

LUCRAREA 1**CIRCUITE LINIARE RC TRECE-JOS****1. SCOPUL LUCRĂRII**

Se va studia experimental trecerea semnalelor de diferite forme (sinusoidale, rectangulare, exponențiale) prin circuitele RC trece-jos.

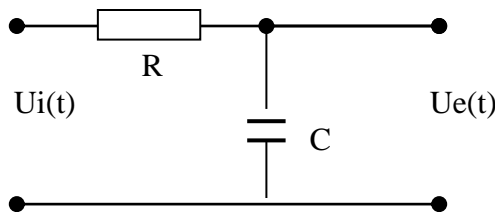
2. CONSIDERAȚII TEORETICE

Dacă se aplică un semnal sinusoidal la intrarea unui circuit liniar, răspunsul va avea tot o formă sinusoidală. În cazul semnalelor nesinusoidale, acestea suferă distorsiuni când se transmit prin circuite liniare. Fenomenul respectiv este cunoscut sub denumirea de “transformare liniară” a semnalelor. Din categoria circuitelor liniare fac parte: circuite cu elemente pasive RC, LC, RLC; transformatoarele de impulsuri; linii de întârzieri; amplificatoare de impulsuri.

2.1. Circuite RC trece-jos

Circuitul RC trece-jos reprezentat în fig.1 prezintă proprietatea de a avea atenuarea A în funcție de frecvența semnalului de intrare.

Dacă semnalul aplicat circuitului este nesinusoidal, componentele sale de frecvență joasă apar la ieșire cu o atenuare mai mică decât componentele de frecvență înaltă.

**Fig.1**

2.1.1. Semnalul de intrare sinusoidal de frecvență f : va fi atenuat cu raportul dat de relațiile (1.1), (1.2) și defazat cu un unghi dat de relațiile (2.1) și (2.2) în care:

$$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} \quad (1.1)$$

$$A = \frac{U_e}{U_i} \quad (1.2)$$

$$\varphi(\omega) = -\arctg(\omega RC) \quad \text{unde } \omega = 2\pi f \quad (2.1)$$

$$\varphi = \frac{t \cdot 360^\circ}{T} \quad (2.2)$$

2.1.2. Semnalul de intrare impuls

Răspunsul circuitului este prezentat în figurile 2b, 2c, 2d.

(Pentru cazul $RC=t_i$, durata de repetiție T și durata t_i).

Dacă $RC > t_i$ răspunsul circuitului va fi cel din figura 2b, iar dacă $RC \ll t_i$ răspunsul circuitului va fi cel din figura 2c. Figura 2d prezintă răspunsul circuitului pentru diferite valori ale constantei de timp.

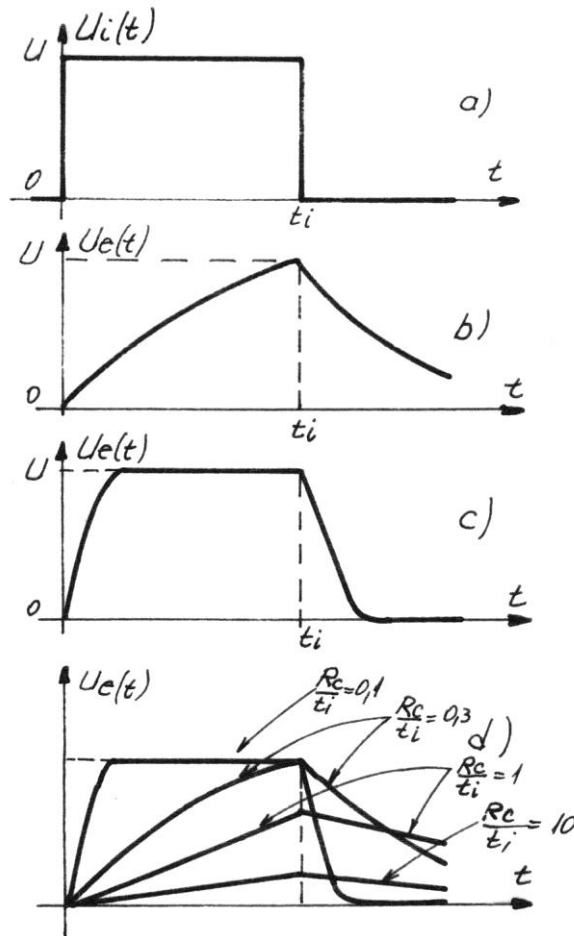
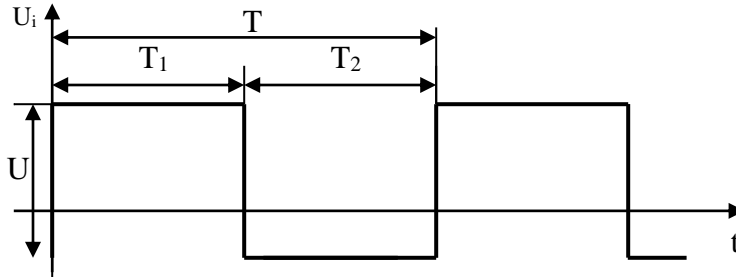


