

UNIVERSITATEA POLITEHNICA din BUCURESTI

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației

Referat

Proiect 1 - Dispozitive și circuite electronice

Tema:

Amplificator de tensiune (joasă frecvență)

Florea Petru

Grupa: 432E

Bucuresti 2021

Date initiale de proiectare: **N = 8**

Să se proiecteze și realizeze un **amplificator de tensiune (joasă frecvență)** având următoarele caracteristici:

- Semnal de intrare, u_i în gama: 400 [mV];
- Sarcina la ieșire, R_L : 40 [Ω];
- Rezistența de intrare $R_i > 0,1$ [M Ω];
- Rezistența de ieșire $R_o < 0,8$ [Ω];
- Amplificare în tensiune, A_v : 10;
- Domeniul temperaturilor de funcționare: 0-70°C (verificabil prin testare în temperatură);
- Semnalizarea prezenței tensiunilor de alimentare cu diodă de tip LED.

Introducere:

Amplificatorul de tensiune este un circuit care are rolul de a furniza la ieșirea sa o tensiune proporțională cu cea de la intrare. Relația de bază este:

$$U_{ies} = A_v \cdot U_{in} \quad (1)$$

unde:

- U_{ies} = este tensiunea de la ieșirea amplificatorului
- U_{in} = este tensiunea de la intrarea amplificatorului
- A_v = amplificarea amplificatorului (marime adimensională) mai mare, în modul decât 1. Dacă $A_v > 0$, atunci amplificatorul se numește neinvertor, iar dacă $A_v < 0$, amplificatorul se numește invertor.

Formula (1) este mai greu de îndeplinit cu exactitate în practică, deoarece mărimea A_v nu este constantă, ci depinde de mai mulți factori, printre care și U_{in} , ceea ce face ca amplificatoarele de precizie să fie realizate cu reacție negativă puternică. Pentru aceasta, se realizează un amplificator cu două intrări: una inversoare, și cealaltă neinvertoră (amplificator diferențial). Amplificatorul amplifică de fapt diferența tensiunilor de la intrarea neinvertoră, respectiv inversoare.

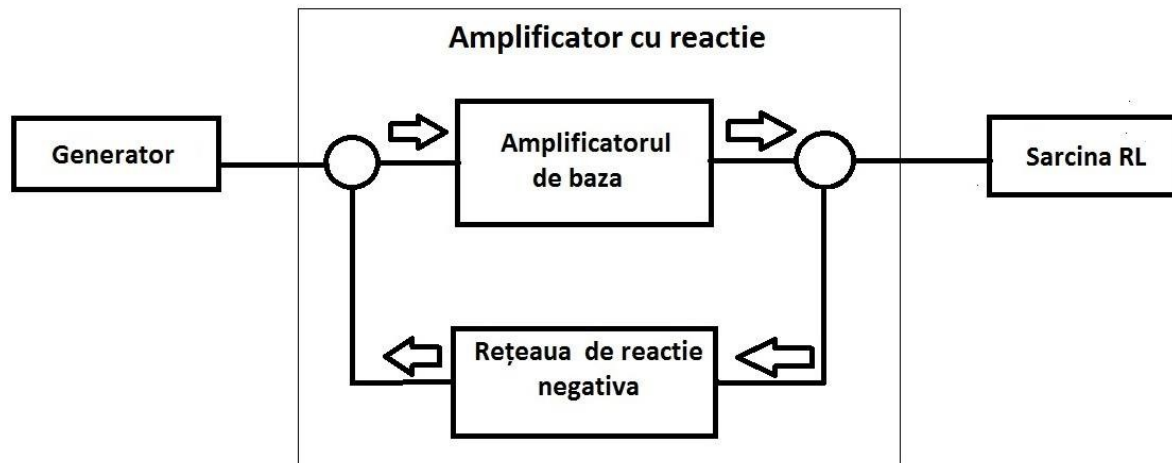
La intrarea neinversoare se aplica semnalul, iar la cea inversoare o fractiune din tensiunea de la iesirea amplificatorului, $f \cdot U_{ies}$ cu $f < 1$.

