

CAPITOLUL 5. FILTRE ȘI OSCILATOARE

5.1. FILTRE PASIVE.

5.1.1 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 și două borne de ieșire).

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 foarte 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 foarte 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 „oprește – 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** și atenuază 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 ieșire 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) și 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 și îmbunătățesc calitatea semnalelor.

5.1.2. FILTRU TRECE – JOS

La un filtru trece – jos de tip RC, semnalul de ieșire (**Ue**) se “culege” de pe condensator (**figura 5.1. a**). În jurul frecvenței de tăiere, semnalul de ieșire (**Ue**) are amplitudinea 0,707 din amplitudinea semnalului de intrare (**Ui**) și este defazat ușor spre dreapta față de acesta (**figura 5.1. b**)

Band de trecere (**B**) pentru un filtru „trece – jos” elementar este cuprinsă între **0 Hz(c.c)** și **frecvența de tăiere** la care tensiunea de ieșire este **70,7 %** din valoarea maximă din banda de trecere (**figura 5.2**).

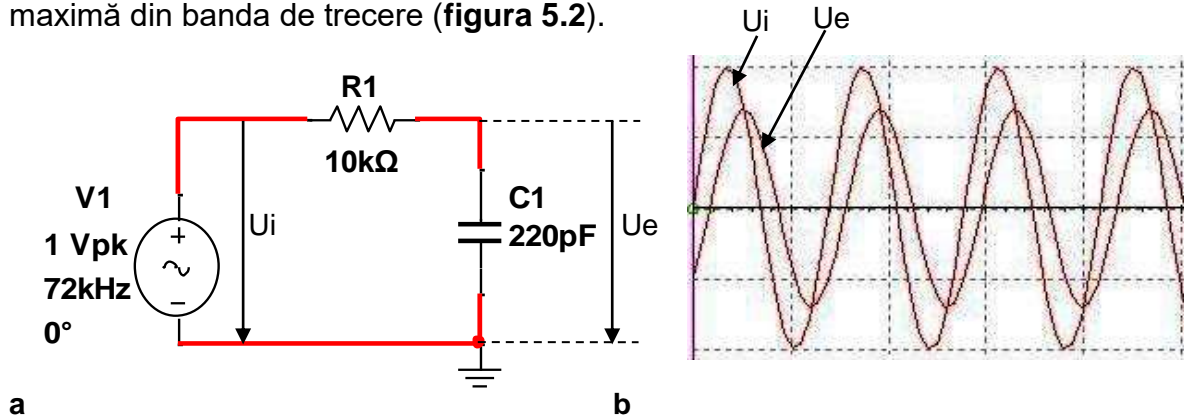


Figura 5.1. Filtru pasiv trece – jos

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

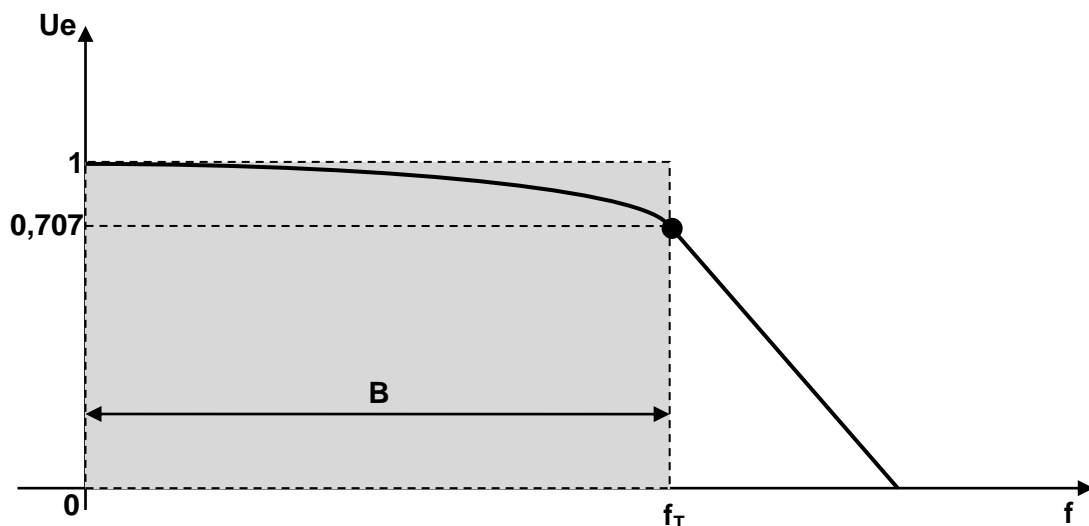


Figura 5.2 Răspunsul unui filtru pasiv trece - jos

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

5.1.3. FILTRU TRECE – SUS

La un filtru trece – sus de tip RC, semnalul de ieșire (**U_e**) se “culege” de pe rezistor (figura 5.3. a). În jurul frecvenței de tăiere, semnalul de ieșire (**U_e**) are amplitudinea 0,707 din amplitudinea semnalului de intrare (**U_i**) și este defazat ușor spre stânga față de acesta (figura 5.3. 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 ieșire este **70,7 %** din valoarea maximă din banda de trecere (figura 5.4).

