CIRCUITE DE COMUTARE DC

I. OBIECTIVE

a) Stabilirea legăturii dintre alcătuirea diporţilor DC şi funcţiile realizate de acestea.
b) Înţelegerea modului prin care multiplicatoarele de tensiune (dublor, triplor) se pot construi folosind diporţi DC simpli.

II. COMPONENTE ŞI APARATURĂ

Folosim un breadboard, două diode semiconductoare de tip 1N4148 (banda indică catodul) şi două condensatoare cu valoarea de 330 nF. Deoarece aplicăm tensiuni continue şi variabile şi măsurăm tensiuni continue şi variabile avem nevoie de o sursă de tensiune continuă stabilizată, un generator de semnale, un osciloscop catodic cu două canale şi un multimetru digital.

III. ASPECTE TEORETICE

Diporţii DC sunt circuite de comutare care conţin diode şi condensatoare. Ei au aceleaşi scheme electrice ca şi diporţii DR, doar că R este înlocuit cu C.

1. Diporţi DC de extrem (maxim/minim) temporal

Să considerăm diportul DC din Fig. 1., cu ieşirea în gol.

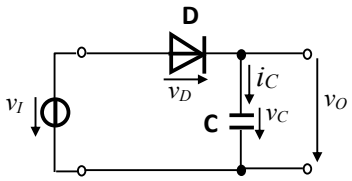

Fig. 1. Diport DC de maxim temporal

Analiza acestui diport o facem considerând că la momentul iniţial t=0 (momentul aplicării sursei de tensiune variabilă v_I), condensatorul este descărcat v_C (0)=0V.

Ne propunem să determinăm tensiunea pe ieşire $v_O(t)$, care este identică cu cea de pe condensator $v_O(t) = v_C(t)$ şi tensiunea pe diodă $v_D(t)$.

O dată cu evoluţia în timp, se pot schimba potenţialele la ambele terminale ale diodei. Atâta timp cât v_D tinde să fie pozitivă, **dioda conduce,** $v_D=10V$, condensatorul se încarcă şi $v_C(t)$ creşte. Prin circuit trece curentul i_C >0, a cărui intensitate este determinată doar de valoarea capacităţii şi a vitezei de creştere a tensiunii de intrare:

$$i_C = C\frac{dv_I}{dt}$$

Deoarece dioda este ideală, tensiunea de ieşire este egală cu cea de intrare.

Atâta timp cât $v_D<0V$, dioda este blocată, deci nu există curent în circuit, ceea ce face ca tensiunea pe condensator să rămână nemodificată: $v_C(t)=constant$.

Conform TKV avem:

$$v_D(t) = v_I(t) - v_O(t)$$

Formele de undă pentru diportul de maxim temporal sunt prezentate în Fig.2 (cu tensiunea de intrare v_I, reprezentată prima).

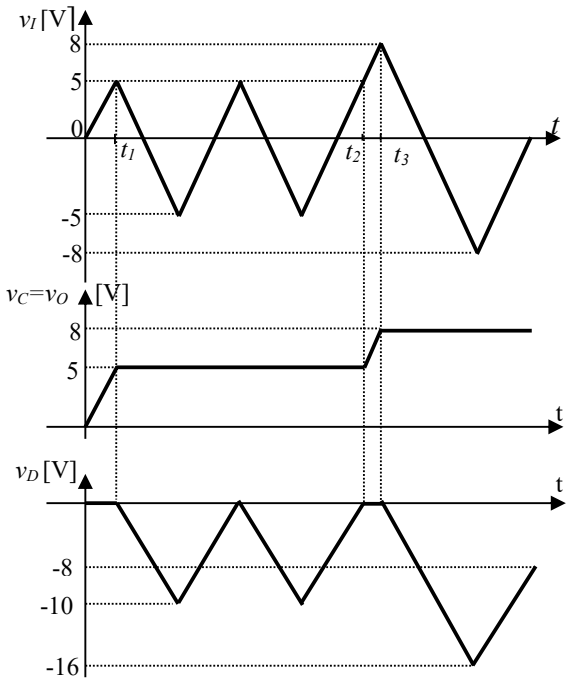

Fig. 2. Cronogramele tensiunilor pentru diportul de maxim temporal

Se observă că în fiecare moment de timp valoarea tensiunii de ieşire v_O este egală cu cea mai mare valoare pozitivă luată de tensiunea de intrare v_I în momentele anterioare. Din acest motiv, circuitul se mai numeşte şi **diport de maxim temporal** sau **detector de vârf**.

