

# Indicator de nivel audio

**Student:** Ciorap Denis

Seria A, grupa 2122\_I

**Profesori îndrumători:** Elena Mirela Stețco

Pop Aureliu Ovidiu

## **Cuprins:**

- A. Introducerea proiectului.....**
- B. Date despre proiect.....**
- C. Fundamente teoretice.....**
- D. Descrierea circuitului.....**
  - Filtrarea semnalului....
    - Amplificarea semnalului....
- E. Detectorul de praguri.....**
- F. Circuitul final.....**
- G. Concluzii.....**
- Bibliografie .....**

## Tema proiectului:

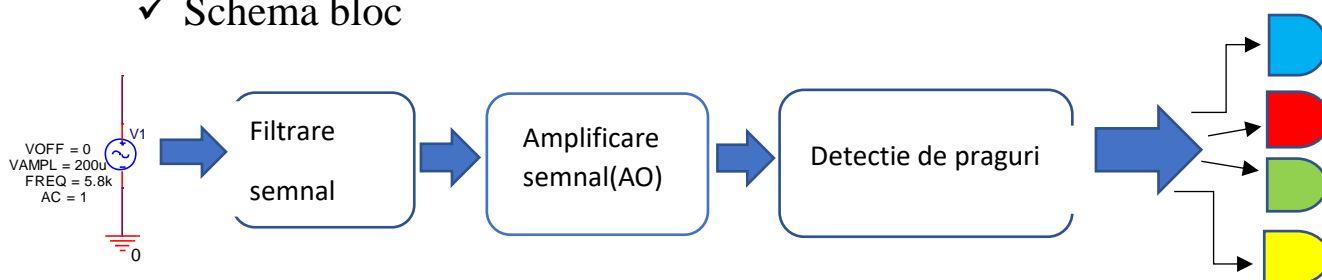
Să se proiecteze un circuit electronic care să indice pe un afișaj cu leduri nivelul semnalului audio dintr-o bandă de frecvență specificată (VU-metru). Circuitul este alimentat de la tensiunea  $\pm V_{CC}$ . LED-urile trebuie să fie de culori diferite. Numărul LED-urilor este specificat în coloana "Semnalizări". LED-urile se vor aprinde succesiv la depășirea fiecărui prag audio stabilit de proiectant.

## Specificatii de proiectare:

- **Amplitudinea semnalului de intrare: 200uV**
- **Banda de frecvență:  $f_{min}=80 \text{ Hz}$  ||  $f_{max}=5800 \text{ Hz}$**
- **Tensiunea de alimentare( $V_{cc}$ ) :  $\pm 14 \text{ V}$**
- **Semnalizări: 4**

## Aspecte teoretice :

✓ Schema bloc

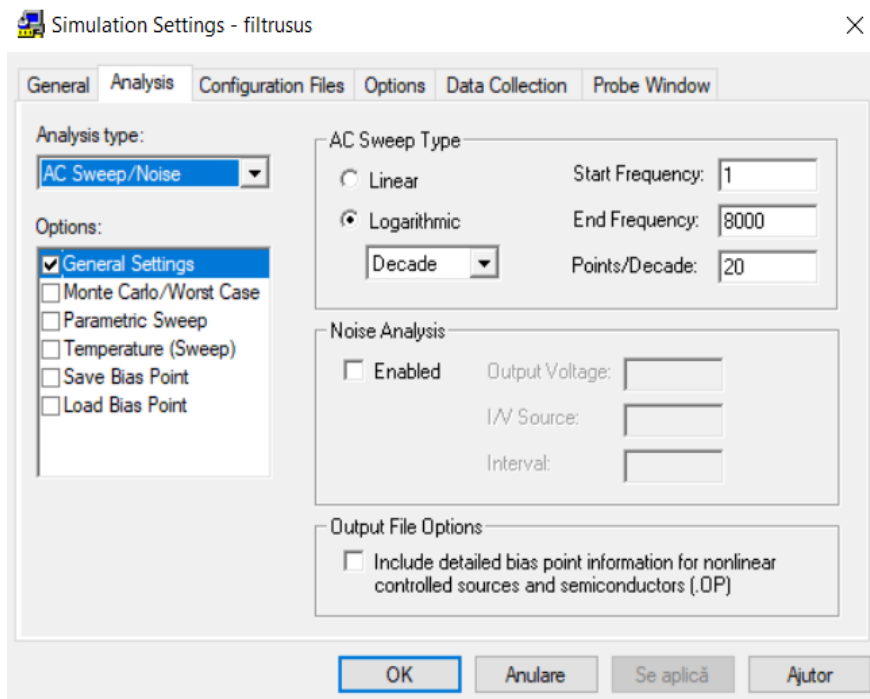


- Indicatorul nivelului audio este un dispozitiv care cu ajutorul elementului de amplificare audio determina nivelul de sunet și anume prin aprinderea ledurilor unul după altul ca urmare a creșterii amplificării.
- Pentru a crea acest proiect, voi lucra în aplicația **OrCAD** (pachet software destinat proiectării asistate de calculator a circuitelor electronice). Pachetul oferă o soluție modernă pentru desenarea schemelor electrice, introducerea datelor de proiectare și gestionarea informațiilor despre componentele electronice.
- În cadrul acestui pachet, utilizăm și **Pspice** - un simulator de circuite electrice și electronice și este folosit pentru proiectarea circuitelor, pentru a verifica corectitudinea proiectării și pentru a prevedea comportarea reală a circuitelor, ceea ce voi încerca să fac și eu în continuare.

## • Descrierea circuitului :

### **Filtrarea semnalului :**

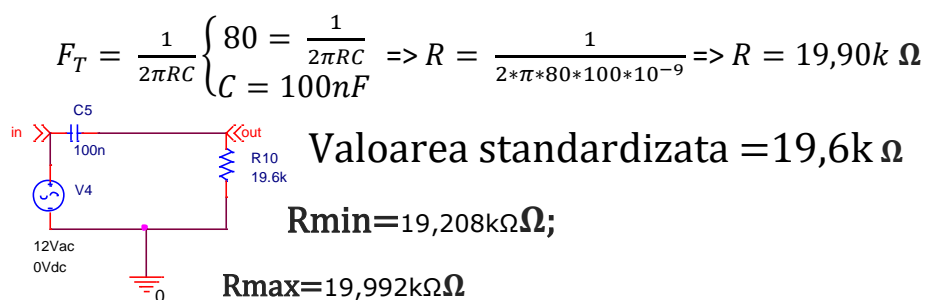
- Semnalul din condiție are banda de frecvență cuprinsă între  **$f_{min}=80 \text{ Hz}$**  și  **$f_{max}=5800 \text{ Hz}$**
- Pentru ca urechea umană percepe sunete între  $20 \text{ Hz} \div 20 \text{ KHz}$ , semnalul nostru va trebui filtrat.
- Asadar, pentru a filtra semnalul voi folosi un **FTJ (Filtru Trece-Jos)** și
  - **FTS (Filtru Trece-Sus)**



- Aleg simularea analiza in frecventa **AC sweep/Noise** pentru a afisa caracteristicile filtrelor si mai exact **Diagrama Bode**
- Am ales frecventa de start 1Hz si finala de 8000Hz ca sa cuprind banda mea de frecventa:

Figure 1-Profil simulare AC Sweep

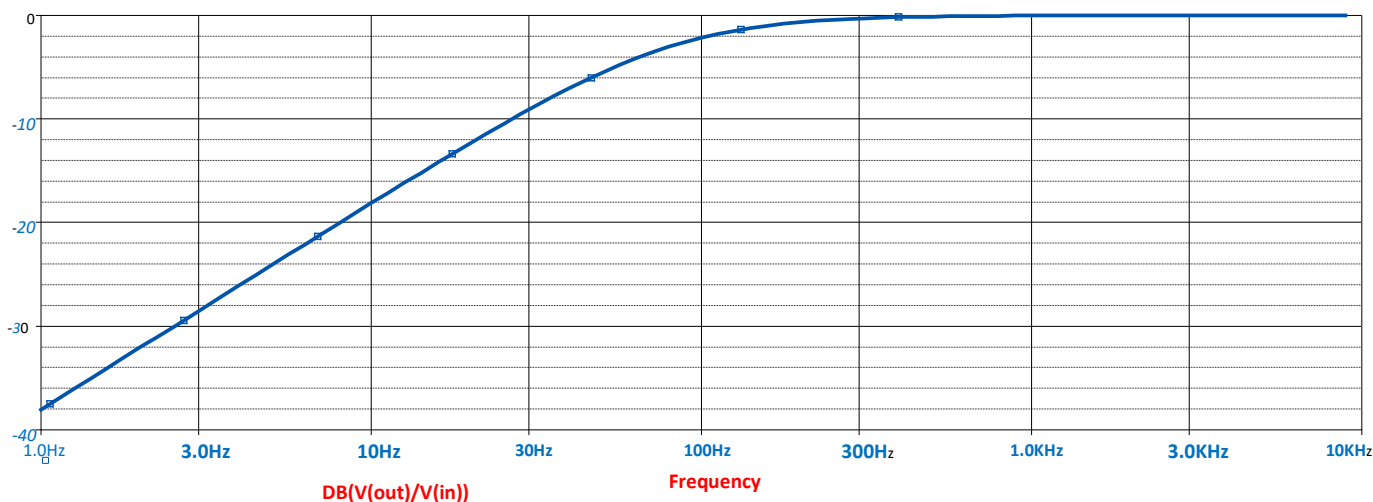
## I.Filtru Trece Sus(80-5800Hz):



$$F_{min} = \frac{1}{2\pi R_{max} C} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 19,992 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = \frac{1}{*10^{-6}} = 70,71Hz$$

$$F_{max} = \frac{1}{2\pi R_{min} C} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 19,208 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = \frac{1}{*10^{-6}} = 82,93Hz$$

Figure2- Caracteristica FTS:



Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1(Cu)
	X Values	81.469	1.0000	80.469	Y1 - Y1(Cu)
CURSOR 1,2	DB(V(out)/V(in))	-3.0010	-38.192	35.191	0.000

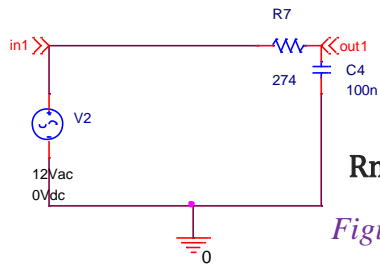
Freq = 8.913E+03 100%

Frecventa de taiere ,amplasand cursorul la -3dB este de aproximativ egala cu 81.469Hz.

Figure3-Rezultatele cursorului

## II.Filtru trece jos(80-5800Hz)

$$F_T = \frac{1}{2\pi RC} \Rightarrow \begin{cases} 5800 = \frac{1}{2\pi RC} \\ C = 100nF \end{cases} \Rightarrow R = \frac{1}{2\pi \cdot 5800 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow R = 274.5 \Omega$$



Valoarea standardizata =274 Ω

Rmin=268.52ΩΩ;

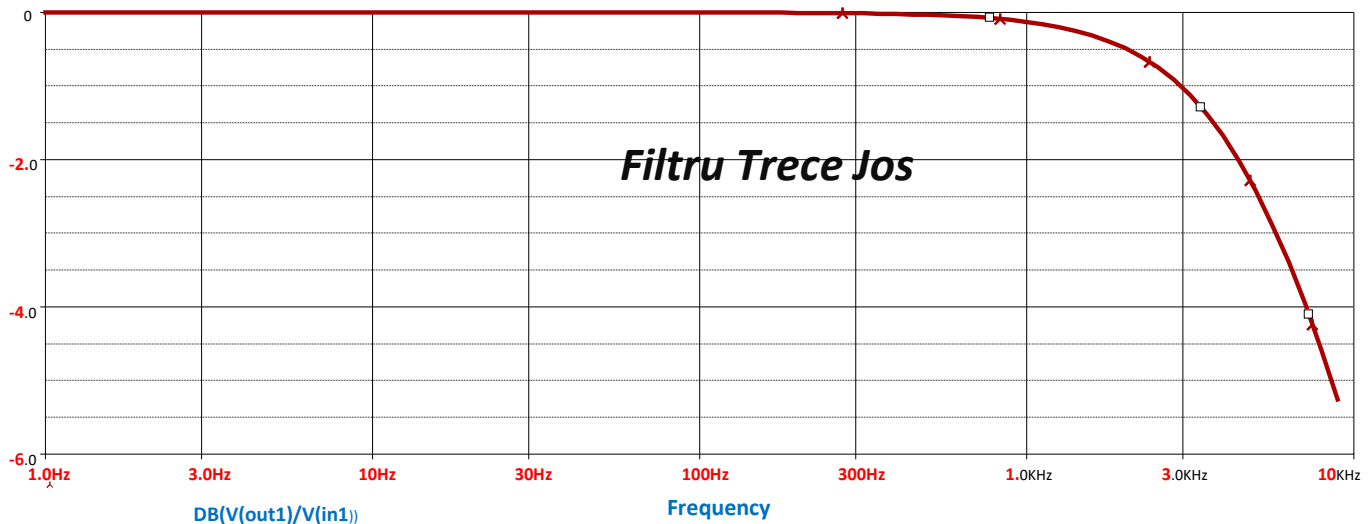
Rmax=279.48ΩΩ

Figure 4-Circuit FTJ

$$F_{min} = \frac{1}{2\pi R_{max} C} = \frac{1}{2\pi \cdot 279.48 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = \frac{1}{175.513,44 \cdot 10^{-9}} = 5697 \text{ Hz}$$

$$F_{max} = \frac{1}{2\pi R_{min} C} = \frac{1}{2\pi \cdot 268.52 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = \frac{1}{168.630,56 \cdot 10^{-9}} = 5930 \text{ Hz}$$

