



TEHNICI CAD

Circuit pentru controlul presiunii într-o cameră hiperbară

Student: Beșa Vasile

Grupa: 2122

Anul II – Seria A

Coordonator: Prof. dr. ing. Ovidiu Pop



CUPRINS

1.Date de proiectare	3
2.Schemă bloc	4
3.Schemă electrică	5
4.Dimensionare componente	6
5.Analize de simulare	12
6.Referințe componente	16
7.Bibliografie	17



1.DATE DE PROIECTARE

Domeniul de presiune măsurabil [mBar] : 1030-1480

Presiunea în camera hiperbară [mBar] : 1080-1400

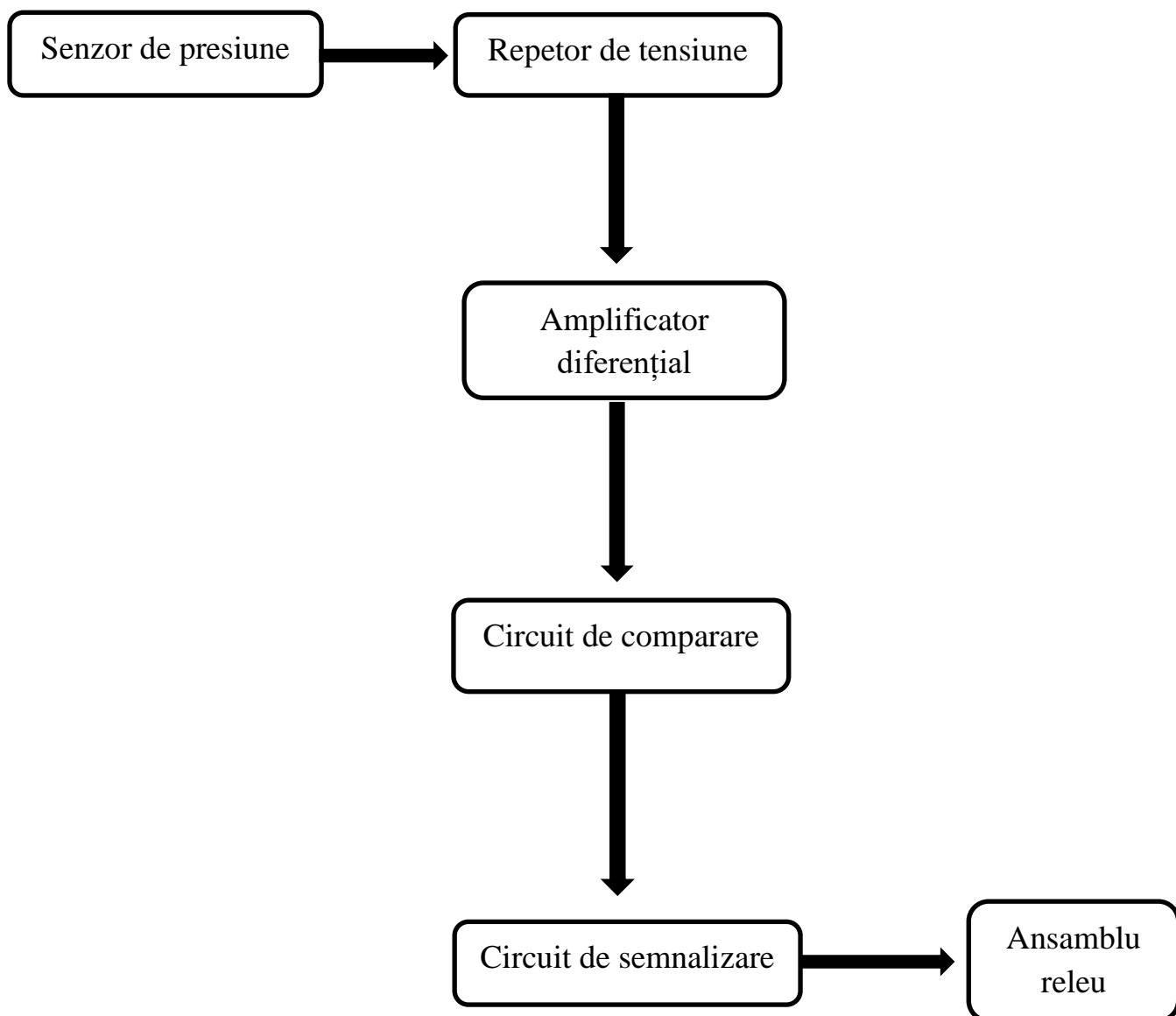
Rezistența senzorului [Ω] : 1k-11k

Vcc [V] : 12V

Culoare LED de semnalizare : albastru

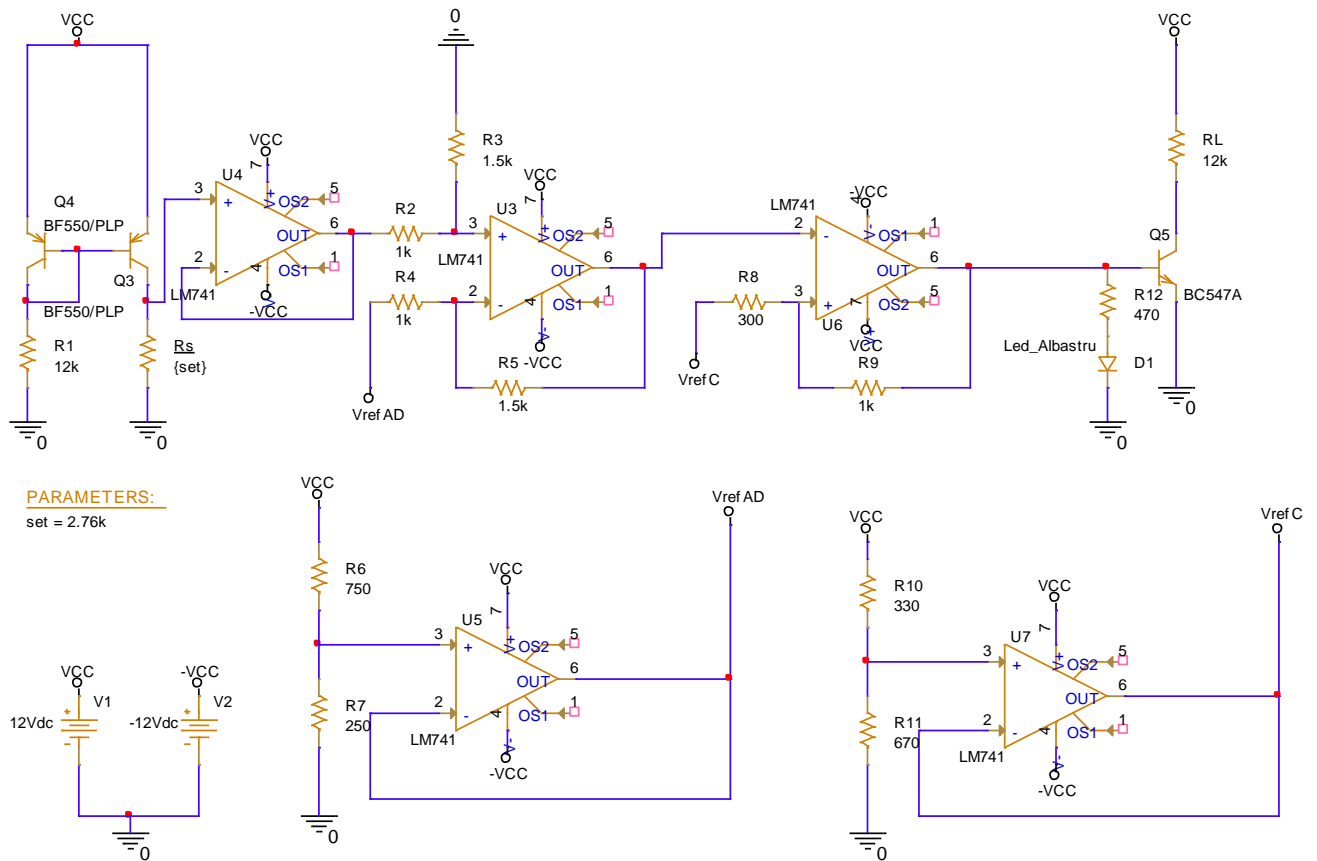


2.SCHEMĂ BLOC





3.SCHEMA ELECTRICĂ



4.DIMENSIONARE COMPONENTE

4.1 Sursă de curent (Oglinda de current)

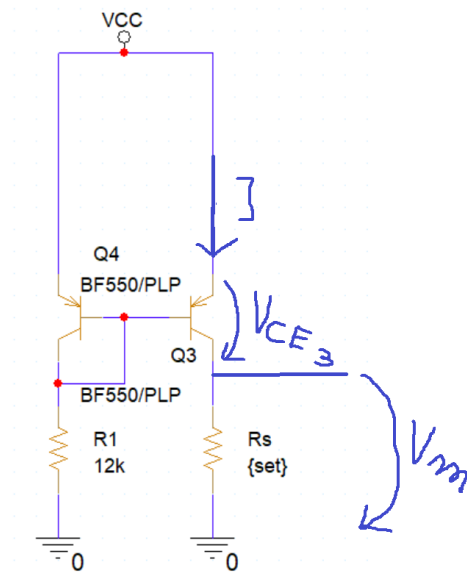


