

Proiect TCAD – Documentație Proiect

VU-metru

Nume: Negoită

Prenume: Adrian-Florin

Grupa: 2127

Rezumat

- 1. Specificații de proiectare**
- 2. Schema bloc**
- 3. Schema circuitului**
 - 3.1. Amplificarea tensiunii**
 - 3.2. Filtrul trece-bandă**
 - 3.3. Proiectare diodelor**
 - 3.3.1.RedDiode**
 - 3.3.2.GreenDiode**
 - 3.3.3.YellowDiode**
 - 3.3.4.BlueDiode**
 - 3.3.5.OrangeDiode**
- 4. Circuitul final**
- 5. Bibliografie**

1.Specificații de proiectare

Să se proiecteze un circuit electronic care să indice pe un afisaj cu LED-uri nivelul semnalului audio dintr-o banda de frecvență specificat (VU-metru). Circuitul este alimentat de la tensiunea $\pm VCC$. LED-urile trebuie să fie de culori diferite pentru fiecare domeniu specificat.

- Amplitudinea semnalului de intrare [uV]:750

- Banda de frecventa [Hz]:

- Fmin:180
- Fmax:7500

- VCC:17 V

- Semnalizări: 5

2.Schema bloc

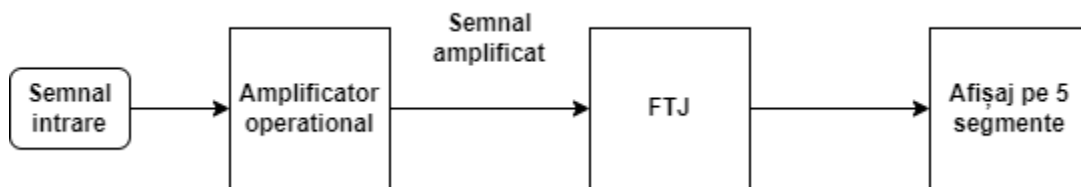


Figura 1: Schema bloc a circuitului

3.Schema circuitului

3.1.Amplificarea tensiunii

Am ales să două amplificari: una care să ducă amplitudinea tensiunii de la 750uA la 750mV(0.75V) și una care să ducă amplificarea obținută la ieșirea primului amplificator la 7.5A pe care, mai apoi, să-i separ în 5 segmente de tensiune. Pentru asta, am ales să folosesc două amplificatoare neinversoare (cu reacție negativă) cu modelul TL022.

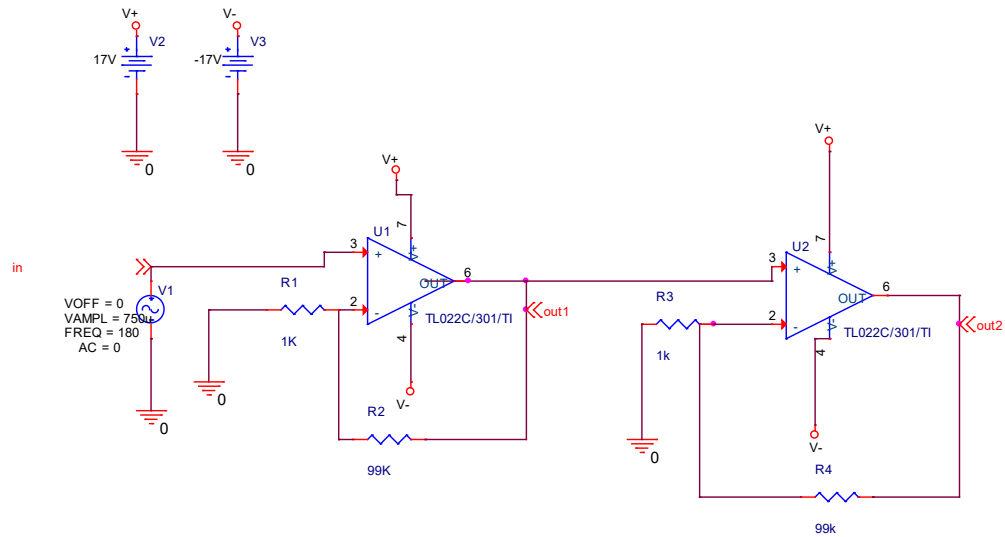


Figura 2: Circuitul de amplificare a semnalului de intrare

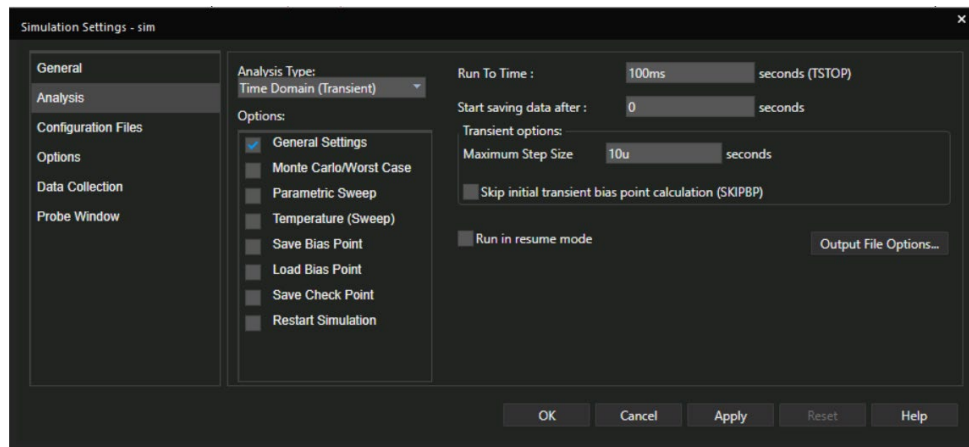
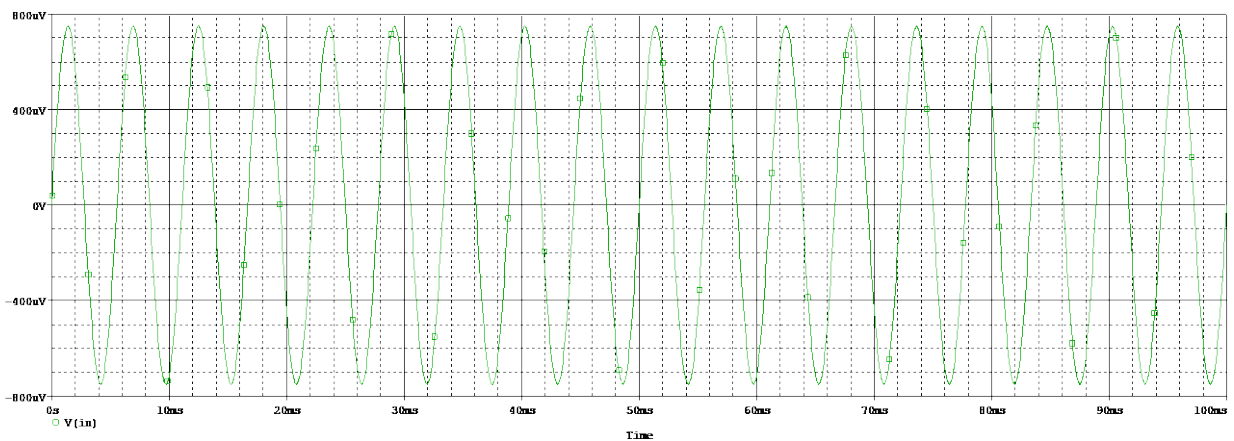