Figure 5-**Caracteristica FTJ:**



Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1(Cu)
	X Values	5.7915K	1.0000	5.7905K	Y1 -
CURSOR 1,2	DB(V(out1)/V(in1))	-3.0030	-128.720n	-3.0030	0.000

Frecventa de taiere ,amplasand cursorul la

-3dB este aproximativ egala cu

5.79kHz

Figure 6 -Rezultatele cursorului

## Filtrul final:

Banda filtrului care poate fi perceputa de urechea umana este intre cele doua filtre :

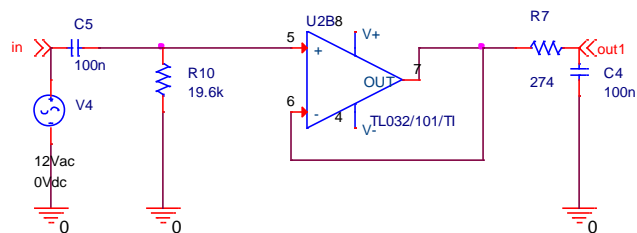
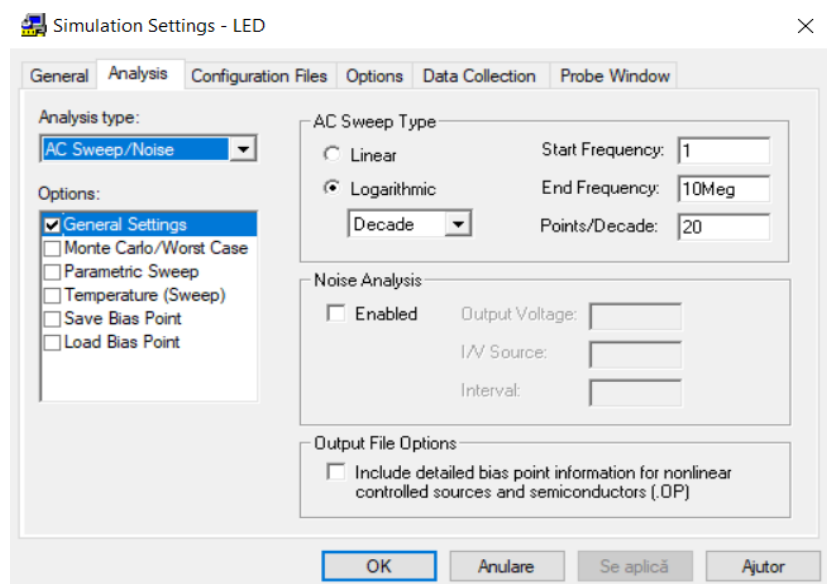


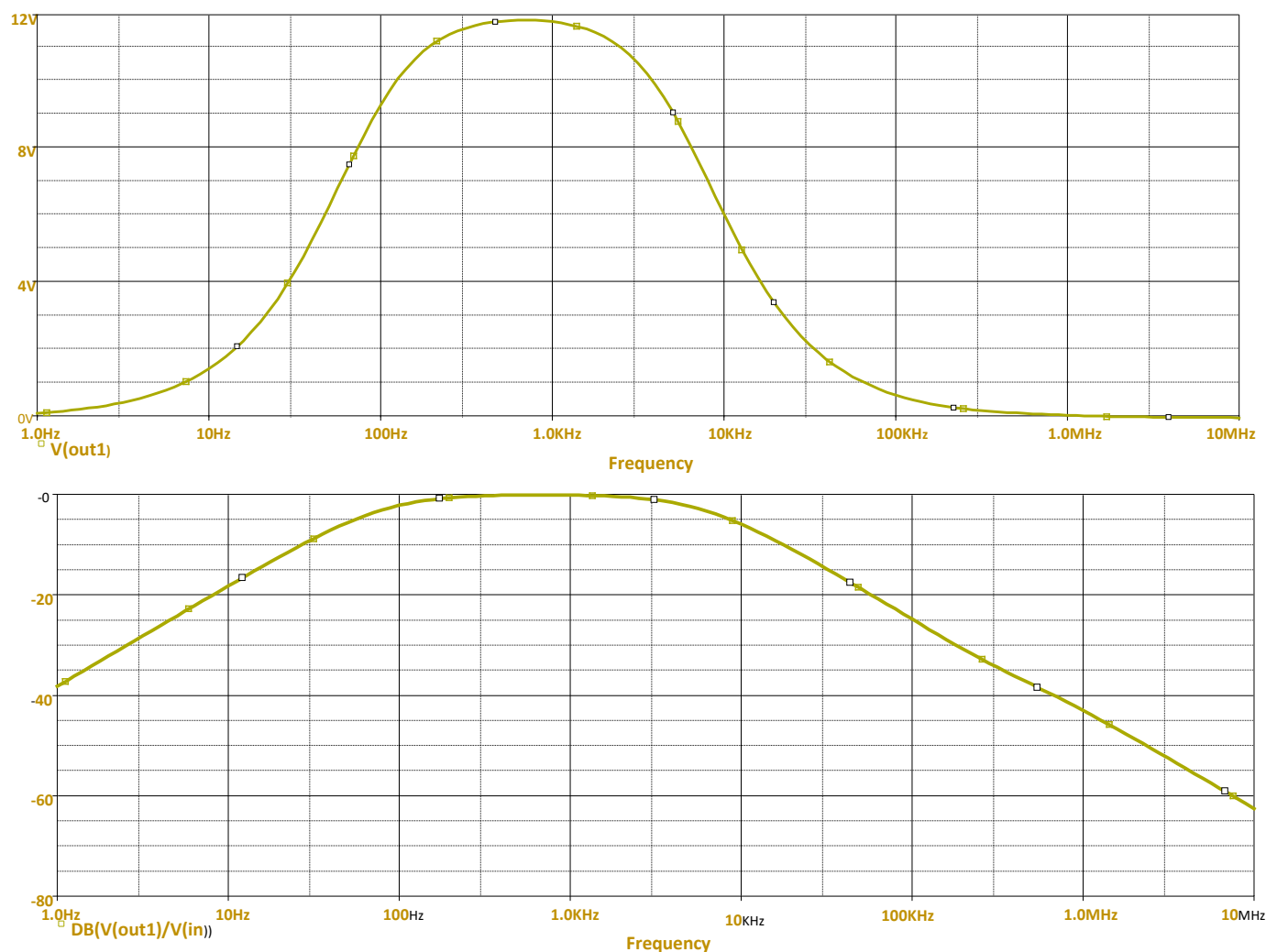
Figure 7-Circuit Filtru final

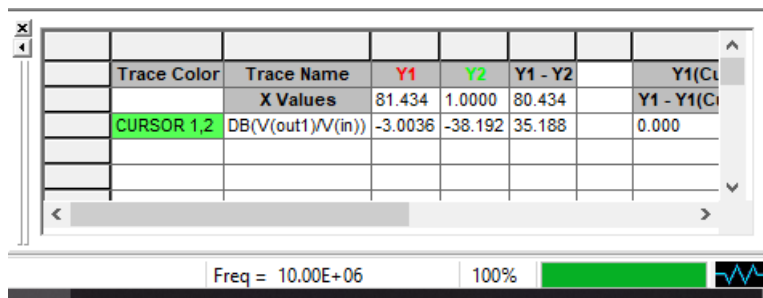


Banda acestui filtru final o determin cu simularea AC Sweep/Noise si aleg frecventa de start de 1Hz si de end de 10Meg cu decade de 20.

Figure 8-Profil simulare AC Sweep

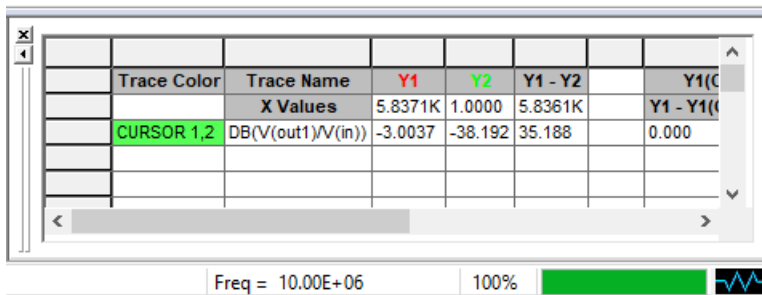
## Figure8,9-Banda filtrului final:





$$F_i(-3\text{dB})=81.434\text{Hz}$$

Figure 10-Rezultatele cursorului

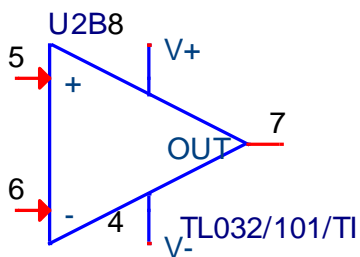


$$F_s(-3\text{dB})=5.83\text{kHz}$$

Figure 11-Rezultatele cursorului

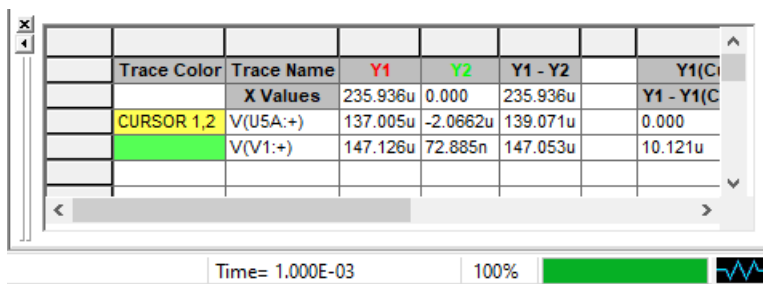
$$\text{Banda de trecere}=F_s-F_i \Rightarrow 5.83\text{kHz}-81.434\text{Hz}=5748\text{Hz}.$$

## Repetor de tensiune:



Pentru adaptarea de impedanta intre FTJ si FTS-  
-am folosit un **amplificator repetor**.

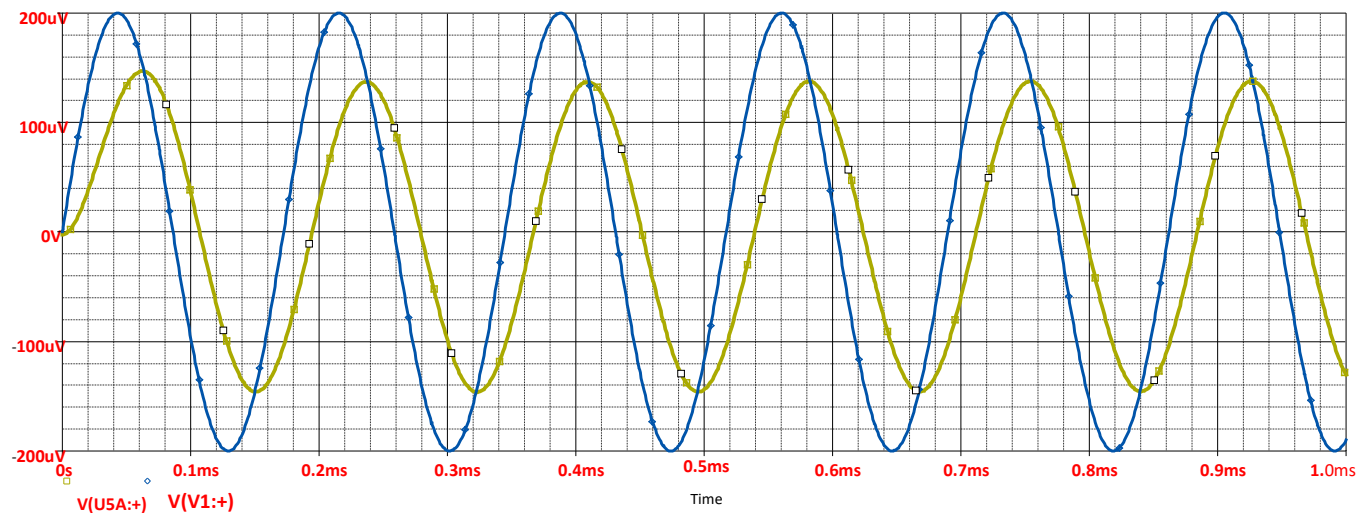
Figure 13-Repetorul



- Aplicand un semnal de intrare de 200uV si filtrandu-l, putem observa in urma analizei Time Domain ca semnalul se atenuieaza de la 200uV pana la 137uV

Figure 14-Rezultatele cursorului

Figure 15-Semnalul de 200uV de la intrare si semnalul de 137uV de dupa filtrare:



## • Amplificarea semnalului

Pentru a amplifica semnalul de dupa am utilizat amplificatorul TL032/101/

Am ales acest amplificator ,deoarece are costul redus(4,57 lei),are un slew rate si un bandwidth mai mare,fara un consum mare de energie,astfel mentine un castig profitabil.

Caracteristici:

- Latime benzii de castig: 1.1MHz
- Slew rate: 2.9V/us
- Curent de zgomot de intrare scazut:0.003pA/Hz
- Tensiunea de alimentare:±15V
- Puterea totala disipata:8.4mW
- Tensiunea de offset max:1.5mV
- Curent de polarizare de intrare: 200pA
- Interval de temperatura de functionare:-40->85;0->70(C)

- Deoarece la intrare am un semnal destul de mic, cu ajutorul TL032 o sa amplific treptat semnalul incat sa ajunga la valoarea dorita.

