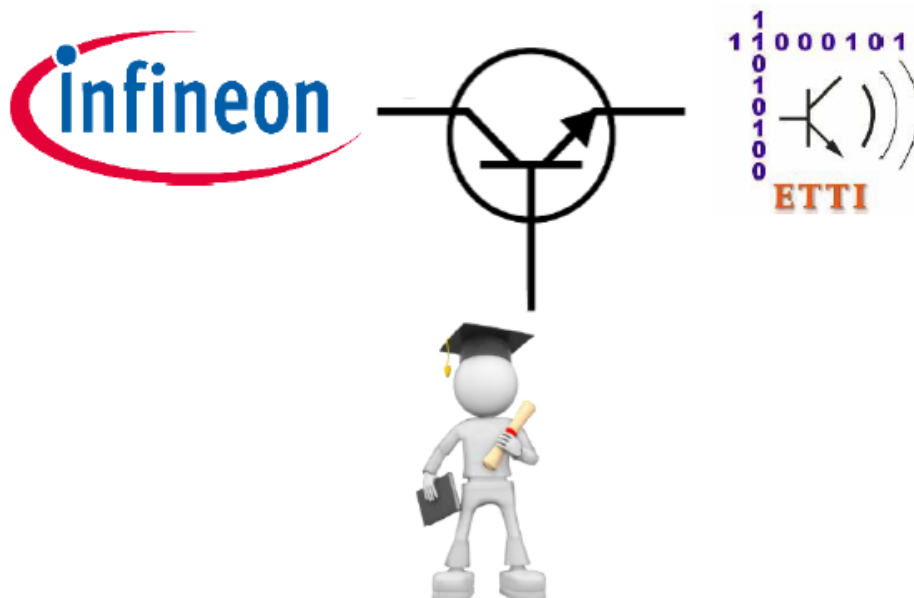


Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București
Anul universitar 2024-2025

Proiect 1

Proiectarea și realizarea unui preamplificator audio cu amplificarea controlată de tensiune

N=2



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

Student: Saucă Alexandru Andrei
grupa 434 B

Cuprins

I. Introducere.....	3
II. Date inițiale de proiectare.....	3
2.1. Descriere temei.....	3
2.2. Schema bloc a montajului electric.....	4
III. Conținutul tehnic al proiectului.....	5
3.1. Schema electrică a montajului electric.....	5
3.2. Simularea preamplificatorului audio cu control în tensiune cu tensiunea exterioară de valoare 0V, 1V, 2V.....	5
3.3. Puncte statice de funcționare (PSF).....	7
3.4. Bill of Materials.....	12
IV. Proiectarea și realizarea circuitului în tehnologie SMT și PCB.....	13
4.1. Imaginea generală a modului electronic în Layout.....	13
4.2. Imaginea structurii de interconectare (layer-ul electric TOP).....	14
4.3. Imaginea structurii de interconectare (layer-ul electric BOTTOM).....	14
4.4. Imaginea măștii de protecție (layer-ele neelectrice SMTOP, SMBOT).....	15
4.5. Imaginea măștii de inscripționare (layer-ul neelectric SSTOP).....	15
4.6. Imaginea șablonului (layer-ul neelectric SPTOP).....	16
4.7. Imaginea desenului de gaurire (NC-Drill).....	16
4.8. Imaginea layer-ului neelectric mecanic (FAB).....	17
V. Asamblare PCB.....	17
5.1. Unelte necesare.....	17
5.2. Procedura de lipire.....	18
VI. Manual de utilizare.....	18
VII. Concluzii.....	19
VIII. Bibliografie.....	20

I. Introducere

Un **preamplificator audio cu control în tensiune (VCA)** este un amplificator electronic care își variază câștigul în funcție de o tensiune de control (deseori prescurtat CV).

Tensiunea exterioara va permite sa modificati amplificarea semnalului sinusoidal de la intrarea montajului electric.Prin modificarea valorii tensiunii exterioare [0-2V], semnalul de la intrare este amplificat de 0x, 10x, respectiv 20x.

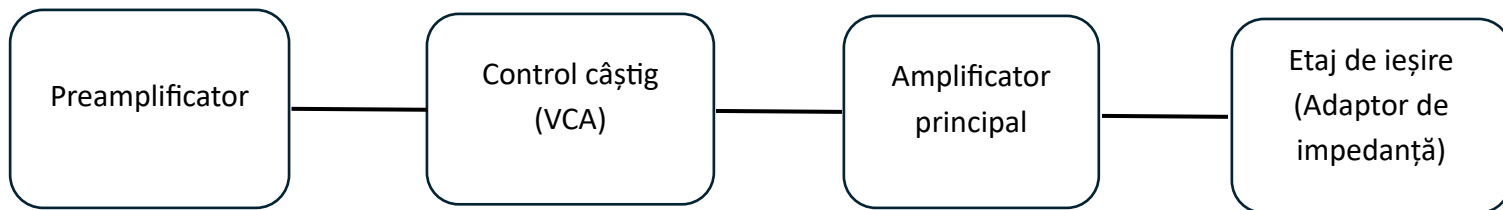
II. Date inițiale de proiectare

2.1. Descrierea temei

Să se proiecteze și să se realizeze practic un preamplificator de audiofrecvență cu control în tensiune având următoarele caracteristici:

- Tensiunea de alimentare unipolară ($V_{CC}=12\text{ V}$) sau bipolară ($V_{CC}=12\text{ V}$, $V_{EE}=-V_{CC}$). Semnalizarea prezenței tensiunii cu LED.
- Tensiune de intrare sinusoidală cu amplitudinea cuprinsă între 0 și 20 mV.
- Frecvența semnalului de intrare de **2 kHz**.
- Tensiunea continuă de control a amplificării cuprinsă între 0 și **2 V**.
- Amplificarea în tensiune controlată cuprinsă între 1 și 20.
- Rezistența de sarcină 700 Ω .

2.2. Schema bloc a montajului electric



- **Etaj de intrare (Preamplificator):**

- Format din tranzistorul Q1Q_1Q1, împreună cu rezistențele R1, R2, R3, și R4, care stabilesc polarizarea și amplificarea.
- Condensatorul C1 servește la cuplarea semnalului de intrare.

- **Etaj de amplificare principală (Driver):**

- Constituit din tranzistorul Q2cu R5 și R6 configurate pentru stabilirea câștigului și a punctului de funcționare.
- Condensatorul C3 asigură decuplarea pentru stabilitatea semnalului.

