

5.3 OSCILATOARE SINUSOIDALE

5.3.1. GENERALITĂȚI

Oscilatoarele – sunt circuite electronice care generează la ieșire 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 ieșire de curent alternativ sinusoidal.
- Frecvența de oscilație a semnalului de ieșire este determinată de circuite **RC** (pentru **frecvențe înalte** peste 100 kHz) sau circuite **LC** (pentru **frecvențe joase**).
- Semnalul de ieșire 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 și amplitudinii semnalului de ieșire

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.

Oscilatorul sinusoidal este format dintr-un **amplificator** (tranzistoare sau AO) care asigură introducerea unui câștig de tensiune și un **circuit de reacție pozitivă** (circuite RC , LC) care introduce un defazaj și o atenuare (**figura 5.22**)

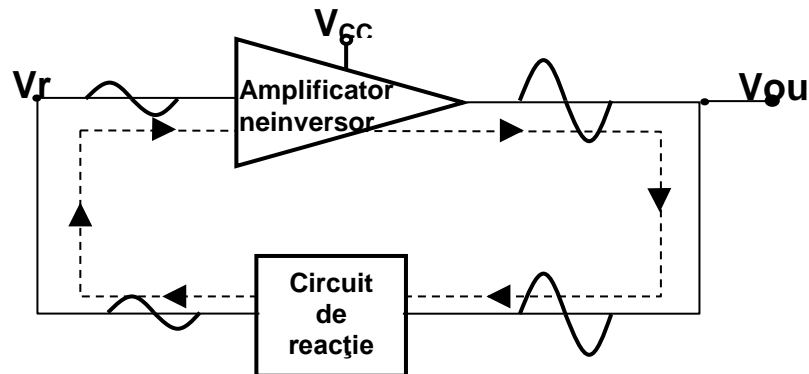


Figura 5.22 Schema bloc a unui oscilator sinusoidal

Prin intermediul circuitului de reacție pozitivă, o parte a tensiunii de ieșire (**Vout**) din amplificator este adusă la intrare . Această tensiune numită tensiune de reacție (**Vr**), este amplificată generând o tensiune de ieșire, 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 ieșire (**Vout**);
- **Câștigul în tensiune de-a lungul buclei de reacție închise să fie 1.**
Câștigul în tensiune de-a lungul buclei (**Ao**) este produsul dintre câștigul amplificatorului în bucă închisă (**Av**) și atenuarea introdusă de circuitul de reacție (**Ar**).

$$A_o = A_v \cdot A_r = 1$$

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

Pentru **amorsarea** oscilatorului câștigul 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 ieșire să crească progresiv până la nivelul dorit, apoi câștigul trebuie micșorat până la 1 pentru ca semnalul de ieșire să se mențină la acel nivel iar oscilațiile să fie întreținute(**fig.5.23**).

Realizarea condiției de amorsare se va discuta la fiecare tip de oscilator.

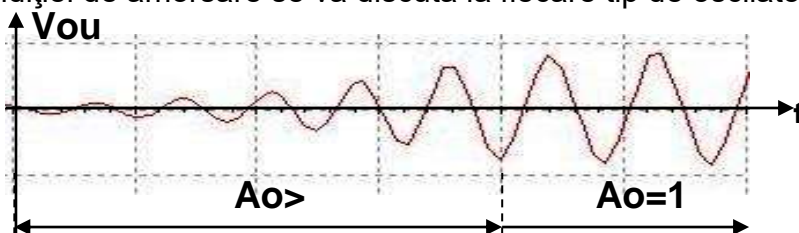


Figura 5.23 Forma tensiunii de ieșire la amorsarea oscilatorului

5.3.2 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 5.24**) este format din:

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

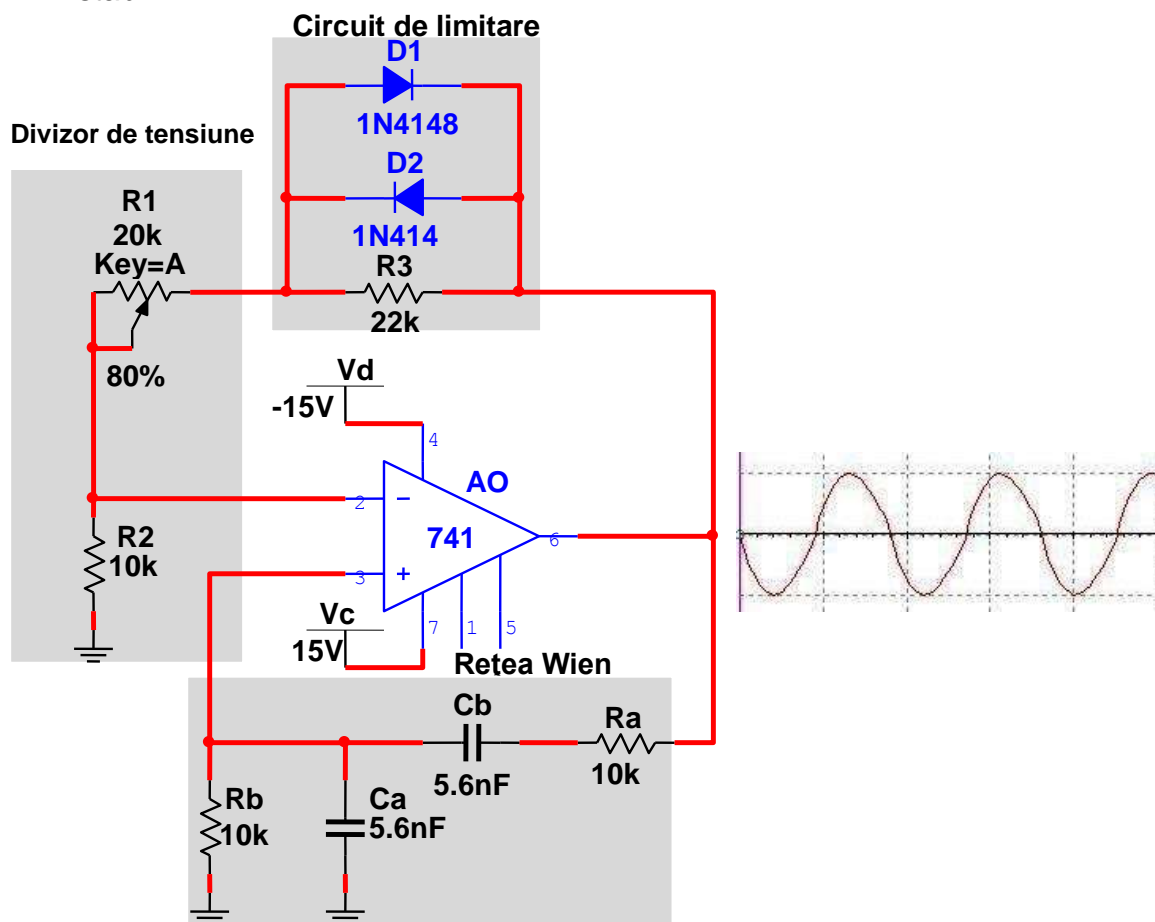


Figura 5.24 Oscilator cu punte Wien cu amplificator operațional

Funcționarea oscilatorului cu punte Wien.

- **Puntea Wien** este un filtru trece banda format din două circuite de defazare: **Ra-Ca** circuitul de defazare înainte și **Rb-Cb** circuitul de defazare înapoi. La frecvențe joase lucrează circuitul de defazare înainte și semnalul de ieșire din punte (semnalul care merge la intrarea neînversoare 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 și semnalul de ieșire este defazat în urma semnalului de intrare. La o anumită frecvență, numită **frecvență de rezonanță (f_{rez})**, defazajul dintre tensiunea de intrare și tensiunea de ieșire este 0 iar tensiunea de ieșire are un vârf în care atenuarea este $\frac{1}{3}$ ($A_r = \frac{1}{3}$) și

$$V_{out} = \frac{1}{3} \cdot V_{in} \quad \text{dacă } R_a = R_b \text{ și } C_a = C_b \text{ atunci } f_{rez} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

- **Divizorul de tensiune** stabilește câștigul amplificatorului în buclă închisă (A_v). Deoarece atenuarea este $\frac{1}{3}$, câștigul A_v trebuie să fie **3** pentru a fi îndeplinită condiția $A_o = A_v \cdot A_r = 1$

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

$$V_{in} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \text{ deoarece } V_{out} = \frac{1}{3} \cdot V_{in} \Rightarrow A_v = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2}$$

Deoarece câștigul A_v trebuie să fie **3** $\Rightarrow \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2} = 3$

- **Circuitul de limitare** este conectat în circuitul de reacție negativă și 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 ieșire este dreptunghiular cu amplitudine maximă.