- Dat faptul ca tensiunea de intrare a fost 200uV , a fost redus de filtre pana la 137uV si avem nevoie sa ajungem la aproximativ ±14V, o sa creez 3 etaje de amplificare:

### Etaj I:

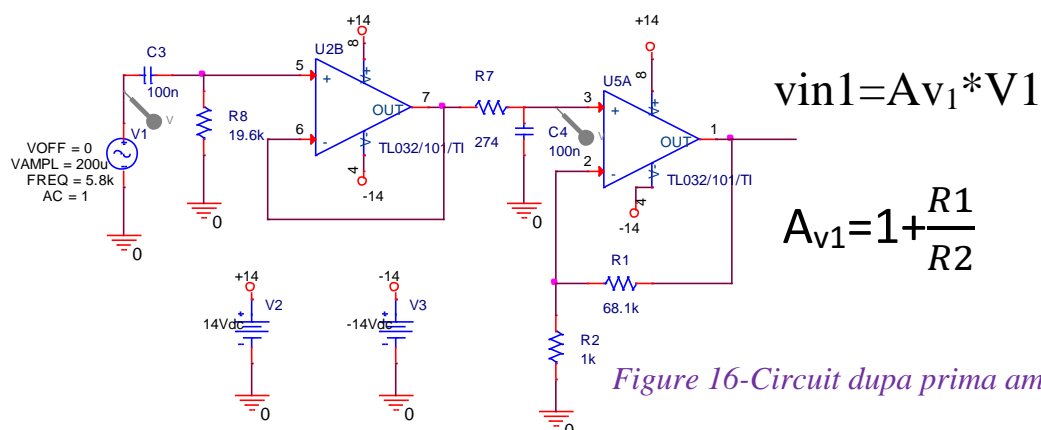


Figure 16-Circuit dupa prima amplificare



Pentru toate rezistentele aleg valori din Seria E48, toleranta 2%:

$$R1 = 68.1k \rightarrow R_{1.min} = 66,738k\Omega \parallel R_{1.max} = 69,462k\Omega$$

$$R2 = 1k \rightarrow R_{2.min} = 980\Omega, R_{2.max} = 1.02k$$

$$A_{v1min} = 1 + \frac{R1min}{R2max} = 1 + \frac{66,738k\Omega}{1.02k\Omega} = 66,42$$

$$A_{v1max} = 1 + \frac{R1max}{R2min} = 1 + \frac{69,462k\Omega}{0.98k\Omega} = 71,87$$

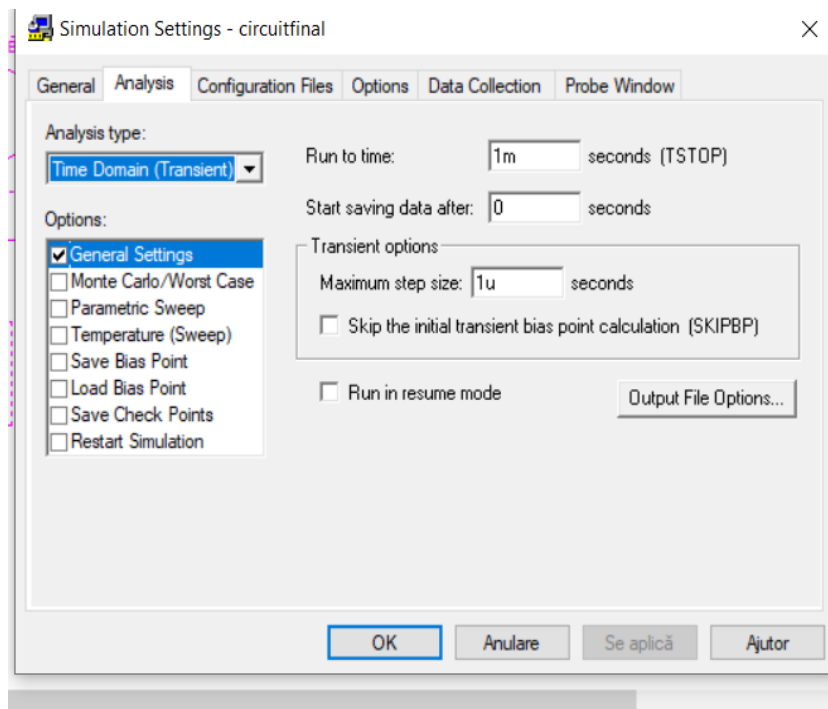
$$v_{in1min} = A_{v1min} * V1 \rightarrow v_{in1min} = 66.42 * 0.000200 \sin(2 * \pi * 5800t) V$$

$$v_{in1min} = 0.0085 \sin(2 * \pi * 5800t) V$$

$$v_{in1max} = A_{v1max} * V1 \rightarrow v_{in1max} = 71,87 * 0.000200 \sin(2 * \pi * 5800t) V$$

$$v_{in1max} = 0.0096 \sin(2 * \pi * 7.5 * 10^3 t) V$$

$$v_{in1} \in [0.0085; 0.0096] V$$



Pentru vizualizarea amplificarii semnalului o sa creez o analiza in domeniul timp

Figure 17-Profil simulare The Time Domain

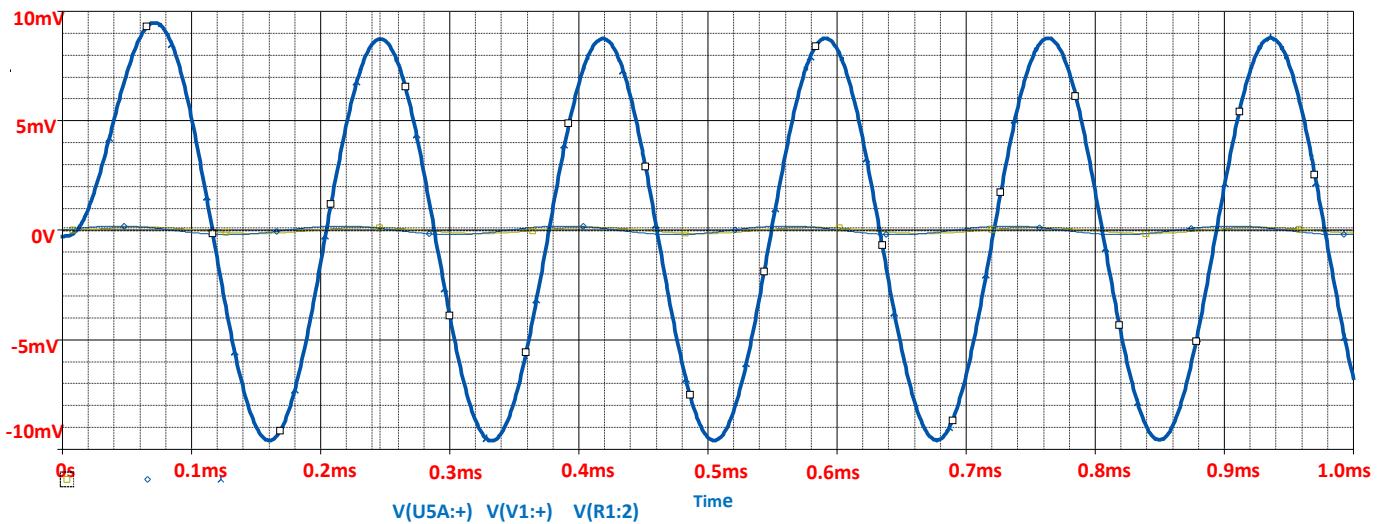
Mai jos am reprezentat rezultatul simularii:

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1(Y2)
	X Values	246.247u	0.000	246.247u	Y1 - Y1(Y2)
CURSOR 1,2	V(U5A: +)	128.848u	-2.0662u	130.914u	0.000
	V(V1: +)	87.149u	72.885n	87.076u	-41.699u
	V(R1:2)	8.7345m	-268.417u	9.0029m	8.6056m

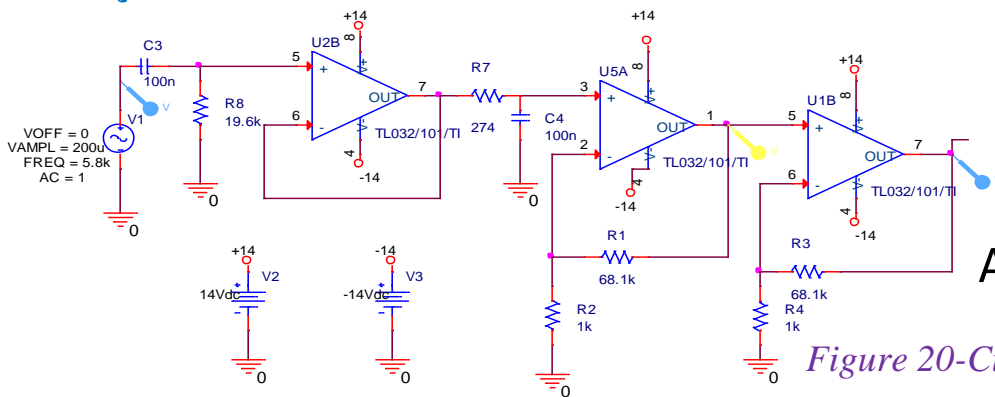
In grafic si in Probe Cursor putem observa ca semnalul a fost amplificat de la 137uV  $\rightarrow$  8,73mV (valoare determinata cu ajutorul cursorului)  $\rightarrow v_{in1} = 0.0087 \sin(2 * \pi * 5800) V$

Figure 18-Rezultatele cursorului

Figure 19-Simularea dupa prima amplificare:



## Etaj II:



$$V_{in2} = A_{v2} * v_{in1}$$

$$A_{v2} = 1 + \frac{R3}{R4}$$

Figure 20-Circuit dupa II amplificare

Pentru toate rezistentele am ales valori din Seria E48, toleranta 2%

$$R3 = 68.1k \rightarrow R_{3min} = 66,738k\Omega \parallel R_{3max} = 69,462k\Omega$$

$$R4 = 1k \rightarrow R_{4min} = 980\Omega, R_{4max} = 1.02k$$

$$A_{v2min} = 1 + \frac{R3min}{R4max} = 1 + \frac{66,738k\Omega}{1.02k\Omega} = 66,42$$

$$A_{v2max} = 1 + \frac{R3max}{R4min} = 1 + \frac{69,462k\Omega}{0.98k\Omega} = 71,87$$

$$V_{in2min} = A_{v2min} * V_{in1} \rightarrow V_{in2min} = 66.42 * 0.0087 \sin(2 * \pi * 5800) V$$

$$V_{in2min} = 0.562 \sin(2 * \pi * 5800t) V$$

$$V_{in2max} = A_{v2max} * V_{in1} \rightarrow V_{in2max} = 71,87 * 0.0087 \sin(2 * \pi * 5800) V$$

$$V_{in2max} = 0.625 \sin(2 * \pi * 7.5 * 10^3 t) V$$

$$v_{in2} \in [0.562; 0.625] V$$

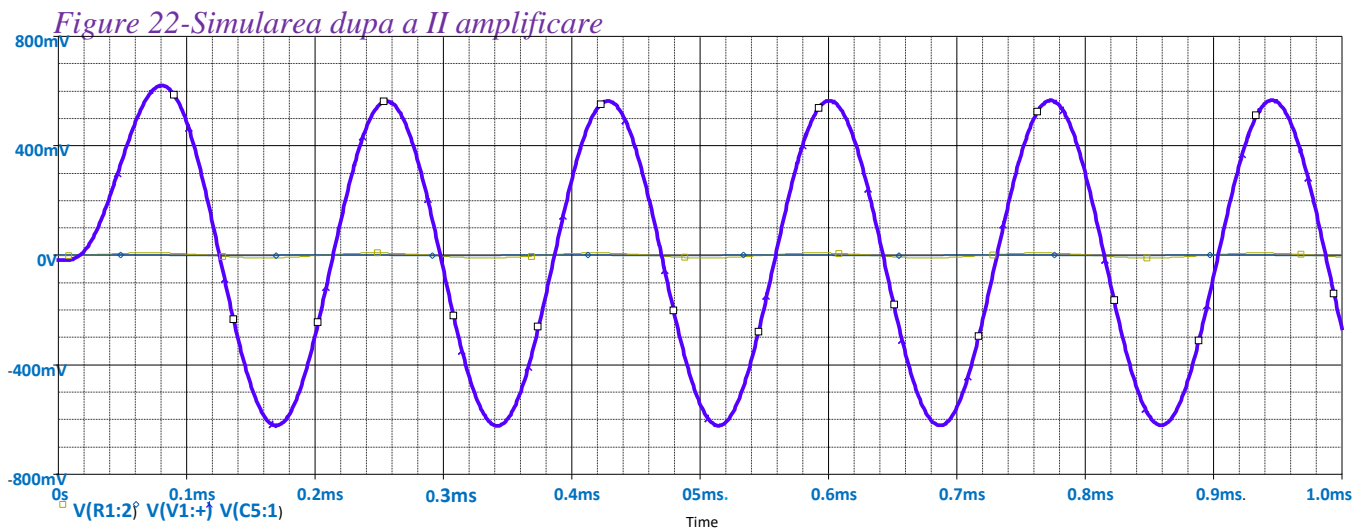
Mai jos am reprezentat rezultatul simulării:

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1
X Values		428.362u	0.000	428.362u	Y1 - Y2
CURSOR 1,2	V(R1:2)	8.1844m	-268.417u	8.4528m	0.000
	V(V1:~)	19.448u	169.457u	-150.009u	-8.165u
	V(C5:1)	563.923m	-291.792m	855.715m	555.73m