- **Control al câștigului prin tensiune (Control VCA):**

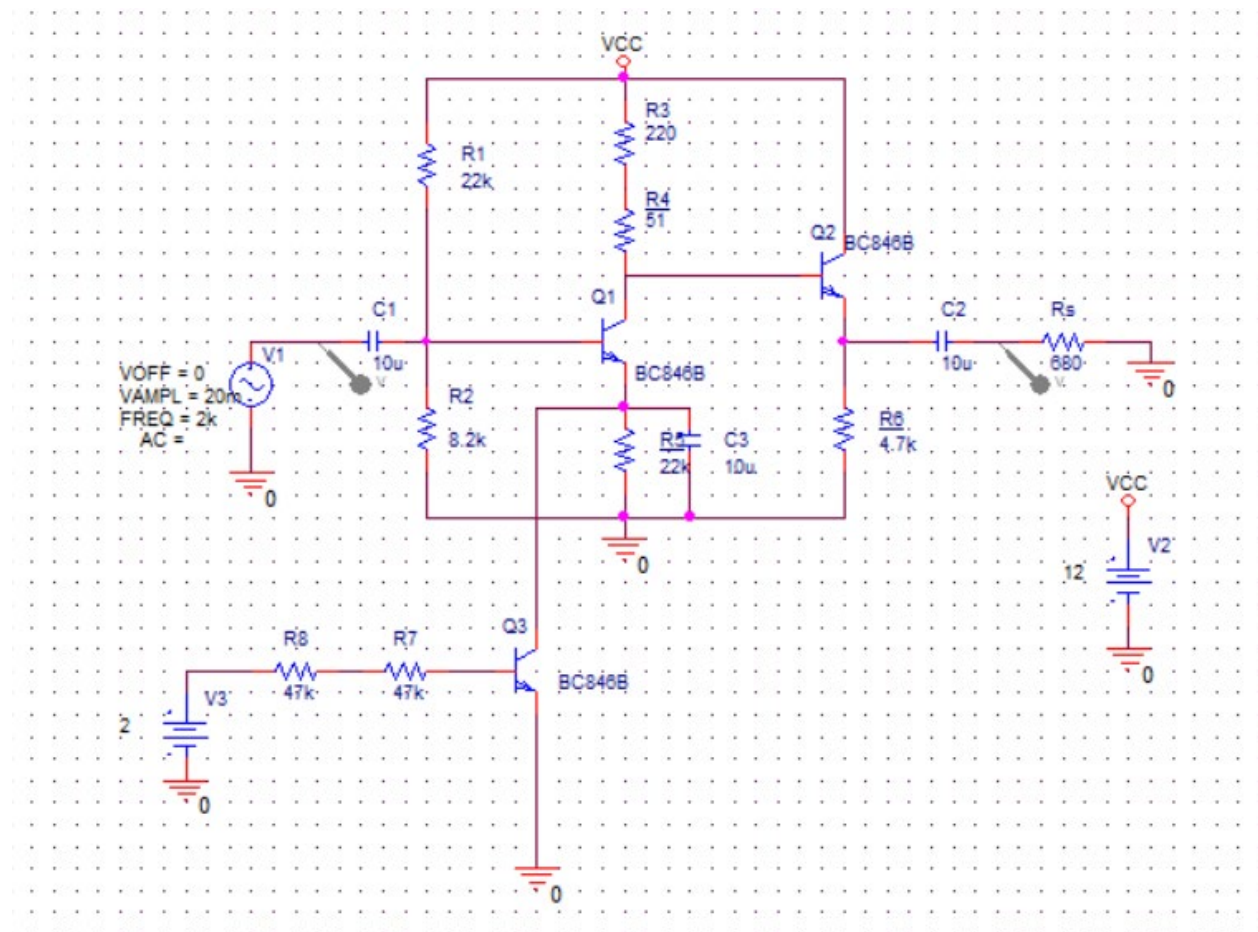
- Format din tranzistorul Q3 și rețeaua de divizare a tensiunii R7 și R8, care reglează polarizarea Q2 printr-o tensiune de control externă (V3).

- **Etaj de ieșire (Adaptor de impedanță):**

- Include rezistența de sarcină R6 și condensatorul de ieșire C2, care asigură cuplarea semnalului amplificat către ieșirea circuitului.

