

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

Scopul lucrării:

- Familiarizarea cu utilizarea osciloscopului;
- Familiarizarea cu utilizarea generatorului de semnal;
- Introducerea analizei în regim de curent alternativ specifică mediului de proiectare Orcad.

Cuprins

- Realizarea practică a unui filtru de tensiune trece jos.
- Simularea în Orcad a funcționării în regim armonic a unui filtru de tensiune trece sus.

I. Filtre de tensiune

În sistemele electronice, filtrele sunt utilizate pentru filtrarea informației. Funcția de filtrare constă în permiterea trecerii informației prin circuit, numai dacă informația respectivă respectă anumite particularități. În cazul filtrului de tensiune, tensiunea sinusoidală, care, în acest caz reprezintă informația, trece prin filtru numai dacă frecvența sa aparține unui anumit domeniu de valori. Pe baza acestui criteriu de selecție a informației, se disting diferite tipuri de filtre. De exemplu, la filtrul trece jos, tensiunea sinusoidală trece prin acesta numai dacă frecvența sa aparține unui domeniu de valori mici. Pe de altă parte, la filtrul trece sus, tensiunea sinusoidală trece prin circuit numai dacă frecvența sa aparține unui domeniu de valori mari. La un filtru trece bandă, tensiunea sinusoidală trece prin circuit numai dacă frecvența sa aparține unui domeniu de valori stabilit între 2 valori distincte, care formează banda de frecvență a circuitului.

A. Comportamentul filtrului de tensiune trece jos.

Structura circuitului este prezentată în Figura 1. Filtrul este compus dintr-un rezistor conectat în serie cu o bobină. Tensiunea de intrare a filtrului se aplică între bobină și masa circuitului, iar tensiune de ieșire este furnizată între terminalele rezistorului.

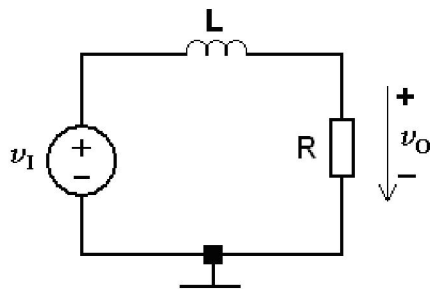


Figura 1. Filtru RL de tensiune de tip trece jos.

Comportamentul circuitului poate fi determinat exprimând tensiunea de ieșire în funcție de tensiunea de intrare a filtrului. Cele două componente ale filtrului compun un divizor de tensiune,

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

astfel, conform comportamentului acestui tip de circuit, tensiunea de ieșire se poate exprima în funcție de tensiunea de intrare prin intermediul relației:

$$\underline{v}_O = \frac{Z_R}{Z_R + Z_L} \cdot \underline{v}_I$$

În relația de mai sus, Z_L reprezintă impedanța bobinei și are expresia

$$Z_L = j \cdot X_L$$

unde X_L reprezintă reactanța bobinei și are expresia

$$X_L = \omega \cdot L \quad [X_L]_{SI} = \Omega(\text{ohm})$$

în care L reprezintă inductanța magnetică a bobinei, unitatea de măsură a acesteia fiind henry-ul, iar ω reprezintă pulsația semnalului la terminalele bobinei. Raportul

$$\frac{Z_R}{Z_R + Z_L}$$

reprezintă funcția de transfer a circuitului, notată cu $H(j\omega)$.

Se reamintește că o mărime electrică sinusoidală de forma:

$$x = X \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$$

poate fi exprimată în domeniul complex astfel:

$$\underline{x} = X \cdot \exp[j \cdot (\omega \cdot t + \varphi)]$$

unde:

- X reprezintă amplitudinea mărimii x
- ω reprezintă pulsația semnalului, unitatea de măsură a acesteia fiind radiani/secundă, legătura dintre această mărime și frecvența f a unui semnal fiind

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

- φ reprezintă faza inițială semnalului.

