

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE ELECTRONICĂ, TELECOMUNICAȚII ȘI
TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI



**Facultatea de Electronică,
Telecomunicații și
Tehnologia Informației**

Profesori coordonatori:

drd. ing Ștețco Elena – Mirel

prof. dr. ing Pop Ovidiu – Aurel

Student :

Marinescu Rareș

CUPRINS :

| | |
|-------------|---|
| I. | CERINȚA PROIECTULUI |
| II. | SCHEMA BLOC A CIRCUITULUI |
| III. | SCHEMA ELECTRICĂ A CIRCUITULUI |
| IV. | BREVIAR DE CALCUL |
| | 4.1 Oglinda de curent |
| | 4.2 Repetorul de tensiune |
| | 4.3 Convertorul de domenii |
| | 4.4 Comparatorul cu histereză |
| | 4.5 Circuitul de semnalizare |
| | 4.6 Circuitul de comandă |
| V. | SIMULAREA CIRCUITULUI |
| VI. | BIBLIOGRAFIE |

I. CERINȚA PROIECTULUI

Să se proiecteze un sistem care folosește senzori rezistivi de gaz pentru a menține într-o incintă concentrația de metan între 800 – 12000 ppm. În momentul în care concentrația a ajuns la limita superioară, sistemul va porni ventilatorul care introduce aer curat. Când concentrația de metan ajunge la limita inferioară sistemul va da comanda de oprire a ventilatorului.

Variația rezistenței electrice a senzorului trebuie convertită într-o variație de tensiune în domeniul $[2 \div (V_{cc}-2V)]$. Ventilatorul este comandat de un comparator cu histereză prin intermediul unui releu care este modelat cu un rezistor.

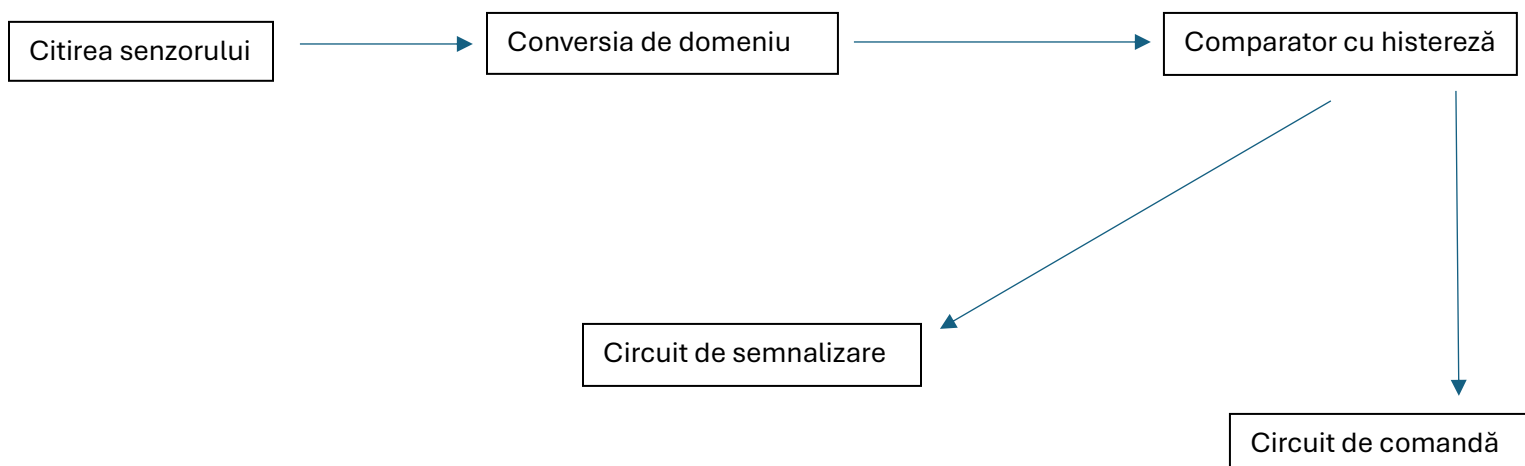
Starea ventilatorului este semnalizată de un LED de culoare mov.