Time= 1.000E-03 100%

În grafic și în Probe Cursor putem observa că semnalul a fost amplificat de la  $8.73\text{mV} \rightarrow 563.923\text{mV}$  (valoare determinată cu ajutorul cursorului)  $\rightarrow v_{in2} = 0.563\sin(2\pi \cdot 5800)\text{V}$

Figure 21-Rezultatele cursorului



### Etaj III:

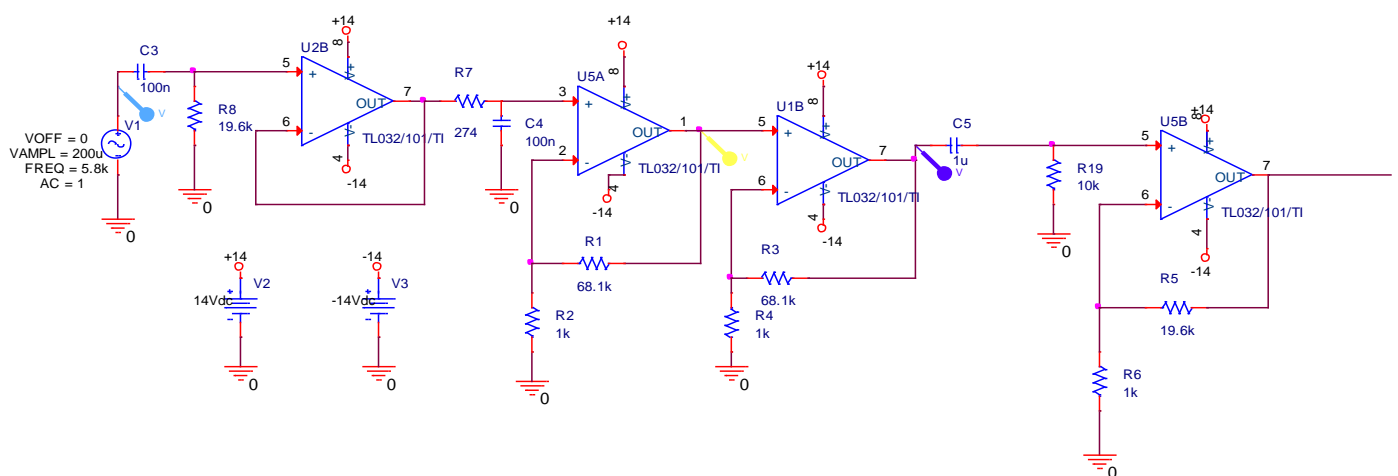


Figure 23-Circuit după etaj III de amplificare

$$v_{in3} = A_{v3} \cdot v_{in2}; \quad A_{v3} = 1 + \frac{R5}{R6}$$

Pentru toate rezistențele am ales valori din Seria E48, toleranță 2%

$$R5 = 20,5\text{k}\Omega \rightarrow R_{5\min} = 20,09\text{k}\Omega \parallel R_{5\max} = 20,991\text{k}\Omega$$

$$R6 = 1\text{k}\Omega \rightarrow R_{6\min} = 980\Omega, R_{6\max} = 1.02\text{k}\Omega$$

$$A_{v3\min} = 1 + \frac{R_{5\min}}{R_{6\max}} = 1 + \frac{20,09\text{k}\Omega}{1.02\text{k}\Omega} = 20,69$$

$$A_{v3\max} = 1 + \frac{R_{5\max}}{R_{6\min}} = 1 + \frac{20,991\text{k}\Omega}{0.98\text{k}\Omega} = 22,41$$

$$V_{in3min} = A_{v2min} * V_{in2} \rightarrow V_{in3min} = 20,69 * 0.563 \sin(2 * \pi * 5800) V$$

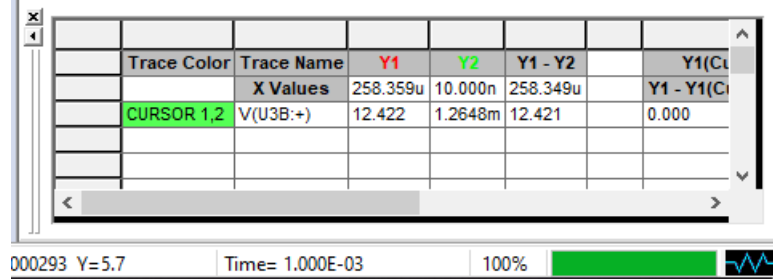
$$V_{in3min} = 11,648 \sin(2 * \pi * 5800 t) V$$

$$V_{in3max} = A_{v2max} * V_{in2} \rightarrow V_{in3max} = 22,41 * 0.563 \sin(2 * \pi * 5800) V$$

$$V_{in3max} = 12,61 \sin(2 * \pi * 7.5 * 10^3 t) V$$

$$v_{in3} \in [11,164; 12,61] V$$

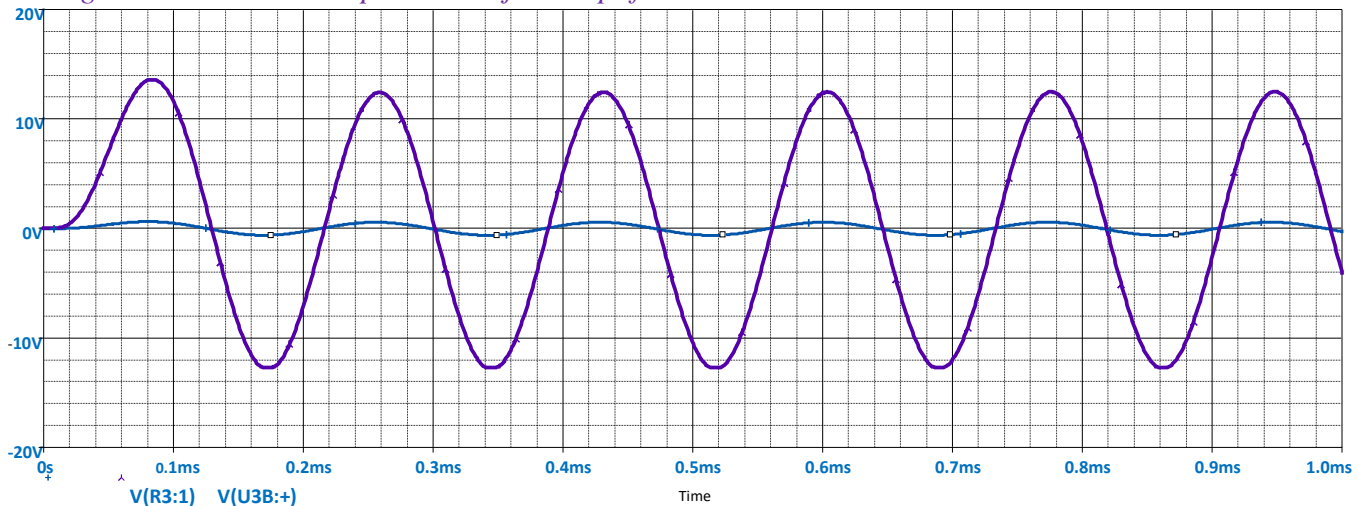
Mai jos am reprezentat rezultatul simulării:



In grafic si in Probe Cursor putem observa ca semnalul a fost amplificat de la 563.923mV  $\rightarrow$  12.422 (valoare determinata cu ajutorul cursorului)  $\rightarrow v_{in3} = 12.422 \sin(2 * \pi * 5800) V$

Figure 24-Rezultatele cursorului

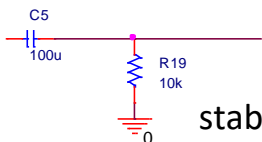
Figure 25-Simularea dupa a III etaj de amplificare:



Dupa 3 etape de amplificare am reusit sa aduc semnalul de intrare de la 200uV  $\rightarrow$  12,422V.

### Filtru de componenta continua:

Dupa a treia amplificare, am depistat o problema si anume ca semnalul nu porneste din 0, existand componenta continua, astfel ca pentru a micsora din offset am utilizat un filtraj pentru componenta continua, semnalul stabilizandu-se.



Asadar, putem afirma ca primul bloc fundamental a fost realizat.

# Detectorul de praguri

Detectorul de praguri l-am construit cu ajutorul comparatoarelor. Dacă am conecta mai multe AO pe post de comparatoare, fiecare având propria sa tensiune de referință conectată la intrarea inversoare (-), dar fiecare primind același semnal de tensiune la intrarea neinversoare (+), putem porni câte un Led în funcție de pragul dorit.

Pe măsură ce semnalul de tensiune (reprezentând puterea semnalului radio sau nivelul sunetului audio) crește, comparatoarele vor „porni” unul după altul și vor pune în funcțiune LED-ul lor respectiv.

Cu fiecare comparator pornind la un nivel diferit al sunetului audio, numărul LED-urilor aprinse va indica puterea semnalului de intrare.

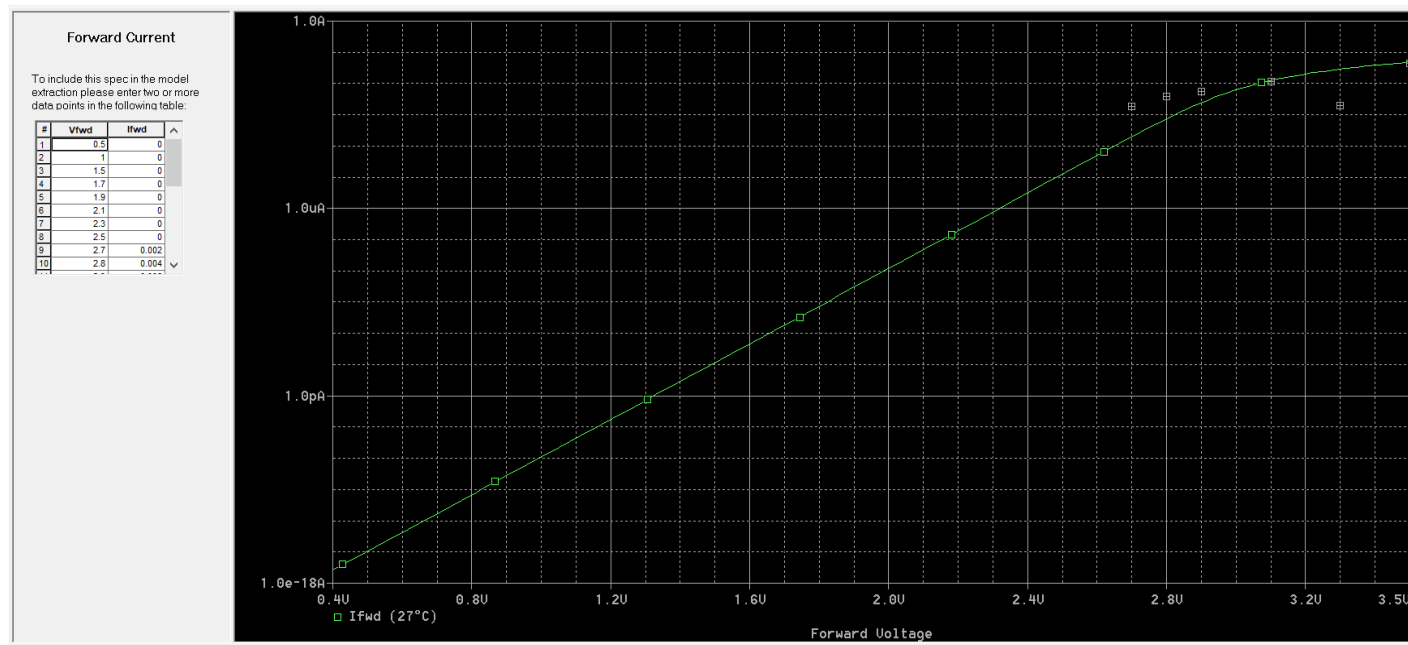
În circuitul prezentat, LED 1 va fi primul care se va aprinde pe măsură ce tensiunea de intrare va crește într-o direcție pozitivă. Pe măsură ce tensiunea va continua să crească, și celelalte LED-uri vor începe să pornească, unul după altul, până când toate vor fi aprinse.

Modelarea ledurilor:

## ➤ Modelarea ledului albastru:

Pentru modelarea ledului albastru extrag din foaia tehnica datele necesare. Componenta se modeleaza cu ajutorul Model editor, unde introduc datele pentru fiecare caracteristica.

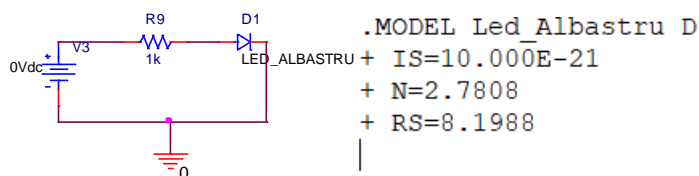
*Figure 26-Model editor al ledului albastru:*

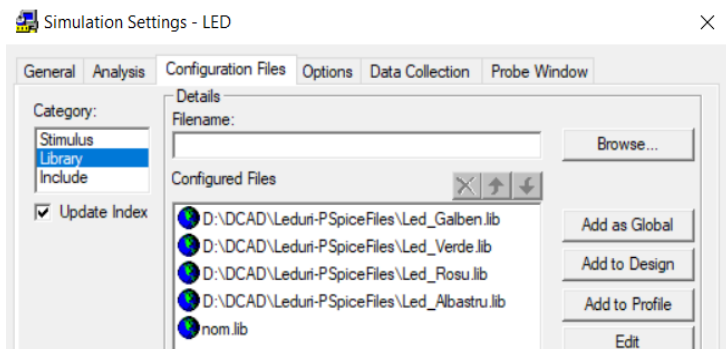


	led_albastru	13.05.2022 04:03
	Led_Albastru	12.05.2022 18:33

*Figure 27*

*-Biblioteca si componenta ledului*





→ Creez profilul de simulare si nu uit sa introduc biblioteca componentei create(!), altfel v-am primi un mesaj de eroare.

