_1 asigură o impedanță mare de intrare a CEM și impedanță mică pentru încărcarea condensatorului C în stare de eșantionare pentru a micșora timpul de achiziție. Curentul de pierderi al condensatorului și curentul de intrare în amplificator trebuie să fie cât mai mici. Din acest punct de vedere se recomandă utilizarea unui amplificator operațional AO_2 cu tranzistoare cu efect de câmp în etajul de intrare pentru ca descărcarea condensatorului C să fie lentă în starea de memorare adică, o viteză de alterare redusă. Comutatorul CE este realizat în mod obișnuit tot cu tranzistor cu efect de câmp. Deoarece cele două amplificatoare operaționale AO_1 și AO_2 lucrează independent, erorile lor se însumează.

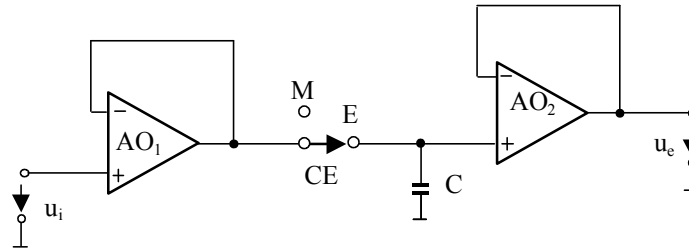


Figura 4.3

Reducerea erorilor de decalaj ale CEM se pot obține prin includerea celor două amplificatoare operaționale într-o buclă cu reacție globală (figura 4.4). În acest caz erorile de decalajele CEM sunt date de amplificatorul operațional AO_1 , care trebuie ales cu derivă redusă a tensiunii de decalaj. În starea de memorare cele două amplificatoare operaționale lucrează separat în configurații de repetoare. Va rezulta un sistem mai lent dar mai precis. În cazul acestei structuri, o problemă constituie existența unei diafonii care rezultă ca urmare a transmiterii tensiunii de la ieșirea amplificatorului operațional de intrare AO_1 prin capacitatea parazită C_d a comutatorului CE în poziția corespunzătoare stării de memorare.

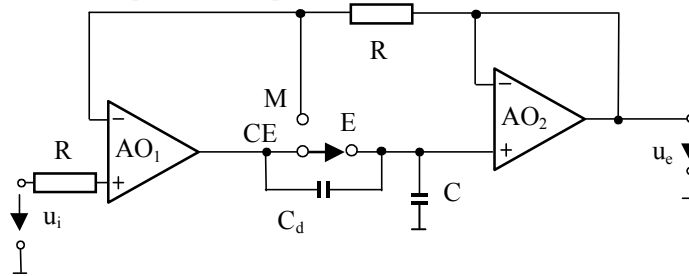


Figura 4.4

4. Desfășurarea lucrării

4.1 Se studiază caracteristicile circuitului de eșantionare și memorare, circuitul integrat NE 5537. În figura 4.5 se prezintă schema bloc internă a acestui circuit integrat. Cele două amplificatoare operaționale sunt incluse într-o buclă de reacție globală, rezultând o amplificare unitară. Pentru poziția de memorare a comutatorului de comandă eșantionare sau memorare, diodele de comutație închid bucla de reacție a amplificatorului de intrare pentru a preveni intrarea în saturație a acestuia.

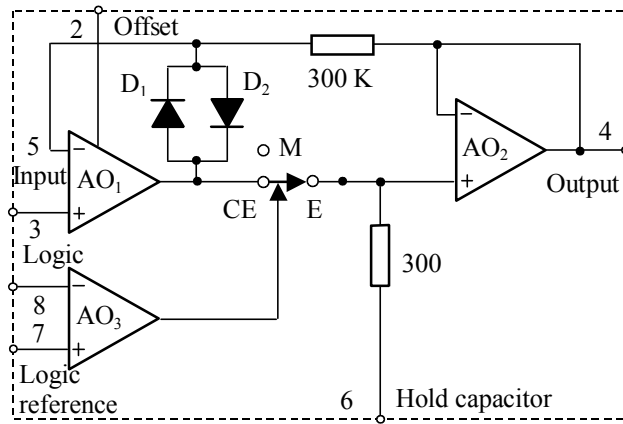


Figura 4.5

4.2 Se compară caracteristicile reale ale circuitului de eşantionare și memorare NE 5537 cu caracteristicile de catalog.

4.3 Se studiază influența valorii capacității externe asupra performanțelor circuitului de eşantionare și memorare NE 5537.