Figura 1.Oglinda de curent

$$I_{max} = \frac{V_{cc} - V_{ce3}}{R_{smax}} = \frac{12V - 2V}{11k\Omega} = 909\mu A = 0.909mA$$

$$V_m = R_s * I$$

$$V_{mmax} = R_{smin} * I = 1k\Omega * 909\mu A = 0.909V$$

$$V_{mmin} = 2V \Rightarrow V_{ce3min} > 2V$$

$$V_m \in [2V; 11,091V]$$

$$R1 = \frac{V_{cc} - V_{be4}}{I} = \frac{12V - 0.7V}{909\mu A} = 12,4k\Omega \cong 12k\Omega$$

$$R_{sBar} = \frac{11k\Omega - 1k\Omega}{1480 - 1030} = 22\Omega/Bar$$

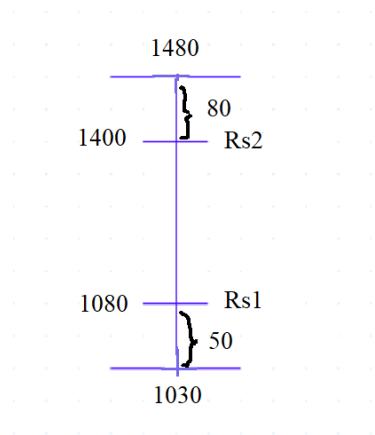


Figura1.1 Domeniul de variație a rezistenței senzor

$$Rs1 = R_{smax} - 50 * RsBar = 11k\Omega - 50 * 22 \Omega / Bar = 9.9k\Omega$$

$$Rs2 = R_{smin} + 80 * RsBar = 1k\Omega - 80 * 22 \Omega / Bar = 2.76k\Omega$$

$Rs \in [2.76k\Omega; 9.9k\Omega]$ (Variația sezorului la domeniul de presiune in camera hiperbară)