Daca amplificarea in bucla deschisa a_v (calculata in lipsa reactiei negative – intrarea inversoare conectata la masa) indeplineste relatia:

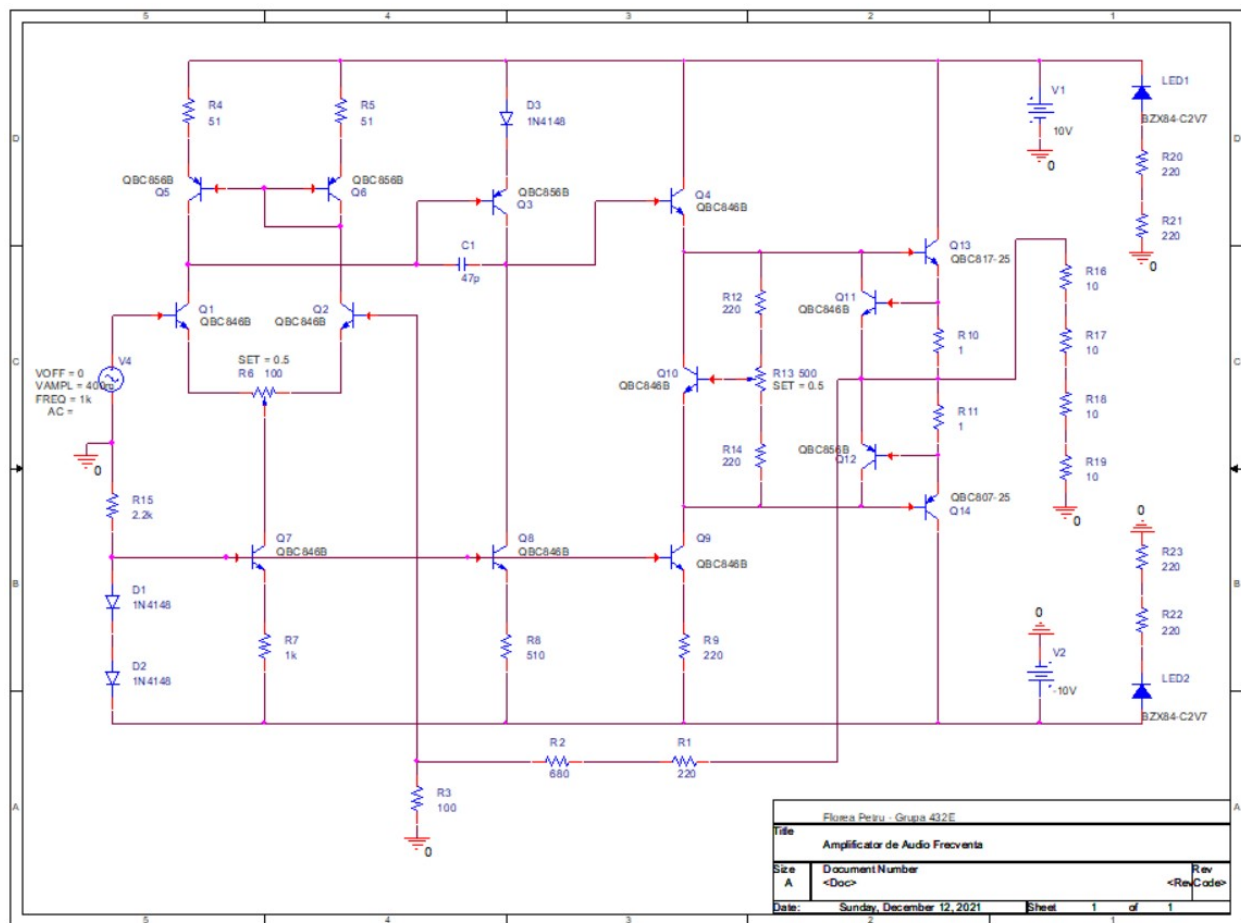
$$a_v \cdot f \gg 1$$

se poate demonstra ca amplificarea in prezenta reactiei negative $A_v \cong 1/f$, deci constanta.