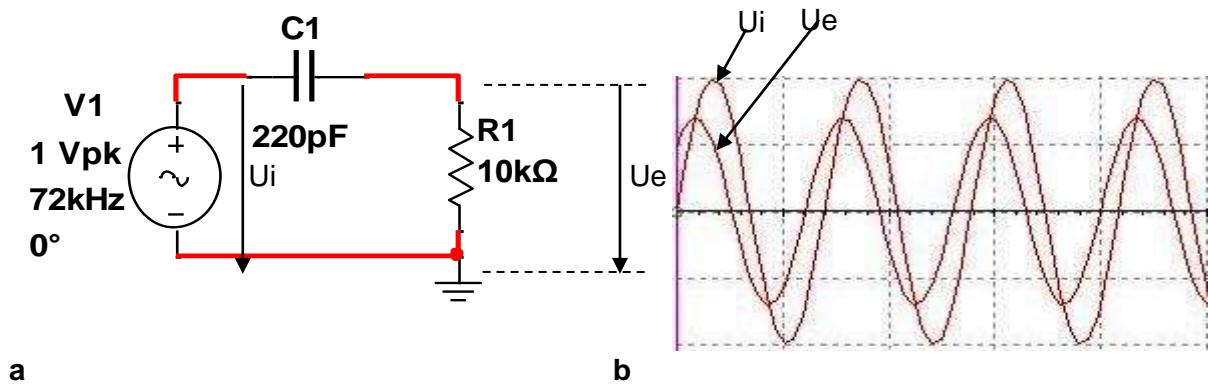


Figura 5.3 Filtru pasiv trece - sus

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

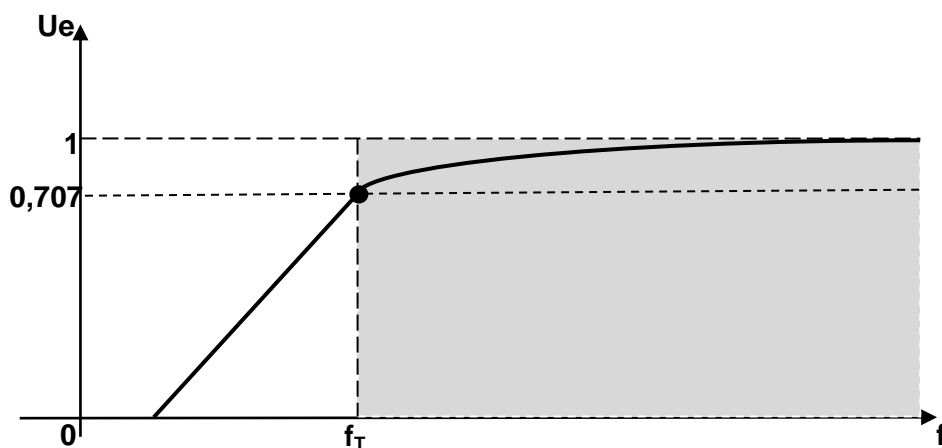


Figura 5.4 Răspunsul unui filtru pasiv trece - sus

5.1.4. FILTRU TRECE – BANDA

Un filtru trece – banda de tip RC, este o combinație între un filtru trece – jos și un filtru trece – sus conectate în serie (figura 5.5) .

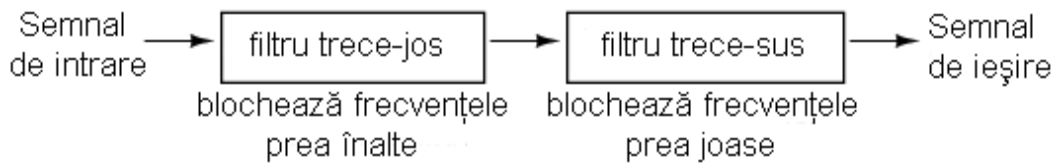


Figura 5.5 Schemă bloc filtru pasiv trece – banda

Acest filtru permite să treacă toate semnalele cuprinse între două limite de frecvență, una inferioară (f_{Ti}) dată de filtru trece – sus și una superioară (f_{Ts}) dată de filtru trece – jos (figura 5.6 a).

La frecvențele de tăiere amplitudinea semnalului de ieșire (U_e) este 0,707 din amplitudinea semnalului de intrare (U_i) și este în fază cu acesta (figura 5.6 b).