Figura 3: Profilul de simulare al amplificatorului



Graficul 1: Semnalul de intrare al circuitului în timp

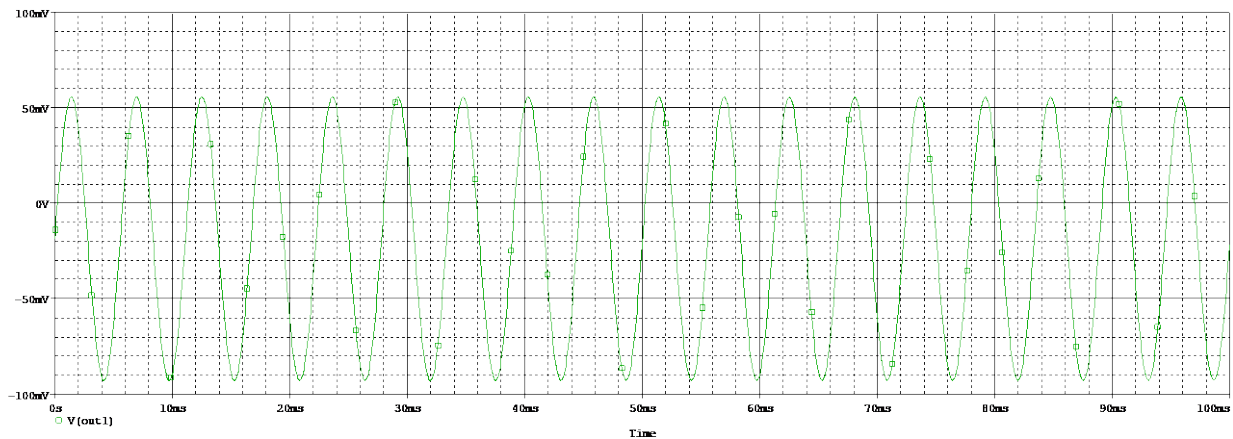
$$U1.V_{in} = 750\mu V \Rightarrow V_{out} = 750 \times 10^{-4}$$

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 10^2 \quad (1)$$

$$\begin{cases} R_N = \Rightarrow V^+ = V^- & (2) \\ V^+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{out} & (3) \\ V^- = V_{in} & (4) \end{cases}$$

$$(2),(3),(4) \Rightarrow V_{in} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{out} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 10^2 \quad (6) \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 99$$

$$\text{Am ales } R_1 = 1k\Omega \Rightarrow R_2 = 99k\Omega$$



Graficul 2: Semnalul la ieșirea primului amplificator

Conform Graficului 2, am obținut o amplitudine de aproximativ 55.61mV după prima amplificare.

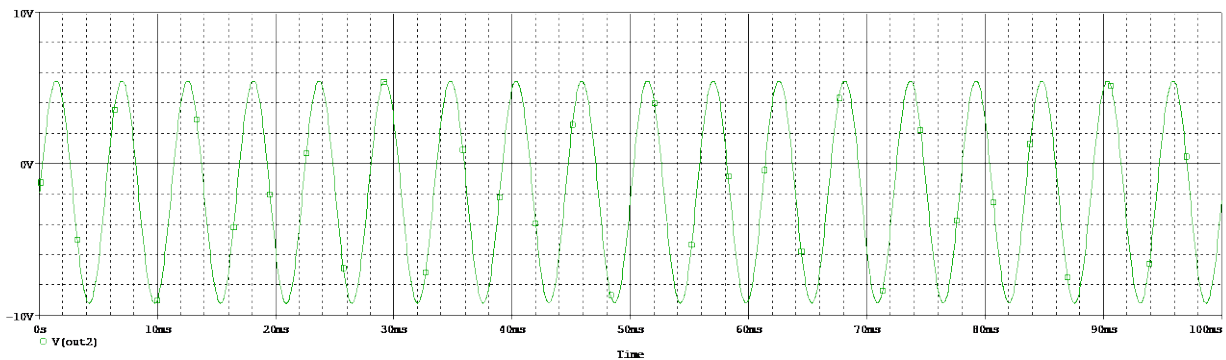
$$U2.V_{in} = 750 \times 10^{-4}V = > V_{out} = 750 \times 10^{-2} = 7.5V$$

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 10^2 \quad (7)$$

$$\begin{cases} RN = > V^+ = V^- \quad (8) \\ V^+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{out} \quad (9) \\ V^- = V_{in} \quad (10) \end{cases}$$

$$(8), (9), (10) = > V_{in} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{out} \quad (11) \Rightarrow A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 10^2 \quad (12) = > \frac{R_2}{R_1} = 99$$

$$Am \text{ ales } R_1 = 1k\Omega = > R_2 = 99k\Omega$$



Graficul 3: Semnalul la ieșire amplificatorului

Conform graficului 3, am obținut o amplificare de aproximativ 5.5V după a doua amplificare.

3.2. Filtrul trece-bandă

Am proiectat un filtru trece bandă care să preia tensiunea de la amplificator și să lase să treacă numai tensiunile a căror frecvențe sunt cuprinse între $F_{min}: 180$ și $F_{max}: 7500$.

