12.3 OSCILATOARE SINUSOIDALE

12.3.1. GENERALITĂȚI

Oscilatoarele – sunt circuite electronice care generează la ieşire o formă de undă repetitivă, cu frecvență proprie, fără a fi necesar un semnal de intrare repetitiv.

- Oscilatorul transformă tensiunea de alimentare de curent continuu în tensiune de ieşire de curent alternativ sinusoidal.
- Frecvența de oscilație a semnalului de ieşire este determinată de circuite **RC** (pentru **frecvențe înalte** peste 100 kHz) sau circuite **LC** (pentru **frecvențe joase**).
- Semnalul de ieşire al unui oscilator poate fi **sinusoidal** sau **nesinusoidal** în funcție de tipul oscilatorului.

Parametrii unui oscilator:

- Forma semnalului generat
- Domeniul de frecvențe în care lucrează
- Stabilitatea frecvenței şi amplitudinii semnalului de ieşire

Clasificarea oscilatoarelor:

- în funcție de forma semnalului pe care îl generează avem:
  - oscilatoare sinusoidale;
  - oscilatoare nesinusoidale;
- în funcție de domeniul de frecvență în care lucrează avem:
  - oscilatoare joasă frecvență sau de audiofrecvență;
  - oscilatoare de înaltă frecvență sau de radiofrecvență;
  - oscilatoare de foarte înaltă frecvență**;**
- în funcție de natura circuitelor care intervin în structura lor avem:
  - oscilatoare RC;
  - oscilatoare LC;
  - oscilatoare cu cuarț.

http://eprofu.ro/electronica

http://eprofu.ro/electronica

Oscilatorul sinusoidal este format dintr-un ***amplificator*** (tranzistoare sau AO) care asigură introducerea unui câştig de tensiune şi un ***circuit de reacție pozitivă*** (circuite RC , LC) care introduce un defazaj şi o atenuare (figura 12.3.1)

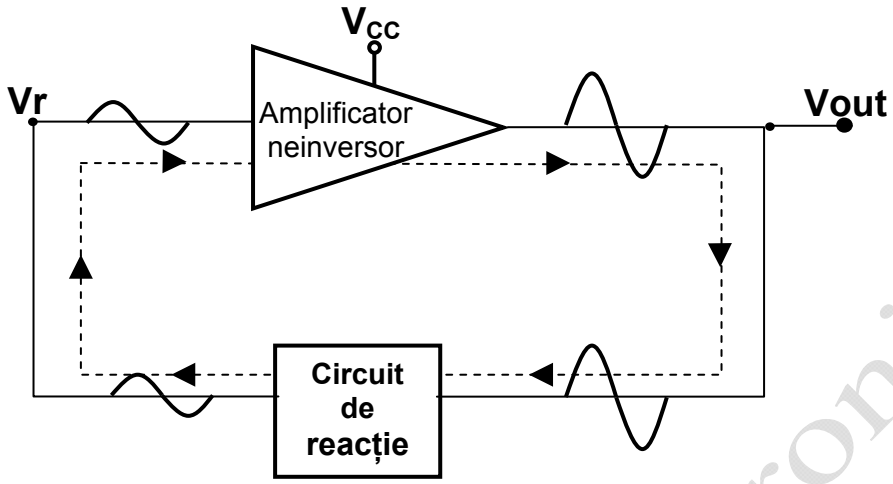


Figura 12.3.1 Schema bloc a unui oscilator sinusoidal

Prin intermediul circuitului de reacție pozitivă, o parte a tensiunii de ieşire (**Vout**) din amplificator este adusă la intrare . Această tensiune numită tensiune de reacție (**Vr**), este amplificată generând o tensiune de ieşire, care constituie sursa tensiunii de reacție.
Pentru susținerea stării de oscilație trebuie îndeplinite 2 condiții:

- ***defazajul de-a lungul întregii bucle de reacție să fie nul.***
  Tensiunea de reacție (**Vr**) trebuie să fie în fază cu tensiunea de ieşire(**Vout**.
- ***Câştigul în tensiune de-a lungul buclei de reacție închise să fie 1.***
  Câştigul în tensiune de-a lungul buclei (**Ao**) este produsul dintre câştigul amplificatorului în bucă închisă(**Av**) şi atenuarea introdusă de circuitul de reacție (**Ar**)

$$Ao = Av \cdot Ar = 1$$

  Spre exemplu dacă **amplificatorul** are câştigul **100**, **atenuarea** introdusă de circuitul de reacție trebuie să fie **0,01** pentru a rezulta un câştig al buclei unitar (**Ao=1**).

