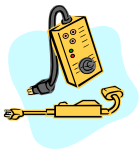
CIRCUITE DC ŞI REDRESOARE CU FILTRU CAPACITIV

I. OBIECTIVE

a) Înţelegerea modului prin care un multiplicator de tensiune (dublor) se poate construi folosind diporţi DC simpli.
b) Determinarea efectelor modificării frecvenței semnalului de intrare asupra tensiunii redresate.



II. COMPONENTE ŞI APARATURĂ

Folosim un breadboard, diode semiconductoare de tip 1N4148 (banda indică catodul), condensatoare cu valoarea de 330 nF și o rezistență 10 kΩ. Deoarece aplicăm tensiuni variabile, avem nevoie de un generator de semnale și un osciloscop catodic cu două canale.

III. ASPECTE TEORETICE

1. Dublorul de tensiune

Putem vedea acest circuit ca o legare în cascadă a unui diport de translaţie spre valori pozitive (de la v_I *la* v_{O1}) şi a unui diport de vârf pozitiv (de la v_{O1} *la* v_O).

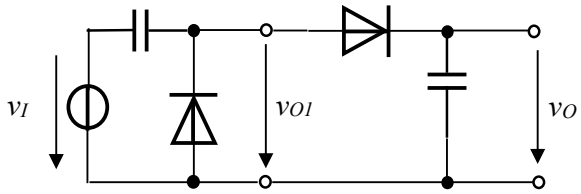


Fig. 1. Dublor de tensiune

Formele de undă (în regim permanent) pentru dublorul de tensiune sunt prezentate în Fig. 2.

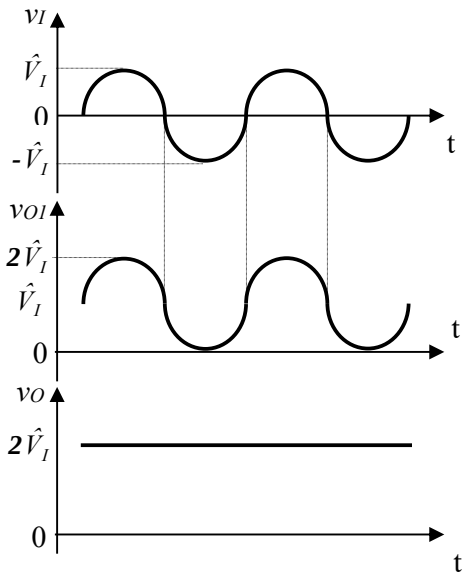


Fig. 2. Cronogramele tensiunilor în regim permanent pentru dublorul din Fig. 1.

2. Redresor monoalternanță cu filtru capacitiv

Redresoarele cu D şi R furnizează o tensiune de o singură polaritate la ieşire dar aceasta are o variaţie (ondulaţie) considerabilă, egală cu amplitudinea semnalului de intrare. Pentru a obţine o tensiune continuă aceste variaţii trebuie netezite, lucru ce se poate realiza adăugând un condensator ca în Fig. 3., pentru redresarea monoalternanţă.

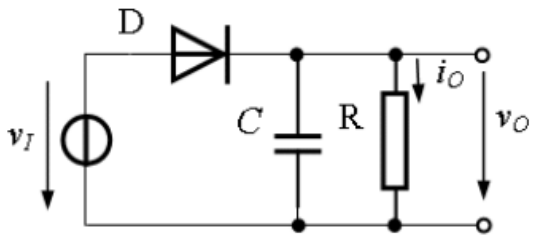


Fig. 3. Redresor monoalternanță cu filtru capacitiv

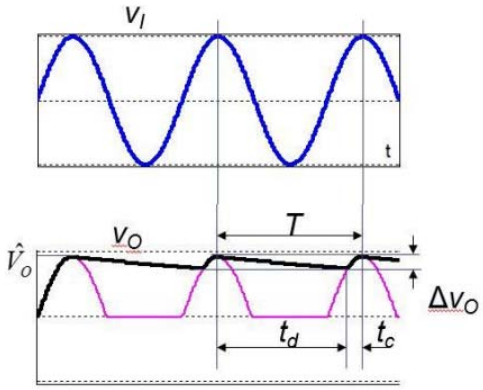


Fig. 4. Forme de undă pentru redresorul monoalternanță cu filtru capacitiv

Circuitul poate fi privit ca un detector de vârf pozitiv cu sarcina *R*. Dacă tensiunea de intrare este alternativ sinusoidală, între două valori maxime succesive ale v_I, condensatorul se va descărca prin R_L iar v_O va scădea. Formele de undă în regim permanent pentru circuitul din Fig. 3. sunt prezentate în Fig. 4. Constanta de timp a circuitului *RC* este mult mai mare decât perioada *T* a semnalului, $RC >> T$.

