Universitatea Națională de Știință si Tehnologie POLITEHNICĂ București

Facultatea E.T.T.I.

Anul universitar 2023-2024

**Proiect 1**

Proiectarea și realizarea

unui generator de semnal de joasă frecvență

Diagram

Description automatically generated

Autor:

Gușe Ovidiu - Marius

Grupa 432 B

Coordonator științific:

Prof. dr. ing. Dragoș Dobrescu

Prof. dr. ing. Moise Vasile Mădălin

**CUPRINS**

**1. Introducere**…................................................................................................. 3

1.1 Generatorul de semnal de joasa frecventa..................................................... 3

**2. Date inițiale de proiectare**............................................................................. 4

2.1 Descrierea temei…….................................................................................... 4

2.2 Schema bloc.................................................................................................. 4

**3. Conținutul tehnic al proiectului**.................................................................... 8

3.1 Schemele generatoarelor in LTSpice.……………….................................... 5

3.2 Schemele generatorului de semnal de joasa frecventa..…………………….6

3.3 Punctul static de funcționare analitic............................................................. 7

3.4 Punctul static de funcționare LTSpice………………………………………9

**4. Simularea montajului în LTSpice**...............................................................10

4.1 Simularea generatorului de semnal de joasa frecventa................................ 10

4.2 Simularea generatorului de semnal de joasa frecventa la setarea potentiometrelor..................................................................................................11

**5. Realizarea structurii de interconectare PCB**............................................ 12

5.1 Crearea unui proiect și importarea schemei în Altium…………………….12

5.2 Alocarea de footprinturi PCB.……………………………………………..13

5.3 Realizarea PCB-ului….……………………………………………………14

5.4 Generarea fișierelor Gerber.……………………………………………….18

5.5 Bill Of Materials (BOM).………………………………………………….20

**6.Asamblare** **PCB…**…………………………………………………………..21

6.1 Unelte necesare..…………………………………………………………...21

6.2 Procedura de lipire..……………………………………………………….21

6.3 Lipirea componentelor SMD cu 2 terminale..……………………………..22

6.4 Lipirea componentelor SMD cu mai multe terminale..……………………24

6.5 Testarea PCB-ului..………………………………………………………...25

**7. Manual de utilizare**…………………………………………….…............. 26

**8. Bibliografie**……………………………………………………...………….27

**1.Introducere**

**1.1 Generatorul de semnal de joasa frecventa**

**Generatorul de semnal de joasă frecvență** este un dispozitiv electronic esențial în domeniul audio și în alte aplicații. Acesta are rolul de a produce semnale cu frecvențe relativ scăzute, care sunt folosite pentru teste, analize și diverse experimente în domeniul electronicelor și comunicațiilor.

Termenul "**joasă frecvență**" se referă la faptul că generatorul de semnal de joasă frecvență produce semnale cu o frecvență mai mică decât frecvențele audio obișnuite (20 Hz – 20,000Hz).

Generatoarele de semnal reprezintă componente fundamentale utilizate pentru a produce semnale de diferite forme și frecvențe. Aceste dispozitive oferă o varietate de forme de undă, iar trei dintre cele mai comune sunt semnalul: **sinusoidal, triunghiular și dreptunghiular.**

**Generator de Semnal Sinusoidal:**

Un generator de semnal sinusoidal este proiectat pentru a produce un semnal cu o formă sinusoidală. Această formă de undă are o variație netedă și regulată a amplitudinii în funcție de timp.

**Generator de Semnal Triunghiular:**

Generatorul de semnal triunghiular generează o formă de undă triunghiulară. Acest tip de semnal este utilizat în teste pentru evaluarea răspunsului în frecvență al sistemelor audio și în experimente de laborator unde este necesar un semnal cu tranziții lineare.

**Generator de Semnal Dreptunghiular:**

Generatorul de semnal dreptunghiular produce o formă de undă cu o variație abruptă între nivelurile minim și maxim. Având durată constantă a semnalului la amplitudine maximă și durată constantă a semnalului la amplitudine minimă, acest tip de semnal este adesea utilizat în teste pentru circuitelor digitale și în generarea de semnale de impulsuri.

