

ELECTRONICĂ DIGITALĂ

LUCRAREA 2

CIRCUITE DE LIMITARE

2. Scopul lucrării

Lucrarea de laborator are ca scop studierea circuitelor de limitare. Circuitele studiate în cadrul lucrării sunt:

- Limitator paralel de maxim;
- Limitator paralel de minim;
- Limitator serie de maxim;
- Limitator serie de minim;
- Limitator cu tranzistor.

2.1. Noțiuni teoretice

2.1.1. Introducere

Se numește limitator un cuadripol la ieșirea căruia tensiunea de ieșire, $U_{ies}(t)$, rămâne practic constantă când tensiunea de intrare, $U_{in}(t)$:

- a) fie depășește o anumită valoare de prag U_{pr} , determinând o “*limitare sus*” (sau de maxim);
- b) fie rămâne sub o valoare de prag U_{pr} , determinând o “*limitare jos*” (sau de minim);
- c) fie iese dintre limitele nivelurilor de prag U'_{pr} și U''_{pr} , determinând o limitare bilaterală.

Cât timp semnalul se află între nivelurile de prag, răspunsul reproduce fără distorsiuni semnalul.

Pentru limitarea semnalelor se folosesc comutatoare electronice realizate cu diode sau tranzistoare, conectate fie în serie cu sarcina, fie în paralel cu aceasta. În *Figura 2.1.a, b* s-au reprezentat situațiile în care comutatorul este în serie cu sarcina, respectiv în paralel cu aceasta.

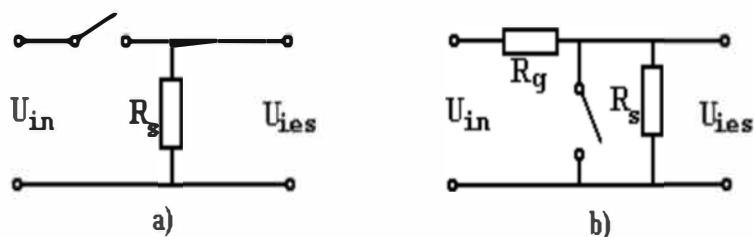


Figura 2.1. a) Comutator în serie cu sarcina;
b) Comutator în paralel cu sarcina.

2.1.2. Limitatoare cu diode

În *Figura 2.2.* este reprezentată schema unui limitator paralel de maxim cu o diodă.

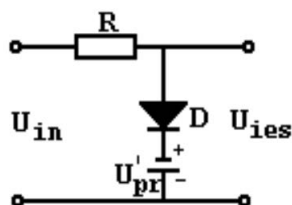


Figura 2.2. Schema unui limitator paralel de maxim cu o diodă

Caracteristica de transfer $U_{ies} = f(U_{in})$ a limitatorului (*figura 2.3. a*) a fost trasată considerând caracteristica linearizată a diodei (*Figura 2.3. b*). Caracteristica de transfer este de forma unei linii frânte, "punctul de frângere" având loc pentru

$$U_{in} = U'_{pr} + U_r.$$

Se deosebesc următoarele situații:

a) $U_{in} < U'_{pr} + U_r$ - dioda este blocată și tensiunea U_{in} va fi reprodusă la ieșire cu distorsiuni cu atât mai mici cu cât rezistența de sarcină va fi mai mare ;

b) $U_{in} > U'_{pr} + U_r$ - dioda va conduce iar variațiile tensiunii la ieșire ΔU_e se determină în funcție de variațiile tensiunii de intrare ΔU_i :

$$\Delta U_e = \frac{R_d}{R + R_d} \cdot \Delta U_i$$

Dacă $R_d \ll R$, atunci $\Delta U_e \ll \Delta U_i$, adică se obține o limitare superioară a răspunsului. De obicei $U'_{pr} \gg U_r$, caz în care se poate considera că nivelul de limitare este chiar U'_{pr} .

