

## Lucrarea Nr. 5 Circuite simple cu diode (Aplicații)

### A.Scopul lucrării

- Verificarea experimentală a rezultatelor obținute prin analiza circuitelor cu diode modelate liniar pe porțiuni ;

### B.Scurt breviar teoretic

Se vor experimenta circuite simple (detector de vârf, circuit pentru deplasarea nivelului de cc al semnalului, dublorul de tensiune și stabilizatorul parametric cu DZ și resistor de balast).

#### B1. Detectorul de vârf cu diodă

Are schema din Figura 1; modelul diodei pentru analiza funcționării este cel din Figura 2.

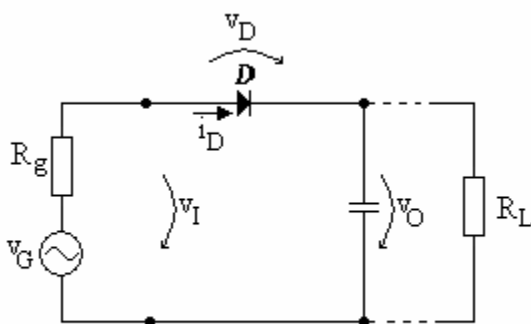


Figura 1

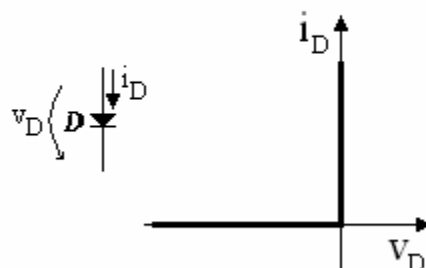


Figura 2

În regim permanent la intrare se aplică de la un generator (cu  $R_g=50\Omega$ ) tensiunea  $v_I(t) = V_{im} \sin \omega t$  iar la ieșire se conectează  $R_L \geq 1M\Omega$  (rezistența de intrare în osciloscop). Are loc  $R_L \gg R_g$ .

Capacitatea condensatorului se alege astfel încât să fie satisfăcută relația:

$C R_L \gg T$ , unde  $T = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{f}$  este perioada semnalului. În aceste ipoteze se poate

aproxima că descărcarea condensatorului C, pe durata cât dioda D este blocată, este nesemnificativă. În alternanța pozitivă a  $v_I(t)$  condensatorul C se încarcă la  $\approx +V_{im}$  pe armătura superioară și, dacă acceptăm ca  $R_L$  este foarte mare ( $\rightarrow \infty$ ) precum și modelul din Figura 2, rezultă că nu există cale de descărcare a sarcinii  $Q=V_{im}C$ . Rezultă, în regim

permanent,  $v_o(t) = V_{im} = ct$ , tensiune egală cu vârful (amplitudinea) semnalului de la intrare.

Obs: Dioda reală are o tensiune de deschidere  $V_D \approx 0.6V$ , motiv pentru care pe osciloscop  $v_o(t) < V_{im}$  și avem  $v_o(t) = V_{im} - V_D$ . Valoarea  $V_D$  depinde de  $R_L$ .

**B2. Circuit pentru deplasarea nivelului de cc al semnalului  $v_I(t)$**

Se va utiliza circuitul din Figura 3 și modelarea diodei conform Figurii 2.

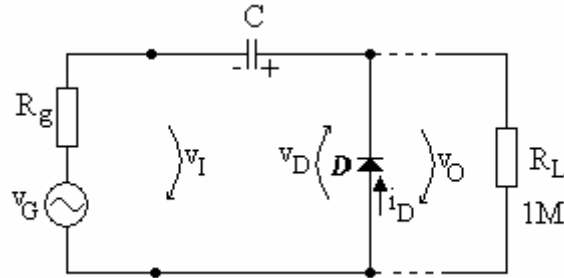


Figura 3

Semnalul de la intrarea circuitului respecta relația (1).

Să presupunem că se satisfac relațiile  $R_L \gg R_g$  ( $1M\Omega \gg 50\Omega$ ) și  $C R_L \gg T$ .

În figura 3 condensatorul C se încarcă cu +Q pe armătura din dreapta în alternanța negativă a semnalului  $v_I(t)$ . În regim permanent, vom avea pe condensator, pentru  $R_L \rightarrow \infty$ ,  $v_C(t) = V_{im}$  iar din Figura 3 rezultă:

$$(4) v_o(t) = v_I(t) + v_C(t) = V_{im} \sin \omega t + V_{im}$$

care arată că tensiunea de ieșire are și o componentă continuă  $+V_{im}$  (la intrare  $v_I(t)$  este axat pe 0V în timp ce la ieșire este axat pe  $+V_{im}$ ).

Dacă în Figura 3 se inversează sensul diodei, se va obține la ieșire:

$$(5) v_o(t) = v_I(t) + v_C(t) = V_{im} \sin \omega t - V_{im}$$

deci în acest caz semnalul de ieșire este axat pe valoarea de cc  $-V_{im}$ .