**2. Date inițiale de proiectare**

**2.1 Descrierea temei (N=5)**

Să se proiecteze (în semestrul 1) și să se realizeze practic (în semestrul 2) un **generator de semnal de joasă frecvență** având următoarele caracteristici:

* Tensiunea de alimentare: 9+5=14 [V];
* Impedanța de sarcina pur rezistiva având valoarea 200·5=1000 [Ω];
* Forma de undă: dreptunghiulară, triunghiulară și sinusoidală;
* Frecvență reglabilă: fmin =50\*5=250 [Hz]; fmax =5+5=10 [kHz];
* Amplitudinea semnalului reglabilă 10 mV-5 V ;
* Se va utiliza minimum o sursa de curent constant pentru polarizarea tranzistoarelor ce amplifică;

**2.2 Schema Bloc**

**3. Conținutul tehnic al proiectului**

**3.1 Schemele Generatoarelor in LTSpice**

**O imagine care conține diagramă, text, Plan, linie

Descriere generată automat**

Figura 2.3.1 Schema electrica a oscilatorului pentru semnalul dreptunghiular

**O imagine care conține diagramă, linie

Descriere generată automat**

Figura 2.3.2 Schema electrica a oscilatorului pentru semnalul triunghiular si sinusoidal

**3.2 Schema generatorului de semnal de joasa frecventa in LTSpice**

O imagine care conține diagramă, text

Descriere generată automat

Figura 2.4 Schema electrica a generatorului de semnal de joasa frecventa

**3.3 Punctul static de funcționare analitic**

O imagine care conține text, scris de mână, hârtie, Produs din hârtie

Descriere generată automat

O imagine care conține text, scris de mână, hârtie, număr

Descriere generată automat

**3.4 Punctul static de funcționare LTSpice**

**O imagine care conține text, captură de ecran

Descriere generată automatO imagine care conține text, captură de ecran

Descriere generată automat**

Figura 3.2 Punctul static de funcționare LTSpic

**4. Simularea montajului in LTSpice**

**O imagine care conține captură de ecran, electronice, calculator

Descriere generată automat4.1 Simularea generatorului de semnal de joasa frecventa**

Figura 4.1.1 Simularea in domeniul timp a semnalului dreptunghiular, sinusoidal, triunghiular

**4.2 Simularea generatorului de semnal de joasa frecventa la setarea potențiometrelor**

O imagine care conține captură de ecran, Software multimedia, calculator

Descriere generată automatSetarea potențiometrului pentru a avea amplitudinea minima – 10mV

O imagine care conține captură de ecran, Software de grafică, Software multimedia, Editare

Descriere generată automatFigura 4.2.1 Simularea in domeniul timp a semnalelor, prezentând valoarea minima a amplitudinii

O imagine care conține captură de ecran

Descriere generată automatFigura 4.2.2 Simularea in domeniul timp a semnalelor, prezentând valoarea minima a frecventei

Figura 4.2.3 Simularea in domeniul timp a semnalelor, prezentând valoarea maxima a amplitudinii(5V)

**5. Realizarea structurii de interconectare PCB**

**5.1 Crearea unui proiect si importarea schemei in Altium**

Se creează un proiect nou unde vom importa schema din LTSpice in Altium, apoi se verifica daca exista erori de conectare in circuit.

O imagine care conține text, diagramă, Interval, număr

Descriere generată automat

Figura 5.1 Schema electrica a generatorului de semnal de joasa frecventa in Altium Designer

**5.2 Alocarea de footprint-uri PCB**

Alocarea footprinturilor se face astfel: **Tools – Footprint Manager**. Pentru condensatoare se folosește footprintul CAP0805 specific condensatoarelor ceramice, pentru rezistoare se folosește RES0805, iar pentru tranzistoare s-a folosit SOT23.

Pasul următor este trecerea la realizarea structurii PCB. Pentru acest lucru se vor verifica dacă toate componentele din schema electrică au asociate câte un footprint PCB.

Se va asocia tuturor componentelor câte o capsulă. Aceste capsule se vor copia din bibliotecile mediului Allegro PCB Editor.

O imagine care conține captură de ecran, text, software, Software multimedia

Descriere generată automat

Figura 5.2.1 Meniul Footprint Manager

**5.3 Realizarea PCB-ului**

Pentru realizarea PCB-ului se vor parcurge următorii pași:

1. **Definirea conturului de placă (Board Outline)**

Acest contur se definește în funcție de cerințele de proiect. Se poate cere o anumită dimensiune a lui și în acest caz componentele vor fi plasate în mod convenabil pentru a indeplini această condiție (uzual această situație se întalnește de exemplu în industria automotive unde se cer anumite module electronice în spatiul fizic dedicat) sau în cazul validării unui concept sau al unui prototip realizat de “hobby” această dimensiune nu este impusă și atunci limita PCB ului va fi determinată de componentele plasate pe placă.

1. **Mutarea originii în colțul din stânga jos (Change Draw origin)**

Orice desen mecanic implică existența unei origini/referințe în funcție de care sunt calculate toate celelalte elemente fizice (exemplu poziția componentelor sau al traseelor). În electronică se consideră colțul din stanga jos al plăcii ca fiind referința întregului proiect PCB.

1. **Definirea numărului de layere (Cross section Editor)**

Un PCB poate avea în mod uzual între 1 strat electric (de regulă fața de jos “Bottom” cu trasee și pe fața “Top” se află componentele în tehnologie THD) sau mai multe straturi electrice în funcție de complexitatea produsului (exemplu o placă de bază de laptop are în mod uzual 8 straturi electrice iar plasarea componentelor este realizată atat pe fața “Top” cât și pe fața “Bottom” folosind componente cu lipire pe suprafață – SMD).

1. **Setarea spațierilor și lățimilor din proiect (constraints manager)**

Orice proiect PCB va avea în funcție de cerințele din etapa de proiecta și simulare, anumite capabilități de curent ale traseelor dar și limitări de natură EMC (evitarea cuplajelor nedorite sau definirea unor semnale zgomotoase sau sensibile la zgomot pentru care se definesc zone de protecție). Aceste aspecte se vor defini folosind clase de trasee și componente. De exemplu în funcție de grosimea stratului de cupru al layerului electric de pe fața “Top”, al variației de temperatură pe traseu, al temperaturii ambiante și al curentului transportat de un anumit traseu, se va calcula lățimea traseului.

1. **Plasarea componentelor pe placă**

Componentele pe placa se vor plasa pornind de la poziția componentelor de putere (care au o disipare termică mare sau transportă un curent important) sau al conectorilor, sau al componentelor cu o dimensiune fizică mare (de exemplu un condensator electrolitic de valoare mare) și terminând cu plasarea componentelor de mici dimensiuni aflate în proximitatea circuitelor deja amplasate.

1. **Rutarea traseelor**

Traseele electrice care vor uni terminalele componentelor se vor proiecta ținându-se cont atât de capabilitățile termice și de curent dar și de limitările impuse de elementele EMC. Aceste trasee se pot realiza pe diferite fețe electrice iar pentru legătura între diferitele “layere electrice” se folosesc elemente de tip VIAS care pot fi îngropate (pentru proiecte cu mai mult de 2 layere electrice, exemplu într-un proiect cu 4 layere electrice conectează layerul 2 de 3) sau care străpung structura de pe layerul Top pe layerul Bottom (exemplu același proiect cu 4 layere electrice, acest VIAS leagă straturile 1,2,3 si 4).

1. **Așezarea convenabilă a marcajelor**

În proiectul PCB pe langă elementele de natură electrică (trasee și VIAS-uri) există și o serie de elemente cu rol de ghidaj pentru depanare și măsurători sau pentru poziționare componente în timpul asamblării. Aceste elemente pot fi plasate pe layerele non-electrice de tip “SilkScreen” sau “Assambly” sau “Mechanic”.

1. **Verificarea întregului proiect**

După ce au fost realizate toate etapele anterioare și întregul circuit PCB este finalizat, se trece la etapa de verificare automată (folosind mediul Orcad), verificare manuală (urmărind anumite reguli de proiectare impuse), iar la final se vor introduce elementele necesare unei inspecții optice automate sau de plasare automată de componente – *indicatori Fiduciali* (“Fiducial Markers” )

O imagine care conține text, afișaj, captură de ecran, diagramă

Descriere generată automat

Figura 5.3.1 Vizualizare 2D a PCB-ului

O imagine care conține proiectare, captură de ecran, text, Grafică

Descriere generată automatO imagine care conține diagramă, Dreptunghi, captură de ecran, schiță

Descriere generată automat

Figura 5.3.2 Layer-ul TOP Figura 5.3.3 Layer-ul BOTTOM

O imagine care conține ceas, captură de ecran, afișaj, text

Descriere generată automat**O imagine care conține diagramă, captură de ecran, text, Grafică

Descriere generată automat**

Figura 5.3.4 Layer-ul Silk Screen TOP Figura 5.3.5 Layer-ul Solder Mask TOP

O imagine care conține captură de ecran, diagramă, schiță, desen

Descriere generată automatO imagine care conține captură de ecran, Dreptunghi, diagramă, proiectare

Descriere generată automat

Figura 5.3.6 Layer-ul Solder Paste TOP Figura 5.3.7 Layer-ul mecanic

**5.4 Generarea fișierelor Gerber**

Realizarea structurii PCB și obținerea unui layout corect nu este suficient pentru a putea fi trimis la fabrică întregul proiect. În lumea electronicii există un “limbaj” comun pentru fabricația PCB-ului iar fișierele care conțin toate datele de fabricație poartă numele de “fișiere Gerber”.

O imagine care conține captură de ecran

Descriere generată automatO imagine care conține captură de ecran, Dreptunghi, diagramă, linie

Descriere generată automat

Figura 5.4.1 Layer-ul BO Figura 5.4.2 Layer-ul BOTTOM

O imagine care conține captură de ecran, întuneric, noapte

Descriere generată automatO imagine care conține captură de ecran, Color

Descriere generată automat

Figura 5.4.3 Layer-ul FAB Figura 5.4.4 Layer-ul SMBOT

O imagine care conține captură de ecran, pătrat, Color, proiectare

Descriere generată automatO imagine care conține captură de ecran, Color

Descriere generată automat

Figura 5.4.5Layer-ul SMTOP Figura 5.4.6 Layer-ul SPTOP

O imagine care conține captură de ecran

Descriere generată automatO imagine care conține circuit, captură de ecran, Inginerie electronică, electronice

Descriere generată automat

Figura 5.4.7 Layer-ul SSTOP Figura 5.4.8 Layer-ul TOP

O imagine care conține captură de ecran, întuneric

Descriere generată automat

Figura 5.4.9 Layer-ul DRILL

O imagine care conține text, captură de ecran, Software multimedia, afișaj

Descriere generată automatO imagine care conține captură de ecran, text

Descriere generată automat

Figura 5.4.10 Fișierul CAM Figura 5.4.2 Fișierul DRILL

Figura 5.4.3 Tabelul de găurire

Fișierele Gerber sunt însoțite de fișierul drill.drl, dimensiunile plăcii și tabelul de găurire, în lipsa acestora placa nu se poate fabrica.

**5.5 Bill Of Materials (BOM)**

**O imagine care conține text, număr, Paralel, captură de ecran

Descriere generată automat**

**6. Asamblare PCB**

**6.1 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 ajuta 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 înlaturarea oxizi.lor și impurităților.

Tresa absorbantă pentru extras cositor poate fi folosită pentru refacerea unor lipituri incorecte sau curățarea cositorului în exces.

**6.2 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 temperaturea acesteia ajunge la punctul de topire al aliajului va transfera aliajul de pe PCB pe aceasta până se satureaza. Nu este recomadată mișcarea orizontala a acesteia pe PCB deoarece poate desprinde padurile componetelor de pe substrat. Se folosește doar perpendicular pe zonele ce se doresc a fi curățate.

****

**Figura 6.2.1** Folosirea Tresei

**6.3 Lipirea componentelor SMD cu 2 terminale**

*Pasul 1* - La lipirea manuală a componentelor SMD (rezistențe, condensatoare, inductoare etc.) se va proceda la umplerea unui pad cu cositor înainte de montarea componentei.