Pentru **amorsarea** oscilatorului câştigul în tensiune de-a lungul buclei de reacție (**Ao**), în momentul alimentării cu tensiune, trebuie să fie mai mare decât 1, astfel ca amplitudinea semnalului de ieşire să crească progresiv până la nivelul dorit, apoi câştigul trebuie micşorat până la 1 pentru ca semnalul de ieşire să se mențină la acel nivel iar oscilațiile să fie întreținute(fig.12.3.2).
Realizarea condiției de amorsare se va discuta la fiecare tip de oscilator.

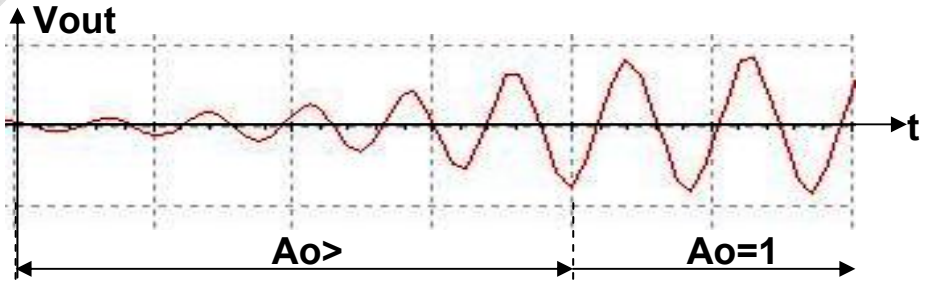


Figura 12.3.2 Forma tensiunii de ieşire la amorsarea oscilatorului

http://eprofu.ro/electronica

12.3.2 OSCILATOARE SINUSOIDALE CU CIRCUITE DE REACȚIE RC

Oscilatoarele RC se utilizează pentru frecvențe până la 1 MHz. Amplificatorul oscilatorului poate fi un amplificator operațional sau un amplificator cu tranzistori

A. OSCILATORUL CU PUNTE WIEN CU AMPLIFICATOR OPERAȚIONAL

Oscilatorul cu punte Wien (figura 12.3.3) este format din:

- Amplificatorul operațional LM 741, conectat ca amplificator neinversor al cărui semnal de intrare este adus la ieşire printr-o rețea Wien
- Divizor de tensiune conectat ca buclă de reacție negativă, care determină câştigul în tensiune în buclă închisă (**Ao**)
- Rețeaua Wien conectată ca buclă de reacție pozitivă, care determină frecvența de oscilație (frecvența de rezonanță) şi atenuarea
- Circuitul de limitare a amplitudini de oscilație , care scade amplificarea la creşterea amplitudini de oscilație, pentru a menține un punct de oscilație stabil.

