A close-up of a logo

Description automatically generated

Universitatea POLITEHNICA Bucureşti

Facultatea de electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației

2024 - 2025

**Proiect 1 - Dispozitive și circuite electronice**

**Generator de semnal dreptunghiular**

Nume : Florian David

Grupa : 433Ea - MON

N = 9

1. **INTRODUCERE**

Date initiale de proiectare N = 9

Sa se proiecteze și realizeze un generator de semnal dreptunghiular cu următoarele caracteristici:

♦ Frecvența de oscilație, fo, reglabilă în intervalul: 1÷27 [KHz];

♦ Factor de umplere: 0.5;

♦ Sarcina la ieșire, RL: 9[KΩ];

♦ Valoarea (vârf la vârf) a oscilației la ieșire, Vo, reglabilă în intervalul: 0÷1.8 [V];

♦ Semnalul la ieșire nu are componentă continuă;

♦ Domeniul temperaturilor de funcționare: 0° -70° C (verificabil prin testare în temperatură);

♦ Semnalizarea prezenței tensiunilor de alimentare cu diodă de tip LED.

Un generator de semnal dreptunghiular produce un semnal periodic în care tensiunea alternează între două niveluri fixe (înalt și jos), având tranziții abrupte. Un astfel de generator este construit tipic cu componente active și pasive care lucrează împreună pentru a crea oscilații continue.

**2. Schema Electrica a circuitului :**

A diagram of a circuit

Description automatically generated with medium confidence



Dupa cum se poate observa , cu rosu am trasat etajele. Iar cu verde am trasat relatiile de dimensionare precum , factorul de umplere , amplitudinea varf – la – varf , reteaua RC si Led-ul.

Toate aceste componente creaza un comparator cu histerezis, lucreaza impreuna pentru a stabiliza curentul , precum si semnalul, a reduce distorsiunile , a amplifica simetric semnalul fara componenta continua , pentru a minimiza pierderile termice , de a reduce variatiile , mai jos o sa realizez schema bloc pentru a vedea mai simplificat functionarea electrica :

1. **Schema bloc :**

Amplificator de baza

Comparator cu Histerezis

Semnal iesire

Etaj amplificare in curent

Semnal intrare

Etaj emitor comun

Oglinda de curent

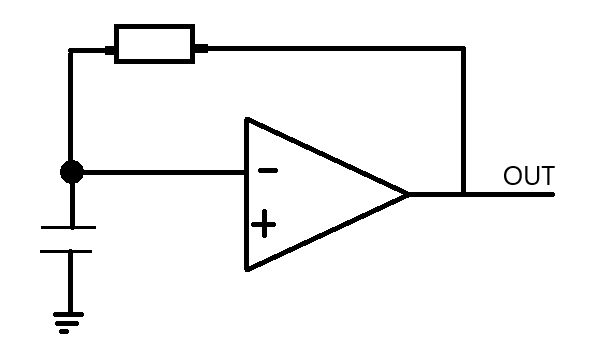
Sursa de curent

Etaj de intrare diferential



Retea de Reactie Negativa

TRIGGER SCHMITT



**4. EXPLICATII**

Urmatorul lucru este sa explicam fiecare bloc pentru a intelege mai bine functionalitatea circuitului .

* 1. **Semnalul de intrare** : este dat de o alimentare corect aleasă cu o tensiune simetrică de ±5V, având în vedere cerințele circuitului. Sursa de alimentare simetrică asigură o amplificare simetrică a semnalului fără componentă continuă. Aceasta este esențială pentru a menține stabilitatea și a minimiza offset-ul la ieșire.

**4.2 Etajul Diferential** : Etajul diferential are rolul de a realiza adaptarea de impedanta intre sursa de semnal si urmatorul etaj, adica o adaptare de la impedanta mare la impedanta mica. Practic acest etaj este de tipul transconductanta, adica transforma un semnal de tip tensiune intr-un semnal de tip curent.

**4.2.1. Etajul diferential** este realizat in principal cu tranzistoarele Q3 si Q4. Pentru a mari castigul, stabilitatea si a reduce cuplajul parazit (zgomotul), vom utiliza etaje auxiliare (sursa de curent constant si oglinda de curent).

