

LUCRAREA 2

CIRCUITE LINIARE RC TRECE-SUS**1. SCOPUL LUCRĂRII**

Se va studia experimental trecerea semnalelor de diferite forme (sinusoidale, rectangulare, exponențiale) prin circuitele RC trece-sus, observându-se fenomenul de distorsiune suferit de semnalul ce se transmite prin astfel de circuit.

2. CONSIDERATII 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-sus

Circuitul RC din fig. 1 constituie un filtru trece-sus: datorită faptului că reactanța capacitivă scade cu creșterea frecvenței; circuitul se comportă ca un divizor de tensiune a cărui raport de divizare depinde de frecvență.

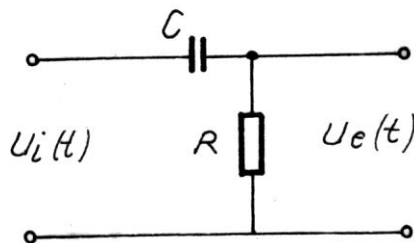


Fig. 1

Dacă semnalul aplicat circuitului este nesinusoidal, componentele sale de frecvență înaltă apar la ieșire cu o atenuare mai mică decât componentele de frecvență joasă. La frecvența zero reactanța capacitivă devine infinită și componenta continuă a semnalului nu este transmisă la ieșire; datorită acestei proprietăți circuitul RC trece-sus se folosește pentru separarea unor circuite în curent continuu.

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), (2.2) în care:

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

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

$$\gamma(\omega) = \arctg\left(\frac{1}{\omega RC}\right), \text{ unde } \omega = 2\pi f \quad (2.1)$$

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

2.1.2. Semnalul de intrare impuls.

Un impuls ideal are forma din fig.2.a și poate fi considerat ca suma dintre un semnal treaptă pozitiv ($+U$) aplicat la momentul $t = 0$, respective (fig. 2.b), și un semnal treaptă negativ ($-U$) aplicat la momentul $t = t_i$ (fig. 2.c). În fig. 2.d este reprezentat răspunsul circuitului RC trece sus ca urmare a principiului suprapunerii efectelor aplicat celor două semnale treaptă din fig. 2.b și 2.c

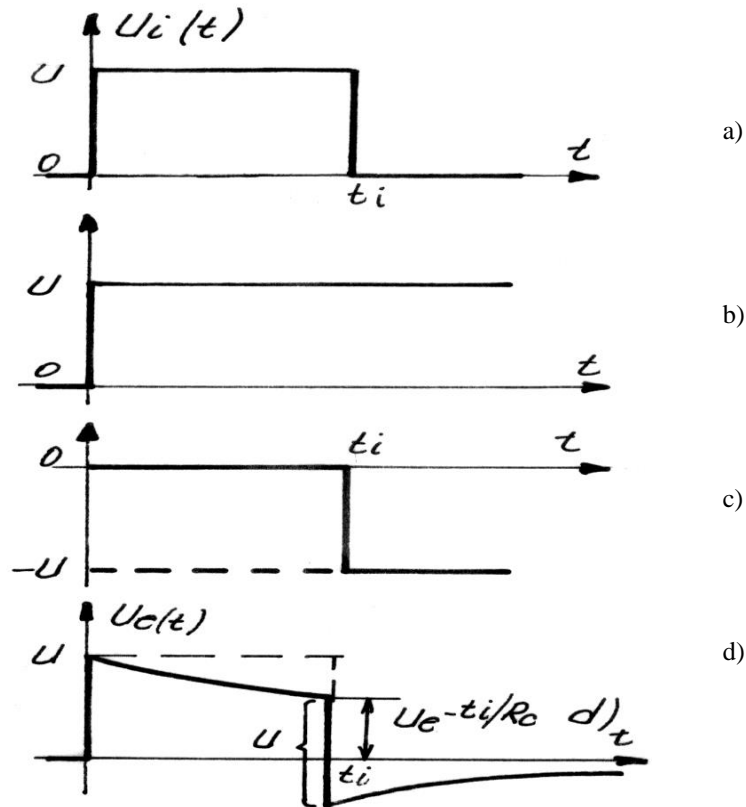


Fig. 2

Răspunsul circuitului RC trece sus depinde de raportul care există între constanta de timp RC și durata impulsului t_i . De asemenea răspunsul este influențat și de frecvența semnalului aplicat la intrarea circuitului RC. Astfel:

- Dacă se alege o constantă de timp $RC \gg t_i$, în acest caz răspunsul circuitului va avea forma din fig. 3.a.
- Dacă constanta de timp $RC \ll t_i$, răspunsul are forma din fig. 3.b.
- În fig. 3.c sunt date răspunsurile circuitului RC la diverse rapoarte dintre constanta de timp a circuitului, τ și durata impulsului la intrare t_i .

Observații. Indiferent ce valoare are constanta de timp RC a circuitului, aria de deasupra abscisei (A_1) este întotdeauna egală cu aria de sub abscisă (A_2). Componenta continuă a răspunsului este nulă, datorită prezenței condensatorului C .

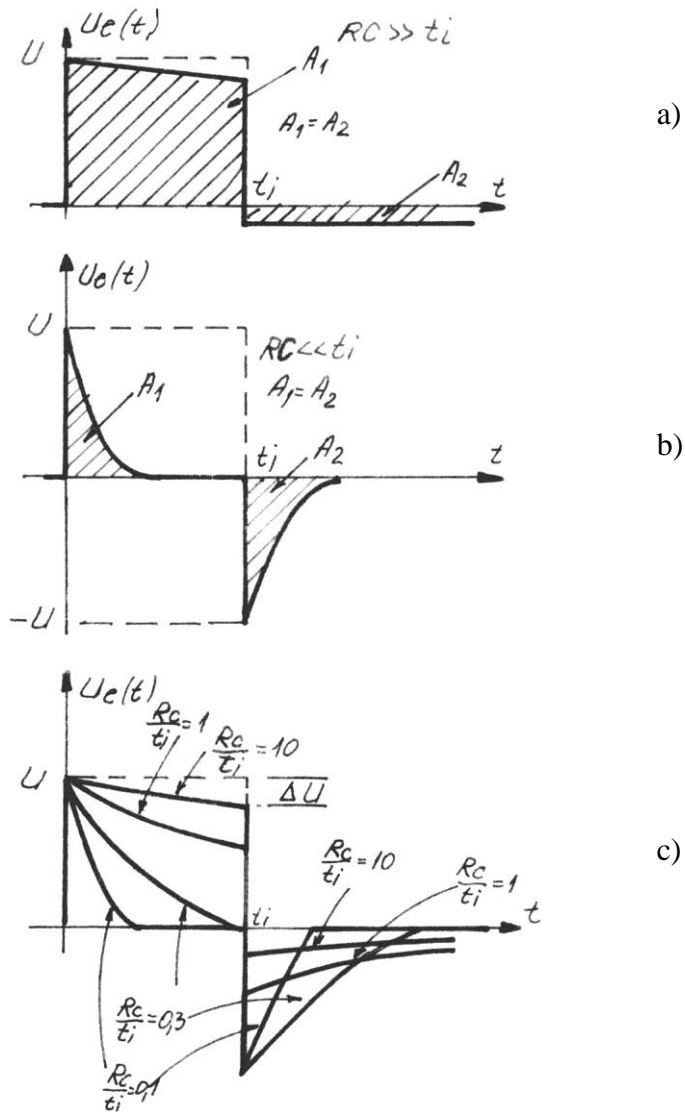


Fig. 3

2.1.3. Semnal de intrare rectangular.

În fig.4.a se reprezintă un semnal rectangular care se aplică la intrarea unui circuit RC trece sus, iar răspunsul acestuia se regăsește în fig. 4.b și 4.c pentru două valori extreme ale constantei de timp RC pentru circuitul ales.

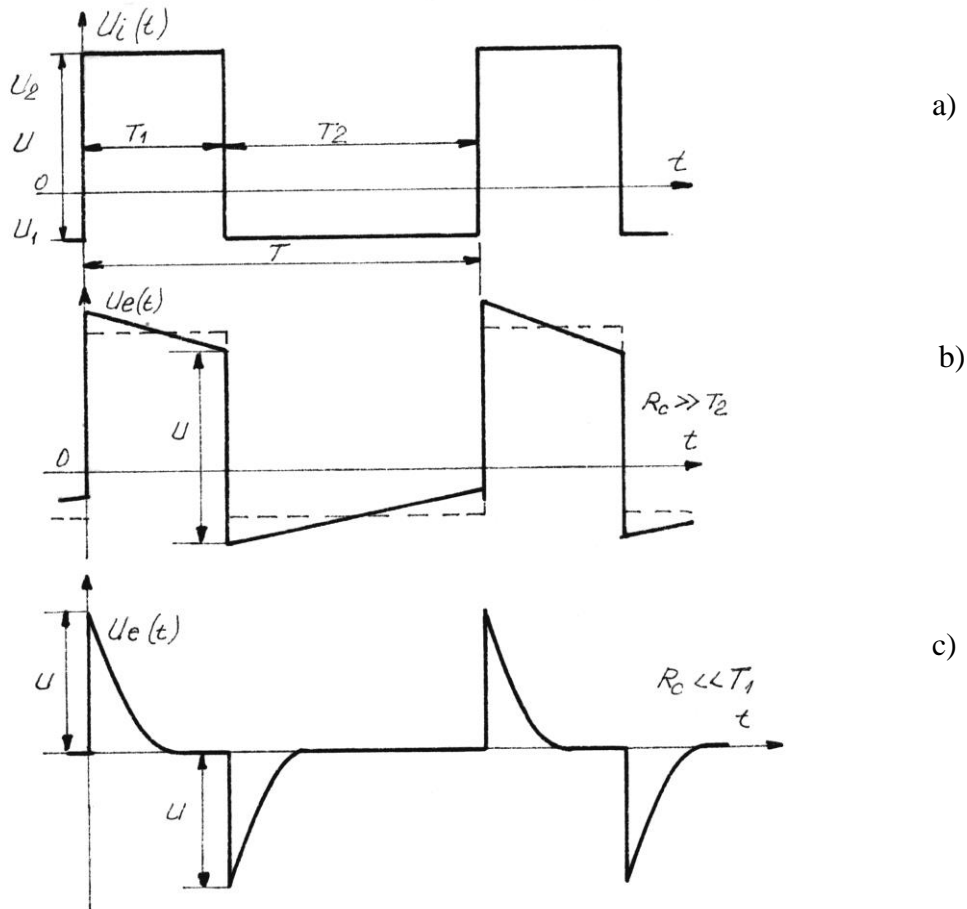


Fig.4.

Dacă constanta de timp RC a circuitului este mai mare decât T_1, T_2 , atunci răspunsul acestuia este foarte puțin distorsionat în comparație cu forma semnalului de la intrare. (fig. 4.b).

În cazul în care constanta de timp RC a circuitului este mai mică decât minim(T_1, T_2), răspunsul circuitului va distorsiona puternic semnalul aplicat la intrare (fig.4.c).

În fig.5 este reprezentat răspunsul aceluiaș semnal rectangular din fig. 4.a pentru situația în care perioadele T_1, T_2 sunt egale .

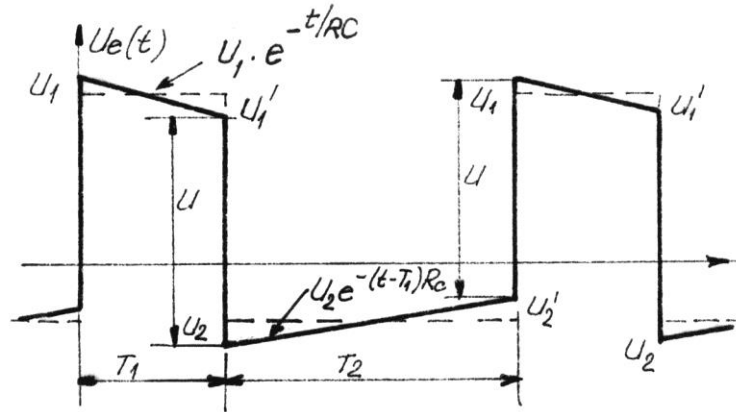


Fig.5

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

$$U_1 = \frac{U}{1 - e^{-x}}; U_1' = \frac{U}{1 + e^x}; U_2 = -U_1; U_2' = -U_1'; x = \frac{T}{2RC} \quad (3)$$

În final se poate constata că circuitele RC trece sus îndeplinesc funcția unor filtre de semnal, prin care semnalele de frecvență înaltă sunt puțin distorsionate, în sensul că semnalul de la ieșire are forma aproximativă a semnalului de la intrare, pe când semnalele de frecvență joasă sunt puternic distorsionate la trecerea prin astfel de circuite.

În situația extremă pentru semnalele de frecvență foarte joasă (de ex. Frecvență 0 Hz) componenta continuă nu este transmisă la ieșire, ceea ce permite acestor circuite să fie folosite pentru separarea unor circuite în curent continuu.

Circuitele RC trece sus au o importanță deosebită în sistemele numerice ce sunt caracterizate printr-un număr mare de trasee paralele, de conexiuni prin care poate apărea pericolul transmiterii unor semnale parasite de pe un traseu pe celălalt. În acest caz există posibilitatea transmiterii unor semnale nedorite de pe traseele vecine, ceea ce poate influența negativ generarea incorectă a unor semnale logice parazite, implicând în mod direct nefuncționarea corectă a sistemului numeric.

În urma studiului unor astfel de circuite se pot lua măsuri tehnologice pentru generarea unor trasee de interconectare a circuitelor integrate numerice cu efecte cât mai puțin negative.

3. MERSUL LUCRĂRII

3.1. Studiul circuitului RC trece-sus: se va utiliza schema din fig.6.

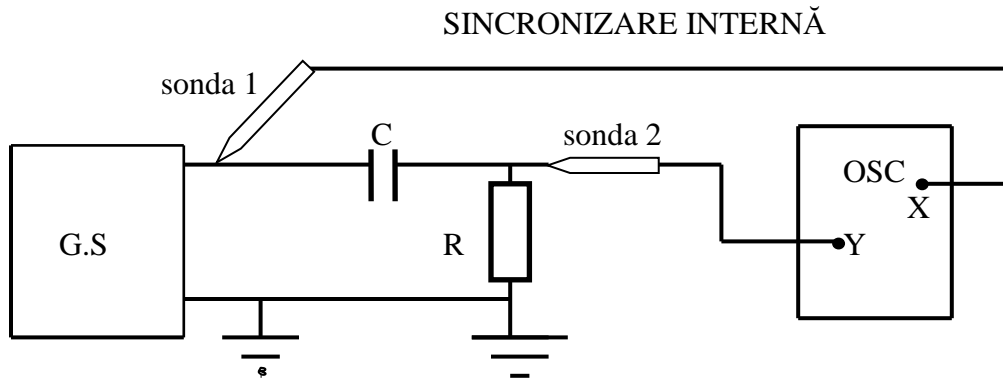


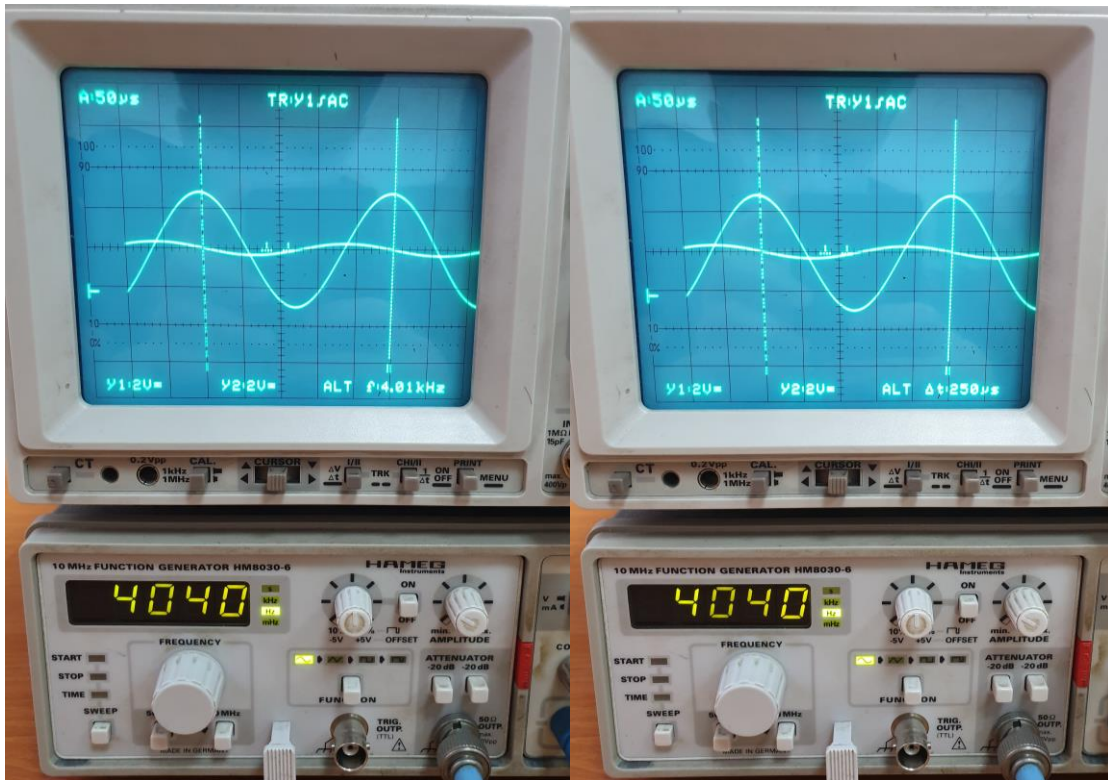
Fig.6

G.S = generator de semnal
OSC = osciloscop
X, Y= intrare sonde osciloscop

3.1.1. Semnal de intrare sinusoidal

Dacă la circuitul din fig. 6, unde $R=12k\Omega$, $C=470pF$ se aplică un semnal de intrare sinusoidal de amplitudine 5V și având următoarele frecvențe de lucru:

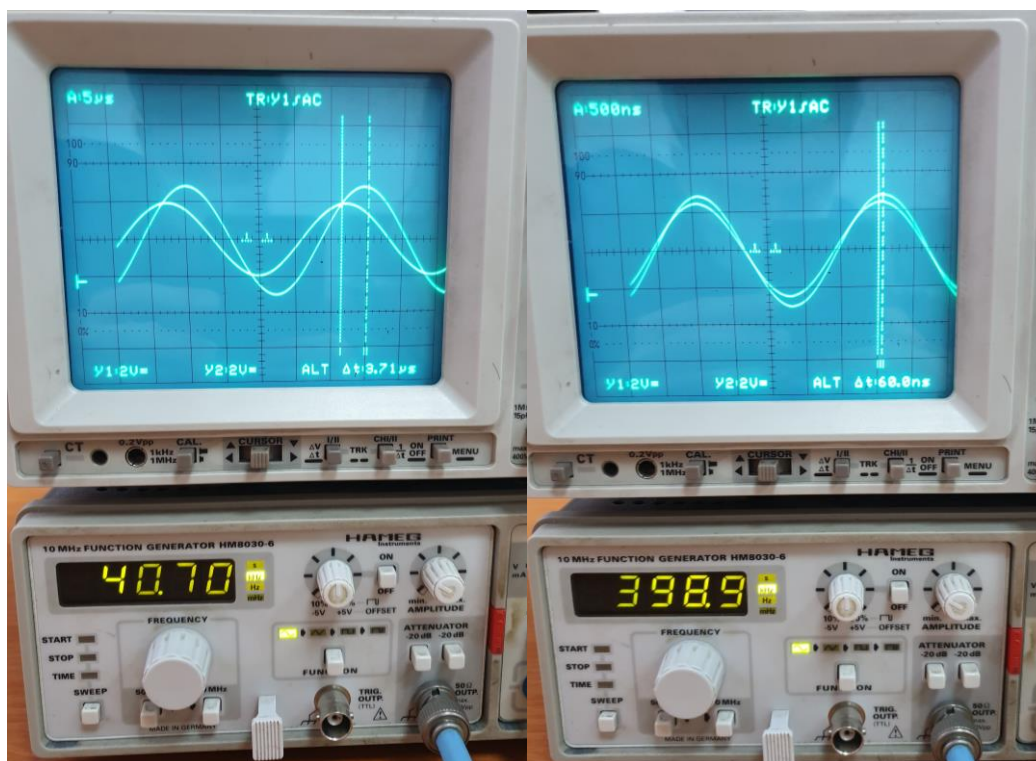
- $f_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Hz}$
- $f_2 = 4 \cdot 10^4 \text{ Hz}$
- $f_3 = 4 \cdot 10^3 \text{ Hz}$



Măsurarea frecvenței și a perioadei semnalului pe ecranul osciloscopului

Se cere:

- Se vor trasa oscilogramele tensiuniilor de intrare U_i și de iesire U_o
- Pentru fiecare frecvență de lucru a semnalului de intrare se va măsura defazajul φ și atenuarea A . Se vor compara rezultatele măsurătorilor obținute cu rezultatele teoretice date de relațiile (1.1) și (2.1);

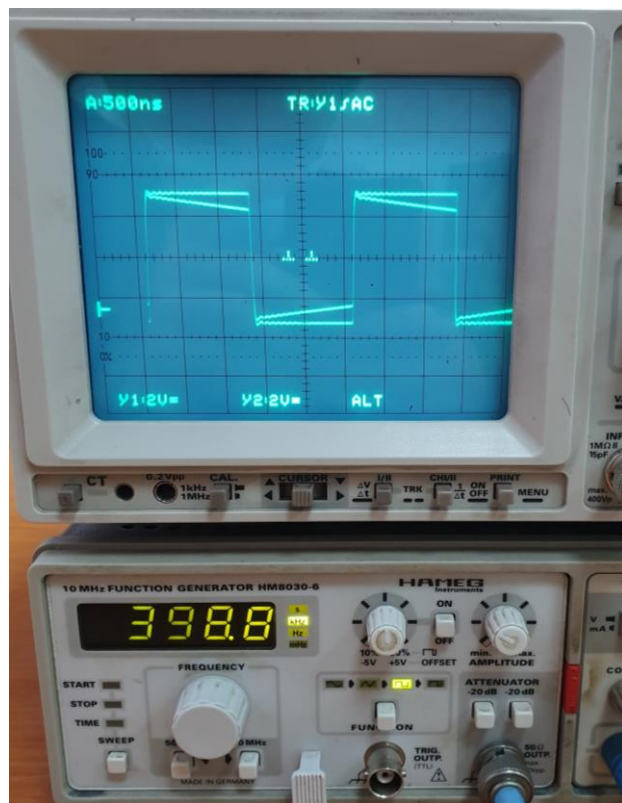


Valoarea defazajului (φ) pentru frecvența de 40 kHz respectiv 400 kHz

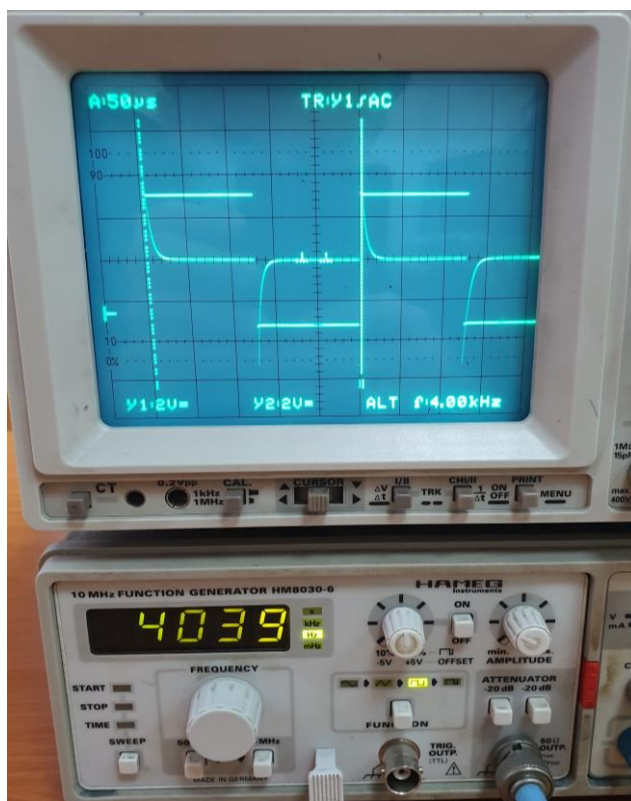
3.1.2. Semnal de intrare rectangular

Dacă la circuitul din fig.6, unde $R=12\text{k}\Omega$, $C=470\text{pF}$, se aplică un semnal de intrare rectangular de amplitudine 5V și având următoarele frecvențe de lucru:

- $f_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Hz}$

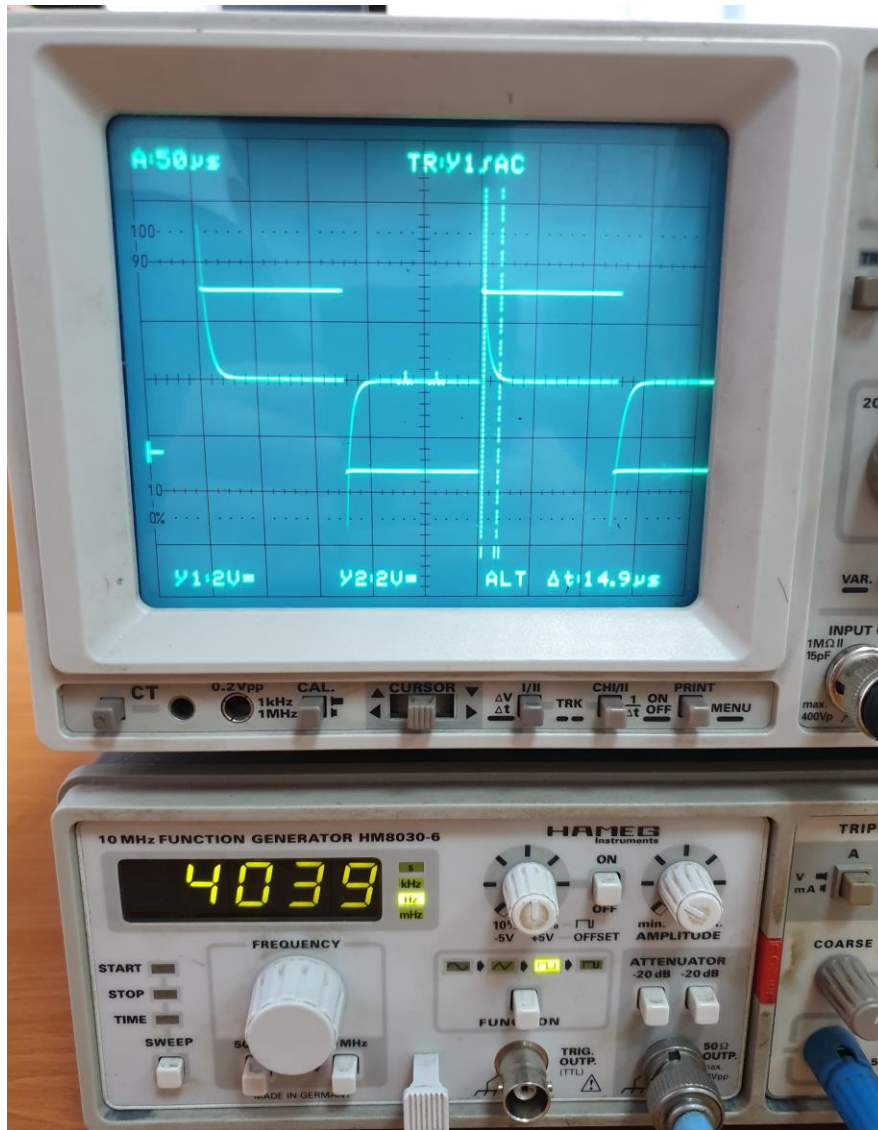


- $f_2 = 4 \cdot 10^4 \text{ Hz}$
- $f_3 = 4 \cdot 10^3 \text{ Hz}$



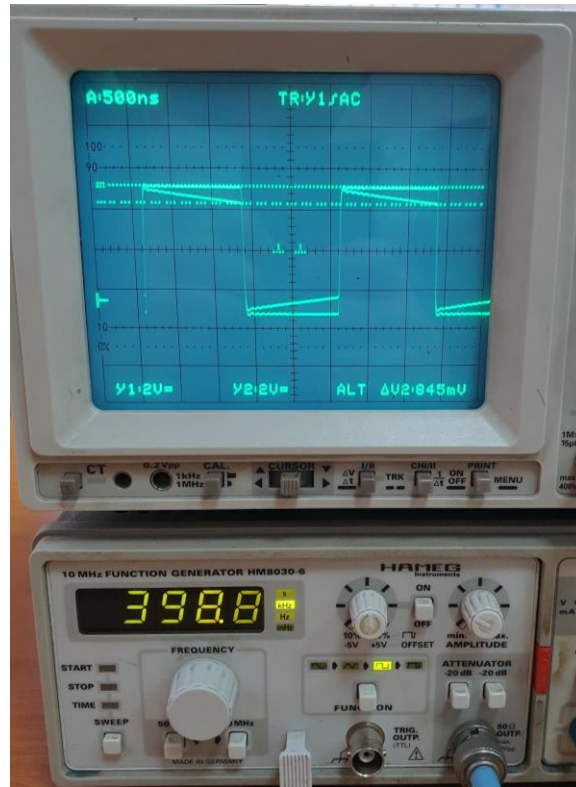
Se cere:

- Oscilografiera semnalelor de intrare și ieșire pentru toate cele patru frecvențe de lucru;
- Măsurarea timpului de coborâre pentru $f=f_3$. Se va compara cu rezultatele teoretice;

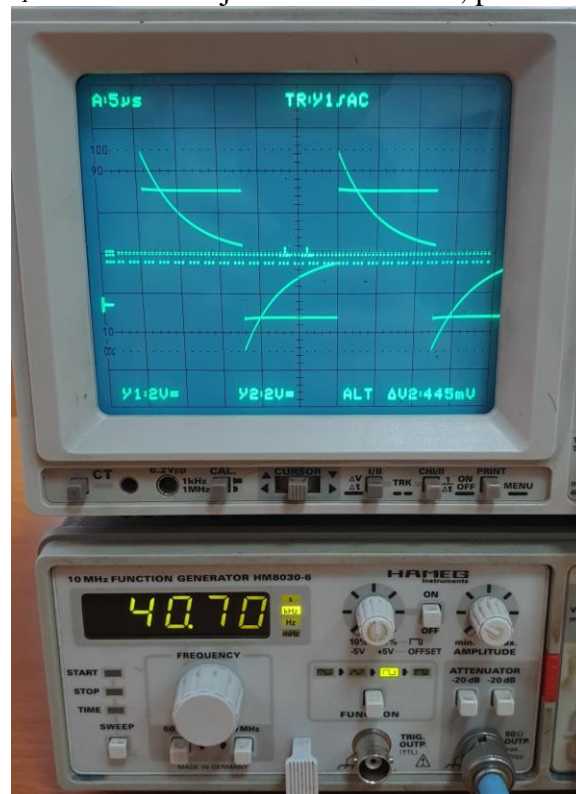


Timpul de coborâre măsurat cu ajutorul cursorilor, pentru frecvența de 4 kHz.

- Se determină U_1 , U_1' , U_2 , U_2' pentru $f=f_1$ și $f=f_2$ și se compară aceste mărimi cu rezultate teoretice date de relațiile (3);



Valoarea tensiunii U_1' măsurată cu ajutorul cursoroarelor, pentru frecvența de 400 kHz



Valoarea tensiunii U_2' măsurată cu ajutorul cursoroarelor, pentru frecvența de 40 kHz