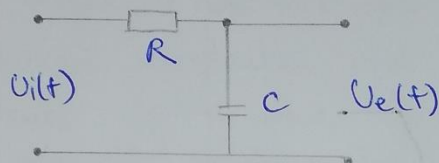


Lucrarea 1 - Circuite liniare RC Trece-Jos

* Scopul lucrării

- vom studia experimental semnale de diferite forme la trecerea lor prin circuitele RC Trece-Jos

* Circuite RC Trece-Jos



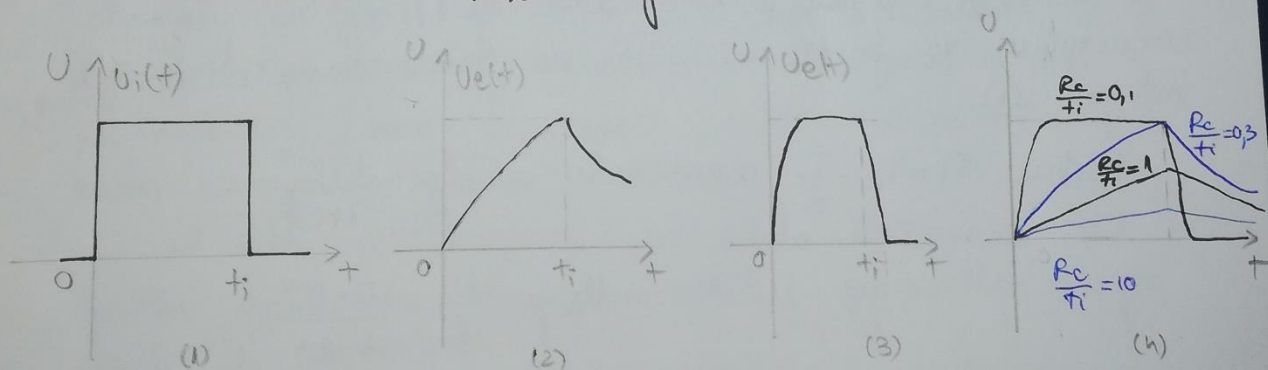
• Semnalul de intrare sinusoidal de frecvență f :

Va fi atenuat cu raportul: $A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$ și $A = \frac{U_e}{U_i}$

și defazat cu un unghi de

retardare: $\varphi(\omega) = -\arctg(\omega RC)$ și $\varphi = \frac{+360^\circ}{T}$

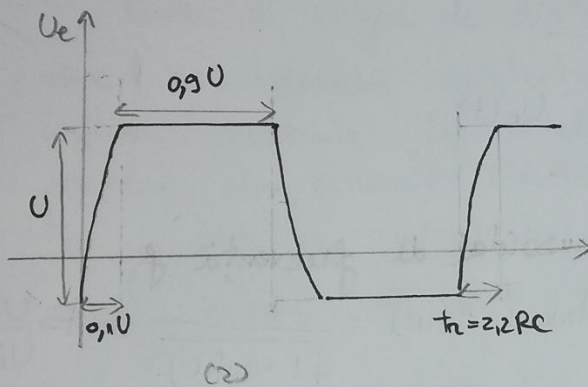
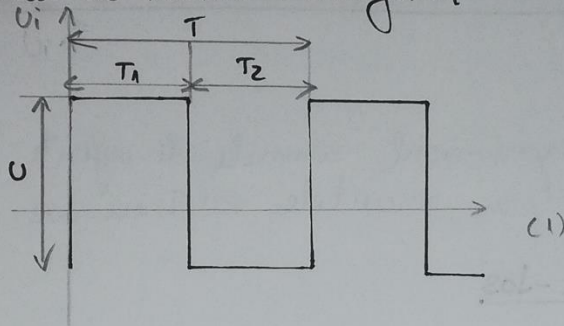
• Semnalul de intrare impuls:



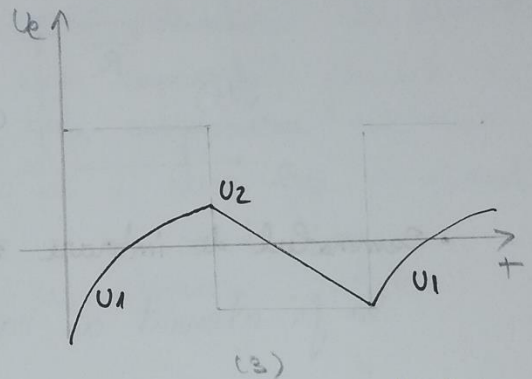
Răspunsul circuitului:

- dacă $RC < t_i$ (2)
- dacă $RC < t_i$ (3)
- pentru diferite valori ale constantei de timp (4)

• Semnalul de intrare rectangular



Răspunsul circuitului pentru
 $RC \leq \min(T_1, T_2)$



Răspunsul circuitului
pentru $RC \leq \max(T_1, T_2)$

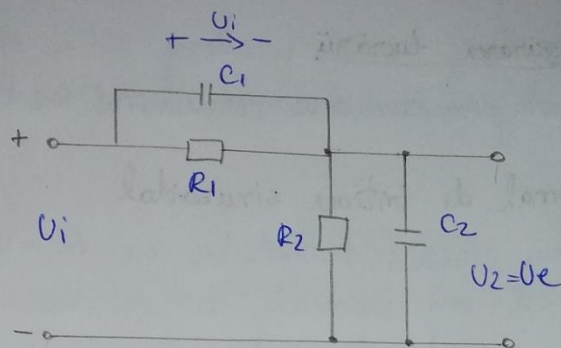
Dacă τ_r este mic în comparație cu T_1, T_2 răspunsul circuitului va fi asemănător cu forma semnalului de intrare (1).