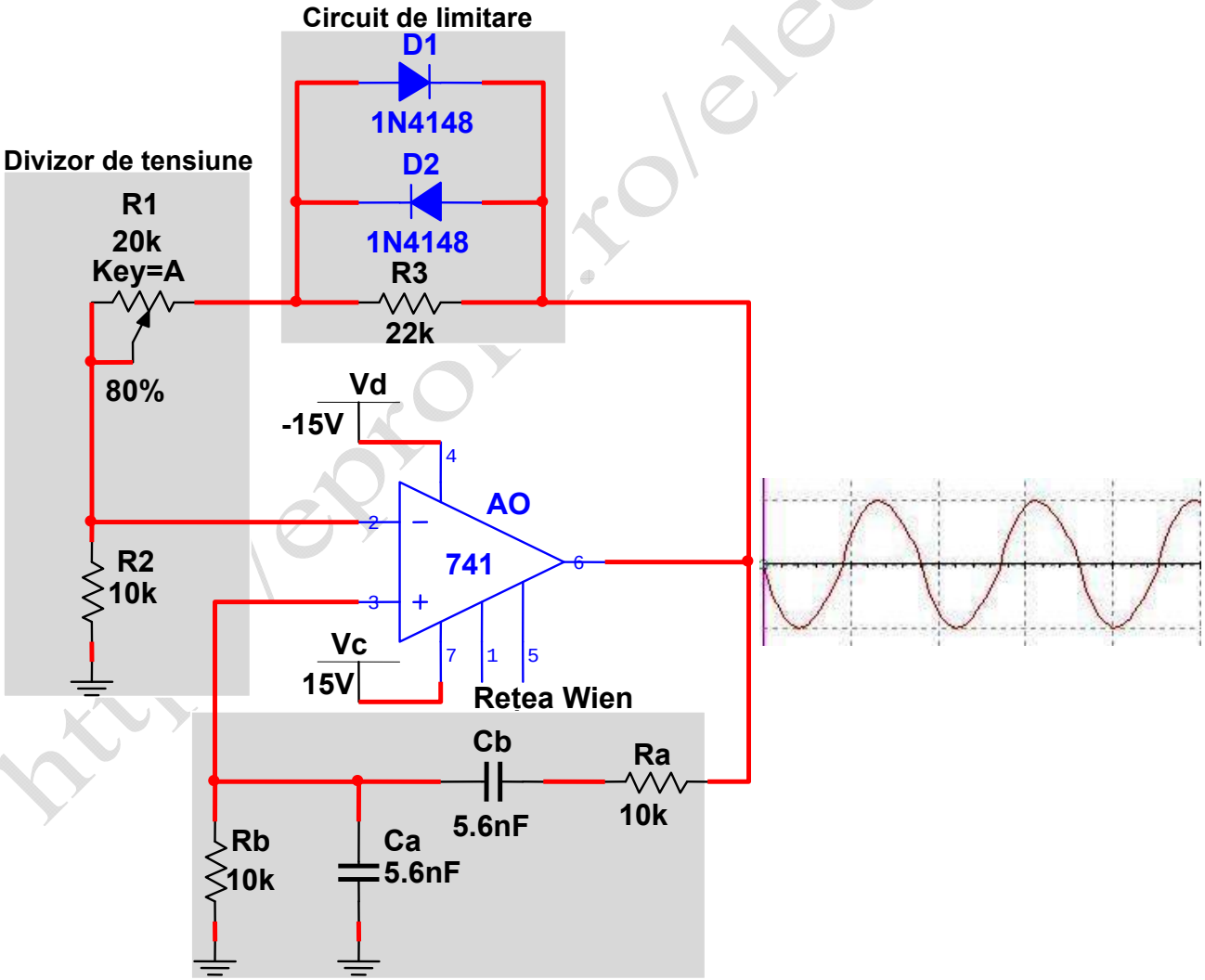


Figura 12.3.3 Oscilator cu punte Wien cu amplificator operațional

http://eprofu.ro/electronica

Funcționarea oscilatorului cu punte Wien.

- ***Puntea Wien*** este un filtru trece banda format din două circuite de defazare: **Ra-Ca** circuitul de defazare înainte şi **Rb-Cb** circuitul de defazare înapoi. La frecvențe joase lucrează circuitul de defazare înainte şi semnalul de ieşire din punte (semnalul care merge la intrarea neinversoare a AO) este defazat în fața semnalului de intrare în punte (semnalul care iese din AO) iar la frecvențe mari lucrează circuitul de defazare înapoi şi semnalul de ieşire este defazat în urma semnalului de intrare. La o anumită frecvență, numită **frecvență de rezonanță (f_{rez})**, defazajul dintre tensiunea de intrare şi tensiunea de ieşire este 0 iar tensiunea de ieşire are un vârf în care atenuarea este $\frac{1}{3}$ **(Ar =** $\frac{1}{3}$**)** şi ($V_{out} = \frac{1}{3} \cdot V_{in}$)

  $$dacă\ Ra = Rb\ şi\ Ca = Cb\ atunci \quad f_{rez} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