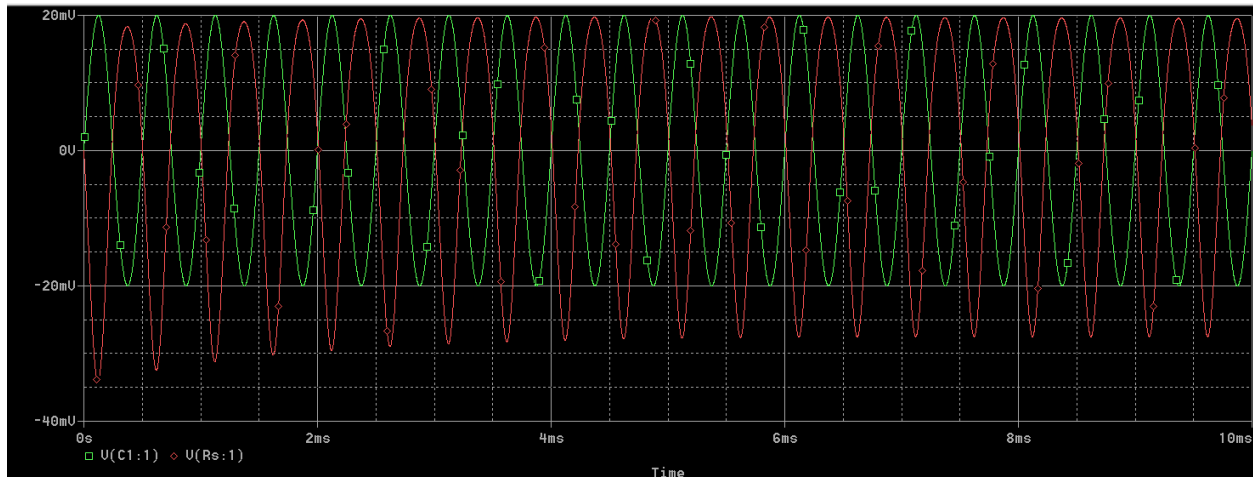
III. Conținutul tehnic al proiectului

3.1. Schema electrică a montajului electric

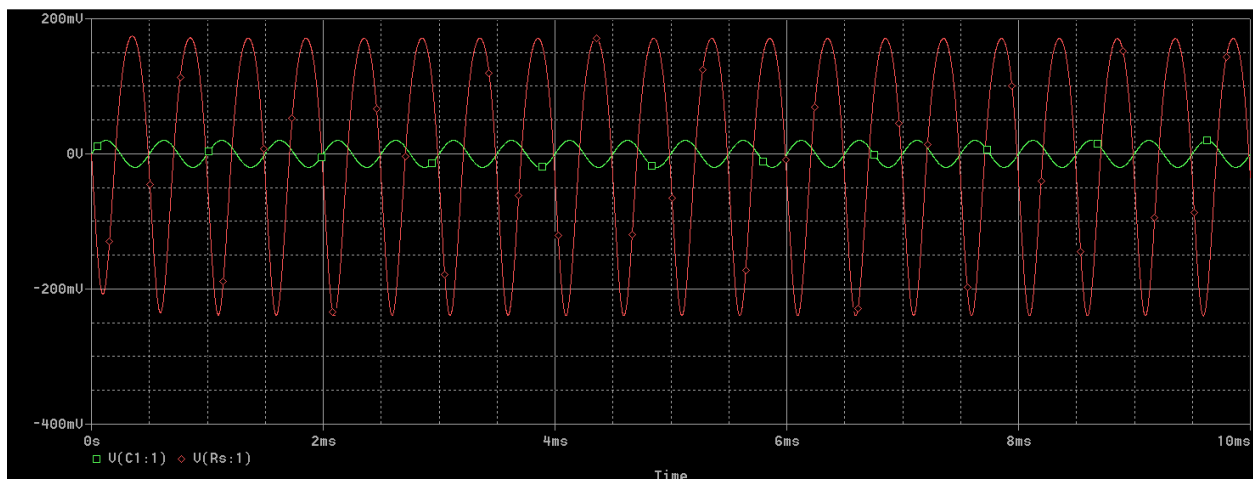


3.2. Simularea preamplificatorului audio cu control în tensiune cu tensiunea exterioară de valoare 0V, 1V, 2V

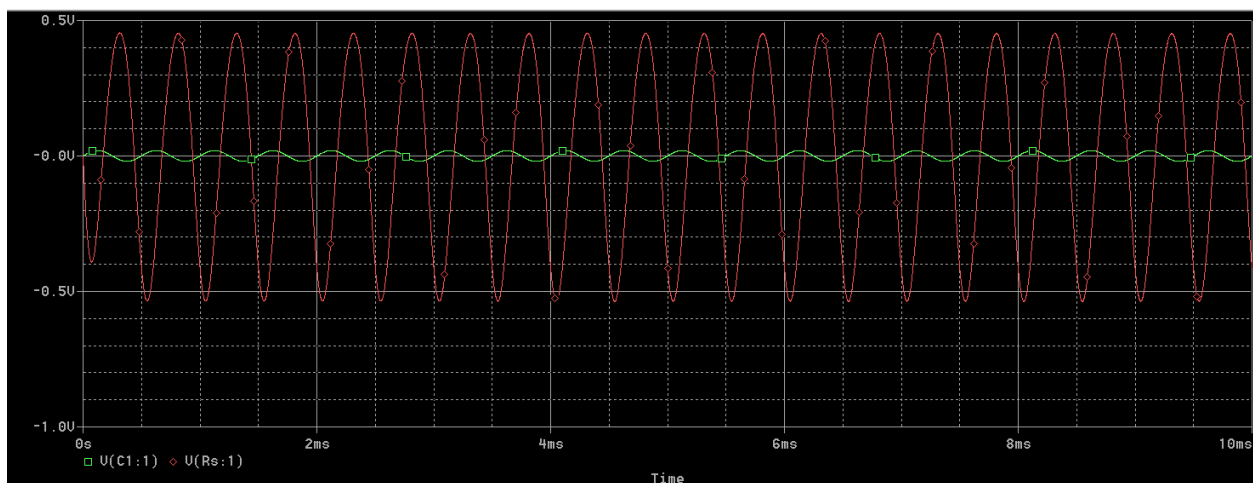
- Tensiune exterioară de valoare 0V:



- Tensiune exterioară de valoare 1V:

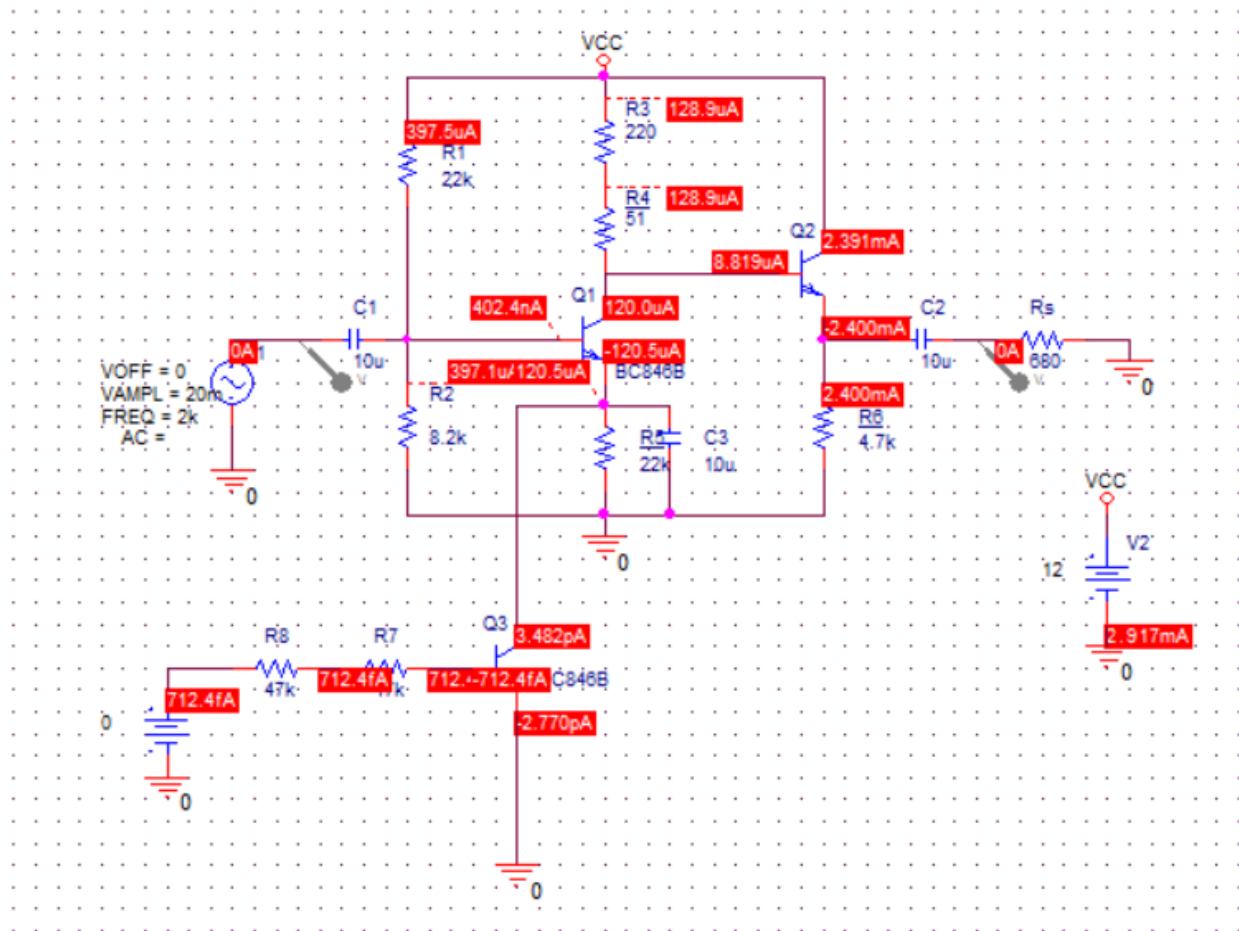


- Tensiune exterioară de valoare 2V:

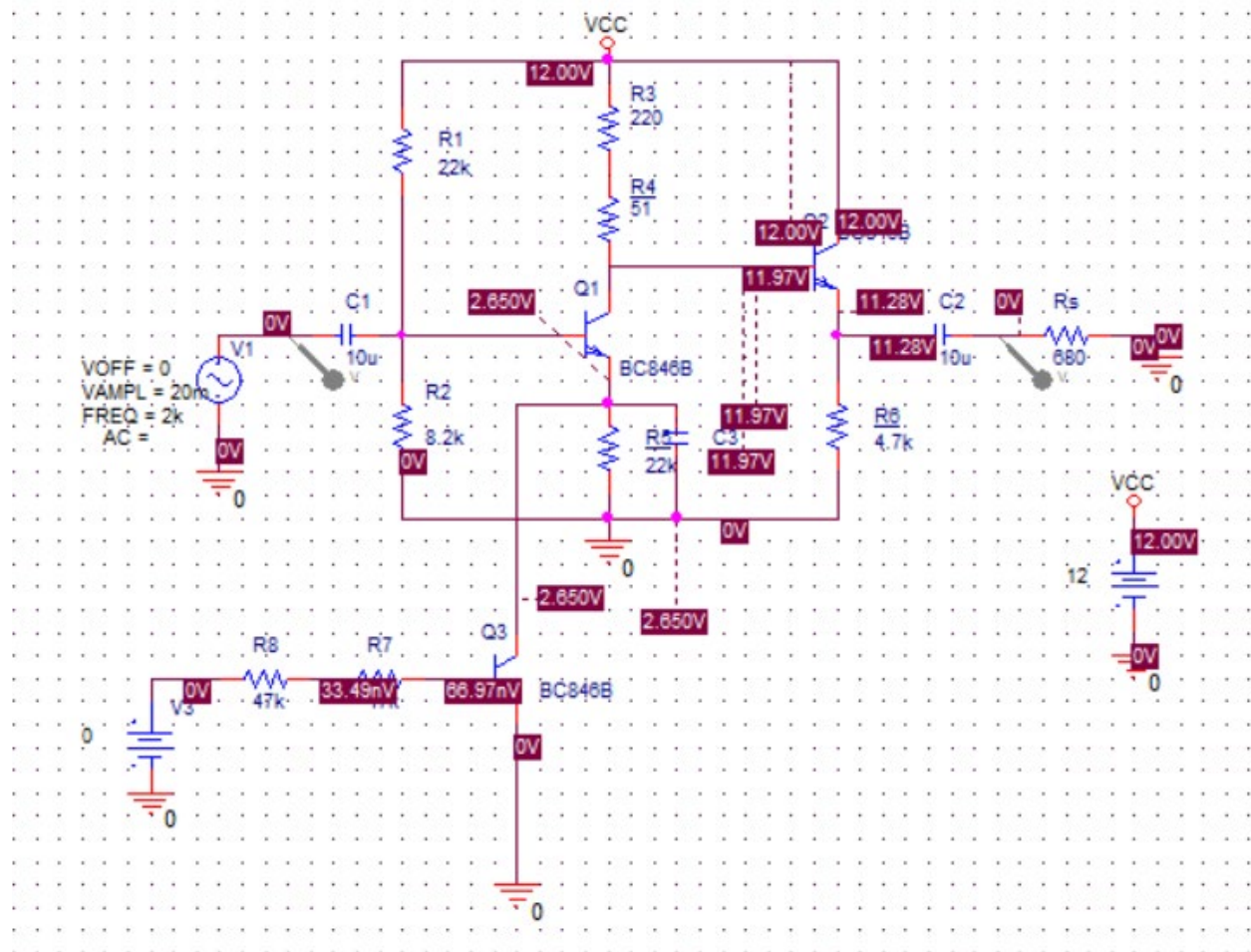


3.3. Puncte statice de funcționare (PSF)

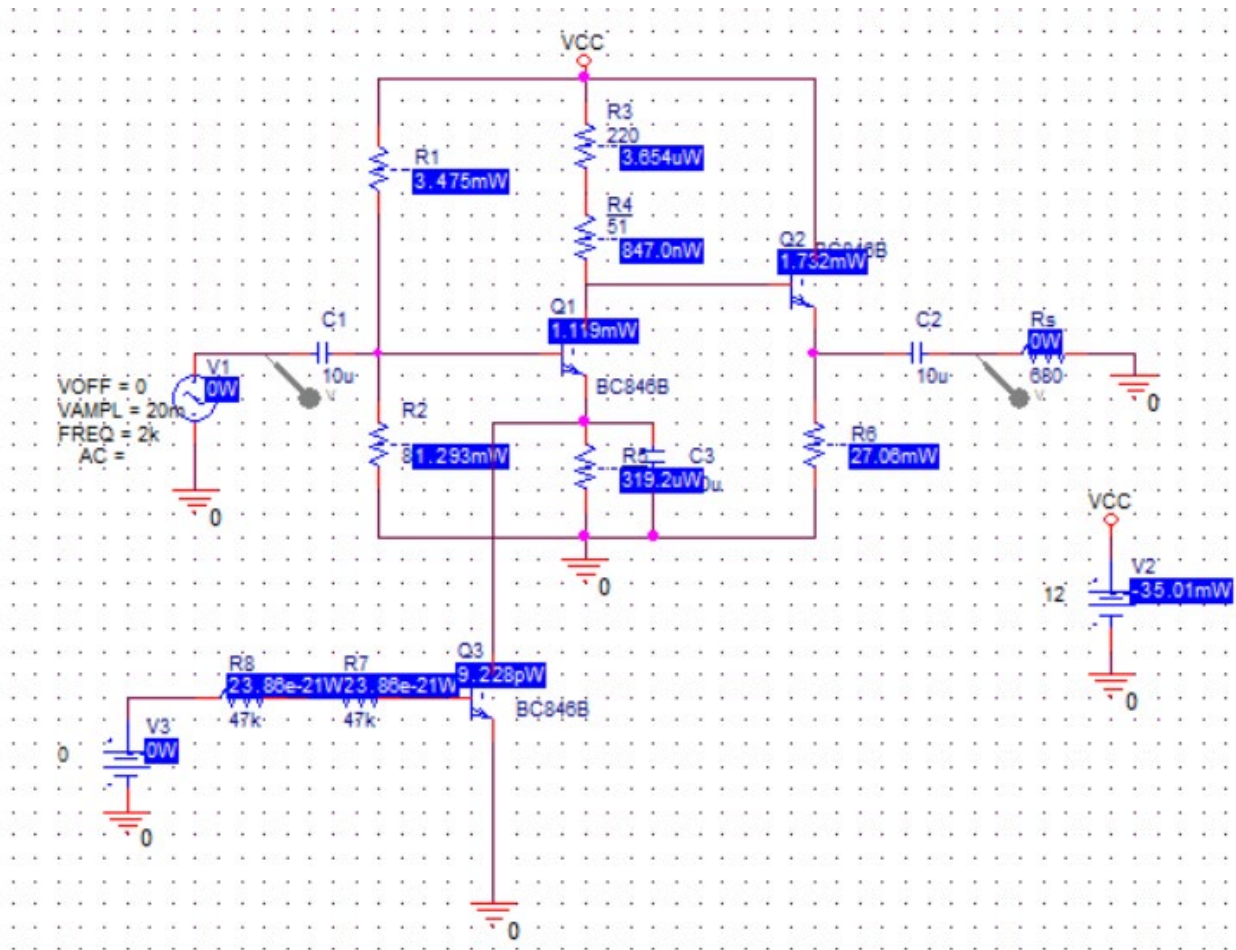
- Curenți



- Tensiuni



- Puteri



Calcul analitic al PSF:

Preamplificator audio cu control in tensiune

$Q_1, Q_2, Q_3 - \text{NPN (BC846B)}$

$V_{CE_{max}} = 6.5 \text{ V}$

$I_{C_{max}} = 200 \text{ mA}$

$P = 200 \text{ mW}$

$\beta = 230$ (h_{FE} din typical value)

Toate tranzistoarele in RAN

$V_{BE} = V_{BE} = 0.6 \text{ V}$

$$V_{CC} = i(R_1 + R_2) \Rightarrow i = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} = \frac{12}{30.2} = 0.397 \text{ mA}$$

$$V_{CC} = I_{R_1} + V_{BE1} + I_{R_5} R_5$$

$$I_{R_5} = \frac{V_{CC} - I_{R_1} - V_{BE1}}{R_5} = \frac{12 - 0.397 \cdot 22 - 0.6}{22} = 0.121 \text{ mA}$$

$$I_{R_5} = I_{C_1} = 0.121 \text{ mA}$$

$$I_{C_3} \approx 0 \text{ mA}$$

$$V_{CC} = I_{C_1}(R_3 + R_4) + V_{BE2} + I_{C_2} R_6$$

$$I_{C_2} = \frac{V_{CC} - I_{C_1}(R_3 + R_4) - V_{BE2}}{R_6} = \frac{12 - 0.121 \cdot 0.21 - 0.6}{4.7} = 2.418 \text{ mA}$$

$$I_{C_2} = 2.418 \text{ mA}$$

$$V_{CC} = V_{CE2} + I_{C_2} R_6$$

$$V_{CE2} = V_{CC} - I_{C_2} R_6 = 0.6354 \text{ V} \geq V_{BE2}$$

$$V_{CE2} < V_{CE_{max}}$$

$$V_{CC} = I_{C1}(R_3 + R_4) + V_{CE1}$$

$$V_{CE1} = V_{CC} - I_{C1}(R_3 + R_4) = 12 - 0,121 \cdot 0,271 = 11,96V > V_{BE1}$$

$$V_{CE1} < V_{CE_{max}}$$

$$V_{CC} = I_{R1} + V_{BE1} + V_{CE3}$$

$$V_{CE3} = V_{CC} - I_{R1} - V_{BE1} = 12 - 0,397 \cdot 22 - 0,6 = 2,666V > V_{BE3}$$

