

CONVERSIA DIGITAL-ANALOGICĂ ȘI ANALOG-DIGITALĂ

Scopul lucrării

- studiul convertoarelor digital-analogice cu ieșire în tensiune, respectiv curent
- studiul convertorului analog-digital cu rampă digitală
- studiul convertorului analog-digital cu aproximații succesive
- studiul convertorului analog-digital flash

Materiale necesare

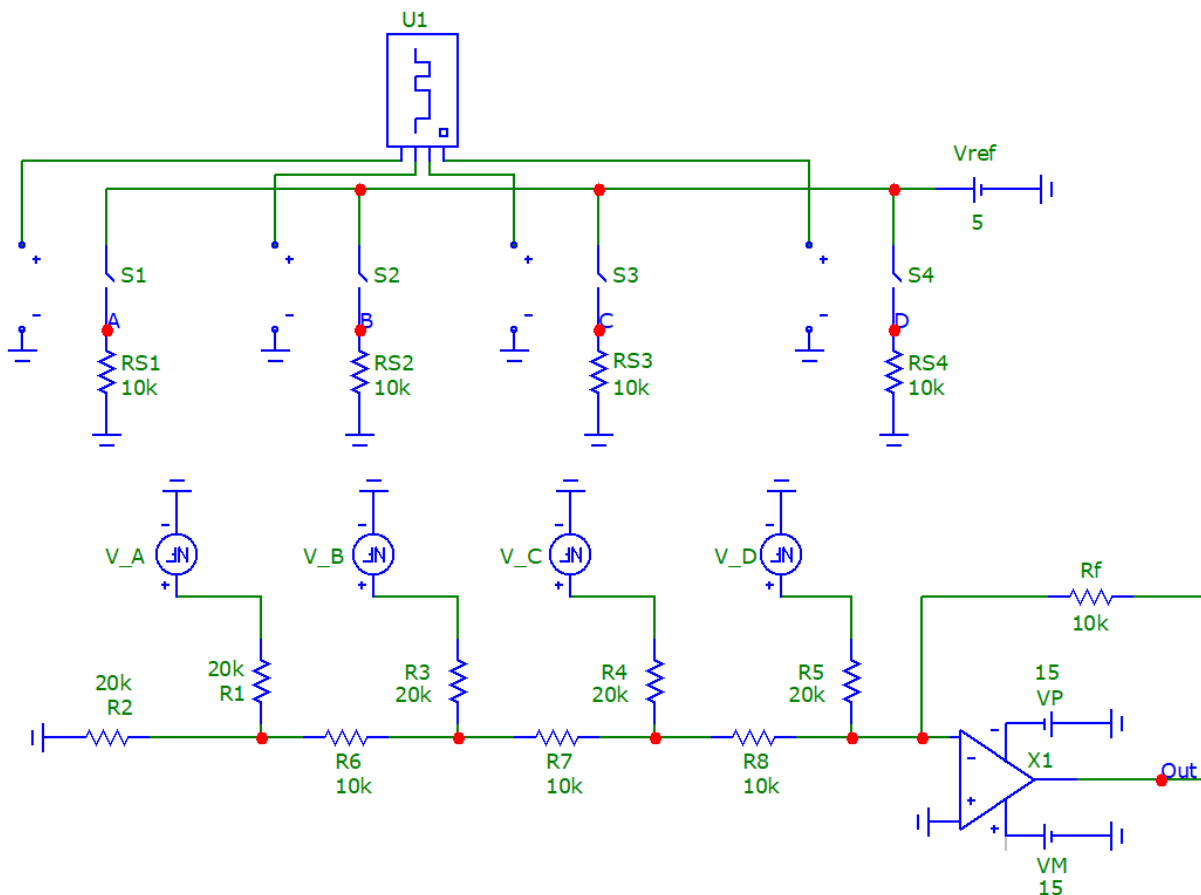
- computer
- programul Micro-cap 12
- programul Scidavis

Metodologia efectuării lucrării

a) Convertorul digital-analogic cu rețea $R-2R$ cu ieșire în tensiune

În această secțiune vom studia un convertor digital-analogic cu rețea $R-2R$ pe 4 biți cu ieșire în tensiune. Montajul conține un generator de valori binare pe 4 biți (U1) care controlează un set de 4 comutatoare controlate în tensiune. Aceste comutatoare închid sau deschid conexiunile dintre sursa de tensiune V_{ref} și rezistențele $RS1-RS4$ care sunt legate la masă. Tensiunile de intrare ale convertorului digital-analogic (V_A , V_B , V_C și V_D) sunt de fapt căderile de tensiune pe rezistențele $RS1-RS4$ sau potențialele față de masă ale nodurilor A, B, C și D. Un comutator închis reprezintă o tensiune de intrare egală cu V_{ref} , iar un comutator deschis reprezintă o tensiune de intrare egală cu zero (masă). Generatorul de valori binare este configurat ca un numărător care crește valoarea de la ieșirea sa cu 1 la fiecare 0.5 μs .

- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12.

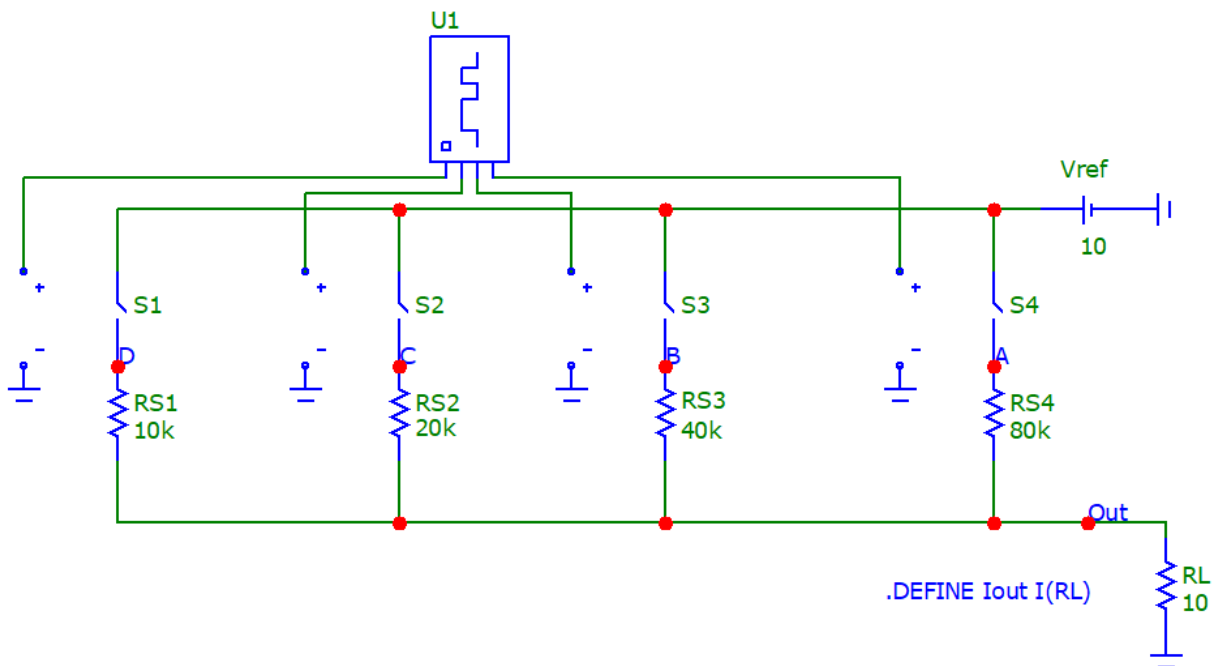


- se realizează analiza în timp a circuitului pentru o perioadă de 10 μ s cu un pas de 0.1 μ s.
- se reprezintă grafic $V(V_A)$, $V(V_B)$, $V(V_C)$, $V(V_D)$ și $V(\text{Out})$ în funcție de timp.
- determinați valoarea maximă a tensiunii de ieșire, A_{FS} (full-scale output).
- determinați ponderile tensiunilor de intrare.
- determinați rezoluția convertorului atât în V cât și în procente.
- realizați analiza de mai sus pentru $V_{ref} = 2.5$, respectiv 10 V și determinați ponderile intrărilor, rezoluția și A_{FS} pentru fiecare valoare a lui V_{ref} . Explicați rezultatele obținute.

b) Convertorul digital-analogic cu ieșire în curent

Acum vom studia un convertor digital-analogic pe 4 biți cu ieșire în curent. Curenții de intrare ai convertorului sunt I_D , I_C , I_B și I_A definiți ca și curenții care trec prin rezistențele RS1-RS4. Curentul de ieșire al convertorului este curentul care trece prin rezistența de sarcină R_L .