Acum puteam afla tensiunile de prag ale comparatorului :

$$V_{min} = V_{pj} = V_{cc} - R_{smax} * I = 12V - 9.9k\Omega * 909\mu A = 3.001V \cong 3V$$

$$V_{max} = V_{ps} = V_{cc} - R_{smin} * I = 12V - 2.76k\Omega * 909\mu A = 9.422V$$

4.2 Repetor de tensiune

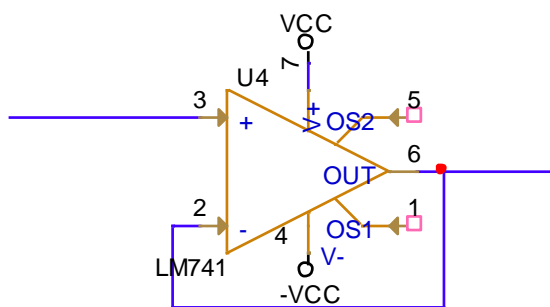


Figura 2.Repetor de tensiune

Repetorul de tensiune face adaptare de impedanță, adică semnalul de intrare este egal cu cel de ieșire. Are ca scop transmiterea semnalului, conservându-i valoarea, mai departe în circuitul întreg.

$$V_+ = V_- \Rightarrow V_m = V_{\text{repetor}}$$

$$V_{\text{repetor}} \in [3V, 9.42V]$$

4.3 Amplificator diferențial

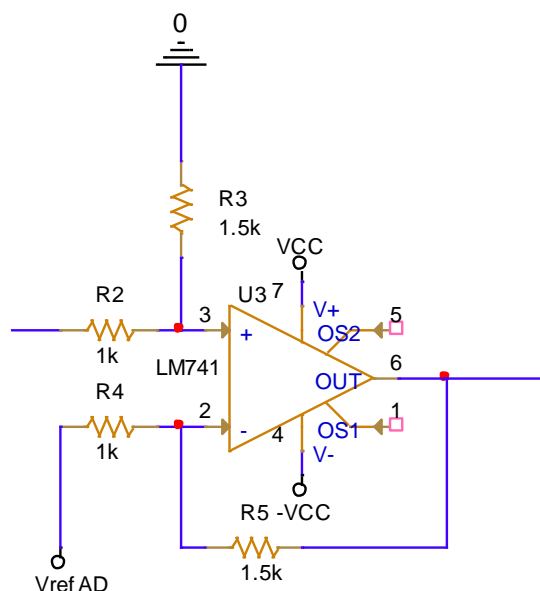


Figura 3. Circuit de amplificare diferențială

Tensiunea de ieșire a amplificatorului diferențial trebuie convertită într-o variație de tensiune în domeniul :

$$[0 - (V_{cc} - 2V)] \Rightarrow V_{out} \in [0; 10V]$$

$$V_{out} = \frac{R5}{R4} (V_{\text{repetor}} - V_{\text{refAD}})$$

Pentru $V_{out} = 0$:

$$0 = \frac{R5}{R4} (3V - V_{\text{refAD}}) \Rightarrow V_{\text{refAD}} = 3V$$

Pentru $V_{out} = 10$:

$$10 = \frac{R_5}{R_4} (9.42 - 3V) \Rightarrow \frac{R_5}{R_4} = \frac{10}{6.42} \Rightarrow \frac{R_5}{R_4} = 1.55k\Omega \Rightarrow R_4 = 1k\Omega \Rightarrow R_5 = 1.5k\Omega$$

$$R_2 = R_4 = 1k\Omega$$

$$R_3 = R_5 = 1.5k\Omega$$

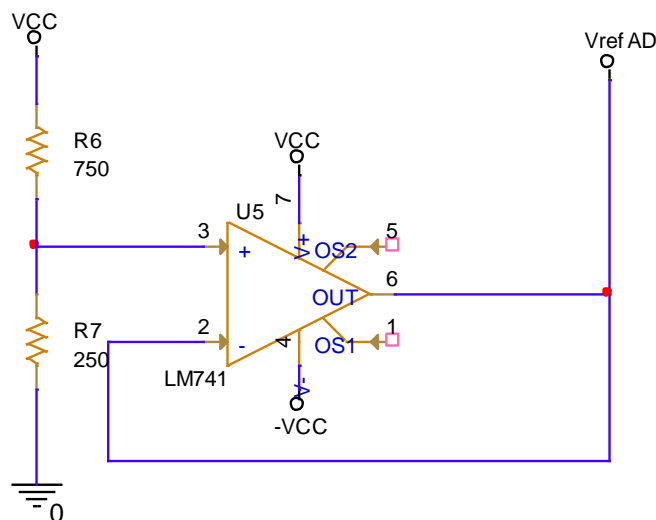


Figura3.1 Circuit pentru tensiunea de referință a amplificatorului diferențial

$$V_{refAD} = \frac{R_7}{R_7 + R_6} * V_{cc} \Leftrightarrow \frac{R_7}{R_7 + R_6} * 12V = 3V \Leftrightarrow \frac{R_7}{R_7 + R_6} = 0.25$$

$$R_7 + R_6 = 1K\Omega$$

$$R_7 = 250\Omega \Rightarrow R_6 = 1K\Omega - 250\Omega \Rightarrow R_6 = 750\Omega$$