$$V_{CE3} < V_{CE_{max}}$$

Calculăm I_B -urile și puterile

$$I_{B1} = \frac{I_{C1}}{\beta} = \frac{0,121}{290} = 0,417\mu A$$

$$I_{B2} = \frac{I_{C2}}{\beta} = \frac{2,418}{290} = 8,33\mu A$$

$$I_{B3} = \frac{I_{C3}}{\beta} = 0\mu A$$

$$P_1 = I_{C1} \cdot V_{CE1} = 0,121 \cdot 11,96 = 1,447mW$$

$$P_2 = I_{C2} \cdot V_{CE2} = 2,418 \cdot 0,6354 = 1,536mW$$

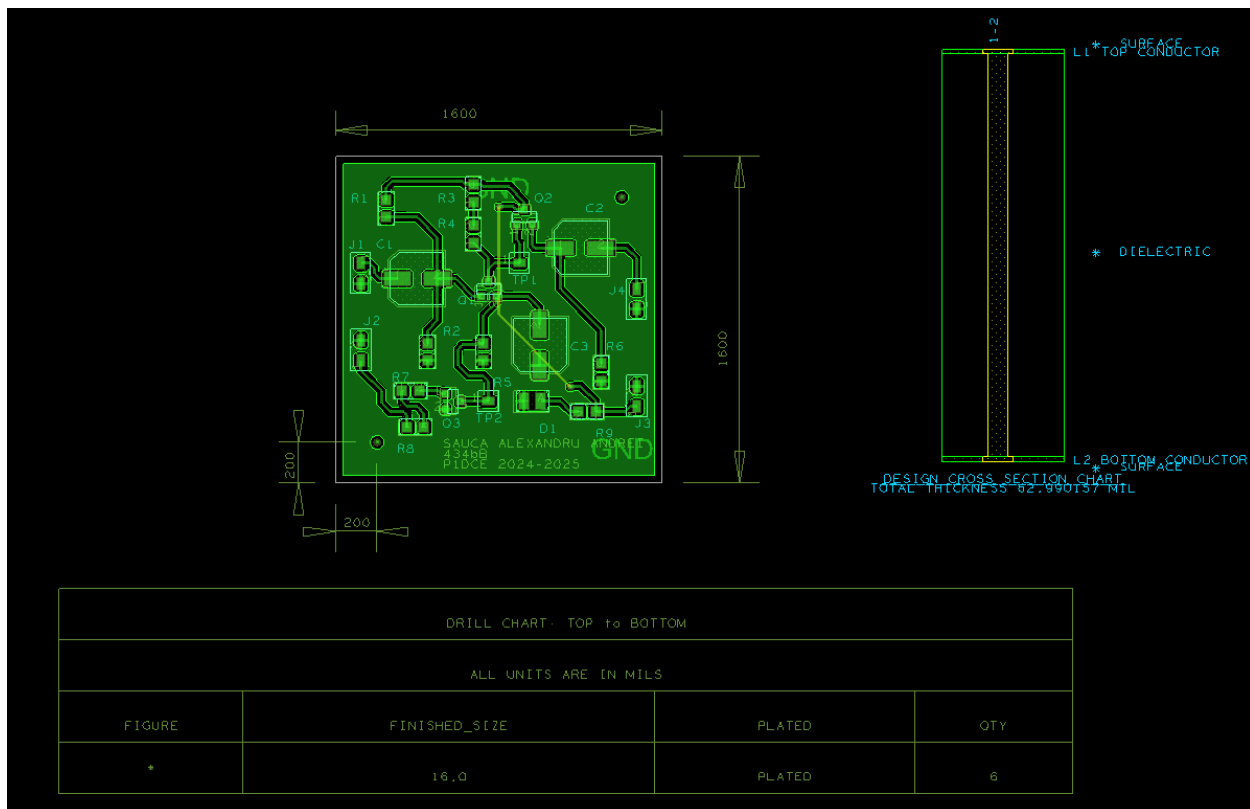
$$P_3 = I_{C3} \cdot V_{CE3} = 0 \cdot 2,666 = 0mW$$

3.4. Bill of Materials

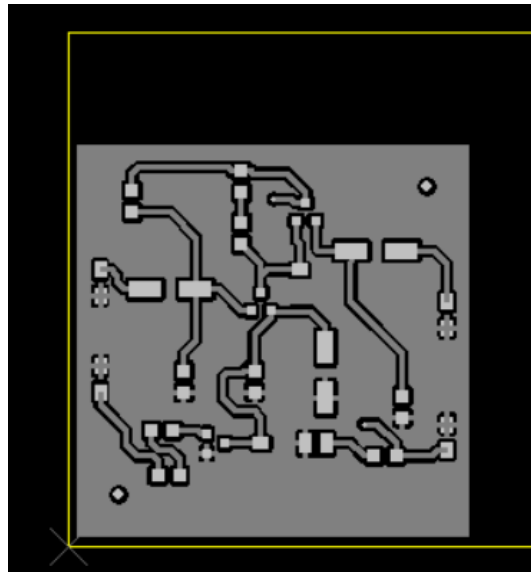
Nr. Crt.	Nume	Catalog	Cod distrib	Nume prod	Prod	Clasă	Qty fix	Qty final	Qty min	Descriere	Distribuitor	Pret (fara TVA) referinta/bu c. TME România	Pret total pe reper (fara TVA) - propus	PCB FOOTPRINT
1	51	(LINK)	SMD0805-51R-5%	0805S8J0510T5E	ROYAL OHM	rezistor		1		Rezistor SMD, chip, 0805, 51Ω, ±5%, 0.125W	TME România	0.15278	0.15278	SMR0805
2	220	(LINK)	SMD0805-220R-5%	0805S8J0221T5E	ROYAL OHM	rezistor		1		Rezistor SMD, chip, 0805, 220Ω, ±5%, 0.125W	TME România	0.07571	0.07571	SMR0805
3	680	(LINK)	SMD0805-680R-5%	0805S8J0681T5E	ROYAL OHM	rezistor		1		Rezistor SMD, chip, 0805, 680Ω, ±5%, 0.125W	TME România	0.07078	0.07078	SMR0805
4	4.7k	(LINK)	SMD0805-4K7-5%	0805S8J0472T5E	ROYAL OHM	rezistor		1		Rezistor SMD, chip, 0805, 4.7kΩ, ±5%, 0.125W	TME România	0.05265	0.05265	SMR0805
5	8.2k	(LINK)	SMD0805-8K2-5%	0805S8J0822T5E	ROYAL OHM	rezistor		1		Rezistor SMD, chip, 0805, 8.2kΩ, ±5%, 0.125W	TME România	0.07078	0.07078	SMR0805
6	22k	(LINK)	SMD0805-22K-5%	0805S8J0223T5E	ROYAL OHM	rezistor		2		Rezistor SMD, chip, 0805, 22kΩ, ±5%, 0.125W	TME România	0.06801	0.13802	SMR0805
7	47k	(LINK)	SMD0805-47K-5%	0805S8J0473T5E	ROYAL OHM	rezistor		2		Rezistor: thick film, SMD; 0805; 47kΩ; 0.125W; ±5%; -55+125°C	TME România	0.06753	0.13506	SMR0805
8	10uF	(LINK)	EEE1HA100SP	EEE1HA100SP	PANASONIC	condensator		3		Condensator : electrolitic; SMD; 10uF; 50V	TME România	1.154	3.462	CAP_EEE1HA100SP
9	LED	(LINK)	OF-SMD2012B	OF-SMD2012B	OPTOFLASH	LED		1		LED albastru, SMD, 0805, 150-200mcd, 476nm, 120°	TME România	0.3829	0.3829	SMD0805
10	NPN	(LINK)	BC846B	BC846B	DIOTEC	tranzistor bipolar		3		Tranzistor bipolar NPN, SMD, SOT23, 65V, 100mA	TME România	0.6641	1.9923	SOT23
11	Conn2p	(LINK)	ZL301-40P	ZL301-40P	NINIGI	Sir pini, pas 2.54mm, SMD		0	4	Sir pini, pas 2.54mm, SMD, tip tata, bareta de 40 pini	TME România	0.35895	1.4358	JUMPER2

