

***UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE
POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI***

Facultatea de Electronica, Telecomunicatii si Tehnologia Informatiei

Proiect CEF2 Tema:

Oscilator RC cu reactive Wien

Nisipeanu Alexandru-Cosmin

Grupa : 431E

Bucuresti 2024

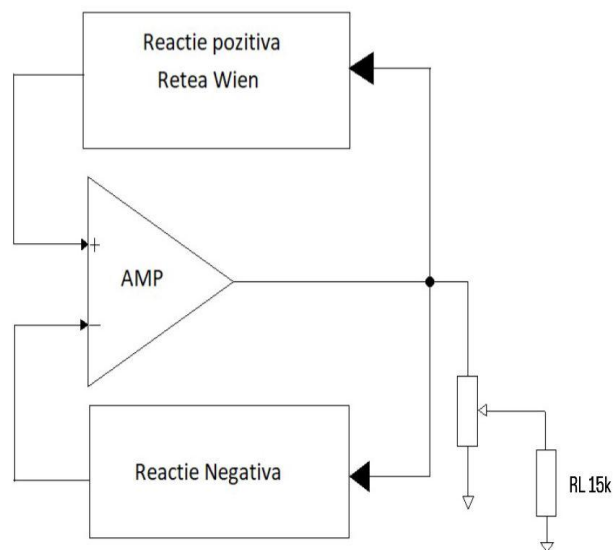
Date initiale de proiectare: N=15

Să se proiecteze și realizeze un oscilator RC cu punte Wien având următoarele caracteristici:

- Frecvența de oscilație reglabilă în intervalul $7,5 \div 45$ [KHz];
- Sarcina la ieșire $15 \text{ k}\Omega$;
- Control automat al amplitudinii de oscilație realizat cu TEC-J;
- Amplitudinea oscilației la ieșire $0,88 \text{ [V]}$;
- Domeniul temperaturilor de funcționare: $0^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$ (verificabil prin testare în temperatură);

Semnalizarea prezenței tensiunilor de alimentare cu diodă de tip LED.

Schema bloc a circuitului



Oscilatorul RC:

Oscilatorul RC se utilizează în generatoare de audiofrecvență. Are reactive pozitivă selectivă, având cuadripolul de reactive construit din rezistențe și condensatoare.

Configurația oscilatorului, în majoritatea situațiilor, corespunde unui amplificator cu reactive pozitivă cu transmisia pe buclă unitară egală cu $A \cdot \beta(\omega_n) = 1$.

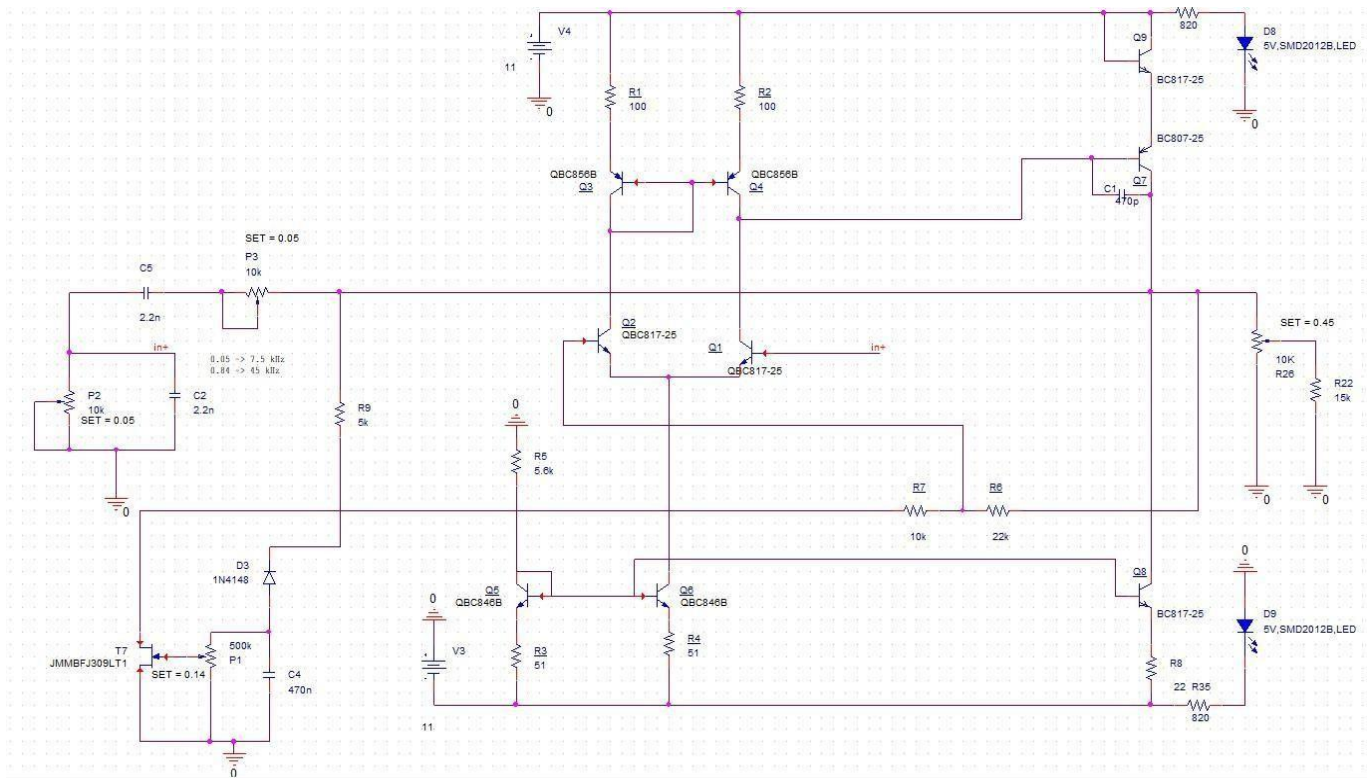
Relația de mai sus reprezintă condiția de oscilație sau condiția Barkhausen, unde A este câștigul amplificatorului, iar β este funcția de transfer a rețelei de reacție pozitivă (RRP).