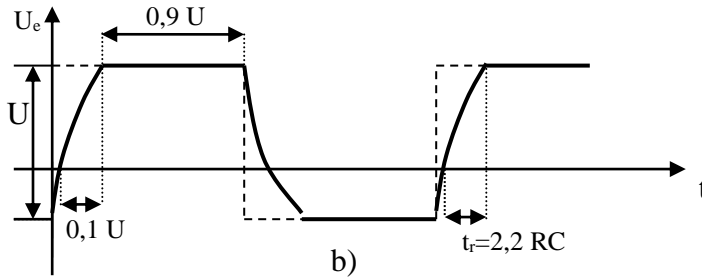
Fig. 2

2.1.3. Semnal de intrare rectangular.

Răspunsul circuitului este prezentat în fig. 3b și 3c pentru două valori extreme ale constantei de timp RC a circuitului.

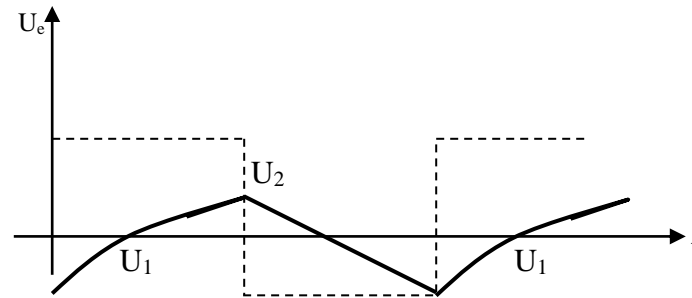


a)



$RC \ll \min(T_1, T_2)$

b)



$RC \ll \max(T_1, T_2)$

c)

Fig.3

Dacă timpul de ridicare t_r al circuitului este mic în comparație cu T_1, T_2 , răspunsul său va reproduce aproximativ, forma semnalului de intrare.

Pentru $T_1 = T_2 = \frac{T}{2}$ se obțin următoarele valori:

$$U_1 = -\frac{U}{2} * \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}}; U_2 = \frac{U}{2} * \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}}; x = \frac{T}{2RC} \quad (3)$$

2.3. Atenuatoare RC

Fie circuitul RC din fig. 4 la intrarea căruia se aplică un semnal rectangular.

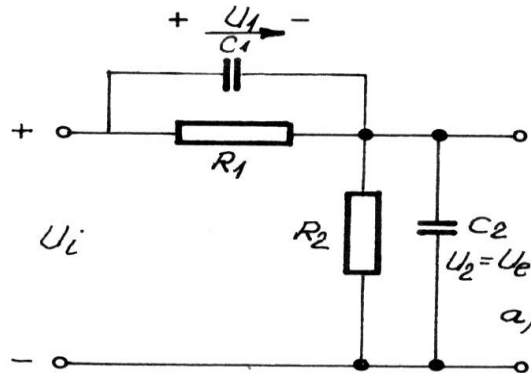


Fig.4

Circuitul astfel constituit reprezintă un atenuator RC a cărui mărime de ieșire urmează să o găsim în continuare. Datorită existenței unor capacități parazite la ieșirea divizorului rezistiv, atenuatorul se comportă practic ca un circuit RC trece-jos, ceea ce face ca tensiunea de la ieșire să fie deformată față de tensiunea de la intrare. Pentru a înlătura distorsiunea introdusă de divizor, în practică se leagă în paralel cu rezistența R_1 și un condensator C_1 de valoare :