IV.Proiectarea și realizarea circuitului in tehnologie SMT și PCB

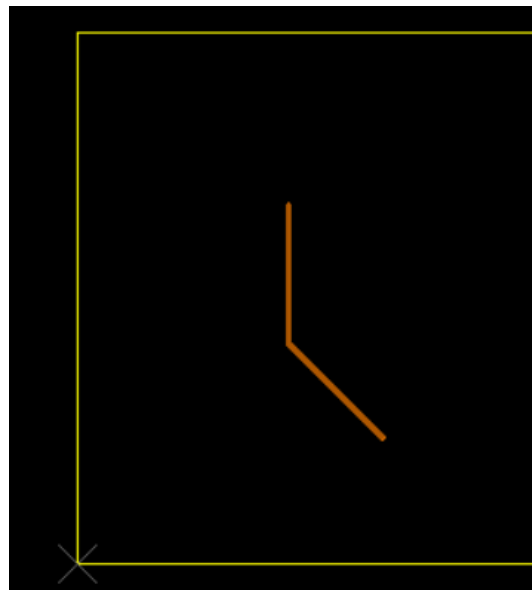
4.1. Imaginea generală a modului electronic în Layout



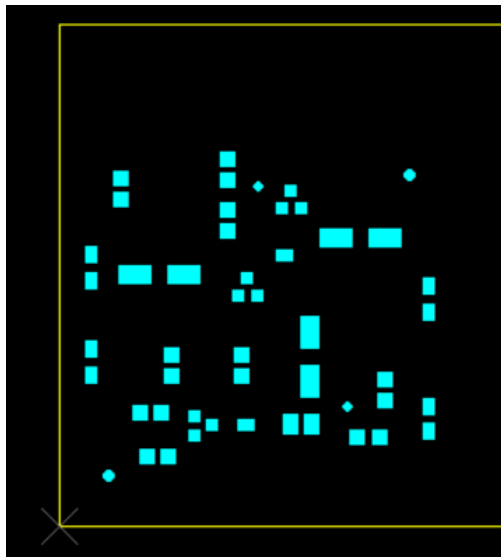
4.2. Imaginea stucturii de interconectare (layer-ul electric TOP)



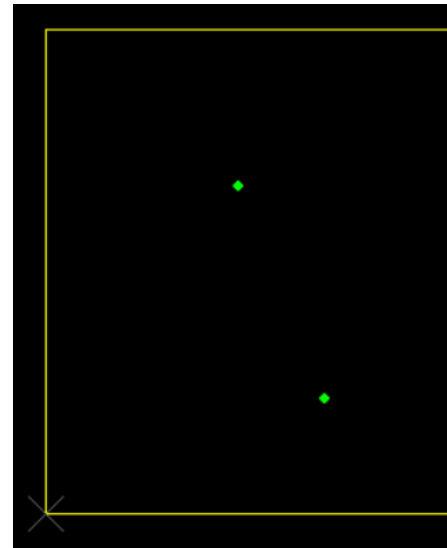
4.3. Imaginea structurii de interconectare (layer-ul electric BOTTOM)



4.4. Imaginea măştii de protecție (layer-ele neelectrice SMTOP, SMBOT)



SMTOP

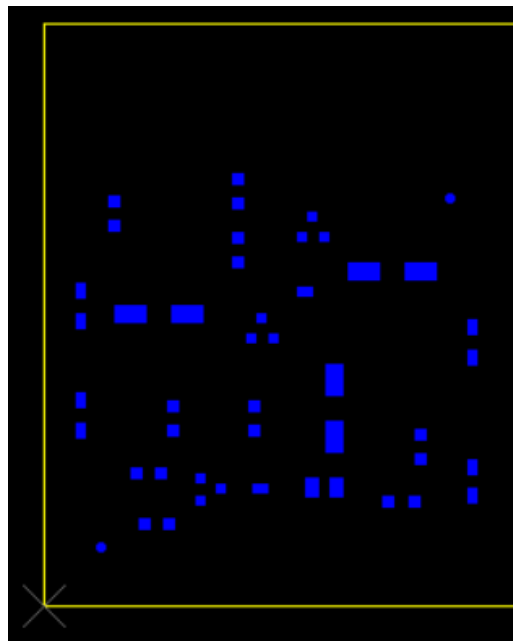


SMBOT

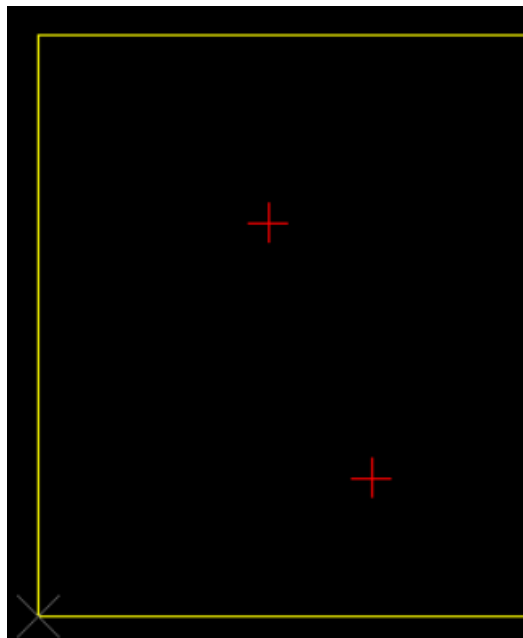
4.5. Imaginea măştii de inscripționare (layer-ul neelectric SSTOP)