4.4 Circuit de comparare

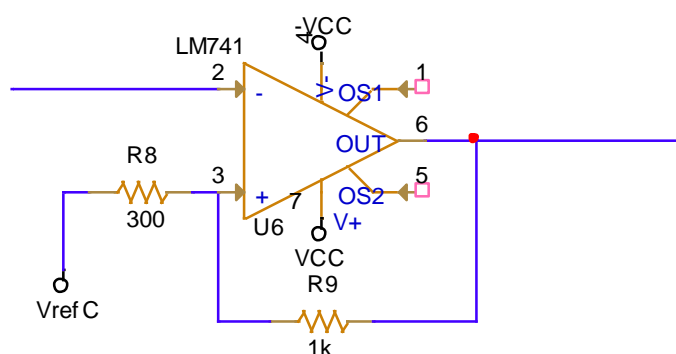


Figura 4.Comparator inversor



$$V_{pj} = \frac{R8}{R8 + R9} * (-V_{cc}) + \frac{R9}{R8 + R9} * V_{refC} \Rightarrow \text{not (1)}$$

$$V_{ps} = \frac{R8}{R8 + R9} * (+V_{cc}) + \frac{R9}{R8 + R9} * V_{refC} \Rightarrow \text{not(2)}$$

$$V_{pj} = 3V ; V_{ps} = 9.42V$$

$$(1) - (2) \Rightarrow \frac{R8}{R8 + R9} * V_{cc} - (-V_{cc}) * \frac{R8}{R8 + R9} \Leftrightarrow 6.42 = \frac{2R8}{R8 + R9} * V_{cc} \Leftrightarrow$$

$$\frac{R8}{R8 + R9} = \frac{6.42}{24} \Leftrightarrow \frac{R8}{R8 + R9} = 0.267$$

$$R8 = 0.267(R8 + R9) \Leftrightarrow 1 * R8 - 0.267 * R8 = 0.267 * R9 \Leftrightarrow$$

$$0.733 * R8 = 0.267 * R9 \Leftrightarrow R8 = \frac{0.267 * R9}{0.733} \Rightarrow R8 = 0.3R9$$

$$\text{Dacă } R9 = 1k \Rightarrow R8 = 0.3 * 1k\Omega = 300\Omega$$

$$(2) + (1) \Rightarrow 12.42 = \frac{2 * R9}{R8 + R9} * V_{refC} \Leftrightarrow \frac{2k\Omega}{1.3k\Omega} * V_{refC} = 12.42 \Leftrightarrow$$

$$1.53V_{refC} = 12.42 \Rightarrow V_{refC} = \frac{12.42}{1.53} = 8.11V$$

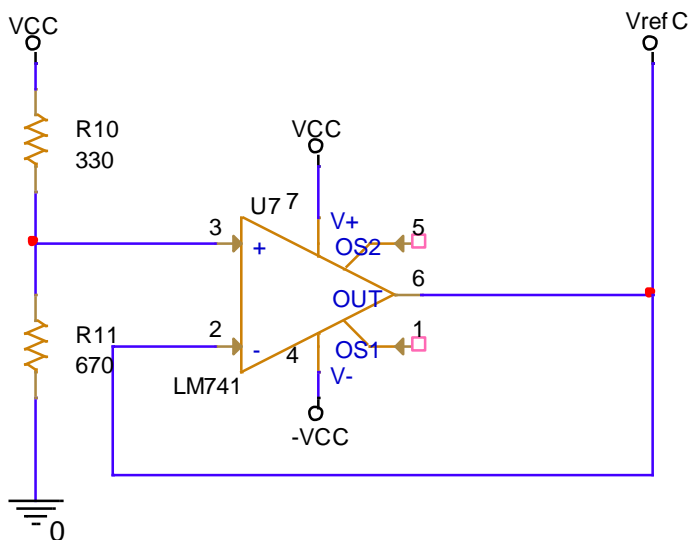


Figura4.1 Circuit pentru tensiunea de referință a comparatorului



$$V_{refC} = \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{10}} * V_{cc} \Leftrightarrow 8.11V = \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{10}} * 12V \Leftrightarrow$$

$$\frac{R_{11}}{R_{11} + R_{10}} = \frac{8.11V}{12V} \Leftrightarrow \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{10}} = 0.67$$

$$R_{11} + R_{10} = 1k\Omega \Rightarrow R_{11} = 0.67 * 1k\Omega \Rightarrow R_{11} = 670\Omega$$

$$R_{10} = 1000\Omega - 670\Omega = 330\Omega$$

4.5 Circuit de semnalizare LED și ansamblu releu

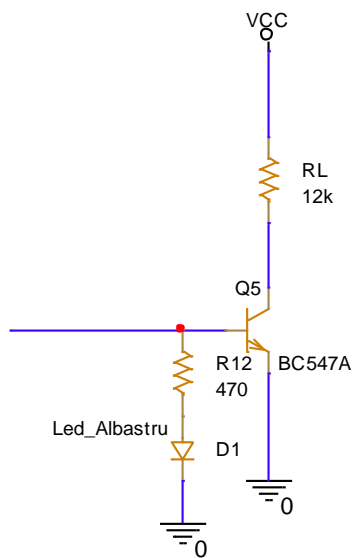


Figura 5. Circuit de semnalizare LED și ansamblu releu

$$V_{led} = 2.6V \quad I_{led} = 20mA$$

$$R_{12} = \frac{V_{cc} - V_{led}}{I_{led}} = \frac{12V - 2.6V}{20 * 10^{-3}} = 470\Omega$$