În general atât amplitudinea cât și factorul de transfer sunt mărimi complexe, astfel încât relația Barkhausen între numere complexe este echivalentă cu două condiții reale:

Condiția de modul sau de amplitudine: $|\beta(j\omega)| \cdot |A(j\omega)| = 1$;

Condiția de argument sau fază: $\arg(\beta) + \arg(A) = \phi_\beta + \phi_A = 0$;

Schema electrica:



Etajul diferential de intrare este alcatuit din tranzistorii Q1 si Q2, acesta fiind un etaj de amplificare in tensiune si curent . Q3 si Q4 alcatuiesc sarcina activa a etajului diferential, egaland curentii prin cele doua ramuri ale acestuia. Q3 este referinta de oglinda /tranzistor dioda si permite iesirea din etajul de amplificare asimetric, deci nu se injumatatesteste amplificarea etajului.

Q7 = al doilea etaj de amplificare de tip emitor comun in clasa A. Amplifica in tensiune, amplificarea sa in curent fiind ~ 1 .

Etajele de amplificare pentru a functiona au nevoie de un curent constant.

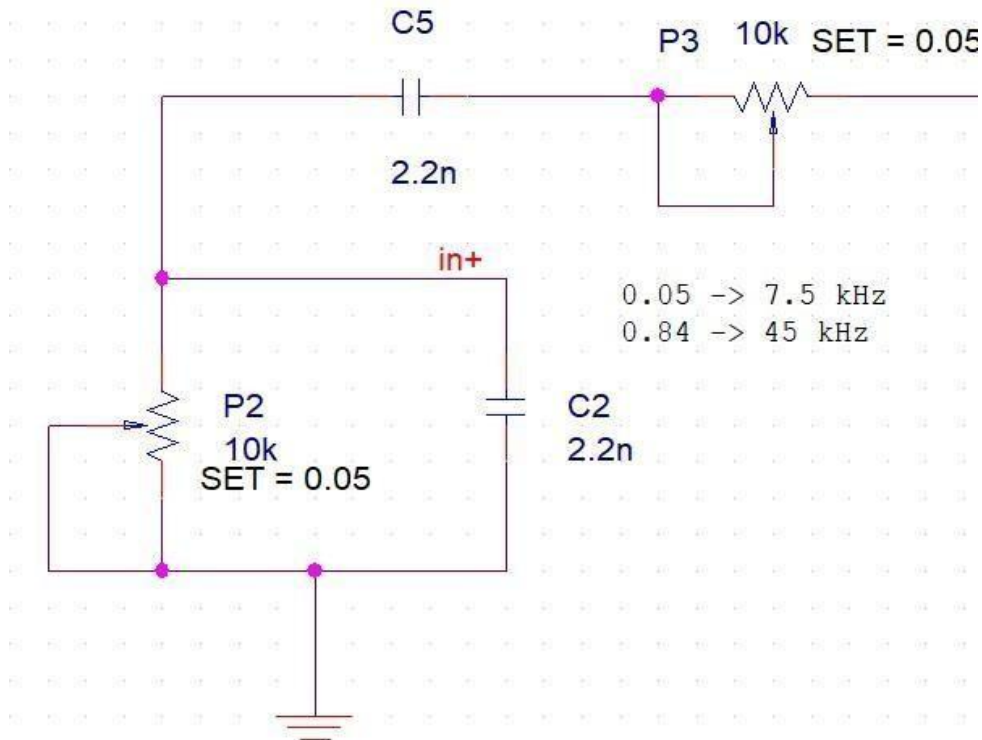
Sursa de current Q6 polarizeaza etajul diferential.

Sursa de curent Q8 polarizeaza etajul de amplificare emitor comun (Q7) Curentul de referinta pentru polarizarea etajelor este generat pe ramura cu rezistorul R5 si R3 + tranzistorul in conexiune dioda Q5. Curentul generat astfel este preluat prin tranzistorul Q5 (referinta oglinzii) si distribuit la celelalte ramuri (catre etajul diferential – Q6, catre etajul emitor comun Q8)

Rezistoarele R3, R4, R8 permit obtinerea unor curenti diferiti prin fiecare ramura in functie de raportul rezistentelor acestora. De asemenea se numesc rezistente de degenerare care

au rol in imperecherea tensiunilor VBE din oglinda de curent si de asemenea au rol in imbunatatirea variatiilor cu temperatura.