În circuitul din **figura 5.24** Din potențiometrul **R1** se poate regla valoarea amplitudinii semnalului de ieșire din AO (**Vout**) de la 600 mV ($R_1=0\%$) până la 12 V ($R_1=92\%$). Peste această valoare semnalul se distorsionează și devine dreptunghiular.

În lipsa diodele din circuitul de limitare, semnalul de ieșire 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.

B. OSCILATORUL CU PUNTE WIEN CU TRANZISTOARE BIPOLARE

Oscilatorul din **figura 5.25** este format dintr-un amplificator cu etaje cu tranzistoare bipolare și o rețea Wien care se află conectată în circuitul de reacție al amplificatorului.

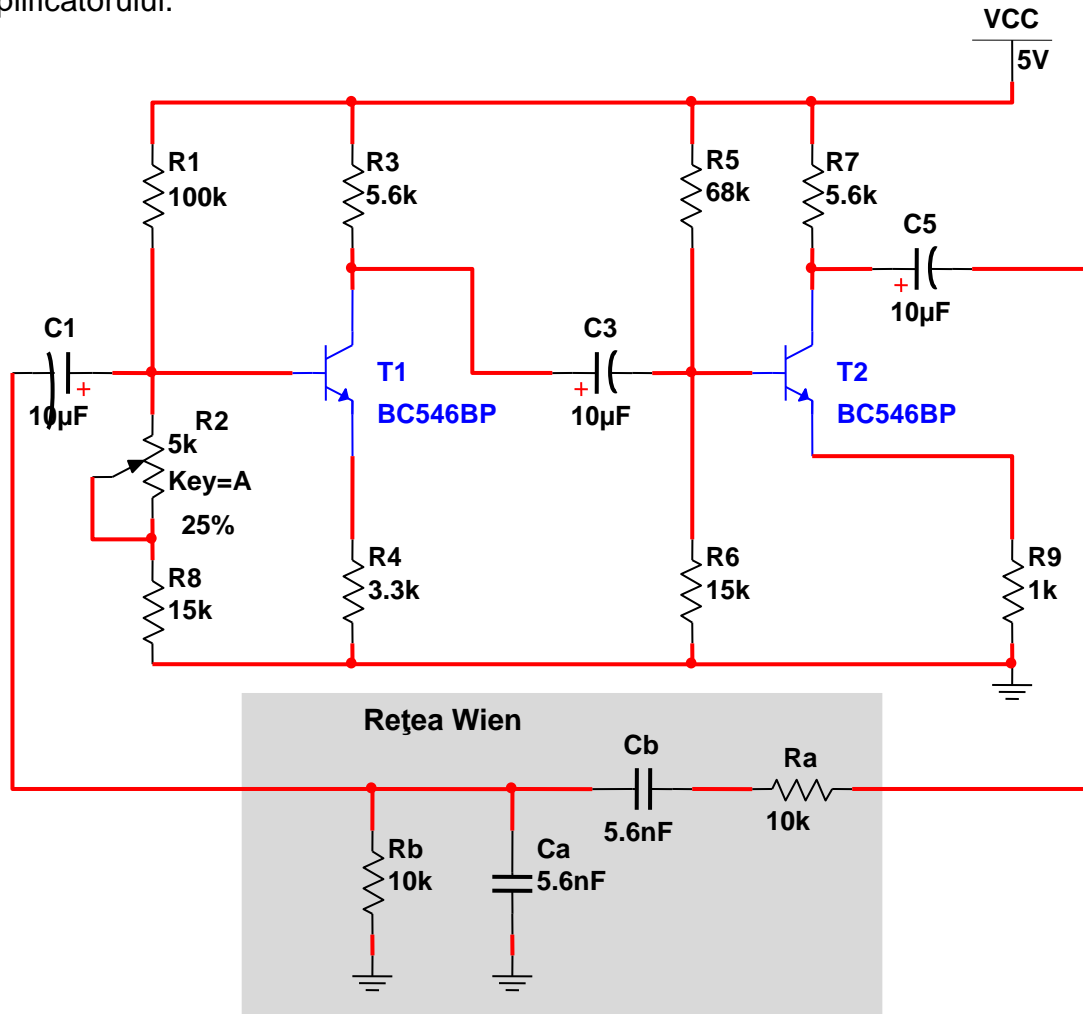


Figura 5.25 Oscilator cu punte Wien cu tranzistoare bipolare

Defazajul dintre tensiunea de intrare și de ieșire 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 $A_r = \frac{1}{3}$

Câștigul în tensiune de-a lungul buclei este $A_0 = A_V \cdot A_r = 5 \cdot \frac{1}{3} = \frac{5}{3} > 1$

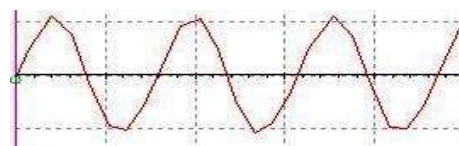
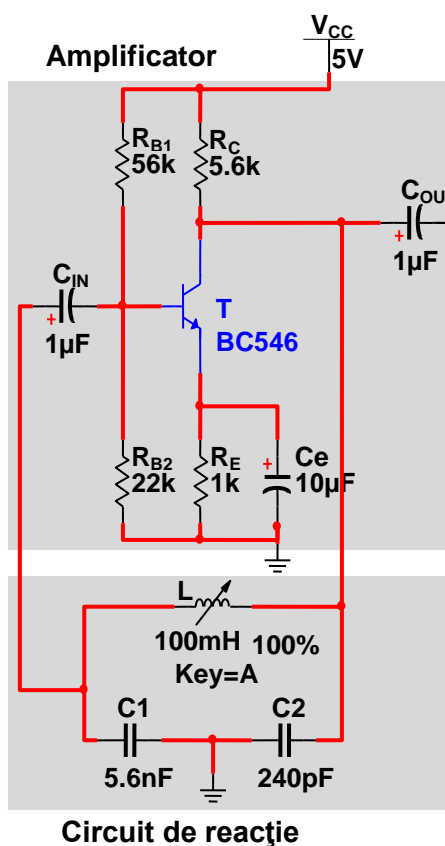
Deoarece A_0 este supraunitar oscilatorul amorsează. Reglajul amplitudinii se face din R2.

5.3.3 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 5.26** este format dintr-un circuit de amplificare cu un singur etaj și un circuit de reacție LC. Circuitul de reacție din bucla de reacție este format din două condensatoare **C1**, **C2** și o bobină **L** conectate ca în **figura 12.3.5**. Acest circuit asigură defazajul necesar și 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 (A_r) este impusă de valorile **C1** și **C2**:

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

Condiția de oscilație:

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

unde A_v este câștigul în tensiune al amplificatorului cu tranzistor

Figura 5.26 Oscilator COLPITTS cu tranzistor bipolar

Pentru circuitul din **figura 5.26** frecvența de oscilație calculată este:

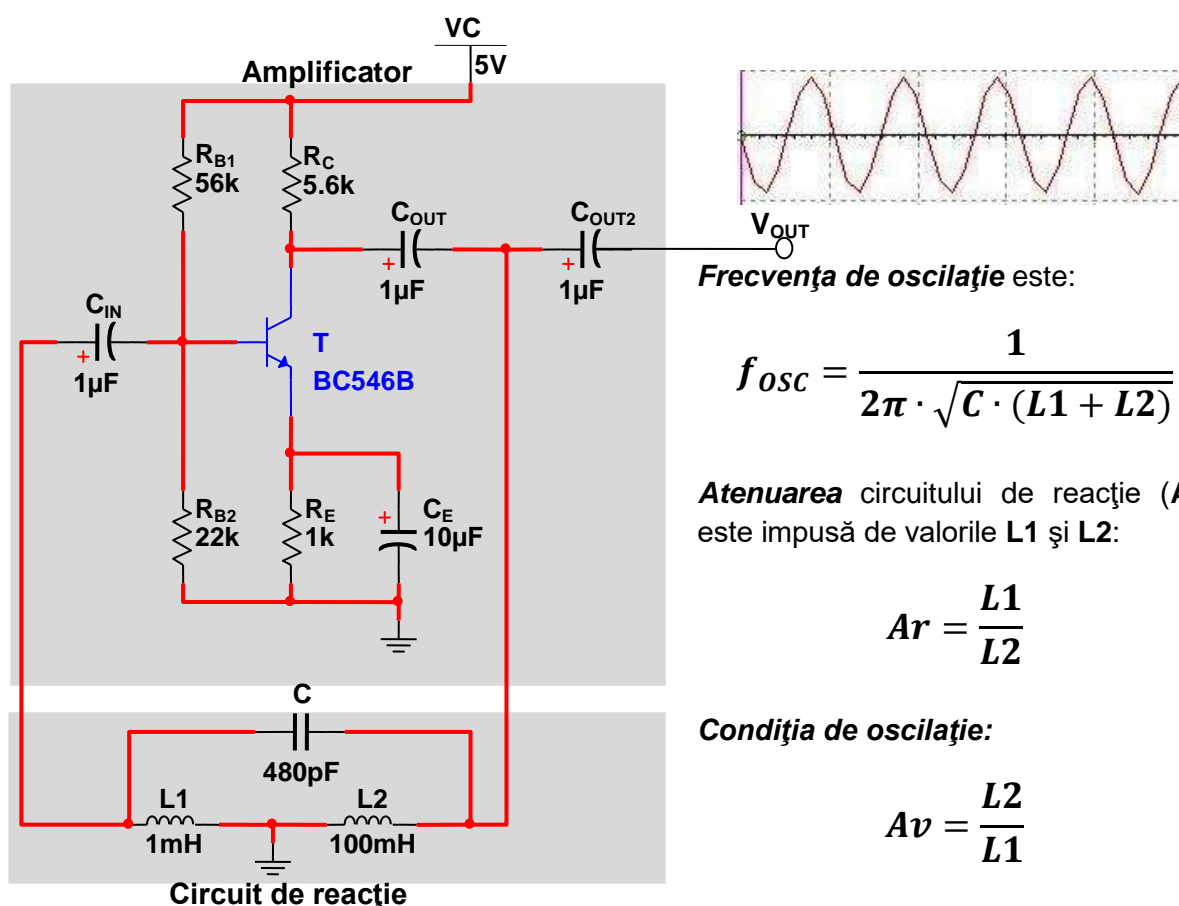
$$f_{osc} \cong 33 \text{ KHz}$$

Câștigul în tensiune al amplificatorului cu tranzistor este $A_v \cong 110$

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

B. OSCILATORUL HARTLEY

Oscilatorul din **figura 5.27** este format dintr-un circuit de amplificare cu un singur etaj și un circuit de reacție LC. Circuitul de reacție din bucla de reacție este format din două bobine **L1**, **L2** și un condensator **C** conectate ca în **figura 5.27**. Acest circuit asigură defazajul necesar și se comportă ca un filtru acordat, permițând trecerea frecvențelor de oscilație dorite.



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

Figura 5.27 Oscilator HARTLEY cu tranzistor bipolar

Pentru circuitul din **figura 5.27** frecvența de oscilație calculată este:

$$f_{osc} \cong 23 \text{ KHz}$$

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

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

C. OSCILATORUL CLAPP

Oscilatorul din **figura 5.28** este format dintr-un circuit de amplificare cu un singur etaj și un circuit de reacție LC. Circuitul de reacție din bucla de reacție este format dintr-o bobină **L** și trei condensatoare **C**, **C1**, **C2** conectate ca în **figura 5.28**. Acest circuit asigură defazajul necesar și se comportă ca un filtru acordat, permițând trecerea frecvențelor de oscilație dorite.