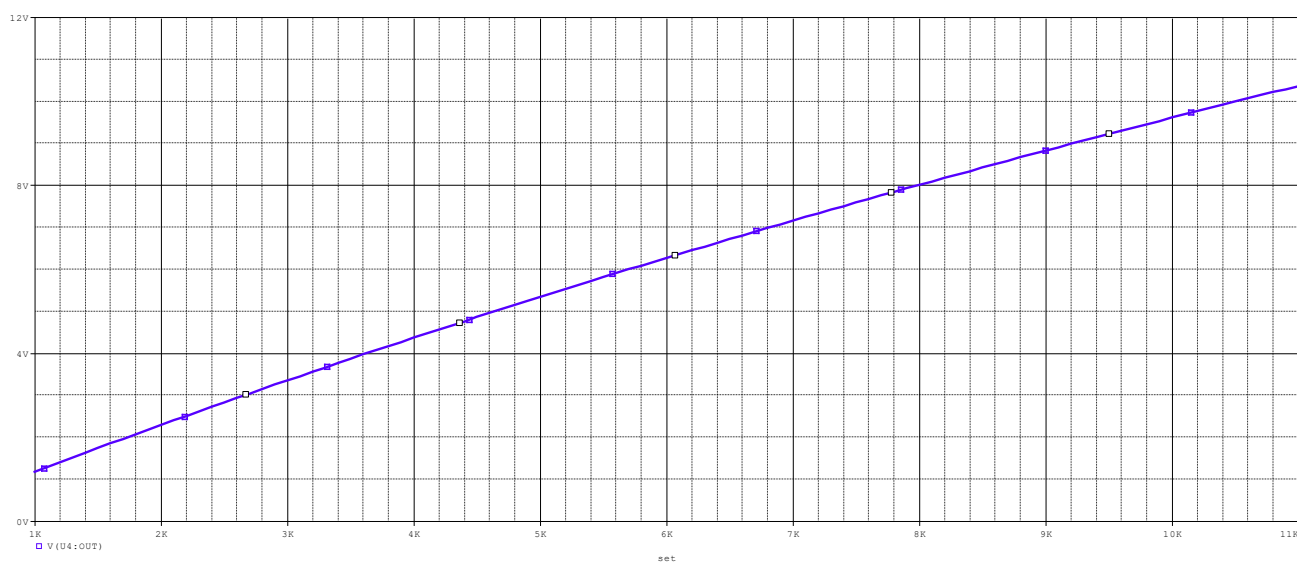
$$\text{Pentru BC547A} \Rightarrow V_{ce_{sat}} = 0.2V \Rightarrow R_L = \frac{V_{cc} - V_{ce_{sat}}}{I} = \frac{12V - 0.2V}{909\mu A} = 12.96k\Omega$$