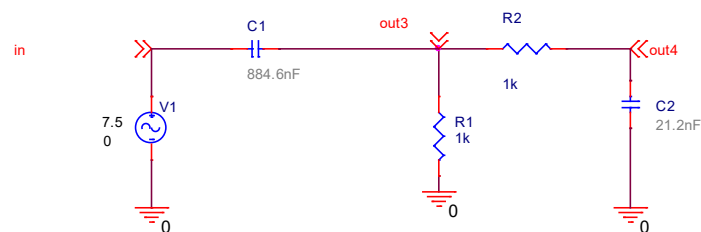


Figura 4: Circuitul filtru trece-bandă (FTB)

$$f_{\min} = \frac{1}{2 \times \pi \times C_1 \times R_1} = 180\text{Hz} \quad (13)$$

$$f_{\max} = \frac{1}{2 \times \pi \times C_2 \times R_2} = 7500\text{Hz} \quad (14)$$

$$\text{Am ales } R_1 = R_2 = 1k\Omega \quad (15)$$

$$\stackrel{(15)}{\Rightarrow} \frac{1}{C_1} = 180 \times 2 \times \pi \times R_1 = 1130.4 \times 10^3 = > C_1 = 884.6\text{nF}$$

$$\stackrel{(15)}{\Rightarrow} \frac{1}{C_2} = 7500 \times 2 \times \pi \times R_2 = 47100 \times 10^3 = > C_1 = 21.2\text{nF}$$

$$\text{BANDA DE FRECVENȚĂ } B = f_{\max} - f_{\min} = 7320\text{Hz} \quad (16)$$

$$f_{\text{rezonanță}} = \sqrt{f_{\max} \times f_{\min}} = 1161.89\text{Hz} \quad (17)$$

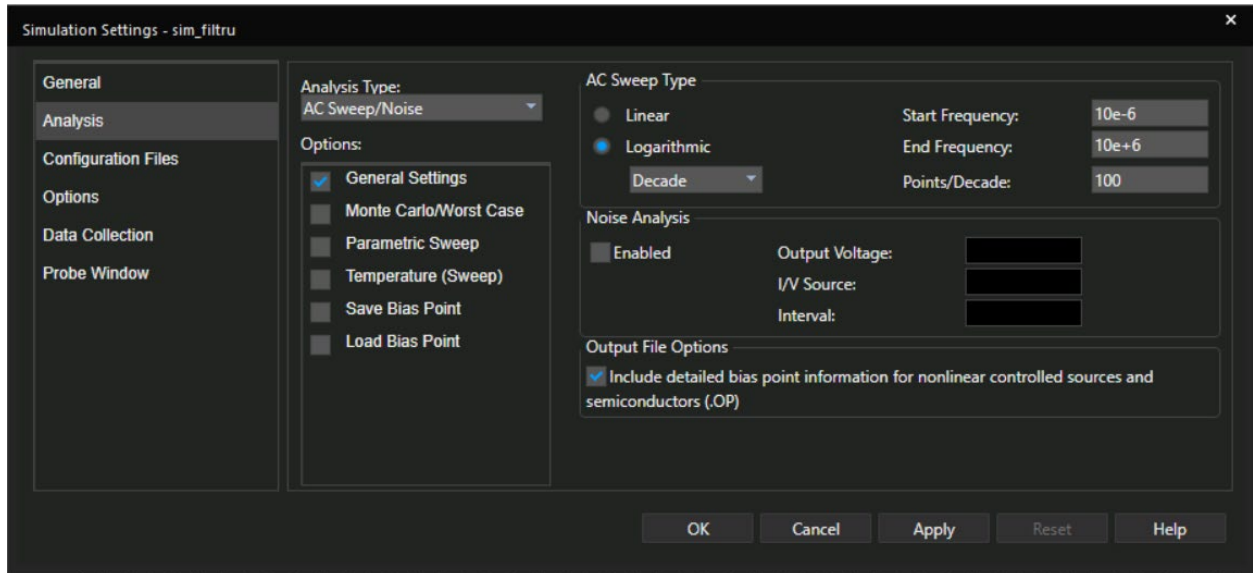
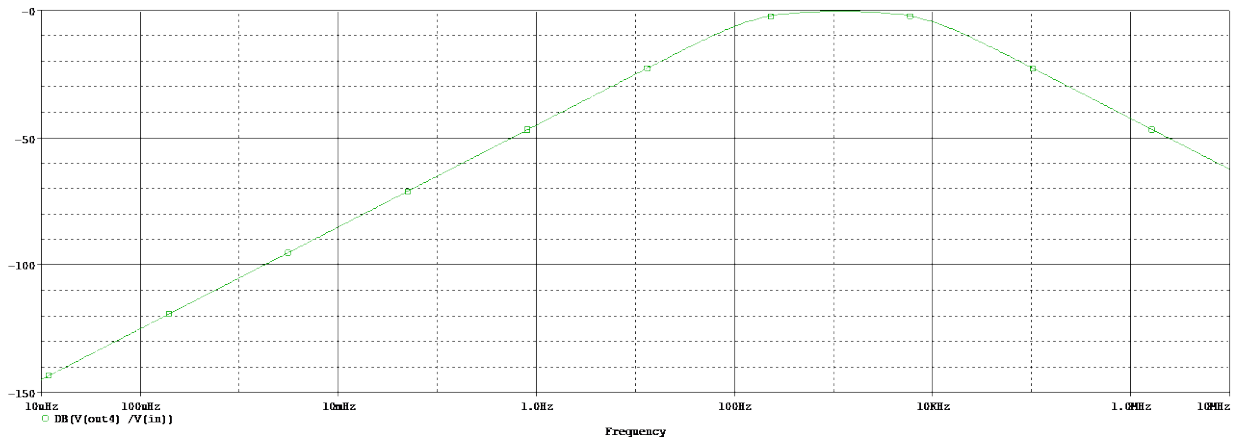
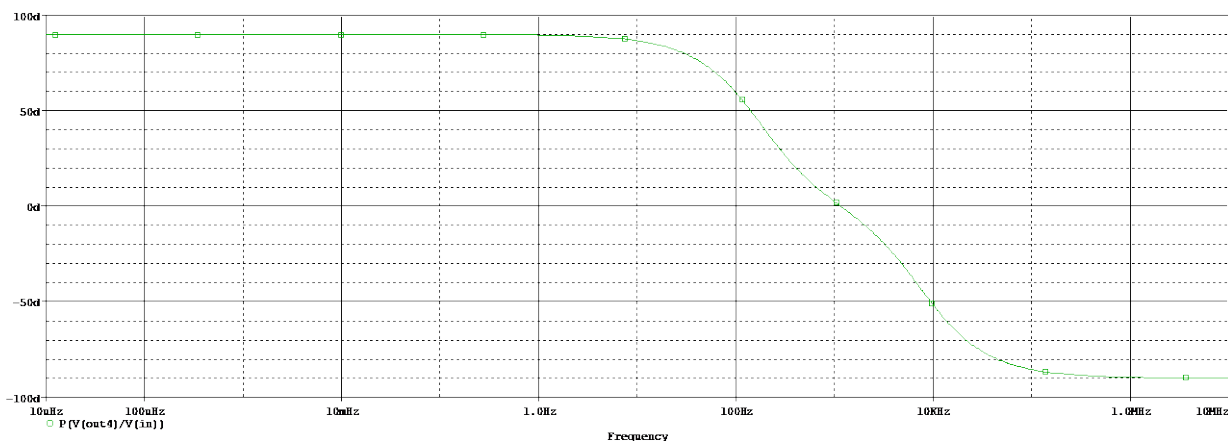


Figura 5: Profilul de simulare pentru filtru



Graficul 4:Diagrama Bode a filtrului-trece bandă



Graficul 5:Reprezentarea fazei

3.3. Proiectarea diodelor

Am proiectat cinci diode de tip LED, câte unul pentru fiecare segment al afișajului: unul roșu, unul verde, unul galben, unul albastru și unul portocaliu.