**B3. Dublorul de tensiune**

Are schema electrică din Figura 4:

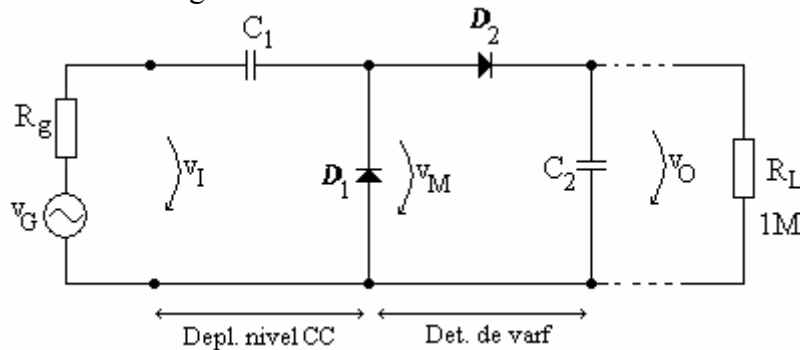


Figura 4

Circuitul din Figura 4 este de fapt alcătuit din doua subcircuite:

- primul este pentru deplasarea nivelului de cc al semnalului din intrare  
 $v_I(t) = V_{im} \sin \omega t$  furnizând la ieșire  $v_M(t) = V_{im} \sin \omega t + V_{im}$  ;
- al doilea este un detector de vârf care are la intrare în regim permanent  
 $v_M(t) = V_{im} \sin \omega t + V_{im}$  și furnizează la ieșire vârfurile de tensiune ale lui  $v_M(t)$   
 $v_O(t) = 2V_{im}$  (în regim permanent);

#### B4. Stabilizator parametric cu DZ și resistor de balast

Schema de principiu este reprezentată în Figura 5:

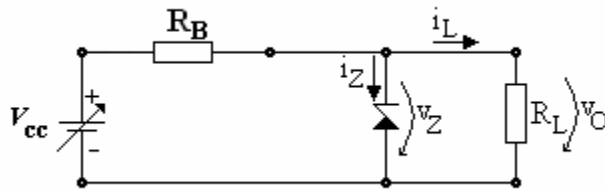


Figura 5

Pentru DZ acceptăm modelul din Figura 6a care este echivalentul modelului din Figura 6b:

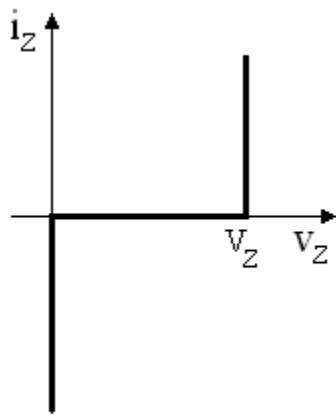


Figura 6a

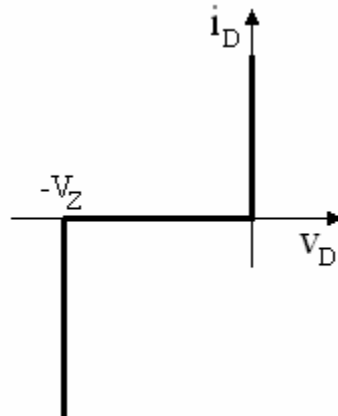


Figura 6b

Să observăm că, acceptând referințele din Figura 5 pentru mărimile  $i_Z$  și  $v_Z$ , avem:

-pentru  $0 \leq v_Z \leq V_Z$  curentul prin DZ este nul (contact deschis);

-pentru  $i_Z > 0$  rezultă  $v_Z = V_Z = ct$  ( $\forall i_Z > 0$ )

Ne propunem să trasăm grafic caracteristica de transfer direct  $v_O = v_O(v_I)$  cu  $v_I$  reglabil din sursa de tensiune continuă  $V_{CC}$ ,  $0 < v_I < 20V$ , și  $V_Z$  dată de catalog,  $V_Z < 20V = (V_{CC})_{max}$ .

La tensiuni  $v_I < V_Z$ , DZ are  $i_Z = 0$  (contact deschis) și circuitul devine ca în Figura 7:

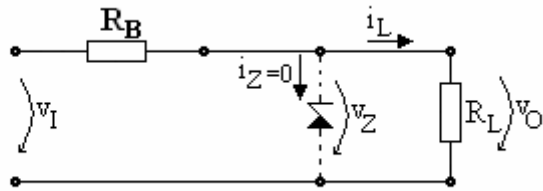


Figura 7

Rezultată din Figura 7:

$$\begin{cases} v_O = \frac{R_L}{R_L + R_B} v_I & (7) \\ v_Z = v_O & (8) \\ i_L = \frac{v_I}{R_L + R_B} & (9) \end{cases}$$

Relațiile (7) și (8) arată că pentru  $0 < v_I < (1 + \frac{R_B}{R_L})V_Z$  funcția de transfer  $v_O(v_I)$  este o dreaptă cu panta  $\frac{R_L}{R_L + R_B}$ .