Figure 28-Setarile simularii

→ Dupa cum ne asteptam, ledul se deschide la aproximativ 2.7 V, ceea ce ne demonstreaza ca modelul a fost creat corect.

Figure 29-Characteristica ledului albastru

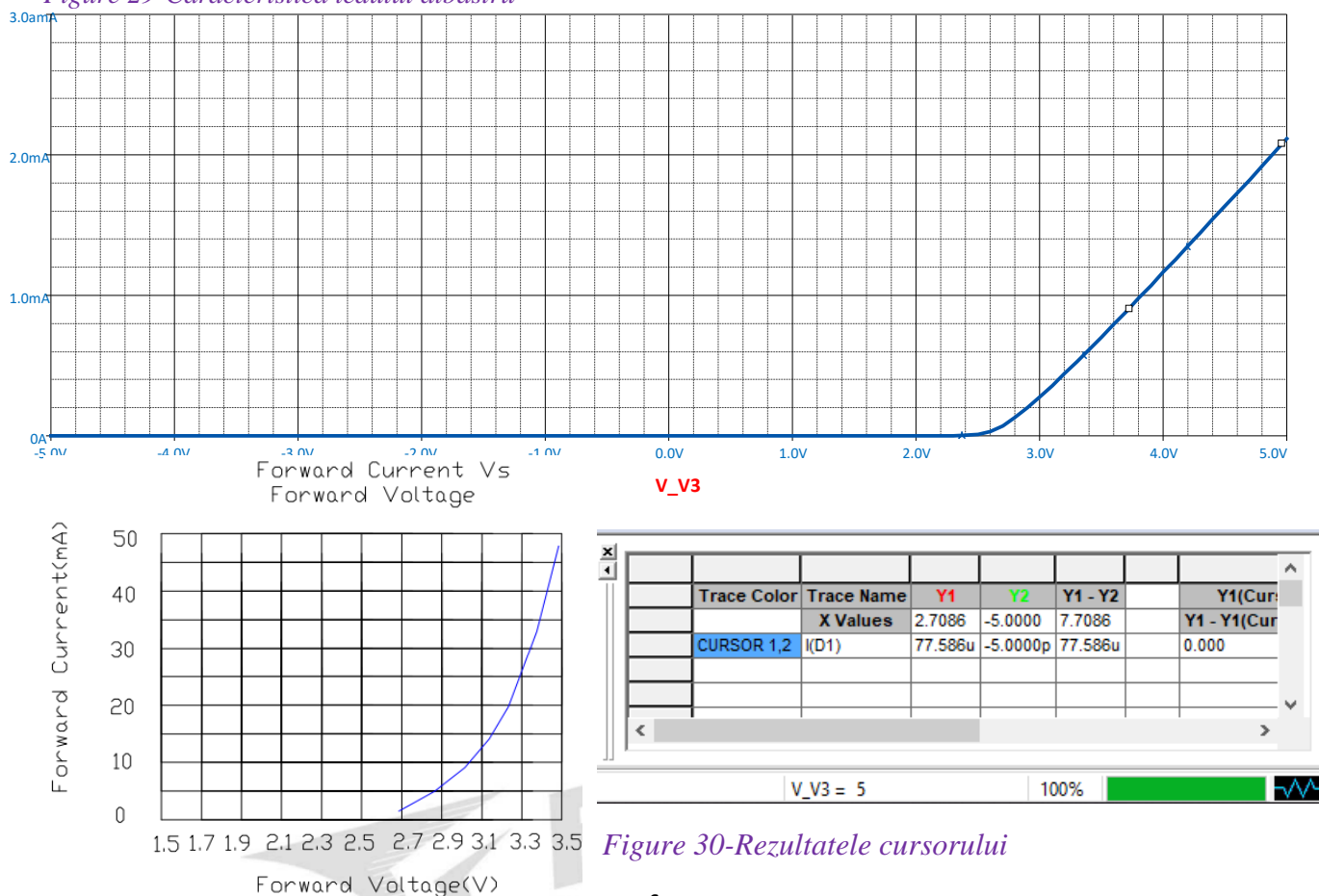


Figure 30-Rezultatele cursorului

Vf=2,7086V

Figure 31-Characteristica ledului albastru din fisa tehnica

### ➤ Modelarea Ledului Rosu

```
.MODEL Led_Rosu D
+ IS=10.000E-21
+ N=1.7757
+ RS=8.4369
```

Pentru modelarea ledului rosu extrag din foaia tehnica datele necesare. Componenta se modeleaza cu ajutorul Model editor, unde introduc datele pentru fiecare caracteristica.

L	Led_Rosu	13.05.2022 04:03
L	Led_Rosu	12.05.2022 15:36

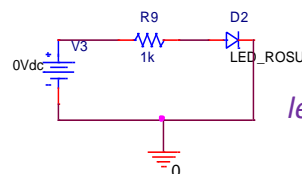


Figure32

-Biblioteca si componenta ledului

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1(Cur
	X Values	1.5486	-5.0000	6.5486	Y1 - Y1(Cur
CURSOR 1,2	I(D2)	5.9434u	-5.0000p	5.9434u	0.000

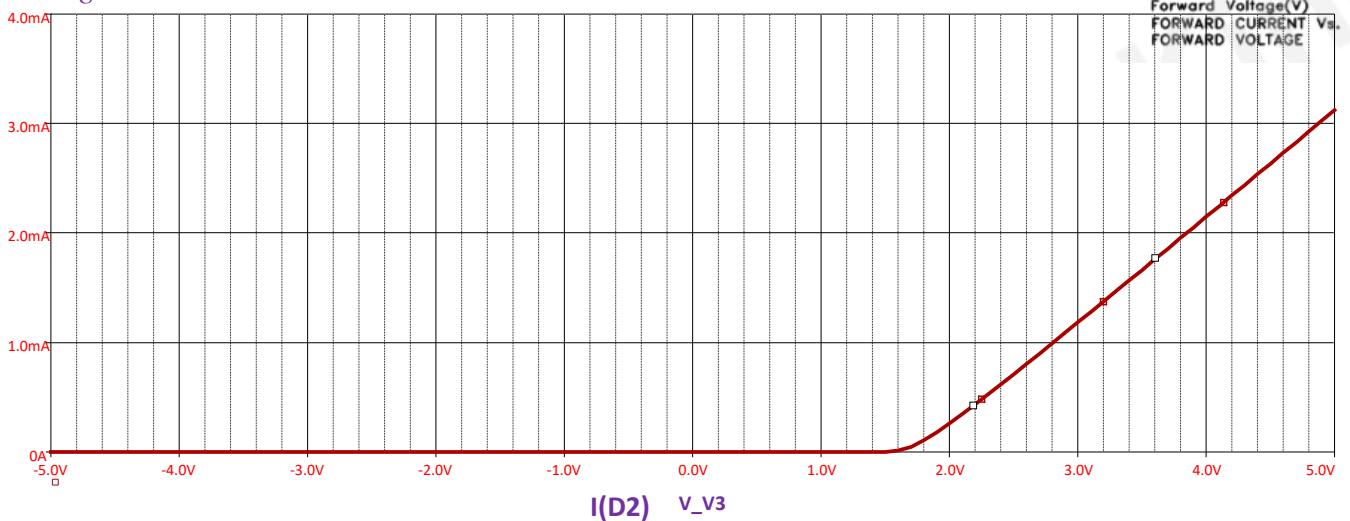
→ Dupa cum ne asteptam, ledul se deschide la aproximativ 1,54V, ceea ce ne demonstreaza ca modelul a fost creat corect.

Figure 33-Rezultatele cursorului

Figure 34- Caracteristica ledului rosu din fisa tehnica

Vf=1,54V

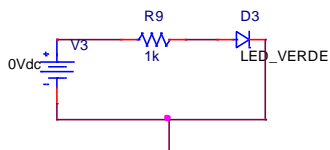
Figure 35-Simularea ledului rosu:



### Modelarea ledului verde:

```
.MODEL Led_Verde D
+ IS=237.37E-12
+ N=5
+ RS=8.3171
```

Pentru modelarea ledului verde extrag din foaia tehnica datele necesare. Componenta se modeleaza cu ajutorul Model editor, unde introduc datele pentru fiecare caracteristica.



L	led_verde	13.05.2022 04:03
LED	Led_Verde	12.05.2022 17:33

Figure 36-Biblioteca si componenta ledului

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1(Cur
	X Values	2.7029	-5.0000	7.7029	Y1 - Y1(Cur
CURSOR 1,2	I(D1)	72.651u	-5.0000p	72.651u	0.000

Figure 37-Rezultatele cursorului

Dupa cum ne asteptam, ledul se deschide la aproximativ 2.7 V, ceea ce ne demonstreaza ca modelul a fost creat corect.

Vf=2,7029V

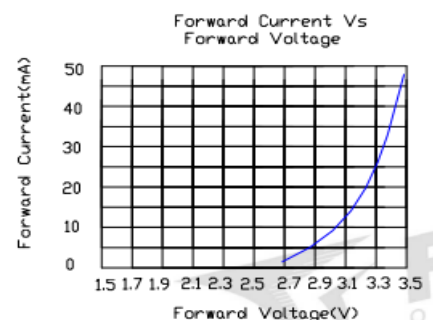
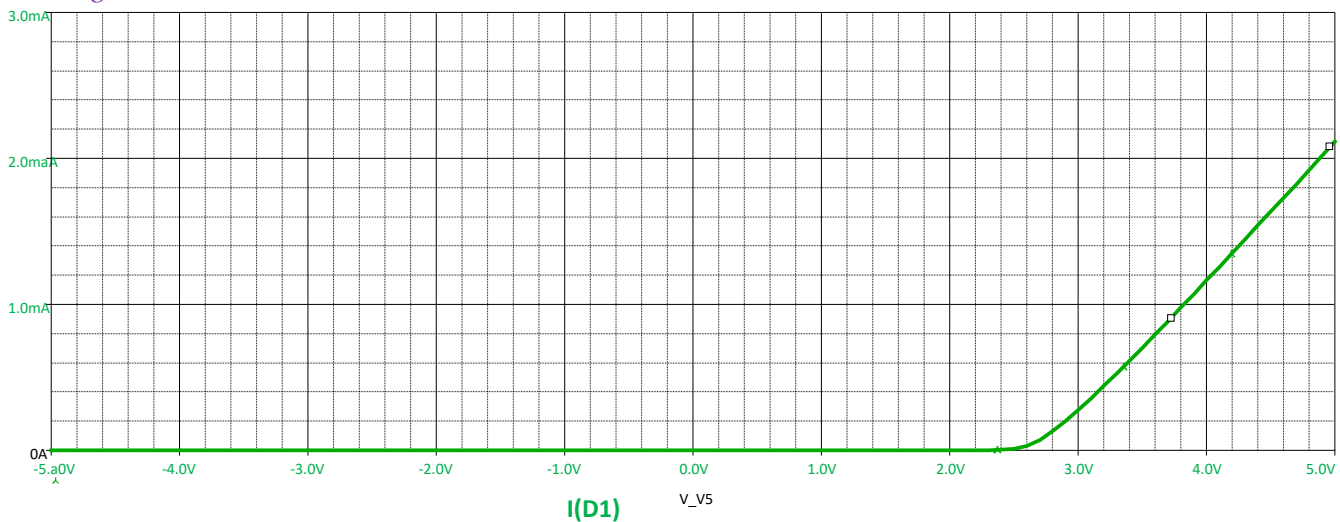


Figure 38- Caracteristica ledului verde din fisa tehnica



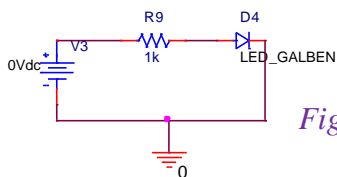
Figure 39-Simularea ledului verde:



### ➤ Modelarea Ledului Galben

```
.MODEL Led_Galben D
+ IS=103.91E-12
+ N=4.0160
+ RS=.6733
```

Pentru modelarea ledului galben extrag din foaia tehnica datele necesare. Componenta se modeleaza cu ajutorul Model editor, unde introduc datele pentru fiecare caracteristica.



L	led_galben	13.05.2022 04:03
LED	Led_Galben	12.05.2022 16:12

Figure 40-Biblioteca si componenta ledului

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2	Y1 - Y2	Y1(C)
	X Values	1.6000	-5.0000	6.6000	Y1 - Y1(C)
CURSOR 1,2	I(D4)	136.528u	-108.910p	136.528u	0.000

→Dupa cum ne asteptam, ledul se deschide la aproximativ 1.6 V, ceea ce ne demonstreaza ca modelul a fost creat corect.