Tabelul cu parametrii aferenți :

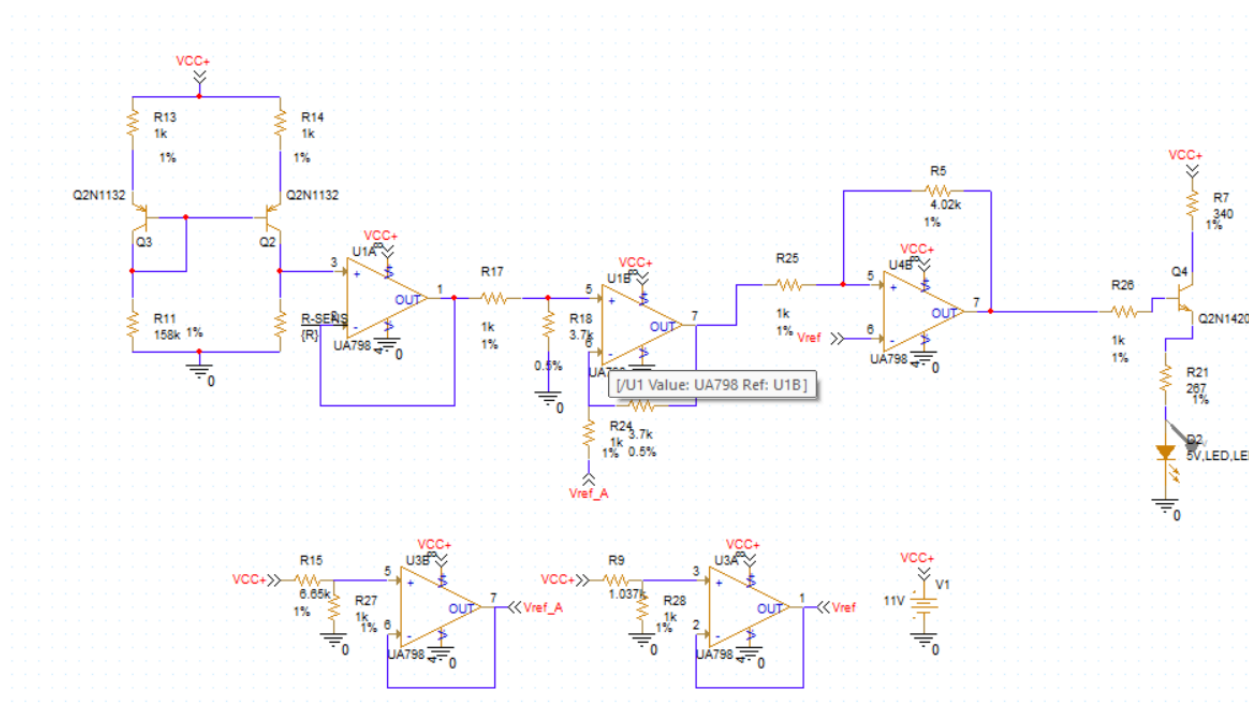
| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Concentrația de metan din incintă | 800 - 12000 |
| Domeniul de măsură al senzorului | 400- 16000 |
| Rezistența senzorului | 61k – 31k |
| V _{cc} | 11 |
| Culoarea LED – ului | Mov |

Tabel 1.

I. SCHEMA BLOC A CIRCUITULUI

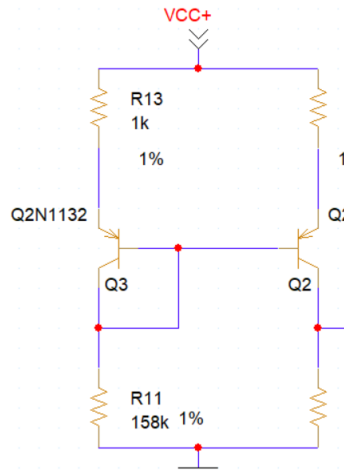


II. SCHEMA ELECTRICĂ A CIRCUITULUI



III. BREVIAR DE CALCUL

3.1 Oglinda de curent



Utilizarea unei oglinzi de curent asigură o precizie a curentului de referință, acesta fiind un element fundamental în sistemele ce au ca scop controlul concentrațiilor de gaz metan deoarece sunt liniare iar măsurarea parametrilor este una precisă.