Pentru $T_1 = T_2 = \frac{T}{2}$ avem: $U_1 = -\frac{U}{2} \cdot \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}}$

$$U_2 = \frac{U}{2} \cdot \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}}$$

$$x = \frac{T}{2RC}$$

• Atenuatoare RC



Pentru a scăpa de distorsiunea introdusă de divizor, care se datorează existenței unor capacități parazite la ieșirea acestuia, fapt ce duce la comportarea acestuia precum un circuit RC Trece-Jos, vom lega divizorul în paralel cu rezistența R_1 și un condensator C_1 , a cărui valoare este dată de următoarea relație:

$$C_1 = \frac{R_2}{R_1} \cdot C_2$$

Circuitele de tip RC în circuitele integrate numerice au un rol important, deoarece acestea pot fi reprezentate (circuitele integrate) printr-o rezistență echivalentă și o capacitate pe ieșire, având ca rezultat un circuit RC Trece-Jos, care va permite analiza circuitului pe baza comportamentului acestuia.

O altă utilizare a circuitelor RC Trece-Jos este pentru analiza comportamentului zgomotelor de pe bornele de alimentare.

De asemenea, sunt considerate ca filtre ce permit trecerea semnalelor de frecvență joasă cu distorsiuni minime și atenuarea puternică a celor de frecvență înaltă.

Desfazurarea lucrării

Începem prin studierea circuitului RC trece-jos

• Semnal de intrare sinusoidal

Unui circuit RC trece-jos cu $R = 12\text{K}\Omega$ și $C = 470\text{pF}$ se aplică un semnal de intrare de amplitudine 5V și având frecvența, pe rând:

a) $f_1 = 4 \cdot 10^3 \text{ Hz}$

$T = 5 \cdot 50 = 250\mu\text{s}$

$U_i \approx 6\text{V}$

$U_e \approx 6\text{V}$

$A = \frac{U_e}{U_i} \approx 1$

± 0

$f = \frac{\omega}{2\pi} \rightarrow \omega = f \cdot 2\pi = 25120 \text{ rad/s}$

$$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + (25120 \text{ rad/s} \cdot 12 \cdot 10^3 \Omega \cdot 470 \cdot 10^{-12} \text{ F})^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + 0.1416768}} \approx 1$$

$\phi(\omega) = -\arctg(0.1416768) \approx 0^\circ$

b) $f_2 = 4 \cdot 10^4 \text{ Hz}$

$T = 5 \cdot 5 = 25\mu\text{s}$

$U_i = 2.5 \cdot 2 = 5\text{V}$

$U_e = 1.5 \cdot 2 = 3\text{V}$

$A = \frac{U_e}{U_i} = \frac{3}{5} = 0.6$

± 0.5

$f = \frac{\omega}{2\pi} \rightarrow \omega = f \cdot 2\pi = 251200 \text{ rad/s}$

$$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.416768}} \approx \frac{1}{1.46} \approx 0.7$$