- ***Divizorul de tensiune*** stabileşte câştigul amplificatorului în buclă închisă **(Av)**. Deoarece atenuarea este $\frac{1}{3}$ **,** câştigul **Av** trebuie să fie **3** pentru a fi îndeplinită condiția $Ao = Av \cdot Ar = 1$

  Tensiunea la intrarea inversoare a AO , stabilită de divizorul de tensiune este:

  $V_{in} = \frac{R2}{R1+R2+R3}$ deoarece $V_{out} = \frac{1}{3} \cdot V_{in} \Rightarrow A_V = \frac{R1+R2+R3}{R2}$

  Deoarece câştigul **Av** trebuie să fie **3** $\Rightarrow \frac{R1+R2+R3}{R2} = 3$

- ***Circuitul de limitare*** este conectat în circuitul de reacție negativă şi are rolul de RAA (reglare automată a amplificării). Acest lucru este foarte important deoarece la o amplificare prea mică circuitul nu oscilează iar la o amplificare prea mare semnalul de ieşire este dreptunghiular cu amplitudine maximă.

În circuitul din figura 12.3.3 Din potențiometrul **R1** se poate regla valoarea amplitudinii semnalului de ieşire din AO **(Vout)** de la 600 mV (R1=0%) până la 12 V (R1=92%). Peste această valoare semnalul se distorsionează şi devine dreptunghiular.

În lipsa diodele din circuitul de limitare, semnalul de ieşire este distorsionat are amplitudinea maximă indiferent de poziția cursorului potențiometrului **R1**.

Dacă valoarea rezistorului **R3** este mai mică de **22 K**, în situația în care potențiometrul **R3** are valoarea **0**, oscilatorul nu amorsează.

http://eprofu.ro/electronica

B. OSCILATORUL CU PUNTE WIEN CU TRANZISTOARE BIPOLARE

Oscilatorul din figura 12.3.4 este format dintr-un amplificator cu etaje cu tranzistoare bipolare şi o rețea Wien care se află conectată în circuitul de reacție al amplificatorului.

