

# SENZOR DE TEMPERATURĂ

Proiect realizat la disciplina Tehnici CAD

DOCUMENTAȚIE PROIECT

Autor: Zabunov Daniil

## Cuprins:

Date de proiectare: .....	2
Despre circuit:.....	2
Fig. 1 – Circuitul Capturat.....	2
Fig. 2 – Blocuri De Proiectare Circuit .....	3
Sursa de Curent .....	3
Fig. 3 – Oglinda de curent .....	3
Senzor de temperatura.....	4
Fig. 4 – Tensiunea la iesirea senzorului .....	4
Amplificator diferential.....	4
Fig. 5 –Amplificatorul diferential.....	4
Fig. 6 –Semnalul de iesire liniarizat al amplificatorului diferential .....	5
Comparatoare.....	5
Fig. 7 –Comparatoare.....	5
Fig. 8 –Semnalul de iesire trapezoid celui de-al treilea comparator.....	6
Semnalizare .....	6
Fig. 9 –LED-ul albastru.....	6
Fig. 10 –Starea LED-ului in functie de tensiunea de iesire a senzorului .....	7
Bibliografie.....	8

Date de proiectare:

Domeniul de temperatură măsurabil [°C]	Temperatura în incintă [°C]	Rezistența senzorului [kΩ]	Culoare LED	VCC
-10 ... +100	0 ... 80	12k - 22k	ALBASTRU	15V

Despre circuit:

Un senzor de temperatură cu semnalizare LED este un circuit care are ca și output aprinderea unor LED-uri în funcție de un interval de temperatură prestabilit.

În cazul nostru, pentru o temperatură cuprinsă între 0°C și 80°C un LED albastru va trebui să fie aprins, pentru ca utilizatorul să poată stabili printr-un feedback optic temperatura înregistrată de senzor la acel moment.

Circuitul de mai jos (Fig.1) se poate împărți în 5 blocuri de proiectare (Fig.2):

- Sursa de tensiune Vcc conectata la oglinda de curent
- Senzorul de temperatură
- Amplificator diferențial
- Comparatoare pentru pragurile LED-ului
- Semnalizare cu LED

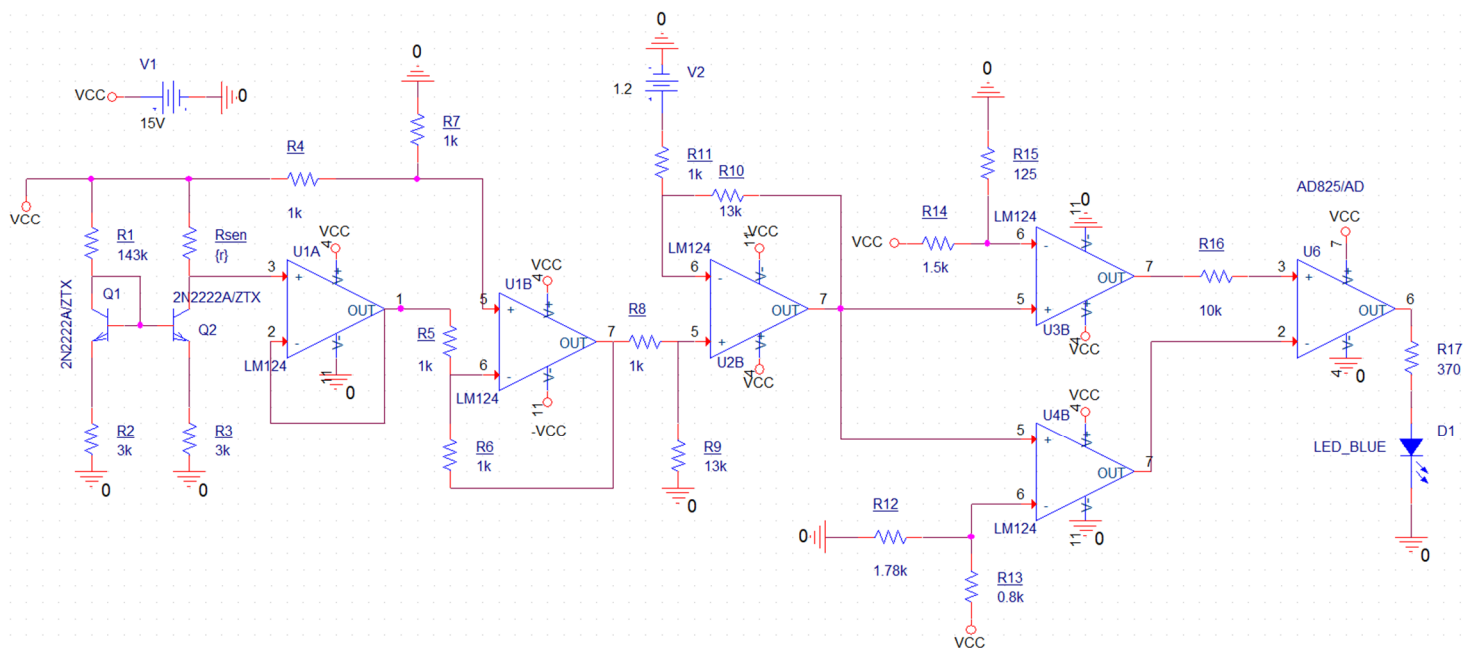


Fig. 1 – (Circuitul Capturat)

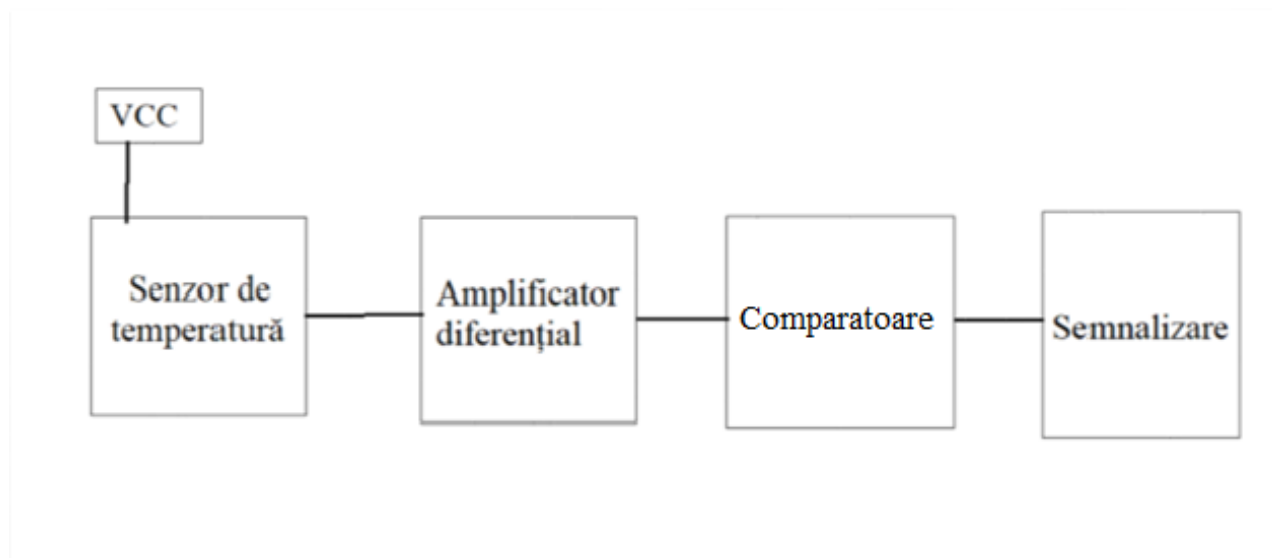
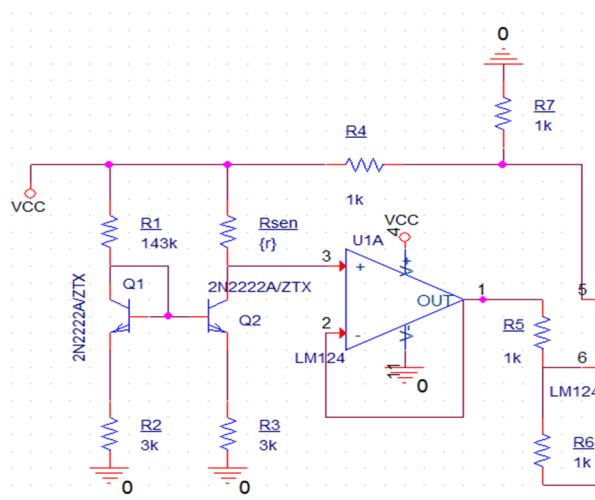


Fig. 2 – (Blocuri De Proiectare Circuit)

### Sursa de curent:

În realizarea acestui circuit s-a folosit doar o sursă de tensiune (VCC-ul), dar în programul OrCAD s-a folosit o etichetă pentru ca circuitul să poată fi mai ușor de înțeles. Pentru că senzorul nostru este comandat în curent, am ales să realizez o oglindă de curent.



$$V_{CC} - R_1 I_{Ref} - V_{BE} = 0 \Rightarrow R_1 I_{Ref} = V_{CC} - V_{BE} \Rightarrow I_{Ref} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_1};$$

$$V_{CC} = 15 \text{ V};$$

$$\text{rezulta ca : } I_{Ref} = \frac{14.3}{R_1};$$

Alegem curentul ce trece prin senzor de 10mA, astfel obținem o valoare a rezistenței  $R_1$  :

$$I_{Ref} = 10 \text{ mA} \Rightarrow R_1 = 143 \text{ kOhm};$$

Fig. 3 – (Oglindă de curent)

## Senzor de temperatură:

Un senzor de temperatură are ca scop determinarea temperaturii dintr-un circuit, având la ieșire o conversie în tensiune. Adică la ieșirea senzorului se poate citi o variație a tensiunii (cu ajutorul rezistenței  $R_{sen}$  a senzorului). Pentru senzorul proiectat avem  $R_{sen(min)} = 12k\Omega$ , respectiv  $R_{sen(max)} = 22k\Omega$ . Tensiunea minimă la ieșirea senzorului pentru curentul  $I_{Ref} = 10mA$  va fi de 1.2V, iar tensiunea maximă va fi de 2.2V. Ceea ce se observă din simulare:

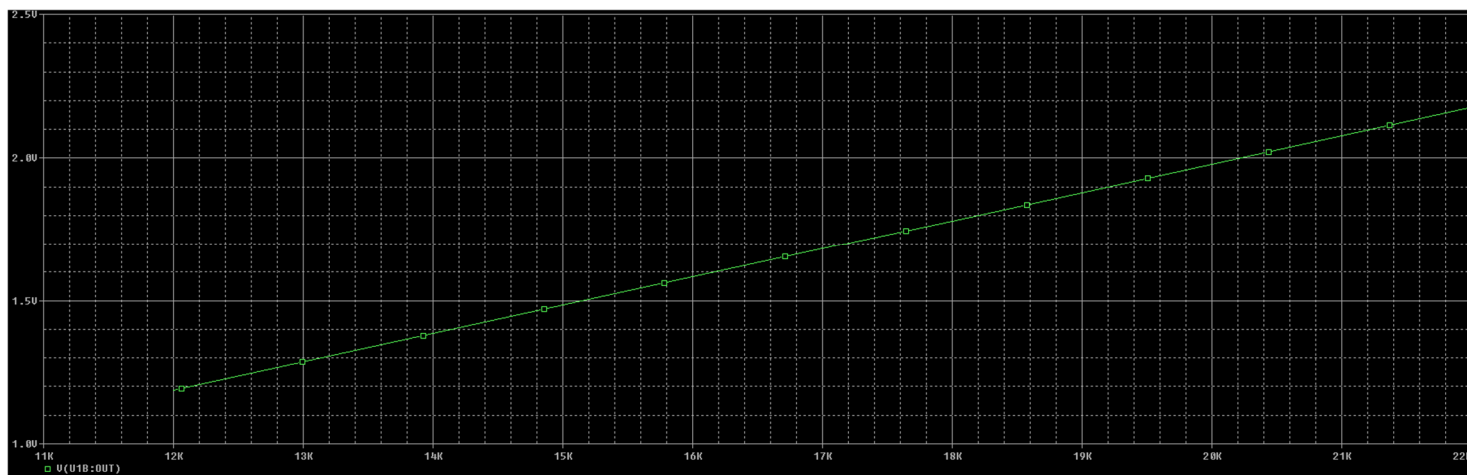
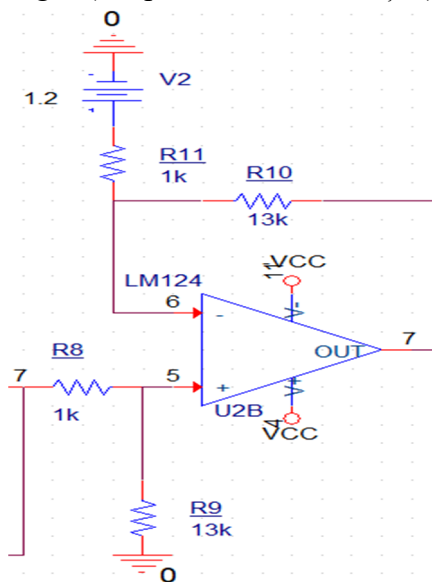


Fig.4-(Tensiunea la ieșirea senzorului)

## Amplificator diferențial:

Următorul pas în proiectarea circuitului este scăderea semnalului de la 1.2V la o valoare cât mai apropiată de 0V. Nu trebuie să uităm și de specificațiile circuitului care ne spun că variația tensiunii de pe senzor trebuie să fie încadrată în intervalul  $[0V; (V_{cc}-2V)]$ , acest scop este îndeplinit de Amplificatorul diferențial.

Fig.5-(Amplificatorul diferențial)



$$V_{outdiffAO} = \frac{R_{10}}{R_{11}} \times (V_2 - V_{outsenzor}); \quad \frac{R_{10}}{R_{11}} = \frac{R_9}{R_8} = 13;$$

Astfel, având în vedere că tensiunea minimă la ieșirea senzorului este de 1.2V, am ales tensiunea de referință  $V_2 = 1.2V$ , pentru a aduce semnalul de ieșire al Amplificatorului diferențial la o valoare cât mai apropiată de 0V posibilă.

Referitor la valorile rezistențelor am ales un raport de „13” pentru a stabili o valoare maximă a tensiunii de ieșire din Amplificator cât mai apropiată de cea cerută în specificațiile proiectării ( $V_{cc}-2V$ ).

Mai jos putem observa semnalul de ieșire al Amplificatorului diferențial, semnalul este deja liniarizat și are tensiunea minimă de 0V, iar tensiunea maximă este de 12.68V, ceea ce este acceptabil pentru circuitul

proiectat.

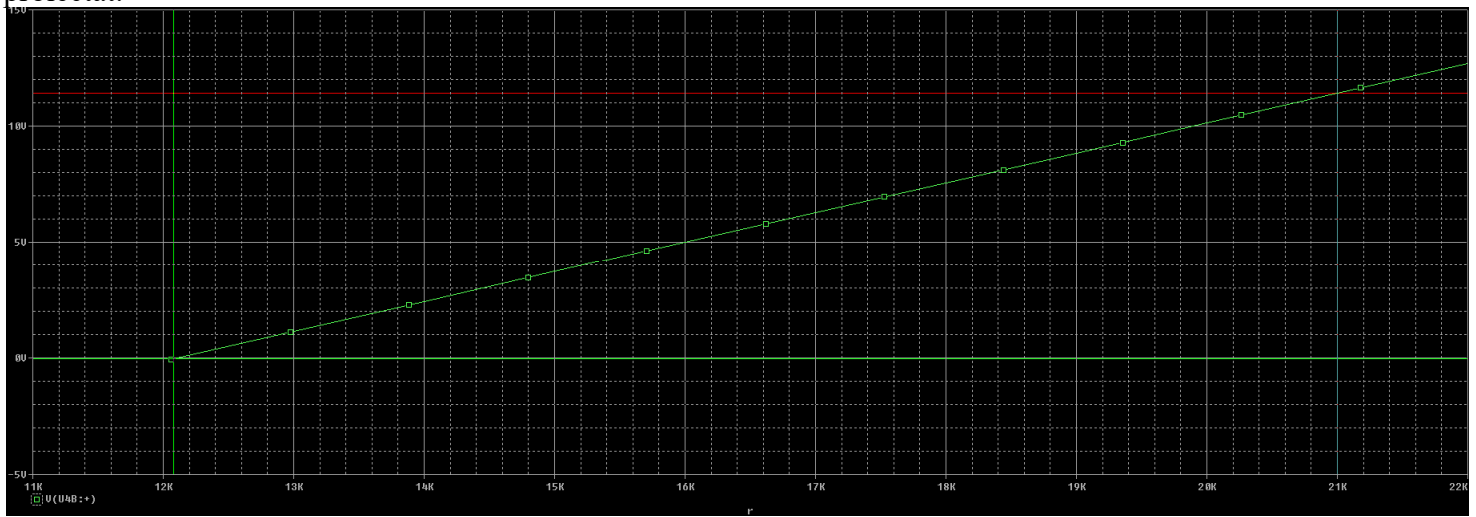
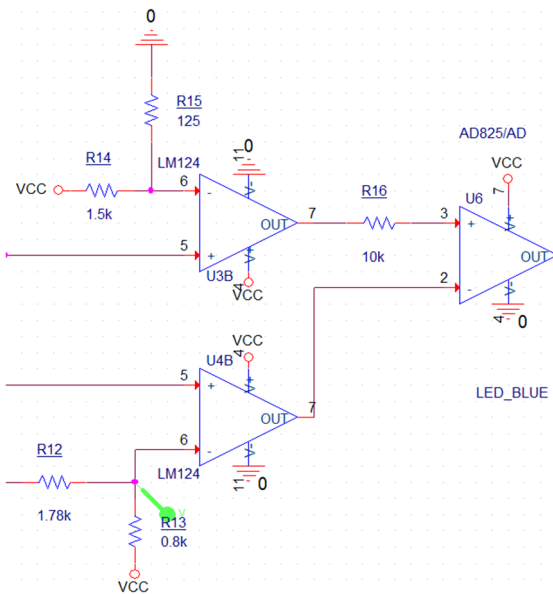


Fig.6 – (Semnalul de ieșire liniarizat al Amplificatorului diferential)

## Comparatoare:

În proiect am realizat o conexiune între 3 comparatoare, primele 2 recepționează semnalul de ieșire liniarizat al Amplificatorului diferential și le compară cu tensiunile de prag necesare la aprinderea și stingerea LED-ului.



Senzorul nostru are o variație a temperaturii între  $-10^{\circ}\text{C}$  și  $100^{\circ}\text{C}$ , astfel avem  $\Delta t = 110^{\circ}\text{C}$ . Tensiunea maximă la ieșire din senzor este de  $12.68\text{V}$ .

Variația temperaturii în funcție de tensiune =  $\frac{V_{outmax}}{\Delta t} = 0.115\text{V}/^{\circ}\text{C}$

$$V_{praglow} = 0.115\text{V}/^{\circ}\text{C} * 10^{\circ}\text{C} = 1.15\text{V}$$

$$V_{praghigh} = 0.115\text{V}/^{\circ}\text{C} * 90^{\circ}\text{C} = 10.35\text{V}$$

Tensiunile de prag ale comparatoarelor au fost realizate prin divizori rezistivi:

$$V_{praglow} = \frac{V_{cc} * R_{15}}{R_{14} + R_{15}} = \frac{15\text{V} * 125}{125 + 1.5\text{k}} = 1.15\text{V}$$

$$V_{praghigh} = \frac{V_{cc} * R_{13}}{R_{12} + R_{13}} = \frac{15\text{V} * 0.8\text{k}}{1.78\text{k} + 0.8\text{k}} = 10.35\text{V}$$

Fig.7-(Comparatoare)

Ultimul comparator are următoarea logică:

Avem nevoie ca LED-ul sa fie aprins doar in intervalul intre 1.15V si 10.35V, din asta rezulta ca avem 3 cazuri

1.  $V_{outsensor} < 1.15V$  (LED stins);
2.  $V_{outsensor} \in [1.15V; 10.35V]$  (LED aprins);
3.  $V_{outsensor} > 10.35V$  (LED stins)

Pentru al treilea caz, la iesirea din primele 2 comparatoare o sa avem  $V_{cc}$ , astfel al 3-lea comparator o sa compare tensiunea  $V_{cc}$  la borna  $V+$  a sa - cu tensiunea  $V_{cc}$  la borna  $V-$ , la iesirea comparatorului 3 o sa avem  $V_{cc}$ , (comparatorul se va afla in stare de repaus) ceea ce nu ne satisface conditia deoarece LED-ul va ramane aprins in intervalul tensiunii de iesire a senzorului  $> 10.35V$ .

Pentru a evita acest caz am decis sa conectez o rezistenta  $R16 = 10k\Omega$  in serie cu semnalul de intrare de la borna  $V+$  pentru a reduce semnalul respectiv. Semnalul de iesire a circuitului este de formă trapezoidă, cauzat de SlewRate-ul Amplificatoarelor Operaționale (în proiectul respectiv s-au folosit modelele LM124)

Mai jos putem vizualiza semnalul de iesire trapezoid din al 3-lea comparator:

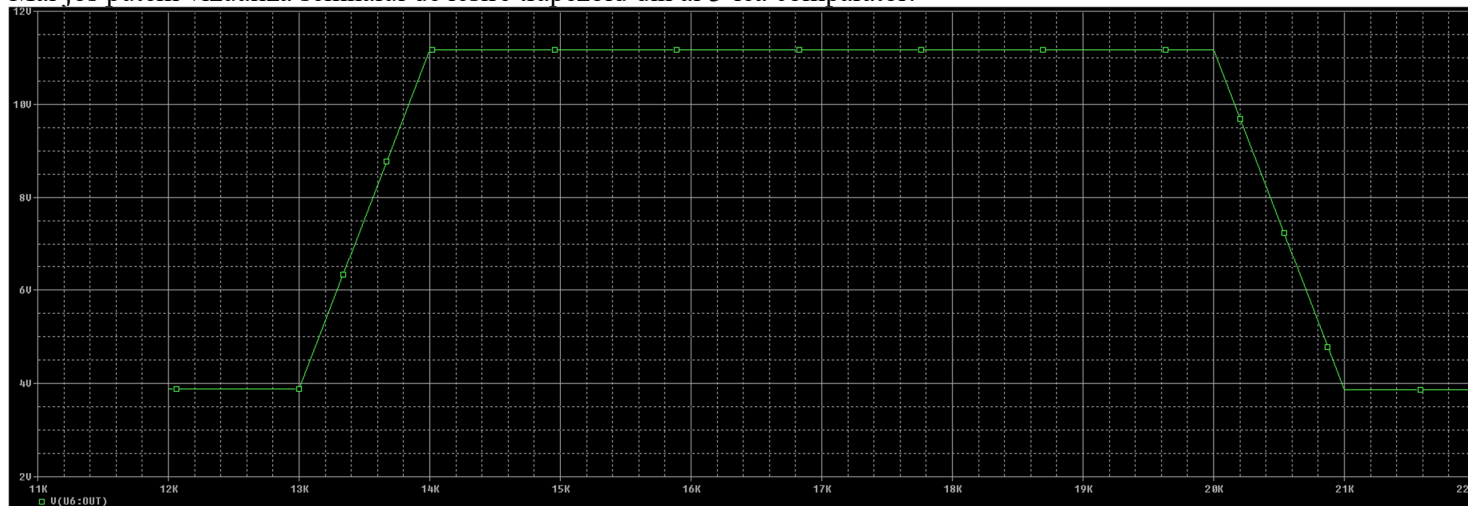


Fig.8 –(Semnalul de iesire trapezoid la iesirea din cel de-al treilea comparator)

## Semnalizare:

Pentru proiect am ales un curent direct prin LED-ul albastru de 20mA.

Pentru a calcula valoarea rezistentei  $R17$ , folosim urmatoarea relatie :

$$R17 = \frac{V_{outmax} - V_{outmin}}{20mA} = \frac{7.28V}{20mA} = 370 \Omega$$

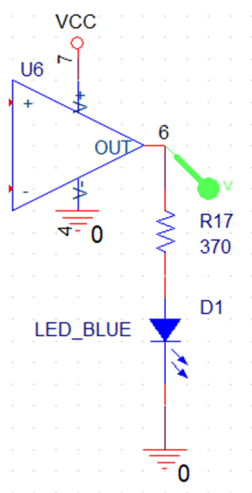


Fig.9-(LED-ul albastru)

Mai jos putem vizualiza curentul prin LED, deasemenea starea acestuia in functie de pragurile calculate anterior :

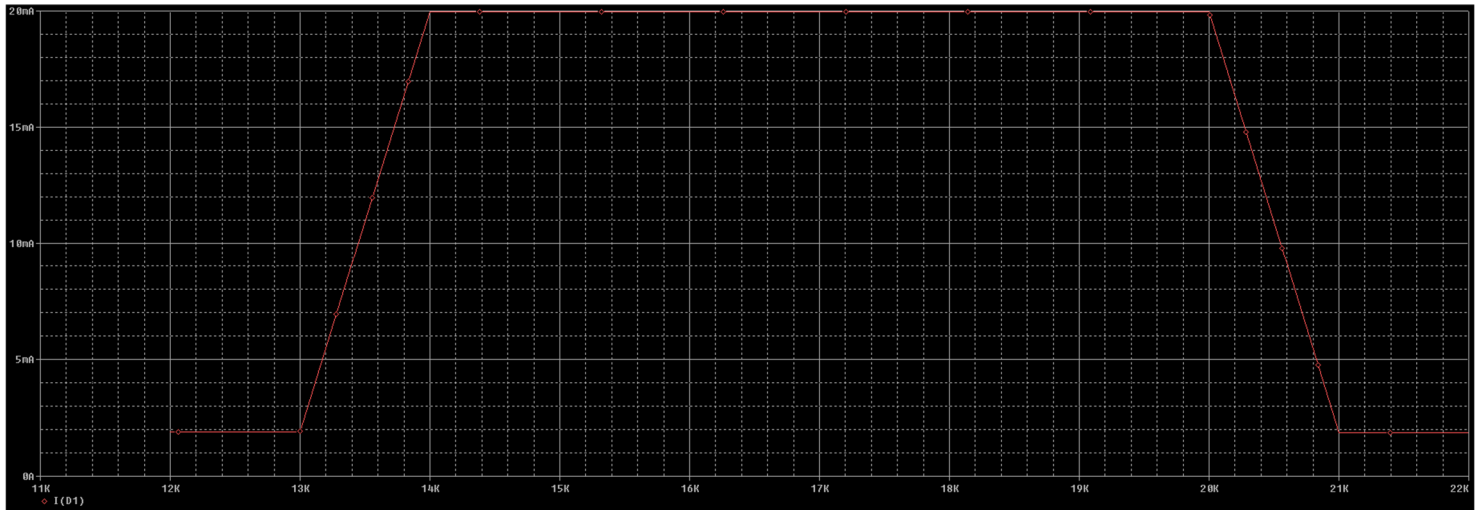


Fig.10- ( Starea LED-ului in functie de variatia tensiunii de iesire a senzorului )

În urma simulării, se poate observa aprinderea și stingerea LED-ului, , pentru cele 2 praguri de temperatură la care ajunge circuitul.



**Bibliografie:**

- <http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/de/de.htm>
- <http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/cef/>
- Proiectare Asistată de Calculator, Autori Ovidiu Pop, Raul Fizeșan, Gabriel Chindriș, Editura U.T PRESS Cluj – Napoca, Anul 2013