$$12.96k\Omega \cong 12k\Omega \Rightarrow R_L = 12k\Omega$$

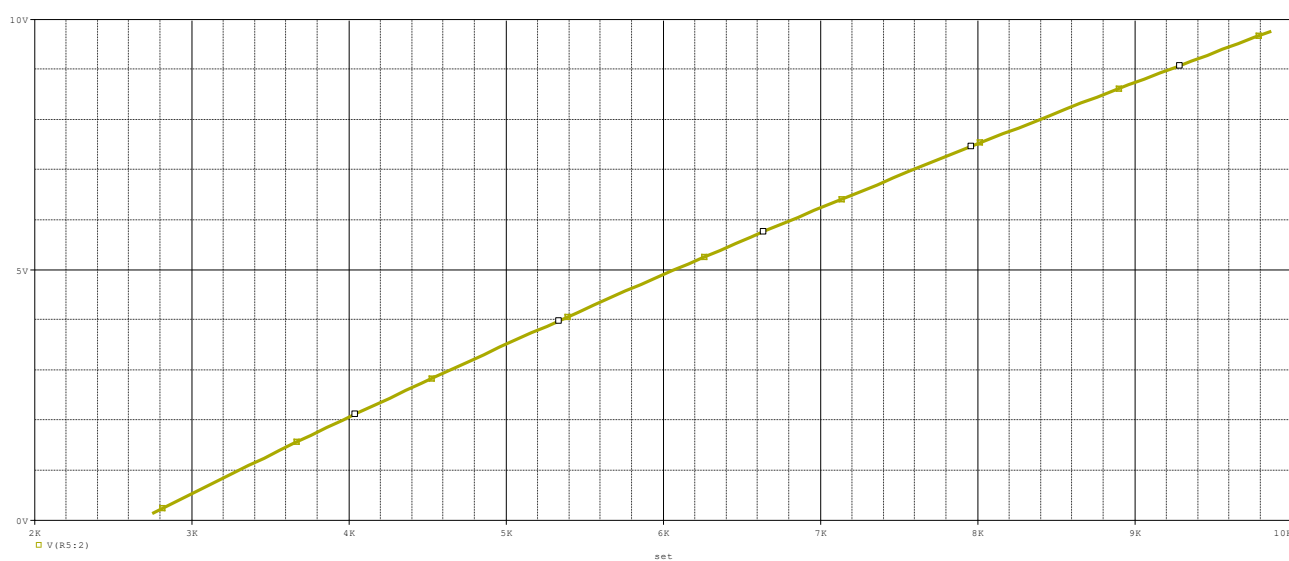
5.ANALIZE DE SIMULARE

5.1 Analiza DC Sweep

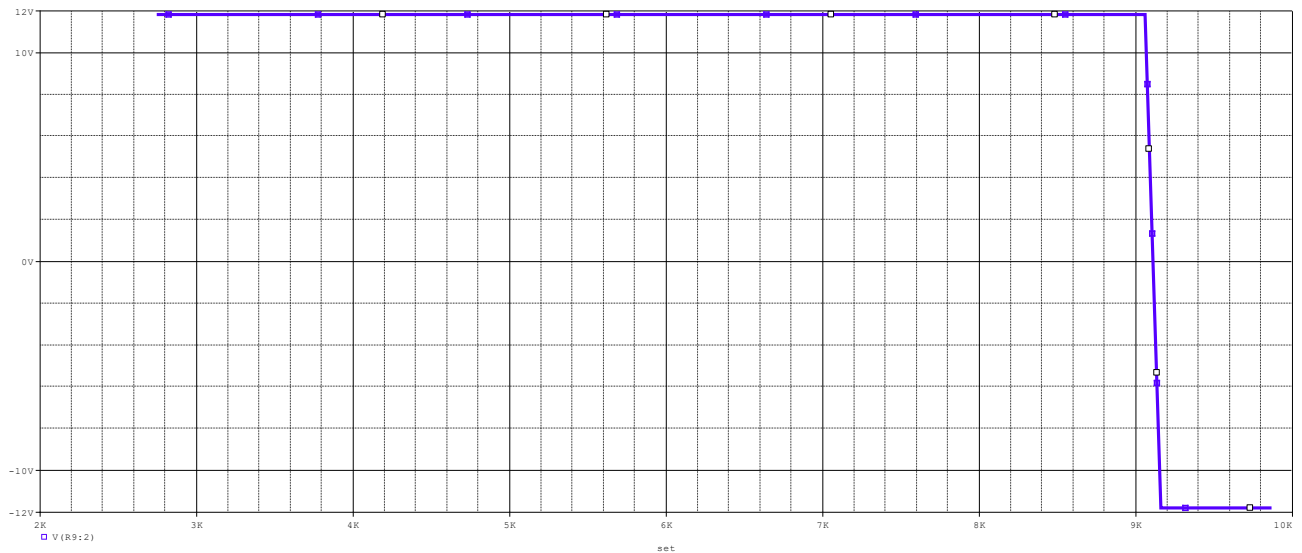
Variația rezistenței senzorului [1k Ω -11k Ω]:



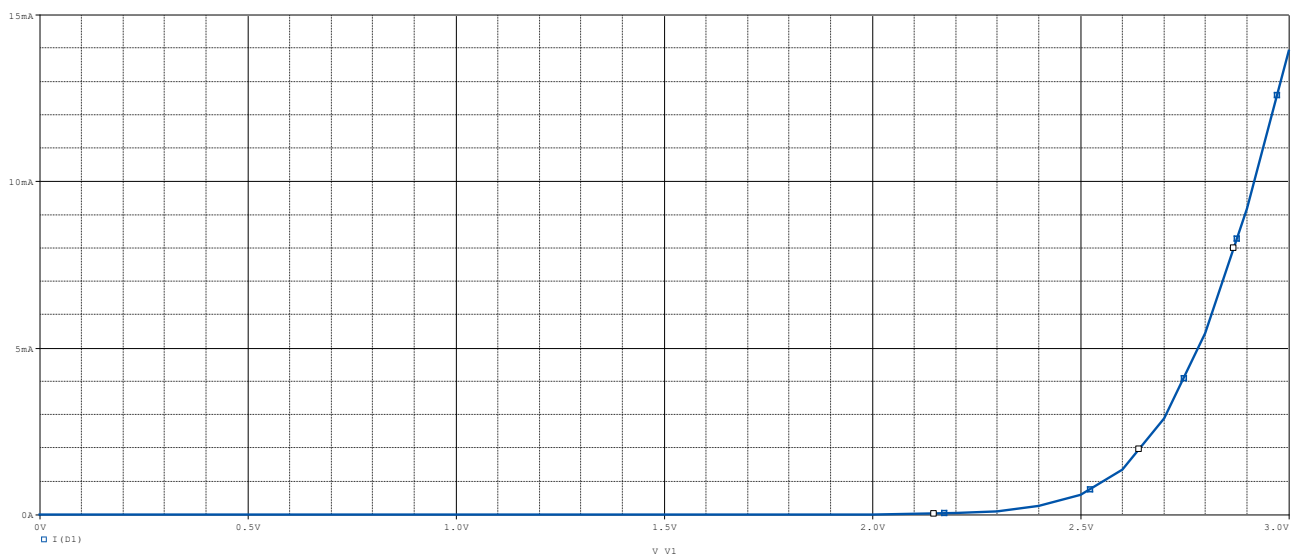
Variația rezistenței senzorului [2.76k Ω ; 9.9k Ω] convertită pentru domeniul de presiune măsurabil în camera hiberbară :



