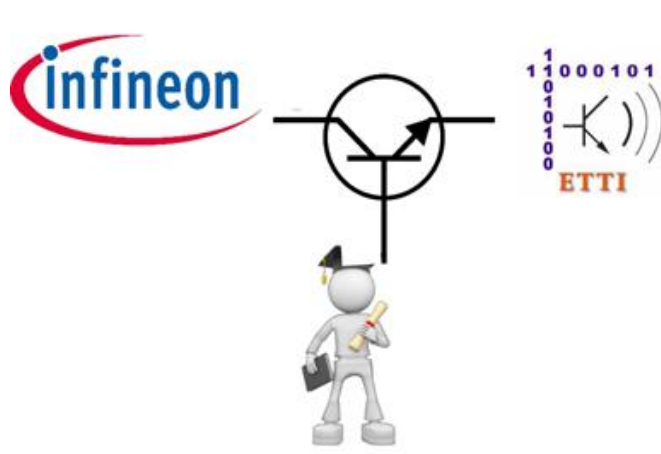


Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București
Facultatea E.T.T.I.
Anul universitar 2025-2026

Circuite electronice fundamentale 2 - Proiect

Proiectarea și realizarea unui
oscilator de audiofrecvență cu
semnal sinusoidal

$N=1$



Coordonatori științifici:
Prof. dr. ing Dragoș Dobrescu
Ș.l. dr. ing. Mădălin Moise

Student: Chiș Anna
Grupa:432B

Cuprins

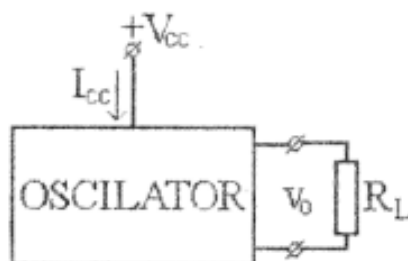
Capitolul 1: Date de proiectare.....	3
Capitolul 2: Introducere în Proiectarea Oscilatoarelor.....	4
2.1. Configurația și Funcționarea Sistemului.....	4
2.2. Reacția Negativă (RRN).....	5
2.3. Amplificatorul Operațional și Arhitectura Sistemului.....	6
Capitolul 3: Considerente teoretice.....	7
3.1. Condiția de oscilație Barkhausen.....	7
3.2. Limitarea amplitudinii de oscilație.....	7
3.3. Rețele RC.....	8
Capitolul 4: Proiectare.....	11
4.1. Schema electrica a montajului.....	11
4.2. Simularea montajului electric.....	13
4.3. Punctul static de funcționare.....	16
4.4. Bill of Materials.....	18
Capitolul 5: Proiectarea și realizarea circuitului în tehnologie	
SMD & PCB.....	18
5.1 Imaginea generală a modului electronic în Layout.....	18
5.2 Imaginea structurii de interconectare (layer-ul electric TOP).....	19
5.3 Imaginea structurii de interconectare	
(layer-ul electric BOTTOM).....	19
5.4 Imaginea măștii de inscripționare (layer-ul neelectric SSTOP).....	20
5.5. Imaginea măștii de protecție (layer-ul neelectric SMTOP).....	20
5.6 Imaginea șablonului (layer-ul neelectric SPTOP).....	21
5.7 Imaginea layer-ului neelectric mecanic (FAB).....	21
5.8. Procesul de Asamblare și Lipire.....	22
Capitolul 6: Manual de Utilizare.....	22
Capitolul 7: Concluzii.....	23
Capitolul 8: Bibliografie.....	24

Capitolul 1: Date de proiectare

Oscilator sinusoidal de audiofrecvență

Să se proiecteze și realizeze practic un **oscilator sinusoidal de audiofrecvență** având următoarele caracteristici:

- **Tensiunea de alimentare** poate fi unipolară ($V_{cc}=11\text{ V}$) sau bipolară ($V_{cc}=11\text{ V}$, $V_{ee}=-V_{cc}$). Semnalizarea prezenței tensiunii cu LED;
- **Tensiune de ieșire sinusoidală reglabilă** cu amplitudinea va fi cuprinsă în intervalul 0-100 [mV];
- **Frecvența semnalului** de ieșire reglabilă în intervalul 100-1000 [Hz];
- **Rezistența de sarcină** 400 Ω (sarcină pur rezistivă);
- Pentru rețeaua de **reacție pozitivă** se va utiliza unul dintre circuitele: Wien, Dublu Gama, Dublu T, T podit, cu 3 celule RC de defazare;



Schema bloc a oscilatorului

Capitolul 2: Introducere în Proiectarea Oscilatoarelor

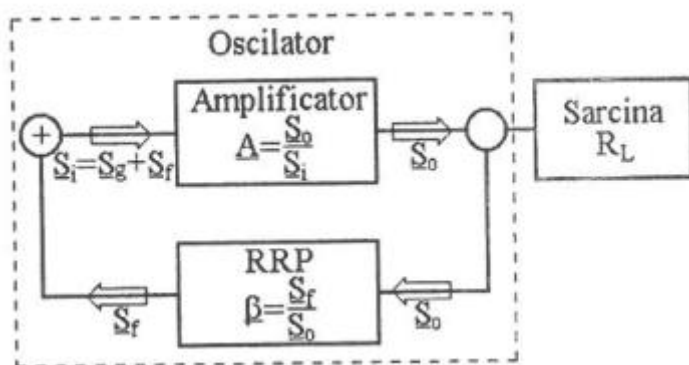
Proiectarea schemei unui oscilator se bazează pe principii fundamentale de electronică, integrând concepte studiate în cadrul disciplinelor **DE** (Dispozitive Electronice) și **CEF** (Circuite Electronice Fundamentale).

În esență, un oscilator este un sistem cu autoîntreținere, structurat pe trei piloni principali:

1. **Elementul activ (Amplificatorul):** Oferă energia necesară menținerii semnalului.
2. **Reacția pozitivă (Calea de regenerare):** Responsabilă pentru inițierea și susținerea oscilațiilor.
3. **Reacția negativă (Calea de control):** Utilizată pentru stabilizarea amplitudinii și controlul performanțelor amplificatorului.

2.1. Configurația și Funcționarea Sistemului

În practică, un oscilator este adesea privit ca un amplificator cu reacție negativă căruia i se aplică o buclă suplimentară de reacție pozitivă. Această arhitectură hibridă asigură atât stabilitatea punctului de funcționare, cât și condițiile necesare procesului de oscilație.



Rolul Reacției Pozitive

Reacția pozitivă este mecanismul critic prin care o fracțiune din semnalul de ieșire este reinjectată la intrare în fază cu semnalul original. Acest proces de feedback cumulativ are următoarele implicații:

- **Auto-susținerea:** Semnalul readus la intrare este re-amplificat succesiv, ducând la o creștere progresivă a amplitudinii.
- **Intrarea în saturație:** Spre deosebire de amplificatoarele liniare, unde reacția pozitivă este evitată pentru a preveni instabilitatea, în cazul oscilatoarelor, acest fenomen este exploatat controlat. Deoarece un amplificator fizic nu poate depăși tensiunile de alimentare ($+V_{cc}$ și V_{EE}), semnalul se va stabili oscilând între aceste limite de saturație.

Rețeaua de Reacție Pozitivă (RRP)

RRP-ul nu este doar un simplu conductor, ci un circuit selectiv (de obicei un **filtru RC**) cu două funcții vitale:

1. **Amorsarea oscilațiilor:** Sistemul pornește de la zgomotul termic inerent componentelor electronice. RRP selectează o componentă spectrală din acest zgomot și o trimite spre amplificare până la atingerea regimului permanent.
2. **Determinarea frecvenței:** Prin structura sa constructivă (valorile componentelor R și C), rețeaua impune frecvența precisă la care defazajul este nul, definind astfel frecvența de lucru a oscilatorului.

Concluzie: Rețeaua de reacție pozitivă funcționează ca un selector de frecvență și un motor al sistemului, transformând un zgomot aleatoriu într-un semnal periodic stabil.

2.2. Reacția Negativă (RRN)

Spre deosebire de reacția pozitivă, care favorizează instabilitatea necesară amorsării, **reacția negativă** are rolul de a stabili sistemul. Aceasta se opune creșterii necontrolate a semnalului, permițând ajustarea precisă a factorului de amplificarea al oscilatorului.

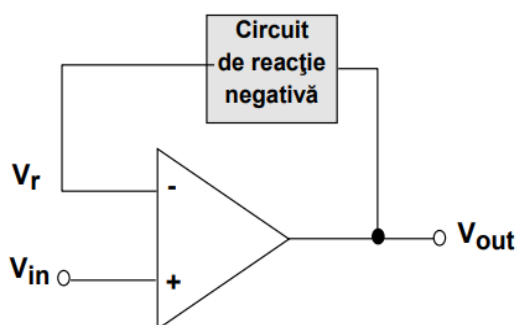


Figura 1

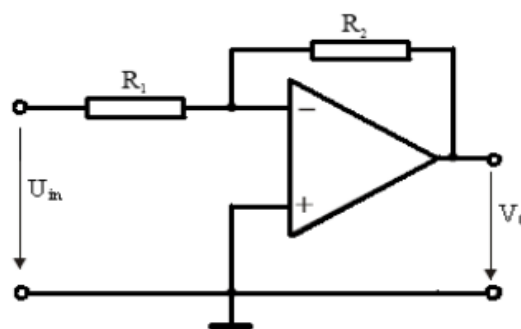


Figura 2

În configurația din **Figura 2**, borna neînversoare este conectată la masă, în timp ce semnalul este aplicat pe borna inversoare. În această structură:

- **Rezistorul R1** limitează curentul de intrare.
- **Rezistorul R2** stabilește bucla de reacție negativă.

Relația fundamentală pentru tensiunea de ieșire (V_0) și amplificarea în buclă închisă (A) este:

$$V_0 = \frac{-R_2}{R_1} * U_{in}$$

$$A = \frac{V_0}{U_{in}} = \frac{-R_2}{R_1}$$

Prezența semnului minus confirmă natura **înversoare** a etajului, indicând un defazaj de 180 de grade între intrare și ieșire.

Funcțiile principale ale RRN în cadrul oscilatorului:

1. **Stabilizarea amplificării:** Menține câștigul sistemului la o valoare fixă, independentă de variațiile parametrilor interni ai componentelor.
2. **Controlul liniarității:** Prin introducerea unor elemente de limitare în bucla de reacție, se previne intrarea brutală în saturație, asigurând un semnal de ieșire cu distorsiuni minime.

2.3. Amplificatorul Operațional și Arhitectura Sistemului

Pentru implementarea circuitului, utilizăm un amplificator operațional (AO), caracterizat prin:

- **Impedanță de intrare foarte mare:** Previne încărcarea etajelor anterioare.
- **Impedanță de ieșire redusă:** Permite transferul optim de putere către sarcină.
- **Câștig în buclă deschisă ridicat:** Esențial pentru procesarea semnalelor de mică amplitudine.

Un aspect practic pentru identificarea reacțiilor este conexiunea la pinii AO:

- Conexiunea la **borna inversoare (-)** generează reacție negativă.
- Conexiunea la **borna neinversoare (+)** generează reacție pozitivă.

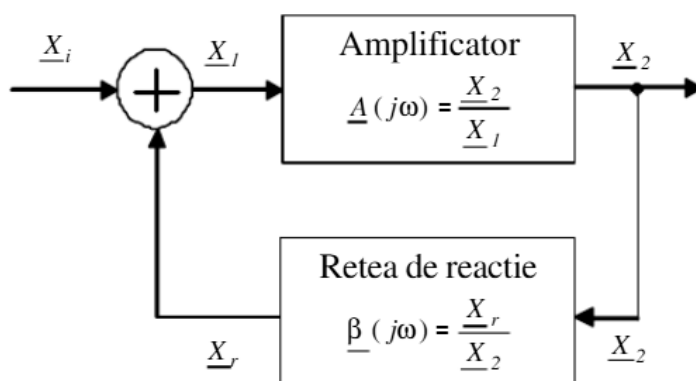
Proiectarea Etajelor Cascadata

Pentru a obține un oscilator performant, vom structura circuitul în trei blocuri funcționale:

- **Blocul de intrare:** Proiectat cu o impedanță ridicată pentru a izola sursa de semnal (sau zgomotul termic inițial) și a nu perturba etajele următoare.
- **Blocul de amplificare:** Reprezintă "inima" sistemului. Acesta trebuie să furnizeze un câștig suficient pentru a compensa atenuările din rețeaua de reacție, respectând **Criteriul lui Barkhausen** pentru menținerea oscilațiilor sinusoidale.
- **Blocul de ieșire (Buffer):** Are rolul de adaptare a sarcinii. Acesta nu modifică amplitudinea semnalului, ci asigură curentul necesar la ieșire, protejând etajul de amplificare de variațiile impedanței de sarcină.

Capitolul 3: Considerente teoretice

3.1 Condiția de oscilație Barkhausen



Notăm cu \underline{A} câștigul amplificatorului, iar cu $\underline{\beta}$ funcția de transfer a RRP, dependentă de frecvență și care fixează frecvența de oscilație. Circuitul devine un oscilator, dacă îndepărtând semnalul de excitație ($S_g = 0$), la ieșire se obține un semnal (S_o , finit). Acest lucru semnifică faptul că aplicarea cu reacție $A_f = S_g / S_o = \underline{A} / (1 - \underline{\beta}\underline{A})$ este infinită, rezultând:

$$\underline{A} * \underline{\beta}(0) = 1 \quad \text{- condiția Barkhausen}$$

Pe de altă parte, câștigul este independent de frecvență. Ca urmare, se impune suplimentar ca $\text{Im}\{\underline{\beta}(0)\} = 0$; notând modulele câștigului și funcției de transfer cu A , respectiv $\beta(0)$ condiția

Barkhausen se explicitează: $A * \beta(0) = 1$

$$A + B = 0/2\pi$$

A și B reprezintă defazajele introduse la $f = f_0$ de amplificator, respectiv RRP.

Ținând cont de factorii ce duc la variația amplificării (temperatura, tensiunea de alimentare etc.) sunt posibile următoarele cazuri: $A < 1/\beta(0)$, când nu apar oscilații;

$A < 1/\beta(0)$, când semnalul de la ieșire este distorsionat; $A = 1/\beta(0)$, când nu se realizează amorsarea/ stabilizarea oscilațiilor.

Amorsarea presupune debutul oscilațiilor, creșterea amplitudinii semnalului de frecvență 0 până la valoarea V_{osc} – amplitudinea în regim permanent de oscilație. Stabilizarea presupune la rândul ei menținerea amplitudinii la valoarea $V_o = V_{osc} = \text{const.}$

Concret, **amorsarea și stabilizarea oscilațiilor sunt posibile dacă și numai dacă amplificarea este o funcție descrescătoare de amplitudinea semnalului generat la ieșire**, lucru ilustrat și în figura.

Din calcule teoretice rezulta necesitatea unei amplificări mai mare de 3 pentru schema pe care ne propunem să o facem și anume, un oscilator cu **punte Wien**.

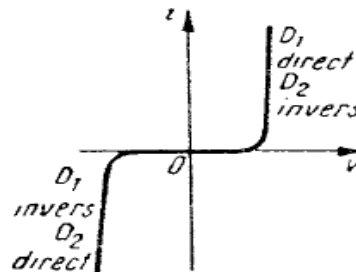
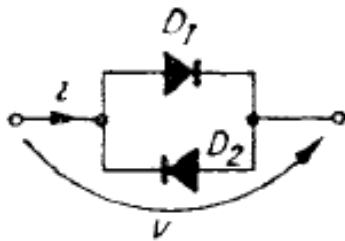
3.2. Limitarea amplitudinii de oscilație

Mecanismul de limitare asigură menținerea oscilațiilor la un nivel controlat.

Astfel, există mai multe metode:

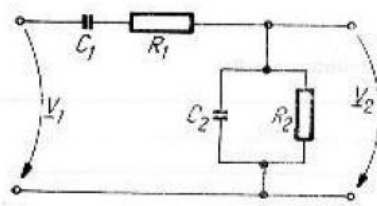
- Un termistor sau bec, ce se bazează pe variația rezistenței.
- Un dipol din diode, ori 2 diode simple antiparalel, ori 2 zener în antiserie
- Un control automat cu TEC-J

- În esență, toate acestea de mai sus vor intra în relația amplificării $1+r_2/r_1$, putând fi ori termenul r_2 ori r_1 . Aceștia variind într-un anumit fel, automat și amplificarea va varia și ea. De obicei noi vrem ca amplificarea să scadă la un moment dat și să se mențină la o valoare stabilă de noi, pentru a evita saturarea.



3.3. Rețele RC

• Rețeaua Wien

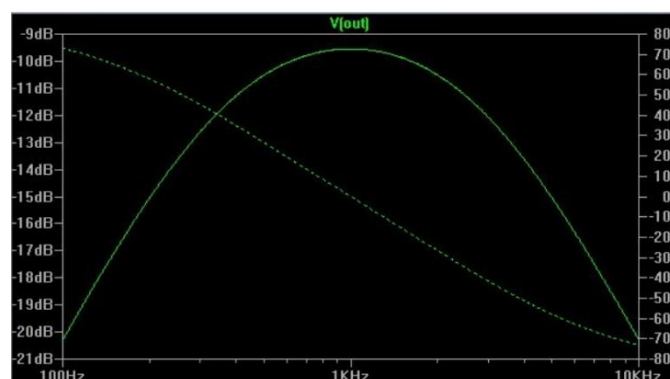
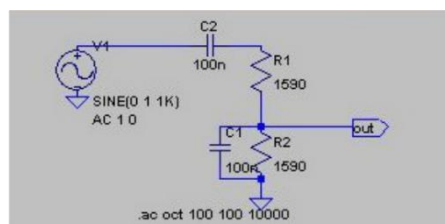


Rețeaua Wien este ilustrată în figura, schema din stânga pentru transfer în tensiune, cu funcția de transfer în stânga

Presupunând această rețea conectată la un amplificator ideal de tensiune, se observă că raporturile R_1/R_2 și C_2/C_1 trebuie menținute constante atunci când se reglează frecvența, în

caz contrar modificându-se valoarea amplificării și deci amplitudinea oscilațiilor.

Se preferă deci să se aleagă $R_1 = R_2 = R$ și $C_2 = C_1 = C$, astfel încât frecvența de oscilație devine $1/(2\pi RC)$, amplificarea în tensiune din condiția Barkhausen fiind egală cu 3. Folosind programul de simulare LTspice, putem observa curba de atenuare specifică.



Rețeaua dublu T

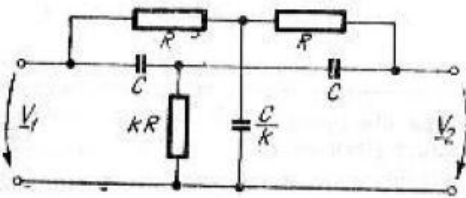


Figura de mai sus ilustrează rețeaua dublu T, cu transfer în tensiune, iar funcția de transfer este și ea prezentată mai jos:

$$\underline{F_T} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{2k - \bar{\omega}^2 + j\left(2k\bar{\omega} - \frac{1}{\bar{\omega}}\right)}{2 + 2k + \frac{1}{k} - \bar{\omega}^2 - j\left[\left(2 + 2k + \frac{1}{k}\right)\bar{\omega} - \frac{1}{\bar{\omega}}\right]}$$

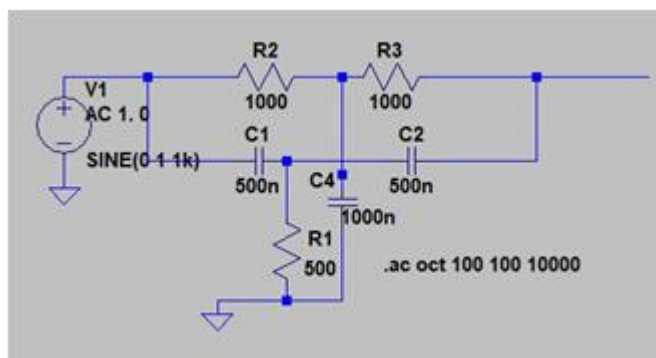
unde $\bar{\omega} = \omega CR$. Pentru $k < 0,5$, $|\underline{F_T}|$ are un maxim la $f_t = \frac{1}{2\pi kC}$, $\underline{F_T}(2\pi f_t) = \frac{k(2k-1)}{2k^2 + k + 1}$

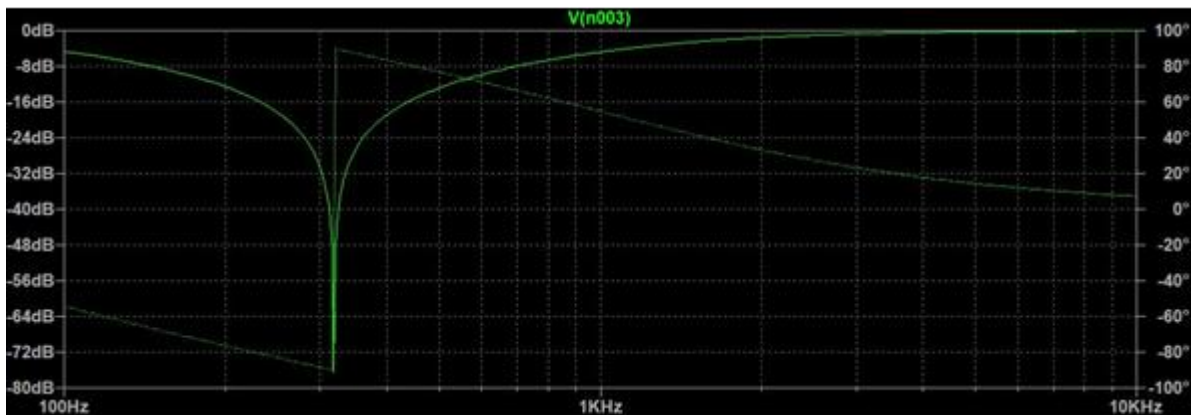
k	< 0,5	0,5	> 0,5
$\underline{F_T}(j\omega_0)$	real, negativ	zero	real, pozitiv
$ \underline{F_T}(j\omega) $ are la $\omega = \omega_0$ un	maxim	minim egal cu zero	minim
Circuitul se comportă ca un	filtru trece-bană (în jurul lui ω_0)	circuit de rejecție a frecvenței ω_0	filtru oprește-bană (în jurul lui ω_0)

La frecvența caracteristică, funcția de transfer în tensiune este reală, fiind pozitivă pentru $k > 0,5$, negativă pentru $k < 0,5$ și zero pentru $k = 0,5$. Cele 3 cazuri sunt sintetizate în imaginea de mai sus.

Dacă rețeaua operează ca un filtru trece-bană, atunci ea poate fi folosită în bucla de reacție pozitivă a unui oscilator. Dacă rețeaua lucrează ca un filtru oprește-bană, atunci ea trebuie inclusă în bucla de reacție negativă, oscilatorul mai necesitând o buclă de reacție pozitivă neselectivă.

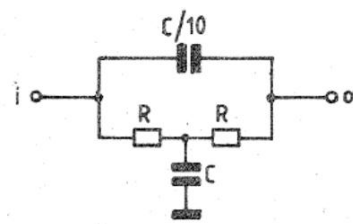
Simulările pentru o rețea dublu T, pentru $k = 0,159$ sunt prezentate mai jos, folosind LTspice:



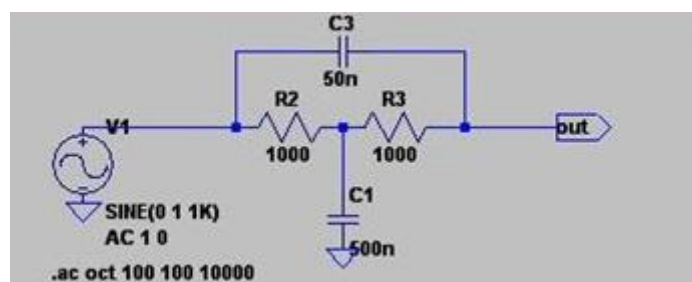


Rețeaua T-podit

Rețeaua T-podit are proprietăți asemănătoare cu rețeaua dublu T, cu o selectivitate mai slabă, dar cu avantajul că frecvența se poate varia cu un potențiomtru, ca la rețeaua Wien. Schema este prezentă mai jos pentru un $k=0,054$ și funcția de transfer alăturată.

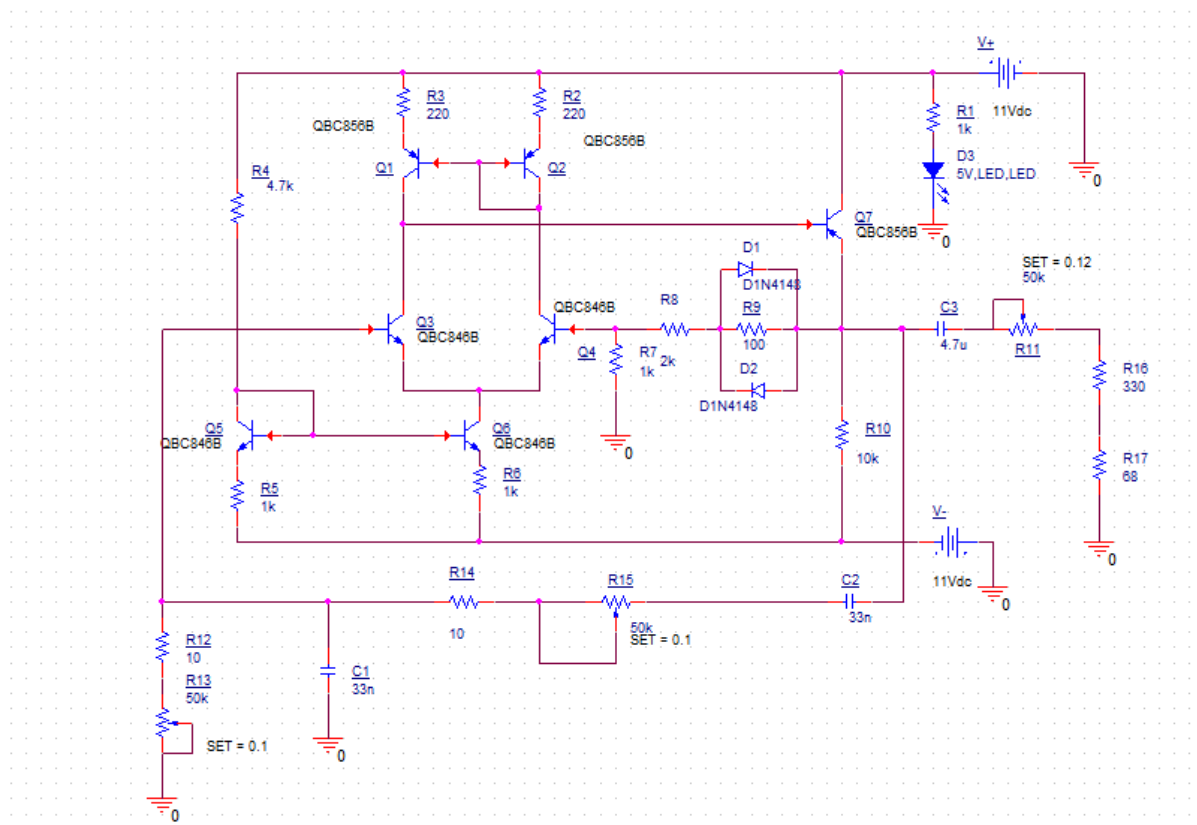


$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1 + 2R_1Cs + R_1R_2C^2s^2}{1 + (2R_1 + R_2)Cs + R_1R_2C^2s^2}$$



Capitolul 4: Proiectare

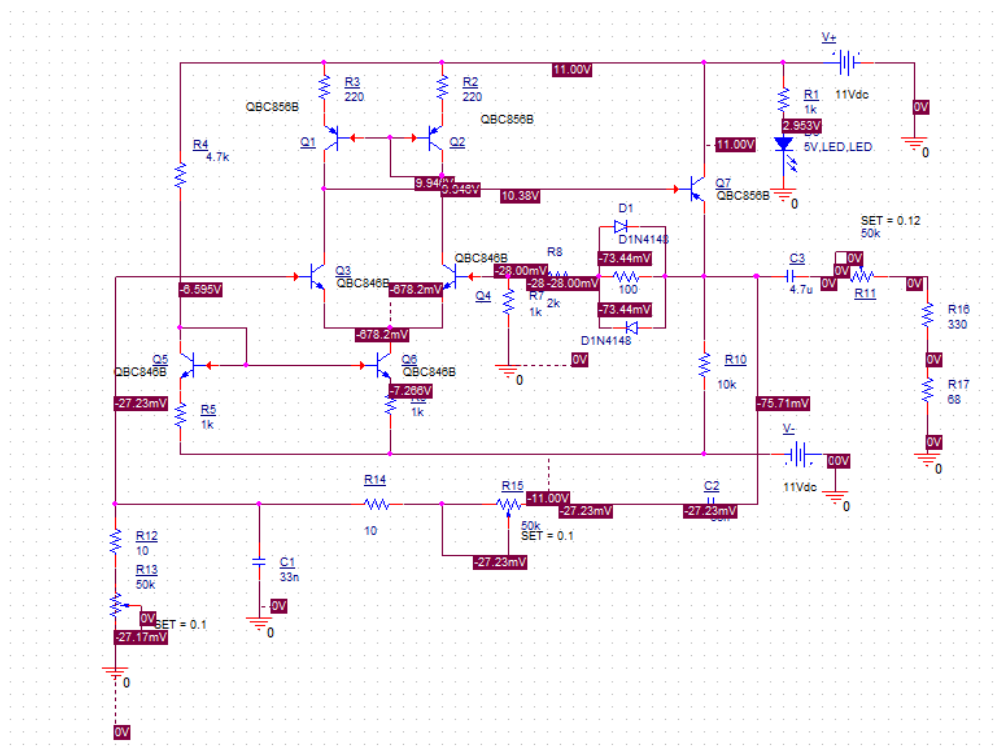
4.1. Schema electrica a montajului



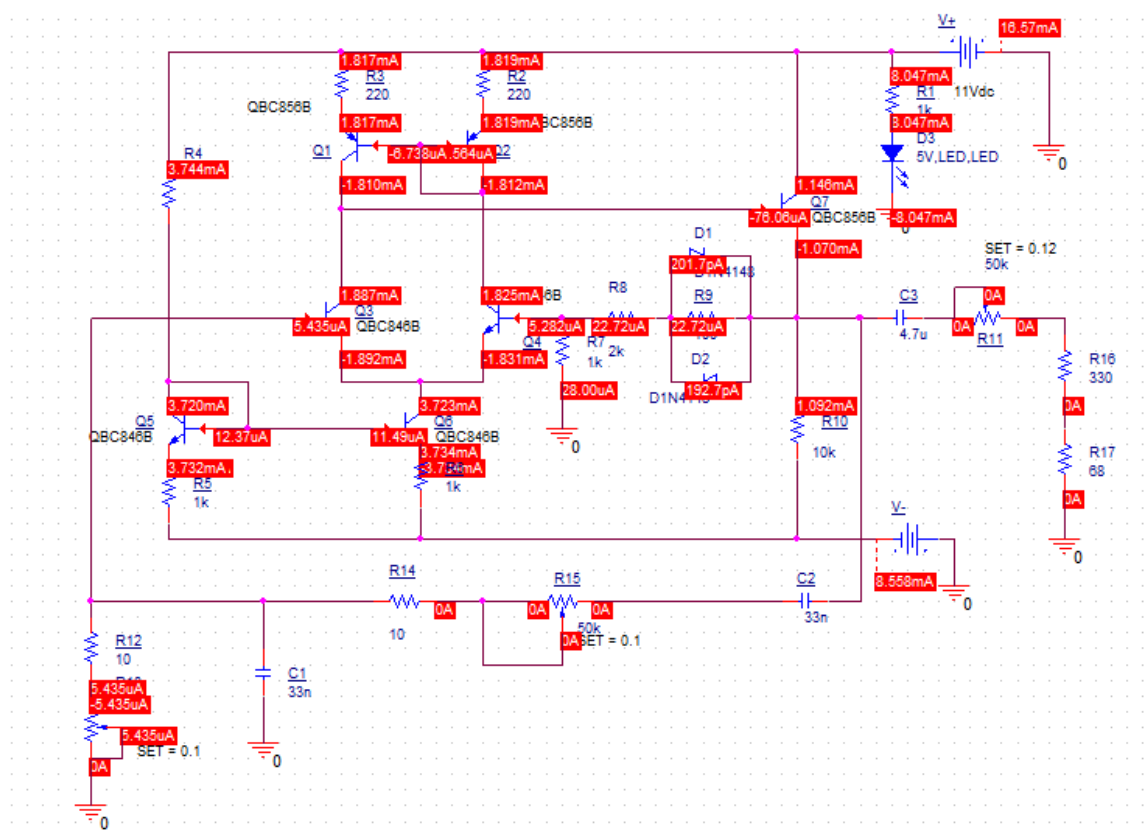
Se apasă pe *butonul I* pentru a vizualiza valorile intensităților curenților și pe *V* pentru a vizualiza valorile tensiunilor. *Butonul W* reprezintă puterea prin fiecare componentă.



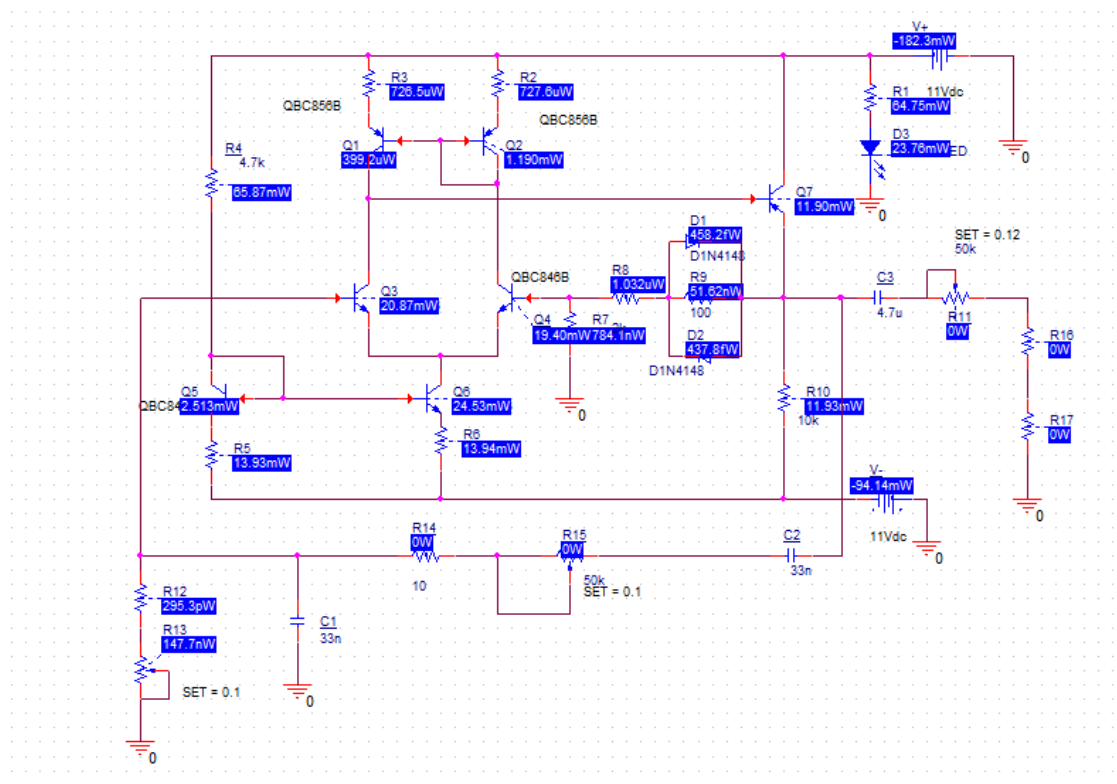
Vizualizarea tensiuni:



Vizualizarea curentului:

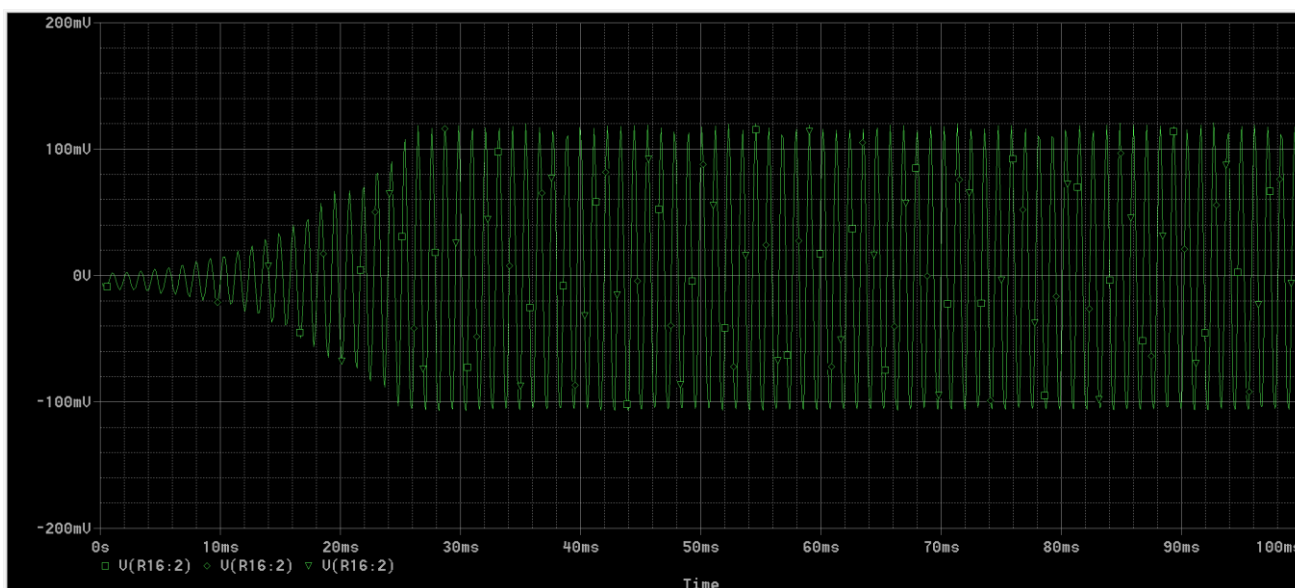


Vizualizarea puteri:



4.2. Simularea montajului electric

Variația tensiunii de ieșire în funcție de timp

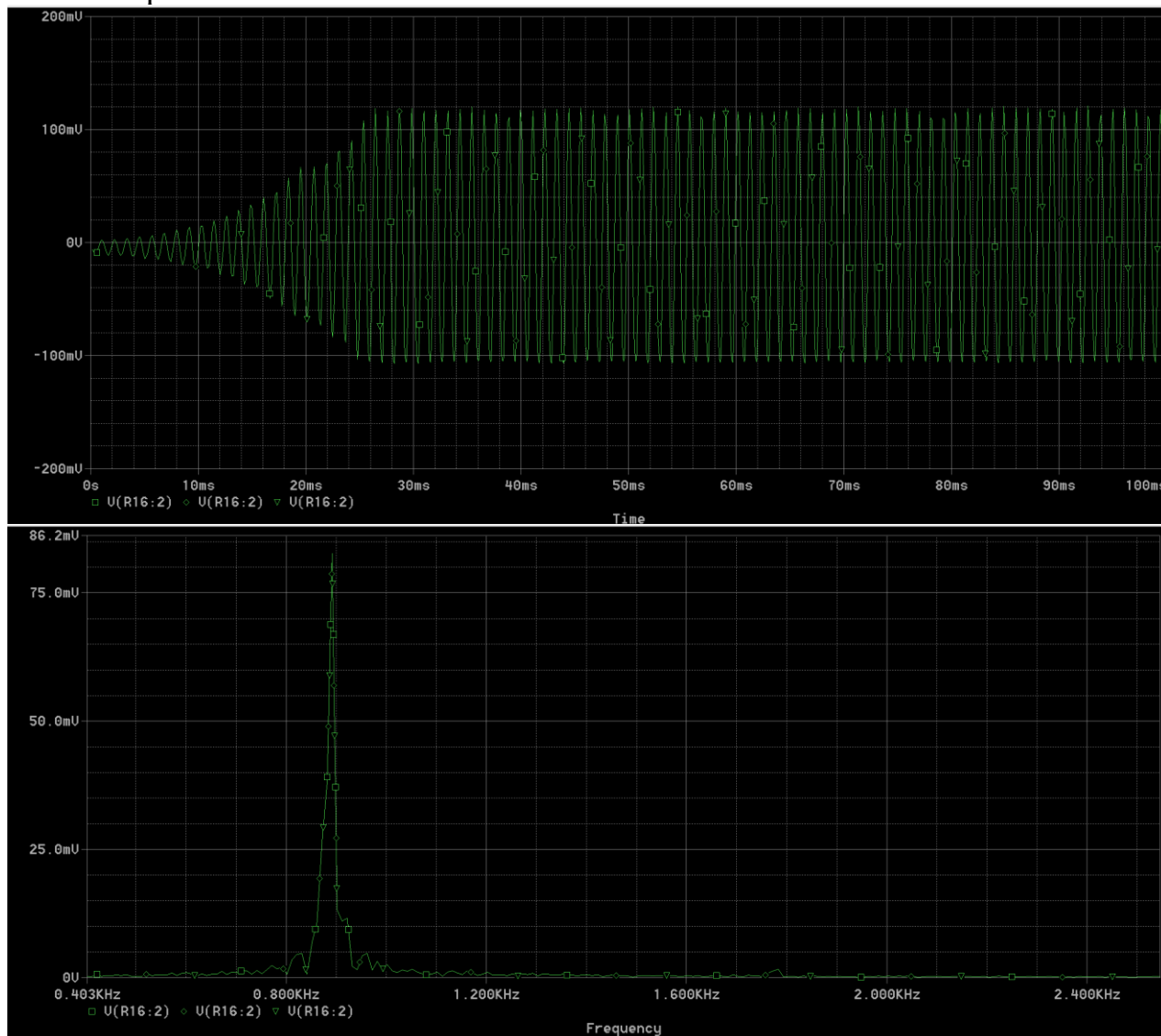


Tensiunea de ieșire sinusoidală este reglabilă, iar amplitudinea este cuprinsă în intervalul 0-100 [mV];

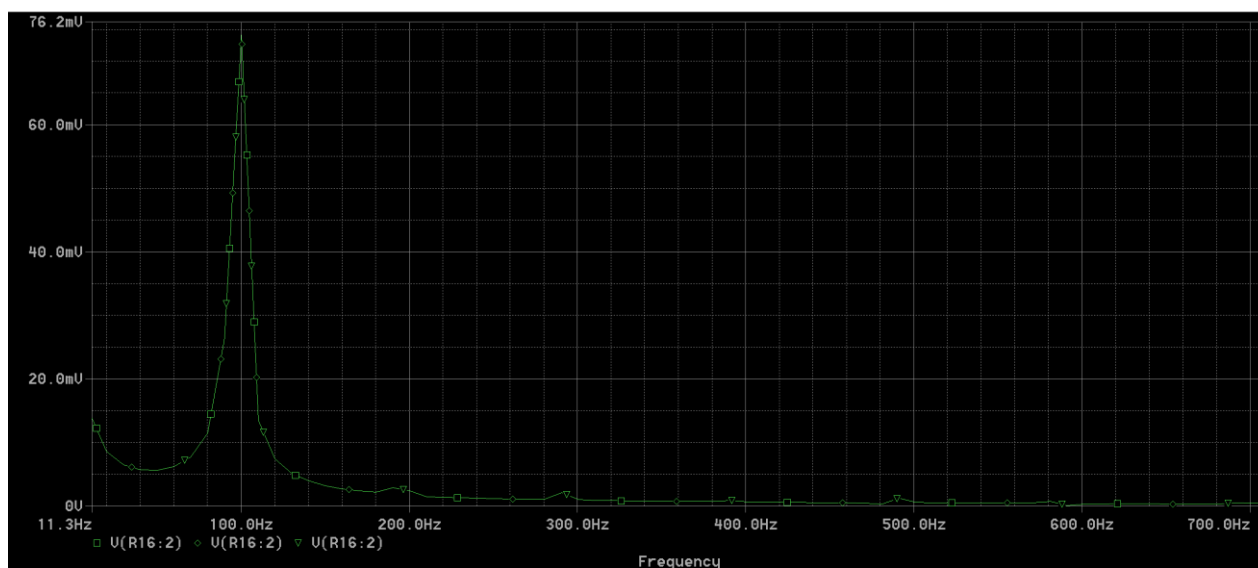
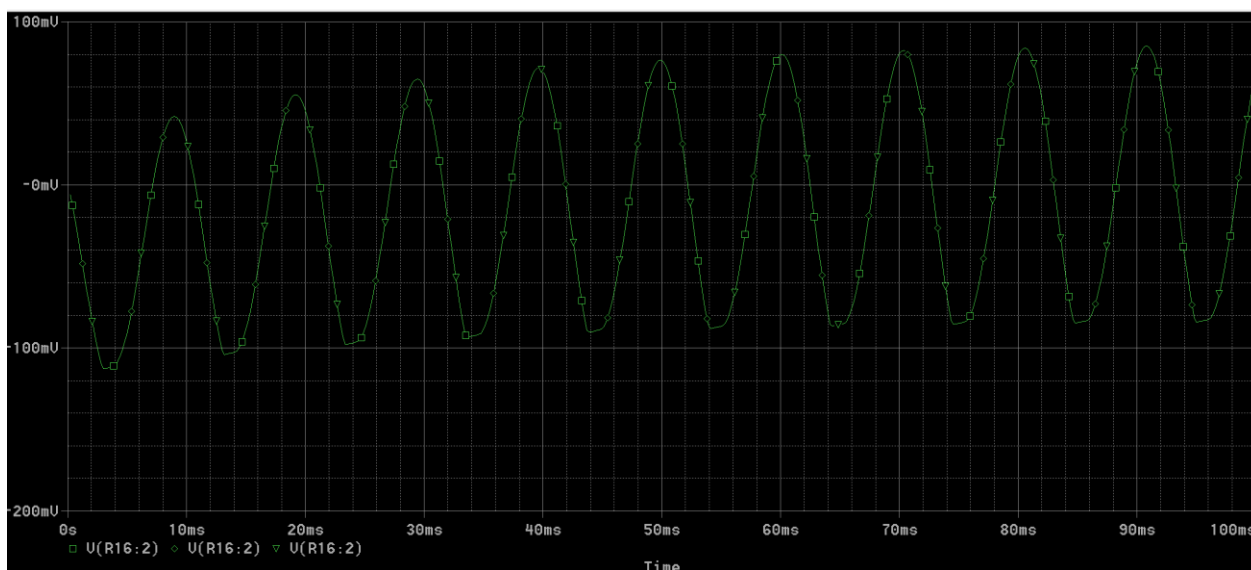
Frecvența de oscilație

Frecvența semnalului de ieșire este reglabilă în intervalul 100-1000 [Hz];

Semnalul pentru $f=1$ kHz:

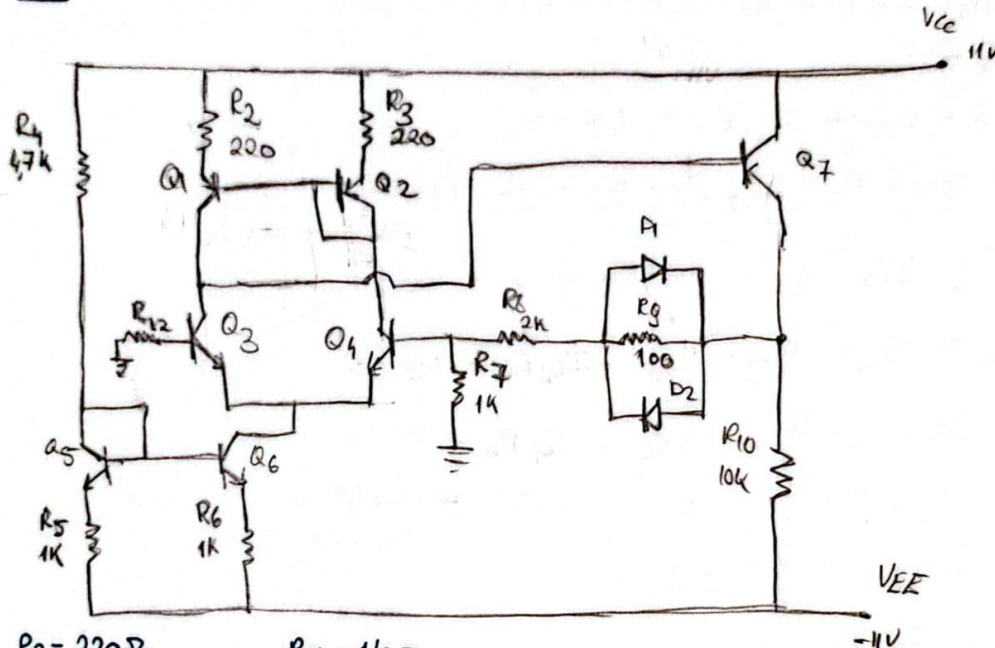


Semnalul pentru $f=100\text{Hz}$:



4.3. Punctul static de funcționare

PSF:



$$\begin{aligned} R_2 &= 220\Omega & R_7 &= 1k\Omega \\ R_3 &= 220\Omega & R_8 &= 2k\Omega \\ R_4 &= 4,7k\Omega & R_9 &= 100\Omega \\ R_5 &= 1k\Omega & R_{10} &= 10k\Omega \\ R_6 &= 1k\Omega \end{aligned}$$

Presupunem: $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7$ în RAN.

$$\beta \text{ mare} \Rightarrow I_B \approx 0 \text{ A} \quad I_C = I_E$$

Aplicăm Minskoff I:

$$V_{CC} - I_5(R_4 + R_5) - V_{BE5} - V_{EE} = 0$$

$$I_5 = \frac{V_{CC} - V_{BE5} - V_{EE}}{R_4 + R_5} = \frac{11 - 0,6 + 11}{4,7 + 1} = 3,75 \text{ mA}$$

$$Q_5 \text{ și } Q_6 \text{ formează oglindă de curent } I_5 = I_6 = 3,75 \text{ mA}$$

$$Q_3 \approx Q_4 \Rightarrow I_3 = I_4 = \frac{I_6}{2} = \frac{3,75}{2} = 1,875 \text{ mA}$$

$$Q_1 \text{ și } Q_2 \text{ iar formează o oglindă: } I_1 = I_2 = I_3 = 1,875 \text{ mA} \\ \Rightarrow I_{C7} = 1,1 \text{ mA.}$$

$$I_{C7} \cdot R_{10} = V_{BE7} + V_{CE6} + I_{C6} \cdot R_6$$

$$V_{CE6} = I_{C7} \cdot R_{10} - V_{BE7} - I_{C6} \cdot R_6$$

$$V_{CE6} = I_{C7} \cdot R_{10} - V_{BE4} - I_{C6} R_6$$

$$V_{CE6} = 1,1 \cdot 10 - 0,6 - 3,75 \cdot 1 = 6,65 \text{ V}$$

$$V_{CC} - V_{EC7} = 0$$

$$V_{CC} - V_{EC7} - I_{C7} \cdot R_{10} - V_{EE} = 0$$

$$V_{EC7} = V_{CC} - I_{C7} \cdot R_{10} - V_{EE} = 11 - 1,1 \cdot 10 + 11 = 11 \text{ V}$$

$$V_{B7} = V_{EC7} - V_{BE7} = 11 - 0,6 = 10,4 \text{ V}$$

$$V_{CC} - V_{CB7} - V_{CE3} - V_{CE6} - I_{C6} R_6 - V_{EE} = 0$$

$$V_{CE3} = V_{CC} - V_{CB7} - V_{CE6} - I_{C6} R_6 - V_{EE}$$

$$V_{CE3} = 11 - 10,4 - 6,65 - 3,75 \cdot 1 + 11 = 1,2 \text{ V}$$

$$V_{CE4} = 1,2 \text{ V} \quad (Q_3 \equiv Q_4)$$

$$V_{CC} - I_{C1} \cdot R_3 - V_{EC1} - V_{BE7} - I_{C7} \cdot R_{10} - V_{EE} = 0$$

$$V_{EC1} = V_{CC} - I_{C1} \cdot R_3 - V_{BE7} - I_{C7} \cdot R_{10} - V_{EE}$$

$$V_{EC1} = 11 - 1,875 \cdot 20 \cdot 10^3 - 0,6 - 1,1 \cdot 10 + 11 = 9,98 \text{ V}$$

$$Q_1 \begin{cases} V_{BE1} = 0,6 \text{ V} \\ V_{EC1} = 9,98 \text{ V} \Rightarrow \text{RAN} \\ I_{C1} = 1,875 \text{ mA} \end{cases} \quad Q_2 \begin{cases} V_{BE2} = 0,6 \text{ V} \\ V_{EC2} = 0,6 \text{ V} \Rightarrow \text{Limité de RAN} \\ I_{C2} = 1,875 \text{ mA} \end{cases}$$

$$Q_3 \begin{cases} V_{CE3} = 1,2 \text{ V} \\ V_{BE3} = 0,6 \text{ V} \Rightarrow \text{RAN} \\ I_{C3} = 1,875 \text{ mA} \end{cases} \quad Q_4 \begin{cases} V_{CE4} = 1,2 \text{ V} \\ V_{BE4} = 0,6 \text{ V} \Rightarrow \text{RAN} \\ I_{C4} = 1,875 \text{ mA} \end{cases}$$

$$Q_5 \begin{cases} V_{CE5} = 0,6 \text{ V} \\ V_{BE5} = 0,6 \text{ V} \Rightarrow \text{Limité de RAN} \\ I_{C5} = 3,75 \text{ mA} \end{cases} \quad Q_6 \begin{cases} V_{CE6} = 6,65 \text{ V} \Rightarrow \text{RAN} \\ V_{BE6} = 0,6 \text{ V} \\ I_{C6} = 3,75 \text{ mA} \end{cases}$$

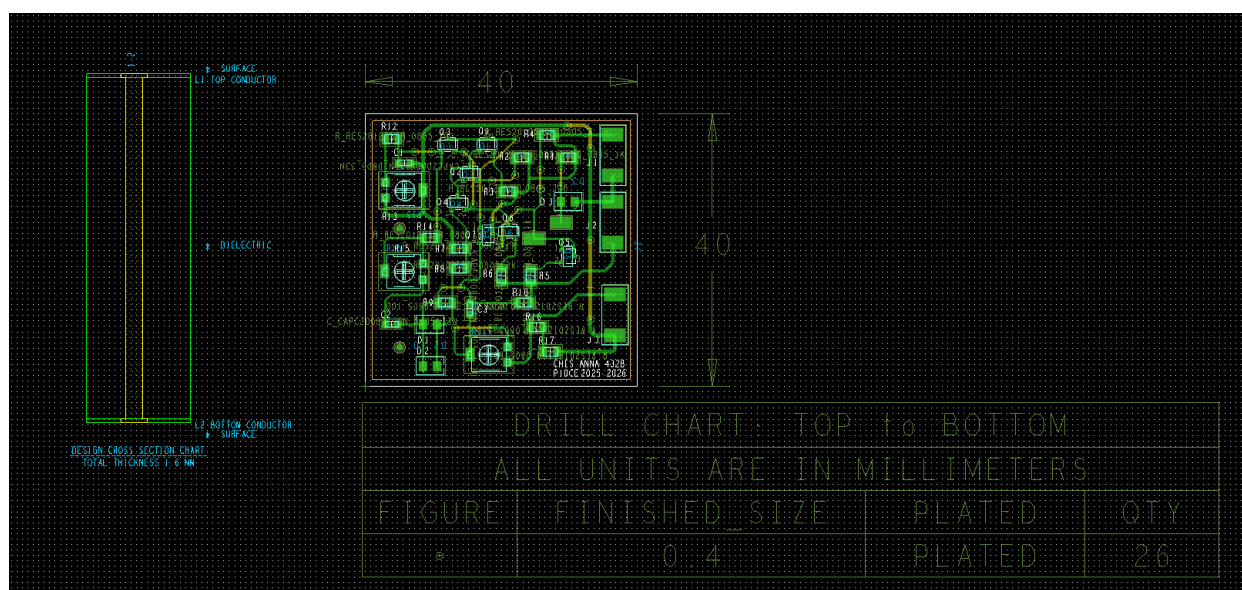
$$Q_7 \begin{cases} V_{CE7} = 11 \text{ V} \Rightarrow \text{RAN} \\ V_{BE7} = 0,6 \text{ V} \\ I_{C7} = 1,1 \text{ mA} \end{cases}$$

4.4. Bill of Materials

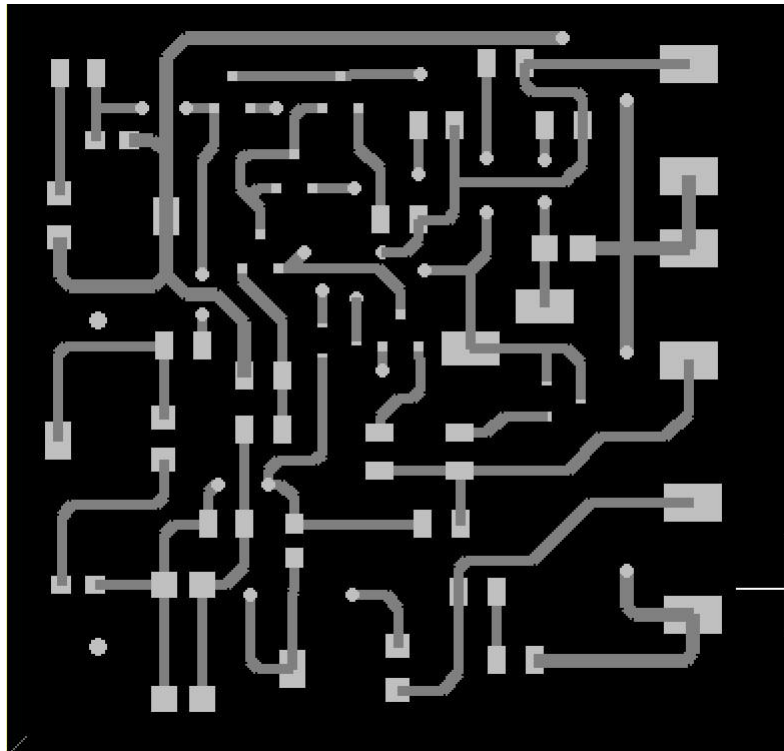
Nr. Crt.	Nume	Catalog	Cod distrib	Nume prod	Prod	Clasă	Cantitate
5	10	(LINK)	SMD0805-10R-5%	0805S8J0100T5E	ROYAL OHM	rezistor	2
9	68	(LINK)	SMD0805-68R-1%	0805S8F680JT5E	ROYAL OHM	rezistor	1
11	100	(LINK)	SMD0805-100R-5%	0805S8J0101T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
13	220	(LINK)	SMD0805-220R-5%	0805S8J0221T5E	ROYAL OHM	rezistor	2
14	330	(LINK)	SMD0805-330R-5%	0805S8J0331T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
20	1k	(LINK)	SMD0805-1K-5%	0805S8J0102T5E	ROYAL OHM	rezistor	4
23	2k	(LINK)	SMD0805-2K-5%	0805S8J0202T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
28	4.7k	(LINK)	SMD0805-4K7-5%	0805S8J0472T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
33	10k	(LINK)	SMD0805-10K-5%	0805S8J0103T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
54	50k	(LINK)	3314G-1-503E	3314G-1-503E	BOURNS	potențiomtru	3
68	33nF	(LINK)	VJ0805Y333KXACW1BC	VJ0805Y333KXACW1BC	VISHAY	condensator	2
75	4.7uF	(LINK)	CL21A475KAQNNNG	CL21A475KAQNNNG	SAMSUNG	condensator	1
77	4148	(LINK)	1N4148-0805	CD4148WS(0805C)	DC Components	diodă pn	2
78	LED	(LINK)	OF-SMD2012B	OF-SMD2012B	OPTOFLASH	LED	1
86	PNP	(LINK)	BC856B	BC856B	DIOTEC	tranzistor bipolar	3
87	NPN	(LINK)	BC846B	BC846B	DIOTEC	tranzistor bipolar	4

Capitolul 5: Proiectarea și realizarea circuitului în tehnologie SMD & PCB

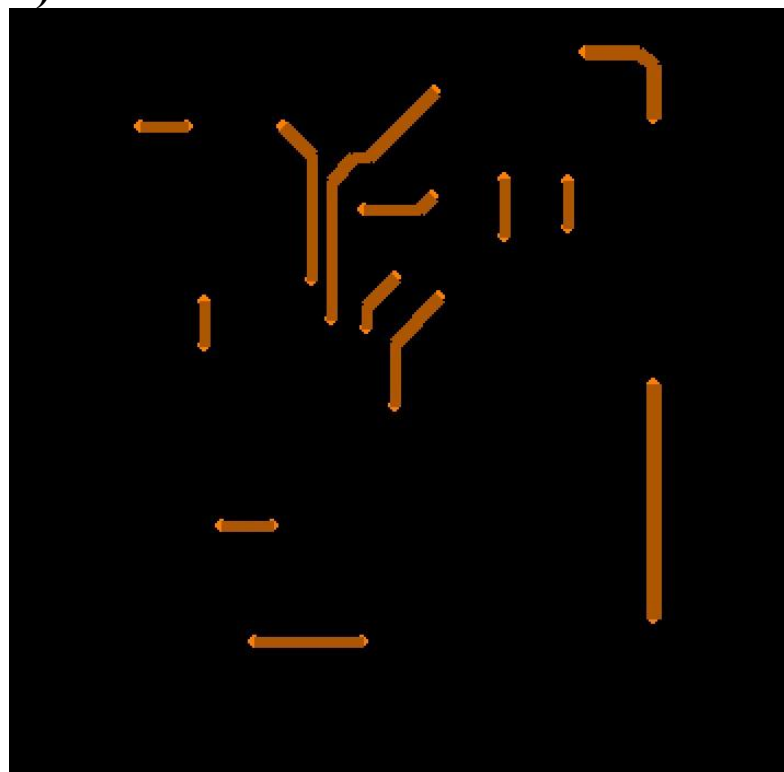
5.1 Imaginea generală a modulului electronic în Layout



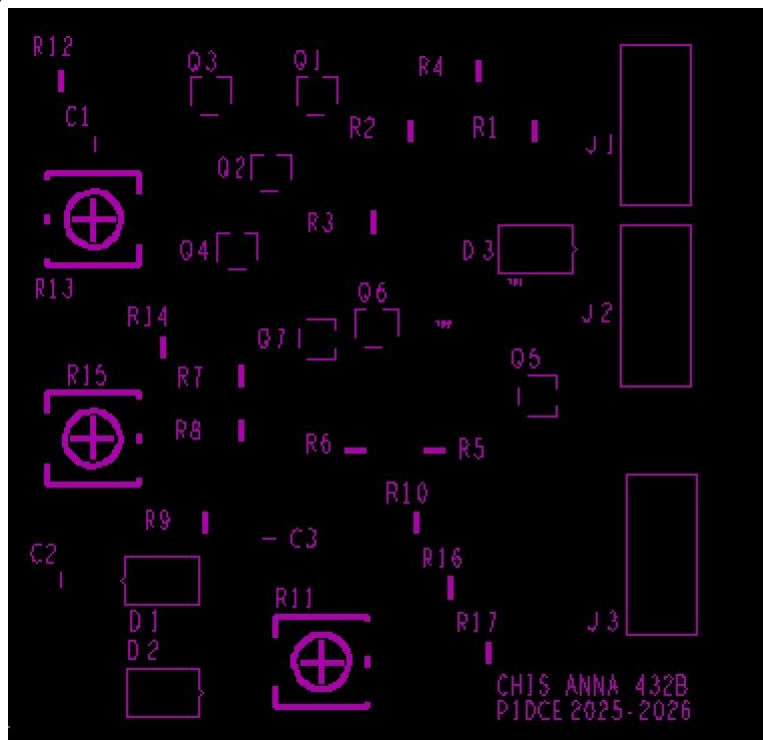
5.2 Imaginea structurii de interconectare (layer-ul electric TOP)



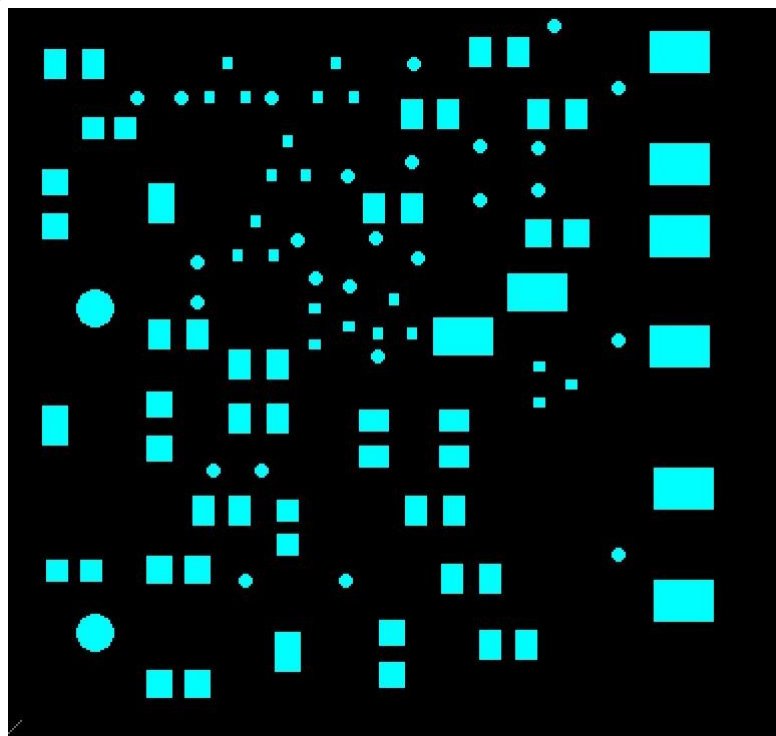
5.3 Imaginea structurii de interconectare (layer-ul electric BOTTOM)



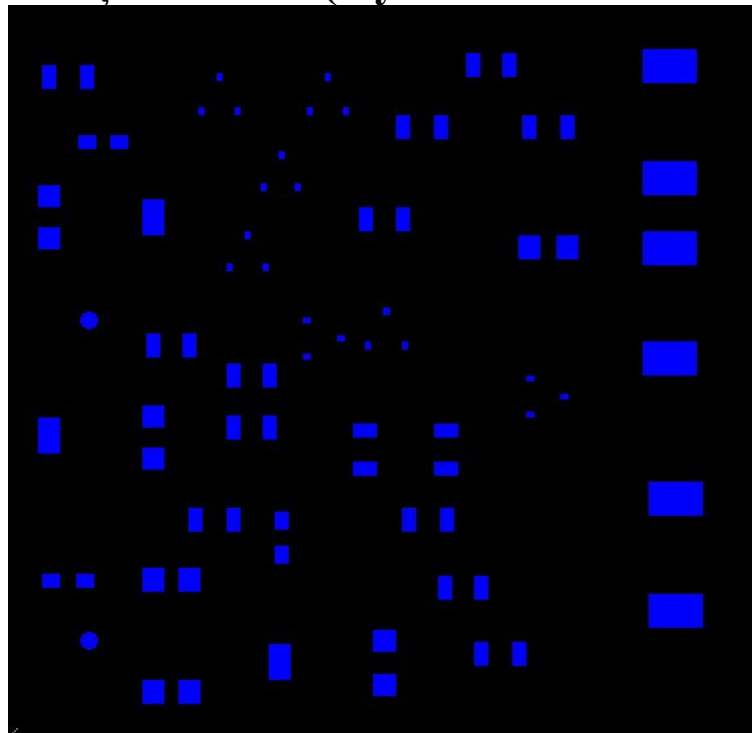
5.4 Imaginea măștii de inscripționare (layer-ul neelectric SSTOP)