Dacă se consideră pe D o cădere de 0,7V în conducţie, atunci pentru $t\in[t_1,t_2]$; v_O=4,3V, iar pentru $t>t_3$, v_O=7,3V.

Pentru a obţine un **diport de minim temporal** se foloseşte o schemă asemănătoare cu cea a circuitului de maxim, doar că se inversează modul de conectare al diodei.

2. Diporţi DC de translaţie

Pentru circuitul din Fig. 1. se poate considera ieşirea pe diodă, caz în care circuitul se poate redesena ca în Fig.3:

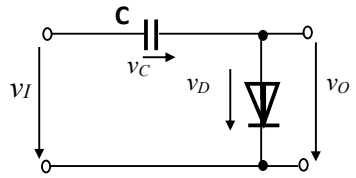

Fig.3. Circuit de translaţie spre valori negative

Cronogramele tensiunilor rămân cele din Fig.2. doar că tensiunea de ieşire va fi considerată cea de pe diodă, $v_O(t)=v_D(t)$.

Aşa cum ne arată şi relaţia

$$v_O(t)=v_I(t)-v_C(t)$$

în fiecare moment de timp tensiunea de ieşire rezultă prin translatarea tensiunii v_I în jos cu tensiunea de pe condensator. Deoarece $v_C(t)\geq 0$, întotdeauna v_I este translatată înspre valori negative, de aceea circuitul se numeşte **diport de translaţie spre valori negative.**

Tensiunea de ieşire este întotdeauna mai mică sau egală cu zero.

Circuitul din Fig.4. este un circuit de **translaţie spre valori pozitive:**

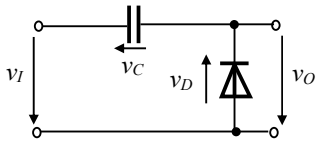

Fig.4. Circuit de translaţie spre valori pozitive

Cronogramele tensiunilor sunt prezentate în Fig.5., cu linie plină pentru dioda ideală şi cu linie punctată pentru 0,7V tensiune pe dioda în conducţie.
Relaţia cu care se determină v_O este:

$$v_O = v_I+v_C$$

Deoarece $v_C\geq 0$; v_I este translatat în sus, în fiecare moment cu o cantitate egală cu tensiunea de pe condensator v_C, adică cu cea mai mică valoare nenegativă a tensiunii de intrare până în acel moment.

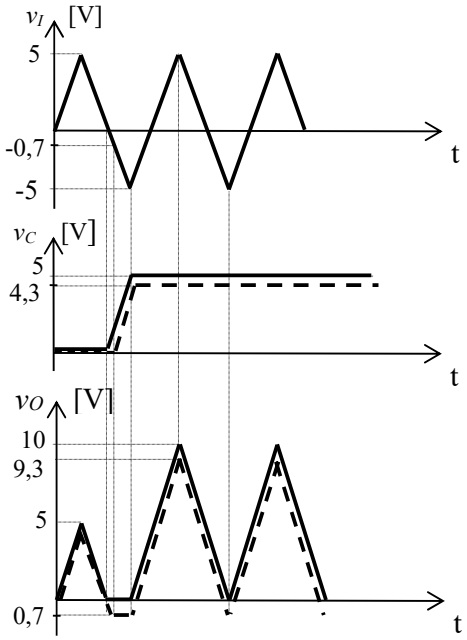

Fig. 5 Cronograme pentru diportul de translaţie spre valori pozitive în două situaţii:
D ideală; ——
0.7 V pe *D* în conducţie - - -

IV. EXERCIŢII PREGĂTITOARE

Pentru toate circuitele, exerciţiile se vor rezolva folosind pentru diodă modelul acesteia cădere de tensiune constantă, v_D=0.7V.