Pentru proiectarea preliminară am folosit un circuit simplu cu o sursă de tip Vdc, o rezistență $R=360k\Omega$ și o diodă de tip Dbreak în serie conform figurii:

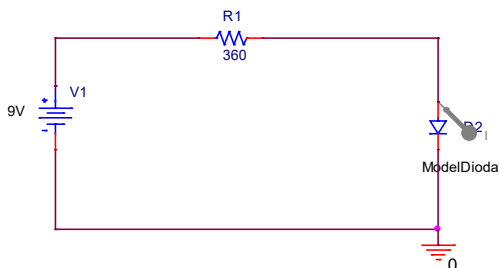


Figura 6:Circuitul de proiectare preliminară

Și am aplicat profilul de simulare următor:

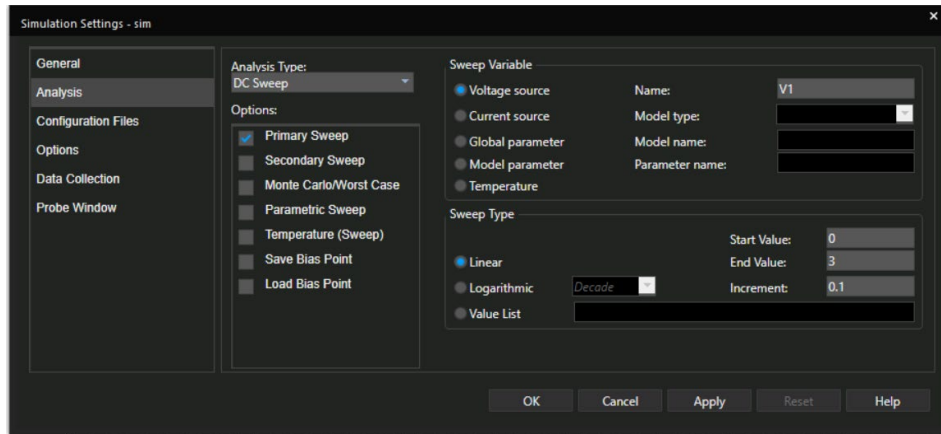


Figura 7: Profil de simulare pentru verificarea proiectării

3.3.1. Red Diode

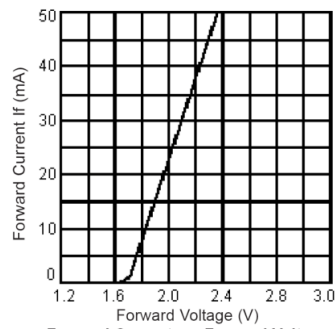


Figura 8: Caracteristica aleasă pentru dioda roșie

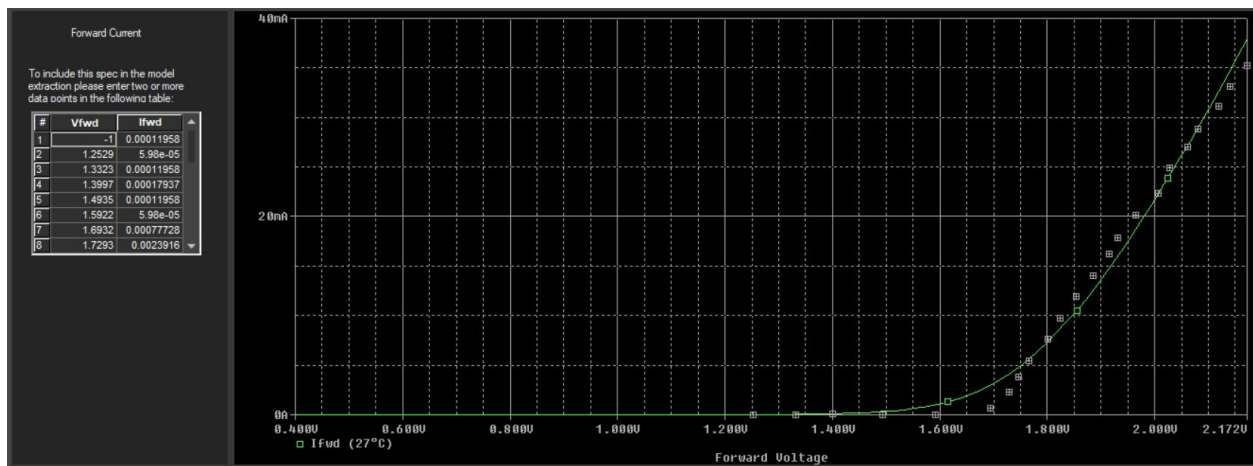
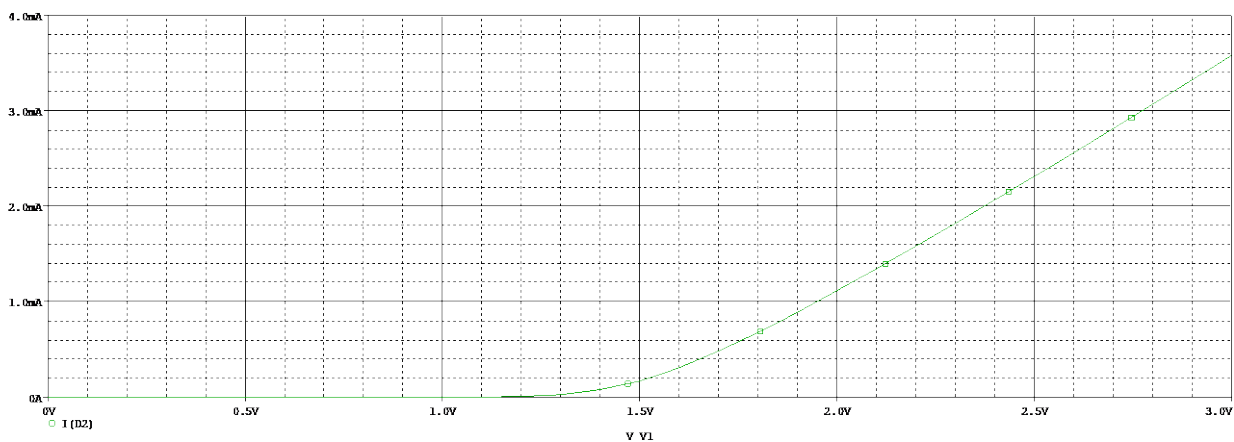