Figure 41-Rezultatele cursorului

Vf=1,600V

Figure 42-Characteristica ledului galben din fisa tehnica

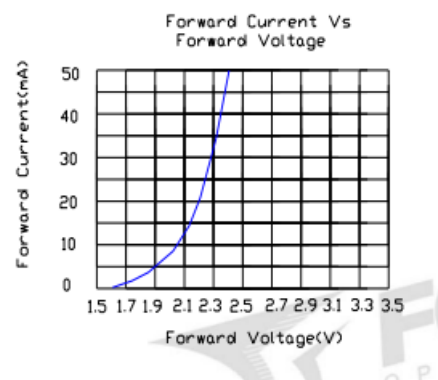
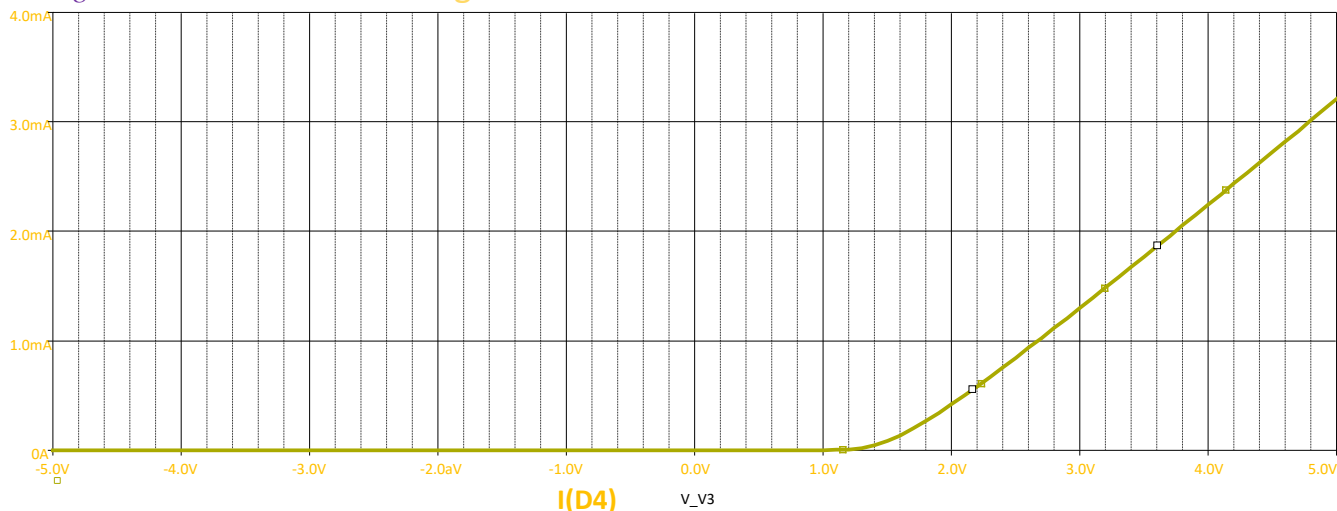




Figure 43-Simularea ledului galben:



## Detectarea pragurilor:

Dupa finisarea modelarii led-urilor trecem la urmatorul pas si anume anume la detectarea pragurilor, pentru aceasta voi folosi comparatoare.

Tensiunea de iesire a filtrului este de  $v_{out}=12.422\sin(2*\pi*5800t)V$ . Cum in cerinta mi s-a cerut 4 semnalizari, tensiunea de iesire va fi impartita in 4 intervale, iar pentru fiecare interval voi folosi cate un comparator.

Pentru calcule mai simple, aleg  $v_{out}=12.4 \sin(2*\pi*5800t)V$

Cele 4 praguri sunt:

$$I \rightarrow v_{i1} \in [0; 3]V$$

$$II \rightarrow v_{i2} \in [3.1-6]V$$

$$III \rightarrow v_{i3} \in [6.1-9]V$$

$$IV \rightarrow v_{i4} \in [9.1-12]V$$

$$V_{i1} = \frac{R_{14}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} * V_{al} \rightarrow \frac{R_{14}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} * 14 = 3 \rightarrow \frac{R_{14}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} = \frac{3}{14}$$

$$\rightarrow R_{14} = 3K, \text{ Aleg } R_{14} = 3.01k (\text{Seria E48})$$

$$V_{i2} = \frac{R_{14}+R_{13}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} * V_{al} \rightarrow \frac{R_{14}+R_{13}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} * 14 = 6 \rightarrow \frac{R_{14}+R_{13}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} = \frac{6}{14}$$

$$\rightarrow R_{14}+R_{13} = 6K \rightarrow R_{13} = 6-3.01 \rightarrow R_{13} = 2.99K, \text{ Aleg } R_{13} = 2.87K (\text{Seria E48})$$

$$V_{i3} = \frac{R_{14}+R_{13}+R_{12}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} * V_{al} \rightarrow \frac{R_{14}+R_{13}+R_{12}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} * 14 = 9 \rightarrow \frac{R_{14}+R_{13}+R_{12}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} = \frac{9}{14}$$

$$\rightarrow R_{14}+R_{13}+R_{12} = 9K \rightarrow R_{12} = 9-3.01-2.87 \rightarrow R_{12} = 3.12K, \text{ Aleg } R_{12} = 3.16K (\text{Seria E48})$$

$$V_{i4} = \frac{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} * V_{al} \rightarrow \frac{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} * 14 = 12 \rightarrow \frac{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}}{R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11}+R_{10}} = \frac{12}{14}$$

$$\rightarrow R_{14}+R_{13}+R_{12}+R_{11} = 12K \rightarrow R_{11} = 12-3.01-2.87-3.16 \rightarrow R_{11} = 2.96K, \text{ Aleg } R_{11} = 3.01K (\text{Seria E48})$$

$$\rightarrow R_{14} + R_{13} + R_{12} + R_{11} + R_{10} = 14 \rightarrow R_{10} = 14-3.01-2.87-3.16-3.01 \rightarrow R_{10} = 1.95K$$

Refacem calculele pentru Vi cu valorile standardizante:

$$Vi1 = \frac{R14}{R14+R13+R12+R11+R10} * Val = \frac{3.01k}{3.01+2.87k+3.16k+.3.01k+1.95k} * 14 = 3.01V$$

$$Vi2 = \frac{R14+R13}{R14+R13+R12+R11+R10} * Val = \frac{3.01k+2.87k}{3.01+2.87k+3.16k+.3.01k+1.95k} * 14 = 5.88V$$

$$Vi3 = \frac{R14+R13+R12}{R14+R13+R12+R11+R10} * Val = \frac{3.01k+2.87k+3.16k}{3.01+2.87k+3.16k+.3.01k+1.95k} * 14 = 9.04V$$

$$Vi4 = \frac{R14+R13+R12+R11}{R14+R13+R12+R11+R10} * Val = \frac{3.01k+2.87k+3.16k+3.01k}{3.01+2.87k+3.16k+.3.01k+1.95k} * 14 = 12.05V$$

Pragul nou este

I → vi1 ∈ [0;3.01]V

II → vi2 ∈ [3.02;5,88]V

III → vi1 ∈ [5.89;9.04]V

II → vi1 ∈ [9.041;12.05]V

Tabel 1.1 -Tabel intervale,diode si iesirea comparatoarelor

Vi[V]	VO1	VO2	VO3	VO4	LED1	LED2	LED3	LED4
[0;3.01]	14	0	0	0	conduce	blocare	blocare	blocare
[3.02;5,88]	14	14	0	0	conduce	conduce	blocare	blocare
[5.89;9.04]	14	14	14	0	conduce	conduce	conduce	blocare
[9.041;12.05]	14	14	14	14	conduce	conduce	conduce	conduce

Calculez rezistentele care o sa limiteze curentul prin led:

Culoare_led	Led albastru	Led rosu	Led verde	Led galben
V <sub>F</sub> [V]	3.6	2.4	3.6	2.5
I <sub>F</sub> [mA]	20	20	20	20

Tabel 1.2-Tabel tensiune de prag si curent led-uri

$$R = \frac{V_{CC} - V_f + 14}{I_f}$$

V<sub>f</sub>- caderea de tensiune pe led ; I<sub>f</sub>- curentul maxim prin led

$$R15 = \frac{V_{o1} - V_F(led_{albastru}) + 14}{20 \cdot 10^{-3}} = \frac{28 - 3.6}{20 \cdot 10^{-3}} = 1,22 \cdot 10^3 = 1.22k \Omega$$

Aleg pentru **R15=1.1k**(Seria E48)

$$R16 = \frac{V_{o2} - V_F(led_{rosu}) + 14}{20 \cdot 10^{-3}} = \frac{28 - 2.4}{20 \cdot 10^{-3}} = 1.28 \cdot 10^3 = 1.28k \Omega$$

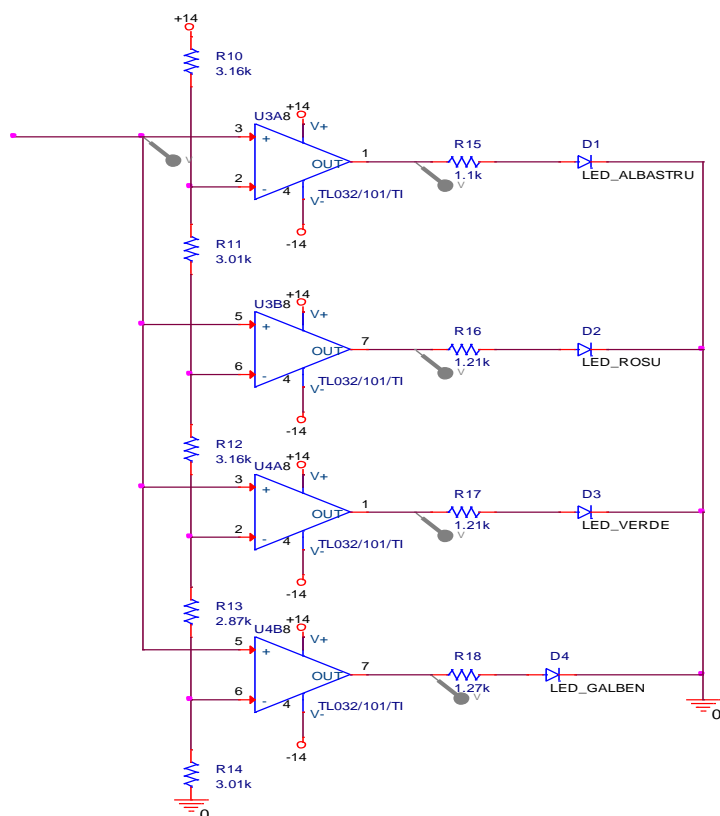
Aleg pentru **R17=1.21k**(Seria E48)

$$R17 = \frac{V_{o2} - V_F(led_{verde} - 14)}{20 \cdot 10^{-3}} = \frac{28 - 3.6}{20 \cdot 10^{-3}} = 1.315 \cdot 10^3 = 1.22k \Omega$$

Aleg pentru **R15=1.33k** (Seria E48)

$$R18 = \frac{V_{o2} - V_F(led_{galben}) + 14}{20 \cdot 10^{-3}} = \frac{28 - 2.5}{20 \cdot 10^{-3}} = 1.275 \cdot 10^3 = 1.275k \Omega$$

Aleg pentru **R13=1.27k**(Seria E48)



Pentru determinarea pragurilor am ales profilul de simulare de tip Time Domain:

Figure 44-Profil simulare The Time Domain

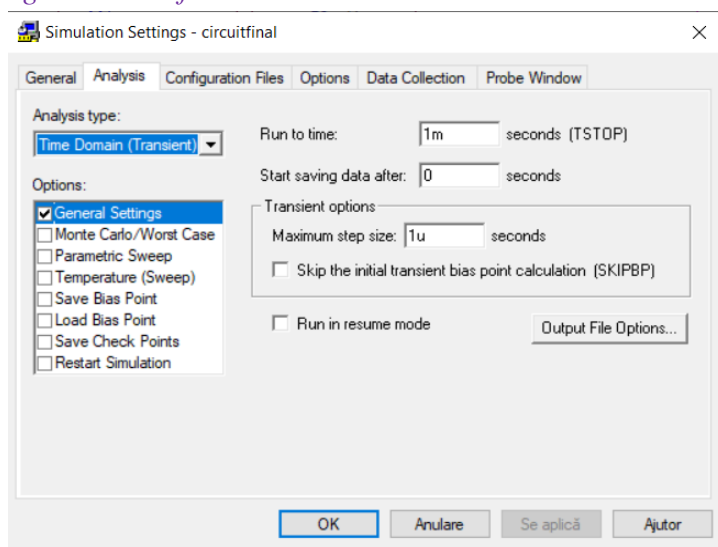
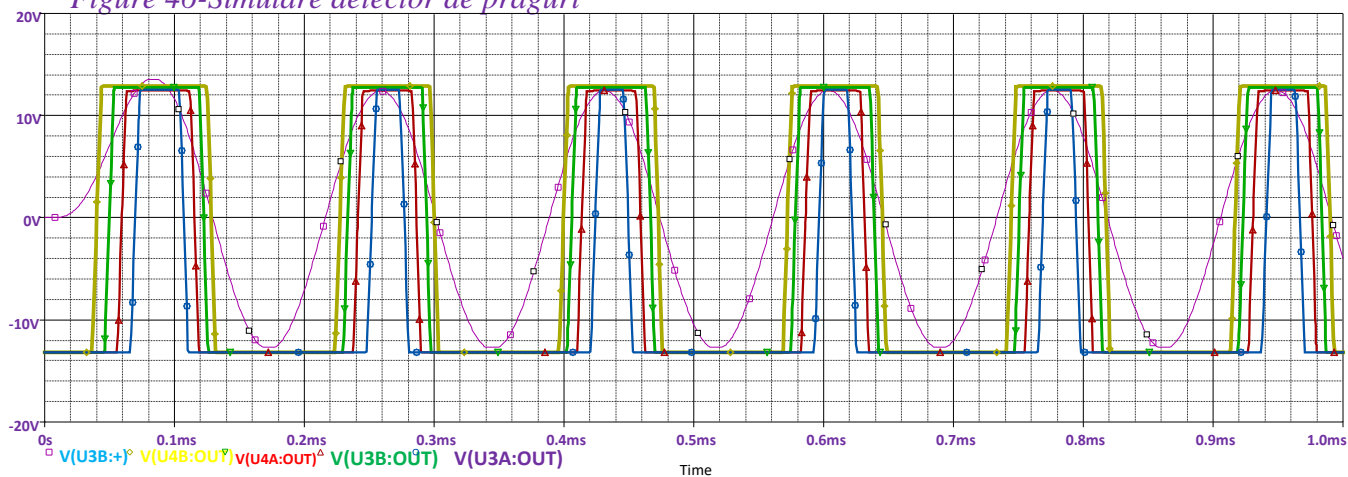


Figure 45- Detector de praguri

Putem observa ca tensiunea de iesire se limiteaza la  $\pm V_{CC}$

Fiecare grafic afiseaza unul dintre pragurile asociate.