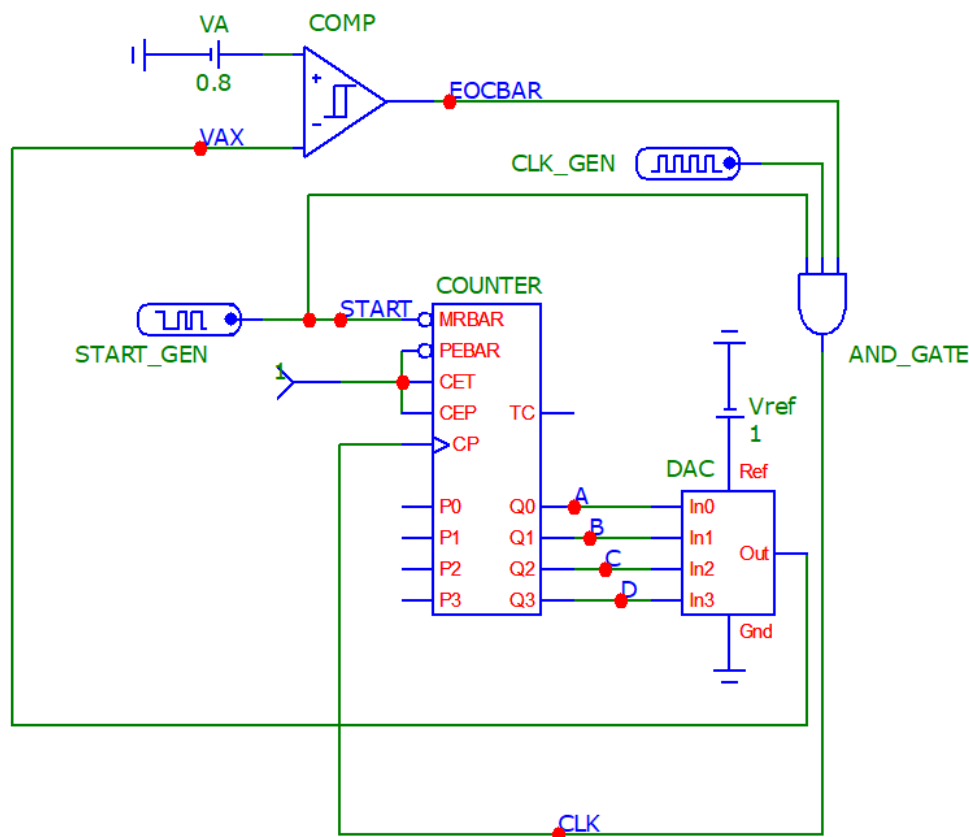
- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12.
- se realizează analiza în timp a circuitului pentru o perioadă de 10 μ s cu un pas de 0.1 μ s.
- se reprezintă grafic $V(V_A)$, $V(V_B)$, $V(V_C)$, $V(V_D)$ și I_{out} în funcție de timp.
- determinați valoarea maximă a curentului de ieșire, A_{FS} (full-scale output).
- determinați ponderile curenților de intrare.
- determinați rezoluția convertorului atât în mA cât și în procente.
- realizați analiza de mai sus pentru $V_{ref} = 5$, respectiv 20 V și determinați ponderile intrărilor, rezoluția și A_{FS} pentru fiecare valoare a lui V_{ref} . Explicați rezultatele obținute.
- realizați analiza de mai sus pentru $V_{ref} = 10$ V și $R_L = 100$, 500, respectiv 1000 Ω și determinați ponderile intrărilor, rezoluția și A_{FS} pentru fiecare valoare a lui V_{ref} . Explicați rezultatele obținute.



c) Convertorul analog-digital cu rampă digitală

În cele ce urmează vom studia convertorul analog-digital cu rampă digitală pe 4 biți. Schema acestui convertor conține un numărător pe 4 biți, un convertor digital-analogic pe 4 biți, un comparator, o poartă AND și un generator de semnal dreptunghiular (CLK_GEN). Semnalul START este generat de un generator de semnale digitale ("digital stimulus", START_GEN) și este definit ca un puls scurt 1 \rightarrow 0 \rightarrow 1 logic. Semnalul de tact are o frecvență de 1 MHz. Vom folosi o tensiune de prag V_T de 1 mV pe care o putem modela folosind un trigger Schmitt (sau comparator cu histerezis) pentru care ambele tensiuni de prag au valoarea de 1 mV.

- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12.
- se realizează analiza în timp a circuitului pentru o perioadă de 25 μs cu un pas de 0.1 μs .
- se reprezintă grafic în funcție de timp tensiunile nodurilor A, B, C, D, START, CLK pe o pagină (poate fi denumită DIGITAL), respectiv V_A și V_{AX} pe o altă pagină (poate fi denumită ANALOGIC). Explicați modul de funcționare al convertorului folosind schema acestuia și graficele generate.
- determinați timpul de conversie pentru $V_A = 0.2, 0.3, 0.5, 0.7$ și 0.9 V. Ce relație puteți scrie între timpul de conversie și valoarea tensiunii de intrare?
- ce relație se poate stabili între valorile tensiunii analogice și informația binară de la ieșirile convertorului?
- realizați analiza în timp a circuitului pentru o perioadă de 100 μs cu un pas de 0.1 μs , reglând $V_A = 1$ V. Ce observați? Încercați să explicați observațiile făcute.

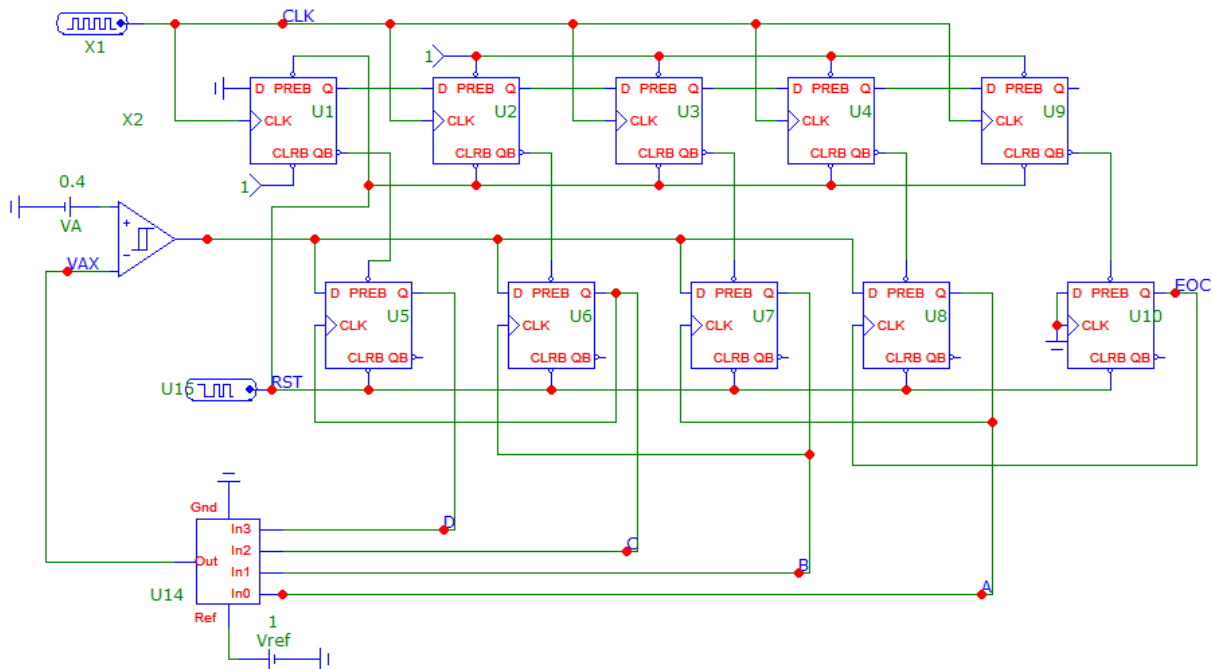


d) Convertorul analog-digital cu aproximații succesive

Convertorul analog-digital cu aproximații succesive folosit în lucrarea de față are o rezoluție de 4 biți și conține 10 bistabile de tip D, un convertor digital-analogic și un comparator. Procesul de conversie va fi declanșat de aplicarea unui puls negativ pe intrarea RST. Acest lucru setează bitul MSB la 1 logic și toți ceilalți biți la 0 logic. Ieșirea EOC va bascula în 1 logic atunci când procesul de conversie este finalizat. Ieșirea convertorului va rămâne neschimbată până la următorul puls negativ aplicat pe intrarea RST. Este bine de notat faptul că bistabilele basculează pe frontul crescător al semnalului de tact (CLK).

- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12.
- se realizează analiza în timp a circuitului pentru o perioadă de 25 μs cu un pas de 0.1 μs .
- se reprezintă grafic în funcție de timp tensiunile nodurilor A, B, C, D, START, CLK, respectiv V_A și V_{AX} . Încercați să explicați logica de conversie folosind schema convertorului și graficele generate.
- determinați timpul de conversie pentru $V_A = 0, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9$ și 1 V. Ce puteți spune despre timpul de conversie?

