

Universitatea "Politehnica" din București

FACULTATEA DE ELECTRONICĂ, TELECOMUNICAȚII ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Oscilator RC cu punte Wien

Proiect 1

Student: Mirea Catalin

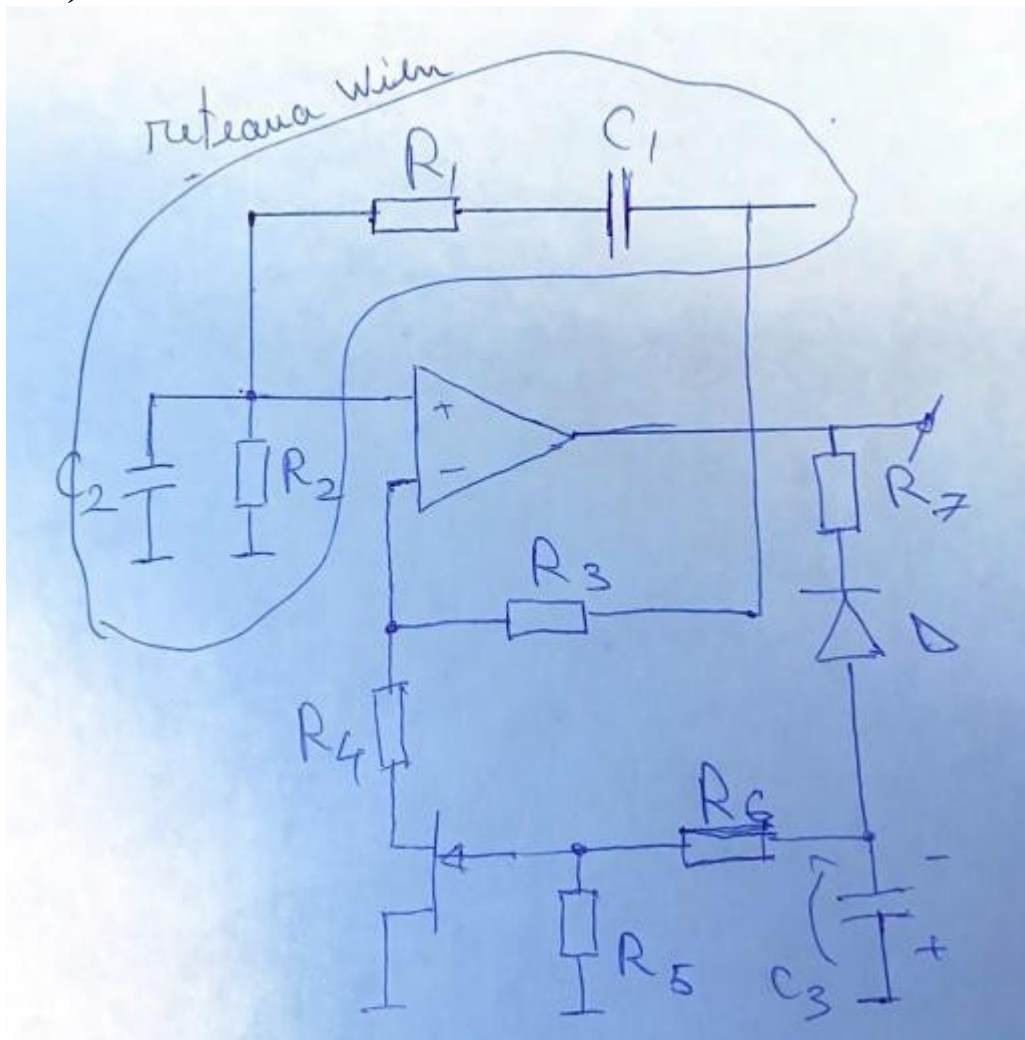
Grupa: 431Db

2022-2023

1) Date de proiectare

- $N=25$
- Frecvența de oscilație reglabilă, f_0 între 12.5 - 75kHz
- Sarcină la ieșire R_L : 25k Ω
- Valoarea varf la varf a oscilației la ieșire - V_o : 0.533V
- Control automat al amplitudinii de oscilație realizat cu TEC-J;
- Domeniul temperaturilor de funcționare: 0-70°C