Figure 46-Simulare detector de praguri



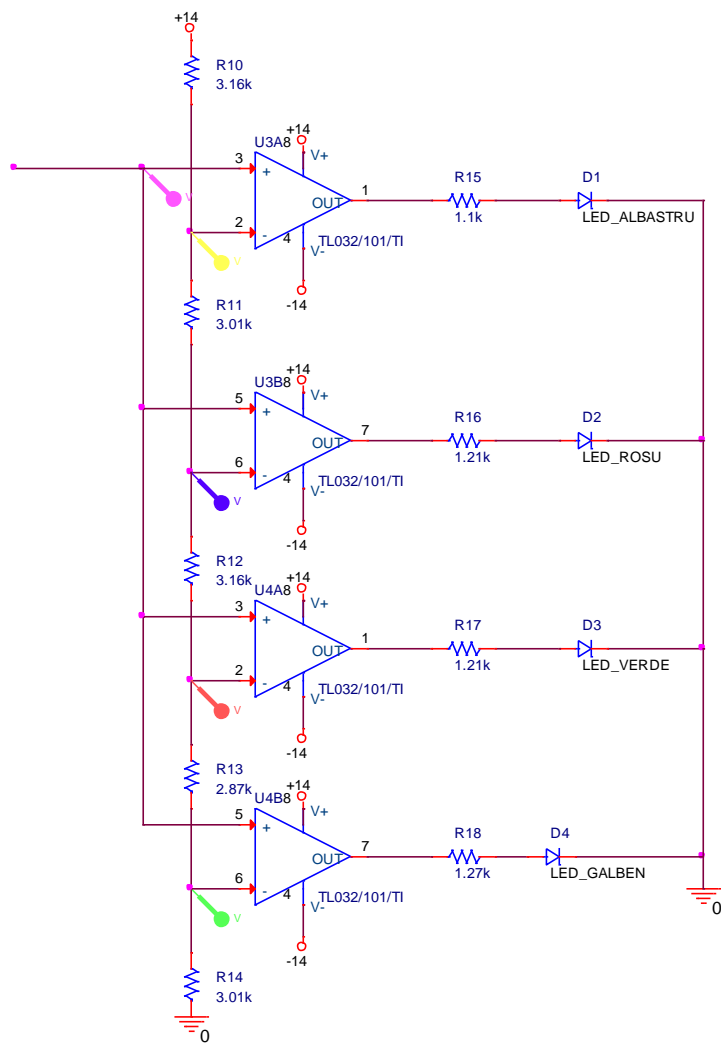
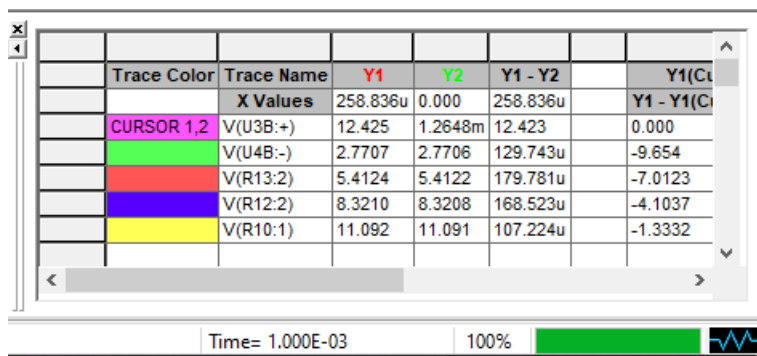


Figure 47- Detector de praguri



vi1=2.77V

vi2=5,41V

vi3=8.32V

vi4=11.092V

Figure 48-Rezultatele cursorului

Putem observa ca valorile masurate, au valori relativ apropiate de cele calculate.

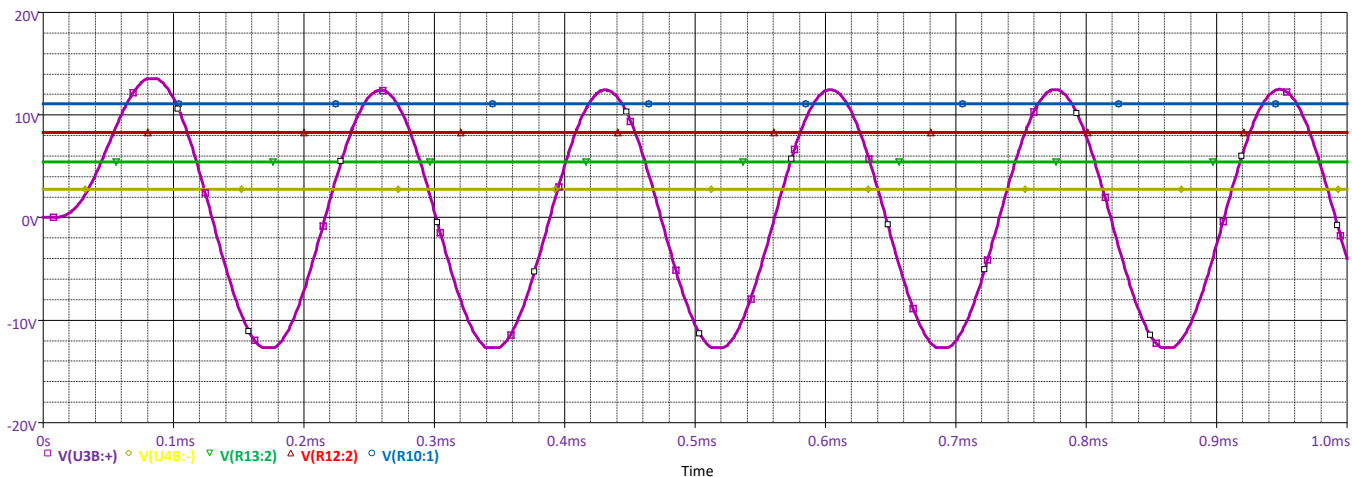


Figure49- Simulare detector de praguri(afisarea tensiunilor de prag

## Circuit final: (Indicator de nivel AUDIO)

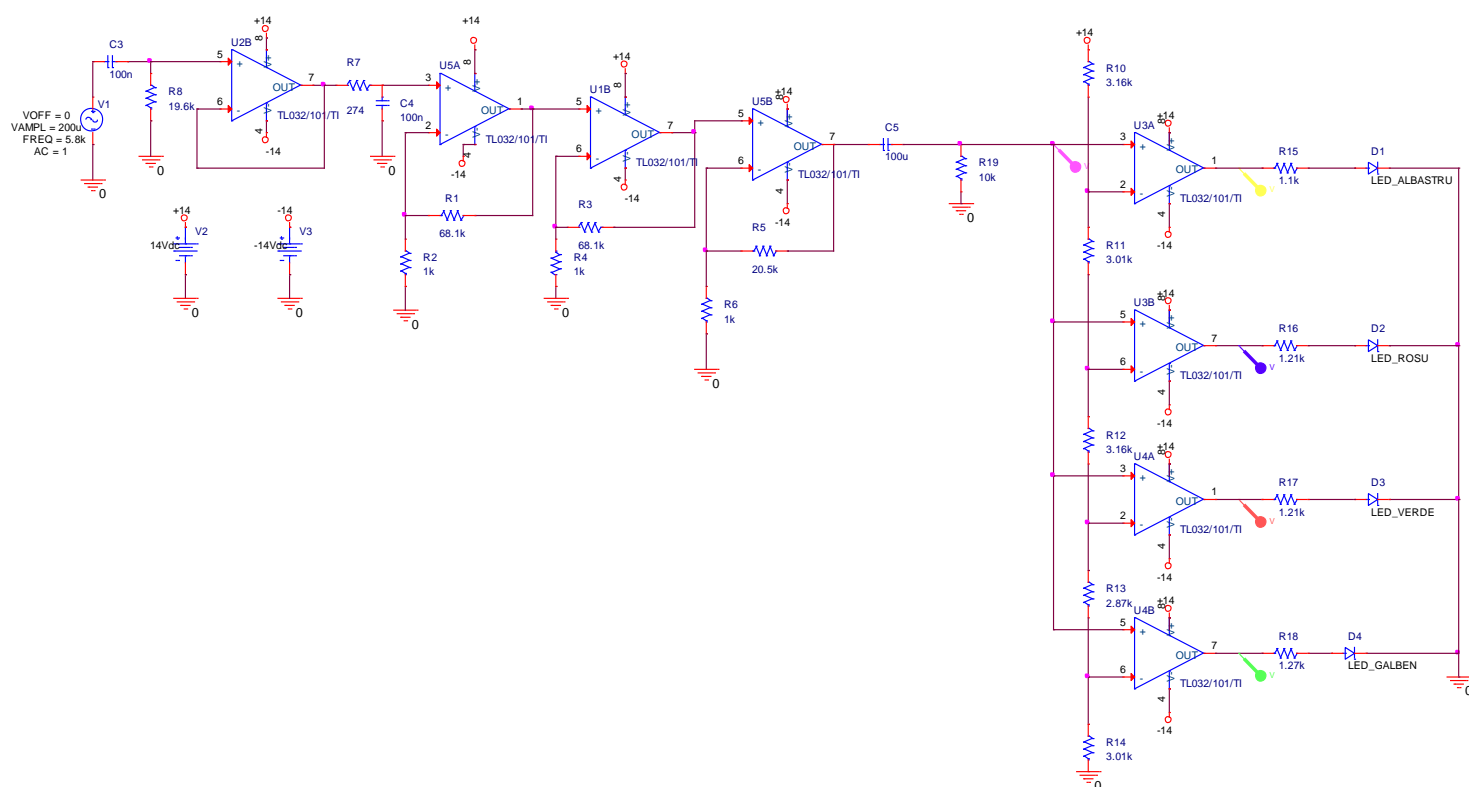
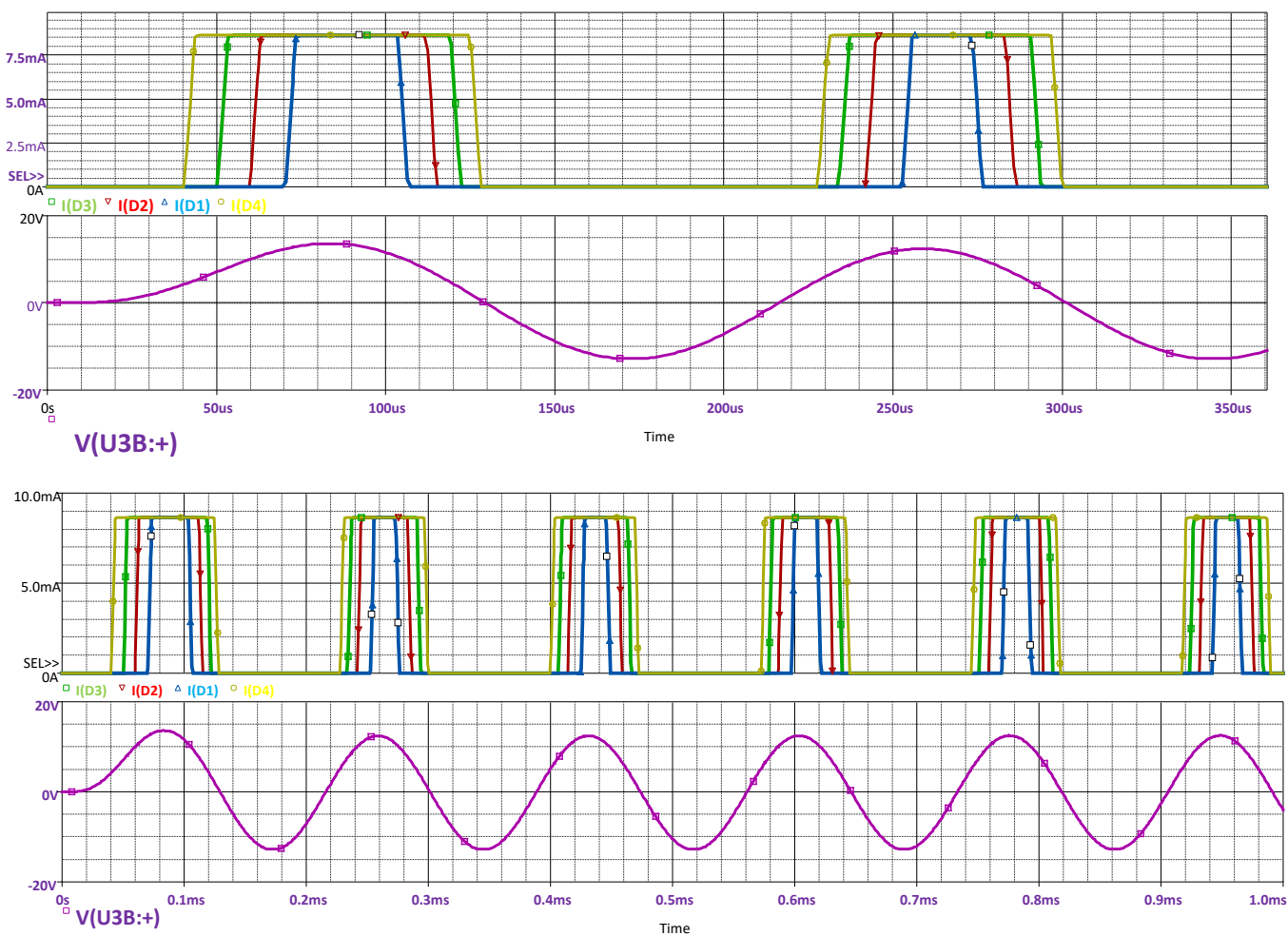