Amplitudinea tensiunii de ieșire în funcție de amplitudinea tensiunii de intrare se poate exprima cu relația:

$$V_o = |H(j \cdot \omega)| \cdot V_i$$

sau:

$$V_o = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega \cdot L}{R}\right)^2}} \cdot V_i$$

Din ultima relație, se pot scoate în evidență următoarele cazuri particulare, care permit descrierea comportamentului filtrului din punctul de vedere al modificării amplitudinii semnalului de ieșire în funcție de frecvența semnalului sinusoidal aplicat la intrarea sa.

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

$$\omega \rightarrow 0 = \text{frecvente_joase} \quad V_o = V_i$$

$$\omega \rightarrow \infty = \text{frecvente_inalte} \quad V_o = 0$$

În concluzie, acest circuit permite trecerea spre ieșirea sa doar a semnalelor care au frecvențe de valori mici (semnale de frecvență joasă). Doar în acest caz valoarea amplitudinii tensiunii de ieșire este aceeași cu valoarea amplitudinii tensiunii de intrare a circuitului. **Semnalele care au frecvență mare nu trec prin acest circuit.** Se observă că pentru semnale de frecvență mare, valoarea tensiunii de ieșire tinde la zero. Din acest motiv circuitul se numește filtru trece jos (trec prin circuit numai semnalele de frecvență joasă). Un astfel de circuit poate fi utilizat, de exemplu, într-un sistem audio, pentru redarea în boxe audio a semnalelor de frecvență joasă (bașii). Se remarcă faptul că, dacă pulsația semnalului de intrare are o valoare caracteristică, care prin definiție este

$$\omega = \omega_0 \stackrel{\text{definitie}}{=} \frac{R}{L}$$

atunci amplitudinea tensiunii de ieșire scade la valoarea:

$$V_o = \frac{V_i}{\sqrt{2}}$$

Pulsația notată ω_0 se numește **pulsația caracteristică a filtrului** (frecvența corespunzătoare acestei pulsații se numește frecvența caracteristică a filtrului, și de calculează cu relația de legătură dintre cele 2 mărimi, amintită mai sus) și marchează pulsația/ frecvența semnalului de intrare peste care semnalul de ieșire începe să scadă semnificativ. Utilizând pentru componentele **R** și **L** valorile exprimate în unitățile fundamentale de măsură (ohm, respectiv henry) pulsația caracteristică a filtrului rezultă în radiani/secundă, iar frecvența caracteristică în herți.

Defazajul dintre tensiunea de ieșire și cea de intrare (întârzierea între acestea exprimată în radiani/secundă sau grade sexazecimale) se poate exprima cu relația:

$$\varphi = -\arctg\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)$$

Din ultima relație, se pot scoate în evidență următoarele cazuri particulare, care permit descrierea comportamentului filtrului din punctul de vedere al modificării defazajului dintre semnalul de ieșire, față de cel de intrare, în funcție de frecvența semnalului sinusoidal aplicat la intrarea filtrului.

$$\begin{array}{ll} \omega \rightarrow 0 = \text{frecvente_joase} & \varphi = 0 \\ \omega = \omega_0 = \text{frecventa_caracteristica} & \varphi = -\frac{\pi}{4} \\ \omega \rightarrow \infty = \text{frecvente_inalte} & \varphi = -\frac{\pi}{2} \end{array}$$

B. Comportamentul filtrului de tensiune trece sus.

Structura circuitului este prezentată în Figura 2. Filtrul este compus dintr-un rezistor conectat în serie cu un condensator. Informația prelucrată este reprezentată de tensiunea sinusoidală v_I ,

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

aplicată la intrarea filtrului, între condensatorul **C** și masa circuitului. Rezultatul prelucrării informației de către filtru este furnizat sub forma unei tensiuni de ieșire, notate v_O – tensiunea filtrată, care este furnizată între terminalele rezistorului **R**.

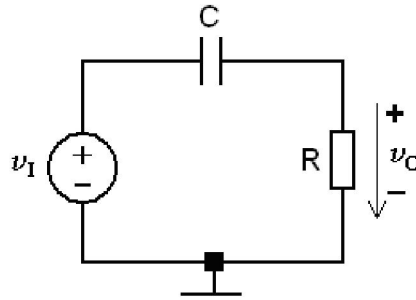


Figura 2. Filtru RC de tensiune de tip trece sus.

