

Tehnici CAD

Proiect

Sistem de alarmă împotriva incendiilor

Student: Ghiban Ionuț

An: II Grupa: 2127 Seria: B

Prof. coordonator: Dr. Ing. Ovidiu Pop, Alexandra Fodor

Cuprins

1.Specificații proiectare.....	3
2.Schema Bloc.....	4
3.Schema electrică a circuitului.....	5
3.1. Circuitul de citire sensor.....	6
3.2. Repetor de tensiune.....	7
3.3. Amplificator diferențial.....	8
3.4. Comparator neinversor.....	11
3.5. Releu.....	14
3.6. Led.....	15
4. Simularea Circuitului.....	17
4.1. Simularea oglinzii de curent.....	17
4.2. Simularea convertorului de domeniu.....	18
4.3. Simularea comparatorului neinversor.....	18
4.4. Simularea ledului.....	19
5. Bibliografie.....	21

1. Specificații de proiectare

Să se proiecteze un sistem de alarmă împotriva incendiilor. Știind că senzorul de fum folosit poate să măsoare concentrația de fum liniar în domeniul 1090ppm – 1540 ppm, sistemul se va proiecta astfel încât alarma să se declanșeze la nivelul de fum 1450 ppm. Alarma se va opri după ce nivelul de fum scade până la valoarea 1150ppm. Senzorul de fum se va modela cu ajutorul unui rezistor. Variația liniară a rezistenței electrice a senzorului cu concentrația de fum 15k-5k și trebuie convertită într-o variație de tensiune în domeniul $[0 - (VCC-2V)]$, VCC fiind precizat 20V. Alarma este comandată de un comparator cu histereză prin intermediul unui releu care este modelat cu un rezistor. Starea alarmei (pornit/oprit) este semnalizată de un LED având culoarea galben.

Domeniul măsurabil al concentrației de fum (1090ppm – 1540ppm).

Nivelul concentrației de fum pentru pornirea alarmei 1450ppm.

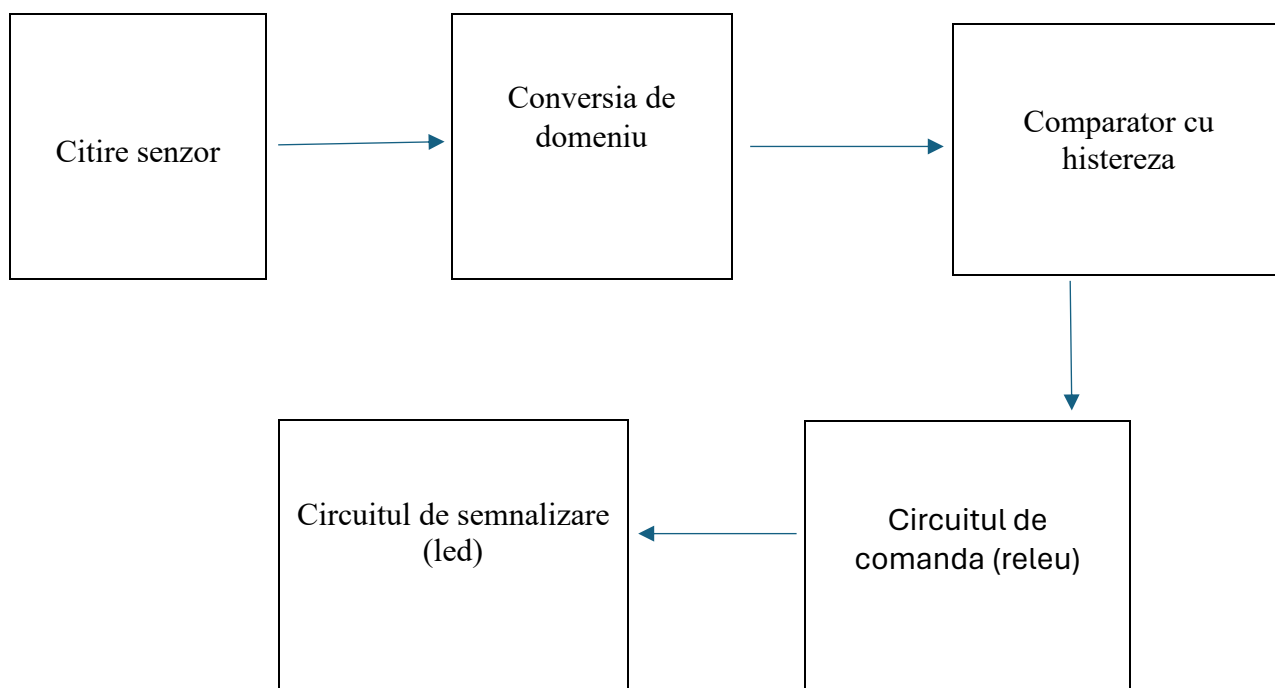
Nivelul concentrației de fum pentru oprirea alarmei 1150ppm.