Figura 9: Proiectarea în PSpice Model Editor



Graficul 6:Rezultatul proiectării

3.3.2.GreenDiode

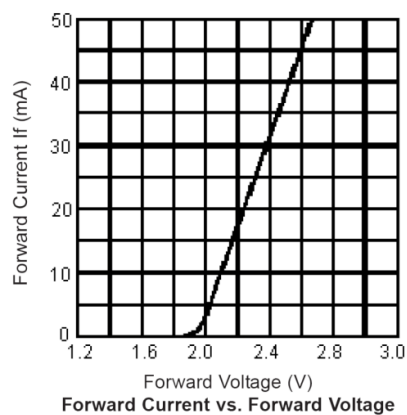


Figura 10:Caracteristica aleasă pentru dioda verde

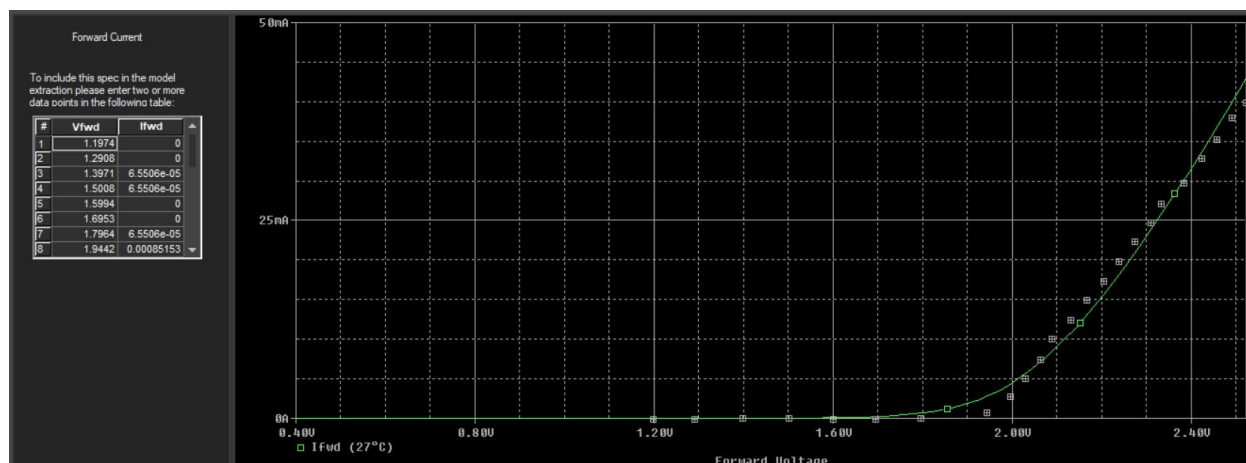
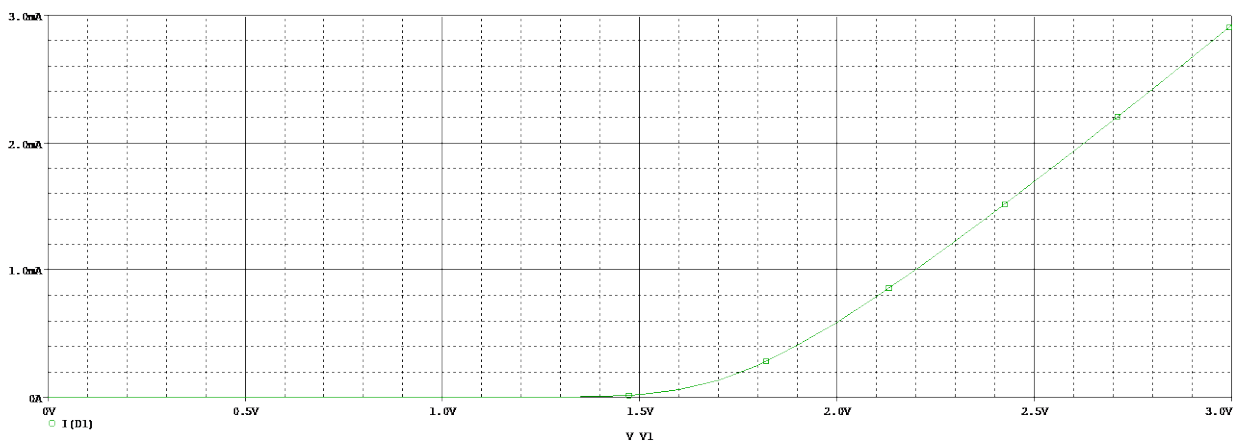