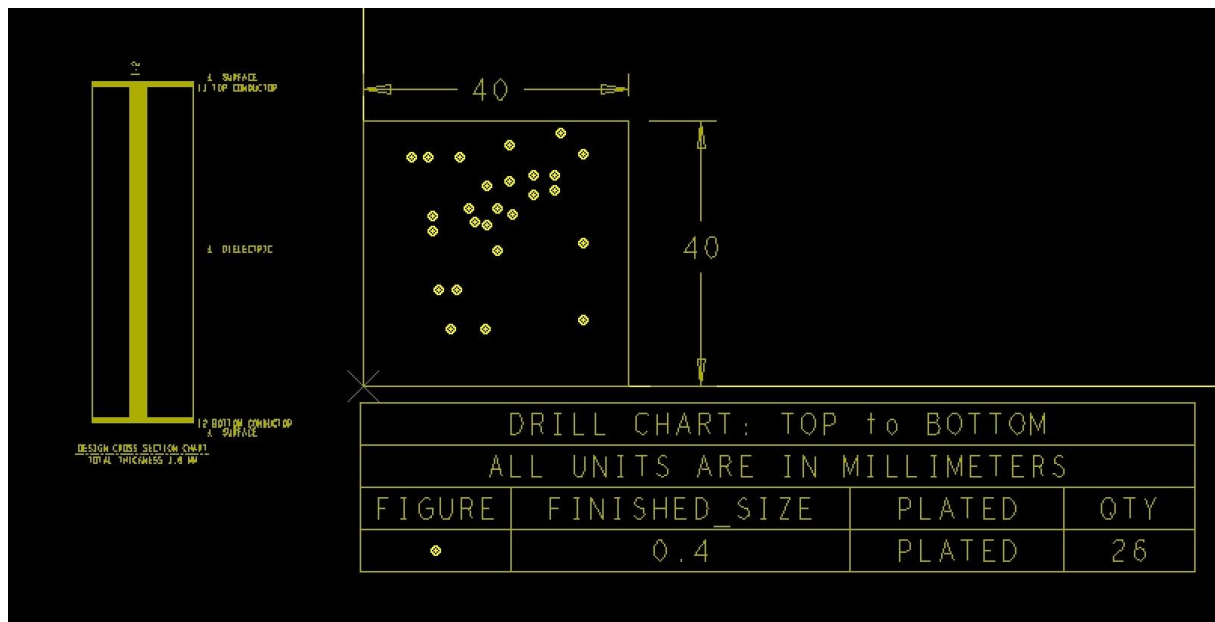
5.5 Imaginea măștii de protecție (layer-ul neelectric SMTOP)



5.6 Imaginea șablonului (layer-ul neelectric SPTOP)



5.7 Imaginea layer-ului neelectric mecanic (FAB)

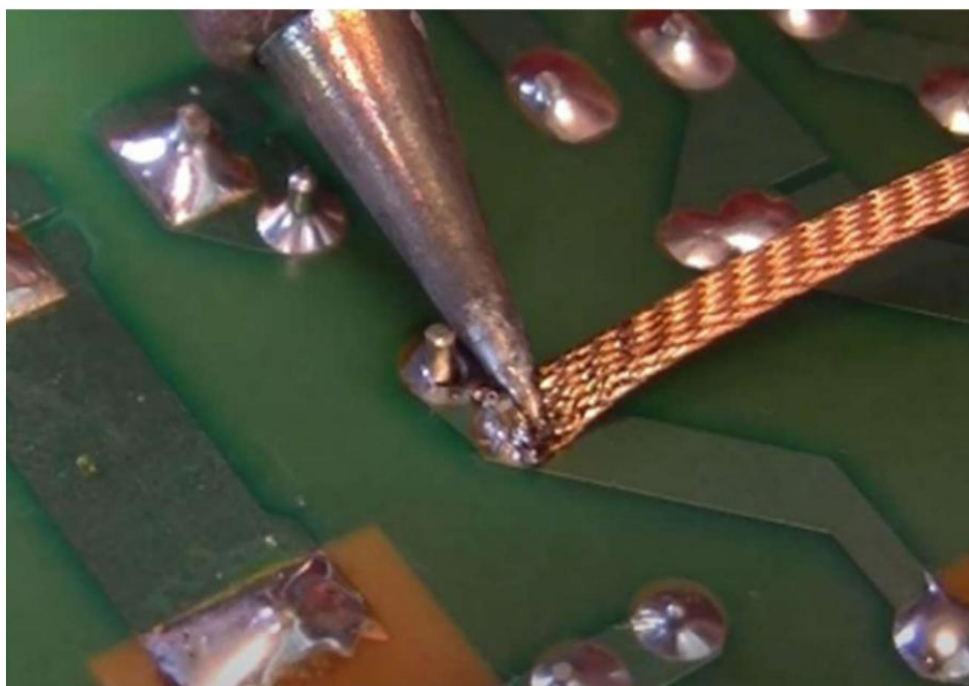


5.8. Procesul de Asamblare și Lipire

Implementarea fizică a proiectului presupune asamblarea componentelor pe cablajul imprimat prin realizarea unor conexiuni electrice și mecanice durabile. Acest proces se bazează pe utilizarea unui aliaj de lipire tip SnAgCu, aplicat cu ajutorul unei stații de lipit, al cositorului și al fluxului. Deși multe tipuri de cositor includ deja un nucleu de flux în centrul firului pentru a simplifica procedura, utilizarea unui agent chimic suplimentar este adesea necesară pentru o pregătire riguroasă a suprafețelor. Rolul principal al fluxului este acela de a decapa terminalele, eliminând oxizii și impuritățile care ar putea compromite calitatea îmbinării metalice.

În ceea ce privește procedura de lucru, menținerea unei temperaturi constante de aproximativ 370°C la nivelul vârfului de lipit este esențială pentru a asigura o fuziune optimă fără a supraîncălzi componentele sensibile. O bună practică pentru întreținerea echipamentului constă în păstrarea unui strat rezidual de aliaj pe vârful ciocanului de lipit la finalul lucrului; această metodă previne oxidarea metalului în perioadele de inactivitate.

Pentru situațiile în care este necesară corectarea unor erori sau îndepărtarea surplusului de aliaj, se apelează la tresa absorbantă. Utilizarea corectă a acesteia presupune poziționarea benzii de cupru între zona vizată și vârful încins al stației de lipit. Odată ce temperatura de topire este atinsă, aliajul este transferat prin capilaritate de pe PCB direct pe tresa. Este esențial ca această manevră să fie executată prin mișcări perpendiculare, evitând frecarea orizontală care ar putea duce la desprinderea accidentală a pad-urilor de cupru de pe substratul izolator al circuitului.



Capitolul 6: Manual de Utilizare

Oscilatorul de audiofrecvență cu semnal sinusoidal este un dispozitiv de precizie, proiectat pentru a genera semnale stabile în condiții specifice de operare. Pentru a asigura o funcționare optimă, acesta trebuie utilizat într-o configurație de alimentare bipolară, cu o tensiune de linie de 11V și o impedanță de sarcină 400 Ω .

Instrucțiuni de Conectare și Utilizare:

- Alimentarea circuitului: Se va respecta polaritatea sursei de tensiune, conectând borna pozitivă la VCC (+11V), borna negativă la VEE (-11V) și borna de referință la GND (Masă).
- Manevrarea în siguranță: Se recomandă prinderea plăcii exclusiv de margini pentru a evita descărcările electrostatice sau deteriorarea mecanică a componentelor.
- Integritatea sistemului: Nu se recomandă modificarea valorilor componentelor sau înlocuirea acestora, deoarece orice abatere de la schema originală poate duce la instabilitatea semnalului sau ieșirea din parametrii de proiectare.
- Măsurile de protecție în funcționare: Se va evita atingerea contactelor electrice sau a componentelor în timpul alimentării, pentru a preveni perturbațiile parazite sau riscul de scurtcircuit.
- Condiții de mediu: Dispozitivul trebuie păstrat într-un mediu uscat, ferit de umiditate excesivă și de expunerea directă la radiații solare sau temperaturi extreme pe perioade îndelungate.
- Siguranță generală: Produsul conține componente de mici dimensiuni și terminale ascuțite; prin urmare, nu se va lăsa la îndemâna copiilor fără supravegherea unui adult.

Capitolul 7: Concluzii

Proiectul a avut ca obiectiv principal analiza, proiectarea și verificarea prin simulare a unui oscilator sinusoidal de audiofrecvență realizat pe baza configurației cu Punte Wien. În cadrul lucrării a fost demonstrată validitatea teoretică a funcționării circuitului prin aplicarea criteriului Barkhausen, fiind confirmate condițiile necesare de fază și câștig pentru inițierea și menținerea oscilațiilor stabile.

Simulările efectuate au susținut pe deplin analiza teoretică, evidențiind obținerea unei forme de undă sinusoidale curate și stabile în intervalul de frecvență 100 Hz – 1 kHz. Totodată, s-a observat comportamentul liniar al etajului de amplificare cu tranzistoare bipolare, precum și rolul crucial al reacției negative în stabilizarea amplitudinii și reducerea distorsiunilor.

O etapă esențială a proiectului a fost realizarea layout-ului fizic și a planului de plantare pentru montajul componentelor SMD pe un PCB dedicat. Această fază a demonstrat capacitatea de a transpune schema electrică într-o implementare practică modernă, optimizată din punct de vedere al traseelor, al zgomotului electric și al integrării compacte. Utilizarea componentelor SMD a permis obținerea unui design mai robust, cu dimensiuni reduse și cu o dispunere eficientă a elementelor de reglaj.

În concluzie, proiectul îndeplinește integral cerințele temei atât din perspectiva proiectării, cât și a simulării. Schema electrică finală, împreună cu layout-ul realizat pentru montajul SMD, constituie o bază solidă pentru etapa următoare de realizare fizică și testare experimentală în laborator, asigurând premisele funcționării corecte a oscilatorului ca generator de semnal audio.

Capitolul 8: Bibliografie

- G. Brezeanu, F. Draghici, F. Mitu, G. Dilimot, Circuite electronice fundamentale - probleme, Editura Rosetti Educational, Bucuresti, editia II–2008;
- G. Brezeanu, F. Drăghici, Circuite electronice fundamentale, Ed. Niculescu, București, 2013;
- <https://www.rasfoiesc.com/inginerie/electronica/>
- <https://electronics.stackexchange.com/>
- <https://sites.google.com/site/bazeleelectronicii/home/oscilatoare/4-oscilatorul-punte-wien>