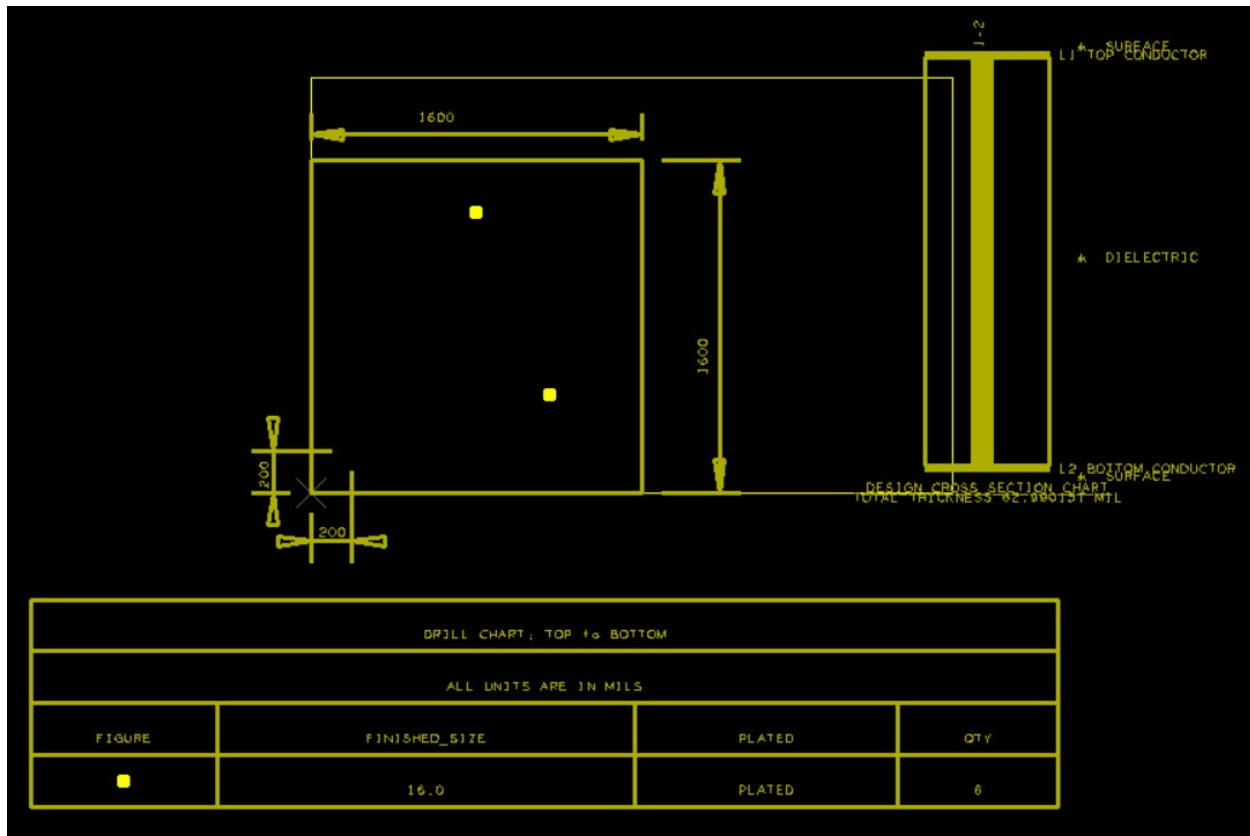
4.6. Imaginea șablonului (layer-ul neelectric SPTOP)



4.7. Imaginea desenului de găurire (NC-Drill)



4.8. Imaginea layer-ului neelectric mecanic (FAB)



V.Asamblare PCB

5.1. Unelte necesare

Lipirea componentelor reprezintă fixarea și punerea în contact electric a terminalelor acestora folosind un aliaj tip SnAgCu. Pentru acest lucru sunt necesare câteva unelte: stație de lipit, cositor (aliajul de lipire) și flux. Unele aliaje de lipire sunt disponibile cu unul sau mai multe nuclee de flux care trec prin centrul firului de lipire. Acest flux incorporat ajută procesul de lipire, totuși uneori poate fi nedorit din mai multe motive (ex: metoda de curățare după lipire). Fluxul este un agent chimic folosit în procesul de lipire cu principalul scop de pregătire a suprafețelor de lipire prin înlăturarea oxizilor și impurităților. Tresa absorbantă pentru extras cositor poate fi folosită pentru refacerea unor lipituri incorecte sau curățarea cositorului în exces.

5.2. Procedura de lipire

Temperatura vârfului de lipit se va regla la o temperatură de aproximativ 370°C (pentru lipit componentele din acest proiect), iar la finalul procesului de lipire vârful acesteia nu trebuie curățat de cositor pentru a preveni oxidarea lui cât timp nu este folosit. Tresa absorbantă se folosește prin plasarea acesteia între zona de cupru ce se dorește a fi curățată și ciocanul de lipit. Odată ce temperatura acesteia ajunge la punctul de topire al aliajului va transfera aliajul de pe PCB pe aceasta până se saturează. Nu este recomandată mișcarea orizontală a acesteia pe PCB deoarece poate desprinde padurile componentelor de pe substrat. Se folosește doar perpendicular pe zonele ce se doresc a fi curățate.

VI. Manual de utilizare

Generatorul de semnal sinusoidal se conectează la conectorul 1 a montajului electric și se aplică o frecvență de 2kHz cu amplitudine de 20mV.

- Vcc se va conecta la o tensiune de 12V
- A nu se atinge componentele sau conexiunile în timpul funcționării
- A se manevra ținându-se de marginile plăcii de asamblare
- A nu se lăsa la îndemâna copiilor
- A se feri de umezeală și expunerea îndelungată la razele soarelui

VII. Concluzii

Proiectul „Preamplificator audio cu control în tensiune” s-a dovedit a fi o inițiativă valoroasă, evidențiind mai multe aspecte esențiale atât în domeniul amplificării semnalelor, cât și în cel al amplificatoarelor. În urma implementării și evaluării, au fost trase concluzii semnificative care subliniază atât punctele forte, cât și posibilele limitări ale proiectului.

În primul rând, sursa exterioară de tensiune a dovedit o performanță solidă, oferind o amplificare a semnalului inițial conform normelor impuse. Avantajele sale notabile includ eficiența în amplificarea semnalelor, oferind o alternativă economică la soluțiile comerciale, fără a compromite calitatea.

Totuși, există și câteva dezavantaje care trebuie luate în considerare.

Complexitatea construcției poate reprezenta un obstacol pentru cei mai puțin experimentați în domeniul electronicilor, iar necesitatea unor cunoștințe tehnice solide poate limita accesul la proiect.

În ceea ce privește domeniile de utilizare, proiectul are potențialul de a aduce contribuții semnificative în mai multe sectoare. În industria muzicală și producția audio, acesta poate fi implementat cu succes pentru ajustarea automată a volumului canalelor în mixerele digitale și analogice. În electronica de consum, poate fi folosit pentru ajustarea automată a câștigului în funcție de scenă. În plus, în medicină și cercetare, proiectul devine un instrument eficient pentru reglarea câștigului pentru captarea semnalelor slabe, cum ar fi sunetele inimii.

În concluzie, proiectul “Preamplificator audio cu control în tensiune” a atins cu succes obiectivele propuse, oferind o platformă versatilă și eficientă pentru amplificarea anumitor semnale. Cu toate că există aspecte ce pot fi îmbunătățite, impactul său pozitiv și potențialul său de aplicare în diverse domenii îl plasează într-o poziție valoroasă în cadrul cercetărilor și dezvoltărilor tehnologice.

VII. Bibliografie

- Platforme Laborator Tehnici CAD de Realizare a Modulelor Electronice, Norocel Codreanu
- Platforme Laborator Tehnici de Interconectare în Electronică, Norocel Codreanu
- Note de curs - Circuite electronice fundamentale, Dan Neculoiu
- Note de curs - Circuite integrate analogice, Cosmin Radu Popa