****

**Figura 6.3.1** SMD 2 terminale

*Pasul 2* – Se ia componenta cu o pensetă și se plasează în apropierea locului de lipire. Se va folosi vârful ciocanului de lipit pentru a topi cositorul de pe pad și fără a fi dat la o parte(aliajul trebuie menținut topit) se va muta componenta pe poziție. Odată ce aceasta este fixată corect se poate îndepărta vârful ciocanului de lipit de pe pad.

****

**Figura 6.3.2** SMD 2 terminale

*Pasul 3 –* Lipirea terminalului rămas nelipit.



**Figura 6.3.3** SMD 2 terminale

**6.4 Lipirea componentelor SMD cu mai multe terminale**

*Pasul 1* – Se umple un pad din margine cu cositor.



**Figura 6.4.1** SMD cu mai multe terminale

*Pasul 2* – Se folosește penseta pentru a plasa componenta pe poziție în timp ce cositorul este menținut topit de ciocanul de lipit. După ce aceasta este fixată se poate proceda la lipirea terminalului din colțul opus, iar la final restul de terminale pot fi lipite.



**Figura 6.4.2** SMD cu mai multe terminale

**6.5 Testarea PCB ului**

Mai departe după procesele de lipire a componentelor, în general PCB-urile fabricate în serii mari pentru o multitudine de aplicații sunt testate electric. Acest proces se poate face prin mai multe metode, dintre care unul constă în testarea pe “pat de cuie” (Figura 6.5.1) sau cu flying probes (Figura 6.5.2).

****

**Figura 6.5.1** Flying probes

****

**Figura 6.5.2** Pat de cuie (pogo-pins)

Pentru ca acest lucru să fie posibil, PCB-urile sunt proiectate înca de la inceput cu puncte de test ce permit testarea electrică a elementelor PCB-ului (trasee, via-uri, componente electrice etc), dar și testarea funcționala a montajului. De asemenea, mai pot fi folosite pentru programarea unor eventuale circuite daca este necesar (memorii, microprocesoare, FPGA-uri etc.). Acest proces de testare se efectuează cu ajutorul unui echipament special ce este programat să testeze montajul respectiv. De asemenea, la proiectarea cablajului și funcționalității circuitului se implementează și diverse funcții de test ascunse în mod normal în utilizare.

**7. Manual de utilizare**

* Generatorul de semnal de frecventa joasa este proiectat pentru a lucra la tensiunea de alimentare Vcc=14V;
* Se vor conecta bornele minus “–“ la GND;
* Tensiunea de intrare se va conecta la borna “Vcc”;
* Tensiunea de ieșire se va conecta la borna “VOUT”;
* Tensiunea de ieșire a semnalului sinusoidal se va conecta la borna “Sin”;
* Tensiunea de ieșire a semnalului dreptunghiular se va conecta la borna “Dreptunghiular”;
* Tensiunea de ieșire a semnalului triunghiular se va conecta la borna “Triunghiular”;
* A nu se atinge componentelor în timpul funcționării;
* Nu se recomandă schimbarea componentelor circuitului, în caz contrar, comportamentul nu se poate determina;
* A se feri de umezeala și expunere îndelungata la razele soarelui;
* A nu se lăsa la îndemâna copiilor;

**8. Bibliografie**

<http://www.dce.pub.ro>;

<http://cetti.ro/v2/labtie.php>

[Proiect1\_v4\_2023\_2024.pdf](https://ctipub.sharepoint.com/:b:/s/Proiect12023-2024/EYMJpFj-bdZClNTCrL_jbvIB8C1uTLwqWTwupJTPY9gRqg?e=X8PoMZ)

[Anexa\_a1\_Grupa\_.xls](https://ctipub.sharepoint.com/:x:/s/Proiect12023-2024/EarLUnLwDohCrXE06PJggysBRvDItvV2oxhBvtecD8g0Sg?e=MPUa3D)

Platforme Laborator Tehnici CAD de Realizare a Modulelor Electronice, Norocel Codreanu

Note de curs - Circuite electronice fundamentale, Dragoș Dobrescu