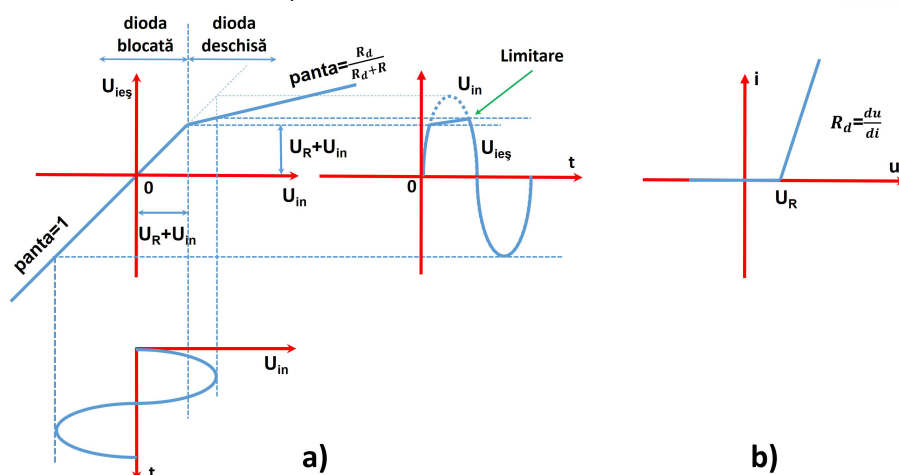


Figura 2.3. Caracteristica de transfer a limitatorului

Caracteristica de transfer din *Figura 2.3.a* a fost trasată în ipoteza că rezistența inversă a diodei (R_i) este infinit de mare. Dacă se ține cont de valoarea finită a acestei rezistențe, panta egală cu una a caracteristicii trebuie corectată la valoarea $\frac{R_i}{R_i + R}$.

Pentru îndeplinirea condițiilor $R \ll R_i$, $R \gg R_d$ se recomandă dimensionarea rezistenței R folosind relația $R = \sqrt{R_d \cdot R_i}$.

În mod analog pot fi analizate funcționările limitatorului paralel de minim, precum și a limitatoarelor serie de maxim și minim din *Figurile 2.4. a, b, c*, precum și a limitatorului bilateral cu diode din *Figura 2.5*.

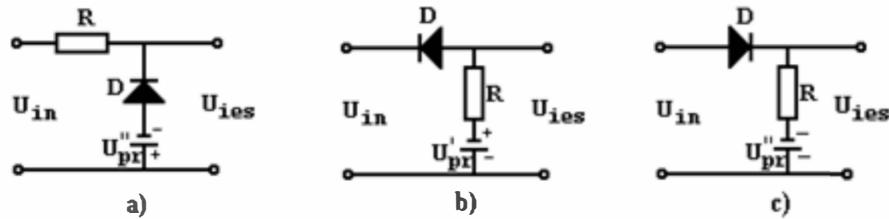


Figura 2.4. a) Limitatorul paralel de minim b) Limitatorul serie de maxim c) Limitatorul serie de minim

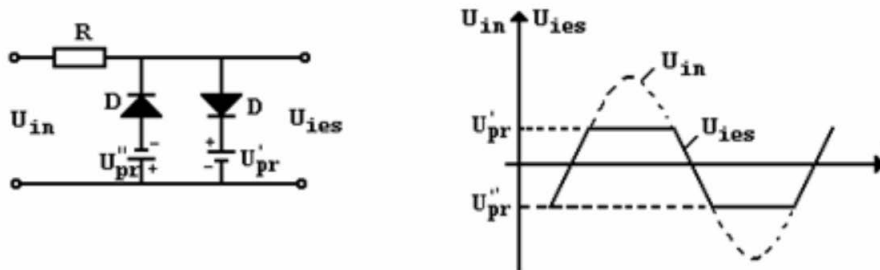


Figura 2.5. Limitatorul bilateral cu două diode

2.1.3. Limitator cu tranzistoare

Caracteristica de ieșire a unui tranzistor prezintă două neliniarități pronunțate care pot fi folosite în scopuri de limitare:

- la trecerea din regiunea blocată în regiunea activă;
- la trecerea din regiunea activă în regiunea saturată.

Dacă semnalul se modifică astfel încât deplasează punctul de funcționare al tranzistorului între regiunile amintite se realizează o limitare bilaterală. În Figura 2.6.

este prezentată schema unui limitator simplu cu un tranzistor.

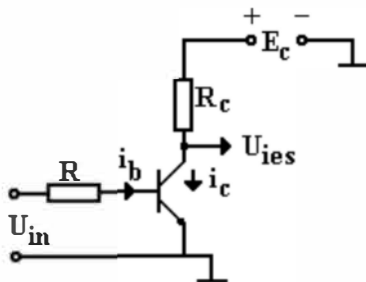


Figura 2.6. Schema unui limitator simplu cu un tranzistor

Rezistorul R poate reprezenta rezistența interioară a generatorului de semnal, sau un rezistor conectat deliberat, de valoare mare în comparație cu rezistența de intrare a tranzistorului. În acest caz, curentul de bază i_b va avea aproximativ aceeași formă:

$$I_b = \frac{U_i}{R + R_{intr}} \approx \frac{U_i}{R}$$

Dacă se presupune că semnalul are o variație liniară, când aceasta atinge tensiunea de deschidere bază-emitor (U_{Bed}), tranzistorul se deschide, apărând curent de bază (i_b) și de colector (i_c). Când curentul de colector atinge valoarea aproximativă de $\frac{E_c}{R_c}$, tranzistorul se saturează.

Tensiunea de ieșire are valoarea aproximativ egală cu E_c când tranzistorul este blocat și o valoare egală cu tensiunea colector-emitor la saturație (U_{CEsat}), când tranzistorul se saturează.

În concluzie circuitul funcționează ca un limitator bilateral.

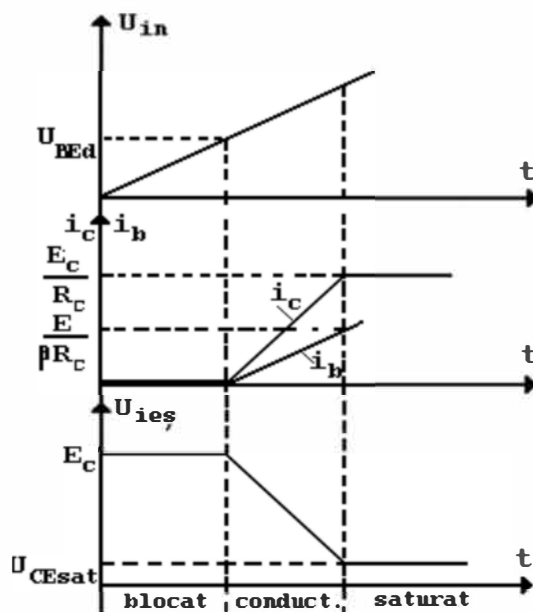


Figura 2.7. Funcționarea limitatorului cu tranzistoare

2.2. Desfășurarea lucrării

1. Se identifică pe macheta de laborator componentele existente și se notează valorile tuturor componentelor.
2. Se realizează pe rând circuitele de limitare paralel de minim și de maxim, precum și circuitele de limitare serie de minim și de maxim, prezentate mai sus.
3. La intrare se aplică un semnal sinusoidal cu $A=4V$ și $f=1kHz$ de la generatorul de semnal.
4. Cu ajutorul osciloscopului se vizualizează pe CH1 forma de undă aplicată la intrare, respectiv pe CH2 forma de undă obținută la ieșire. Se prindează formele de undă de la intrare și ieșire și se notează parametrii fiecăreia (amplitudine, perioadă, frecvență).
5. Se notează tensiunea de prag U'_{pr} și/sau U''_{pr} pentru fiecare circuit de limitare.
6. Se modifică rezistența și se reiau măsurătorile pentru fiecare circuit în parte.
7. Se realizează circuitul cu tranzistor, considerând $E_c=5V$. Se prindează semnalele de intrare și ieșire și se notează tensiunile de prag.

2.3. Întrebări

1. Ce este un limitator?
2. Care sunt tipurile de limitatoare?
3. Analizați și discutați schema unui limitator cu tranzistoare (+ caracteristici);

2.4. Conținutul referatului

- definiția circuitelor de limitare;
- prezentarea circuitelor de limitare realizate în laborator;
- valorile componentelor de pe macheta de laborator;
- reprezentarea semnalelor de intrare și ieșire (pe hârtie milimetrică); se notează pe grafice amplitudinea și perioada fiecărui semnal;
- valorile componentelor pentru care s-au făcut determinările;
- amplitudinea, frecvența și perioada fiecărui semnal reprezentat;
- tensiunile de prag de maxim U'_{pr} și/sau de minim U''_{pr} ;
- răspunsurile la întrebări;
- observații personale.