P1. Diporţi DC de extrem (maxim/minim) temporal

Cronograme şi funcţionarea circuitului

- Cum arată cronogramele tensiunilor $v_O(t)$ şi $v_D(t)$, în regim permanent, pentru circuitele din Fig. 8 și Fig.9, dacă $v_I(t)$=5V c.c. (Fig. 8) și $v_I(t)$= -5V c.c. (Fig. 9) ?
- Cum arată cronogramele tensiunilor $v_O(t)$ şi $v_D(t)$, în regim permanent, pentru circuitele din Fig. 8 și Fig.9, dacă $v_I(t)$ este tensiune sinusoidală cu amplitudinea de 0.3V?
- Cum arată cronogramele tensiunilor $v_O(t)$ şi $v_D(t)$, în regim permanent, pentru circuitele din Fig. 8 și Fig.9, dacă $v_I(t)$ este tensiune sinusoidală cu amplitudinea de 10V?

P2. Diporţi DC de translaţie

Cronograme şi funcţionarea circuitului

- Cum arată cronogramele tensiunilor $v_O(t)$ şi $v_C(t)$, în regim permanent, pentru circuitele din Fig. 10 și Fig.11, dacă $v_I(t)$ este tensiune sinusoidală cu amplitudinea de 0.3V?
- Cum arată cronogramele tensiunilor $v_O(t)$ şi $v_C(t)$, în regim permanent, pentru circuitele din Fig. 10 și Fig.11, dacă $v_I(t)$ este tensiune sinusoidală cu amplitudinea de 10V?

V. EXPERIMENTARE ŞI REZULTATE

1. Diporţi DC de extrem (maxim/minim) temporal

1.1. Diportul de maxim temporal - cronograme şi funcţionarea circuitului

Experimentare

Se construieşte circuitul din Fig. 8.

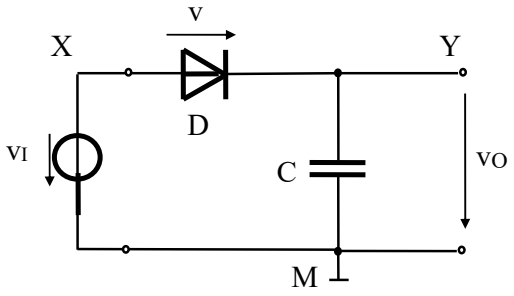

Fig. 8. Diport de maxim temporal

- La intrarea circuitului se aplică tensiune continuă de 5V de la sursa de tensiune continuă stabilizată.
- Cu multimetrul digital se măsoară tensiunile v_D şi v_O.
- La intrarea circuitului se aplică semnal sinusoidal cu frecvenţa de 500Hz şi amplitudine de 0.3V de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I şi v_O cu ajutorul osciloscopului. Semnalul v_I se vizualizează între punctele X și masă M iar semnalul v_O se vizualizează între punctele Y și masă M.
- Se crește amplitudinea semnalului de intrare la 10V și se repetă măsurătorile.

Rezultate

- Valorile tensiunilor v_I, v_O, v_D pentru v_I=5V c.c.
- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$ şi $v_D(t)$ pentru valorile amplitudinii semnalului sinusoidal de intrare de 0.3V, respectiv 10V. Tensiunea $v_D(t)$ se determină prin calcul ca diferenţă a tensiunilor $v_I(t)$ şi $v_O(t)$.

1.2. Diportul de minim temporal - cronograme şi funcţionarea circuitului

Experimentare

Se construieşte circuitul din Fig. 9.

