

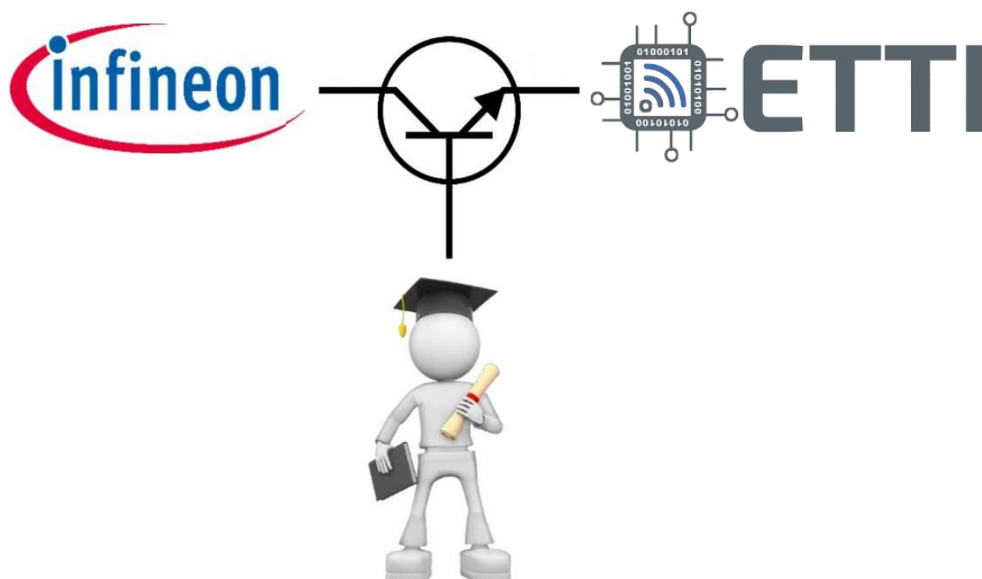
Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București

Facultatea E.T.T.I.

Anul universitar 2023-2024

Proiect 1

Proiectarea și realizarea unui generator de semnal de joasă frecvență $N=5$



Coordonatori științifici:

Prof. dr. ing. Dragoș DOBRESU

Prof. dr. ing. Vasile-Mădălin MOISE

Autor:

Leoni Cesar-Emanuele

Grupa 433B

Cuprins

1. Introducere	3
2. Cerințe de proiectare.....	4
3. Proiectare	5
3.1 Schema bloc.....	5
3.2 Schema electrică.....	6
3.3 Dimensionarea componentelor	7
3.4 Demonstrație funcționare sigură a tranzistoarelor.....	8
3.5 BOM (Bill of materials)	9
4. Simulare	10
5. PCB Layout	11
5.1 Layer electric TOP.....	11
5.2 Layer electric BOTTOM	11
5.3 Layer neelectric Silk Screen Top.....	12
5.4 Layer neelectric Solder Mask Top	12
5.5 Layer neelectric Solder Paste Top	13
5.6 Layer neelectric mecanic.....	13
5.7 Mod de realizare	14
6. Manual de utilizare	15
7. Concluzii și perspective de dezvoltare.....	16
8. Bibliografie	17

1. Introducere

Generatoarele de semnal cu joasă frecvență (LF) reprezintă dispozitive electronice proiectate pentru a produce semnale electrice cu frecvențe scăzute. În mod obișnuit, gama de frecvențe asociată semnalelor LF se situează între 30 kHz și 300 kHz. Aceste generatoare de semnal găsesc aplicații în diverse domenii, inclusiv electronică, comunicații, medicină și cercetare științifică. Iată câteva aspecte esențiale despre generatoarele de semnal cu joasă frecvență:

Principiul de funcționare: Aceste dispozitive operează pe baza unor componente electronice active, cum ar fi tranzistoare, diode sau circuite integrate.

Oscilatorul reprezintă componenta principală care generează semnalul de joasă frecvență. Acesta produce un semnal periodic atenuat, care poate fi ulterior amplificat și utilizat în diverse aplicații, cum ar fi:

- Comunicații: radio, sisteme de navigație, inclusiv sistemele LORAN (Long Range Navigation).
- Medicină: folosite în terapia cu unde de joasă frecvență pentru tratarea durerilor cronice și a altor afecțiuni.
- Știință: utile în experimente științifice care implică studiul comportamentului semnalelor electrice la frecvențe joase.
- Sisteme de securitate: detectarea intrușilor prin analiza modificărilor în câmpurile electromagnetice.

Inovațiile continue în tehnologia electronică aduc îmbunătățiri în performanța generatoarelor de semnal, contribuind la progresele din diverse domenii. Înțelegerea principiilor de funcționare, aplicațiilor și caracteristicilor tehnice ale acestor generatoare este esențială pentru integrarea eficientă în proiecte electronice și pentru a beneficia de potențialul lor într-o varietate de contexte de utilizare.

În cadrul acestui proiect, s-a dezvoltat un generator de joasă frecvență care generează trei tipuri de semnale: dreptunghiulare, triunghiulare și sinusoidale, toate sub formă de semnale electrice. Acest circuit, construit pe mai multe etaje (amplificator operațional, etaj de amplificare în tensiune, etaj de amplificare în curent clasa AB), produce un semnal dreptunghiular, iar prin filtrare rezultă și celelalte forme de undă.