Reactia pozitiva:



Componentele P3, P2, C5, C2 realizeaza un filtru trece banda care are frecventa de trecere egala cu frecventa de oscilatie.

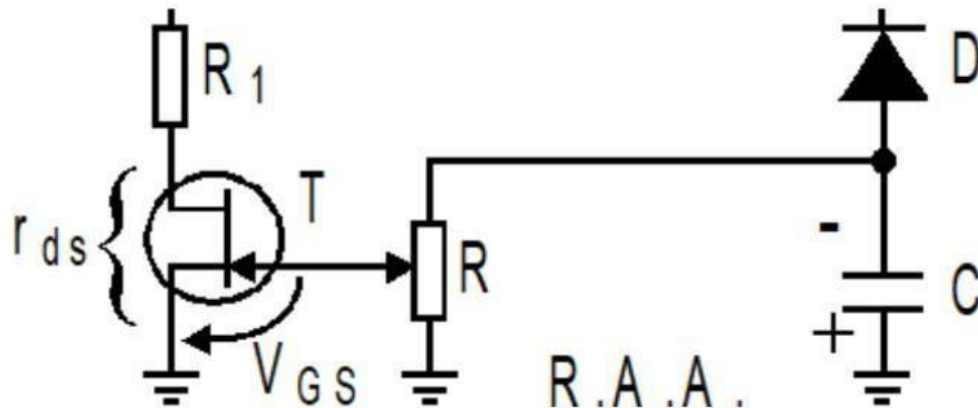
$F_{osc} = 1/2\pi RC$, in conditia in care $C = C5 = C2$ si $R = P3 = P2$

Frecventa o reglam din potentiometrele de mai sus (P2,3)

$C2=C5=2.2n$;

$P2=P3 \in [0; 10]k\Omega$;

Reactia negativa:



E constituita din rezistente R_7 , R_6 si rezistenta canalului tranz JFET – T_7 . Se observă că acest circuit înlocuiește una din rezistențele circuitului de reacție negativă al amplificatorului cu ajutorul căruia este realizat oscilatorul.

Dioda D realizează funcția de detecție (redresare de frecvență ridicată) a semnalului de la ieșirea oscilatorului lăsând să treacă doar alternanța negativă, în care dioda este polarizată direct. Această tensiune pulsatorie încarcă condensatorul C la o tensiune negativă, condensatorul realizând filtrarea acestor pulsuri. Pentru ca tensiunea negativă de la bornele condensatorului să fie aproximativ constantă trebuie îndeplinită condiția $f_{osc} RC \gg 1$. Cu ajutorul potențiometrului R este polarizat tranzistorul T care, fiind cu canal n , are o tensiune de comandă $V_{GS} < 0$. Rezistența r_{ds} a tranzistorului T , ce face parte din rețeaua de reacție negativă a amplificatorului, este dependentă de tensiunea de comandă V_{GS} . Cu cât valoarea absolută a tensiunii de comandă $|V_{GS}|$ este mai mare, cu atât canalul conductor dintre drenă și sursă este mai îngust și deci r_{ds} este mai mare.

Această dependență a rezistenței este însă comandată de amplitudinea tensiunii de oscilație prin intermediul circuitului descris anterior.

Deoarece expresia amplificării este $A_v = 1 + R_6/R_7 > 3$, variația rezistenței r_{ds} determina:

- o scădere a amplificării dacă amplitudinea oscilației are tendința de creștere;
- o creștere a amplificării dacă amplitudinea oscilației are tendința de scădere.

Calcule- punctul static de functionare

PSF

Se considera $V_{BE} = 0,7V$

$$0 - V_- = \bar{I}_1 R_5 + V_{BE5} + \bar{I}_1 R_3$$

$$11 = \bar{I}_1 \cdot 5,6k + 0,7 + \bar{I}_1 \cdot 51$$

$$\bar{I}_1 = \frac{11 - 0,7}{5,651} = 1,82 \text{ mA}$$

$$\bar{I}_2 = \bar{I}_1 = 1,82 \text{ mA}$$

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{I}_3}{2,1} \Rightarrow \bar{I}_3 = 2,1 \bar{I}_1 = 2,1 \cdot 1,82 = 3,822 \text{ mA}$$

$$0 = V_{BE5} + V_{BE2} - V_{CE4} \Rightarrow V_{CE4} = 0,7 + 0,7 = 1,4V \Rightarrow \text{RAN}$$

$$\bar{I}_{Q2} = \bar{I}_{Q1} = \frac{\bar{I}_{Q6}}{2} = \frac{1,82}{2} = 0,92 \text{ mA}$$