Rezistența senzorului 15k-5k.

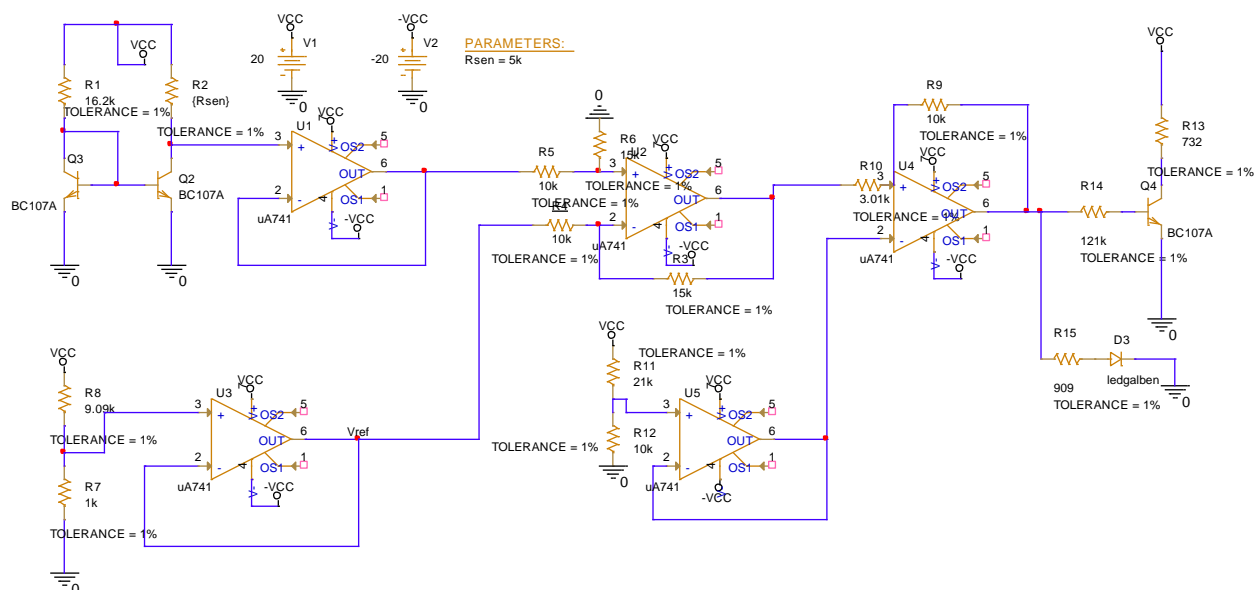
VCC 20V.

Culoare Led Galben.

2. Schema bloc a circuitului



3 . Schema electrică a circuitului



Title		
<Title>		
Size	Document Number	Rev
A	<Doc>	<Rev Code>
Date:	Friday, May 31, 2024	Sheet 1 of 1

Figura1. Schema electrică a circuitului

3.1 Circuitul de citire senzor

Am ales oglinda de curent pentru polarizarea senzorului. Pentru realizarea oglinzii de curent am folosit două tranzistoare BC107A de tip npn, care are un curent colector maxim 100mA. Rezistența R2 este senzorul de fum.

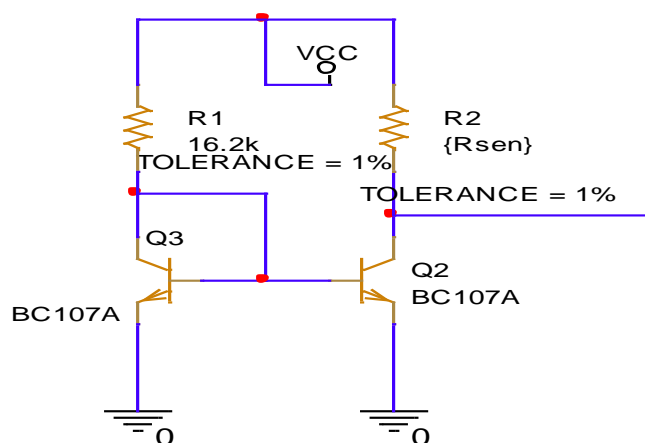


Figura2. Oglinda de curent

$$I_c = \frac{V_{cc} - V_p}{R_{max}}$$

(1)

$$I_c = \frac{18V}{15k} = 1.2mA$$

După ce am aflat curentul calculăm tensiunea pe rezistența senzorului.