$$C_1 = \frac{R_2}{R_1} C_2 \quad (4)$$

În acest fel se obține un atenuator RC a cărui răspuns depinde de relația (4).

Circuitele RC trece jos pot fi considerate ca filtre ce permit trecerea semnalelor de frecvență joasă cu distorsiuni minime și atenuarea puternică a semnalelor de frecvență înaltă.

Spre exemplu, dacă frecvențele sunt foarte mari (durata de tranziție extrem de mică) în comparație cu constanta de timp a circuitului, în mod practic semnalul de la ieșire va fi zero. Pentru extremitatea opusă, când frecvența este mică semnalul de la ieșire repetă cu aproximație valoarea și forma semnalului de la intrare, fiind foarte puțin distorsionat.

Circuitele de tip RC în circuitele integrate numerice au un rol destul de important, deoarece permit simularea comportamentului acestora la răspunsul unui semnal numeric aplicat la intrarea lor. Orice circuit integrat poate fi reprezentat printr-o rezistență echivalentă și o capacitate pe ieșire, rezultând practic un circuit RC trece jos, ceea ce permite analiza circuitului integrat pe baza comportamentului acestuia.

De asemenea, circuitele RC trece jos permit analiza comportamentului zgomotelor de pe barele de alimentare și luarea unor măsuri pentru eliminarea sau reducerea acestora până la înlăturarea efectelor negative care s-ar putea produce într-un sistem numeric.

Se poate menționa faptul că zgomotele de pe bara de alimentare pot influența negativ nivelul de tensiune superior ("1" logic) în sensul apropierii acestora de nivelul logic inferior, ceea ce poate conduce la disfuncționalitatea circuitului integrat numeric, și în final chiar a întregului sistem numeric.