$$\bar{I}_{Q1} \cdot R_2 + V_{CE4} + V_{CE1} + V_{CE6} + \bar{I}_2 R_4 = 22$$

$$0,92 \cdot 0,1 + 1,4 + V_{CE1} + V_{CE6} + 1,82 \cdot 0,051 = 22$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{CE1} + V_{CE6} = 20,41 \\ V_{CE1} = V_{CE6} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} V_{CE1} = 10,2V \\ V_{CE6} = 10,2V \end{array} \right\} \Rightarrow \text{RAN}$$

$$22 = V_{BE5} + V_{CE7} + V_{CE8}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{CE7} + V_{CE8} = 21,3 \\ V_{CE7} = V_{CE8} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} V_{CE7} = 10,65V \\ V_{CE8} = 10,65V \end{array} \right\} \Rightarrow \text{RAN}$$

$$P_{R5} = \bar{I}_1^2 \cdot R_5 = 1,82^2 \cdot 5,6 = 18,54 \text{ mW}$$

$$P_{Q5} = \bar{I}_1 \cdot V_{CE5} = 1,82 \cdot 0,7 = 1,274 \text{ mW}$$

$$P_{R3} = \bar{I}_1^2 \cdot R_3 = 1,82^2 \cdot 0,051 = 0,16 \text{ mW}$$

$$P_{Q6} = \bar{I}_1 \cdot V_{CE6} = 1,82 \cdot 10,2 = 18,56 \text{ mW}$$

$$P_{R4} = \bar{I}_1^2 \cdot R_4 = 1,82^2 \cdot 0,051 = 0,16 \text{ mW}$$

$$P_{R8} = \bar{I}_3^2 \cdot R_8 = 3,822^2 \cdot 0,022 = 0,34 \text{ mW}$$

$$P_{Q2} = \bar{I}_{Q2} \cdot V_{CE2} = 0,92 \cdot 10,2 = 9,38 \text{ mW}$$

$$P_{Q1} = 9,38$$

$$P_{Q3} = \bar{I}_{Q2} \cdot V_{CE3} = 0,92 \cdot 10,2 = 9,38 \text{ mW}$$

$$P_{Q4} = \bar{I}_{Q1} \cdot V_{CE4} = 0,92 \cdot 1,4 = 1,28 \text{ mW}$$

$$P_{R1} = \bar{I}_{Q1}^2 \cdot R_1 = 0,92^2 \cdot 0,1 = 84,6 \mu\text{W}$$

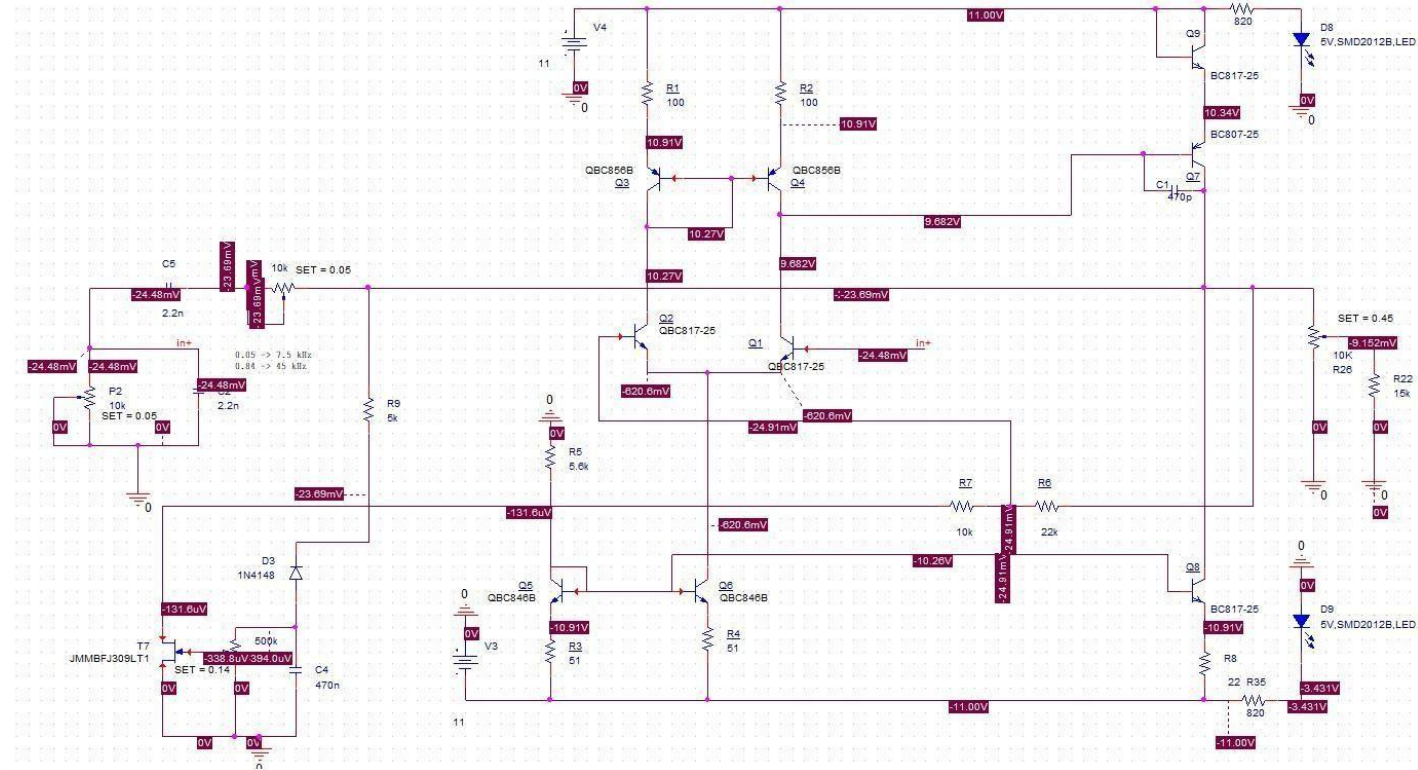
$$P_{R2} = P_{R1} = 84,6 \mu\text{W}$$

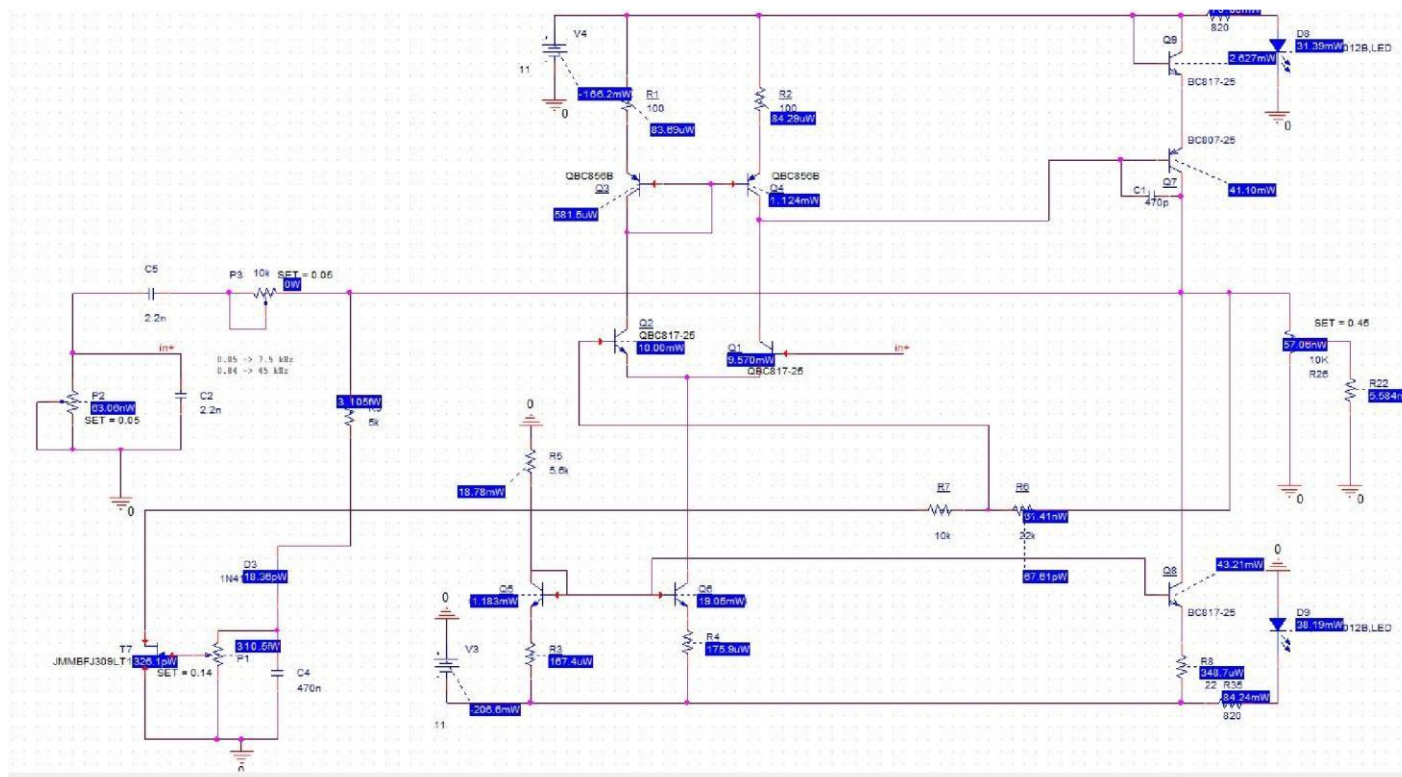
$$P_{Q7} = \bar{I}_3 \cdot V_{CE7} = 3,822 \cdot 10,65 = 40,68 \text{ mW}$$