Figura 11:Proiectarea în PSpice Model Editor



Graficul 7:Rezultatul proiectării

3.3.3. *YellowDiode*

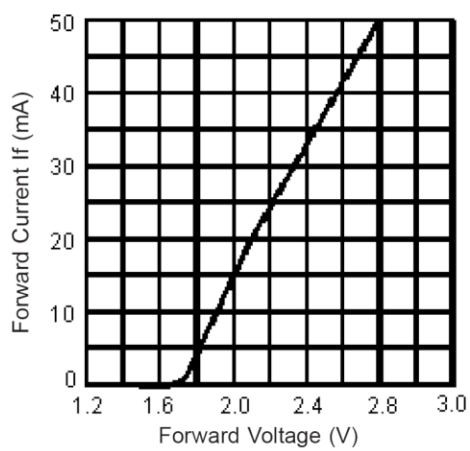


Figura 12:Caracteristica aleasă pentru dioda galbenă

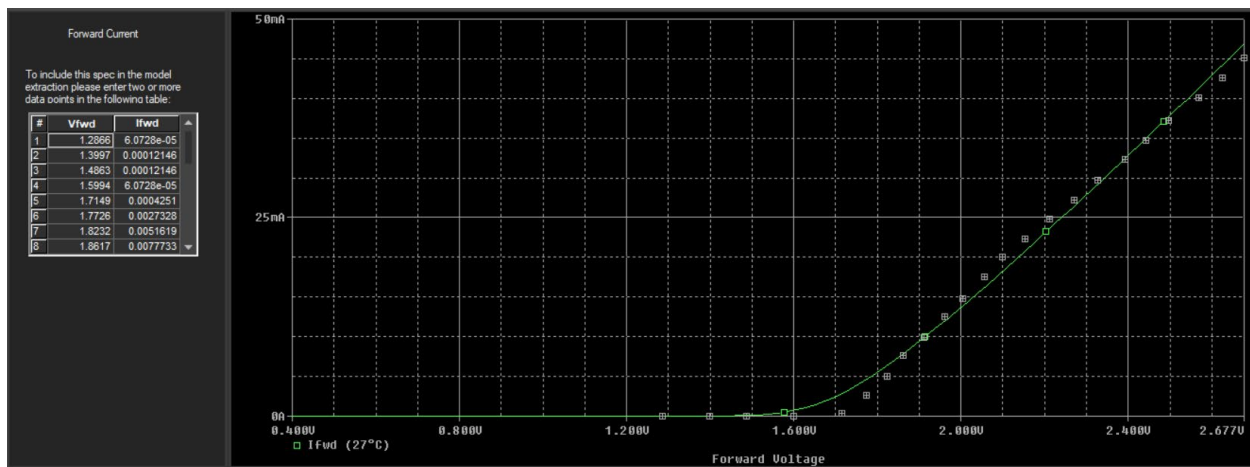
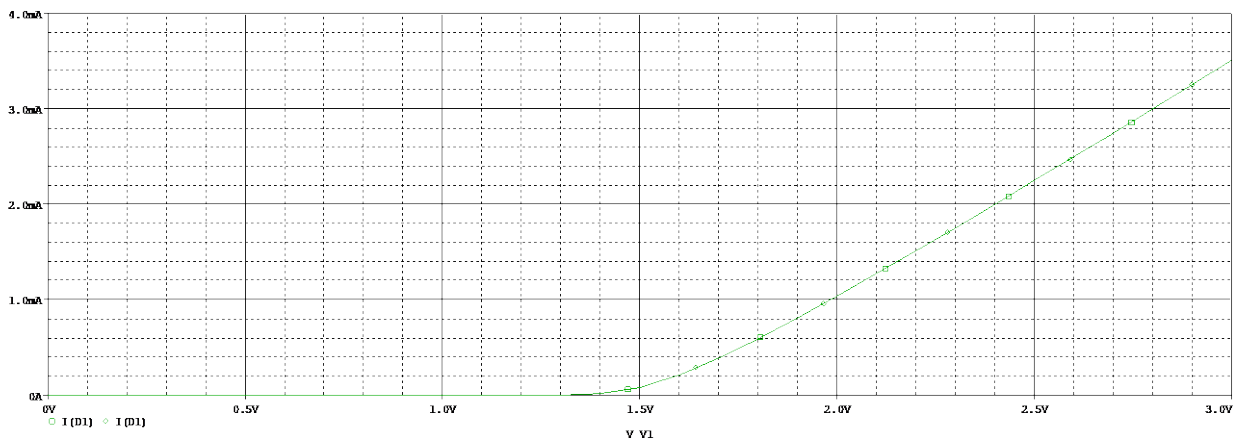


Figura 13:Proiectarea în PSpice Model Editor



Graficul 8:Rezultatul proiectării

3.3.4.BlueDiode

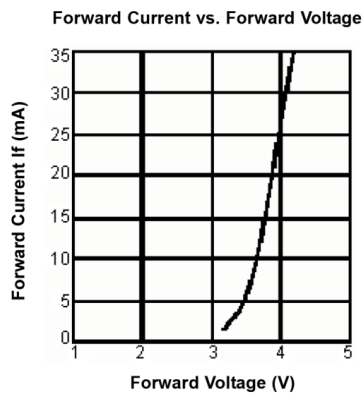


Figura 14:Caracteristica aleasă pentru dioda albastră

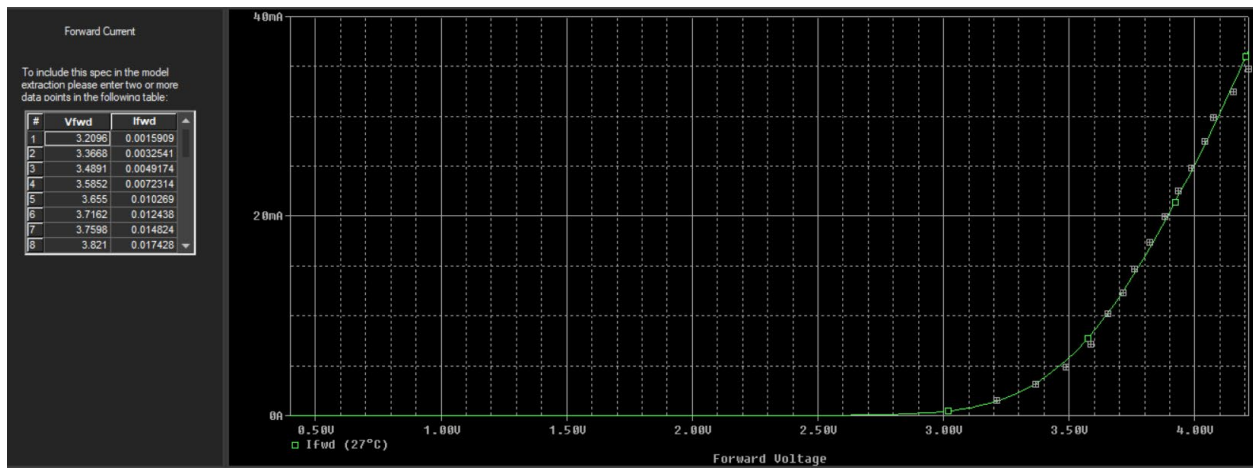
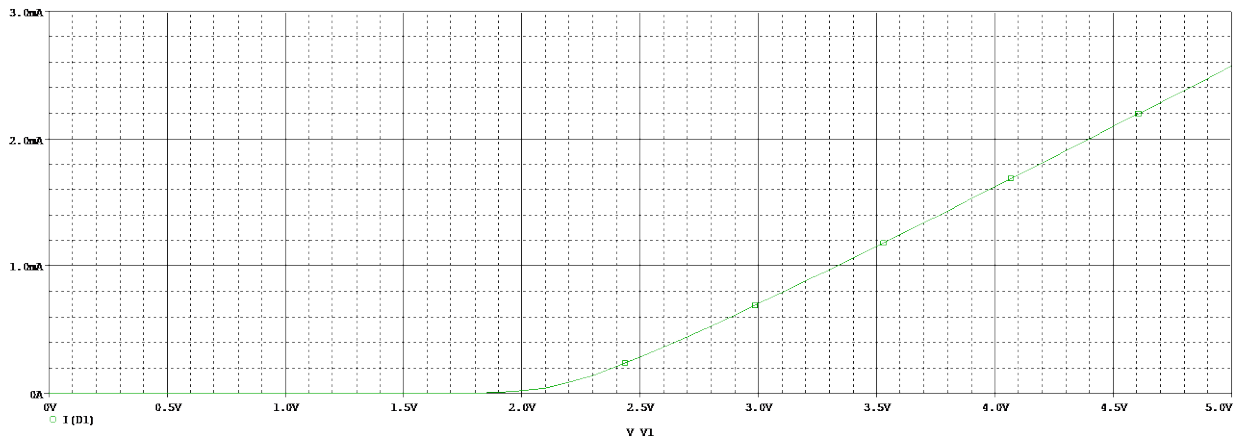