În figura 5.6 b se observă că amplitudinea semnalului de ieșire este aproximativ 0,6 din amplitudinea semnalului de intrare. Această atenuare scade odată cu mărirea lățimii benzii de trecere și devine mai pronunțată odată cu îngustarea lățimii benzii de trecere.

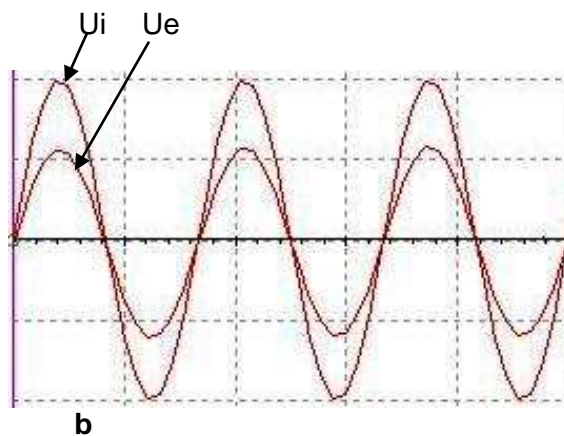
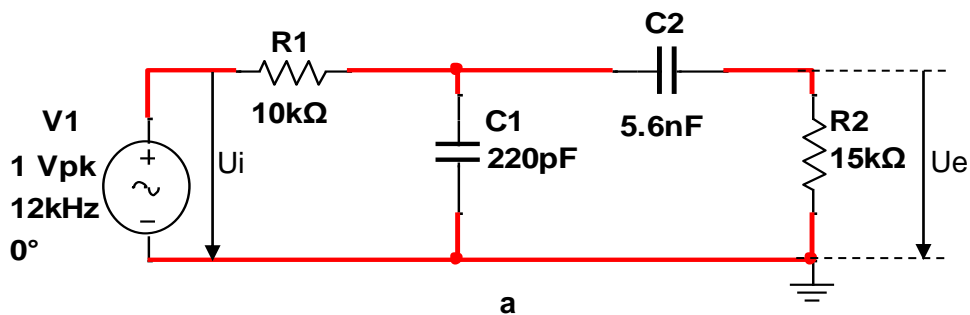


Figura 5.6 Filtru pasiv trece – banda

Lățimea de bandă (**B**) este definită ca diferența dintre **frecvența de tăiere superioară** (f_{Ts}) și **frecvența de tăiere inferioară** (f_{Ti}). Frecvența situată la mijlocul benzii de trecere se numește **frecvență centrală** (f_0). Frecvența centrală este media geometrică a frecvențelor de tăiere (**figura 5.7**).