Pentru a polariza senzorul, o să folosim o oglindă de curent realizată cu tranzistoare Q2N1132.

Curentul maxim din oglinda poate fi calculat cu formula

$$I_{\max} = V/R_{S_{\max}}$$

Având în vedere parametrii prestabiliți, rezultatul calcului este $I_{\max}=0,064\text{mA}$.

În cele din urmă, pentru a determina valoarea rezistenței R1, aplicăm formula :

$$R_{13}+R_{12}+R_{11}=(V_{cc}-V_{be})/I$$

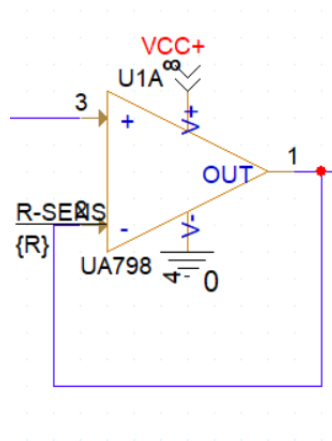
Astfel că $R_{11}=158\text{k}$.

Din cauza variației rezistenței de sarcină (61k-31k), și tensiunea o să varieze conform calculelor:

$$V_{\min} = R_{s_{\min}} * I_{\max} = 31 * 10^3 * 0,064 * 10^{-3} = 1,984 \text{ V}$$

$$V_{\max} = R_{s_{\max}} * I_{\max} = 61 * 10^3 * 0,064 * 10^{-3} = 3,904 \text{ V}$$

4.2 Repetorul de tensiune

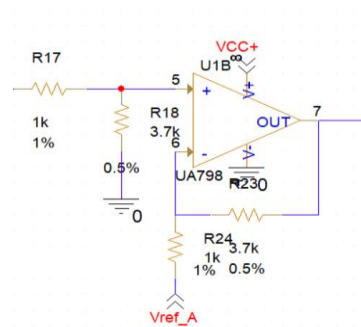


La finalul configurației de citire a senzorului vom adăuga un repetor de tensiune pentru a realiza adaptarea de impedanță în circuit.

Repetorul de tensiune are o impedanță de intrare foarte mare și o impedanță de ieșire foarte mică. Acest lucru permite repetorului să izoleze senzorul de restul circuitului, prevenind astfel încărcarea senzorului și menținând precizia măsurătorii.

Principala caracteristică a acestui element este $A_v=1$.

4.3 Convertorul de domenii



Conform cerinței de proiectare, va trebui să convertim domeniul de tensiune actual într-un domeniu de (2V - Vcc-2V), iar cum V_{cc} are valoarea de 11V în specificații, domeniul pe care dorim să-l atingem în următoarea etapă a proiectului va fi (2V – 9V).

$$A_v = (V_{\text{omax}} - V_{\text{omin}}) / (V_{\text{imax}} - V_{\text{imin}}) = 7 / 1,92 = 3,7V$$

$$A_v = R_2 / R_1$$

Alegem o valoare pentru R₁, și anume 1kΩ. Deducem valoarea lui R₂ și anume . Aceste rezistențe vor forma un divizor la intrarea neinversoare a amplificatorului operational. La intrarea inversoare vom realiza o configurație simetrică din punct de vedere rezistiv, alegând valori similare pentru rezistori, iar din următoarea formulă vom deduce valoarea unei surse de tensiune de referință necesară pentru construirea amplificatorului diferențial:

$$V_{\text{out}} = (R_{24} / R_{17}) / (V_{\text{omin}} - V_{\text{ref_A}})$$

Iar rezultatul final este V_{ref_A}=1,44V

Deoarece scopul proiectului este de a realiza un circuit cu utilitate în viața reală, nu putem folosi această sursă de referință cu o sursă ideală de tensiune de tip V_{dc}. Astfel, soluția este de a realiza un AO în configurație de repetor de tensiune, care va avea la intrarea neinversoare un divizor echivalent cu valoarea de V a lui V_{ref_A} calculat anterior. Vom alege după bunul plac valoarea uneia dintre rezistențe, urmând să o calculăm pe cealaltă. Vom alege valoarea rezistenței R₁₅ ca fiind 1k, iar cu ajutorul formulei divizorului de tensiune vom deduce valoarea lui R₂₇.

$$V_{\text{ref_A}} = R_{15} / (R_{15} + R_{27}) * V_{\text{dc}}, \text{ astfel că } R_{27} = 6,65k$$

4.4 Comparatorul cu histereză

Pentru a realiza implementarea comparatorului cu histereză trebuie să luăm în seamă mai multe aspecte. În primul rând va trebui să analizăm specificațiile de proiectare din Tabelul 1:

Concentrația de gaz metan din incintă este de 800-12000 ppm, în timp ce domeniul de măsură al senzorului este 400-16000, iar rezistența senzorului variază între valorile (61k – 31k). Tensiunile la aceste procente vor reprezenta pragul superior, respectiv cel inferior al comparatorului nostru.

În baza formulelor :

$$V_{\text{pragsus}} = V_{\text{ref_A}} * (R_5/R_{25}+R_5)+(R_{25}/R_5+R_{25})*V_{\text{cc}} \quad (1)$$

$$V_{\text{prajos}} = V_{\text{ref_A}} * (R_5/R_{25}+R_5)+(R_{25}/R_5+R_{25})*(-V_{\text{cc}}) \quad (2)$$

Știind că concentrația de gaz metan a senzorului utilizat este 800-12000 ppm, iar sistemul se va proiecta astfel încât concentrația să fie menținută între 400 – 16000 ppm, trebuie să calculăm variația în tensiunea de ieșire a senzorului :

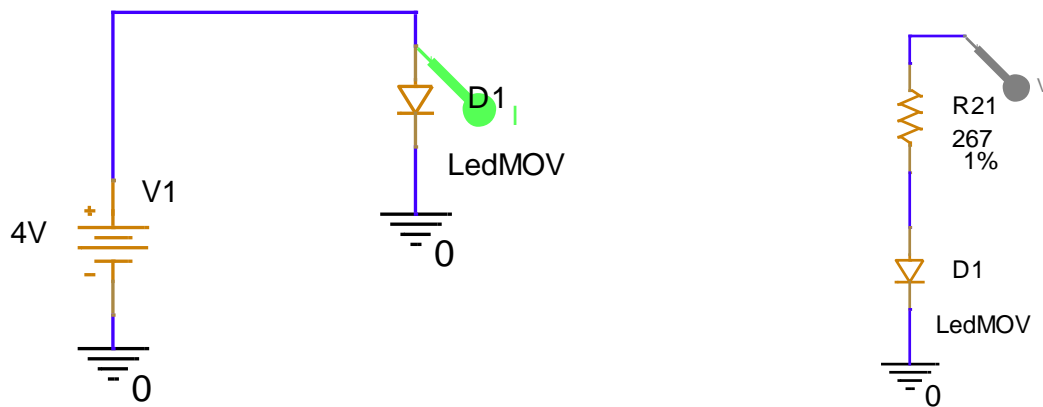
$$1\text{ppm} = (V_{\text{cc}}-2) / (12000-800) = 0,008 \text{ V/ppm}$$

Având o variație de 0,008 ne rezultă că $V_{\text{pragsus}}=9,46\text{V}$ și $V_{\text{prajos}}=3,29\text{V}$.

Întorcându-ne în relațiile 1 și 2, putem dimensiona rezistențele R_5 și R_{25} , ce în au valoarea $R_5=4,02\text{k}$, respectiv $R_{25}=1\text{k}$

4.5 Circuitul de semnalizare

Circuitul de semnalizare a concentrației de gaz metan este conceput pentru a detecta nivelul de metan dintr-o incintă și pentru a furniza un semnal de avertizare sau pentru a controla automat un dispozitiv, în cazul nostru o pompă comandată de un releu. Pentru acest circuit vom folosi un LED de culoare mov, după cum este specificat în specificațiile de proiectare din Tabelul1. Vom extrage din foaia de catalog a LED-ului tensiunea și curentul și vom calcula valoarea rezistenței acestuia.



$$V_D = 3V$$

$$I_D = 30mA$$

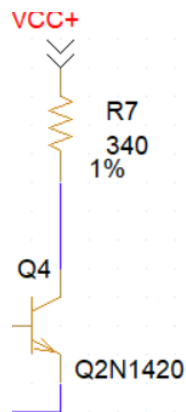
$$R_{LED} = V_{CC} - V_D / I_D$$

$$R_{LED} = 11V - 3V / 30m$$

$$R_{LED} = 267\Omega$$

4.6 Circuit de comandă

Acest circuit de comandă utilizează un tranzistor NPN pentru a activa sau dezactiva un dispozitiv extern pe baza semnalelor de concentrație. Vom imita comportamentul unui releu cu ajutorul unei rezistențe din foaia de catalog, iar tranzistorul NPN se va deschide la tensiunea negativă a pragului de referință, permițând curentului să circule prin circuit și activând astfel dispozitivul extern. Aceasta asigură o soluție simplă și eficientă pentru controlul automat al concentrației de metan. Vom extrage detalii din foaia de catalog ale unui releu pentru a afla parametrii săi, apoi vom calcula toate datele necesare implementării circuitului.



$R7=340$ și toleranță 1%

$V_{cc}=11$, iar $P= 35\text{mW}$

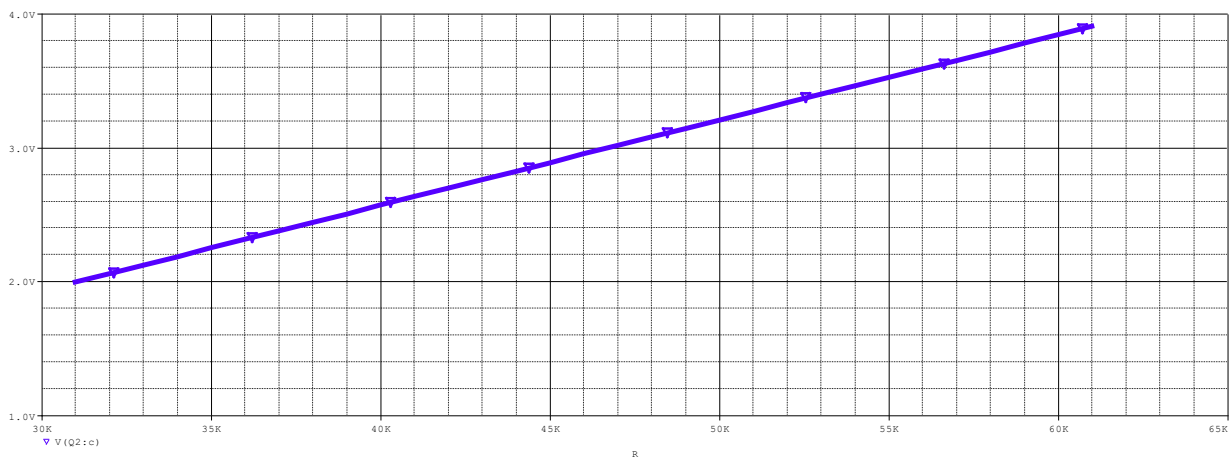
$P=V_{cc} \cdot I_{\text{releu}}$, de unde rezulta $I_{\text{releu}}=0.31\text{mA}$, iar $I_{\text{releu}}=I_c$

V.SIMULAREA CIRCUITULUI

În această etapă de proiectare vom verifica valorile deduse în urma calculelor realizate în capitolul precedent și vom urmări functionalitatea și performanța pe care o va atinge circuitul nostru. Această etapă de proiectare este o practică vitală în electronică deoarece permite testarea în prealabil a oricărui circuit fără utilizare de componente fizice, prin urmare favorizează atât costurile cât și timpul investit în proiectare.

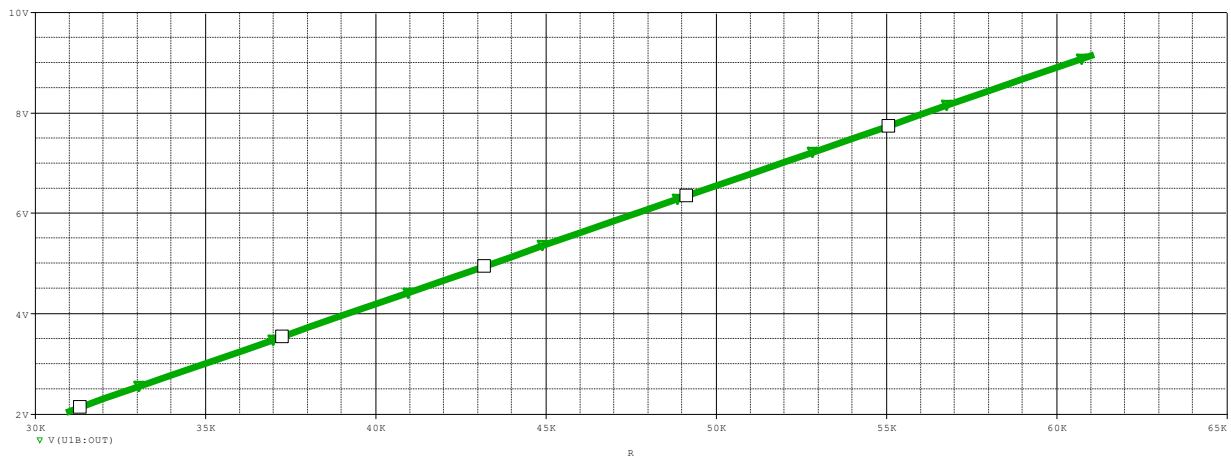
5.1 Simularea senzorului

În această etapă de proiectare vom verifica valorile deduse în urma calculelor realizate în capitolul precedent și vom urmări functionalitatea și performanța pe care o va atinge circuitul nostru. Această etapă de proiectare este o practică vitală în electronică deoarece permite testarea în prealabil a oricărui circuit fără utilizare de componente fizice, prin urmare favorizează atât costurile cât și timpul investit în proiectare.



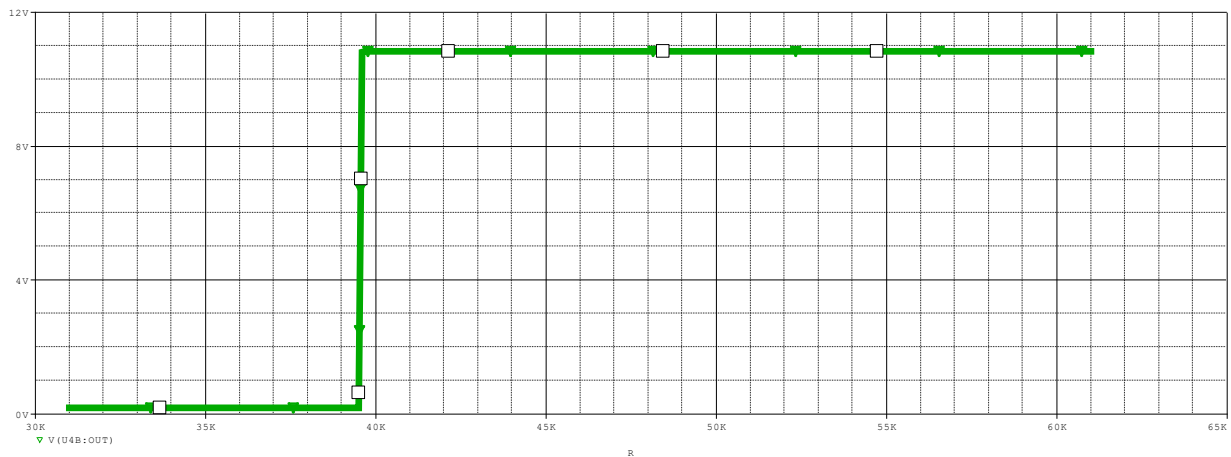
5.2 Convertorul de domenii

Pentru acest sub-capitol, va trebui să verificăm atât valoarea tensiunii de referință V_{Ref1} cât și valorile extreme, care ar trebui ideal să ajungă la 2V, respectiv 9V. Vom realiza acest lucru cu ajutorul unei analize DC Sweep.



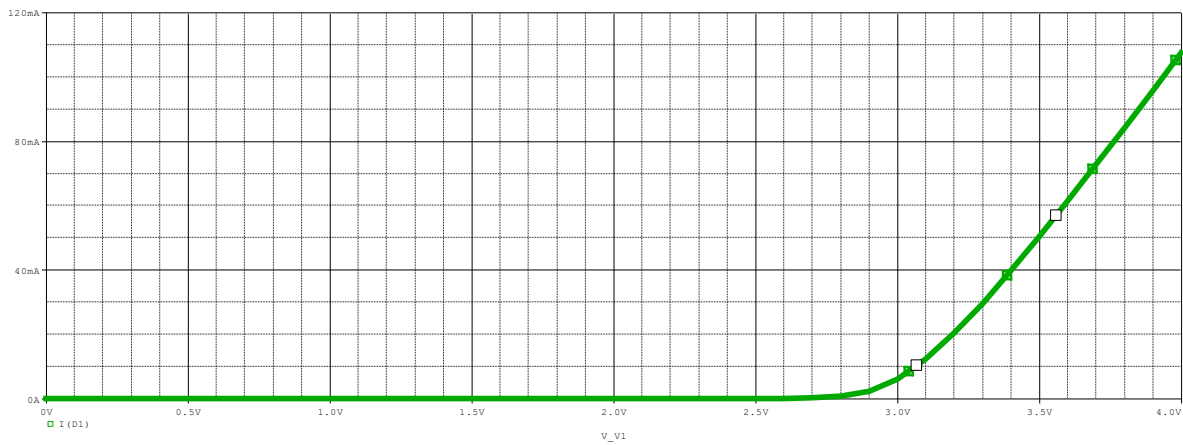
5.3 Comparatorul cu histereză

Pentru simularea comparatorului o să folosim o analiză de timp DC Sweep pentru a vedea tensiunile limită care comanda starea senzorului.



5.4 Circuitul de semnalizare

Circuitul de semnalizare este realizat cu un LED de culoare mov, după cum este specificat în Tabelul1. Am căutat în foaia de catalog a unui LED specificat caracteristica tensiunii în funcție de curent. Am folosit PSpice Model Editor Lite pentru a modela o diodă să se comporte ca LED-ul dorit. Am conectat LED-ul la sursa V_{CC} și am măsurat curentul pe diodă:



VI.BIBLIOGRAFIE

- [1] LED - <https://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/E-Textiles/Lilypad/Purple%20LEDs%20HT15-2102UPC.pdf>
- [2] Tranzistor - https://toshiba.semicon-storage.com/info/TTC5886A_datasheet_en_20230818.pdf?did=153693&prodName=TTC5886A
- [3] Cursuri Dispozitive Electronice, Pop Ovidiu Aurel
- [4] All about circuits - <https://www.allaboutcircuits.com/>
- [5] Electronica pentru toți - <https://sites.google.com/site/bazeleelectronicii/home>
- [6] Laborator Tehnici CAD – Ștețco Elena Mirela
- [7] Electronic Devices - Thomas Floyd
<https://allbooksfordownloading.wordpress.com/wpcontent/uploads/2017/01/electronic-devices-by-floyd-9th-edition.pdf>