$$V_{rsensor} = 5k * 1.2mA = 6V$$

$$V = V_{cc} - V_{rsensor} = 20V - 6V = 14V$$

La ieșire din sursa de oglindă variația senzorului este $V_{sen} \in [2; 14][V]$

Calculăm rezistența R1, cunoaștem curentul și tensiunea Vbe.

$$(2) \quad R1 = \frac{V_{cc} - V_{be}}{I_c}$$

$$R1 = \frac{20V - 0.6V}{1.2mA} = 16.2k$$

Rezistența R1 are o valoare standard din E96.

3.2 Repetor de tensiune

Pentru a realiza adaptarea de impedanță am folosit un repetor de tensiune.

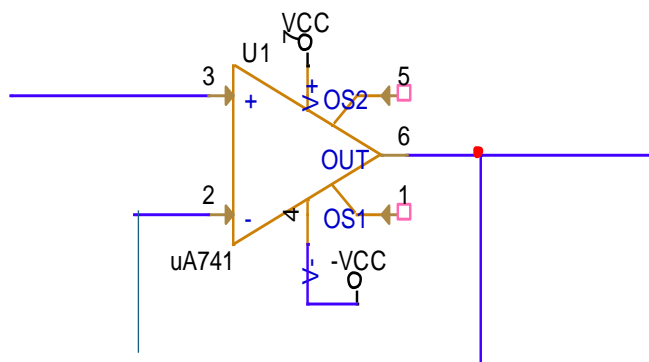


Figura3. Repetor de tensiune

3.3 Amplificator diferențial

Am folosit un amplificator diferențial pentru extinderea domeniului de la $(0 - (V_{cc}-2))$. Am realizat dimensionarea circuitului pentru aflarea rezistențelor.

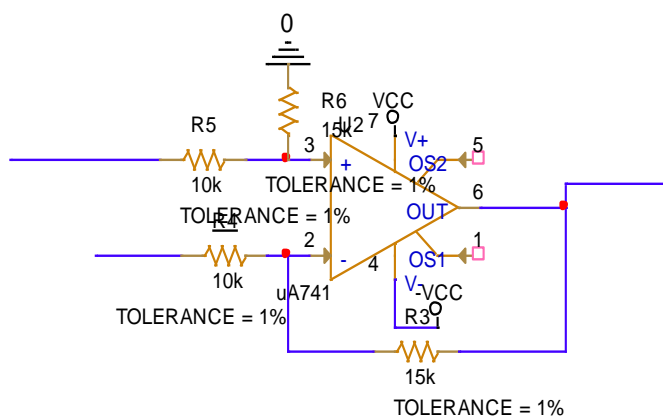


Figura4. Amplificator diferențial

Am folosit un Ao uA741 deoarece are un câștig de tensiune mare, ceea ce îl face ideal pentru amplificarea semnalelor mici și are o impedanță mare, ceea ce minimizează curentul de intrare și reduce efectele asupra sursei de semnal.

$$[0 - (V_{cc}-2)][V]$$

$$V_{out} \in [0; 18][V]$$

$$V_{sen} \in [2; 14][V]$$

$$\text{La AO dif. } V_+ = V_-$$

$$(3) \quad V_+ = \frac{R_6}{R_6 + R_5} * V_{sen}$$

Cu T. Millman

$$(4) \quad V_- = \frac{\frac{V_{ref}}{R_4} + \frac{V_{out}}{R_3}}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3}}$$

$$V_+ = V_- \Rightarrow V_+ = \frac{R_6}{R_6 + R_5} * V_{sen} = \frac{\frac{V_{ref}}{R_4} + \frac{V_{out}}{R_3}}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3}}$$

$$\frac{R_4 + R_3}{R_4 * R_3} * \frac{R_6}{R_6 + R_5} * V_{sen} = \frac{V_{ref}}{R_4} + \frac{V_{out}}{R_3}$$