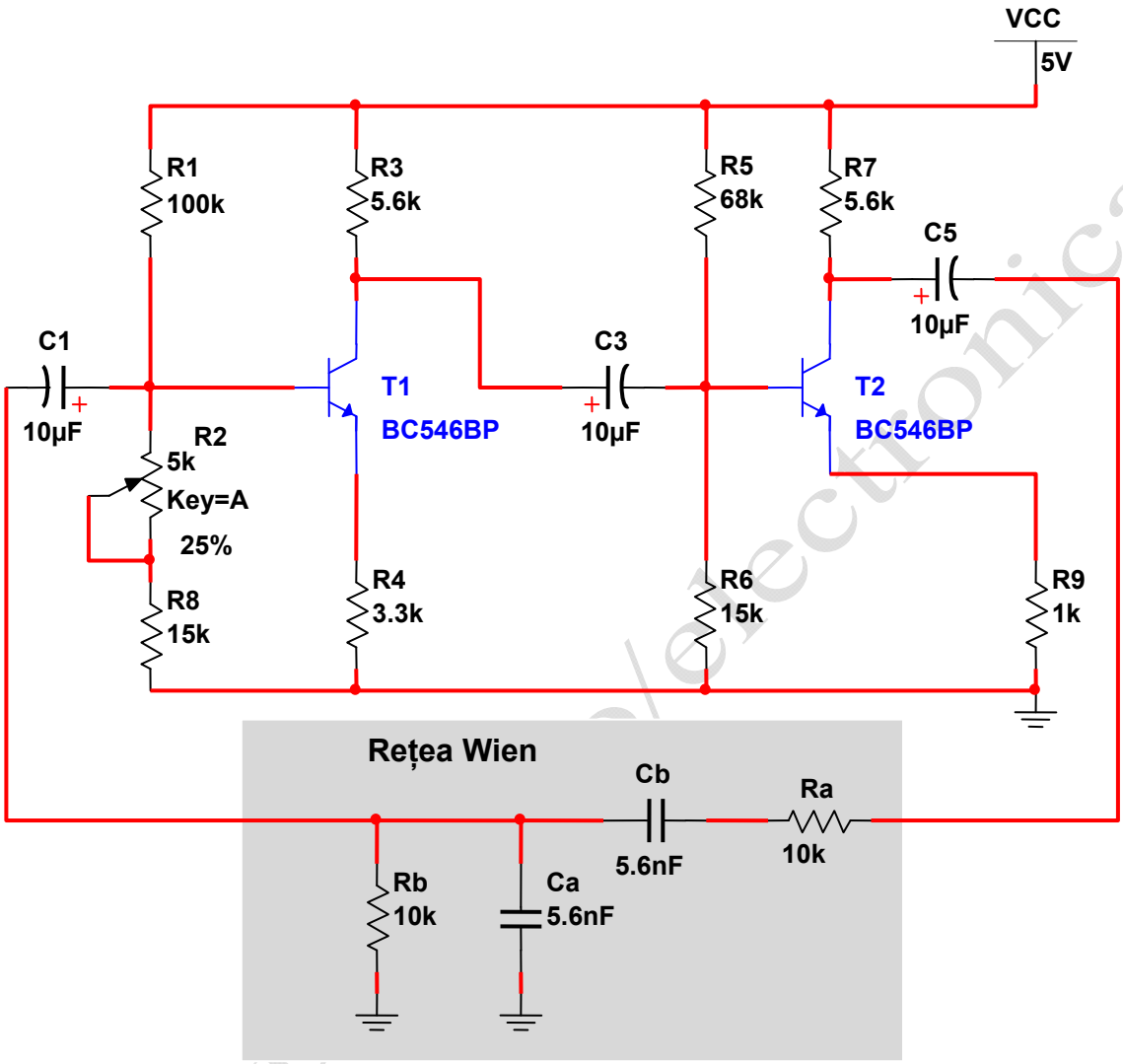


Figura 12.3.4 Oscilator cu punte Wien cu tranzistoare bipolare

Defazajul dintre tensiunea de intrare şi de ieşire este 0 deoarece sunt 2 etaje de amplificare.

Factorul de amplificare al amplificatorului cu tranzistoare bipolare este $A_V \cong 5$

Atenuarea rețelei Wien este $A_r = \frac{1}{3}$

Câştigul în tensiune de-a lungul buclei este $A_O = A_V \cdot A_r = 5 \cdot \frac{1}{3} = \frac{5}{3} > 1$

Deoarece A_0 este supraunitar oscilatorul amorsează. Reglajul amplitudinii se face din **R2**.

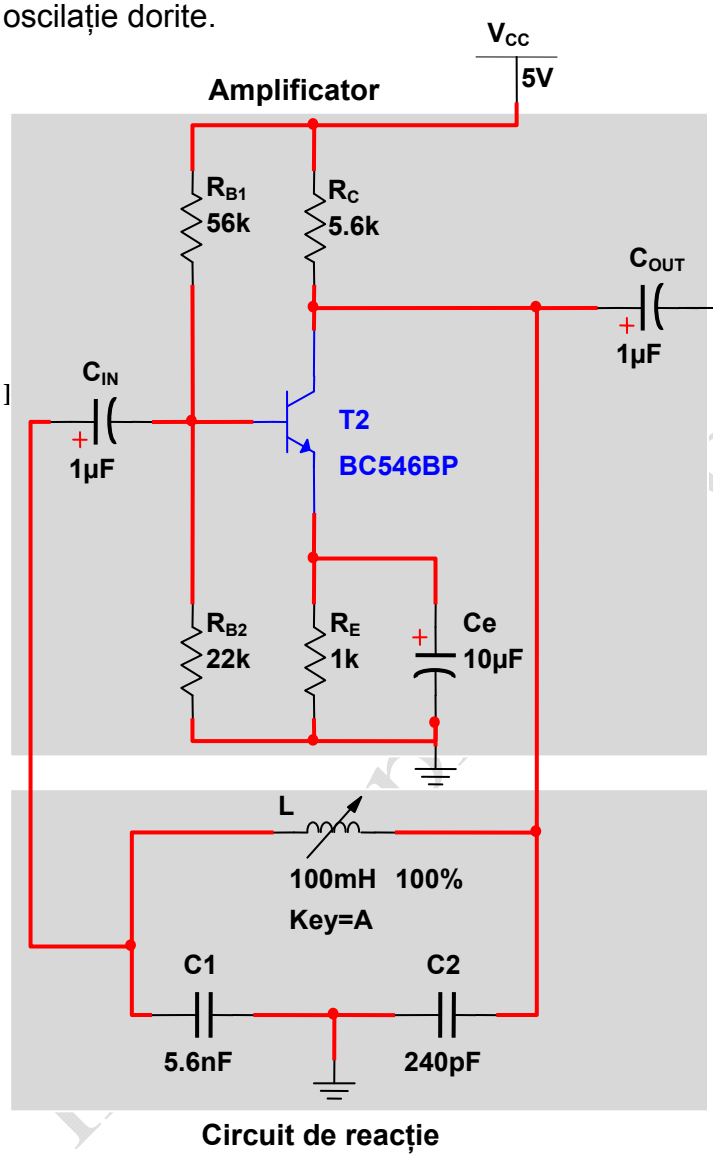
http://eprofu.ro/electronica

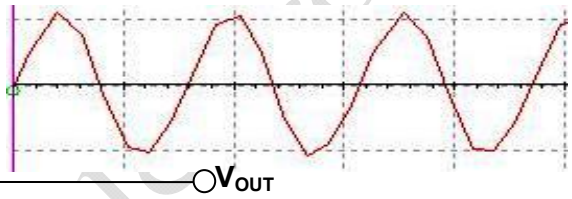
12.3.3 OSCILATOARE SINUSOIDALE CU CIRCUITE DE REACȚIE LC

Oscilatoarele LC se utilizează pentru lucrul cu frecvențe mari (peste 1 MHz). La aceste oscilatoare ca elemente active se utilizează tranzistoare deoarece amplificatoarele operaționale nu lucrează la parametrii optimi în circuite de frecvențe mari.

A. OSCILATORUL COLPITTS

Oscilatorul din figura 12.3.5 este format dintr-un circuit de amplificare cu un singur etaj şi un circuit de reacție LC. Circuitul de reacție din bucla de reacție este format din două condensatoare **C1**, **C2** şi o bobină **L** conectate ca în figura 12.3.5. Acest circuit asigură defazajul necesar şi se comportă ca un filtru acordat, permițând trecerea frecvențelor de oscilație dorite.





Frecvența de oscilație este:

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot \frac{C1 \cdot C2}{C1 + C2}}}$$

Atenuarea circuitului de reacție (**Ar**) este impusă de valorile **C1** şi **C2**:

$$Ar = \frac{C2}{C1}$$

Condiția de oscilație:

$$Av = \frac{C1}{C2}$$

unde **Av** este câştigul în tensiune al amplificatorului cu tranzistor

Condiția de amorsare:

$$Av > \frac{C1}{C2}$$

Figura 12.3.5 Oscilator COLPITTS cu tranzistor bipolar

Pentru circuitul din figura 12.3.5 frecvența de oscilație calculată este: $f_{osc} \cong 33\ KHz$

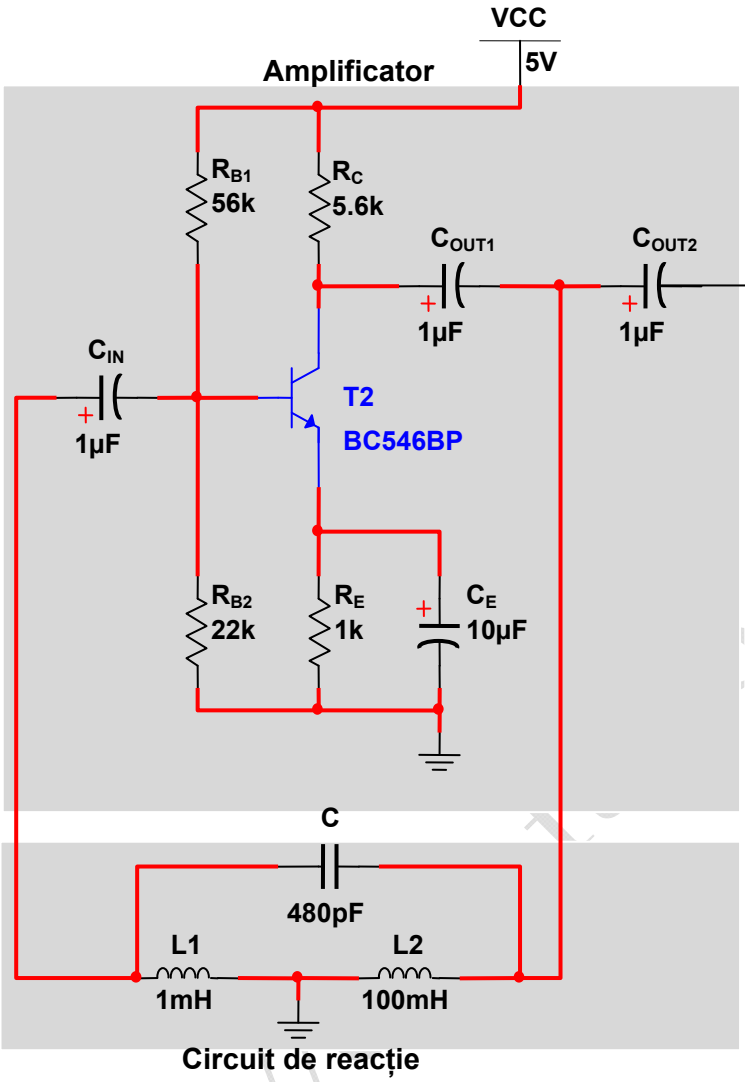
Câştigul în tensiune al amplificatorului cu tranzistor este $Av \cong 110$

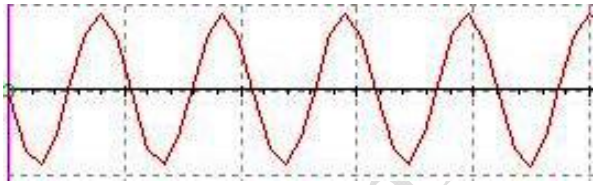
Atenuarea circuitului de reacție este $Ar \cong \frac{1}{23}$

http://eprofu.ro/electronica

B. OSCILATORUL HARTLEY

Oscilatorul din figura 12.3.6 este format dintr-un circuit de amplificare cu un singur etaj şi un circuit de reacție LC. Circuitul de reacție din bucla de reacție este format din două bobine **L1**, **L2** şi un condensator **C** conectate ca în figura 12.3.6. Acest circuit asigură defazajul necesar şi se comportă ca un filtru acordat, permițând trecerea frecvențelor de oscilație dorite.





Frecvența de oscilație este:

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{C \cdot (L1 + L2)}}$$

Atenuarea circuitului de reacție (**Ar**) este impusă de valorile **L1** şi **L2**:

$$Ar = \frac{L1}{L2}$$

Condiția de oscilație:

$$Av = \frac{L2}{L1}$$

unde **Av** este câştigul în tensiune al amplificatorului cu tranzistor

Condiția de amorsare:

$$Av > \frac{L2}{L1}$$

Figura 12.3.6 Oscilator HARTLEY cu tranzistor bipolar

Pentru circuitul din figura 12.3.6 frecvența de oscilație calculată este: $f_{osc} \cong 23\ KHz$

Câştigul în tensiune al amplificatorului cu tranzistor este $Av \cong 110$

Atenuarea circuitului de reacție este $Ar \cong \frac{1}{100}$

http://eprofu.ro/electronica

C. OSCILATORUL CLAPP

Oscilatorul din figura 12.3.7 este format dintr-un circuit de amplificare cu un singur etaj şi un circuit de reacție LC. Circuitul de reacție din bucla de reacție este format dintr-o bobină **L** şi trei condensatoare **C, C1, C2** conectate ca în figura 12.3.7. Acest circuit asigură defazajul necesar şi se comportă ca un filtru acordat, permițând trecerea frecvențelor de oscilație dorite.

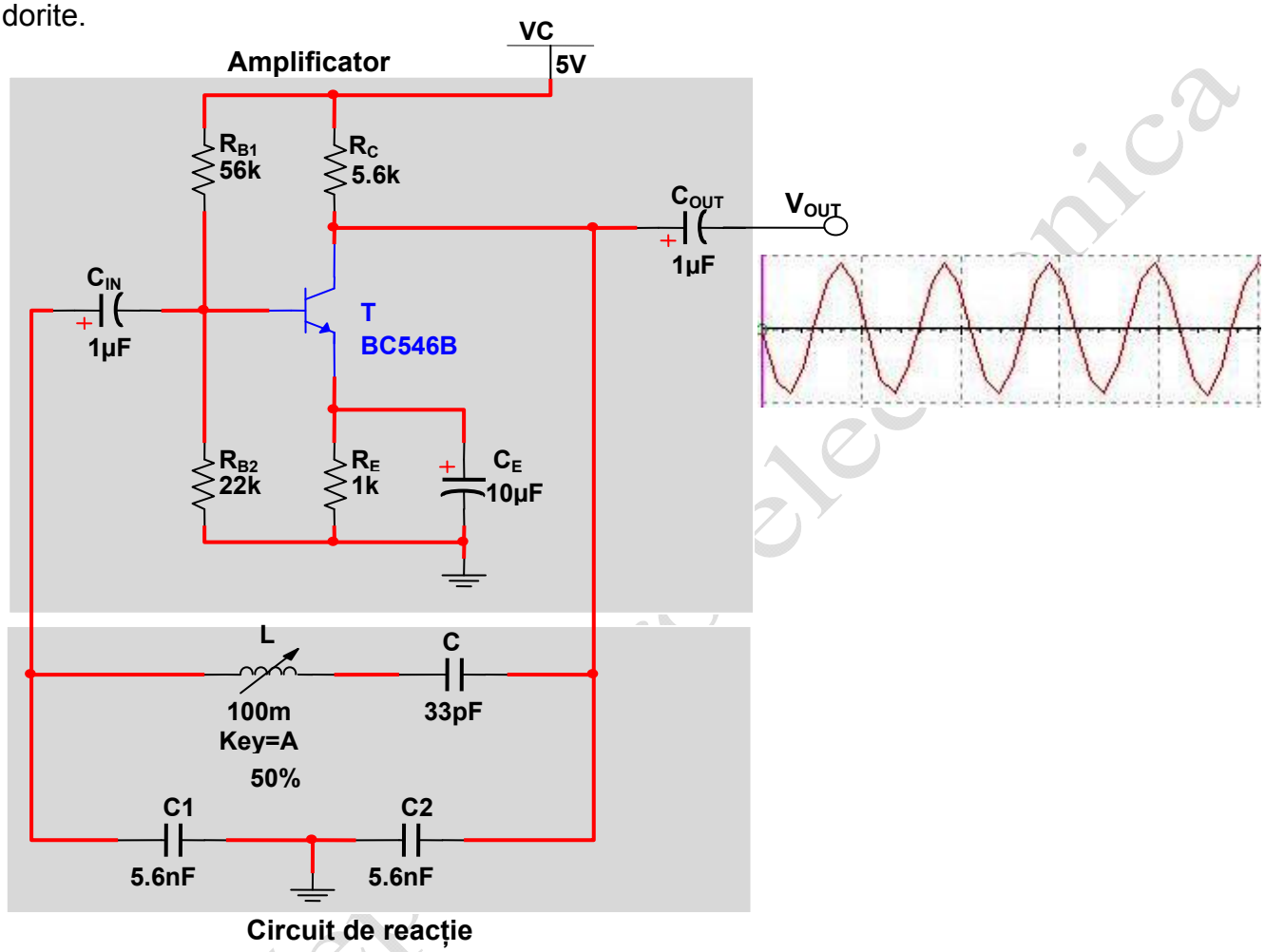


Figura 12.3.7 Oscilator CLAPP cu tranzistor bipolar

Dacă condensatorul **C** are valoarea mult mai mică decât condensatoarele **C1** şi **C2**, la stabilirea frecvenței de oscilație condensatoarele **C1** şi **C2** se neglijează.

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Pentru circuitul din figura 12.3.7 frecvența de oscilație calculată este: $f_{osc} \cong 124\ KHz$

http://eprofu.ro/electronica