Figure 50-Circuit final

Figure 51,52-Simulare circuit final



Prin urmare putem observa ca in urma realizarii acestui circuit,am reusit sa obtinem un indicator de nivel audio,dar faptul ca:

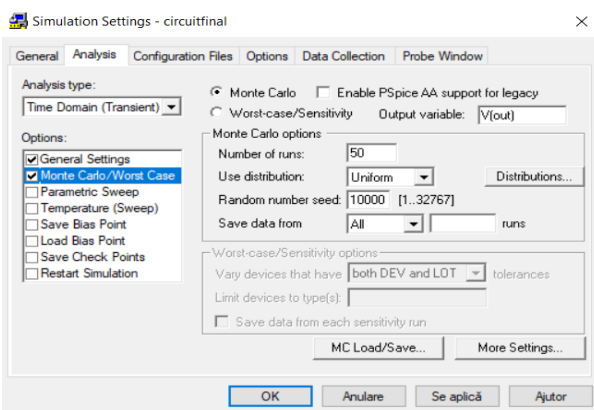
- ❖ **Led-ul galben** se deschide la tensiunea de prag si ramane deschis
- ❖ Dupa cateva secunde se porneste si **led-ul verde**, care ramane si el de asemenea deschis
- ❖ Dupa cateva secunde se porneste si **led-ul rosu**, care ramane deschis
- ❖ La final , se porneste si **ledul albastru** care ramane deschis
- ❖ Astfel se formeaza de efectul coloana care ne va simula nivelul audio dorit.

## Concluzii:

- In urma acestui proiect am reusit sa efectuez mai multe simulari si anume DC Sweep pentru a verifica ledurile, Time Domain pentru a testa amplificarea, AC Sweep pentru a verifica filtrele si analizele Monte Carlo si Worst Case pentru ca sa observam toleranța existentă a componentelor este suficientă pentru a garanta o rata de eficienta.
- Am reusit ,de asemenea,sa testez mai multe tipuri de amplificatoare,sa controlez randamentul lor ,astfel ca in cazul meu am gasit TL032 ca fiind cel mai eficace amplificator.
- Desi am simulat pe calculator acest proiect,am observat ca se obtin niste marje de eroare,ca de exemplu semnalul sinusoidal de alimentare,intarzie din cauza amplificatorului ales,amplificatorul cauzeaza si o componenta continue care am reusit sa o elimin datorita unui filtraj de offset.

## Analiza Monte Carlo

- Analiza Monte Carlo se referă la generarea de rezultate situaționale predictive bazate pe factori de distribuție care pot influența rezultatul procesului. Acesta ia în considerare pragul maxim și minim al fiecărui parametru și repetă aleatoriu simularea cu valori diferite.

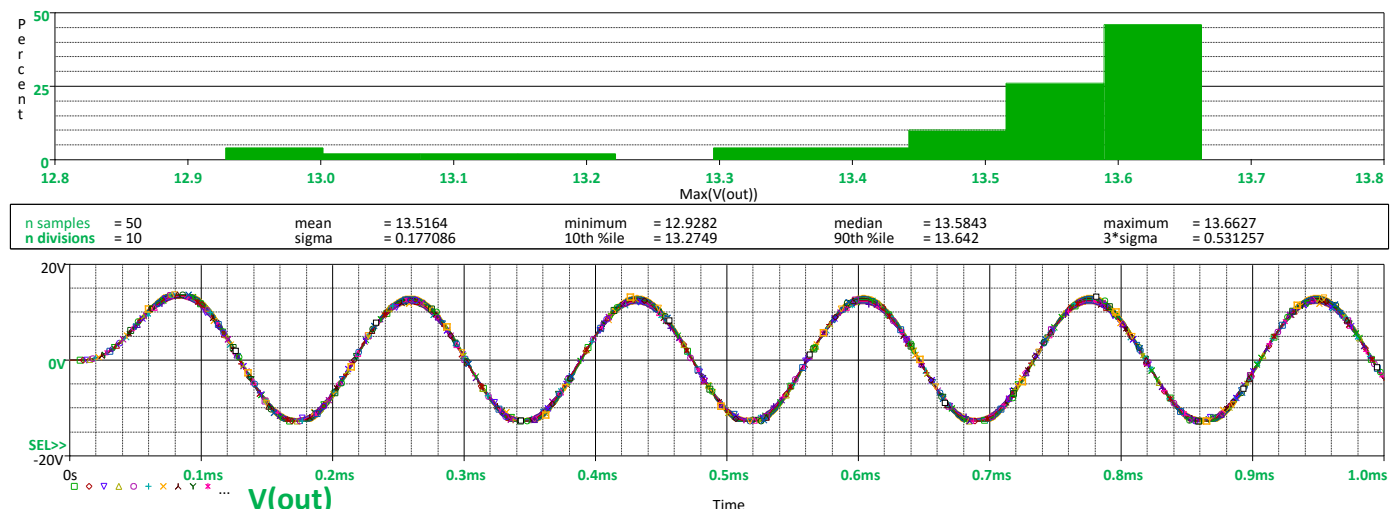


- Astfel aceasta analiza e eficienta pentru a determina daca toleranța existentă a componentelor este suficientă pentru a garanta o rată minimă de respingere

- Analiza e sugerat de folosit dacă se lucreaza la proiecte precum amplificatoare audio, surse de alimentare comutatoare sau aplicații de înaltă frecvență si se va dori de aflat marja de toleranta.

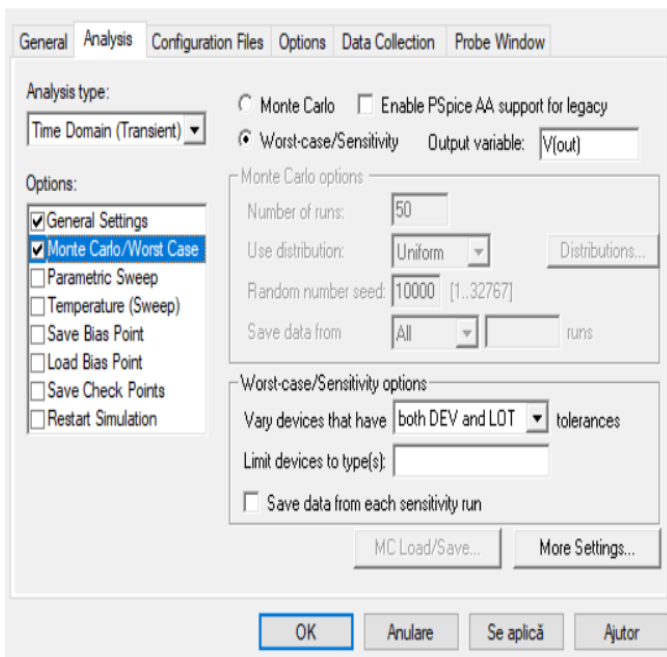
Figure 53-Profil de simulare Time Domain Monte Carlo:

Figure 54-Simularea analizei Monte Carlo:



# Analiza Worst Case

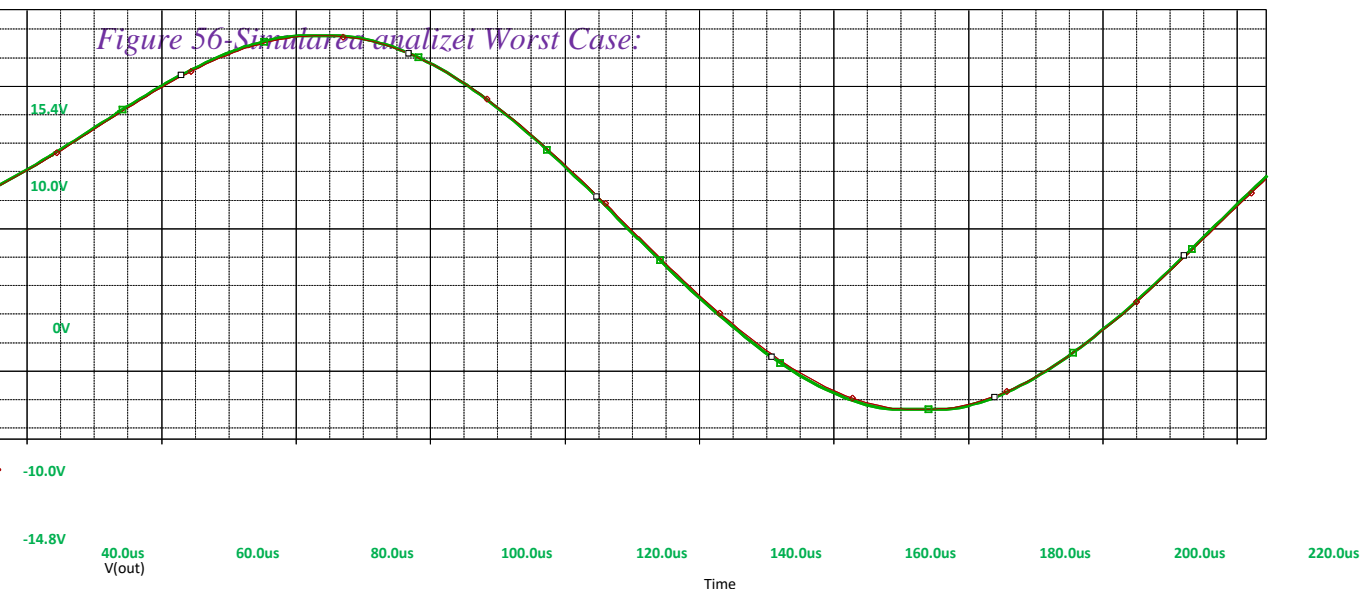
Simulation Settings - circuitfinal



- Analiza circuitului in Worst Case ar trebui efectuată pe toate circuitele care sunt critice din punct de vedere financiar și de siguranță.
  - Analiza circuitului în cel mai rău caz este o tehnică de analiză care, luând în considerare variabilitatea componentelor, determină performanța circuitului în cel mai rău scenariu (în condiții extreme de mediu sau de funcționare). Condițiile de funcționare includ intrări electrice externe, nivelul de calitate al componentelor, interacțiunea dintre părți și deviația datorată îmbătrânirii componentelor.

➤ *Figure 55-Profil de simulare Time Domain Worst Case:*

- Astfel obiectivul specific al acestei analize este de a verifica dacă proiectarea este suficient de robustă pentru a asigura o funcționare care îndeplinește specificațiile de performanță a sistemului pe durata de viață de proiectare în condițiile și toleranțele cele mai defavorabile .





# Bibliografie:

- Proiectare asistată de calculator – “Aplicatii” editura U.T.PRESS, Ovidiu Pop, Raul Fizesan, Gabriel Chindris
- Proiectare asistată de calculator, Editura Mediamira 2007, Ovidiu Pop
- <https://www.hobby-hour.com/electronics/e48-resistors.php>
- <http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/cef/-Laborator CAD>
- <https://www.tme.eu/ro/>
- <https://www.ti.com/store/ti/en/p/product/?p=TL032CPSR#>
- [https://www.ti.com/product/TL032?bm-verify=AAQAAAAF\\_9daJnuaGQJkWhm7yJUK9hEhWWbWGseuzCubD0aFdPSEGL7v-gNY1mBxLVnGVVc3fJECrS-Ai0tmyvehaf9scbiHZI9IbgpGpF8eq5g-nOjWeQqqMVUOeID\\_IndPHA1xorbfXEUAB-u1\\_2uMo0vEMUdjW-PMoSi9YrRbvVYyUPiaxJKicWoZhkeFBTDgmYYSR4e4LlevYVGxwszLxueZSVKni44foy08EoFqEWboZCfk3A](https://www.ti.com/product/TL032?bm-verify=AAQAAAAF_9daJnuaGQJkWhm7yJUK9hEhWWbWGseuzCubD0aFdPSEGL7v-gNY1mBxLVnGVVc3fJECrS-Ai0tmyvehaf9scbiHZI9IbgpGpF8eq5g-nOjWeQqqMVUOeID_IndPHA1xorbfXEUAB-u1_2uMo0vEMUdjW-PMoSi9YrRbvVYyUPiaxJKicWoZhkeFBTDgmYYSR4e4LlevYVGxwszLxueZSVKni44foy08EoFqEWboZCfk3A)
- „Circuite electronice fundamentale”-Laborator- Prof.Elena Mirela Steţco;Curs-prof.Pop Ovidiu
- [Band Pass Filter - Passive RC Filter Tutorial \(electronics-tutorials.ws\)](#)