2. Cerințe de proiectare

Să se proiecteze **generator de semnal de joasă frecvență** având următoarele caracteristici:

- Tensiunea de alimentare: $9+N$ [V];
- Impedanța de sarcină pur rezistivă având valoarea $200 \cdot N$ [Ω];
- Forma de undă: dreptunghiulară, triunghiulară și sinusoidală;
- Frecvență reglabilă: $f_{min} = 50N$ [Hz]; $f_{max} = 5+N$ [kHz];
- Amplitudinea semnalului reglabilă 10 mV-N V ;

Se va utiliza minimum o sursă de curent constant pentru polarizarea tranzistoarelor ce amplifică;

Pentru tehnologia SMT & PCB, circuitul va fi realizat sub forma unui modul electronic a cărui structură de interconectare (PCB) va respecta următoarele **cerințe de proiectare**:

- Dimensiunile PCB: **40mm x 40mm**;
- Material FR4, **dublu strat**/ grosimea foliei de cupru 18 μ m, grosimea plăcii 1,5 mm;
- Toate componentele se vor plasa pe față superioară a plăcii, TOP;
- Componente pasive SMD chip 0805;
- Se pot folosi numai tranzistoare bipolare și TEC-MOS în capsule SMD (SOT 23, D-PAK). Tranzistoarele TEC-J pot fi utilizate numai dacă se justifică necesitatea acestora.
- Puncte de test: pătrate, maxim 5 – justificate de planul de testare;

Cerințele de proiectare urmăresc cunoașterea, respectarea și aplicarea standardelor IPC din industria electronică în cadrul realizării modului electronic pentru Proiectul 1, după cum urmează:

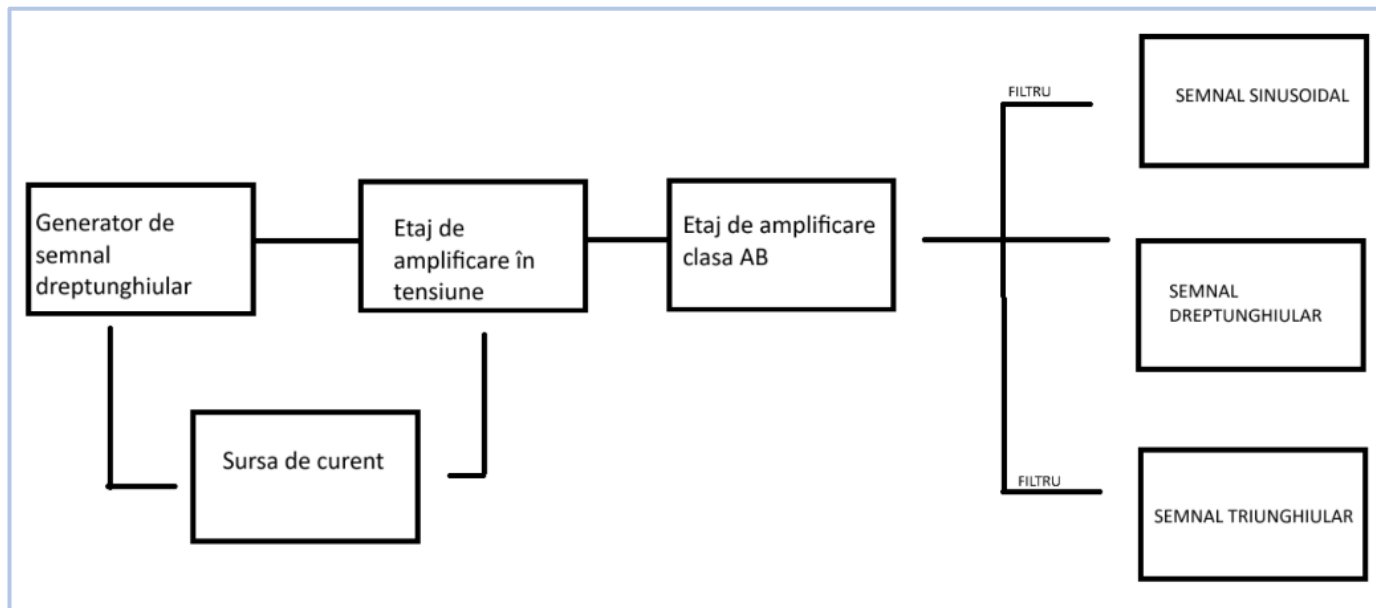
IPC-2221A, "Generic Standard on Printed Board Design", privind rutarea traseelor conductoare, spațierea între conductoare, dimensiunile pad-urilor pentru componentele SMD, prezența marcării și orientarea simbolurilor, prevederea punctelor de test și prevederea punților termice (unde este cazul);

IPC-7527, "Requirements for Solder Paste Printing", pentru operația de depunere a pastei de contactare;

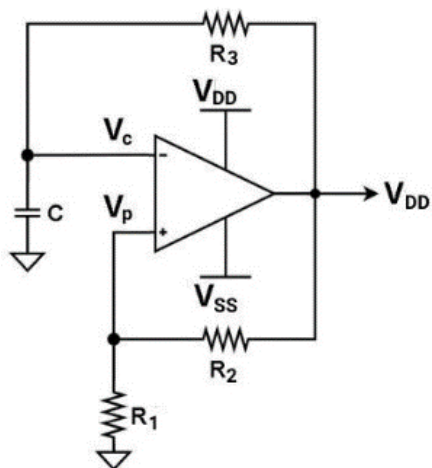
IPC-A-610, "Acceptability of Electronic Assemblies", pentru validarea operațiilor de plasare a componentelor și contactare propriu-zisă în vederea acceptabilității modului electronic asamblat.

3. Proiectare

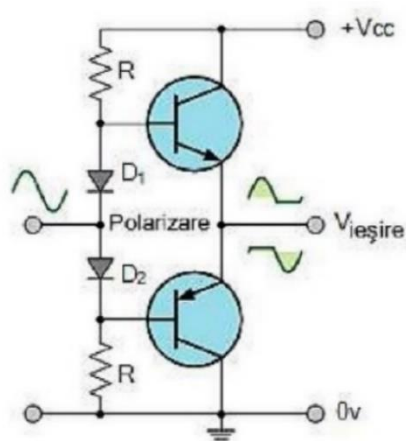
3.1 Schema bloc



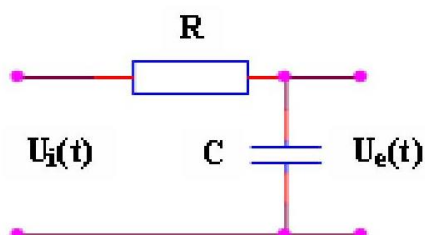
Generator de semnal dreptunghiular



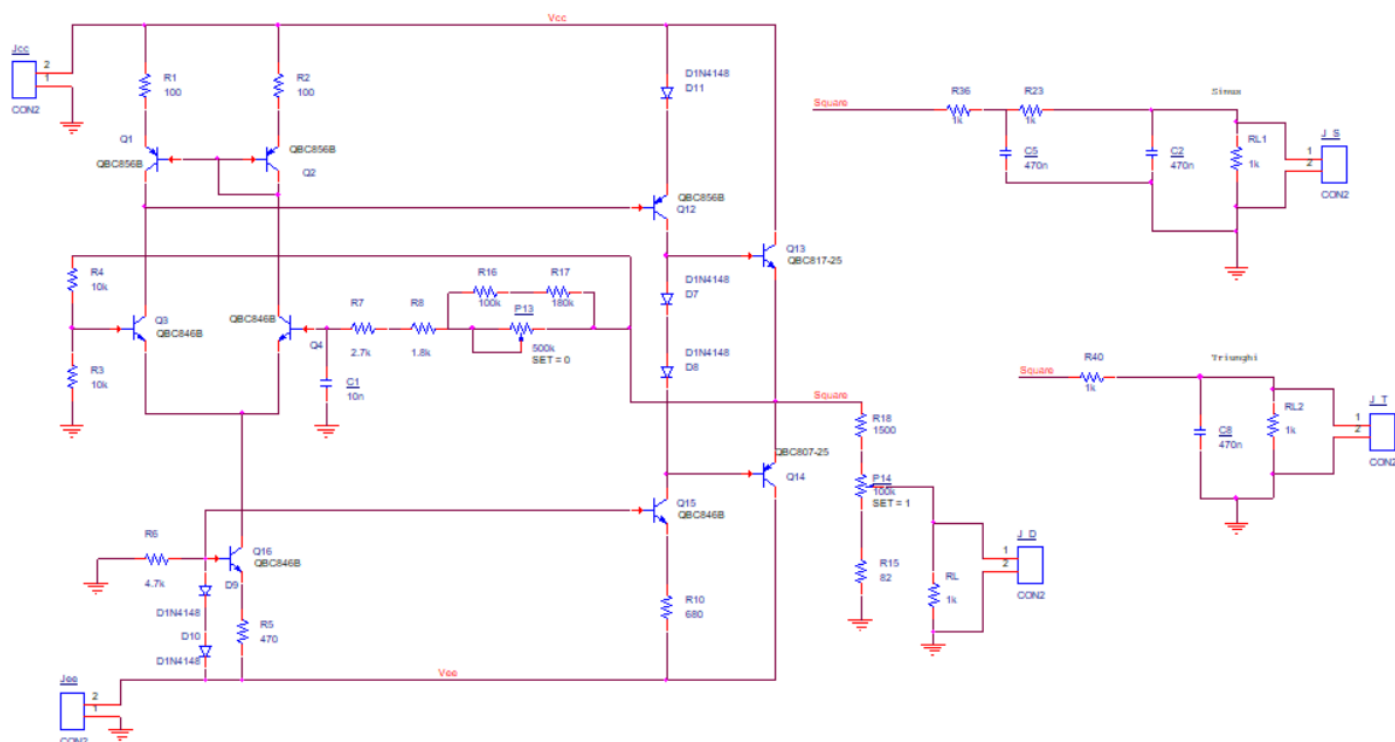
Etajul de amplificare clasa AB



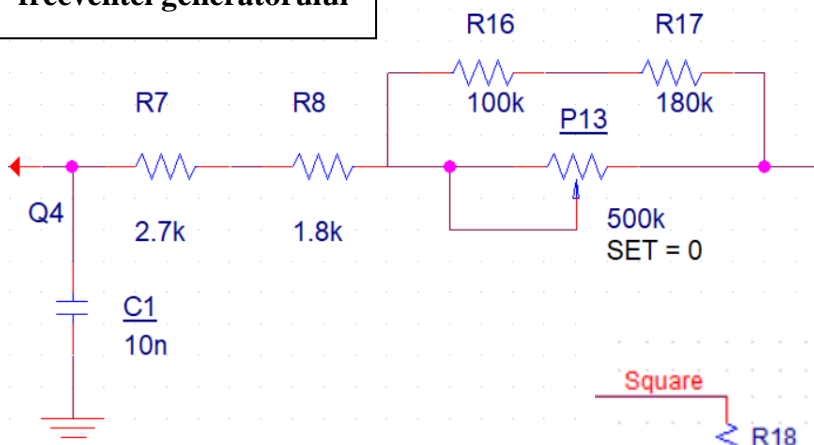
Filtru Trece Jos (FTJ)



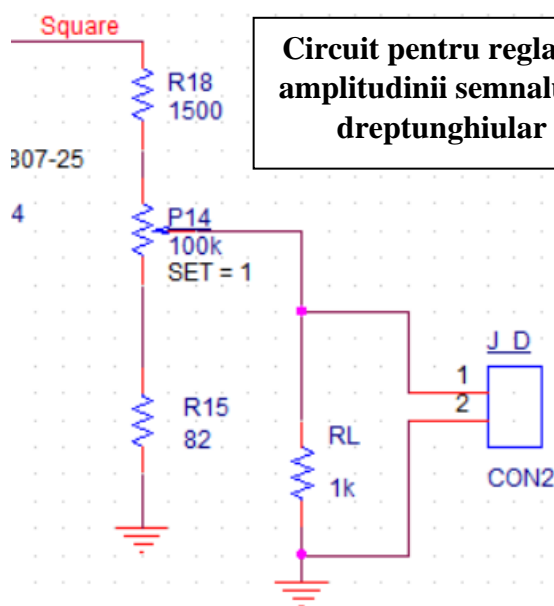
3.2 Schema electrică

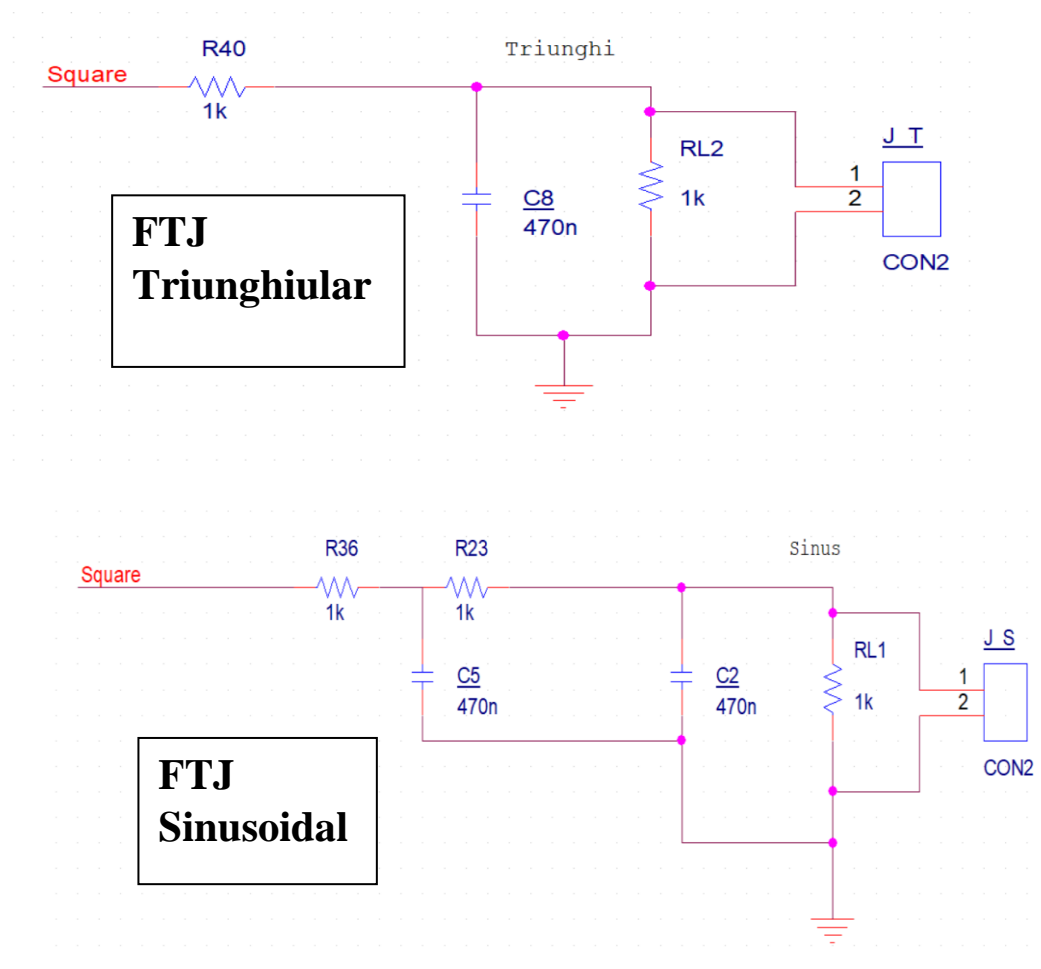


**Circuit pentru reglarea
frecvenței generatorului**



**Circuit pentru reglarea
amplitudinii semnalului
dreptunghiular**





3.3 Dimensionarea componentelor

Conform cerințelor de proiectare, pentru **N=5**, generatorul va avea următorii parametri:

Tensiunea de alimentare: **14 V**

Impedanța de sarcină pur rezistivă având valoarea: **1K Ω**

Frecvență reglabilă: **fmin =250 Hz, fmax =10 kHz**

Amplitudinea semnalului reglabilă: **10 mV-5 V**

Am scris și folosit un **cod de c++** pentru găsirea valorilor optime ale rezistențelor și condensatoarelor pentru valorile date conform cerințelor de proiectare. Valorile au fost alese astfel încât o cursă întreagă pentru fiecare potențiomtru să acopere cel puțin intervalul cerut, însă fără a-l depăși cu mult. Practic am ales valorile cele mai apropiate de intervalul cerut, mai mari decât acel interval.

Spre exemplu, pentru potentiometrul de reglare a frecvenței, o parte din cod arata astfel:

```
double fmin=1/(2*(R1+(R2*Rpot)/(R2+Rpot))*C*log(3));
double fmax=1/(2*R1*C*log(3)); //potențiometru în scurt
//R1 e rezistența în serie cu P, iar R2 cea în paralel
//am ales această configurație pentru o gamă mai largă de
rezistențe echivalente
```

3.4 Demonstrație funcționare sigură a tranzistoarelor

Punctul Static de Funcționare

$Q_3, Q_4, Q_{16}, Q_{15}, Q_{13}$ NPN bipolare

$$\begin{cases} V_{CE3} = V_{CE4} = 8,9V < 65V \\ I_{C3} = I_{C4} = 7,47mA < 0,1A \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_{CE16} = 4,2V < 65V \\ I_{C16} = 2,72mA < 0,1A \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_{CE15} = 7,6V < 65V \\ I_{C15} = 6,67mA < 0,1A \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_{CE13} = 14V < 65V \\ I_{C13} = 12,5mA < 0,1A \end{cases}$$

\Rightarrow Tranzistoarele funcționează sigur!

Q_1, Q_2, Q_{12}, Q_{14} PNP bipolare

$$\begin{cases} |V_{CE1}| = |V_{CE2}| = 9,6V < 65V \\ |I_{C1}| = |I_{C2}| = 7,47mA < 0,1A \end{cases}$$

$$\begin{cases} |V_{CE12}| = 8,7V < 65V \\ |I_{C12}| = 6,67mA < 0,1A \end{cases}$$

$$\begin{cases} |V_{CE14}| = 14V < 65V \\ |I_{C14}| = 12,5mA < 0,1A \end{cases}$$

3.5 BOM (Bill of materials)

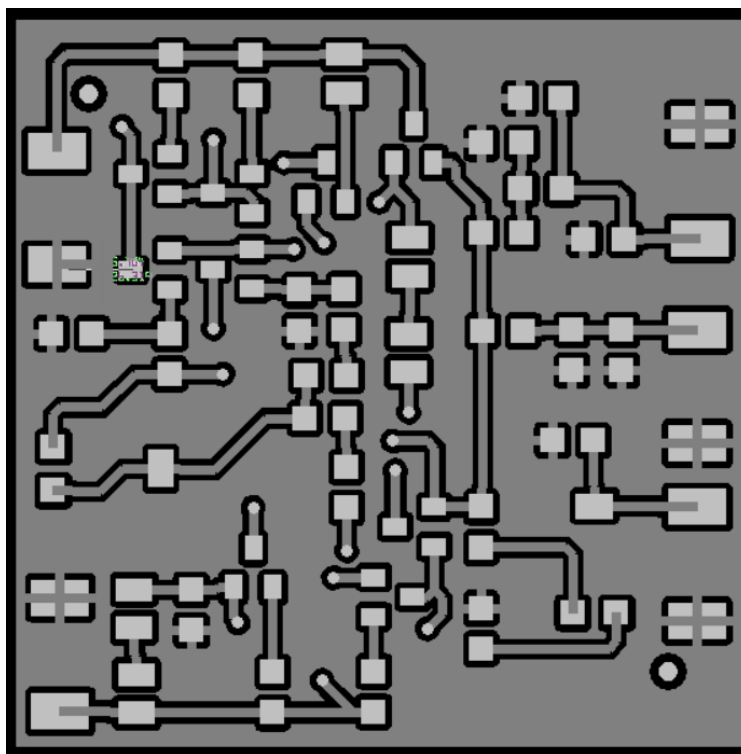
Nr. Crt.	Nume	Catalog	Cod distrib	Nume prod	Prod	Clasă	Cantitate
1	82	(LINK)	SMD0805-82R-5%	WF08P820JTL	WALSIN	rezistor	1
2	100	(LINK)	SMD0805-100R-5%	0805S8J0101T5E	ROYAL OHM	rezistor	2
3	470	(LINK)	SMD0805-470R-5%	0805S8J0471T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
4	680	(LINK)	SMD0805-680R-5%	0805S8J0681T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
5	1k	(LINK)	SMD0805-1K-5%	0805S8J0102T5E	ROYAL OHM	rezistor	6
6	1.5k	(LINK)	SMD0805-1K5-5%	WF08P152JTL	WALSIN	rezistor	1
7	1.8k	(LINK)	SMD0805-1K8-5%	0805S8J0182T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
8	2.7k	(LINK)	SMD0805-2K7-5%	0805S8F2701T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
9	4.7k	(LINK)	SMD0805-4K7-5%	0805S8J0472T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
10	10k	(LINK)	SMD0805-10K-5%	0805S8J0103T5E	ROYAL OHM	rezistor	2
11	100k	(LINK)	SMD0805-100K-5%	0805S8J0104T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
12	180k	(LINK)	SMD0805-180K-5%	0805S8J0184T5E	ROYAL OHM	rezistor	1
13	100k	(LINK)	TS53YL104MR10	TS53YL104MR10	VISHAY	potențiomtru	1
14	500k	(LINK)	3314G-1-504E	3314G-1-504E	BOURNS	potențiomtru	1
TOTAL - Componente pasive (rezistoare de valori fixe și reglabile)							21
15	10nF	(LINK)	CL21B103KBANNND	CL21B103KBANNND	SAMSUNG	condensator	1
16	470nF	(LINK)	CC0805MRY5V8474	CC0805MRY5V8BB474	YAGEO	condensator	3
TOTAL - Componente pasive (condensatoare)							4
17	4148	(LINK)	1N4148-0805	CD4148WS(0805C)	DC Components	diodă pn	5
18	PNP	(LINK)	BC856B	BC856B	DIOTEC	ranzistor bipola	3
19	NPN	(LINK)	BC846B	BC846B	DIOTEC	ranzistor bipola	4
20	NPN	(LINK)	BC817-25-DIO	BC817-25-DIO	NXP	ranzistor bipola	1
21	PNP	(LINK)	BC807-25-DIO	BC807-25-DIO	NXP	ranzistor bipola	1
TOTAL - Componente semiconductoare (tranzistoare bipolare și cu efect de câmp, diode, LED, etc.)							14
98	Conn2p	(LINK)	ZL301-40P	ZL301-40P	NINIGI	ii, pas 2,54mm.	1
Total - Conectică, siguranțe fuzibile, etc.							1
Total general							40

4. Simulare

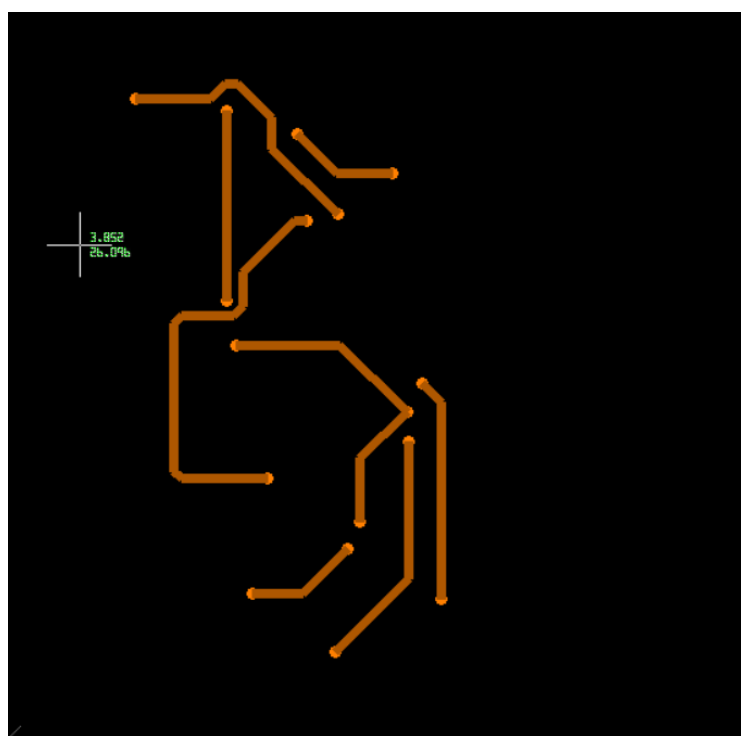


5. PCB Layout

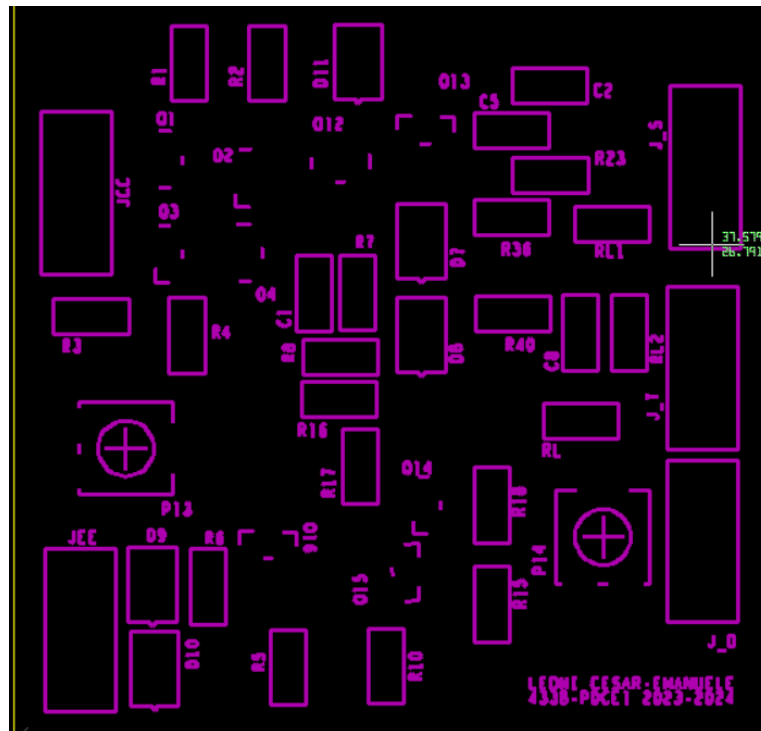
5.1 Layer electric TOP



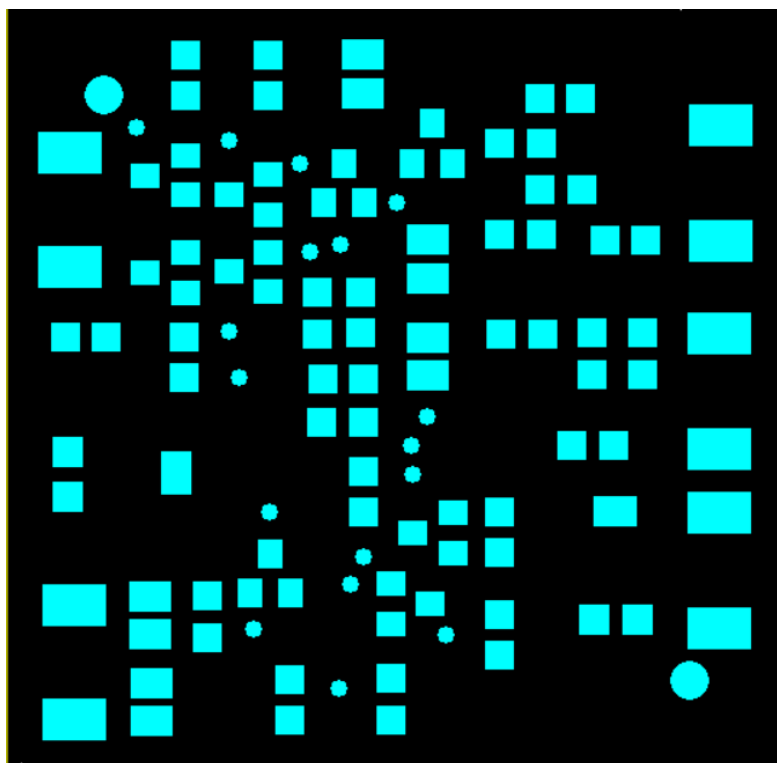
5.2 Layer electric BOTTOM



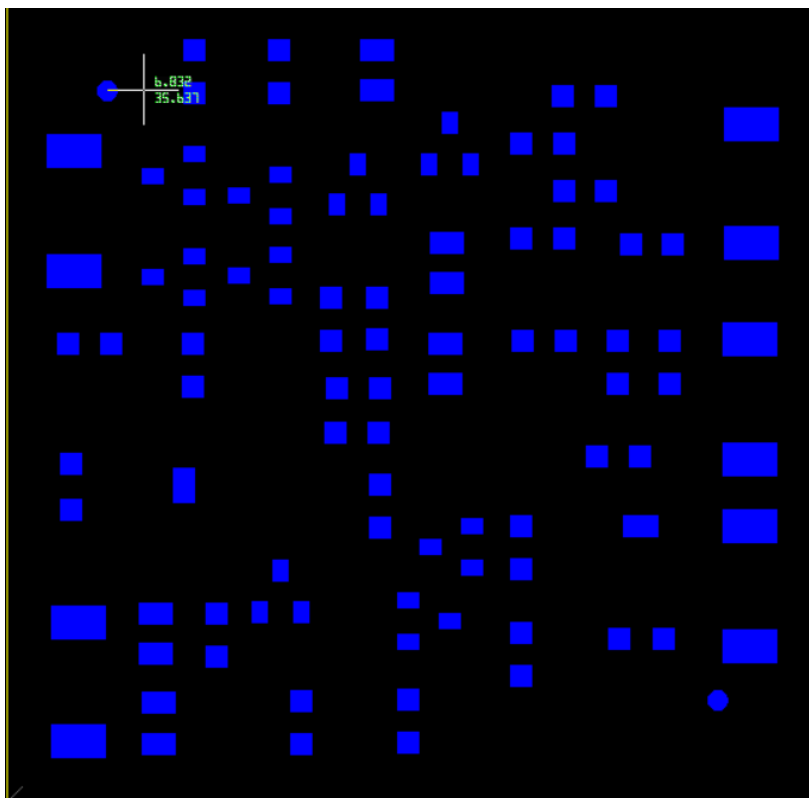
5.3 Layer neelectric Silk Screen Top



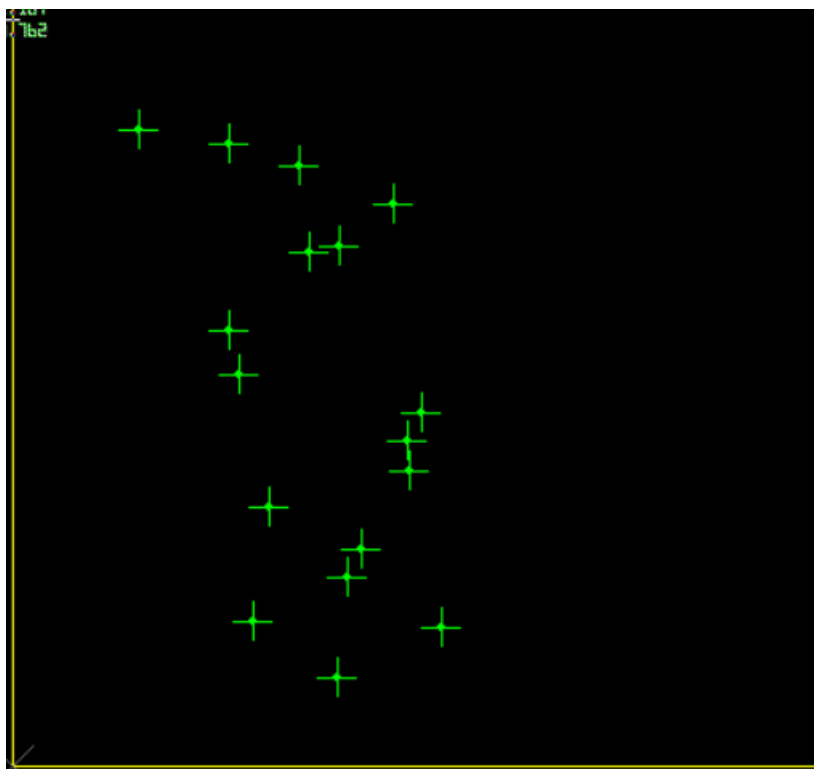
5.4 Layer neelectric Solder Mask Top



5.5 Layer neelectric Solder Paste Top



5.6 Layer neelectric mecanic



5.7 Mod de realizare

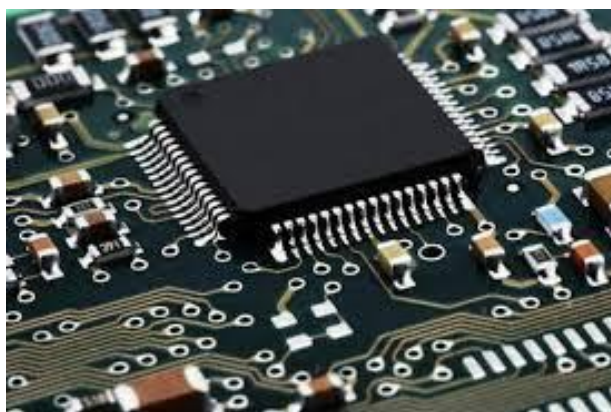
Tehnica de asamblare **SMT** (Surface Mounted Technology) reprezintă o metodă modernă și eficientă de asamblare a componentelor electronice pe placa de circuit (PCB), eliminând necesitatea utilizării orificiilor traversante.

SMT este o tehnologie avansată, în care componente precum rezistențe, condensatoare și alte elemente sunt montate direct pe suprafața PCB-ului. În comparație cu tehnica THT, SMT oferă avantaje semnificative, inclusiv dimensiuni reduse ale componentelor și o densitate mai mare a circuitelor.

După amplasarea manuală sau automată a componentelor SMT pe placa de circuit, există mai multe metode de lipire utilizate:

- **Reflow:** Acest proces implică aplicarea unui strat subțire de pastă de lipit pe zonele de contact ale componentelor SMT. Placa este apoi încălzită într-un cuptor de reflow, unde lipirea se activează și atașează componentele la suprafața PCB-ului.
- **Lipirea cu ultraviolete (UV):** În această metodă, lipirea este realizată prin expunerea pastei de lipit la lumina ultravioletă. Procesul oferă o legătură solidă și eficientă între componente și PCB.
- **Lipirea cu laser:** Tehnica utilizează un laser pentru a activa și solidifica pasta de lipit. Aceasta oferă o precizie sporită și controlează mai bine cantitatea de material de lipit utilizat.

SMT aduce beneficii semnificative, inclusiv o densitate crescută a circuitelor, dimensiuni reduse ale produselor, și o eficiență sporită în procesul de asamblare. În comparație cu THT, SMT este ideală pentru producția în serie și pentru produsele care necesită un design compact și o performanță superioară.



6. Manual de utilizare

Conectare Sursă de Alimentare (14V):

Conectați sursa de alimentare la placa de circuit, asigurându-vă că polaritatea este corectă.

Verificați dacă tensiunea de alimentare este în intervalul specificat pentru proiect.

Reglare Frecvență:

Utilizați potențiometrul de reglare pentru a ajusta frecvența dorită.

Începeți cu o frecvență mai mică și măriți-o treptat pentru a testa funcționarea.

Selectare Formă de Undă:

Utilizați comutatorul dedicat pentru a selecta forma dorită de undă: dreptunghiulară, triunghiulară sau sinusoidală.

Ajustare Nivel Ieșire:

Folosiți potențiometrul de control al nivelului pentru a seta amplitudinea semnalului la nivelul dorit.

Testați semnalul cu un dispozitiv de măsurare sau un osciloscop.

Utilizare și Experimentare:

Conectați generatorul de semnale la alte dispozitive electronice pentru a testa și a experimenta cu diverse aplicații.

Explorează posibilitatea modulării sau sincronizării semnalului în funcție de necesitățile tale.

Întreținere și Depozitare:

Păstrați placa de circuit și componentele într-un loc uscat și ferit de praf.

Verificați periodic onexiunile și asigurați-vă că nu există componente deteriorate.

Sfaturi de Siguranță:

Respectați întotdeauna limitele de tensiune specificate în proiect.

Deconectați sursa de alimentare înainte de a face orice modificare sau ajustare

7. Concluzii și perspective de dezvoltare

Concluzii

În concluzie, generatorul de semnale se evidențiază prin performanța sa fiabilă și versatilitatea în generarea semnalelor electrice. Calitatea semnalelor și ușurința de utilizare îl fac potrivit pentru diverse aplicații, de la testarea echipamentelor la experimentele științifice și utilizarea în comunicații.

Perspective de Dezvoltare:

Pentru a rămâne în pas cu evoluția tehnologică și pentru a satisface cerințele în continuă schimbare, luăm în considerare următoarele direcții de dezvoltare:

Extinderea Gamei de Frecvențe: Investigarea posibilităților de a extinde gama de frecvențe pentru a acoperi nevoi din ce în ce mai complexe.

Integrarea de Funcții Avansate: Adăugarea de funcționalități avansate, cum ar fi modularea digitală sau interfața de utilizator mai avansată.

Optimizare Energetică: Cercetarea și implementarea de tehnologii pentru o eficiență energetică sporită.

8. Bibliografie

1. National Audio Radio Handbook, National Semiconductor Corporation, Martin Giles, Dennis Bohn, K. H. Chiu, Gene Garrison, William Gross, Steve Hobrecht, Wong Hee, Tim D. Isbell, Kerry Lacanette, John Maxwell, Thomas B. Mills, Ron Page, Tim Regan, Don Sauer, Jim Sherwin, Tim Skovmand, John Wright, Milt Wilcox, anul 1980
2. Negative-Feedback Tone Control, de P. J. Baxandall, Wireless World, Octombrie 1952
3. Baxandall tone control revisited, de M. V. Thomas, Wireless World, Septembrie 1974
4. Audio Tone Control Using The TLC074 Operational Amplifier - Application Report, Texas Instruments, Ianuarie 2000
5. Note de curs, Circuite electronice fundamentale, Prof. dr. ing. Dragoş Dobrescu, 2023
6. Anexe, Proiect 1 2023-2024