Figura 15:Proiectarea în PSpice Model Editor



Graficul 9:Rezultatul proiectării

3.3.5.OrangeDiode

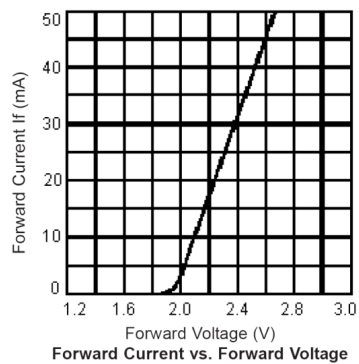


Figura 8:Caracteristica aleasă pentru dioda portocalie

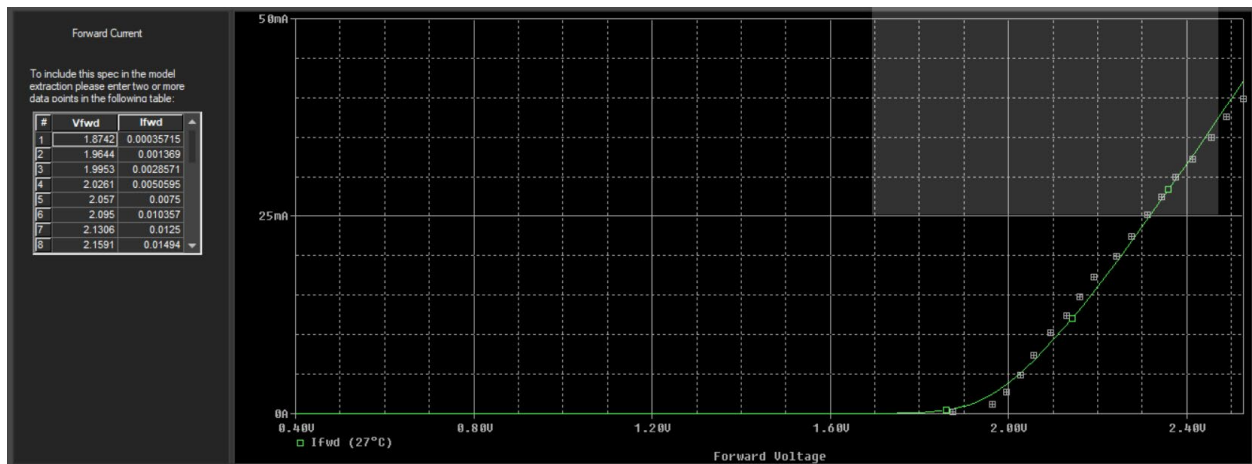
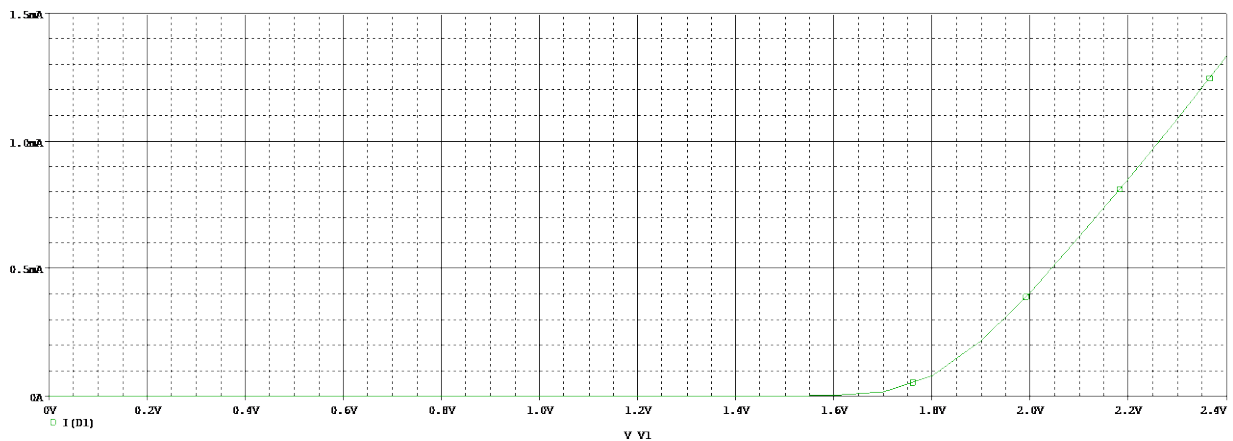


Figura 17:Proiectarea în PSpice Model Editor



Graficul 10:Rezultatul proiectării

4.Circuitul final

Am conectat amplificatorul la filtrul trece-banda și am preluat tensiunea de la ieșire pentru a o împărți în cinci segmente, câte unul pentru fiecare diodă. Am obținut la intrarea celor 5 segmente o amplitudine de aproximativ 5V (Graficul 11). Pentru separarea pragurilor am folosit cinci comparatoare simple cu tensiunea de prag la intrarea inversoare (cu amplificator operațional TL082) după următorul plan:

- Led-ul Roșu va fi activ între 0-1V => $V_{1p}=1V$;
- Led-ul Verde va fi acitv între 1-2V=> $V_{2p}=2V$;
- Led-ul Galben va fi activ între 2-3V=> $V_{3p}=3V$;

- Led-ul Albastru va fi activ între 3-4V=>V4p=4V;
- Led-ul Portocaliu va fi activ între 5-5V=>V4p=5V;