2) Schema bloc a circuitului



$$f_{osc} = 1/(2\pi RC)$$

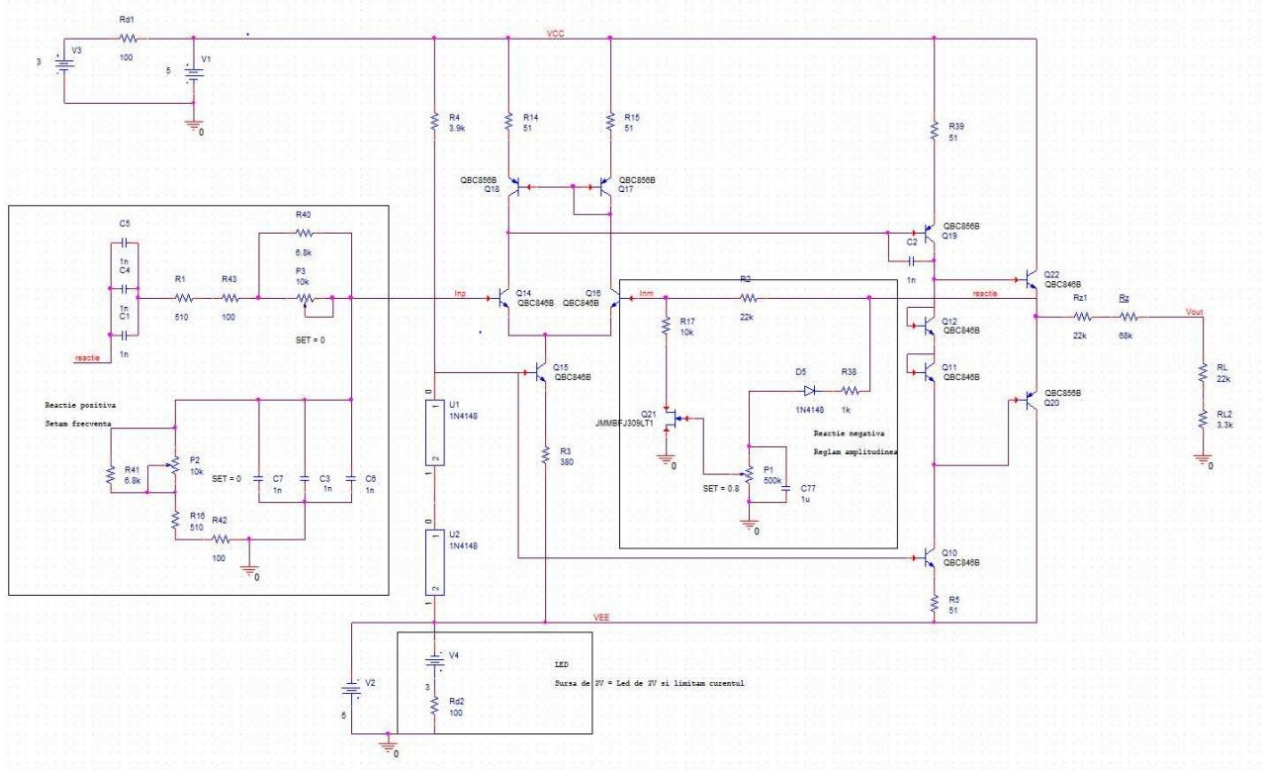
OSC

Se pot identifica urmatoarele blocuri componente:

- Amplificatorul de baza
- Reteaua de reactie pozitiva (Wien) (R1,R2,C1,C2)
- Reteaua de reactie negativa (R3,R4,R5,R6,R7,D,TEC-J)
- Rezistenta de sarcina RL

3) Schema oscilatorului

In figura se poate observa schema finala a oscilatorului. Acesta are in componenta asa amplificatorul de baza si retelele de reactie.