$$P_{Q8} = \bar{I}_3 \cdot V_{CE8} = 3,822 \cdot 10,65 = 40,68 \text{ mW}$$

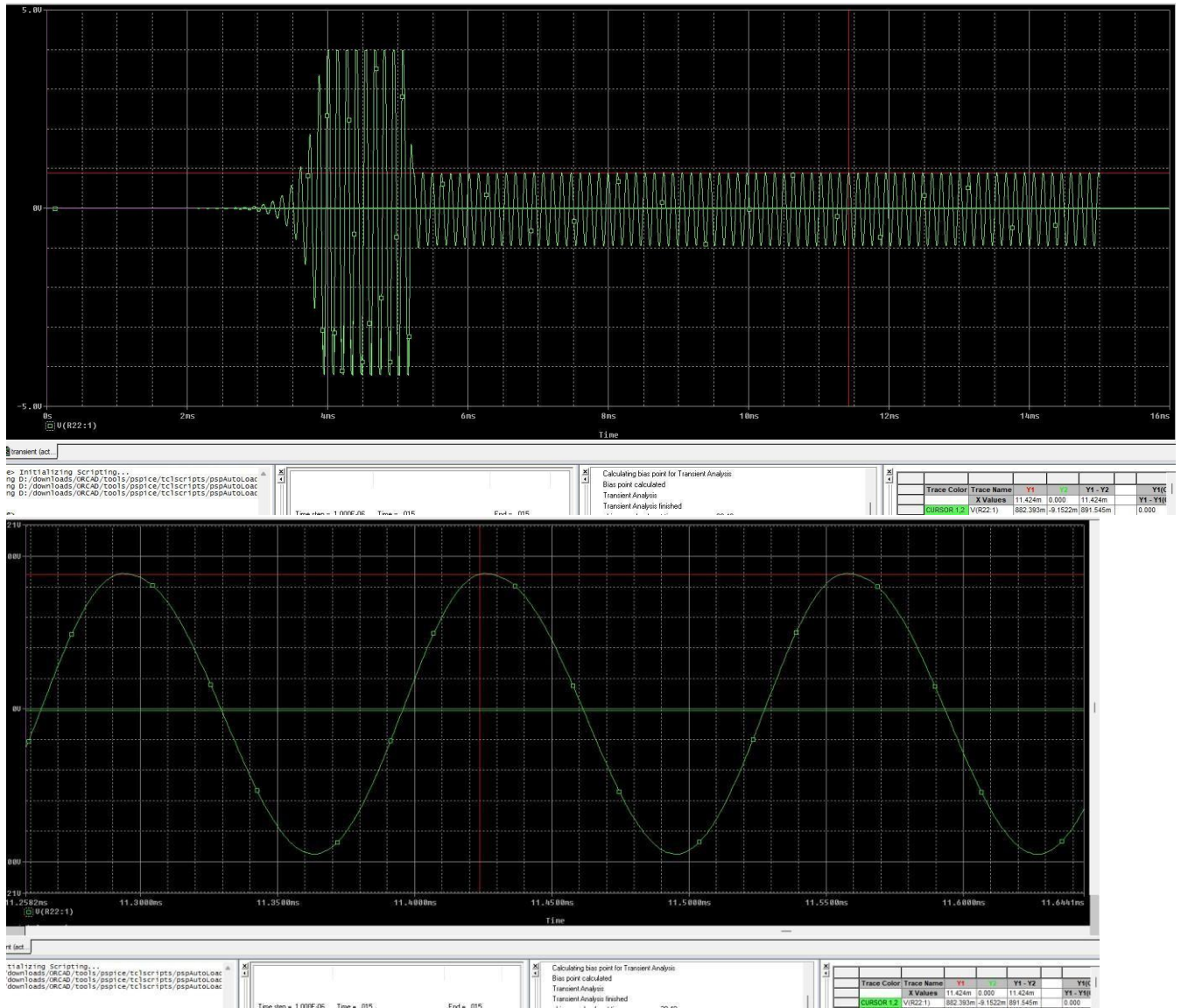
$$P_{Q9} = \bar{I}_3 \cdot V_{CE9} = 3,822 \cdot 0,7 = 2,67 \text{ mW}$$