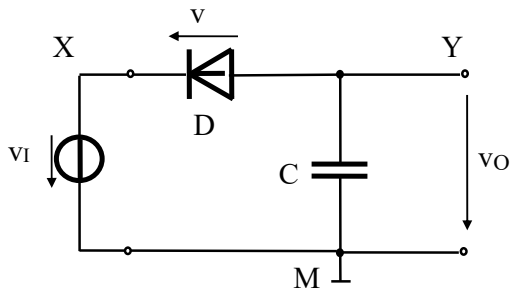

Fig. 9. Diport de minim temporal

- La intrarea circuitului se aplică tensiune continuă de -5V de la sursa de tensiune continuă stabilizată.
- Cu multimetrul digital se măsoară tensiunile v_D şi v_O.
- La intrarea circuitului se aplică semnal sinusoidal cu frecvenţa de 500Hz şi amplitudine de 0.3V de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I şi v_O cu ajutorul osciloscopului. Semnalul v_I se vizualizează între punctele X și masă M iar semnalul v_O se vizualizează între punctele Y și masă M.
- Se crește amplitudinea semnalului de intrare la 10V și se repetă măsurătorile.

Rezultate

- Valorile tensiunilor v_I, v_O, v_D pentru v_I= -5V c.c.
- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$ şi $v_D(t)$ pentru valorile amplitudinii semnalului sinusoidal de intrare de 0.3V, respectiv 10V. Tensiunea $v_D(t)$ se determină prin calcul ca diferenţă a tensiunilor $v_I(t)$ şi $v_O(t)$.

2. Diporţi DC de translaţie

2.1. Diportul de translaţie spre valori pozitive - Cronograme şi funcţionarea circuitului

Experimentare

Se construieşte circuitul din Fig. 10.

- La intrarea circuitului aplicăm semnal sinusoidal cu frecvenţă de 500Hz şi amplitudine de 0.3V de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I şi v_O cu ajutorul osciloscopului.
- Se crește amplitudinea semnalului de intrare la 10V și se repetă măsurătorile.

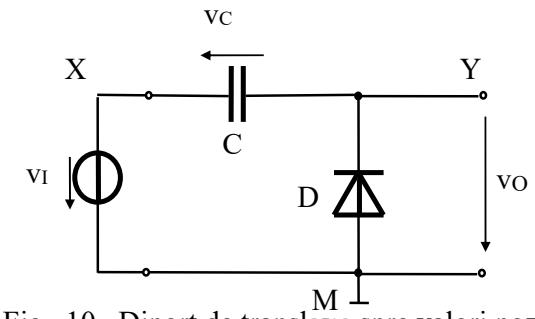

Fig. 10. Diport de translaţie spre valori pozitive

Rezultate

- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$ şi $v_C(t)$ pentru valorile amplitudinii semnalului sinusoidal de intrare de 0.3V, respectiv 10V. Tensiunea $v_C(t)$ se determina prin calcul ca diferenţa dintre $v_I(t)$ şi $v_O(t)$.

2.2. Diportul de translaţie spre valori negative - Cronograme şi funcţionarea circuitului

Experimentare

Se construieşte circuitul din Fig. 11.

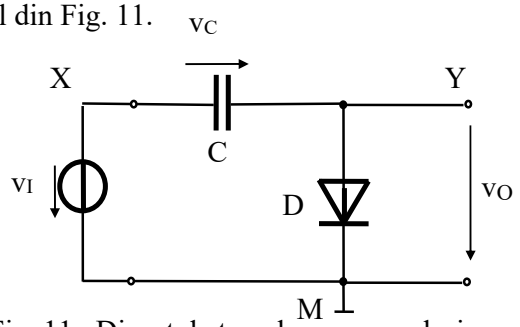

Fig. 11. Diport de translaţie spre valori negative

- La intrarea circuitului aplicăm semnal sinusoidal cu frecvenţă de 500Hz şi amplitudine de 0.3V de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I şi v_O cu ajutorul osciloscopului.
- Se crește amplitudinea semnalului de intrare la 10V și se repetă măsurătorile.

Rezultate

- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$ şi $v_C(t)$ pentru valorile amplitudinii semnalului sinusoidal de intrare de 0.3V, respectiv 10V. Tensiunea $v_C(t)$ se determina prin calcul ca diferenţa dintre $v_I(t)$ şi $v_O(t)$.

BIBLIOGRAFIE

1. Oltean, G., Dispozitive si circuite electronice. Dispozitive electronice, Risoprint, Cluj-Napoca, ISBN 973-656-433-9, 316 pag, 2003, *retiparită în* 2004
2. http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/de/de.htm