Facem următoarele precizări :

- Dioda *D* conduce pentru intervale de timp scurte Δt_i în apropierea valorilor maxime ale v_I. Se neglizează căderea de tensiune pe D în conducţie. Condensatorul se încarcă cu o cantitate de sarcină electrică egală cu cea pierdută pe durata mult mai lungă a descărcării, Δt_d .
- Când *D –(b), C* se descarcă prin R_L şi astfel v_O scade exponenţial cu constanta de timp *RC*. La sfârşitul intervalului de descărcare Δt_d care este aproape egal cu *T*, $v_O = \hat{V}_I - \Delta v$ unde Δv este valoarea vârf la vârf a ondulaţiei tensiunii de ieşire. Dacă $RC >> T$, Δv este mic. De interes este valoarea ondulaţiei Δv .

Ne reamintim expresia tensiunii pe condensator.

$$v_c(t) = (1 - e^{-\frac{t}{RC}})V_\infty + V(0) \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Considerăm momentul iniţial când începe descărcarea condesatorului (v_I la valoarea maximă), astfel că $V(0) = \hat{V}_I$. V_∞ este valoarea la care ar ajunge tensiunea pe condensator fără a inteveni în circuit un timp suficient de mare. Astfel $V_\infty = 0\text{V}$. Intervalul de timp de interes este cel de descărcare al condensatorului $t = \Delta t_d$, când valoarea tensiunii este:

$$v(\Delta t_d) = \hat{V}_I - \Delta v$$

Astfel obţinem:

$$\hat{V}_I - \Delta v = \hat{V}_I e^{-\frac{\Delta t_d}{RC}} = \hat{V}_I e^{-\frac{T}{RC}}$$

Deoarece $RC >> T$ putem folosi aproximarea:

$$e^{-\frac{T}{RC}} \approx 1 - \frac{T}{RC}$$

$$\hat{V}_I - \Delta v = \hat{V}_I - \frac{T}{RC}\hat{V}_I$$

$$\Delta v = \frac{T}{RC}\hat{V}_I$$

Cu cât constanta de timp RC este mai mare (de regulă prin alegerea unei valori mari pentru C), cu atât ondulaţia este mai mică şi deci v_O mai apropiată de o tensiune continuă netedă.

Observaţie: O interpretare alternativă a aproximării anterioare este că pe perioadele Δt_d se consideră că descărcarea condensatorului se face la curent constant $I_O = \frac{\hat{V}_I}{R}$. Această interpretare este valabilă pentru $\Delta v << \hat{V}_I$

$$\Delta v = \frac{T}{C} \cdot I_O$$

Dacă dorim să folosim frecvenţa *f* a tensiunii:

sau

$$\Delta v = \frac{1}{f \cdot C} I_O$$

IV. EXERCIŢII PREGĂTITOARE

P1. Dublor de tensiune

În continuare ne referim la circuitul din Fig. 5.

- Ce funcție îndeplinește circuitul format din D_1 și C_1, cu ieșirea $v_{O1}(t)$?
- Desenați cronogramele tensiunilor $v_I(t)$, $v_{O1}(t)$ şi $v_{C1}(t)$, în regim permanent, dacă $v_I(t)$ este sinusoidală cu amplitudinea de 10 V.
- Ce funcție îndeplinește circuitul format din D_2 și C_2, cu ieșirea $v_O(t)$?
- Desenați cronogramele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$ şi $v_{D2}(t)$, în regim permanent, dacă $v_I(t)$ este sinusoidală cu amplitudinea de 10 V.

P2. Redresor monoalternanţă cu filtru capacitiv

În continuare ne referim la circuitul din Fig. 6.

- Desenați cronogramele tensiunilor $v_I(t)$ și $v_O(t)$, dacă $v_I(t)$ este sinusoidală cu amplitudinea de 10 V.
- Calculați valoarea ondulației Δv_O pentru f = 100 Hz și f = 1 kHz.
- Care este efectul frecvenței asupra $v_O(t)$ și asupra Δv_O ?

P3. Circuit de maxim spațial cu filtru capacitiv

În continuare ne referim la circuitul din Fig. 7.

- Desenați cronogramele tensiunilor $v_A(t)$, $v_B(t)$ și $v_O(t)$, dacă $v_A(t)$ este sinusoidală cu amplitudinea de 10 V, iar $v_B(t)$ este tensiune continuă cu amplitudinea 5 V.
- Se poate utiliza aceași relație de calcul a ondulației Δv_O ca la P2? Justificați răspunsul.

V. EXPERIMENTARE ŞI REZULTATE

1. Dublorul de tensiune

Experimentare

Se construieşte circuitul din Fig. 5.