$\phi(\omega) = -\arctg(1.416768) \approx 55^\circ$

c) $f_3 = 4 \cdot 10^5 \text{ Hz}$

$T = 2.5 \cdot 1 = 2.5\mu\text{s}$

$U_i = 2.5 \cdot 2 = 5\text{V}$

$U_e = 0.2 \cdot 2 = 0.4\text{V}$

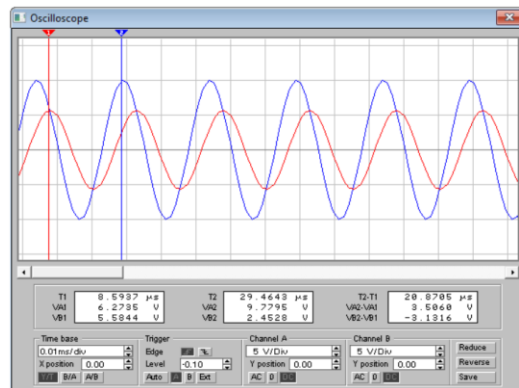
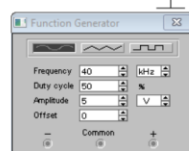
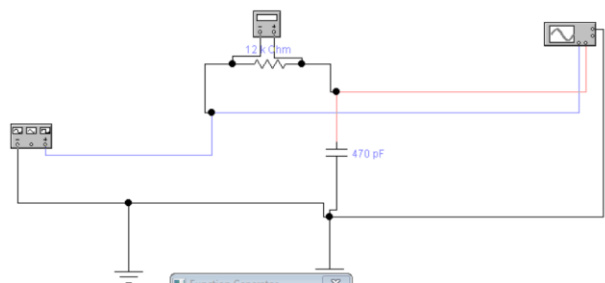
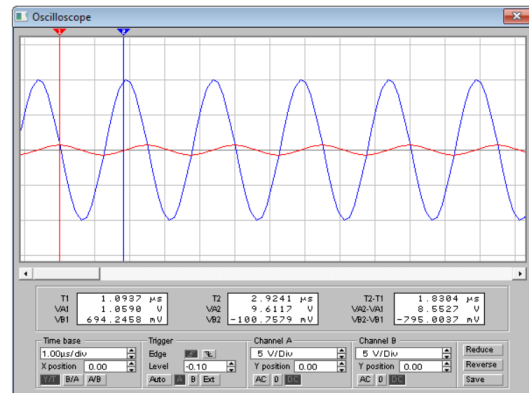
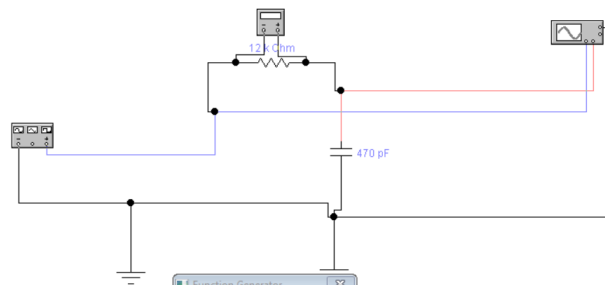
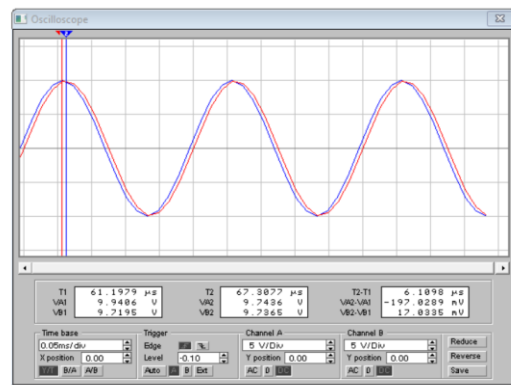
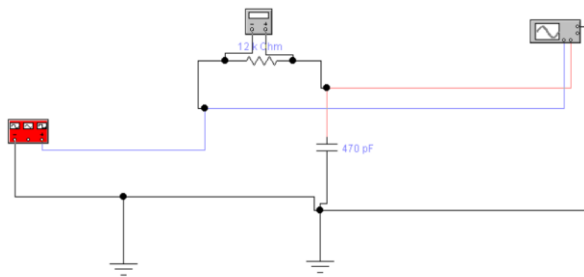
$A = \frac{U_e}{U_i} = \frac{0.4}{5} = 0.08$

± 0.8

$\omega = 2512000 \text{ rad/s}$

$$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + 14.16768}} = \frac{1}{3.29} \approx 0.25$$

$\phi(\omega) = -\arctg(14.16768) \approx 85^\circ$



Determinăm U_1 și U_2 pentru $f=f_2$ și $f=f_3$ și comparăm aceste mărimi cu rezultatele teoretice date de relațiile următoare:

$$U_1 = -\frac{U}{2} \cdot \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}} ; U_2 = \frac{U}{2} \cdot \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}} ; x = \frac{T}{2RC}$$

Pentru $f=f_2$: $f_2 U_1 = 5,1018V$ $f_3 U_1 = 7,0531V$ $f_2 U_2 = 2,3145V$ $f_3 U_2 = 2,3141V$

$$T = 25\mu s, x = \frac{25 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 12 \cdot 10^3 \Omega \cdot 470 \cdot 10^{-12} F} = \frac{25}{24 \cdot 47 \cdot 10^{-2}} = \frac{25}{11,28} = 2,21$$

$$U_1 = -\frac{15}{2} \cdot \frac{1-e^{-2,21}}{1+e^{-2,21}} = -7,5 \cdot \frac{1-0,1}{1+0,1} = -7,5 \cdot 0,91 = -6,13$$

$$U_2 = 6,13$$

~~$(U_1 = 5,1018V, U_2 = 2,3145V)$~~

Pentru $f=f_3$:

$$T = 2,5\mu s, x = 0,22$$

$$U_1 = -\frac{5}{2} \cdot \frac{1-e^{-0,22}}{1+e^{-0,22}} = -2,5 \cdot \frac{1-0,8}{1+0,8} = -2,5 \cdot 0,11 = -0,27$$

$$U_2 = 0,27$$

• Semnal de intrare rectangular

Unui semnal circuit RC Trece-Jos cu $R=10k\Omega$ și $C=470pF$ se aplică un semnal de intrare cu amplitudine 5V și având frecvența, pe rând:

a) $f_1 = 4 \cdot 10^3 Hz$

b) $f_2 = 4 \cdot 10^4 Hz$

c) $f_3 = 4 \cdot 10^5 Hz$