Comportamentul circuitului în regim armonic poate fi determinat exprimând tensiunea de ieșire în funcție de tensiunea de intrare a filtrului. Cele două componente ale filtrului compun un divizor de tensiune, astfel, conform comportamentului acestui circuit, tensiunea de ieșire se poate exprima în funcție de tensiunea de intrare prin intermediul relației:

$$\underline{v_O} = \frac{\underline{Z_R}}{\underline{Z_R} + \underline{Z_C}} \cdot \underline{v_I}$$

unde, cele 2 tensiuni sunt exprimate ca mărimi complexe. Raportul

$$\frac{\underline{Z_R}}{\underline{Z_R} + \underline{Z_C}}$$

se numește funcție de transfer a circuitului, este o mărime complexă și se notează cu $\mathbf{H(j\omega)}$. În relația de mai sus, $\underline{Z_C}$ reprezintă impedanța condensatorului și are expresia

$$Z_C = -j \cdot X_C$$

unde X_C reprezintă reactanța condensatorului și are expresia

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad [X_C]_{SI} = \Omega(ohm)$$

în care **C** reprezintă capacitatea condensatorului, unitatea de măsură a acesteia fiind farad-ul, iar ω reprezintă pulsația semnalului la terminalele condensatorului.

Amplitudinea tensiunii de ieșire în funcție de amplitudinea tensiunii de intrare se poate exprima cu relația:

$$V_o = |H(j \cdot \omega)| \cdot V_i$$

sau:

$$V_o = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{\omega \cdot R \cdot C}\right)^2}} \cdot V_i$$

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

Din ultima relație, se pot scoate în evidență următoarele cazuri particulare, care permit descrierea comportamentului filtrului din punctul de vedere al modificării amplitudinii tensiunii de ieșire, în funcție de frecvența tensiunii sinusoidale aplicate la intrarea circuitului.

$$\begin{aligned}\omega \rightarrow 0 &= \text{frecvente_joase} & V_o &= 0 \\ \omega \rightarrow \infty &= \text{frecvente_inalte} & V_o &= V_i\end{aligned}$$

Din cele prezentate mai sus, se poate trage concluzia că acest circuit permite trecerea spre ieșirea sa doar a semnalelor (tensiunilor sinusoidale) care au frecvențe de valori mari (semnale de frecvență înaltă). Doar în acest caz valoarea amplitudinii tensiunii de ieșire este aceeași cu valoarea amplitudinii tensiunii de intrare a circuitului. **Semnalele care au frecvență mică nu trec prin acest circuit.** În cazul semnalelor de frecvență joasă, se observă că valoarea tensiunii de ieșire tinde la zero. Din acest motiv circuitul se numește filtru trece sus (trec prin circuit numai semnalele de frecvență înaltă). Un astfel de circuit poate fi utilizat, de exemplu, într-un sistem audio, pentru redarea în în boxe audio doar a semnalelor de frecvență înalte.

Pulsația caracteristică a filtrului se definește astfel,

$$\omega = \omega_0 \stackrel{\text{definitie}}{=} \frac{1}{R \cdot C}$$

și marchează pulsația/ frecvența semnalului de intrare sub care semnalul de ieșire începe să scadă semnificativ. Utilizând pentru componentele **R** și **C** valorile exprimate în unitățile fundamentale de măsură (ohm, respectiv farad) pulsația caracteristică a filtrului rezultă în radiani/secundă, iar frecvența caracteristică în herți.

Defazajul dintre tensiunea de ieșire și cea de intrare (întârzierea între acestea, exprimată fie în radiani/secundă, fie în grade sexazecimale), se poate exprima cu relația:

$$\varphi = \arctg\left(\frac{\omega_0}{\omega}\right)$$

Din ultima relație, se pot scoate în evidență următoarele cazuri particulare, care permit descrierea comportamentului filtrului din punctul de vedere al modificării defazajului dintre semnalul de ieșire, față de cel de intrare, în funcție de frecvența semnalului sinusoidal aplicat la intrarea filtrului:

$$\begin{aligned}\omega \rightarrow 0 &= \text{frecvente_joase} & \varphi &= \frac{\pi}{2} \\ \omega = \omega_0 &= \text{frecventa_caracteristica} & \varphi &= \frac{\pi}{4} \\ \omega \rightarrow \infty &= \text{frecvente_inalte} & \varphi &= 0\end{aligned}$$