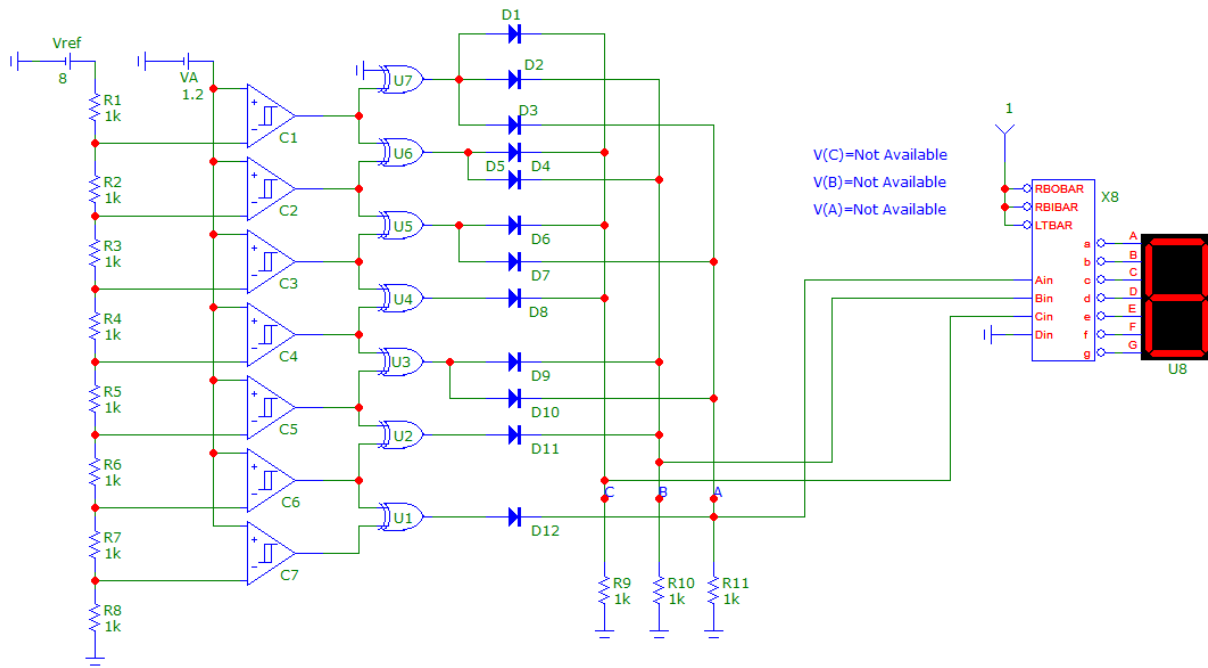
- ce relație se poate stabili între valorile tensiunii analogice și informația binară de la ieșirile convertorului?



e) Convertorul analog-digital Flash

Convertoarele analog-digitale de tip Flash sunt cele mai rapide, timpul de conversie fiind dependent numai de viteza propagării semnalelor prin circuitul convertorului. Convertorul Flash studiat în lucrarea de față este un convertor pe 3 biți și conține 7 comparatoare de mare viteză care funcționează în paralel. Acesta mai conține o rețea rezistivă care divizează tensiunea de referință ($V_{ref} = 8 \text{ V}$), furnizând la intrările inversoare ale comparatoarelor nivele de tensiune egal distanțate. Tensiunea de intrare V_A este comparată simultan cu fiecare dintre aceste tensiuni, ieșirea unui comparator fiind la nivel logic 1 dacă tensiunea de intrare este mai mare decât tensiunea cu care este comparată, sau la nivel logic 0 în caz contrar. Rezultatul digital de la ieșirile comparatoarelor este numit „cod termometric”. Rețeaua de porți XOR transformă codul termometric într-un cod 1 din 2^N-1 . Pentru o tensiune de intrare dată, doar poarta corespunzătoare valorii întregi a acesteia va avea la ieșire 1 logic. Diodele conectate la ieșirile porților XOR și cei trei rezistori de ieșire separă ieșirile porților și asigură evitarea conflictelor dintre stările logice.

- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12.
- se realizează analiza „probe transient” a circuitului pentru $V_A = 0, 1.5, 2.3, 3, 5, 6.9$ și 8 V . Ce observați?
- se realizează analiza „probe transient” a circuitului determinând plajele de valori corespunzătoare stărilor comparatoarelor din tabelul de mai jos cu o precizie de 0.01 V .



V_A (V)	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C	B	A	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(0)
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	(1)
0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	(2)
0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	(3)
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	(4)
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	(5)
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	(6)
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	(7)