**4.2.2.** Pentru a realiza o impartire egala a curentului dat de sursa de curent constant prin cei doi tranzistori din etajul diferential vom utiliza o **oglinda de curent** realizata cu Q1 si Q2 care sunt tot BC846B. Aceste tranzistoare au cel mai mare factor de amplificare in curent, hFE, dintre toate tranzistoarele bipolare din anexa si ajuta la o egalitate mai buna intre IO si IREF. Aceasta actioneaza ca o sarcina activa de curent.

Deoarece Q1 si Q2 vor avea aceeasi tensiune baza-emitor si curentii lor de colector vor fi egali, pentru a echilibra eventualele diferente de tensiune baza-emitor s-au utilizat doi rezistori, R1 si R2, in serie cu emitorul tranzistoarelor.

**4.2.3. Sursa de curent** este formata din tranzistorul Q5 impreuna cu R5, R6 si dioda Zenner D2. Q5 este un BC846B care are hFE mai mare decat alte tranzistoare bipolare din anexa si prin urmare acesta are variatiile cu temperatura mai reduse. D2 este modelul BZX84C2V7 si prin urmare ajuta la obtinerea curentului IE . R5 are o valoare de ordinul sutelor de Ω si ajuta la obtinerea curentului IE, si polarizeaza baza lui Q5.

**4.3 Etajul de amplificare in tensiune :** Acesta este un etaj de tip transimpedanta si are rolul de a transforma curentul primit de la etajul precedent intr-o tensiune de valoare mare. Acest etaj are o amplificare in tensiune foarte mare in bucla deschisa, de aceea este obligatoriu sa se utilizeze o bucla de reactie negativa pentru a reduce amplificarea in tensiune la o valoare utila.

Reacția negativă reduce și distorsiunile, făcând circuitul mai linear. Configurația **emitor comun** permite câștig mare, iar sursa de curent constant ca sarcină asigură o stabilitate mai bună la variații ale semnalului de intrare.

Etajul este realizat cu tranzistor bipolar Q6 de tipul BC856. Q6 este in configuratie **emitor comun** cu o amplificare foarte mare in tensiune si are ca sarcina o sursa de curent constant realizat cu Q7 si R7. Dioda Zenner D3 BZX84-C2V7 are rolul ca sa mareasca VEC al lui Q1 din oglinda de curent ca acesta sa nu mai fie la limita dintre saturatie si RAN.

Pentru a putea comanda etajul final dorim un curent mare prin Q6, astfel alegem Q7 BC846B care are hFE mare si R7 de ordinul sutelor de Ω astfel incat IE si IC al lui Q7 sa fie cat mai mari.

**4.4.** **Etajul amplificator in curent(Amplificator clasa AB):** Acesta realizeaza o adaptare de impedanta intre etajul precedent care este de curent mic si sarcina care este de impedanta redusa. Prin etajul final trece aceeasi valoare a curentului ca si prin sarcina, de asemenea pe aceste tranzistoare se va disipa o putere semnificativa.

Dorim ca acest etaj sa amplifice doar in curent iar amplificarea in tensiune sa fie unitara. Pentru aceasta vom utiliza o conexiune de tip colector comun utilizand o pereche de tranzistoare bipolare complementare.

Cele doua tranzistoare complementare Q8 si Q9 sunt legate intr-o configuratie **push-pull** specifica amplificatoarelor in clasa B. Q8 este responsabil pentru alternantele negative, iar Q9 este responsabil pentru alternantele pozitive.

Etajul push-pull reduce consumul în absența semnalului și minimizează pierderile termice. Totuși, distorsiunile la trecerea prin zero sunt o problemă comună și pot fi reduse prin polarizare corectă, cum este utilizarea diodei Zenner aici.

Acest tip de etaj are avantajul randamentului bun si consumului nul de curent in absenta semnalului la intrare, in schimb acesta poate prezenta distorsiuni de trecere prin zero a semnalului daca tranzistoarele nu sunt foarte bine imperecheate.

Pentru reducerea distorsiunilor, am ales sa realizez o polarizare a etajului final cu ajutorul diodei Zenner D4 care este modelul BZX84-C10, aceasta stabileste tensiunile baza-emitor de deschidere a tranzistoarelor din etajul final.