Punctul static de functionare- Simulat

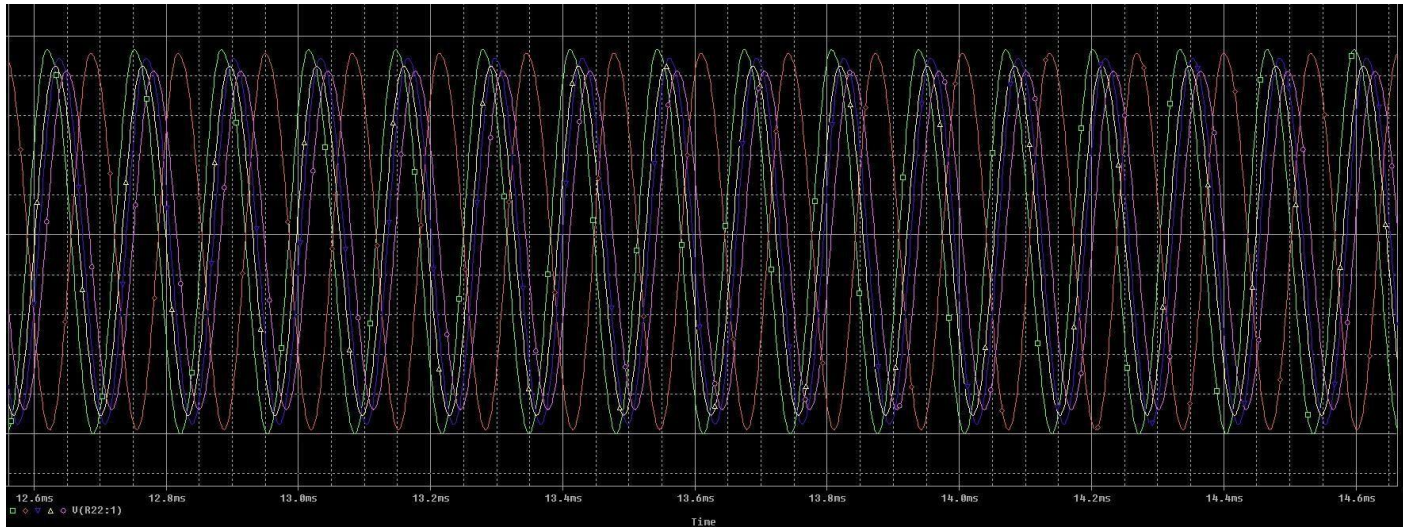




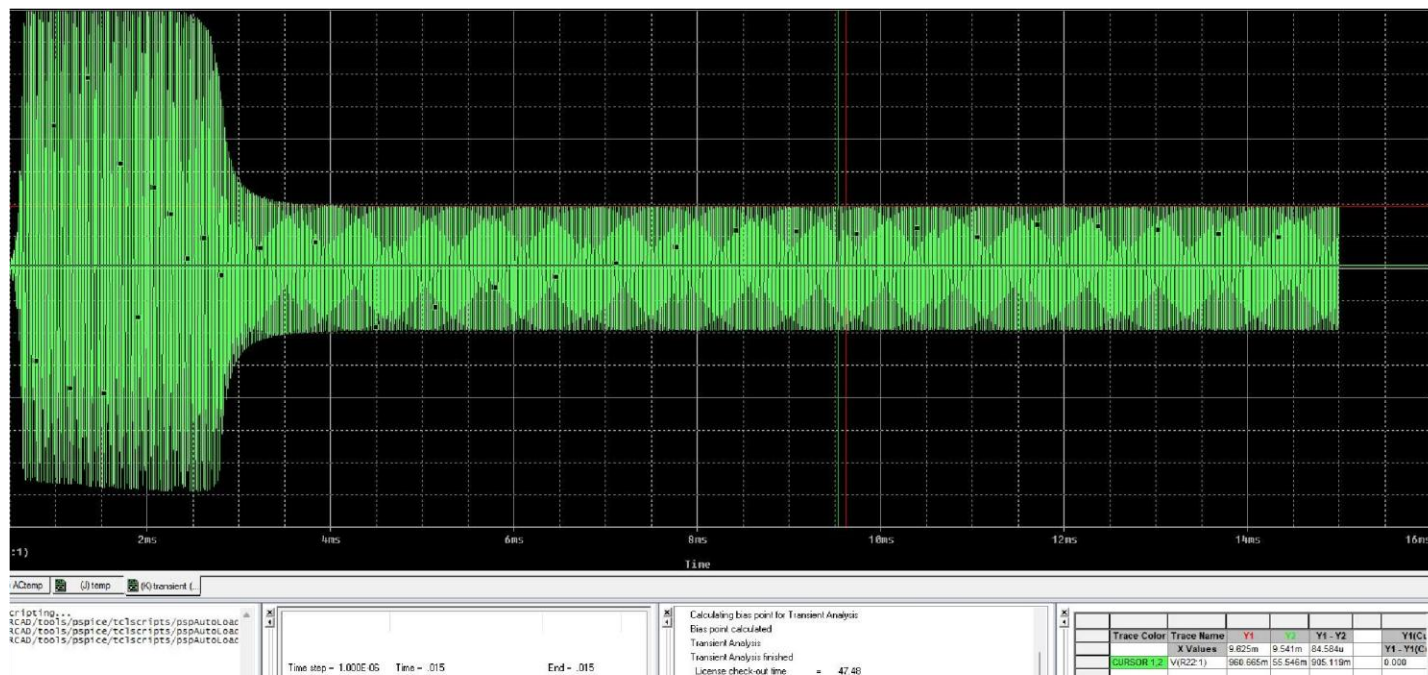
Analiza in timp, transient



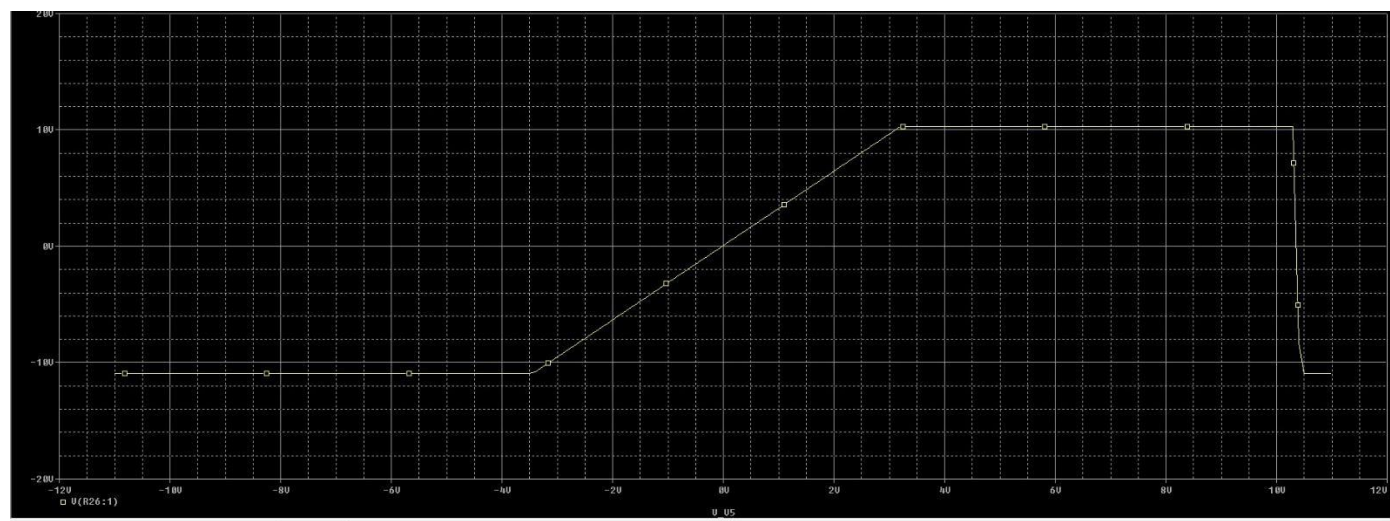
Analiza in temperature la -20 0 27 120 °C