3. MERSUL LUCRĂRII

3.1. Studiul circuitului RC trece-jos: se va utiliza schema din fig.5.

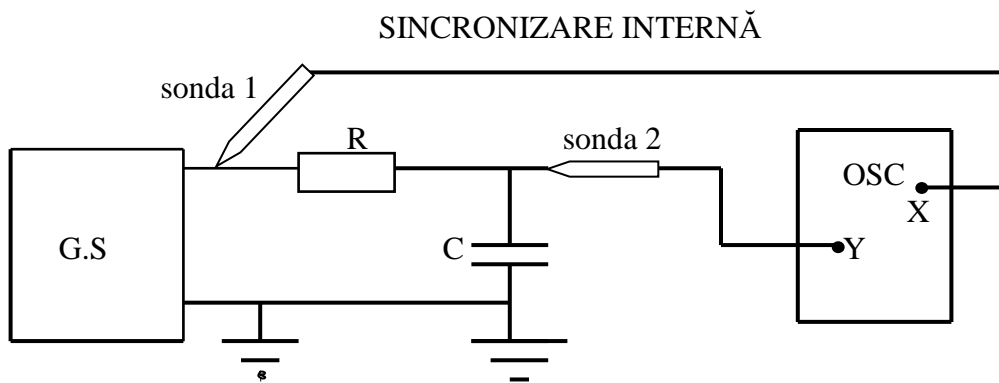


Fig.5

G.S = generator de semnal

OSC = osciloscop

X, Y= intrare sonde osciloscop

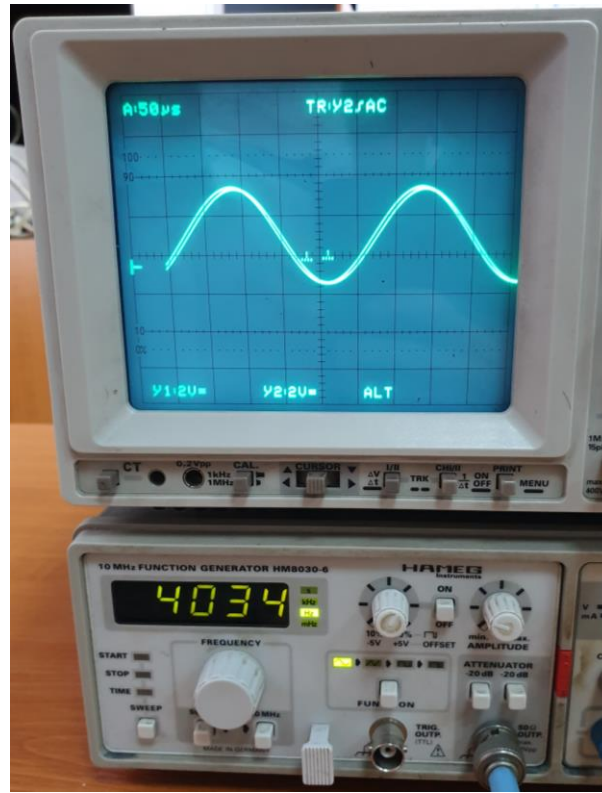
3.1.1. Semnal de intrare sinusoidal

Dacă la circuitul din figura 5: $R=12k\Omega$

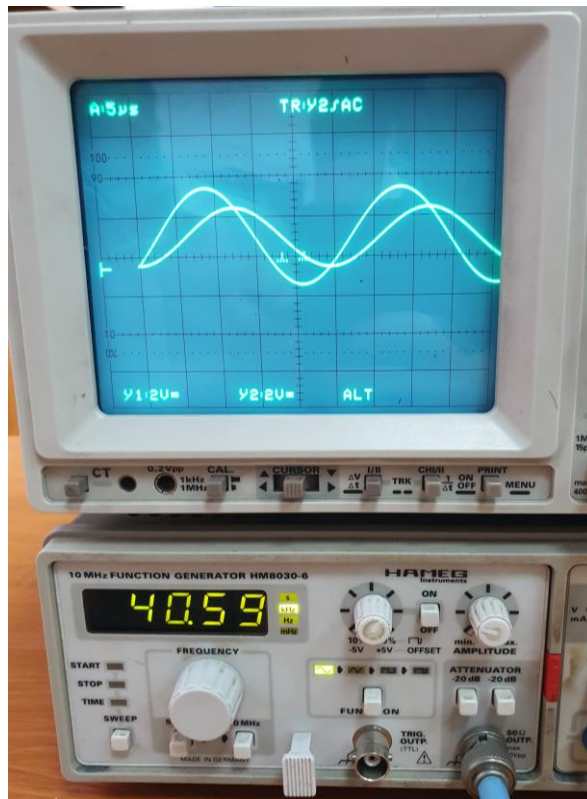
$C=470pF$

se aplică un semnal de intrare sinusoidal de amplitudine 5V și având frecvența de lucru:

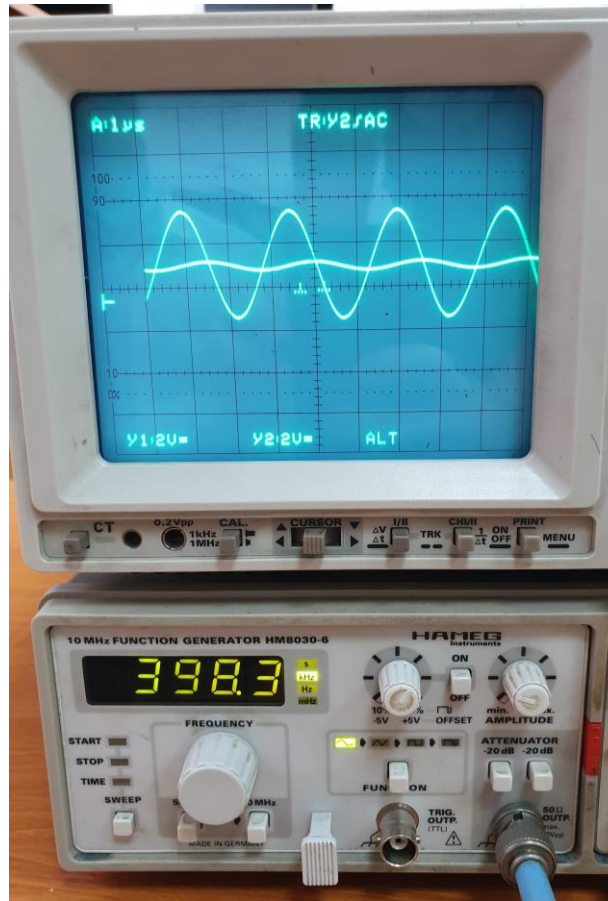
- $f_1 = 4 \cdot 10^3 \text{ Hz}$



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

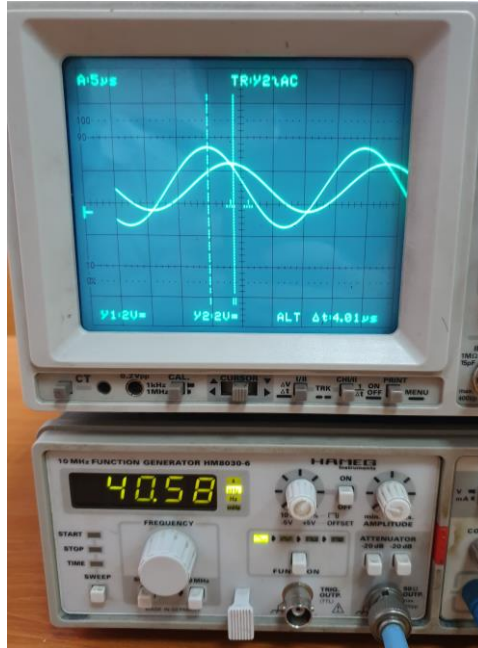


- $f_3 = 4 \cdot 10^5 \text{ Hz}$

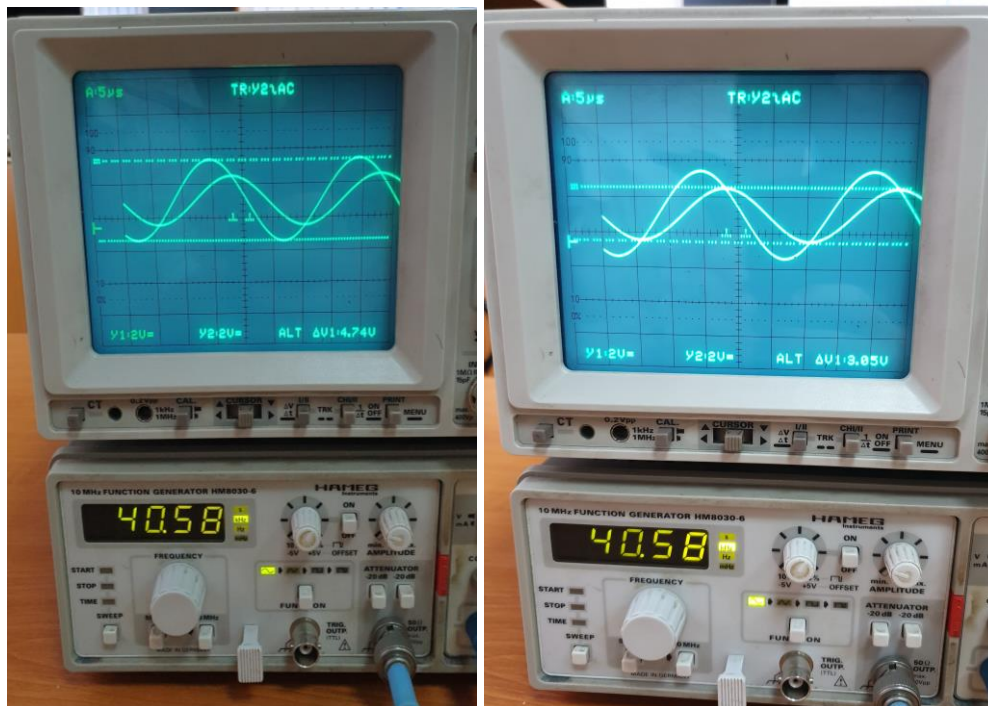


Se cere:

- Pentru fiecare frecvență de lucru a semnalului de intrare se va măsura defazajul ϕ și atenuarea A . Se vor compara rezultatele măsurărilor obținute cu rezultatele teoretice date de relațiile (1.1) și (2.2);



Imaginea de mai sus evidențiază defazajul dintre semnalul de intrare și semnalul de ieșire.



În cele două imagini de mai sus se evidențiază valoarea tensiunii măsurată vârf la vârf a semnalului de intrare și a celui de ieșire

- b) Se vor trasa oscilogramele tensiunilor de intrare U_i și de ieșire U_e ;
- c) Se determina U_1 și U_2 pentru $f=f_2$ și $f=f_3$ și se compară aceste mărimi cu rezultatele teoretice date de relațiile (3);

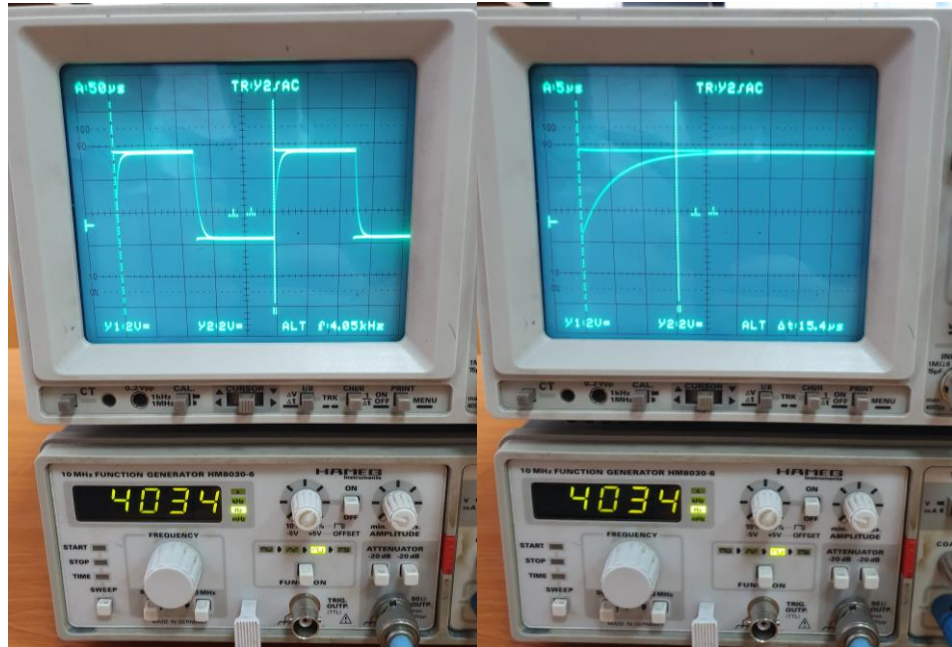
3.1.2. Semnal de intrare rectangular

Dacă la circuitul din figura 5: $R=10\text{k}\Omega$

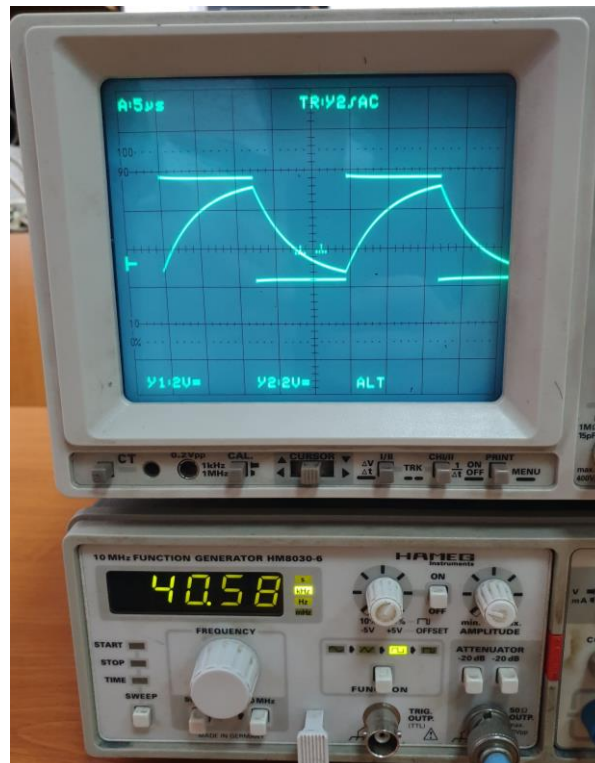
$C=470\text{pF}$

se aplică un semnal de intrare rectangular de amplitudine 5V și având frecvența de lucru:

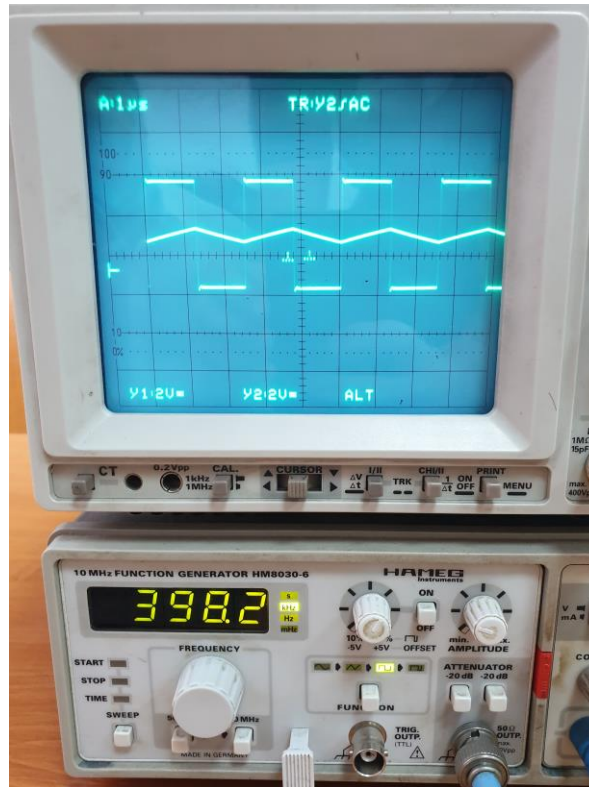
- $f_1 = 4 \cdot 10^3 \text{ Hz}$



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



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



Se cere:

- Oscilografiera semnalelor de intrare și ieseire pentru toate cele trei frecvențe de lucru;
- Măsurarea timpului de ridicare pentru $f=f_1$ și se va compara cu rezultatele teoretice;
- Se determină U_1 și U_2 pentru $f=f_3$ și $f=f_4$ și se compară aceste mărimi cu rezultate teoretice date de relațiile (3);

3.2. Atenuatoare RC

Se execută montajul din fig.4 unde : $R_1=R_2=12 \text{ k}\Omega$, $C_2= 470 \text{ pF}$, iar C_1 ia pe rând valorile: 0; 220pF, 470pF; 1,5nF;

Se presupune că la intrare se aplică un semnal rectangular având frecvența $f=2 \cdot 10^3 \text{ Hz}$

Se cere:

- Oscilografiera semnalelor de intrare și ieseire pentru toate cele patru cazuri;
- Măsurarea amplitudinii semnalului la momentul $t=0$ și $t=t_i$ și se va compara cu rezultatele teoretice;
- Se va măsura constanta de timp τ pentru toate capacitățile și se va compara cu rezultatele teoretice.