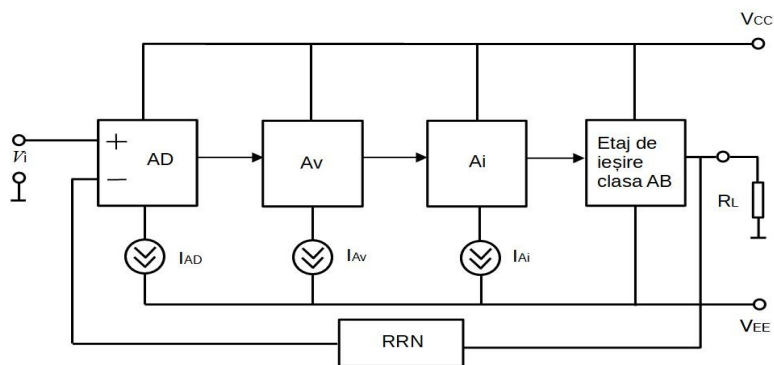
Schema bloc a amplificatorului de tensiune:



Schema electrica detaliata a amplificatorului



Pentru acest amplificator am folosit o reactie Serie-Paralel, amplificare mare in bucla deschisa, impedanta de intrare mare, impedanta de iesire foarte mica, realizat din tranzistoare bipolare. Am tinut cont de urmatoarea structura:



Circuitul de intrare Q1 si Q2 este un amplificator diferential cu tranzistoare bipolare de joasa frecventa si mica putere. Curentul prin cele 2 tranzistoare este dat de sursa de curent Q7. Curentul prin acest tranzistor este dat de relatia:

$I = (2V_D - V_{BE})/R_7 = 0,6 \text{ mA}$. Acest tranzistor alimenteaza cele 2 tranzistoare din diferential cu un curent simetric de aproximativ 0,3 mA.

Etajul diferential continua cu o oglinda de curent simetrica. Tranzistoarele Q5 si Q6 sunt tranzistoare de putere mica (65V, 100mA, $\beta=290$) ce au cate o rezistenta de 51 Ω in emitor. Rolul acestei oglinzi de curent este sa forteze acelasi curent la iesirea din oglinda, pentru a avea liniaritate cat mai buna si distorsiuni cat mai mici.

Etajul diferential este urmat de amplificatorul in tensiune Q3, care este un tranzistor PNP de mica putere (65V, 100mA, $\beta=290$). Condensatorul conectat intre baza si colectorul tranzistorului Q3 este un condensator de compensare (efectul Miller), acesta are rolul de a modifica banda de frecventa. Alimentarea etajului este asigurata de tranzistorul Q8. Curentul prin acest tranzistor este dat de relatia: $I = (2V_D - V_{BE})/R_8 = 1,1 \text{ mA}$

Etajul final este in clasa AB, fiind compus din 2 tranzistoare de putere medie Q13, Q14 (45V, 800mA, $\beta=160$). Etajul AB asigura o amplificare in putere cu un randament bun la un nivel de distorsiuni redus. De asemenea, a fost introdusa protectia la suprasarcina sau scurtcircuit. Aceasta protectie este realizata cu grupul Q11, R10 pentru tranzistorul Q13 si grupul Q12, R11 pentru tranzistorul Q14.

Diodele LED lucreaza in conductie, datorata rezistentei de 440 Ω in serie. Diodele cu jonctiune p-n lucreaza in conductie: diodele D1 si D2 avand un curent de aproximativ 4 mA, iar D3 de aproximativ 1,1 mA.

Reteaua de reactie negativa este alcatuita din tranzistorul Q2, respectiv rezistentele R1, R2 si R3. Amplificare in bucla inchisa a montajului este data de formula $A=(R_1+R_2+R_3)/R_3$. Pentru a respecta cerintele de proiectare, am ales raportul rezistentelor sa fie aproximativ 9.