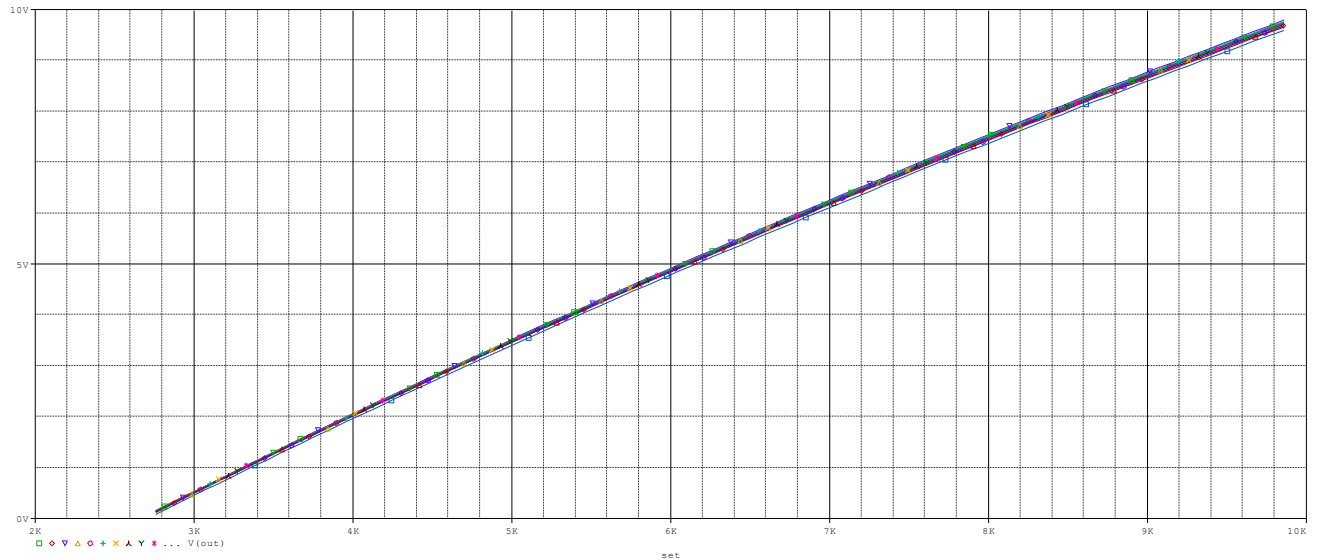
Variația tensiunii de ieșire a circuitului de comparare ce compară tensiunea de ieșire a circuitului de conversie cu o valoare de referință :



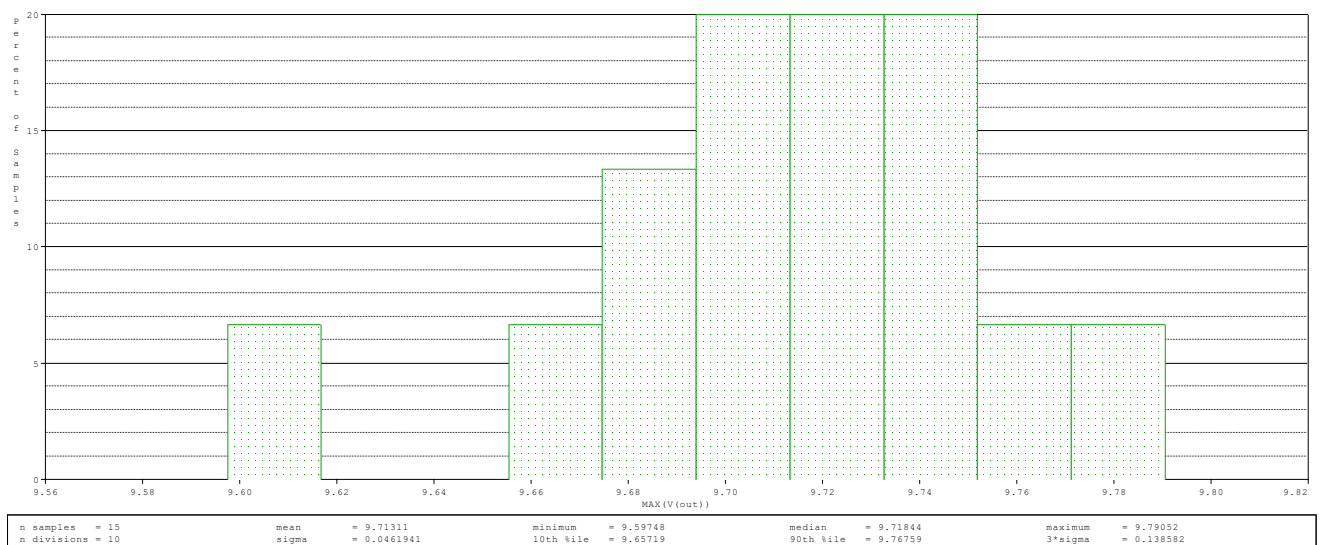
Caracteristica curent tensiune (Modelarea Led-ului albastru):