Pentru calcule alegem $R_6 = R_3$ și $R_5 = R_4$

$$V_{out} = \frac{R_6}{R_4} * V_{sen} - V_{ref}$$

$$18 = \frac{R_6}{R_4} * 14V - V_{ref}$$

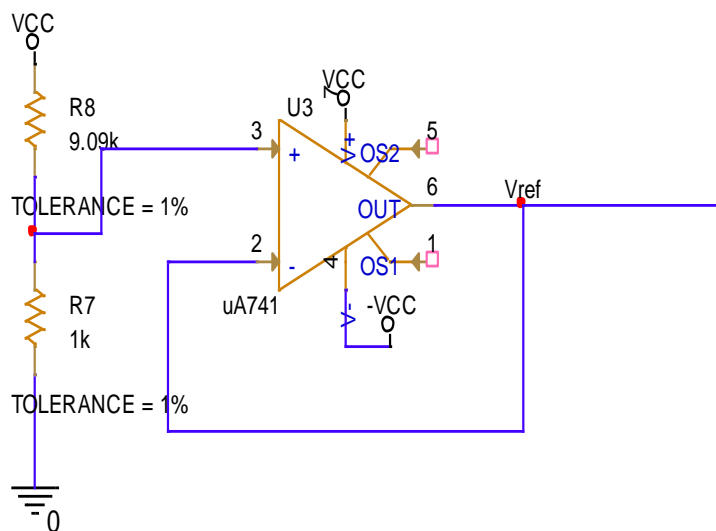
$$0 = \frac{R_6}{R_4} * 2V - V_{ref} \Rightarrow V_{ref} = 2V$$

$$\frac{R_6}{R_4} * 14V - 2V = 18V$$

$$\Rightarrow R_6 = 1.5 * R_4$$

Alegem $R_4 = 10k$ și $R_6 = 15k$, ambele valori ale rezistentelor sunt standartizate și fac parte din E96.

Pentru V_{ref} am făcut un divizor de tensiune pentru a afla valorile celor două rezistențe.



$$V_- = V_{\text{ref}}$$

$$V_{+} = \frac{R7}{R7+R8} * V_{CC}$$

$$\frac{R7}{R7 + R8} * V_{cc} = V_{ref}$$

$$\frac{R7}{R7 + R8} = 0.1$$

$$\Rightarrow R8 = 9 * R7$$

Alegem $R_7=1k$, $R_8=9.09k$, ambele valori ale rezistentelor sunt standartizate și fac parte din E96.

3.4 Comparatorul neinversor

Cu ajutorul comparatorului neinversor vom declanșa alarma prin cele două praguri ale comparatorului, pornire respectiv oprire alarmei.

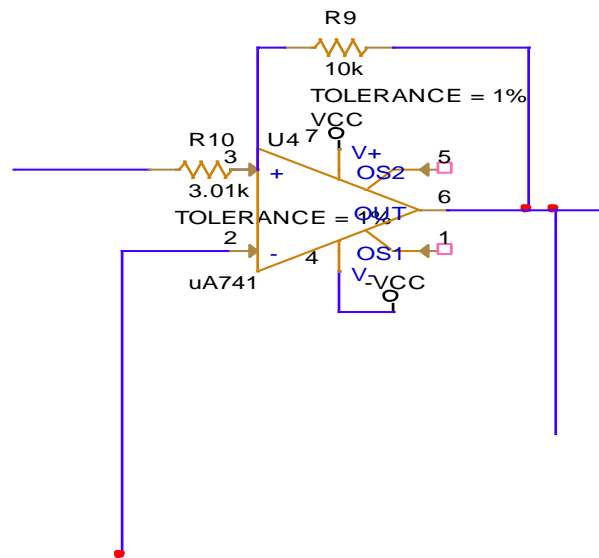


Figura5. Comparatorul neinversor

Pentru a afla tensiunile de prag ale comparatorului vom calcula variația fumului la pornirea și oprirea alarmei.

$$(5) \quad Vf_{um} = V_{min} + \frac{V_{max} - V_{min}}{C_{max} - C_{min}} * C_{fum} - C_{min}$$

$$Vf_{umpor} = V_{min} + \frac{V_{max} - V_{min}}{C_{max} - C_{min}} * C_{fumpor} - C_{min}$$

$$Vf_{umopr} = V_{min} + \frac{V_{max} - V_{min}}{C_{max} - C_{min}} * C_{fumopr} - C_{min}$$

$$\Rightarrow V_{fumpor} = 14.4V$$

$$\Rightarrow V_{fumopr} = 2.4V$$

După ce am aflat tensiunile de prag vom dimensiona circuitul și vom afla valorile rezistențelor.

$$(6) \quad V_p = -\frac{R_{10}}{R_9} * V_o + \left(1 + \frac{R_{10}}{R_9}\right) * V_{ref}$$

$$14.4V = \frac{R_{10}}{R_9} * 20 + \left(1 + \frac{R_{10}}{R_9}\right) * V_{ref}$$

$$2.4V = -\frac{R_{10}}{R_9} * 20 + \left(1 + \frac{R_{10}}{R_9}\right) * V_{ref}$$

(-)

$$12 = \frac{R_{10}}{R_9} * 40$$

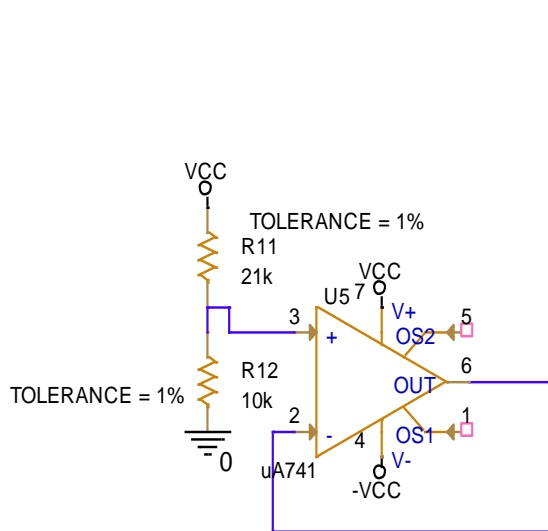
$$\Rightarrow R_{10} = R_9 * 0.3$$

Alegem $R_9=10k$, $R_{10}=3.01k$ ambele valori ale rezistentelor sunt standardizate si faca parte din E96.

$$2.4V = -\frac{3.01k}{10k} * 20 + \left(1 + \frac{3.01k}{10k}\right) * V_{ref}$$

$$\Rightarrow V_{ref} = 6.46V$$

Pentru V_{ref} am făcut un divizor de tensiune pentru a afla valorile rezistențelor, pentru intrarea inversoare a comparatorului.



$$V- = V_{ref}$$

$$V+ = \frac{R12}{R12 + R11} * V_{cc}$$

$$\frac{R12}{R12 + R11} * V_{cc} = V_{ref}$$

$$\frac{R12}{R12 + R11} * 20V = 6.46V$$

$$\Rightarrow R11 = 2.12 * R12$$

Alegem $R12=10k$, $R11=21k$ ambele valori ale rezistențelor sunt standartizate și fac parte din E96.

3.5 Releu

Tensiunile de prag ale comparatorului vor comanda alarma prin releu.

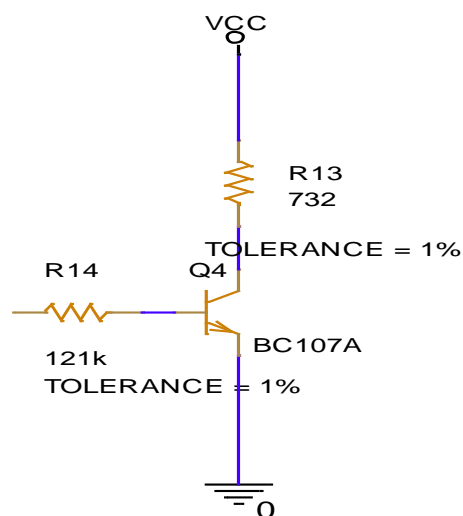


Figura6. Releu

Pentru calcule am luat din foaia de catalog $R13=732\Omega$, un curent $I = 16\text{mA}$.

$$V_{cc} = R13 * I_{releu} + V_{ce}$$

$$V_{in} = I_{baza} * R14 + V_{be}$$

$$I_{releu} = \beta * I_{baza}$$

$$\Rightarrow I_{baza} = 0.16\text{mA}$$

$$V_{ce} = V_{cc} - I_{releu} * R_{13}$$

$$\Rightarrow V_{ce} = 8,48V$$

$$V_{in} = I_{baza} * R_{14} + V_{be}$$

$$I_{baza} = \frac{V_{in} - V_{be}}{R_{14}}$$

$$\Rightarrow R_{14} = 121K \text{ face parte din E96}$$

3.6 Led

Ledul semnalizeaza starea alarmei (pornire sau oprire).

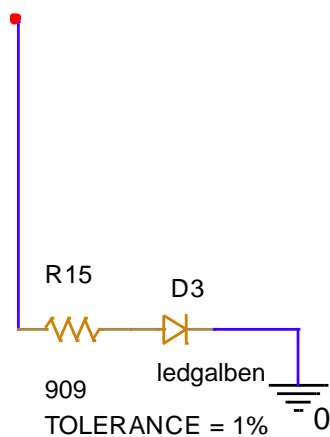


Figura7. Led

Pentru a afla rezistența știm din foia de catalog tensiunea pe led 1.8V si curentul 20mA.

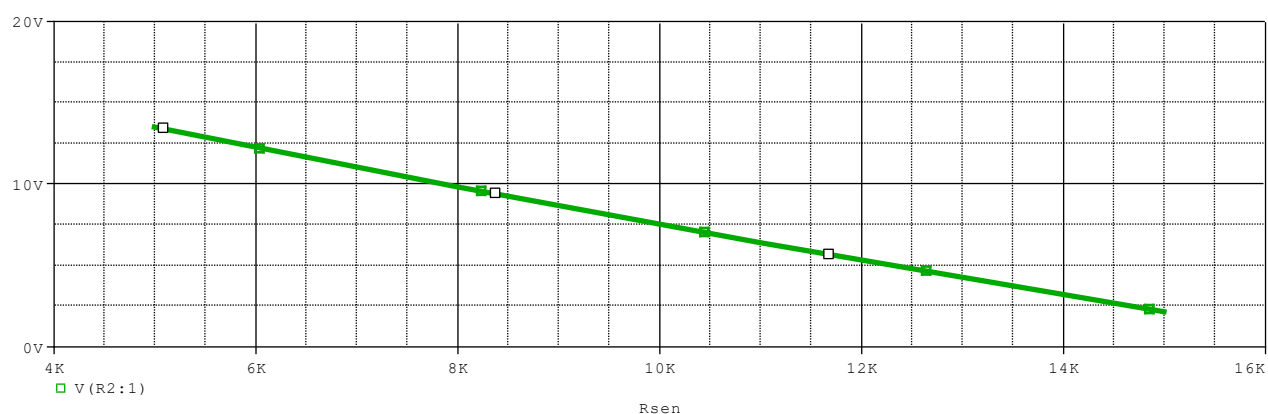
$$R_{15} = \frac{V_{out} - V_{led}}{I_{led}} = \frac{20V - 1.8V}{20mA} = 909\Omega$$

R15 are o valoare standardizată și face parte din E96.

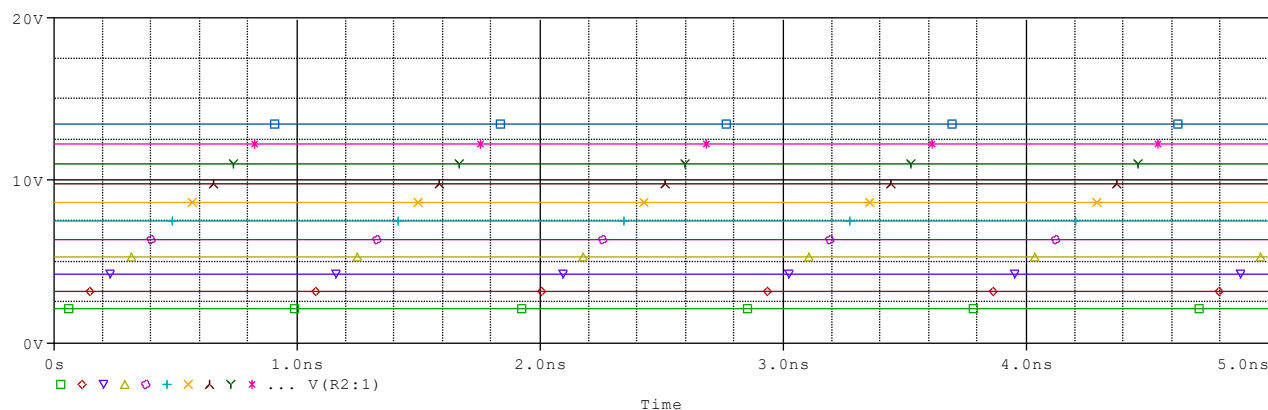
4. Simularea Circuitului

4.1 Simularea Oglinzii de curent

Variația tensiunii la bornele senzorului de fum.



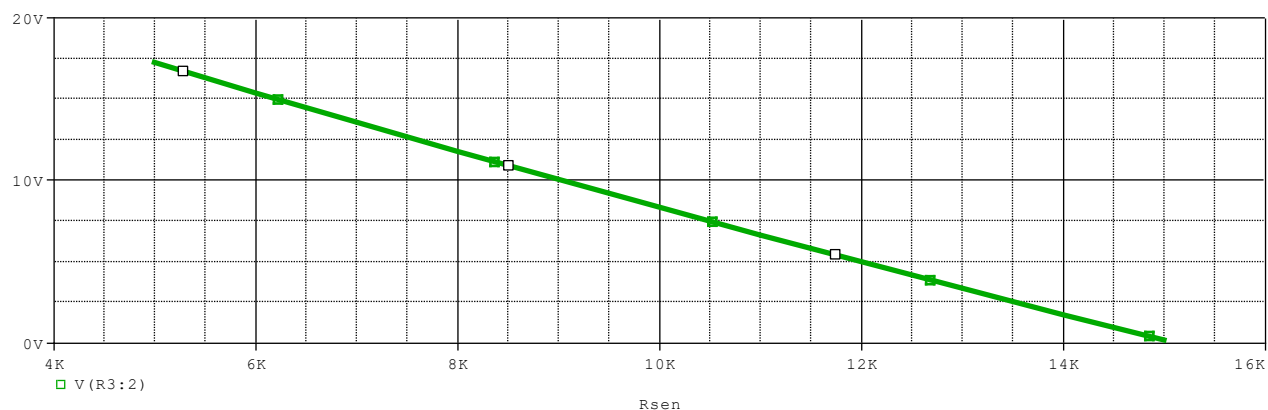
În imagine vedem cum rezistența senzorului variaza liniar în domeniul 15k- 5K. Am făcut o analiză DC Sweep cu parametru global de la o valoare de start de 15k până la 5k cu un pas de 1k.



Analiza în timp în care putem vedea valoarea, tensiunea senzorului între 2V și 14V cum am obținut și în calcule.

4.2 Simularea convertorului de domeniu

Variația tensiunii după amplificator.

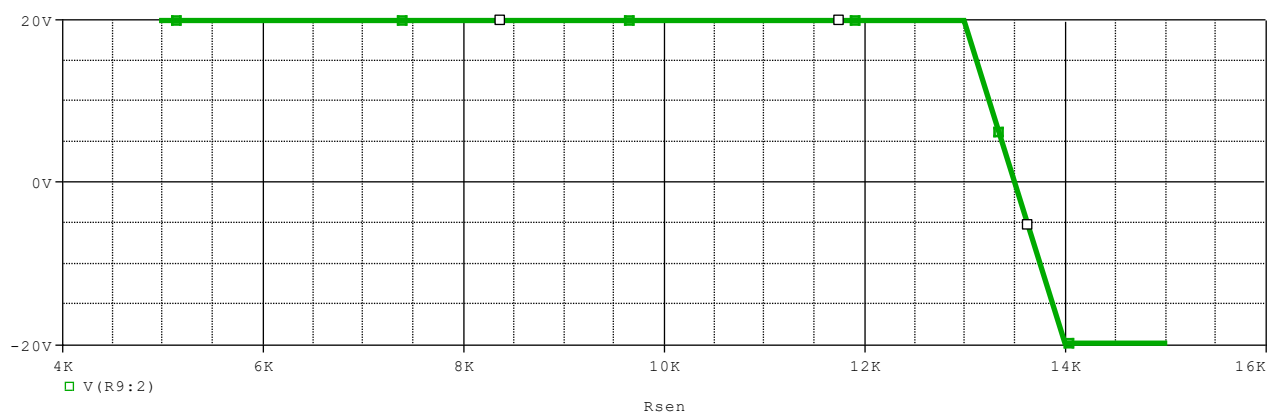
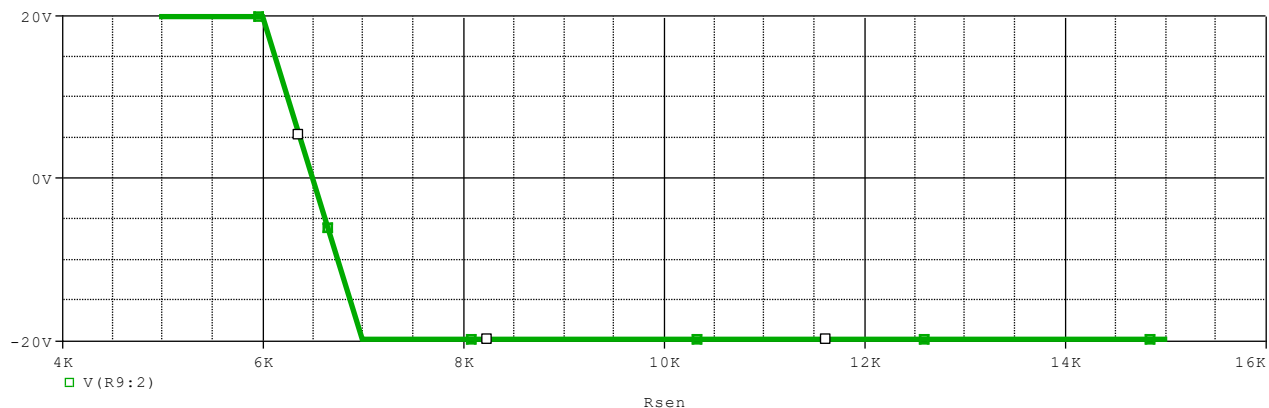


Putem vedea în imagine cum sa modificat domeniul, de la 0v la 18V. Facem o analiză DC Sweep în funcție de parametrul Rsen unde vom baleea valoarea rezistenței senzorului de la 15k la 5k cu pas de 1k.

4.3 Simularea comparatorului neinversor

Variația tensiunii după comparatorul neinversor.

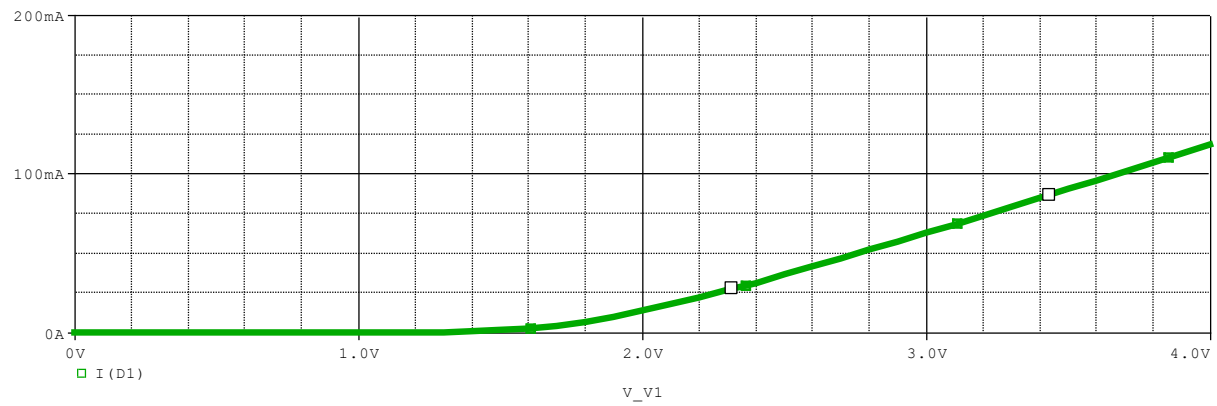
Facem o analiză DC Sweep în funcție de parametrul Rsen unde vom baleea valoarea rezistenței senzorului de la 15k la 5k cu pas de 1k.



Putem vedea cele două tensiunii de prag ale comparatorului care trimit un semnal de oprire respectiv pornirea alarmei.

4.4 Simularea Ledului

La tensiunea de 1.8V ledul de culoare galben intră în conducție.



5. Bibliografie

[5] www.electronicsplanet.ch/en/resistor/e96-series.php

[5] www.sparkfun.com/datasheets/Components/LED/COM-09594-YSL-R531Y3D-D2.pdf

Cursuri: Dispozitive Electronice, Amplificatoare Operaționale.

Circuite Electronice Fundamentale de Ovidiu Pop