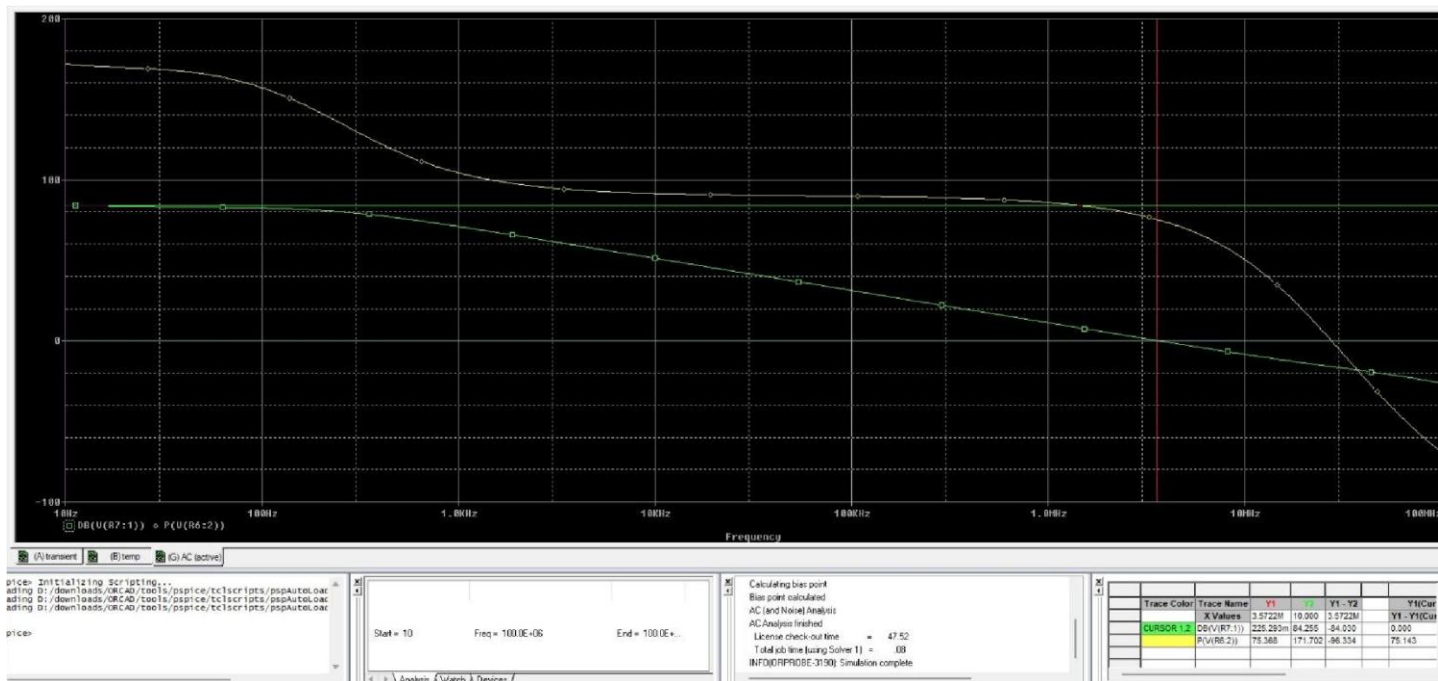
Analiza transient la frecventa de 45kHz



Característica de transfer:



Característica de transfer la -20_-120°C:



Analiza AC stabilitate:

Analiza AC stabilitate la -20_120°C: