

Proiect la disciplina Tehnici CAD

Tema proiectului:

Circuit pentru controlul presiunii într-o cameră hiperbară

Prof. Curs: Prof. Dr. Ing. Ovidiu POP

Vlas Denisa Georgiana

Prof. Laborator: Asist. Ing. Ștețco Elena Mirela

Grupa 2122

CUPRINS

1.INTRODUCERE.....	3
1.1 CERINȚA PROIECTULUI.....	3
2.SCHEMA CIRCUITULUI	4
2.1 SCHEMA BLOC.....	4
2.1 SCHEMA ELECTRICĂ.....	5
3 CALCULE SI FORMULE	6
3.1 OGLINDA DE CURENT	6
3.2 REPETOR.....	8
3.3 AMPLIFICATOR OPERAȚIONAL DIFERENȚIAL	9
3.4 COMPARATOR NEINVERSOR.....	11
3.5 RELEU	14
4 ANALIZE STATISTICE	18
4.1 ANALIZA MONTE-CARLO	18
4.2 ANALIZA WORST-CASE	20
5 BIBLIOGRAFIE	22

1.INTRODUCERE

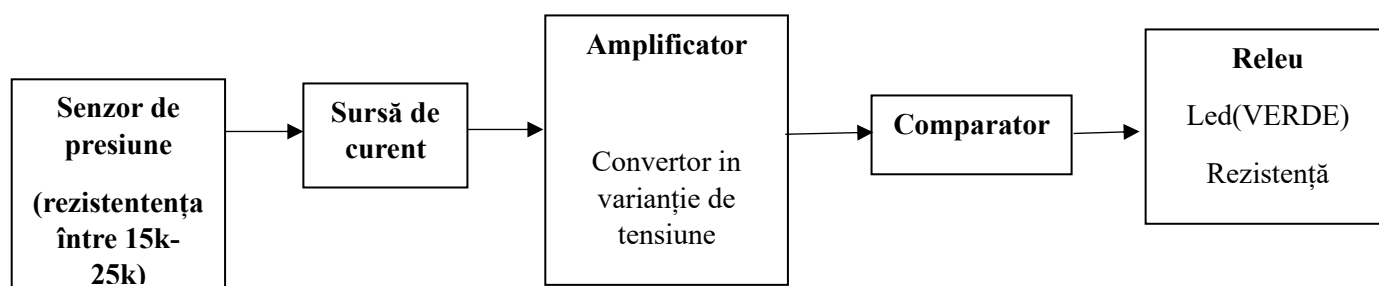
1.1 Cerința proiectului

Să se proiecteze un sistem de control al presiunii într-o cameră hiperbară. Știind că senzorul de presiune folosit poate să măsoare presiunea liniară în domeniul 1040-1500, sistemul se va proiecta astfel încât presiunea din camera hiperbară să se mențină în intervalul 1150-1400. Senzorul de presiune se va polariza în curent. Variația liniară a rezistenței electrice a senzorului cu presiunea este 15k - 25k și trebuie convertită într-o variație de tensiune în domeniul $[0 - (VCC-2V)]$. În camera hiperbară, presiunea este menținută în domeniul specificat cu ajutorul unei pompe, comandată de un comparator și un relee electromagnetic. Ansamblul pompă – relee se va modela cu ajutorul unui rezistor. Starea pompei (pornit/oprit) este semnalizată de un LED având culoarea verde.

27	Vlas Denisa Georgiana	1040-1500	1150-1400	15k - 25k	14	verde
----	-----------------------	-----------	-----------	-----------	----	-------

2.SCHEMA CIRCUITULUI

2.1 Schema bloc



3. CALCULE SI FORMULE

3.1 Oglinda de curent

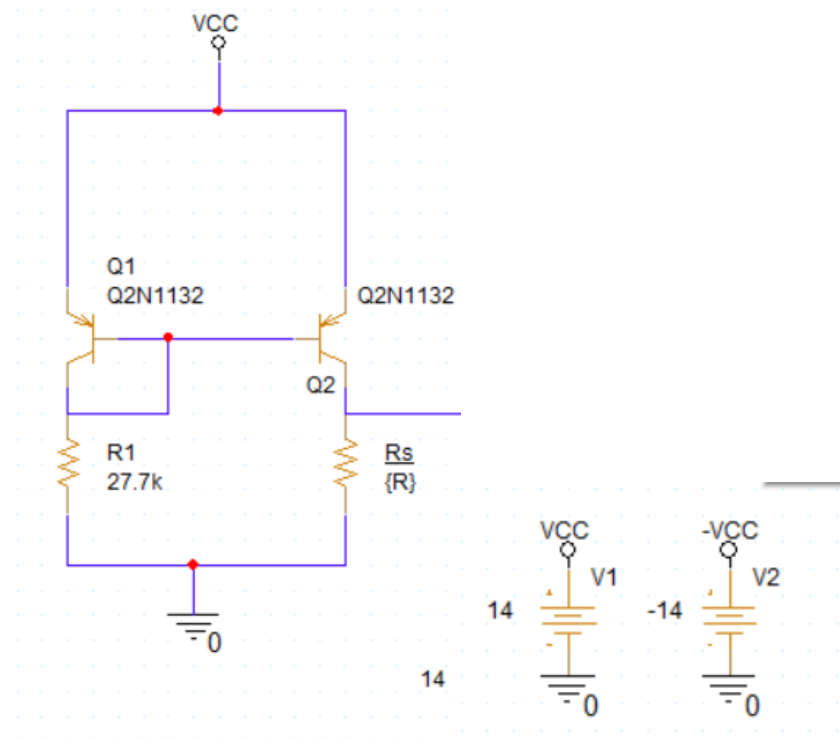


Figura 2.

$$I_{MAX} = \frac{V_{CC} - 2}{R_{S_{MAX}}}$$

$$I_{MAX} = \frac{14 - 2}{25 * 10^3} = 0.48mA$$

$$V_{CC} = V_R + V_{BE}$$

$$V_{CC} = I * R + V_{BE} \Rightarrow R = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I}$$

$$\text{Deci: } R = \frac{14 - 0.7}{0.48 * 10^{-3}} = 27.7k$$

$$V_{R_{Smin}} = R_{S_{MIN}} * I$$

$$V_{R_{Smin}} = 15 * 10^3 * 0.48 * 10^{-3} = 7.2 V$$

$$V_{R_{Smax}} = R_{S_{max}} * I$$

$$V_{R_{Smax}} = 25 * 10^3 * 0.48 * 10^{-3} = 12 V$$

$$v_{out1} = V_{cc} - V_{R_S} = V_{CE} > 2V$$

$$\Rightarrow v_{out1} \in [7.2V; 12V]$$

3.1.1 Simulare pentru verificarea calculelor:

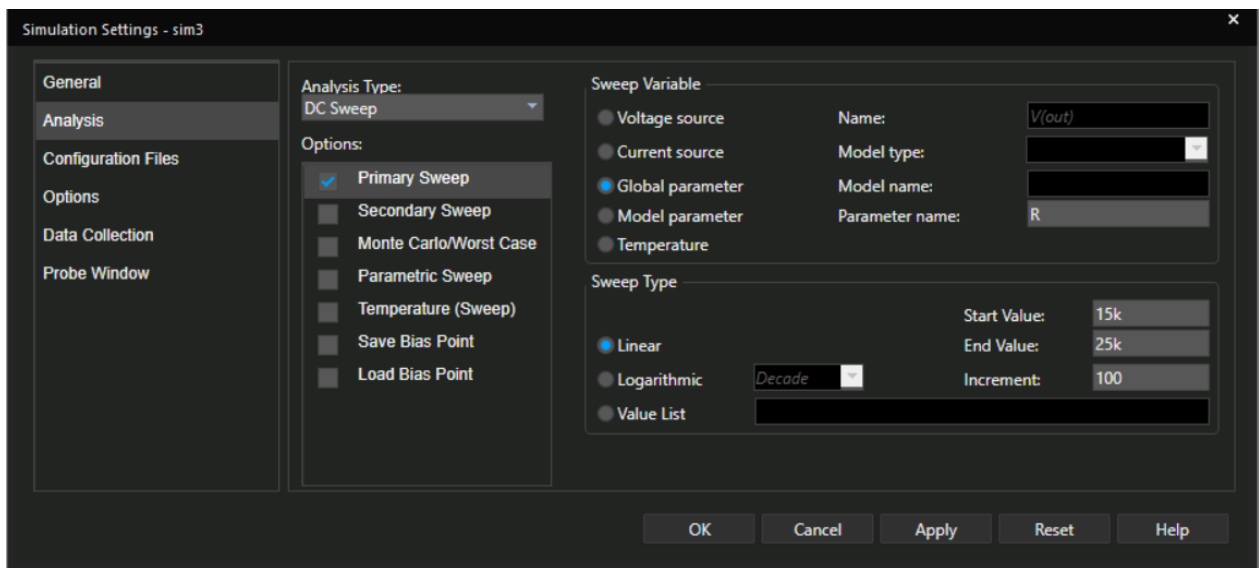


Figura 3.

Pentru a vizualiza variația tensiunii de la bornele senzorului (15k-25k) am rulat o analiza DC Sweep:

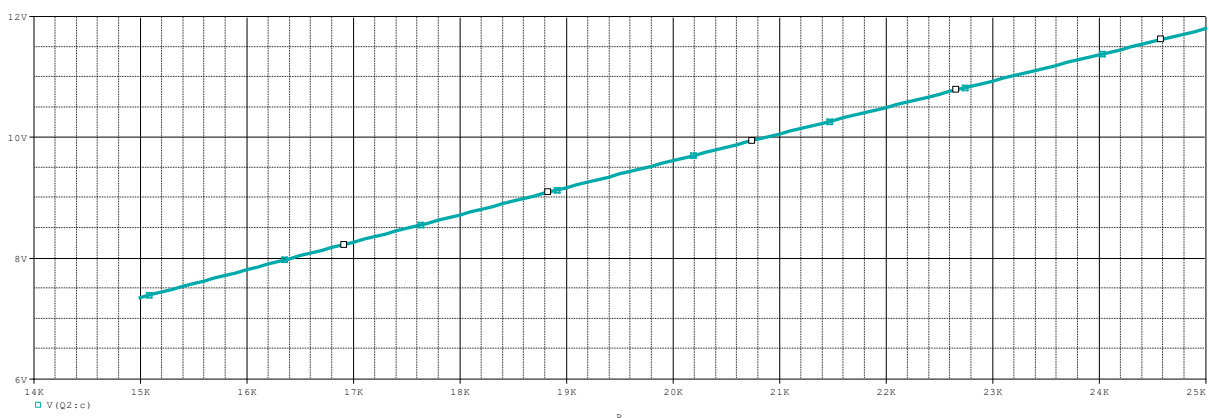


Figura 4. Variația liniară a tensiunii

3.2 Repetor de tensiune neinvertor

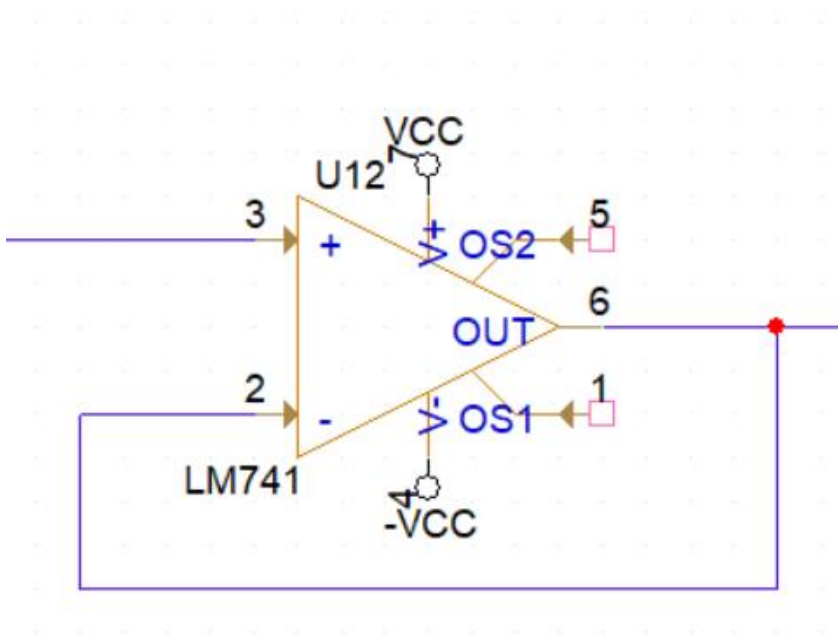


Figura 5.

$$v^+ = v^-$$

$$v^+ = v_{out1}$$

$$v^- = v_{out2}$$

$$\Rightarrow v_{out1} = v_{out2}$$

Se verifică calculele prin simulare:

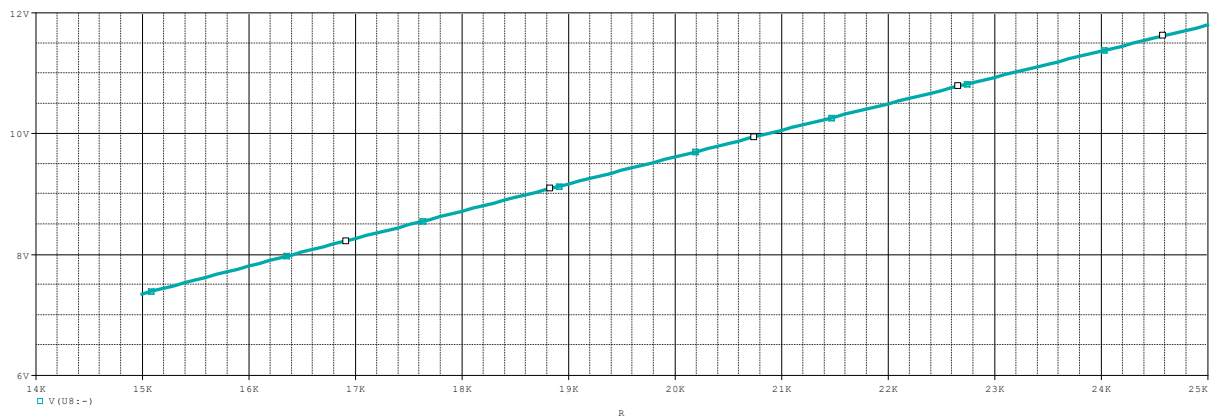


Figura 6.

3.3 Amplificator operațional diferențial

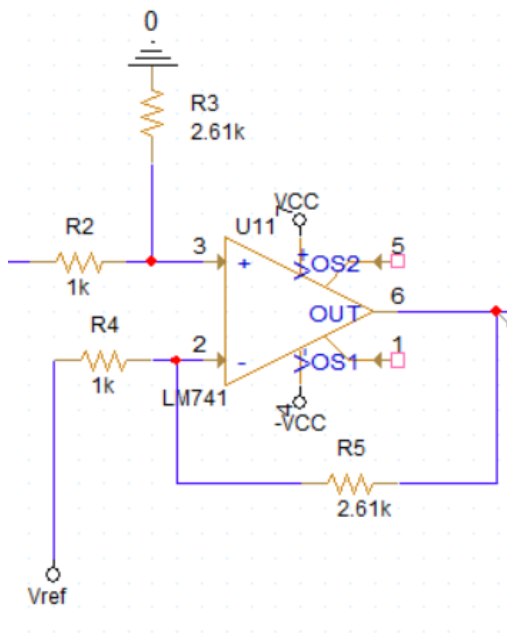


Figura 7.

Divizor de tensiune: $v^+ = \frac{R_3}{R_3 + R_2} v_{out_2}$

Teorema Millman: $v^- = \frac{\frac{V_{ref}}{R_4} + \frac{V_{out_3}}{R_5}}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}}$

$$\Rightarrow v_{out_2} = \frac{R_5}{R_4} (v_{out_1} - V_{ref})$$

$$0 = \frac{R_5}{R_4} (7.2 - V_{ref}) \Rightarrow 7.2 * \frac{R_5}{R_4} - \frac{R_5}{R_4} * V_{ref} = 0 \Rightarrow V_{ref} = 7.2V$$

$$14 = \frac{R_5}{R_4} (12 - 7.2) \Rightarrow 14 = \frac{R_5}{R_4} * 4.8 \Rightarrow \frac{R_5}{R_4} = 2.91$$

Alegem $R_4 = 1k$

Deci $R_5 = R_3 = 2.91k$, dar luam $R_5 = R_3 = 2.61k$ și $R_2 = R_4 = 1k$

Pentru ca circuitul sa funcționeze corect, am ales o rezistență de 2.61k.

Separat calculăm rezistențele de pe amplificatorul luat mai jos:

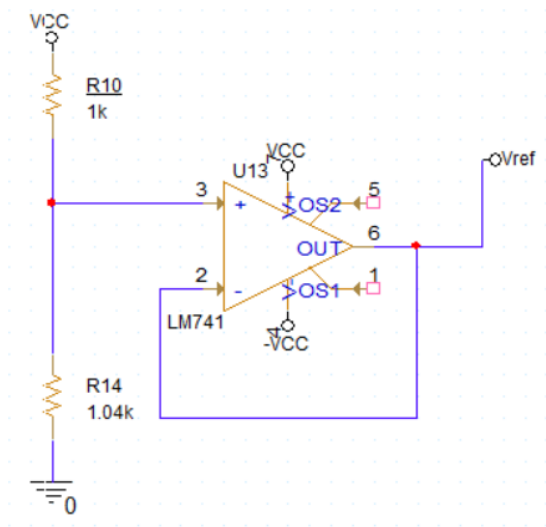


Figura 8.

$$\frac{R_{14}}{R_{14} + R_{10}} V_{cc} = V_{ref}$$

$$\frac{R_{14}}{R_{14} + R_{10}} = \frac{7.2}{14} = 0.51 \Rightarrow R_{14} = 0.51(R_{10} + R_{14}) \Rightarrow R_{14} = 0.51 * R_{10} + 0.51 * R_{14}$$

$$\Rightarrow 0.49 * R_{14} = 0.51 * R_{10}$$

$$\text{Aleg } R_{10} = 1k, \text{ iar } R_{14} = \frac{0.51}{0.49} * R_{10}$$

$$\text{Deci } R_{10} = 1k \text{ si } R_{14} = 1.04k$$

Se verifică calculele prin simulare:

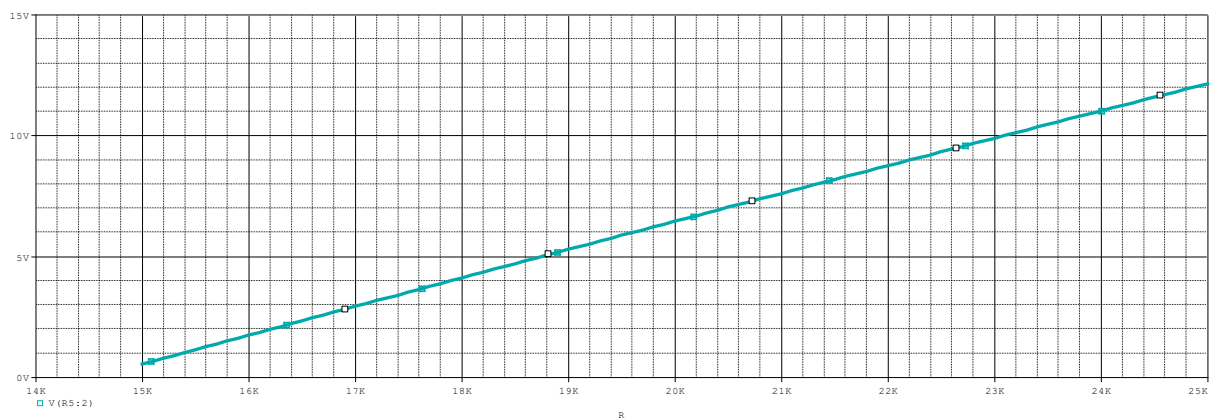


Figura 9.

3.4 Comparator neinvertor

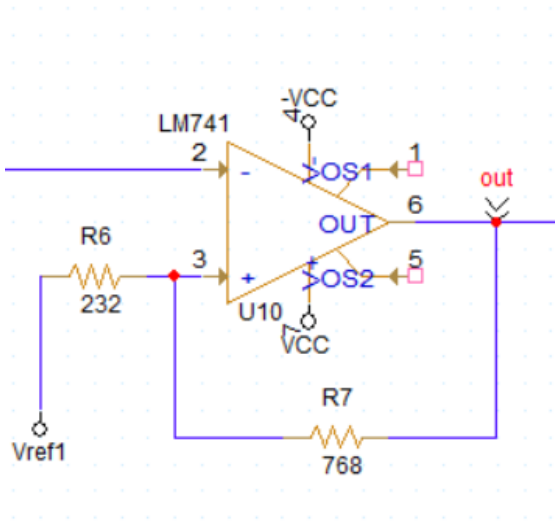


Figura 10.

Domeniul de presiune măsurabil: 1040-1500

Presiunea în camera hiperbară: 1150-1400

$$1Bar = \frac{12}{1500 - 1040} = \frac{12}{460} = 0.026$$

$$V_{PJ} = (1150 - 1040) * 0.026 = 110 * 0.026$$

$$\Rightarrow V_{PJ} = 2.86V$$

$$V_{PS} = (1400 - 1040) * 0.026 = 360 * 0.026$$

$$\Rightarrow V_{PS} = 9.36V$$

$$2.86 = -\frac{R_6}{R_6 + R_7} V_{cc} + \frac{R_7}{R_7 + R_6} V_{ref}$$

$$9.36 = \frac{R_6}{R_6 + R_7} V_{cc} + \frac{R_7}{R_7 + R_6} V_{ref}$$

$$2.86 = -\frac{R_6}{R_6 + R_7} * 14 + \frac{R_7}{R_7 + R_6} V_{ref}$$

$$9.36 = \frac{R_6}{R_6 + R_7} 14 + \frac{R_7}{R_7 + R_6} V_{ref}$$

Facem diferența între cele două ecuații pentru a afla rezistențele:

$$6.5 = 2 * \frac{R_6}{R_6 + R_7} 14 \Rightarrow 2 * \frac{R_6}{R_6 + R_7} = \frac{6.5}{14} \Rightarrow \frac{R_6}{R_6 + R_7} = \frac{0.464}{2} \Rightarrow \frac{R_6}{R_6 + R_7} = 0.232$$

$$\text{Aleg } R_6 = 2.32k \Rightarrow \frac{2.32}{2.32 + R_7} = 0.232 \Rightarrow R_7 = \frac{2.32 - 0.53}{0.232} = 7.71k$$

și îl aleg ca fiind $R_7 = 7.68k$

$$R_6 = 232\Omega \text{ și } R_7 = 768\Omega$$

Facem suma între cele două ecuații pentru a afla V_{ref1} :

$$12.22 = 2 * \frac{R_7}{R_7 + R_6} V_{ref1} \Rightarrow V_{ref1} = 6.11 * \frac{1}{0.768}$$

Deci $V_{ref1} = 7.95V$

Separat calculăm rezistențele de pe comparatorul luat mai jos:

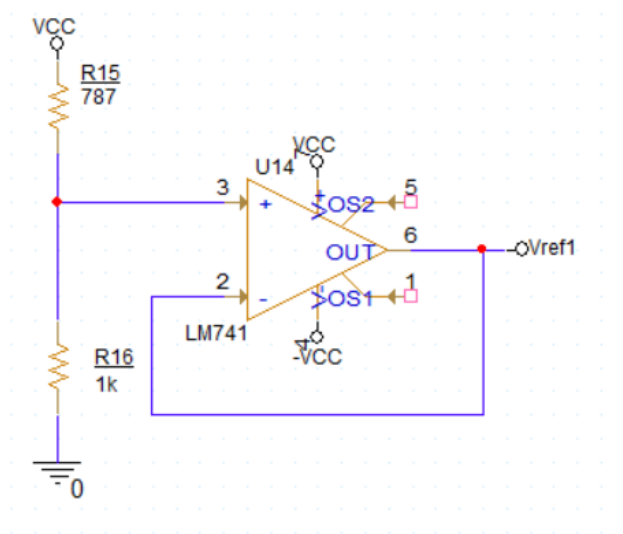


Figura 11.

$$\frac{R_{16}}{R_{16} + R_{15}} V_{cc} = V_{ref1} \Rightarrow \frac{R_{16}}{R_{16} + R_{15}} = \frac{7.95}{14} \Rightarrow \frac{R_{16}}{R_{16} + R_{15}} = 0.567$$

Alegem $R_{16} = 1k$

$$\text{Rezultă } \frac{1}{1 + R_{15}} = 0.567 \Rightarrow 1 = 0.568(1 + R_{15}) \Rightarrow 1 = 0.567 + 0.567 * R_{15}$$

$$\Rightarrow 0.433 = 0.567 * R_{15} \Rightarrow R_{15} = 0.773$$

Alegem $R_{15} = 787\Omega$

Simulare:

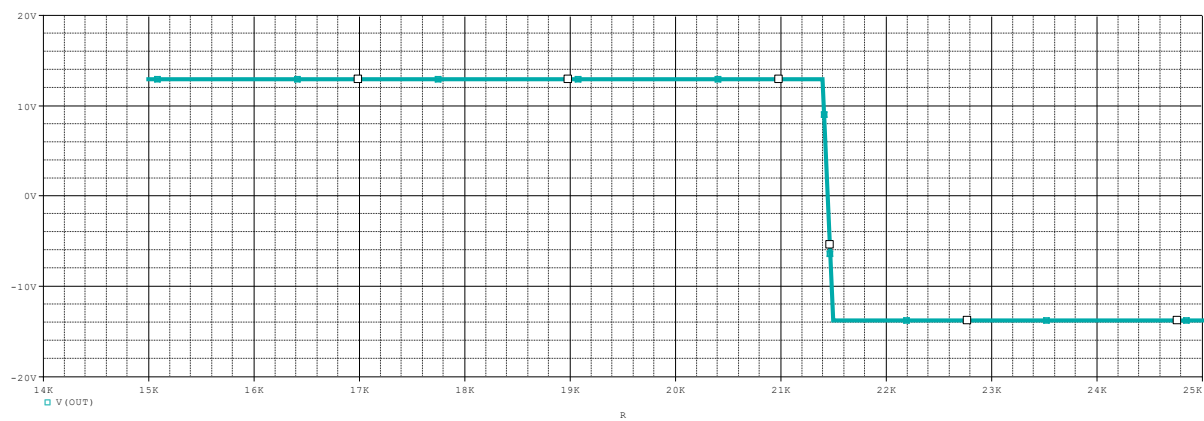


Figura 12.

3.5 Releu

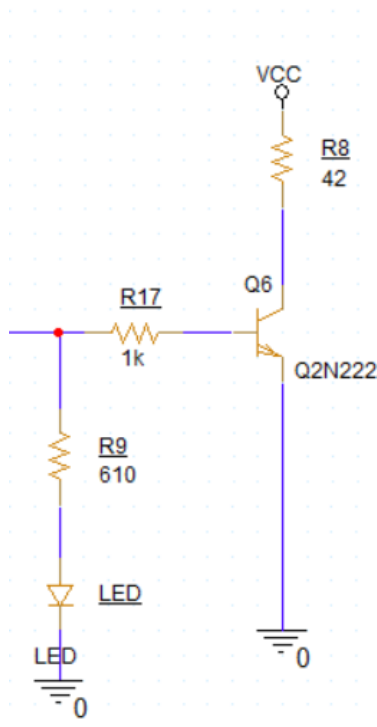


Figura 13.

Semnalizarea:

-se calculează rezistența de la LED

Pentru ledul verde avem 1.8V, deci: $V_R = 14 - 1.8 \Rightarrow R_9 = \frac{14-1.8}{20m} = 610\Omega$

$R_8 = 42\Omega \rightarrow \text{releu}$

Procesul de creare a ledului:

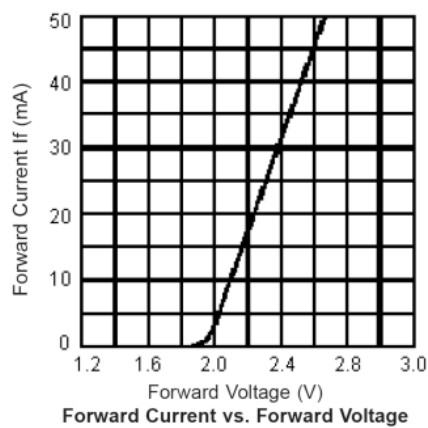


Figura 14.

-Completăm graficul cu punctele pe x și y

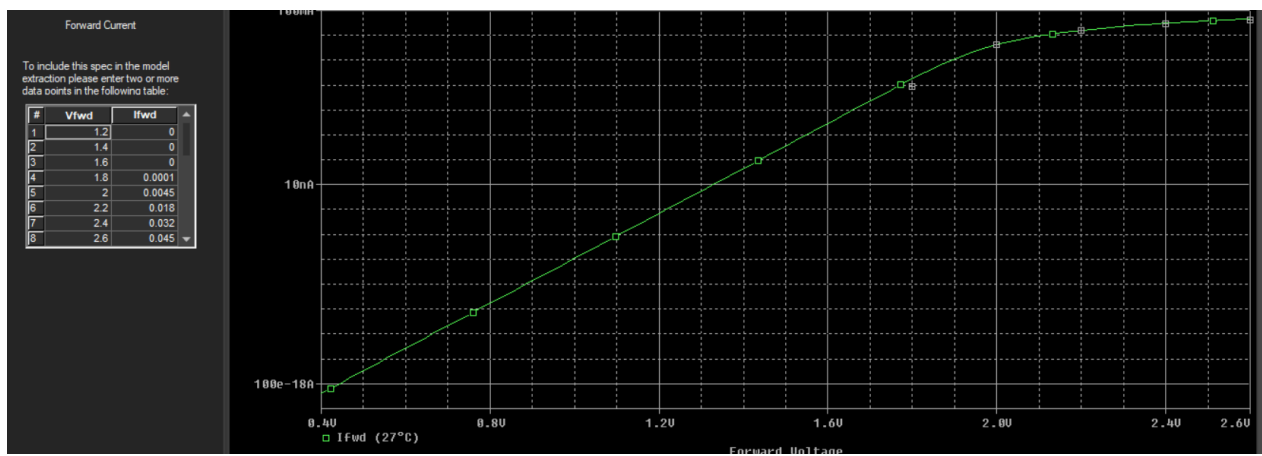


Figura 15.

Se salvează datele în folderul unde este proiectul, iar după aceea putem reveni în OrCad pentru a căuta biblioteca creată.

Se testează ledul format prin implementarea unui nou circuit doar cu o diodă

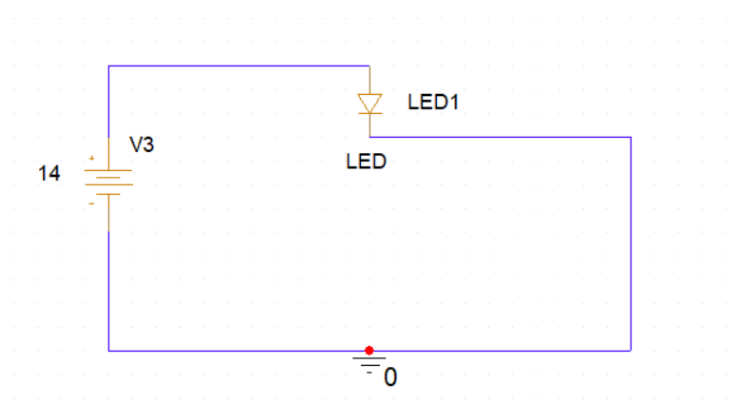


Figura 16.

Alegem librăria creată anterior

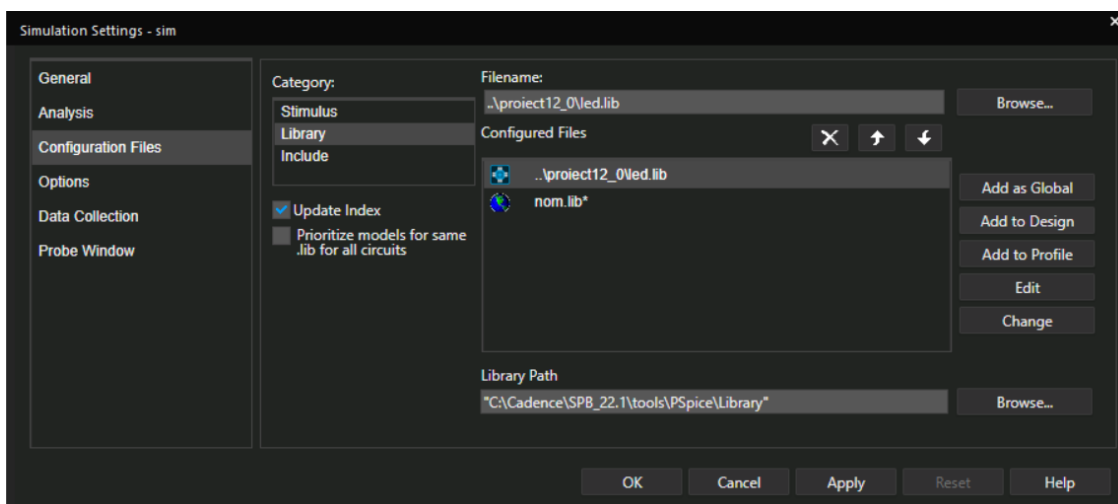


Figura 17.

Verificăm dioda alegând un $V_{dc}=14V$ și modificând simularea

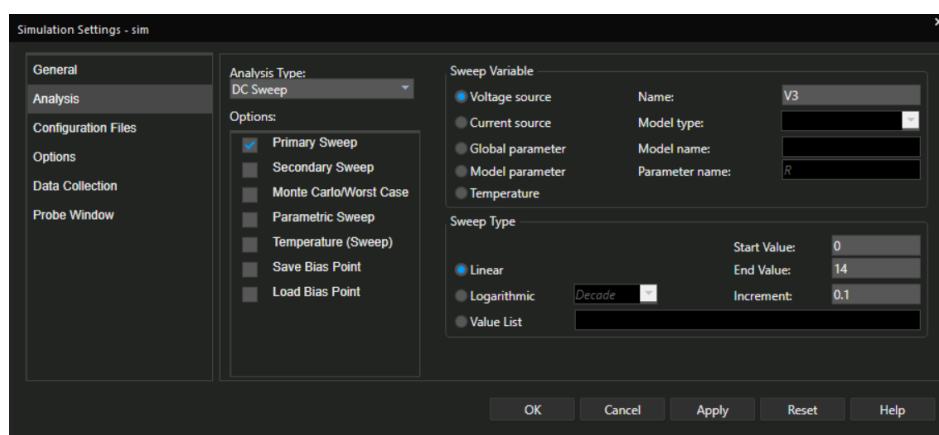
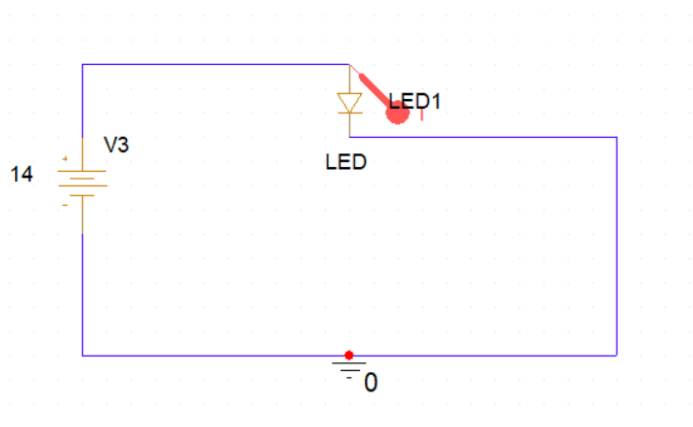


Figura 18.



Verificare prin simulare:

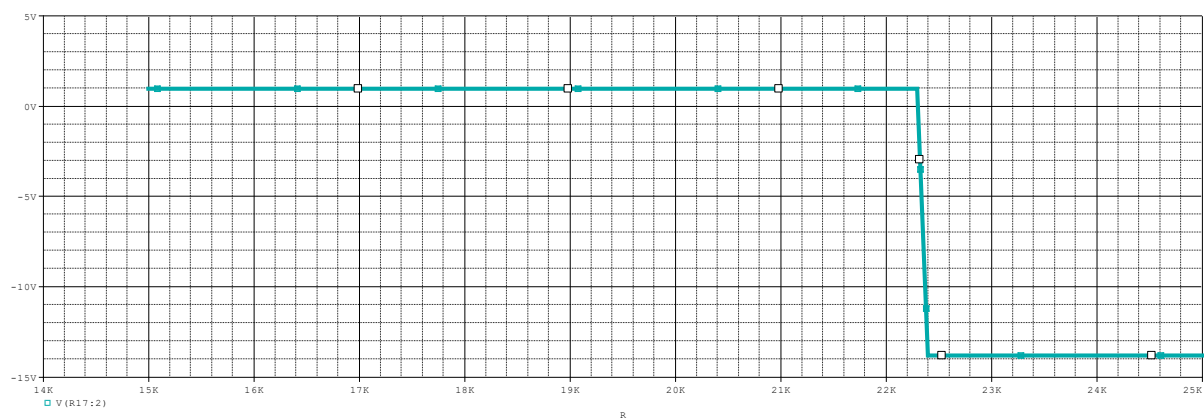


Figura 19. Verificare înainte de ledul creat

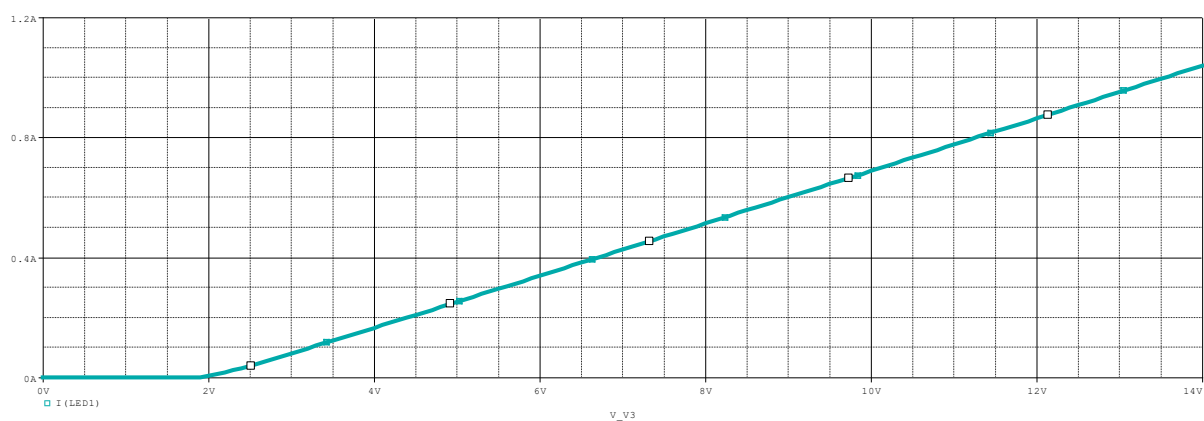


Figura 20. Verificare led

4. Analize statistice

4.1 Analiza Monte-Carlo

Se modifică simularea selectând analiza Monte Carlo:

În funcție de domeniul de toleranță, cu ajutorul analizei Monte-Carlo putem vizualiza un mod de analiză statistică. Am setat toleranța 0.5 pentru fiecare rezistență.

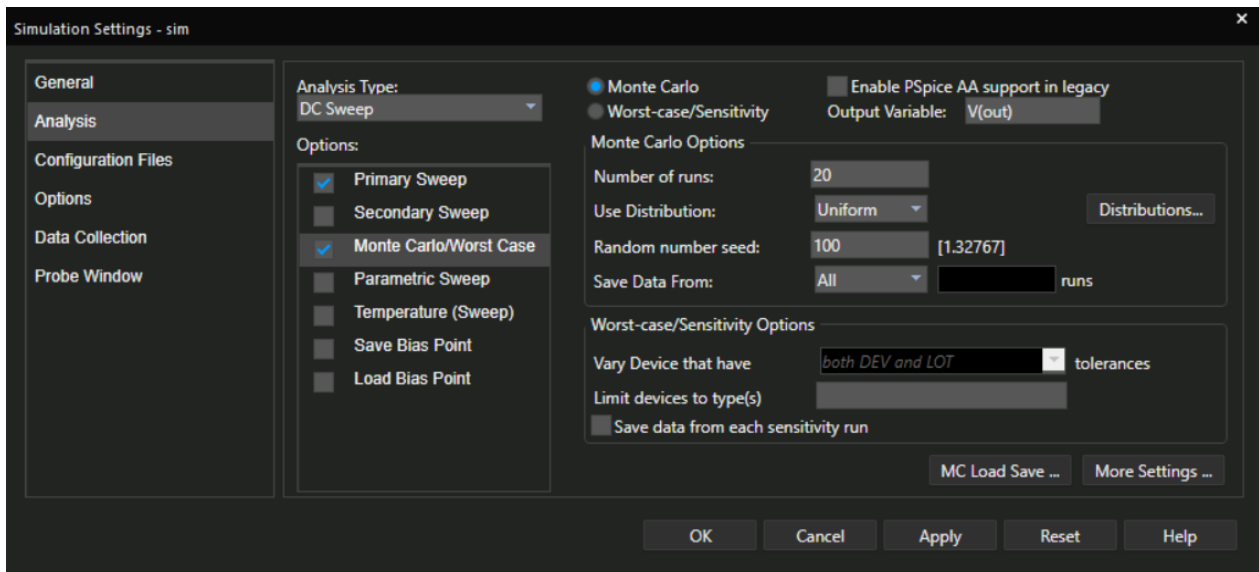


Figura 21.

Afișăm tensiunea maximă la ieșirea circuitului după amplificare.

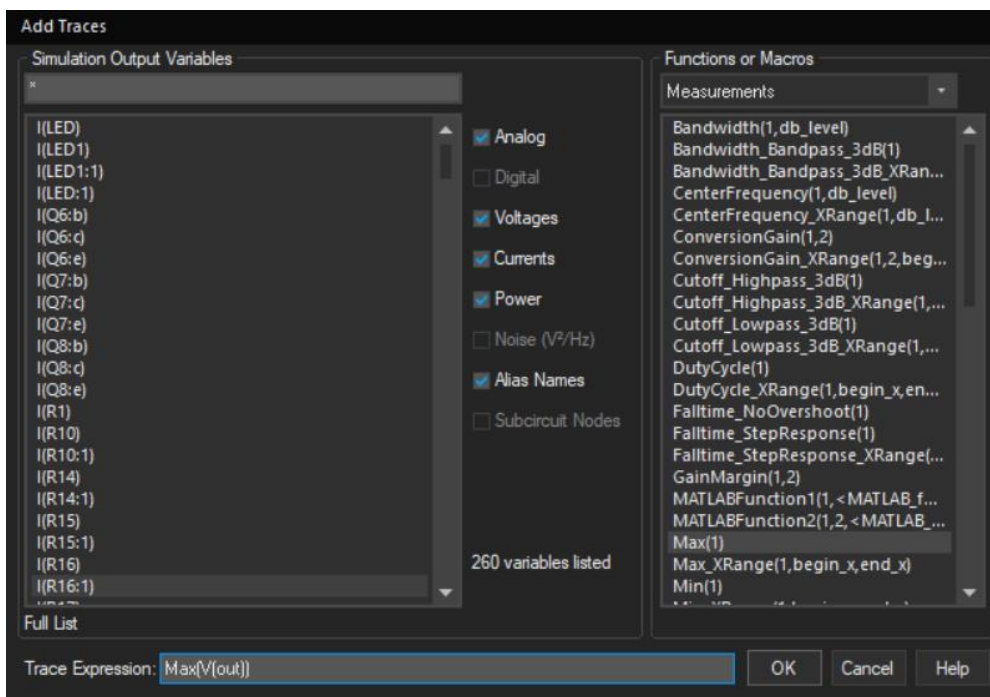


Figura 22.

Rezultatul analizei:

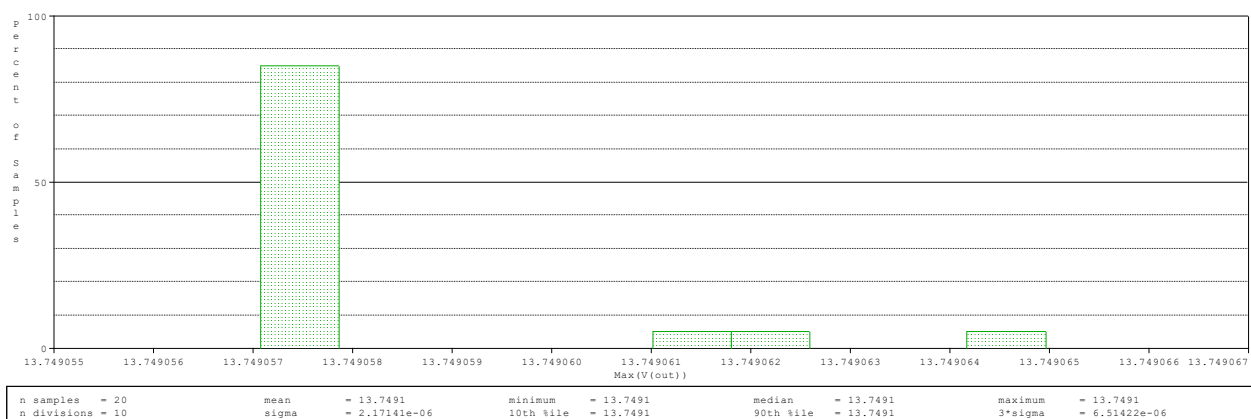


Figura 23.

4.2 Analiza Worst-Case:

Cu ajutorul analizei Worst-Case putem vizualiza cele mai defavorabile cazuri posibile

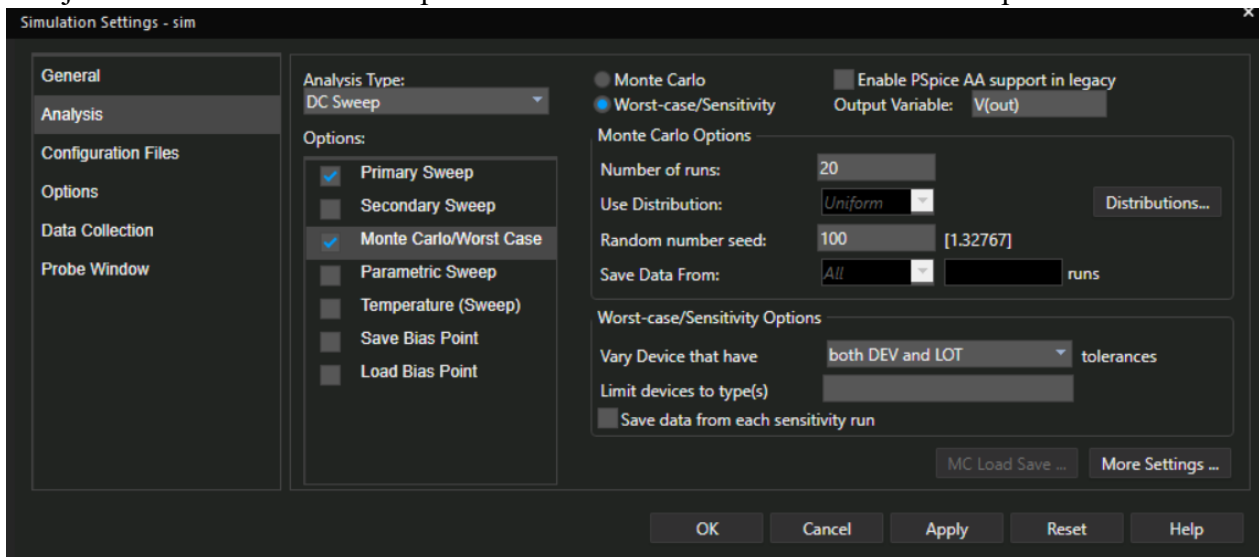


Figura 24.

Intrăm la view->Output file

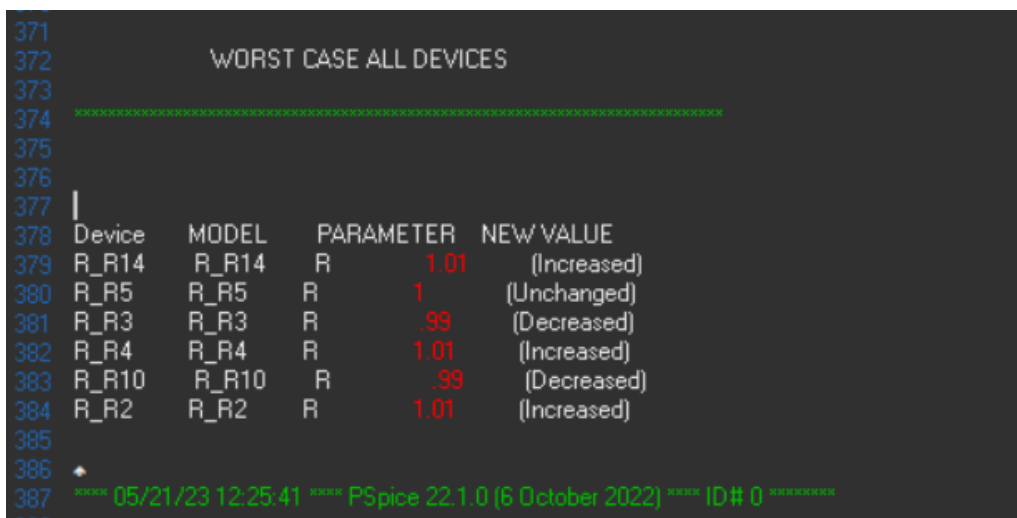


Figura 25.

```
94      'WORST CASE SUMMARY'
95      =====
96
97
98
99
100
101
102      Mean Deviation = 27.546
103      Sigma      = 0
104
105      RUN          MAX DEVIATION FROM NOMINAL
106
107      WORST CASE ALL DEVICES
108          27.546 higher at R = 22.4000E+03
109          (-99.656% of Nominal)
110
111
112
113      JOB CONCLUDED
114      *
```

Figura 26.

5. BIBLIOGRAFIE

1. [1671521\[1\].pdf](#) -> pentru datele despre ledul de culoare verde
2. [E192 Series of standard resistor values \(el-component.com\)](#) -> pentru resistance values of resistors
3. <http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/de/de.htm>