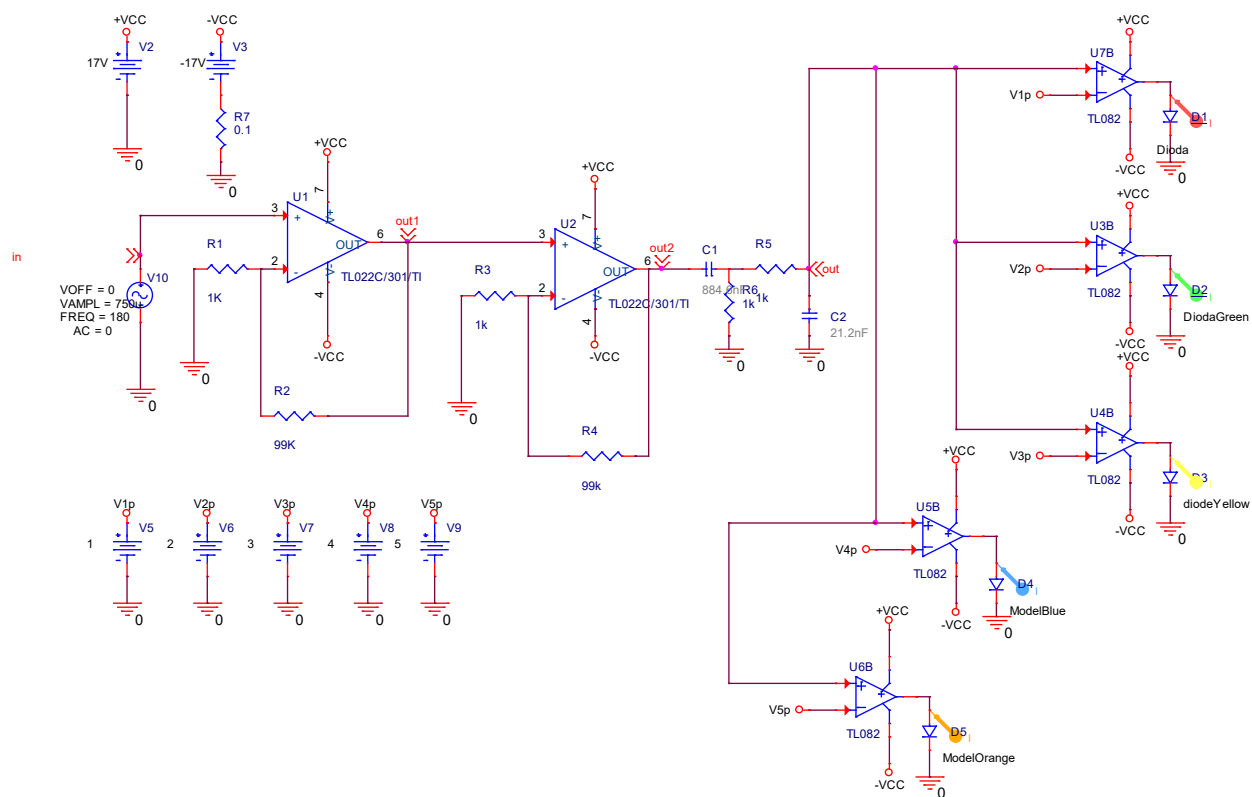
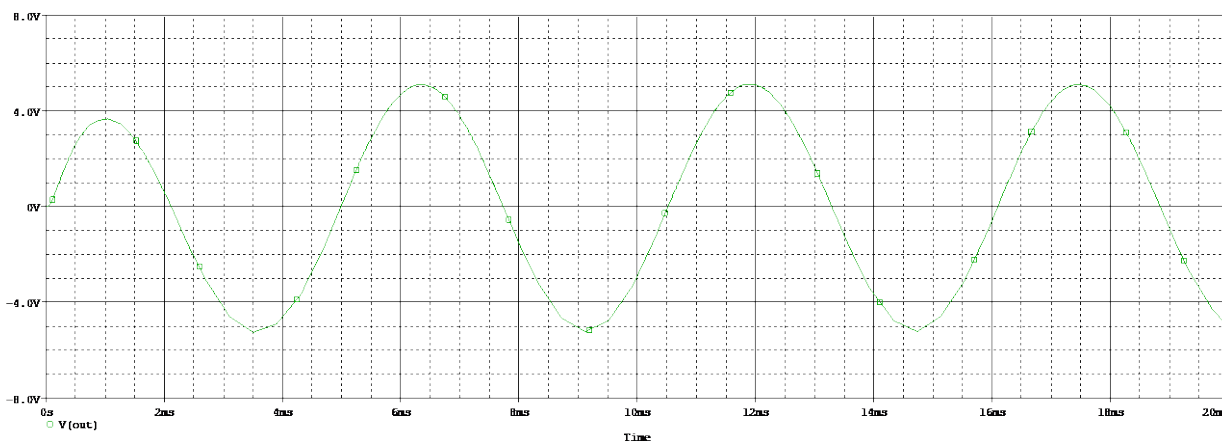
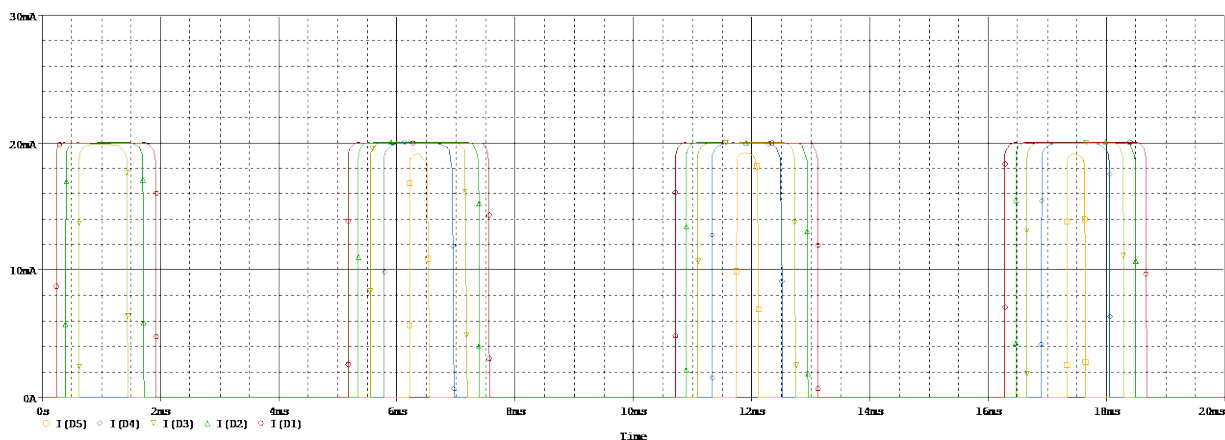


Figura 18: Circuitul complet cu pragurile de tensiune



Graficul 11: Semnalul la ieșirea filtrului care va fi împărțit în cinci segmente



Graficul 12:Funcționalitatea diodelor

Cu ajutorul sistemului de comparatoare fiecare diodă primește la anod o tensiune echivalentă cu pragul. Am conectat fiecare catod la masă, astfel încât atunci când semnalul sinusoidal atinge valoarea pragului, dioda intră în polarizare directă, iar curentul este în starea de conducție. În sistem sinusoidal, conducția ia forma unui impuls a cărui durată variază în funcție de tensiunea de prag și de durata semnalului pozitiv.

Am comparat curentul pe diodă în timp cu semnalul obținut după amplificare și filtrare. Am observat că aprinderea led-ului pe diodă are loc doar pe intervalele pozitive de tensiune ale semnalului și că trecerea brusă de la 0A la 20mA are loc când semnalul atinge pragul comparatorului respectiv și coboară brusc la zero când semnalul de intrare al comparatorului revine la tensiunea de prag și coboară spre jumătatea negativă a semnalului.

Ordinea în care diodele încep conducția curentului (de la roșu la portocaliu) este cea dorită.

5.Bibliografie

- Red:<https://www.farnell.com/datasheets/2861500.pdf>
- Green:<https://www.farnell.com/datasheets/2861527.pdf>
- Yellow:<https://www.farnell.com/datasheets/2861547.pdf>
- Blue:<https://www.farnell.com/datasheets/2883296.pdf>
- Orange:<https://www.farnell.com/datasheets/2861530.pdf>