5.2 Analiza MonteCarlo

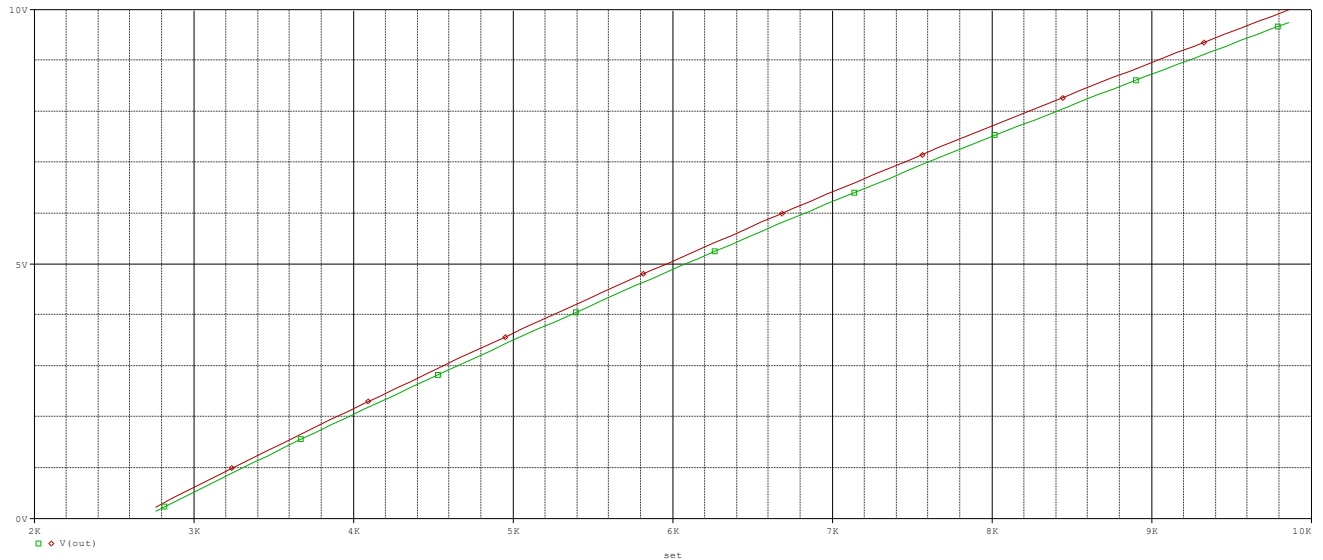


Se poate observa că comportarea circuitului când valorile componentelor (rezistențelor sunt modificate în domeniul lor de toleranțe) se menține în domeniul valorilor senzorului de presiune, ceea ce aici rezultă în faptul că semnalul de intrare al comparatorului se menține în domeniul de variație convertit, releul electromagnetic comandă pornirea și oprirea pompei..





5.2 Analiza Worst-case/Senzitivity



Se poate observa că această analiză care evaluează sensibilitatea circuitului la variațiile parametrilor componentelor în condiții extreme (worst case) se afla aproape de parametrii domeniului de presiune măsurabil cu o mica neidealitate, scopul acestei analize este de a determina cum variațiile extreme ale valorilor componentelor pot afecta performanța circuitului.



6.REFEINȚE COMPONENTE

6.1 Tranzistorii

- Sursa de curent (oglinda de curent) este formată din doi tranzistori BF550 PNP .Tranzistorul BF550 are curentul de colector max de 25mA , V_{ce_sat} între 0.2-0.4V și tensiunea maxima de 40V , pentru curentul meu de 909 μ A tranzistorul functionează în condiții normale și la curenți mici.
- Tranzistoarele PNP au avantajul unei tensiuni de pornire mai mici, ceea ce le face ideale pentru utilizarea în aplicații de mare viteză. Rezistența rezorului de presiune este crescătoare si pentru o sursă de curent ideală, adică pentru a furniza același curent continuu prin nod de ieșire indiferent de tensiunea aplicată.
- La ansamblul pompă-releu am ales un transistor NPN BC547A ce are un current maxim de 100mA și un releu electromagnetic G5LE-1A ce la 12V suporta un current de 33.3mA . Releul electromagnetic controlează de semnalul de ieșire al comparatorului, releul electromagnetic comandă pornirea și oprirea pompei. Când este activat, permite alimentarea pompei, iar când este dezactivat, întrerupe alimentarea.
- Pompa este responsabilă de menținerea presiunii în intervalul specificat în camera hiperbară. Este alimentată sau întreruptă de către releul electromagnetic în funcție de semnalele de control.

6.2 Amplificatoarele operaționale

- Am folosit in amplificatory LM741A , ce are tensiunea de alimentare la $\pm 22V$ si functionează în parametrii normali până la temperatura de 150 °C.
- LM741A are o impedanță de intrare ridicată, ceea ce înseamnă că poate accepta semnale cu o impedanță relativ mare de la sursele de intrare.
- LM741A poate amplifica semnalele de la intrare la ieșire într-un mod controlat și precis, oferind o amplificare mare (de obicei, de ordinul zecilor de mii sau mai mult).



7.BIBLIOGRAFIE

- Led albastru : <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/LEDRGB-L-154A4SURK.pdf>
- Tranzistor BF550: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/44489/SIEMENS/BF550.html>
- Tranzistor BC547A: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1439707/ONSEMI/BC547A.html>
- Releu <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/87998/OMRON/G5LE-1A.html>
- AO LM741A : <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/784646/TI1/LM741.html>
- http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/de/DE_Curs6.pdf