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

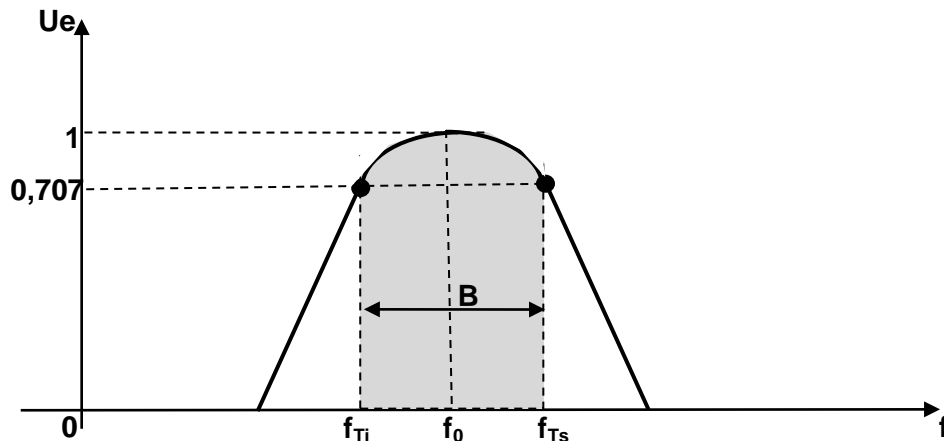


Figura 5.7 Răspunsul unui filtru pasiv trece - banda

Frecvența de tăiere superioară este:

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

Frecvența de tăiere inferioară este:

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

Frecvența centrală este:

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

Lățimea de bandă este:

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

5.1.5. FILTRU OPREȘTE – BANDA

Un filtru oprește – banda de tip RC, este o combinație între un filtru trece – jos și un filtru trece – sus conectate în paralel (figura 5.8) .

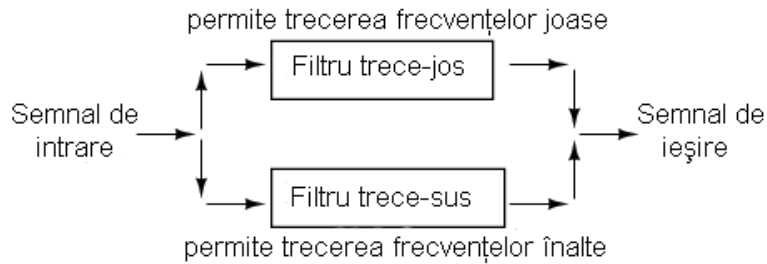


Figura 5.8 Schemă bloc filtru pasiv oprește – banda

Acest filtru permite să treacă toate semnalele care se află în afara benzii de frecvență determinată de elementele filtrului (figura 5.9).

Răspunsul filtrului din figura 5.9 este foarte precis dacă sunt respectate condițiile:

$$R1 = R2 = 2R3 \text{ și } C1 = C2 = 2 C3$$

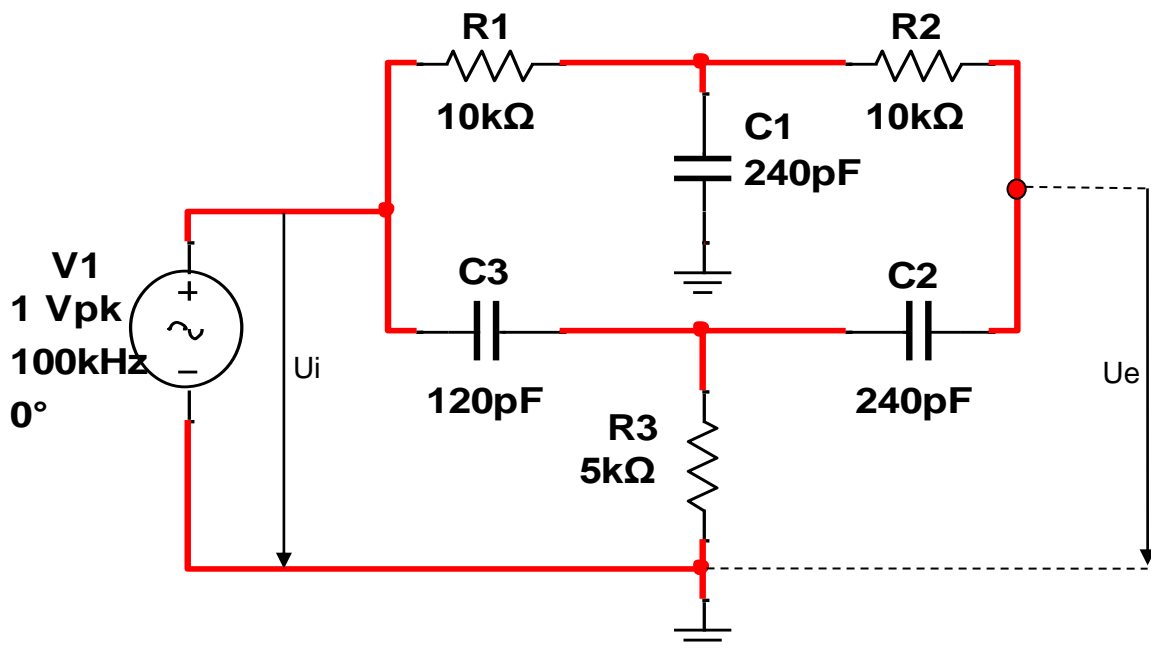


Figura 5.9 Filtru pasiv oprește – banda

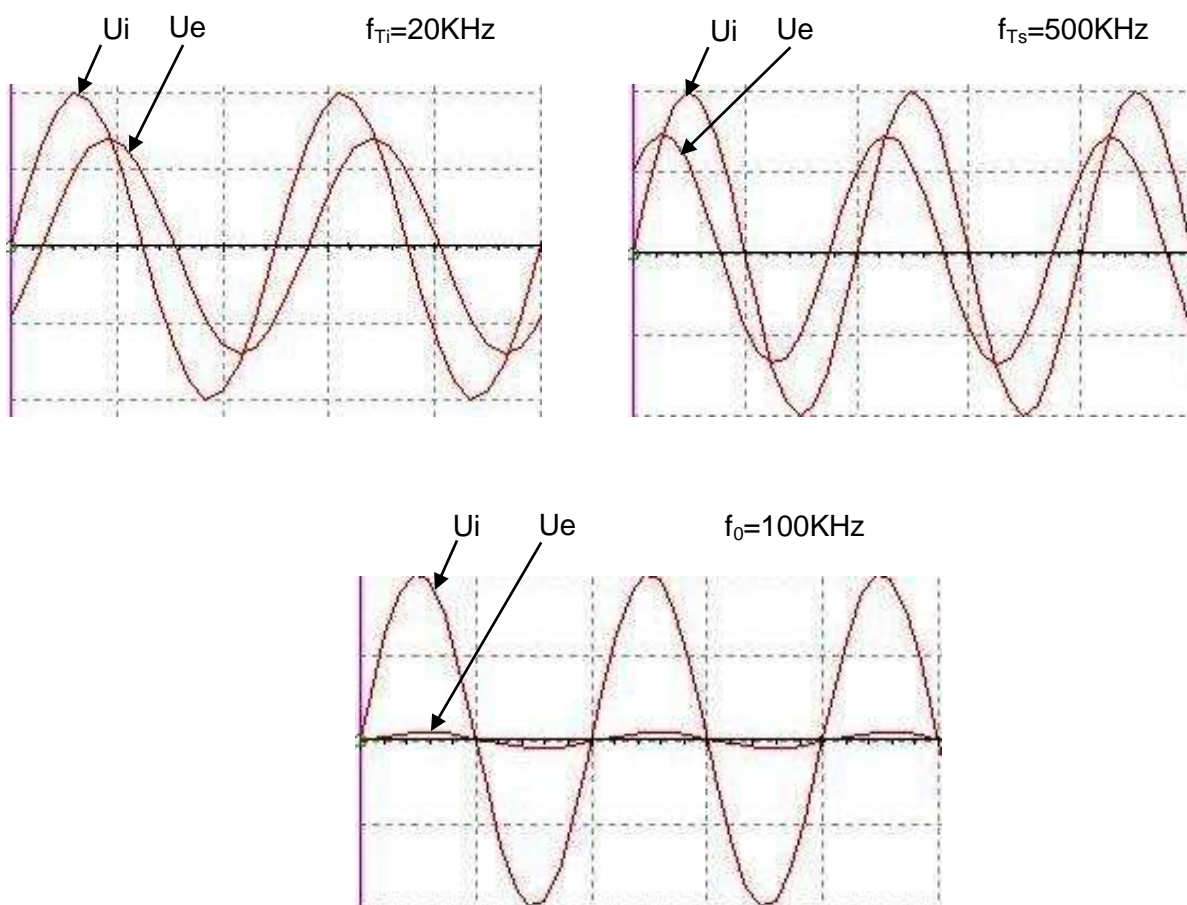


Figura 5.10 Diagramele tensiunilor pentru filtru pasiv oprește – banda

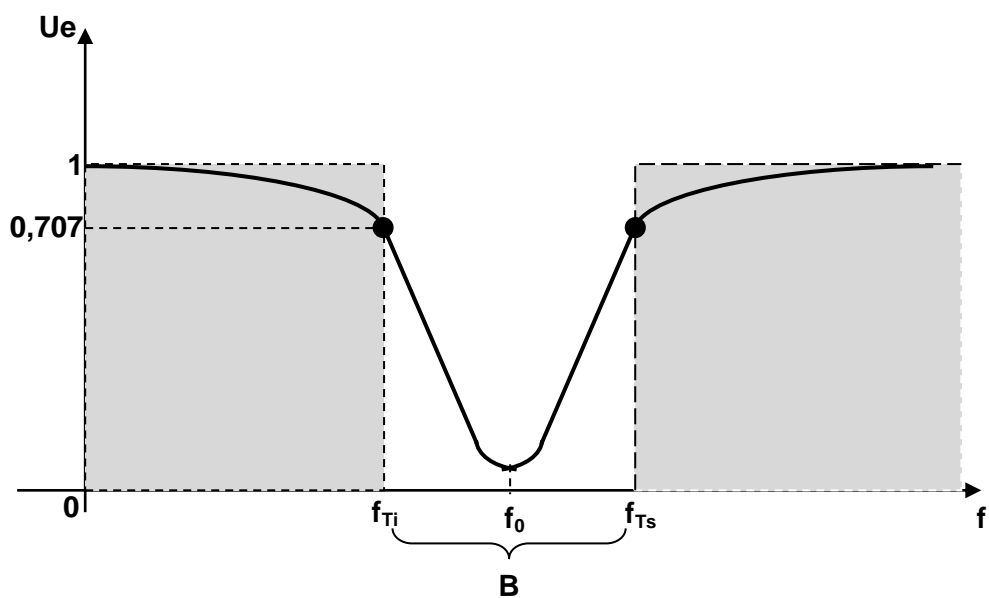


Figura 5.11 Răspunsul unui filtru pasiv oprește - banda