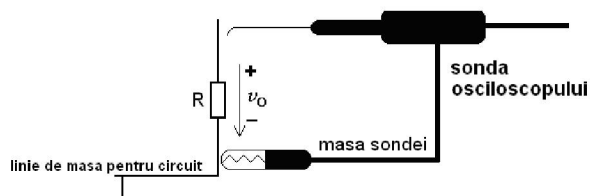
II. Realizarea practică a unui filtru pasiv de tensiune de tip trece sus

Pentru analiza practică a filtrului de tensiune trece sus se vor efectua următorii pași.

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

1. Se realizează circuitul practic din Figura 1, care reprezintă un filtru trece-sus, în care $C=33[\text{nF}]$, iar rezistența electrică a rezistorului R trebuie măsurată cu ohmetrul, iar valoarea obținută trebuie precizată în Tabelul 1, caseta $R=$. Generatorul de semnal reprezentat în Figura 1 de către sursa de tensiune v_1 se reglează astfel încât să genereze o tensiune sinusoidală de amplitudine $V_i=1[\text{V}]$ și frecvență egală cu prima valoare din Tabelul 1. După reglajul indicat, se aplică semnalul respectiv, prin intermediul cablului de semnal, la bornele de intrare ale circuitului. În acest scop, firul de masă al cablului de semnal se conectează la masa circuitului, iar firul de semnal la terminalul stâng al rezistorului R .

2. După realizarea circuitului și reglarea generatorului de semnal se va chema cadrul didactic pentru verificarea acestuia.



3. Se măsoară cu osciloscopul amplitudinea V_o a tensiunii de ieșire a filtrului și se completează valoarea obținută în Tabelul 1, în coloana corespunzătoare valorii curente a frecvenței. Pentru măsurarea amplitudinii respective, sonda osciloscopului trebuie introdusă în circuit așa cum este sugerat în figura alăturată: masa sondei se conectează la masa circuitului, iar firul cald al sondei se aplică pe terminalul superior al rezistorului R . Deoarece, la această frecvență, amplitudinea semnalului măsurat cu osciloscopul este mică, pentru vizualizarea corectă (clară) a semnalului, de la comutatorul **Volt/Div** de pe panoul frontal al osciloscopului se va seta o valoare mică (ca indicație, setați o valoare de ordinul zecilor sau a sutelor de milivolți pe diviziune).

4. În continuare, se reglează frecvența semnalului la a 2a valoare din Tabelul 1 și se refăce punctul 3. Procedura indicată la punctul 3 se repetă pentru toate valorile frecvenței semnalului sinusoidal de intrare, indicate în Tabelul 1, astfel încât, la final, tabelul respectiv să fie completat cu perechi de valori: amplitudine semnal ieșire – frecvența semnal de intrare. Deoarece, pe măsură ce frecvența semnalului de intrare în circuit crește, crește și amplitudinea semnalului de ieșire, pentru vizualizarea completă a semnalului pe ecranul osciloscopului, valoarea setată de la comutatorul **Volt/Div** de pe panoul frontal al osciloscopului se va crește la rândul ei progresiv. Creșterea amplitudinii semnalului de ieșire este datorată funcției de filtrare de tip trece sus a circuitului: pe măsură ce frecvența informației crește, la ieșirea circuitului ”se regăsește tot mai mult din aceasta”.

5. Pe baza valorilor completate în Tabelul 1 se va trasa graficul $V_o=V_o(f)$, care reprezintă variația amplitudinii tensiunii de ieșire în funcție de frecvența semnalului aplicat la intrarea filtrului. Acest grafic poartă denumirea de **caracteristică de frecvență a filtrului**.

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

III. Proiectarea filtrelor unui sistem audio și determinarea caracteristicii de frecvență a acestora în Orcad.

Partea 1 - proiectare. Se vor proiecta filtrele unui sistem audio, redat simplificat în figura de mai jos. Semnalul audio este filtrat de către filtrul trece jos FTJ, la ieșirea căruia sunt furnizate armonicile de frecvență joasă ale semnalului audio, care apoi sunt redade în boxa „bas” a sistemului audio. Totodată, semnalul audio este filtrat de către filtrul trece sus FTS, la ieșirea căruia sunt furnizate armonicile de frecvență înaltă ale semnalului audio, care apoi sunt redade în boxa “înalte” a sistemului audio.

Armonicile reprezintă semnale sinusoidale de diferite frecvențe, care compun semnalul audio. Aceste armonici se pot determina prin descompunerea semnalului audio în serie Fourier. Termenii seriei Fourier reprezintă o armonică a semnalului audio.



Structura simplificată a ieșirii unui sistem audio

1. Se va proiecta filtrul trece jos al sistemului audio, având ca date inițiale de proiectare datele indicate în tabelul de mai jos, în funcție de masa de lucru, unde R reprezintă rezistența boxei, iar f_0 reprezintă frecvența caracteristică a filtrului (pentru filtrul trece jos, valorile f_0 sunt indicate în linia 3 din tabel):

Date inițiale de proiectare pentru filtrele sistemului audio: rezistența boxei și frecvența caracteristică

	Masa 1	Masa 2	Masa 3	Masa 4	Masa 5	Masa 6
R [Ω]	4	8	16	4	8	16
FTJ: f_0 [Hz]	500	200	100	200	100	500
FTS: f_0 [kHz]	1	2	5	2	5	1

Proiectarea filtrului constă în determinarea valorii inductanței magnetice a bobinei filtrului trece jos, astfel încât să se respecte valorile datelor de proiectare impuse în tabelul de mai sus. Pentru valoarea inductanței magnetice L a bobinei, considerați ca rezultat final valoarea obținută în calcule,

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

rotunjită la cel mai apropiat număr întreg. După proiectarea filtrului trece jos, valorile R , L , f_0 vor fi specificate în Tabelul 2 din referat.

2. Se va proiecta filtrul trece sus al sistemului audio, având ca date inițiale de proiectare datele indicate în tabelul de mai sus, în funcție de masa de lucru, unde R reprezintă rezistența boxei, iar f_0 reprezintă frecvența caracteristică a filtrului (pentru filtrul trece sus, valorile f_0 sunt indicate în linia 4 din tabel). Proiectarea filtrului constă în determinarea valorii capacității electrice a condensatorului filtrului trece sus, astfel încât să se respecte valorile datelor de proiectare impuse în tabelul de mai sus. Pentru valoarea capacității electrice C a condensatorului considerați valoarea obținută în calcule, aproximată la cea mai apropiată valoare din tabelul indicat mai jos, care reprezintă tabelul valorilor standard ale capacității electrice, furnizate în cataloagele de componente electronice. După proiectarea filtrului trece jos, valorile R , C , f_0 vor fi specificate în Tabelul 2.

Valorile standard ale capacității electrice a condensatorului (gama de toleranță $\pm 10\%$)

Standard Capacitor Values ($\pm 10\%$)							
10pF	100pF	1000pF	.010 μ F	.10 μ F	1.0 μ F	10 μ F	100 μ F
12pF	120pF	1200pF	.012 μ F	.12 μ F	1.2 μ F		
15pF	150pF	1500pF	.015 μ F	.15 μ F	1.5 μ F		
18pF	180pF	1800pF	.018 μ F	.18 μ F	1.8 μ F		
22pF	220pF	2200pF	.022 μ F	.22 μ F	2.2 μ F	22 μ F	220 μ F
27pF	270pF	2700pF	.027 μ F	.27 μ F	2.7 μ F		
33pF	330pF	3300pF	.033 μ F	.33 μ F	3.3 μ F	33 μ F	330 μ F
39pF	390pF	3900pF	.039 μ F	.39 μ F	3.9 μ F		
47pF	470pF	4700pF	.047 μ F	.47 μ F	4.7 μ F	47 μ F	470 μ F
56pF	560pF	5600pF	.056 μ F	.56 μ F	5.6 μ F		
68pF	680pF	6800pF	.068 μ F	.68 μ F	6.8 μ F		
82pF	820pF	8200pF	.082 μ F	.82 μ F	8.2 μ F		

În continuare, se vor determina în Orcad caracteristicile de frecvență ale celor 2 filtre proiectate (mai exact, graficul variației amplitudinii tensiunii de ieșire V_o în funcție de frecvența f a semnalului de intrare = semnalul audio). Determinarea acestor caracteristici se realizează prin efectuarea analizei de tip **AC Sweep**, asupra circuitului, care permite determinarea graficului **variației în frecvență** a mărimilor electrice ale circuitului. În acest scop, se vor parcurge următorii pași:

3. Se creează în Orcad un nou proiect.

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

4. În cadrul proiectului creat, se va edita schema filtrului trece jos, în care valoarea **R** se ia din tabelul cu datele de proiectare, conform mesei de lucru, iar valoarea inductanței magnetice **L** se ia egală cu valoarea calculată. **În cazul analizei de tip AC Sweep, sursa de tensiune v_1 , introdusă la intrarea circuitului trebuie să fie de tip VAC ($v_1=VAC$).** Acest tip de sursă permite setarea unui domeniu de variație a frecvenței sale, domeniu în care apoi se poate vizualiza modul în care valorile mărimilor electrice ale circuitului variază. Sursa de tip **VAC** are 2 câmpuri distincte de valori:

- **Vac** – reprezintă amplitudinea tensiunii variabile; în această lucrare se va considera că **Vac=1 volt**.
- **Vdc** – reprezintă valoarea medie a tensiunii variabile; această valoare se va seta la 0 volți.

5. Se salvează circuitul editat și se trece la simularea circuitului: se setează la fel ca în lucrarea precedentă un profil de simulare (**Pspice → New Simulation Profile**), iar din secțiunea **Analysis Type** se va selecta analiza **AC Sweep/Noise**. Parametrii analizei se specifică în fereastra **Simulation Settings**, astfel: în câmpul **AC Sweep Type** se precizează modul de baleiere (modul de variație) a frecvenței sursei de semnal **VAC** (se va selecta **Logaritmic pe Decade**) iar în câmpurile **Start frequency**, **End frequency**, respectiv **Points/Decade** se precizează domeniul de valori în care se realizează variația frecvenței sursei de tensiune **VAC**, respectiv numărul de puncte/decadă în care se va realiza simularea (decada = intervalul de valori între 2 puteri consecutive ale lui 10). În această lucrare, domeniul de variație al frecvenței sursei de tensiune **VAC** este [**0.1Hz÷10MHZ**], iar numărul de puncte pe decadă=**10** (atenție la modul în care se precizează valoarea megahertz în Orcad).

6. Pentru vizualizarea variației în timp a semnalelor circuitului, se selectează din bara care conține pictogramele specifice instrumentelor utilizate pentru vizualizarea mărimilor electrice ale circuitului, pictograma indicată prin simbolul indicat mai jos,



și apoi, sonda de măsură afișată după selectarea pictogramei respective se plasează în nodul de ieșire al filtrului, aflat la intersecția rezistorului **R** cu bobina **L**. În acest mod, după simulare, se va afișa variația amplitudinii tensiunii de ieșire **V_o** în funcție de frecvența semnalului **v₁**.

7. Se simulează circuitul cu comanda: **Pspice → Run**. La finalul simulării, datorită utilizării sondei de măsură selectare la punctul precedent, se activează o nouă fereastră grafică în care se pot vizualiza rezultatele obținute în urma simulării, care, pentru analiza efectuată reprezintă variația amplitudinii tensiunii de ieșire **V_o** în funcție de frecvența semnalului **v₁**.

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

8. Pentru determinarea valorilor coordonatelor punctelor de pe graficul afișat, se activează cursorul cu comanda **Trace** → **Cursor** → **Display**. În funcție de poziția cursorului sunt afișate valorile coordonatelor punctului selectat pe grafic de către cursor. Valorile de interes sunt indicate în dreptul liniei identificate prin notația **A1**. Prima valoare reprezintă valoarea de pe axa **OX** (valoarea frecvenței pentru această analiză), iar a 2a valoare reprezintă valoarea de pe axa **OY** (valoarea amplitudinii tensiunii V_o în acest caz).

	valoarea pe axa OX	valoarea pe axa OY	
A1 =	0.000,	0.000,	0
A2 =	0.000,	0.000,	0
dif =	0.000,	0.000	

Caseta în care sunt afișate valorile coordonatelor punctelor de pe graficul generat după efectuarea analizei

Pe graficul variației $V_o(f)$ se va determina valoarea frecvenței caracteristice f_0 obținute pentru filtrul proiectat. Prin definiție, frecvența caracteristică a filtrului este frecvența la care amplitudinea tensiunii de ieșire scade de la valoarea maximă V_{o_maxim} la valoarea $0,707 \cdot V_{o_maxim}$. Astfel, pentru determinarea valorii f_0 se parcurg următorii pași:

- cu ajutorul cursorului se măsoară pe grafic valoarea V_{o_maxim} ,
- pe baza valorii astfel măsurate se calculează valoarea $0,707 \cdot V_{o_maxim}$,
- se deplasează cursorul pe grafic pînă când, valoarea tensiunii afișate în caseta cu valorile coordonatelor punctelor de pe grafic devine egală cu valoarea calculată la punctul precedent; în acest moment, se citește din caseta cu valorile coordonatelor punctelor de pe grafic valoarea frecvenței. Frecvența astfel obținută este frecvența caracteristică a filtrului.

Rezultatul obținut pentru frecvența caracteristică a filtrului se trece în Tabelul 2.

9. Se desenează graficul variației $V_o(f)$.

10. Se repetă punctele 4÷9 și pentru cazul filtrului trece sus proiectat.

Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

Nume, Prenume, Grupa:

1.	2.	3.
----	----	----

Tabelul 1: realizarea practică a filtrului trece sus

R =										
Frecvența	150 Hz	300 Hz	500 Hz	700 Hz	1 kHz	2 kHz	5 kHz	10 kHz	15 kHz	20 kHz
V _o										

Răspundeți la întrebări:

1. Ce reprezintă pulsația caracteristică a unui filtru trece jos?

R:

2. Se consideră un filtru trece jos a cărui frecvență caracteristică este $f_0=1[\text{kHz}]$. La intrarea sa se aplică un semnal de frecvență $f = 100 [\text{Hz}]$, respectiv un semnal de frecvență $f = 100 [\text{kHz}]$. Care din cele două semnale trece prin filtru?

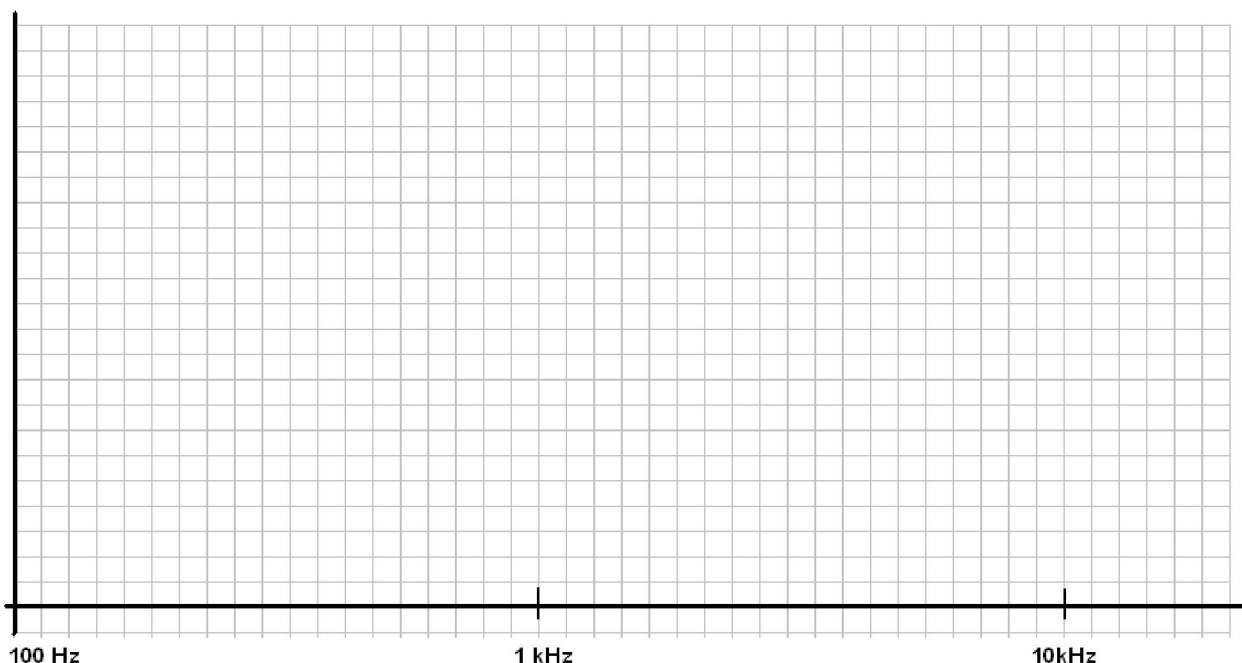
R:

3. Calculați valoarea **frecvenței caracteristice** a filtrului trece jos realizat practic și completați rezultatul obținut în caseta de mai jos:

f_0	
-------	--

4. Ce reprezintă caracteristica de frecvență a unui filtru? Utilizând datele obținute în Tabelul 1, desenați caracteristica de frecvență a filtrului trece – jos (pe axa OX alegeți pentru reprezentarea grafică o scară neliniară. Pe grafic, completați mărimile electrice pe cele 2 coordonate, unitățile de măsură și valorile numerice.

R:



Lucrarea 3. Filtre pasive de tensiune

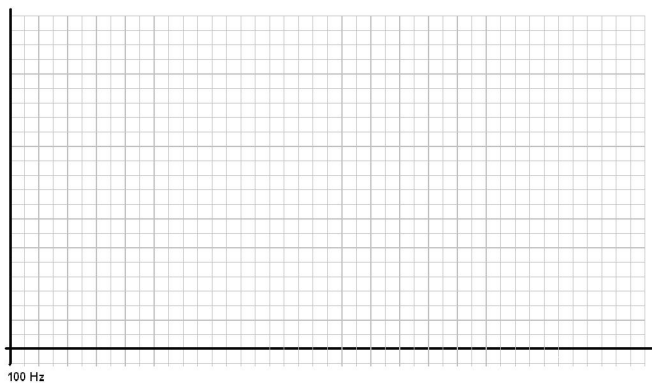
Nume, Prenume, Grupa:

1.	2.	3.
----	----	----

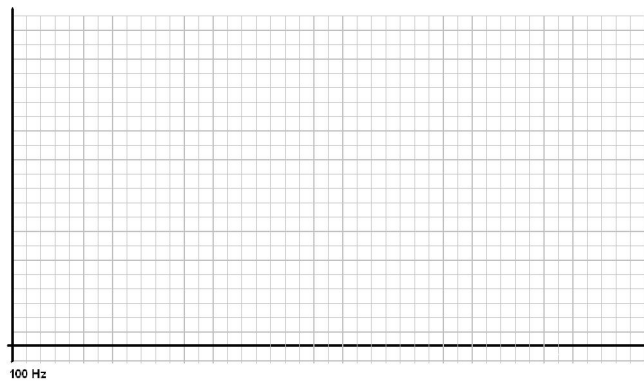
Tabel 2: Proiectarea filtrelor unui sistem audio; rezultate obținute în Orcad

FILTRU TRECE JOS - FTJ				FILTRU TRECE SUS - FTS			
Date inițiale de proiectare		Rezultate		Date inițiale de proiectare		Rezultate	
R	f_0	L	$f_{O_SIMULAT}$	R	f_0	C	$f_{O_SIMULAT}$

Desenați caracteristica de frecvență ale filtrelor sistemului audio (pe axa OX alegeți pentru reprezentarea grafică o scară neliniară. Pe grafic, completați mărimile electrice pe cele 2 coordonate, unitățile de măsură și valorile numerice. Indicați pe fiecare caracteristică valoarea frecvenței caracteristice a filtrului, precum și valoarea amplitudinii tensiunii de ieșire la frecvența respectivă.



Filtru trece jos



Filtru trece sus