**5. Relatii de dimensionare :**

**5.1 Reteaua de Reactie NEGATIVA ( Oscilatorul de frecventa(TIGGER SCHMITT) ) :** Aceasta este esențială pentru inițierea și susținerea oscilațiilor. Reacția pozitivă este necesară pentru ca oscilatorul să-și mențină oscilațiile.

Rețeaua RC stabilește timpul de încărcare și descărcare al condensatorului, ceea ce determină frecvența semnalului.

**Criteriul lui Barkhausen** : Produsul câștigului amplificatorului și al câștigului rețelei de reacție este egal cu :

1⋅ (A⋅β=1)

**Frecventa de oscilatie** este determinata de reteaua RC ( TRIGGER SCHMITT ), conectata la amplificator in borna negativa aceasta este formata din R7, P1, si C. fmin si fmax conform cerintei trebuie sa fie 9 kHz respectiv 27 kHz. Avem in vedere relatia T = 2\*Re\*C1\*ln[(1 + τ)/(1 - τ)] specifica oscilatorului de relaxare pe care m-am bazat. τ = 0.5 => T = 2.2 \* Re \* C1. Alegand C1 = 5.6 nF, rezistentele R7 = 2.7kΩ si potentiometrele P1 = 10 kΩ,se obtine fmin = 9,008 kHz pentru P1 la 6 kohmi si fmax = 26,96 kHz pentru P1 la 0. In simulari se obtine fmin ≈ 6.447 kHz si fmax ≈ 29.619 kHz, valori apropiate de 9 kHz respectiv 27 kHz. Respectand astfel intervalul si asigurandu-ne de comportarea corecta a generatorului ce contine componente de toleranta de 10%.

**5.2 Factorul de umplere ( functioneaza ca un stabilizator ) :** Factorul de umplere τ este determinat de divizorul rezistiv R3 – R4 si acesta este egal cu R3/(R3 + R4), acesta mai reprezinta si Tensiunea de referinta al amplificatorului fiind conectat la borna pozitiva . Avand in vedere ca τ trebuie sa fie 0.5, se ia R­3 = R4. R3 si R4 au fost luate cu valoarea de 10 kΩ, deoarece din simulari s-a constatat ca pe masura ce valoarea lor creste, creste si frecventa de oscilatie, iar valoarea de 10 kilo ohmi e tocmai potrivita pentru fmin si fmax ca sa fie cat mai apropiate de 9kHz respectiv 27kHz.

**5.3 Amplitudinea Varf – la – Varf :** Amplitudinea varf-la-varf este determinata de divizorul de tensiune R9 – P­2. Avem relatia Vo = Vi \* P2/(R9 + P2). Vi desi este ±5V il consider aproximativ 4.5 V, deoarece restul de 0.5 V se distribuie pe alte componente si mai apare si zgomotul. Pentru R9 = 330 Ω si P2 = 100 Ω se obtine Vo ≈ 1.04 V, iar la P2 = 0 ohmi se obtine Vo = 0. In simulare pentru P2 dat la maxim se obtine Umax = 0.876 mV si Umin = -0.876 mV, acestea puteau fii mai apropiate de 1 V respectiv -1 V daca fie s-ar fii scos dioda D3 dar atunci Q1 ar fii fost la limita dintre RAN si saturatie. Componenta continua este neglijabila. Pentru P2 dat la 0 se obtine U­max = 8.834 uV si Umin = -8.834 uV care sunt foarte apropiate de 0 V, iar componenta continua este neglijabila si in acest caz.

**5.4 LED – ul :** LED-ul a fost bagat pentru a semnaliza alimentarea circuitului. Conform foii de catalog tensiunea maxima admisa este de 1.7 V, valoarea tipica de functionare este de 1.35 V, iar curentul pentru care aceasta se aprinde este in intervalul [0.1, 1] A. Am inseriat LED-ul cu o rezistenta R10 de 33 Ω astfel incat pe dioda sa cada o tensiune intre 1.35V si 1.7V, iar curentul sa fie de cel putin 100 mA ca LED-ul sa se aprinda. Conform simularii, tensiunea pe LED este 1.434V si curentul care se scurge prin el este 108.1 mA.

**6. Calcule Analitice ( Punctul static de functionare al circuitului )**

A close-up of a mathematical equation

Description automatically generated

A white sheet of paper with blue writing

Description automatically generatedA white paper with blue writing on it

Description automatically generated

A white sheet with blue writing on it

Description automatically generated