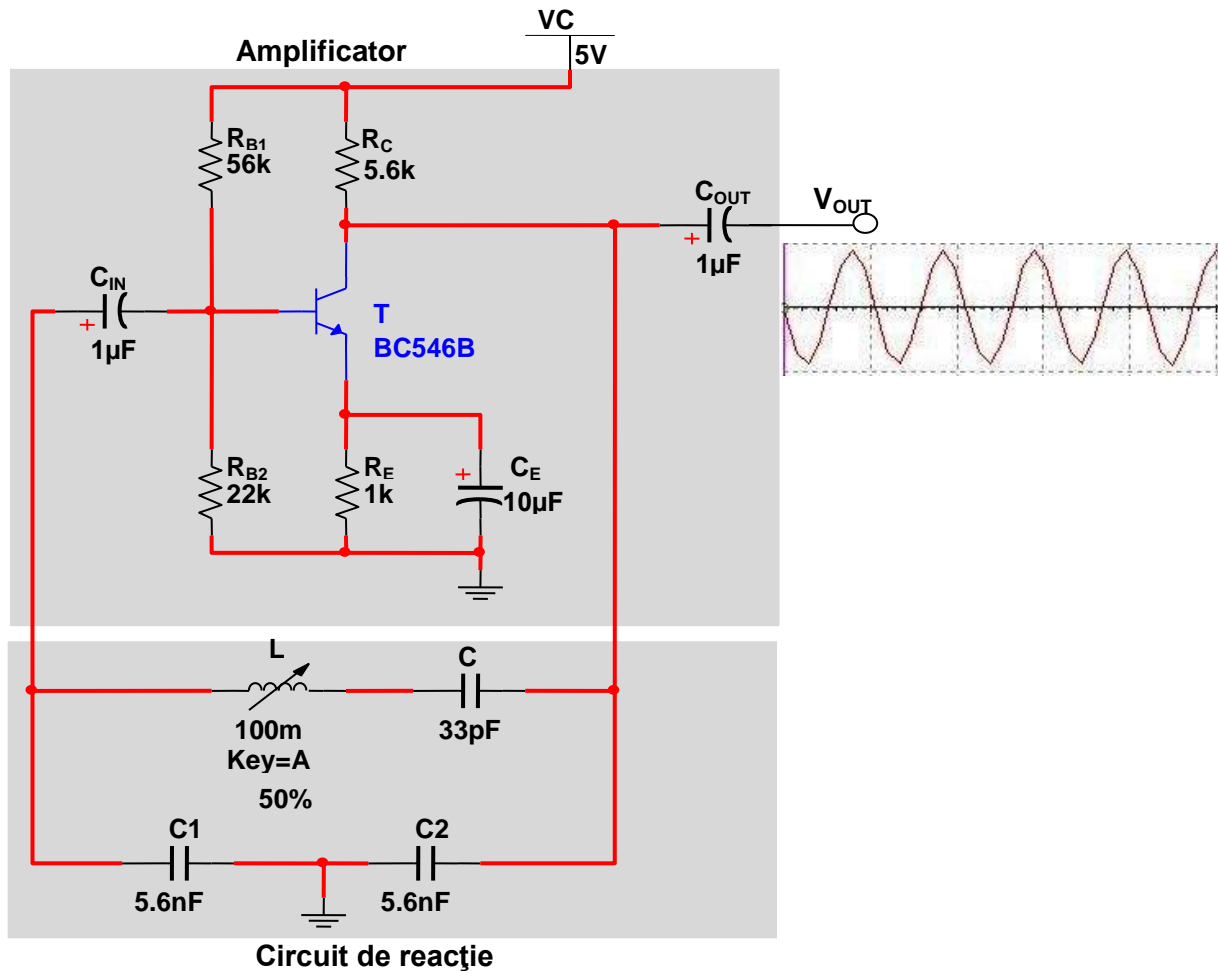


Figura 5.28 Oscilator CLAPP cu tranzistor bipolar

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

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

Pentru circuitul din **figura 5.28** frecvența de oscilație calculată este:

$$f_{osc} \cong 124 \text{ KH}$$