La creșterea tensiunii de intrare, atunci când  $v_Z$  devine  $v_Z = V_Z$  (din relația (8) este necesar ca  $v_I = (1 + \frac{R_B}{R_L})V_Z$ ), dioda DZ intră în regim de străpungere și se comportă ca o sursă ideală de tensiune de valoare  $V_Z = \text{ct.}$

Pentru  $v_I \geq (1 + \frac{R_B}{R_L})V_Z$  circuitul echivalent va fi ca în Figura 8:

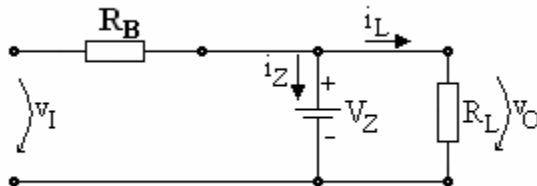


Figura 8

Din Figura 8 rezultă:

$$\begin{cases} v_o = V_Z = ct & (10) \\ i_L = \frac{v_o}{R_L} = \frac{V_Z}{R_L} & (11) \\ i_I = \frac{v_I - V_Z}{R_B} = i_Z + \frac{V_Z}{R_L} & (12) \end{cases}$$

Relațiile (10)...(12) arată că:

-circuitul stabilizează tensiunea  $v_o$ ;

-Dacă  $R_L=ct$  și  $v_I$  crește, rezultă creșterea curentului prin DZ .

Orice DZ reală poate funcționa până la o valoare  $i_Z \leq I_{ZM}$  . Din acest motiv  $v_I$  nu poate crește oricât ci numai până la:

$$i_Z \leq I_{ZM} \Rightarrow v_I \leq \left(1 + \frac{R_B}{R_L}\right)V_Z + R_B I_{ZM} \quad (13)$$

Relațiile (7), (10) și (13) conduc la graficul din Figura 9:

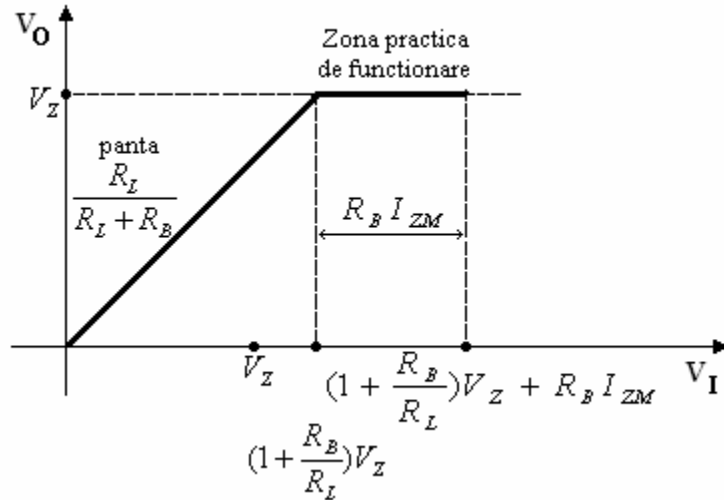


Figura 9

## C. Modul de lucru

### C1

- Se realizează circuitul din Figura 1 cu  $D=1N4148$  și  $C=47nF$ .
- Se asigură de la generatorul de semnal  $V_{im} < 4V$  și  $20Hz < f < 20MHz$ .
- Se vizualizează simultan  $v_I(t)$  și  $v_O(t)$  folosind un osciloscop cu două canale.
- Se rețin pe caiet cele două forme de undă pentru trei valori de amplitudine și două de frecvență.
- Se compară  $v_O(t)$  măsurat pe osciloscop cu valoarea calculată conform relației (3).

### C2

- Se realizează circuitul din Figura 3 cu aceleași componente ca la C1.
- Se vizualizează  $v_I(t)$  și  $v_O(t)$  și se rețin cantitativ pentru două amplitudini  $V_{im}$  și două frecvențe  $f$ .
- Se inversează dioda  $D$  și se repetă pasul anterior.

### C3

- Se realizează circuitul din Figura 4 folosind aceleași tipuri de componente ca mai sus.
- Se vizualizează și se rețin cantitativ  $v_M(t)$  și  $v_O(t)$  pentru situația conectării diodelor ca în Figura 4 precum și pentru cazul conectării acestora inversat.

### C4

- Se realizează circuitul din Figura 5 cu  $DZ 9V1$  ( $I_{ZM} \approx 30mA$ ) ( $V_{CC})_{max} = 20V$ ,  $R_B = 180\Omega$  și  $R_L = 540\Omega$ .
- Se modifică tensiunea din intrare între 0 și 20V spre a se trasa grafic caracteristica  $v_O = v_O(v_I)$ . Se determină pe caracteristică zona de stabilizare și se compară cu Figura 9.