Blocurile componente ale oscilatorului sunt:

etaj diferential de intrare format din Q14 si Q16

Q2, Q3, Q4 surse de curent, pentru a stabili curentul prin ramuri

Q19 etaj de castig in conexiune emitor comun (etaj de amplificarea)

C2 realizeaza compensare in frecventa (capacitate Miller)

P1 amorseaza oscilatiile

(P2 si P3) controleaza frecventa de oscilatie

reteaua de reactie negative Q21, R17, R2, R38, D5, P1, C77

Q11 asigura reglaj cu ajutorul TEC-J

Q15 asigura current primului etaj de amplificare(Q14, Q16, Q17, Q18, R14, R15)

Q10 asigura current celui de al doilea etaj de amplificare

.

5) Simularea oscilatorului

5.1) Punctul static de functionare calculat (teoretic)

$Q_{13}, Q_{14} \rightarrow$ intrările ~~OPAMP~~ ~~ului~~ $\rightarrow V_{imp} = V_{in_{in}} = 0V$
 OPAMP-ul pt că e alimentat
 diferențial

$$V_{B15} = 2 V_{BE} = 0,6 + 0,6 = 1,2V$$

$R_4 \rightarrow$ rezistor de limitare a curentului

$$I_a = I_{V_2} = \frac{V_{CC} - V_{EE} - 2V_{CE}}{R_4} = \frac{10 - 1,2}{3,9} = 2,25mA$$

$$I_{C15} = \frac{V_{R_3}}{R_3} = \frac{V_{V_1} + V_{V_2} - V_{BE15}}{R_3 + R_{40}} = \frac{0,6}{0,38} = 1,57mA$$

$$I_{C10} = \frac{V_{R_5}}{R_5} = \frac{0,6}{0,051} = 11,76mA$$

$$I_{C14} = I_{C16} = I_{C18} = I_{C17} = \frac{I_{C15}}{2} = 0,75mA$$

$$V_{CE15} = V_{imp} - V_{BE14} - I_{C15} \cdot R_3 - V_2$$

$$= 0 - 0,6 - 1,57 \cdot 0,38 + 5 = 3,8V$$

$$V_{EC19} = I_{C19} \cdot R_{39} + V_{EB19} - I_{C18} \cdot R_{14}$$

$$= 11,76 \cdot 0,05 + 0,6 - 0,051 \cdot 0,75$$

$$= 0,6 + 0,6 - 0,038 \approx 1,2V$$

$$V_{CE16} = I_{C17} \cdot R_{15} - V_{EB17} - V_{CE15} - V_{R_3} - V_2 + V_1$$

$$= 10 - 0,6 - 0,038 - 3,8 - 0,6 = 5V$$

$$V_{CE10} = \frac{V_1 - I_{C19} \cdot (R_{39} + R_5) - V_{CE12} - V_{CE11} - V_2}{2}$$

$$V_{CE12} = V_{CE11} = 0,6V \rightarrow \text{Baza-emitor}$$

$$V_{CE10} = \frac{10 \cdot 11,76 \cdot 0,1 - 1,2}{2} = 3,8V$$

$$V_{EE20} = V_{CE22} = V_1$$

$$i_{C20} = i_{C22} = ? \rightarrow \text{nu poate fi calculat}$$

$$R_{LED} = \frac{V_1 - 3}{0,02} = \frac{5 - 3}{0,02} = 100k\Omega$$

$$P_{Rd1} = P_{Rd2} = 0,02^2 \cdot 100 = 40mW$$

$$P_{LED} = 3 \cdot 0,02 = 60mW$$

$$V_{CE14} = V_1 - V_{R39} - V_{EB18} - V_{CE15} - V_{R3} - V_2 = \\ = 10 - 1,1 - 0,6 - 3,8 - 0,85 = 6,65V$$

$$P_{R4} = R I^2 = 3,9 \cdot 2,25^2 = 19,74mW$$

$$P_{U1} = P_{U2} = 0,6 \cdot 2,25 = 1,35mW$$

$$P_{R15} = V_{CE} \cdot i_C = 1,57 \cdot 3,8 = 6mW$$

$$P_{Q14} = V_{CE} \cdot i_C = 6,65 \cdot 1,57 = 10,44mW$$

$$P_{Q16} = V_{CE} \cdot i_C = 5 \cdot 1,57 = 7,85mW$$

$$P_{Q17} = 0,6 \cdot 1,35 = 0,81mW$$

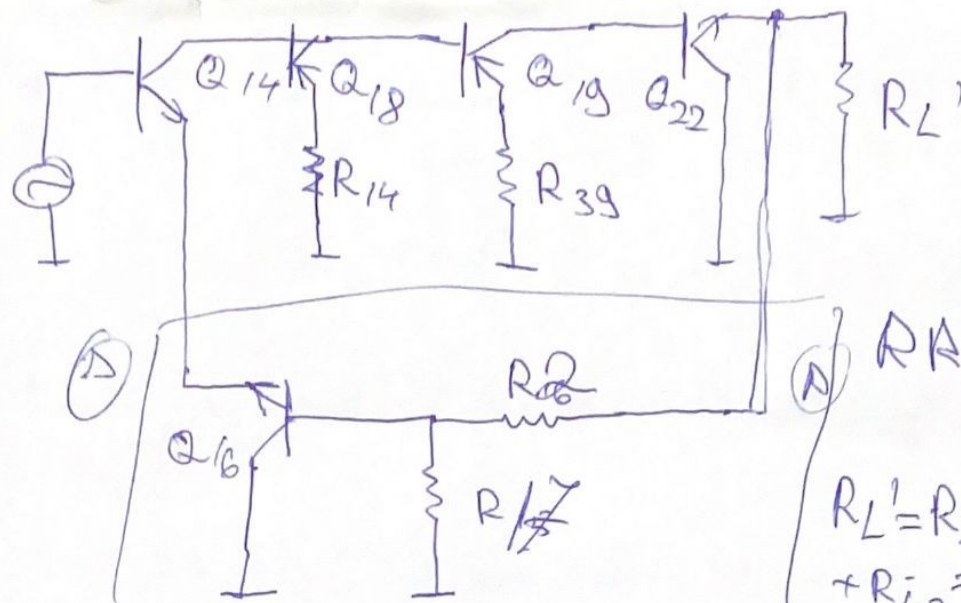
$$P_{Q18} = 1,2 \cdot 1,35 = 1,62mW$$

$$P_{Q19} = P_{Q10} = V_{CE} \cdot i_C = 3,8 \cdot 1,75 = 6,65mW$$

Se deduce faptul că nu se va cere nici
o componentă

$P_{d \max} < 125 \text{ m W}$ pe rezistență

In figura de mai jos se pot observa curenții prin circuit, toți curenții fiind cei așteptați în calcule.



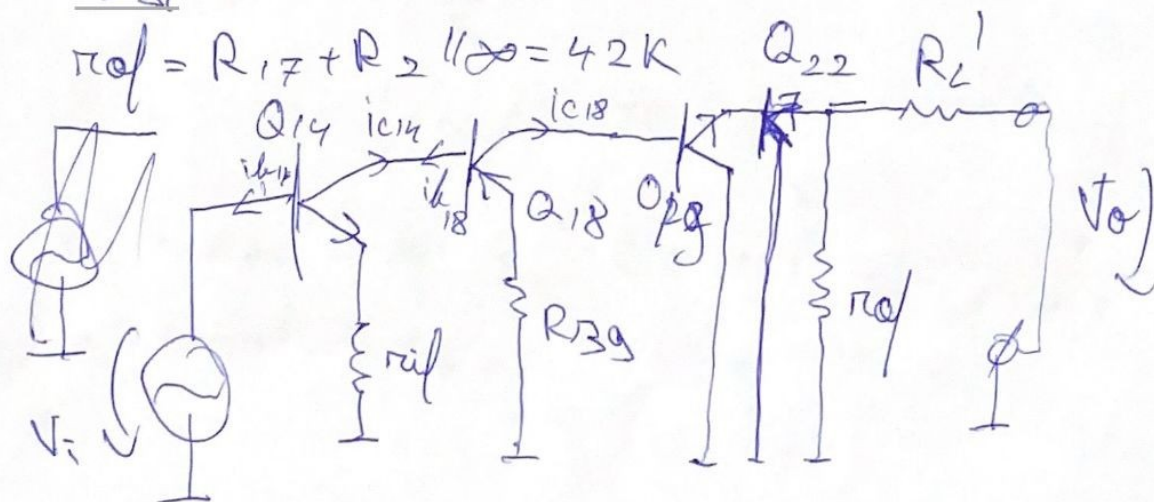
$$R_L' = R_{Z1} + R_Z + R_L + R_{L2} = 113,2K\Omega$$

$$I = \left. \frac{V_{i1}}{V_{o1}} \right|_{i_{i1}=0} = \frac{R_{17}}{R_{17} + R_2} = \frac{10}{32} = 0,312$$

$$\pi_{i1} = \left. \frac{V_{i1}}{I_{i1}} \right|_{V_{o1}=0} = \frac{\pi_{i1} + R_2 \| R_{17} V_{i1}}{\beta + 1}$$

$$= \frac{40 + 7,6}{291} = 0,16 K\Omega$$

$$\pi_{o1} = R_{17} + R_2 \| \infty = 42K$$



$$A_{ux} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_o}{i_{c22}} \cdot \frac{i_{c22}}{i_{L19}} \cdot \frac{i_{c19}}{i_{c18}} \cdot \frac{i_{c18}}{i_{b18}} \cdot \frac{i_{c14}}{i_{c14}} \cdot \frac{i_{b14}}{V_g}$$

$$= (-R_{L11} \parallel r_{o1}) \cdot \beta_{22} \cdot (\beta_{19} + 1) \cdot \left[r_{\pi 18} + (\beta_{18} + 1) \int R_{Sg} \right]$$

$$\frac{1}{r_{\pi 14} + (\beta_{14} + 1) \cdot r_{u1}} = \left[\frac{1}{115,2 \text{ k} \Omega} \cdot \frac{300 \cdot 300}{291 + 300} \right] \cdot \frac{1}{\frac{291 + 300}{291 + 300}}$$

$$= - (115,2 \text{ k} \Omega) \cdot 300 \cdot 300 \cdot \left[\frac{291 + 300}{291 + 300} \right] \cdot \frac{1}{\frac{291 + 300}{291 + 300}}$$

$$= 6,31 \cdot 10^9$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{a}{1+a} = 1 + \frac{R_{D2}}{R_{D1}} = 1 + 23$$

$$r_{ia} = r_{be} + (\beta + 1) r_{u1} = 70$$

$$r_{oa} = 15 \text{ k}$$

$$a = \frac{1}{\beta} = 6,31 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{\beta} = 2,1 \cdot 10^9$$

$$R_i = \frac{V_i}{i_i} = r_{ia} (1 + a) = 70 \cdot 2,1 \cdot 10^9 = 1406 \Omega$$

$$R_o^{-1} = r_{oa}^{-1} (1 + a) \cdot R_{L1}^{-1} = 6,31 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{22 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{24 \cdot 10^3} =$$

$$= 6,31 \cdot 10^6 \Rightarrow R_o = \frac{1}{6,31 \cdot 10^6} \approx 0$$

Analiza RRP

$$B_v(\omega_0) = \frac{1}{3}$$

$$|Z_i(\omega_0)| = \frac{3}{\sqrt{2}} R$$

$$|Z_o(\omega_0)| = \frac{\sqrt{2}}{3} R$$

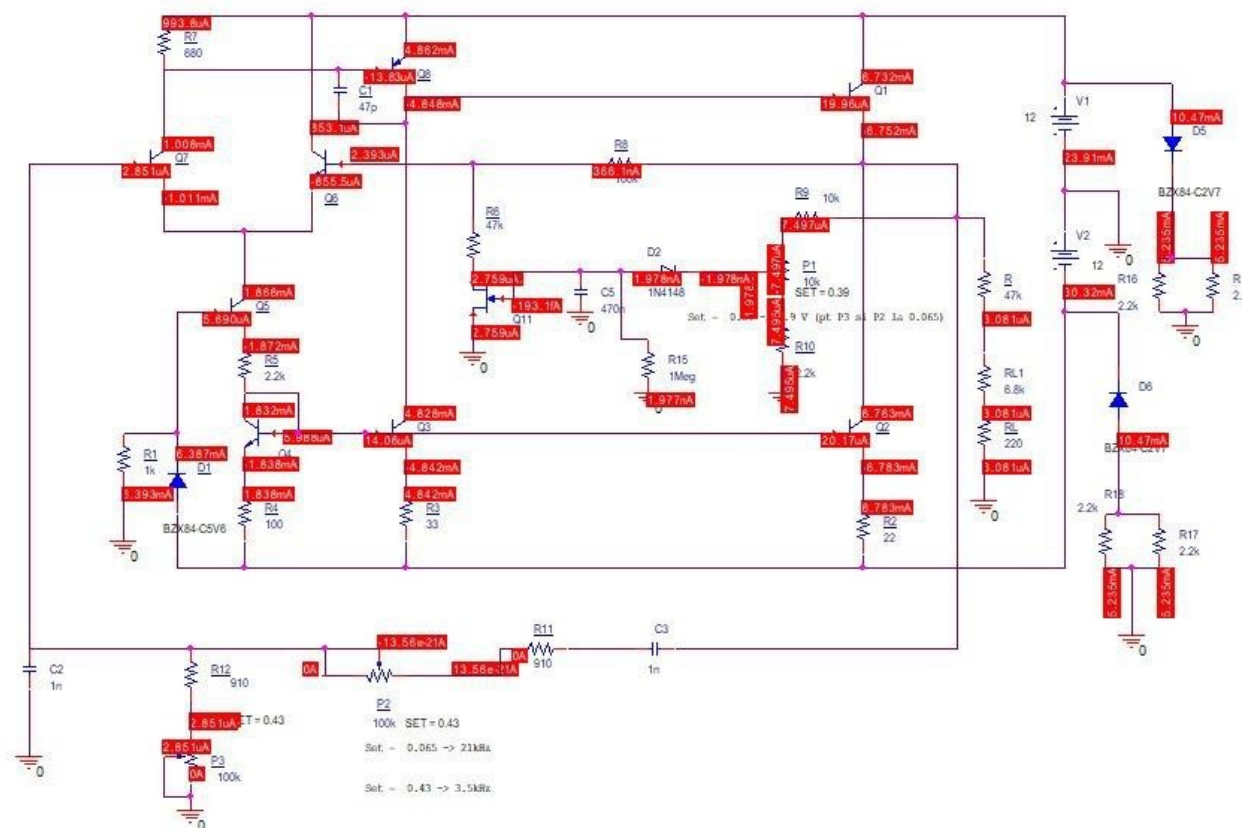
$$\varphi = 0$$

Condiția: $A_v \cdot B_v = 1$

$$R_o \ll |Z_i(\omega_0)| ; R_i \gg |Z_o(\omega_0)|$$

$$\varphi_A + \varphi_B = 0/2\pi$$

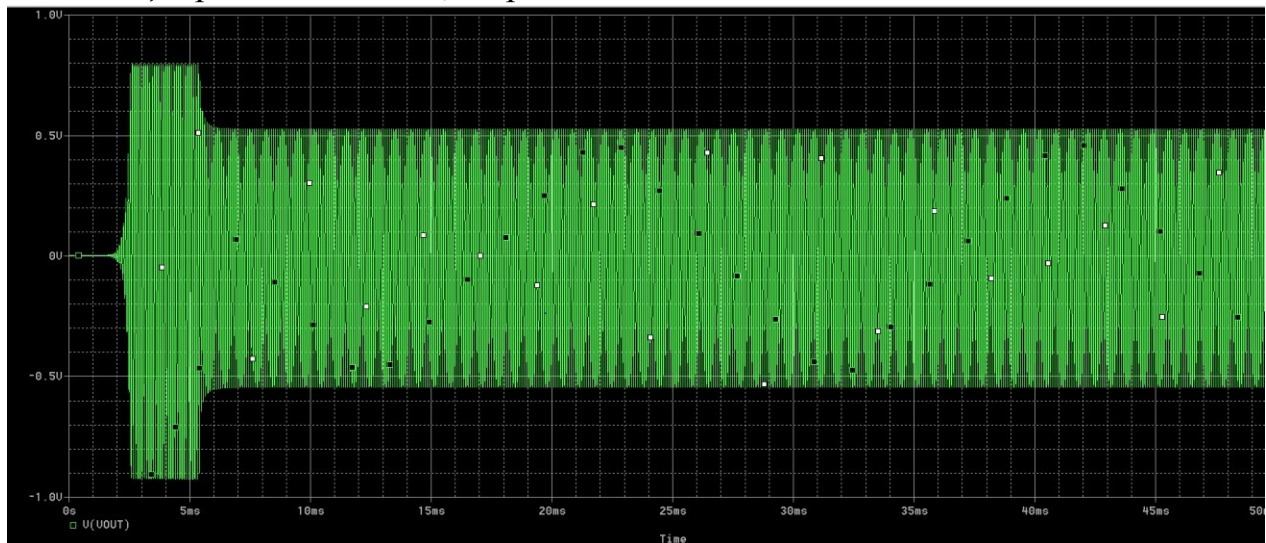
În figura de mai jos se pot observa curenții prin circuit, toți curenții fiind cei așteptați în calcule.





5.5) Analiza in timp, transient

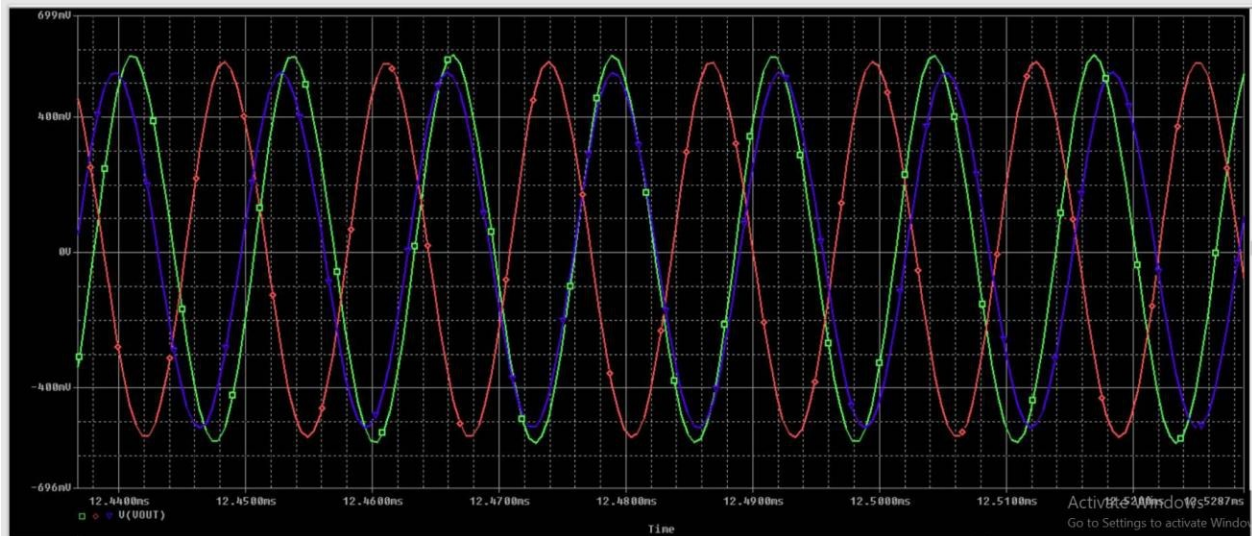
În imaginea de mai jos, puteți vedea că analiza rulează timp de 50 de milisecunde pentru asigurarea că oscilațiile sunt stabilite permanent. Are loc o oscilație și apoi se stabilește pentru totdeauna, amplitudinea rămânând constantă.



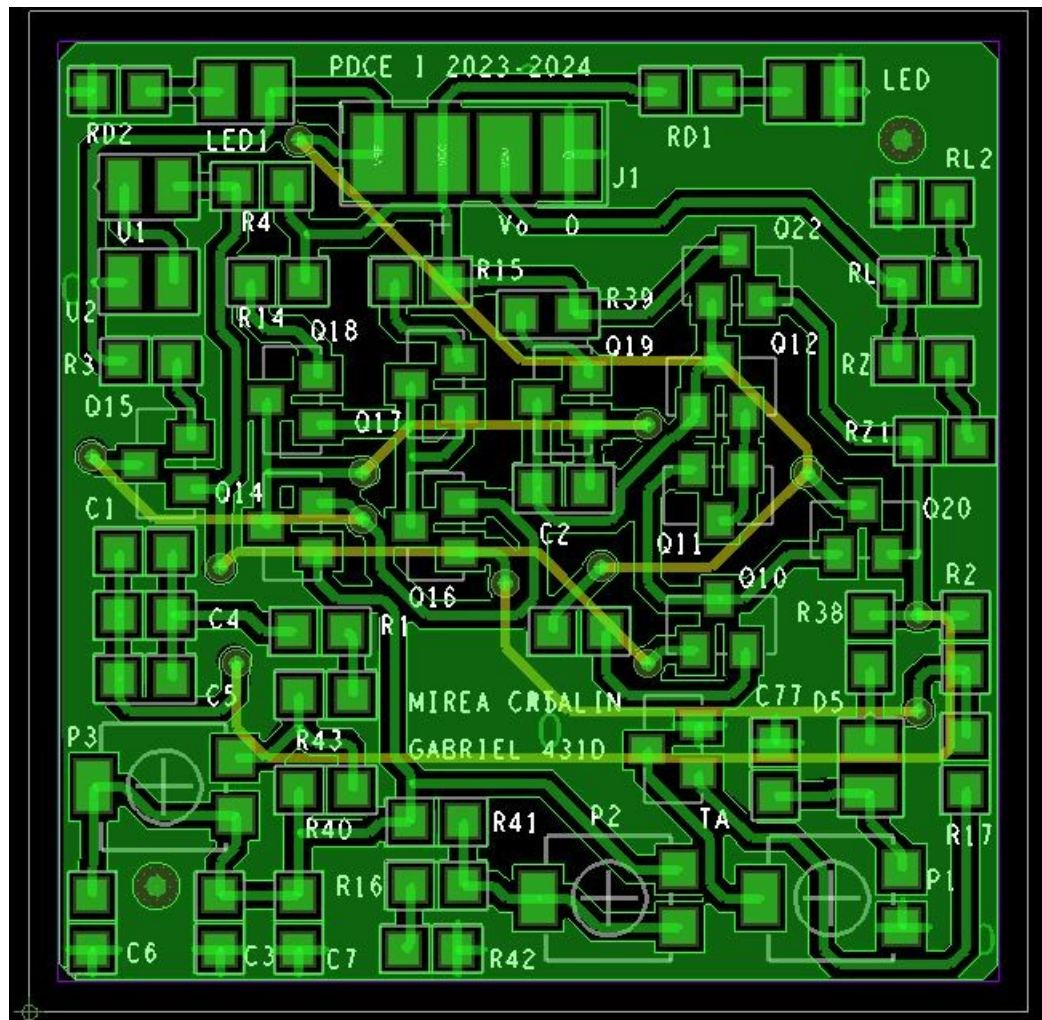
Frecvența măsurată este invers proporțională cu perioada, aceasta fiind $1/76.14\mu$, rezultând într-o frecvență de aproximativ 75kHz



Se poate observa că circuitul este capabil să asigure o frecvență de oscilație în intervalul specificat. Intervalul de temperatură de funcționare este de la 0 la 70 de grade Celsius. Analiza tranzitorie la diferite temperaturi este prezentată mai jos. Se poate observa că oscilatorul asigură comportamentul dorit la toate valorile de temperatură



6) Layout



Pentru layout am folosit conectori in locul tensiunilor de alimentare si am dimensionat capsulele celorlalte componente conform data sheet.