12. FILTRE ŞI OSCILATOARE

12.1 FILTRE PASIVE

12.1.1 GENERALITĂȚI

Filtrele – sunt circuite utilizate la prelucrarea semnalelor, prin care pot trece doar semnalele de anumite frecvențe, impuse. Un filtru este un cuadripol (două borne de intrare şi două borne de ieşire).

În funcție de modul în care filtrele acționează asupra semnalelor aplicate la poarta de intrare, filtrele se împart în 4 categorii:

- **Filtre „trece – jos" („taie – sus")** – sunt filtre care permit să treacă neatenuate sau foarte puțin atenuate semnalele cu frecvențe **până la o anumită valoare** numită **frecvență de tăiere**. Semnalele cu frecvențe mai mari decât frecvența de tăiere sunt atenuate forte puternic.
- **Filtre „trece – sus" („taie – jos")** – sunt filtre care permit să treacă neatenuate sau foarte puțin atenuate semnalele cu frecvențe **peste o anumită valoare** numită **frecvență de tăiere**. Semnalele cu frecvențe mai mici decât frecvența de tăiere sunt atenuate forte puternic.
- **Filtre „trece – bandă"** – sunt filtre care permit să treacă neatenuate sau atenuate foarte puțin, semnalele cu frecvențe cuprinse într-un anumit domeniu de frecvențe, numit **bandă de trecere**. Semnalele cu frecvențe aflate în afara benzii de trecere sunt atenuate foarte puternic.
- **Filtre „opreşte – bandă"** – sunt filtre complementare filtrelor „ trece – bandă", care permit să treacă neatenuate sau atenuate foarte puțin, semnalele cu frecvențe aflate într-un domeniu de frecvențe numit **bandă de tăiere** şi atenuează foarte puternic semnalele cu frecvențe aflate în afara benzii de tăiere.

În funcție de dispozitivele utilizate la construcția lor, filtrele se împart în 2 categorii:

- **Filtre pasive** – construite numai cu elemente pasive de circuit (rezistoare, condensatoare, bobine). Aceste filtre nu amplifică semnalul, amplitudinea semnalului de ieşire nu poate fi mai mare decât amplitudinea semnalului de intrare.
- **Filtre active** – sunt o combinație între filtre pasive, elemente de circuit active (tranzistoare, amplificatoare operaționale) şi circuite de reacție. La aceste filtre circuitele pasive asigură selectivitatea (impun banda frecvențelor de trecere) iar elementele de circuit active asigură amplificarea semnalelor cu frecvențe aflate în banda de trecere şi îmbunătățesc calitatea semnalelor.

http://eprofu.ro/electronica

12.1.2. FILTRU TRECE – JOS

La un filtru trece – jos de tip RC, semnalul de ieşire (**Ue**) se "culege" de pe condensator (figura 12.1.1 a). În jurul frecvenței de tăiere, semnalul de ieşire (**Ue**) are amplitudinea 0,707 din amplitudinea semnalului de intrare (**Ui**) şi este defazat uşor spre dreapta față de acesta (figura 12.1.1 b)

Band de trecere (**B**) pentru un filtru „trece – jos" elementar este cuprinsă între **0 Hz (c.c)** şi **frecvența de tăiere** la care tensiunea de ieşire este **70,7 %** din valoarea maximă din banda de trecere (figura 12.1.2).

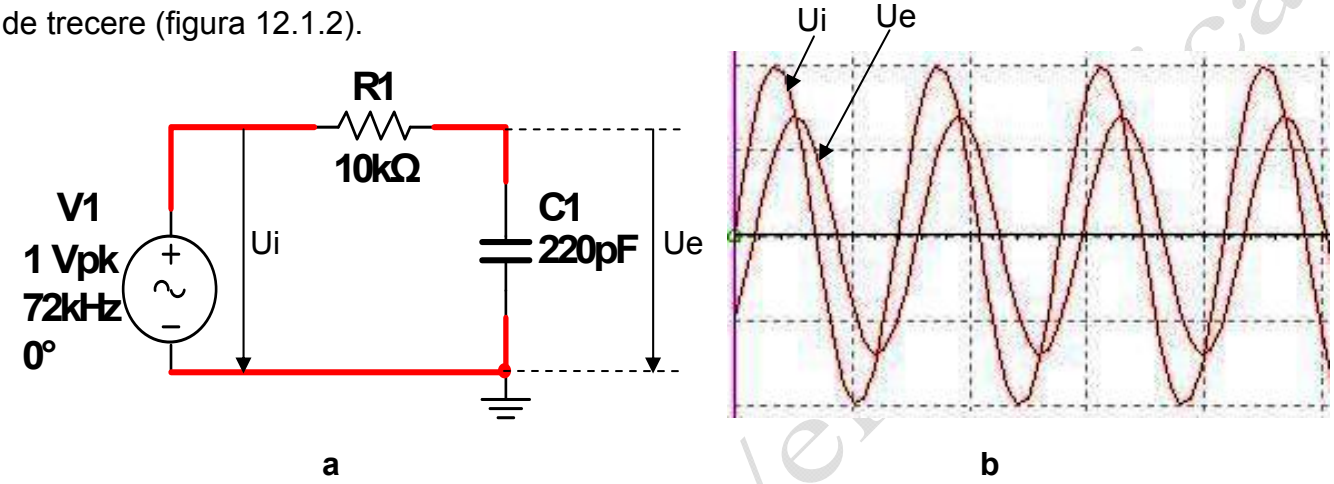


Figura 12.1.1 Filtru pasiv trece - jos

Frecvența de tăiere este $f_T = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 220 \cdot 10^{-12}} \cong 72KHz$

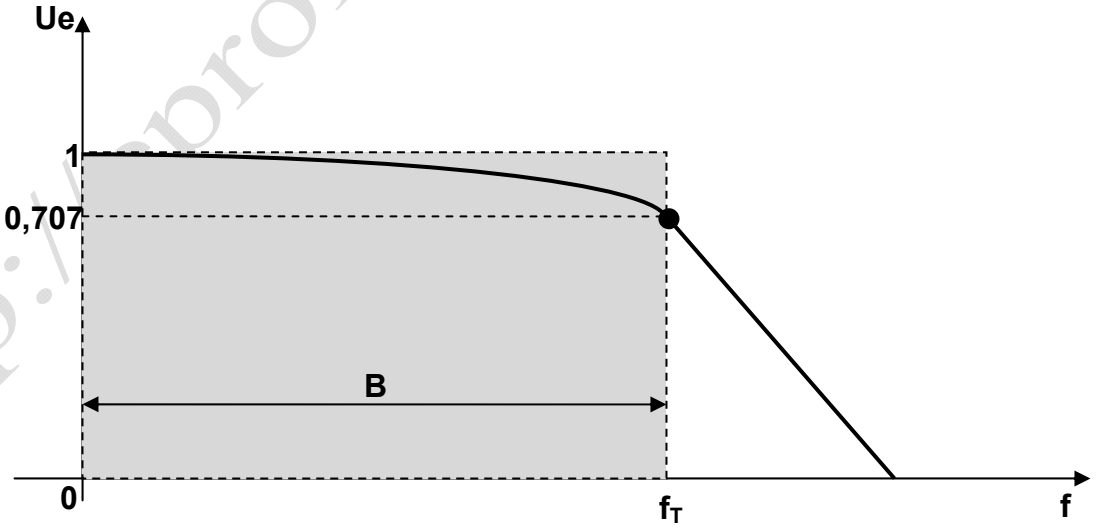


Figura 12.1.2 Răspunsul unui filtru pasiv trece - jos

La acest filtru lățimea de bandă **B** este egală cu frecvența de tăiere f_T. **$B = f_T$**

http://eprofu.ro/electronica

12.1.3. FILTRU TRECE – SUS

La un filtru trece – sus de tip RC, semnalul de ieşire (**Ue**) se "culege" de pe rezistor (figura 12.1.3. a). În jurul frecvenței de tăiere, semnalul de ieşire (**Ue**) are amplitudinea 0,707 din amplitudinea semnalului de intrare (**Ui**) şi este defazat uşor spre stânga față de acesta (figura 12.1.3. b).

Band de trecere (**B**) pentru un filtru „trece – sus" elementar este banda de frecvențe mai mare decât **frecvența de tăiere** la care tensiunea de ieşire este **70,7 %** din valoarea maximă din banda de trecere (figura 12.1.4).

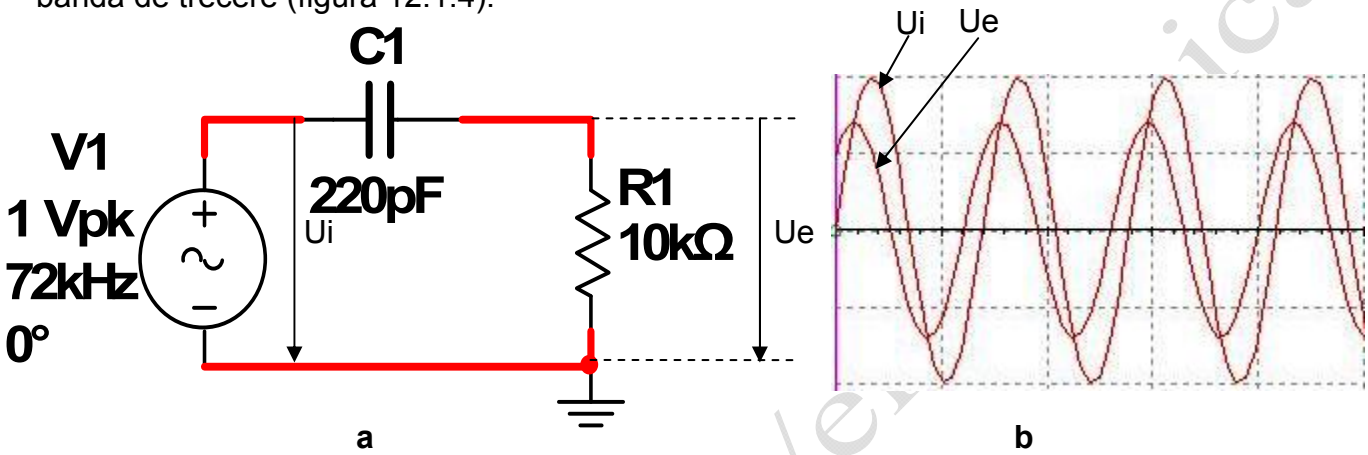


Figura 12.1.3 Filtru pasiv trece - sus

Frecvența de tăiere este $f_T = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 220 \cdot 10^{-12}} \cong 72KHz$

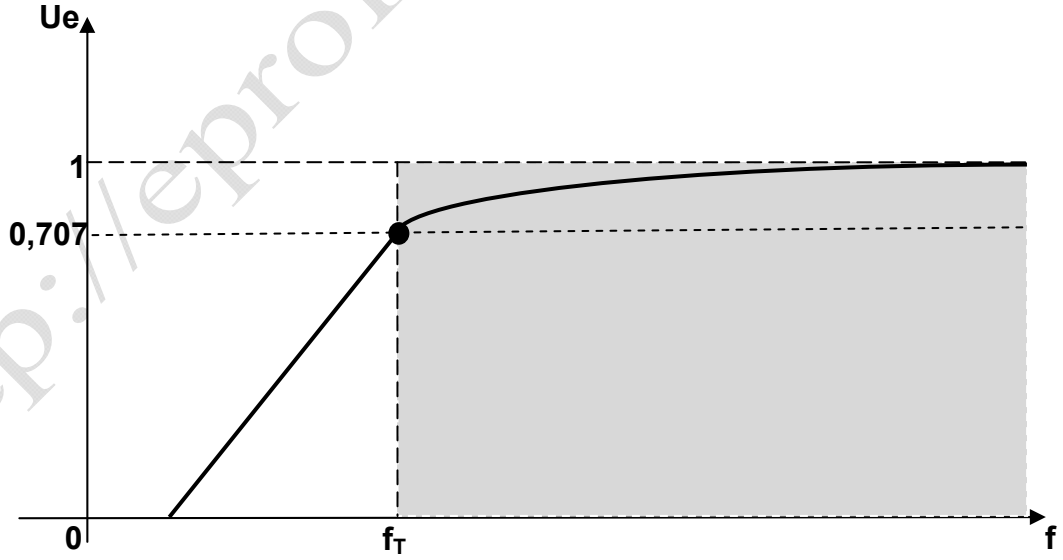


Figura 12.1.4 Răspunsul unui filtru pasiv trece - sus

http://eprofu.ro/electronica

12.1.4. FILTRU TRECE – BANDA

Un filtru trece – banda de tip RC, este o combinație între un filtru trece – jos şi un filtru trece – sus conectate în serie (figura 12.1.5) .

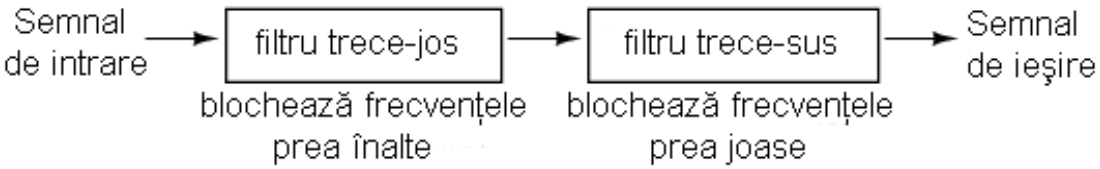
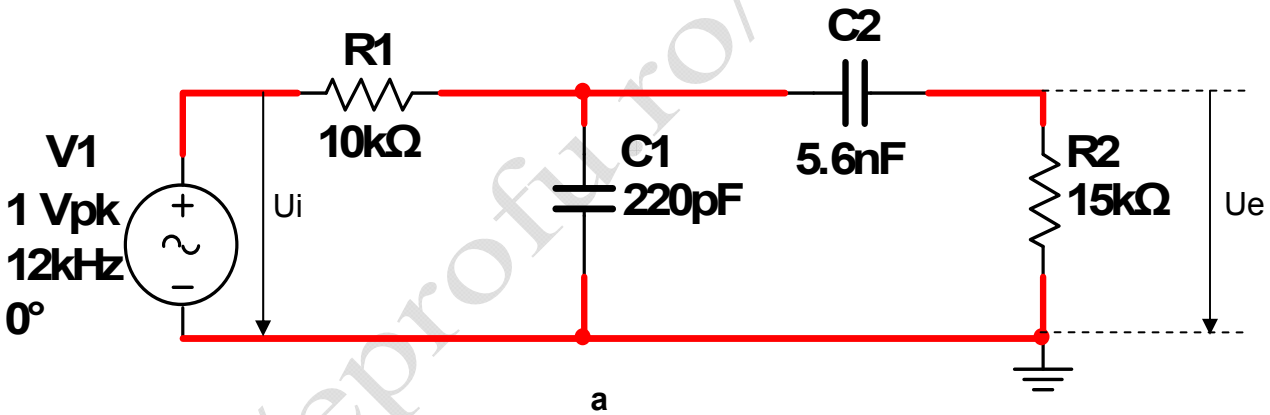


Figura 12.1.5 Schemă bloc filtru pasiv trece – banda

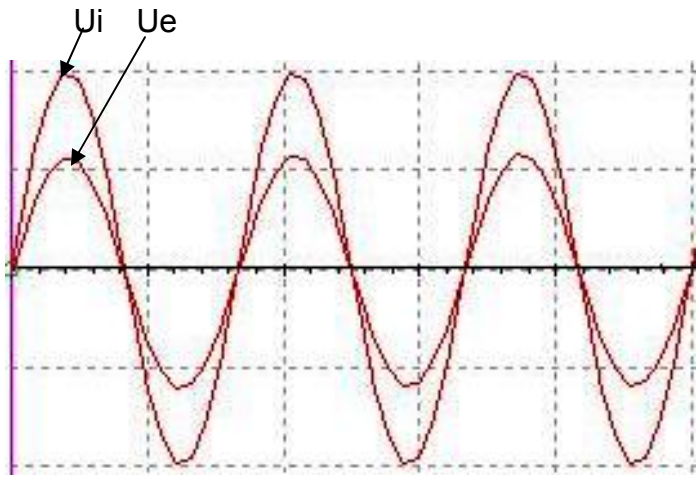
Acest filtru permite să treacă toate semnalele cuprinse între două limite de frecvență, una inferioară (f_{Ti}) dată de filtru trece – sus şi una superioară (f_{Ts}) dată de filtru trece – jos (figura12.1.6 a).

La frecvențele de tăiere amplitudinea semnalului de ieşire (**Ue**) este 0,707 din amplitudinea semnalului de intrare (**Ui**) şi este în fază cu acesta (figura 12.1.6 b).

În figura 12.1.6 b se observă că amplitudinea semnalului de ieşire este aproximativ 0,6 din amplitudinea semnalului de intrare. Această atenuare scade odată cu mărirea lățimii benzii de trecere şi devine mai pronunțată odată cu îngustarea lățimii benzii de trecere.



a



b

Figura 12.1.6 Filtru pasiv trece – banda

http://eprofu.ro/electronica

Lățimea de bandă (**B**) este definită ca diferența dintre ***frecvența de tăiere superioară*** (f_{Ts}) şi ***frecvența de tăiere inferioară*** (f_{Ti}). Frecvența situată la mijlocul benzii de trecere se numeşte ***frecvență centrală*** **(f_0)**. Frecvența centrală este media geometrică a frecvențelor de tăiere (figura 12.1.7).

$$B = f_{Ts} - f_{Ti} \qquad f_0 = \sqrt{f_{Ts} \cdot f_{Ti}}$$

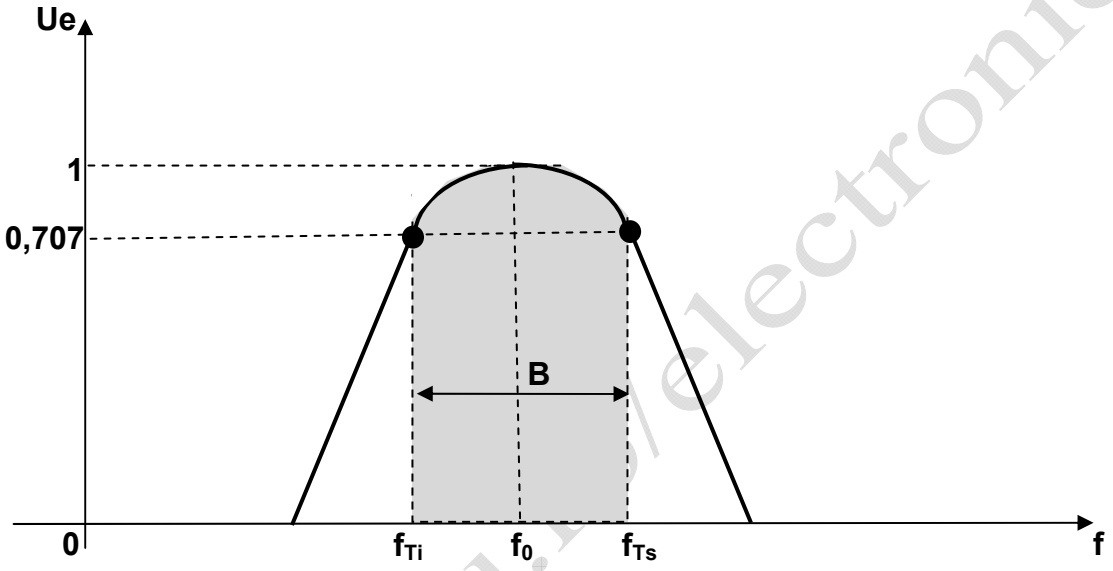


Figura 12.1.7 Răspunsul unui filtru pasiv trece - banda

Frecvența de tăiere superioară este:

$$f_{Ts} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R1 \cdot C1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 220 \cdot 10^{-12}} \cong 72\ KHz$$

Frecvența de tăiere inferioară este:

$$f_{Ti} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R2 \cdot C2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 5,6 \cdot 10^{-9}} \cong 2\ KHz$$

Frecvența centrală este:

$$f_0 = \sqrt{f_{Ts} \cdot f_{Ti}} \cong \sqrt{72 \cdot 2} = 12\ KHz$$

Lățimea de bandă este:

$$B = f_{Ts} - f_{Ti} = 72\ KHz - 2\ KHz = 70\ KHz$$

http://eprofu.ro/electronica

12.1.5. FILTRU OPREŞTE – BANDA

Un filtru opreşte – banda de tip RC, este o combinație între un filtru trece – jos şi un filtru trece – sus conectate în paralel (figura 12.1.8) .

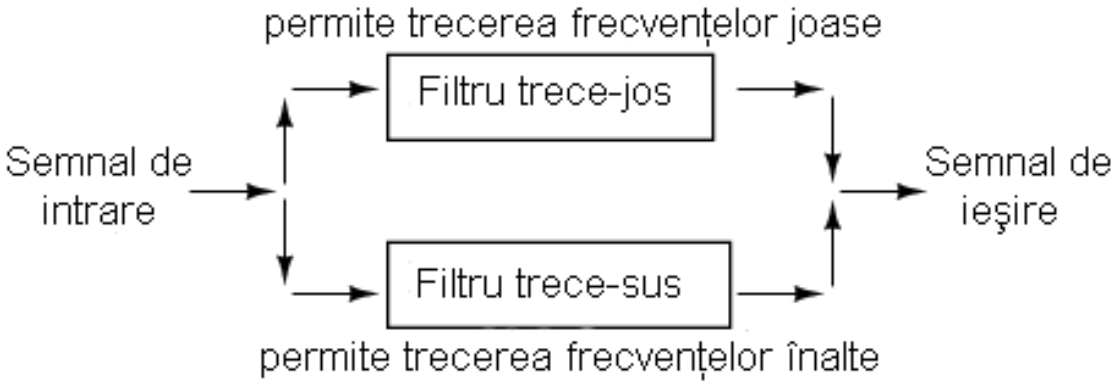


Figura 12.1.8 Schemă bloc filtru pasiv opreşte – banda

Acest filtru permite să treacă toate semnalele care se află în afara benzii de frecvență determinată de elementele filtrului (figura12.1.9).

Răspunsul filtrului din figura 12.1.9 este foarte precis dacă sunt respectate condițiile:

R1 = R2 = 2R3 şi **C1 = C2 = 2 C3**

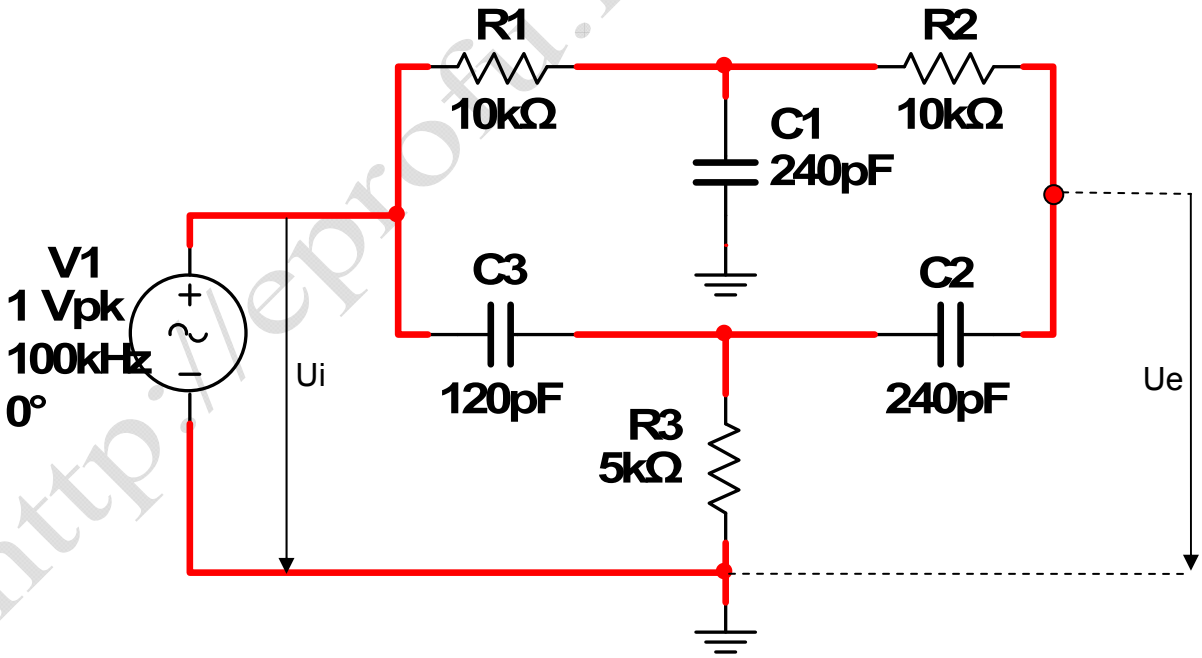


Figura 12.1.9 Filtru pasiv opreşte – banda

http://eprofu.ro/electronica

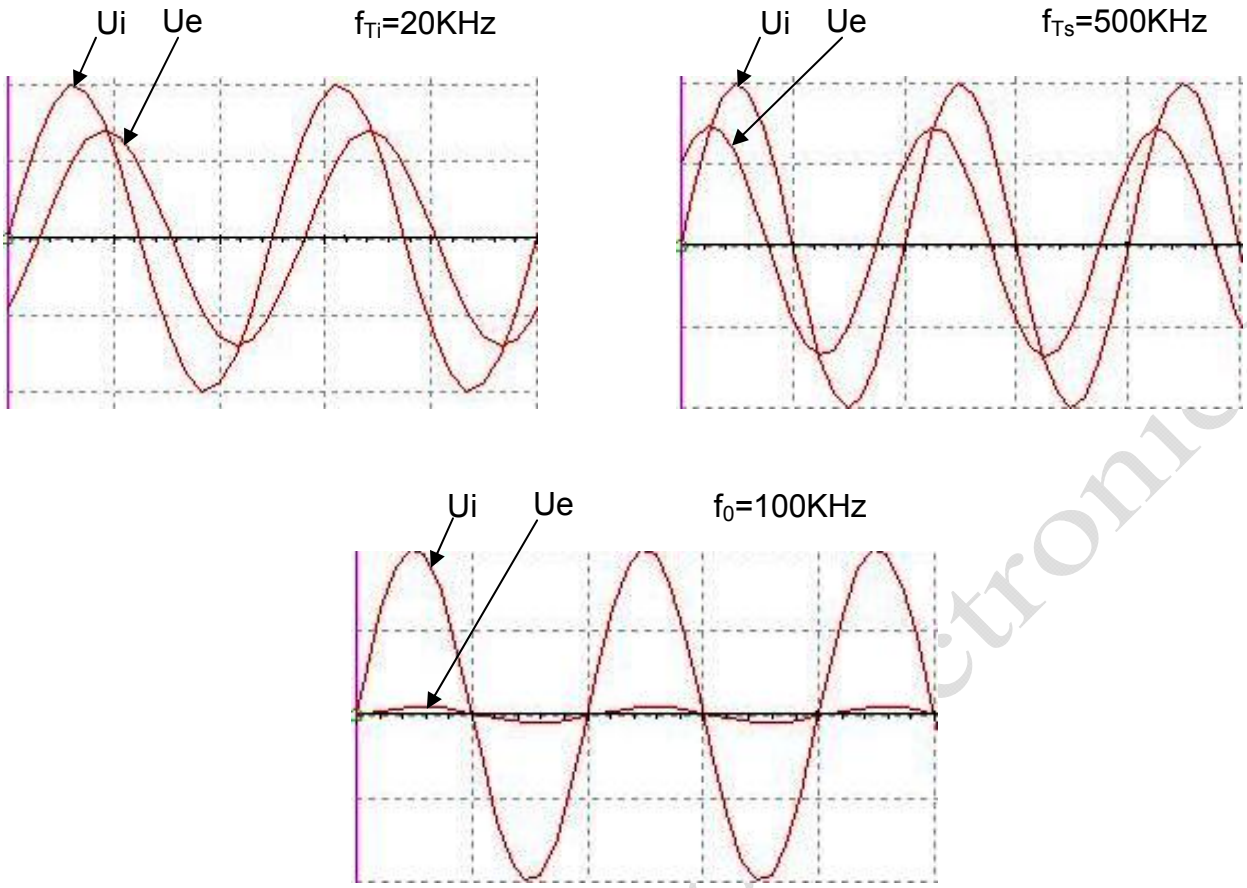


Figura 12.1.10 Diagramele tensiunilor pentru filtru pasiv opreşte – banda

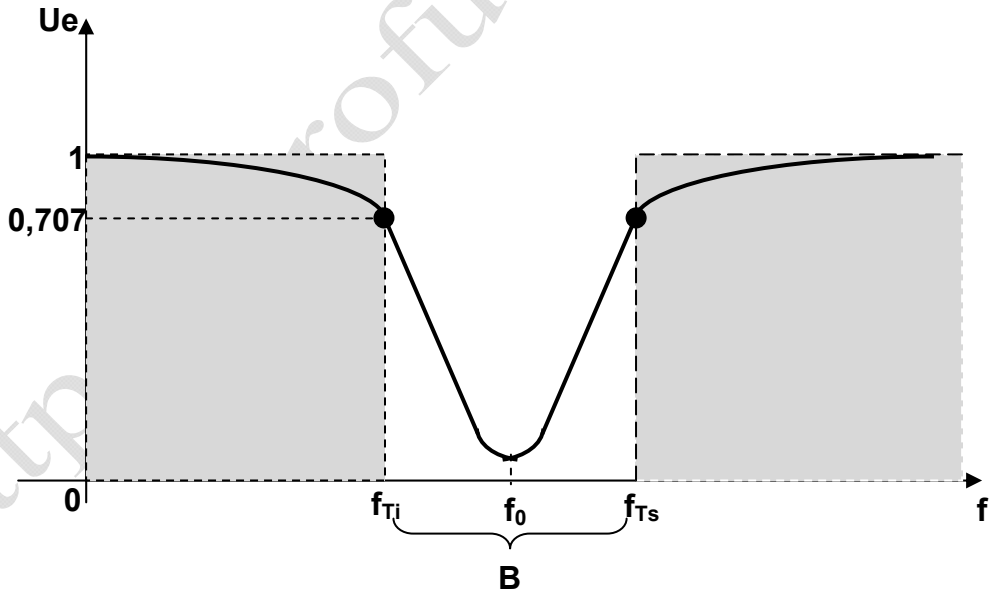


Figura 12.1.11 Răspunsul unui filtru pasiv opreşte - banda

http://eprofu.ro/electronica