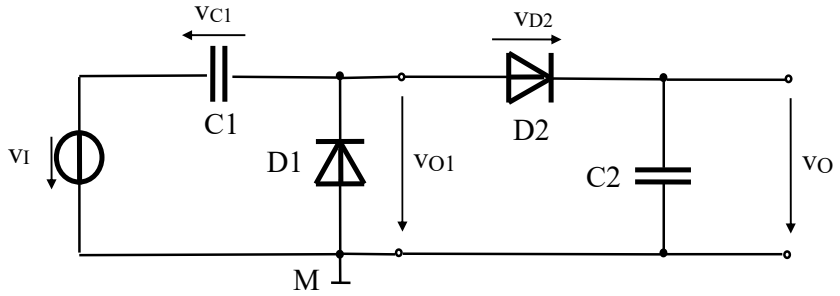


Fig. 5. Dublorul de tensiune

- La intrarea circuitului aplicăm semnal sinusoidal cu frecvenţa de 500 Hz şi amplitudine de 10 V de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I, v_{O1} şi v_O cu ajutorul osciloscopului. Deoarece cu osciloscopul cu două canale putem vizualiza simultan doar două semnale, vom vizualiza pe rând v_I şi v_{O1}, apoi v_I şi v_O, cu ambele canale setate pe modul DC.

Rezultate

- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_{O1}(t)$, $v_O(t)$, $v_{C1}(t)$ şi $v_{D2}(t)$ pentru amplitudinea de 10 V a semnalului sinusoidal de intrare.

2. Redresor monoalternanţă cu filtru capacitiv

Experimentare
Se construieşte circuitul din Fig. 6.

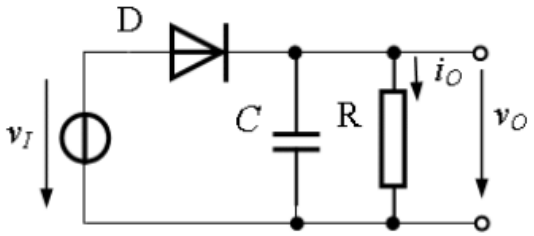


Fig. 6. Redresor monoalternanță cu filtru capacitiv

- La intrarea circuitului aplicăm semnal sinusoidal cu frecvenţa de 100 Hz şi amplitudine de 10 V de la generatorul de semnale.
- Se vizualizează semnalele v_I şi v_O cu ajutorul osciloscopului, cu ambele canale setate pe modul DC.
- Se determină valoarea ondulației tensiunii de ieșire, prin citire de pe osciloscop.
- Se modifică frecvența semnalului de intrare la f = 1 kHz. Se recalculează valoarea ondulației tensiunii de ieșire, prin citire de pe osciloscop.

Rezultate

- Graficele tensiunilor $v_I(t)$, $v_O(t)$.
- Valorile ondulației tensiunii de ieșire pentru f = 100 Hz și f = 1 kHz.
- Care este efectul frecvenței asupra $v_O(t)$ și asupra Δv_O ?

3. Circuit de maxim spațial cu filtru capacitiv

Experimentare

Se construieşte circuitul din Fig. 7.

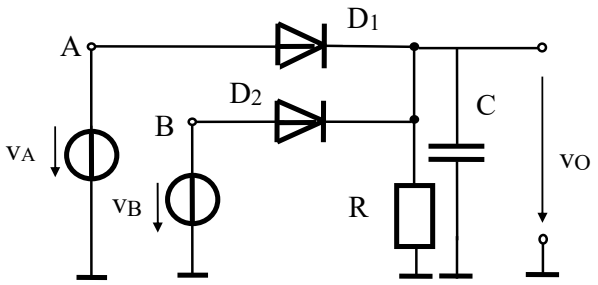


Fig. 7. Circuit de maxim spațial cu filtru capacitiv

- v_A este tensiune sinusoidală cu frecvenţă de 100 Hz şi amplitudine de 10 V, de la generatorul de semnale .
- $V_B = 5$ V este tensiune continuă.
- Cu osciloscopul, cu ambele canale setate pe modul DC, se vizualizează v_A şi v_O.
- Se determină valoarea ondulației tensiunii de ieșire, prin citire de pe osciloscop.
- Se modifică frecvența semnalului v_A la f = 1 kHz. Se recalculează valoarea ondulației tensiunii de ieșire, prin citire de pe osciloscop.

Rezultate

- Graficele tensiunilor $v_A(t)$, V_B și $v_O(t)$.
- Valorile ondulației tensiunii de ieșire pentru f = 100 Hz și f = 1 kHz.
- Care este efectul frecvenței asupra $v_O(t)$ și asupra Δv_O ?
- Cum variază Δv_O față de circuitul analizat anterior?

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/