



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ**  
DIN CLUJ-NAPOCA



Facultatea de Electronică,  
Telecomunicații și  
Tehnologia Informației

# Circuit pentru măsurarea nivelului de iluminare

Profesor îndrumător:

Prof. Dr. Ing. Pop Ovidiu

Drd. Ing. Adelina Ioana Ilieș

Student:

Dura Georgiana-Emanuela

Grupa: 2121

Cluj-Napoca

2021

## Cuprins

1. Cerința .....	3
2. Funcționare .....	4
3. Schema grafică pentru semnalizarea de tip coloana .....	4
4. Schema bloc a circuitului .....	5
5. Schema electrică a circuitului .....	6
6. Rezistențe .....	7
7. Amplificatorul operațional .....	8
8. Circuitele electronice .....	9
8.1. Traductor(senzor) .....	9
8.2. Repetor .....	10
8.3. Convertor de domeniu .....	11
8.3.1. Amplificator diferențial .....	11
8.3.2. Sumator .....	13
8.3.3. Tensiuni de prag obținute în funcție de VCC .....	14
8.4. Comparare .....	15
8.5. Semnalizare LED- uri .....	15
9. Calcule .....	16
9.1. Traductor(senzor) .....	16
9.2. Convertor de domeniu .....	17
9.2.1. Amplificator diferențial .....	17
9.2.2. Sumator .....	17
9.2.3. Tensiuni de prag obținute în funcție de VCC .....	17
10. Simulări .....	21
Bibliografie .....	36

## 1. Cerința

Să se proiecteze un circuit electronic pentru măsurarea nivelului de iluminare în domeniul specificat. Circuitul este prevăzut cu 4 sau mai multe indicatoare luminoase (LED) care semnalizează depășirea pragurilor. De asemenea, circuitul este alimentat de la tensiunea  $\pm VCC$ . LED-urile trebuie să fie de culori diferite pentru fiecare domeniu specificat. Rezistența electrică a traductorului de lumina variază neliniar cu valoarea nivelului de iluminare măsurat - se va proiecta un circuit de liniarizare pentru aceasta. Suplimentar, circuitul trebuie prevăzut cu extinderea domeniului de măsură, luând în calcul valoarea maximă a  $VCC$ . Modul de aprindere al LED-urilor este specificat în coloana Mod semnalizare și poate fi de tip coloană (fiecare LED este aprins și rămâne aprins cu depășirea domeniului) sau individual (fiecare LED se aprinde doar în domeniul pe care îl semnalizează).

Specificații de proiectare:

Domeniul de variație a rezistenței traductorului de lumina: **100k-120k**

Intensitate luminoasă [lux]: **30- 150**

Semnalizări:

- **<30**
- **30-70**
- **70-90**
- **90-110**
- **110-150**
- **>150**

Tensiunea de alimentare ( $\pm VCC$ ):  **$\pm 18V$**

Mod semnalizare: **coloană**

## 2. Funcționare

Acest circuit măsoară nivelul de intensitate a luminii acesta fiind reprezentat în lăuși. Pentru a transforma intensitatea luminoasă din lăuși în tensiune avem nevoie de un traductor(senzor), iar pentru a liniariza această caracteristică avem nevoie de un circuit de liniarizare. Tensiunea măsurată de traductor va fi adusă într-un domeniu mai mare, acest lucru este realizat prin ajutorul unui convertor de domeniu, prin translație la stânga (cu ajutorul unui amplificator diferențial) și multiplicare( cu un sumator). La semnalizări avem pragurile necesare la care se aprinde fiecare LED. După ce tensiunea depășește nivelul de prag a unui LED acesta se aprinde și rămâne aprins până la finalizarea tuturor pragurilor când se vor stinge toate. Mai este nevoie de un circuit de, comparație pentru detecția pragurilor și LED-uri.

## 3. Schema grafică pentru semnalizarea de tip coloană

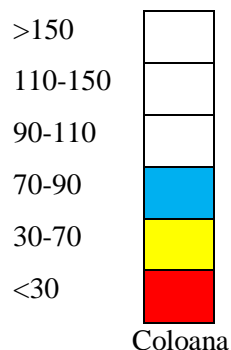


Fig. 1. Modul de luminare a ledurilor

Se poate observa că pragul este cuprins între 70-90 și primele 3 LED-uri sunt aprinse.

#### 4. Schema bloc a circuitului



Fig. 2. Schema bloc a circuitului

## 5. Schema electrică a circuitului

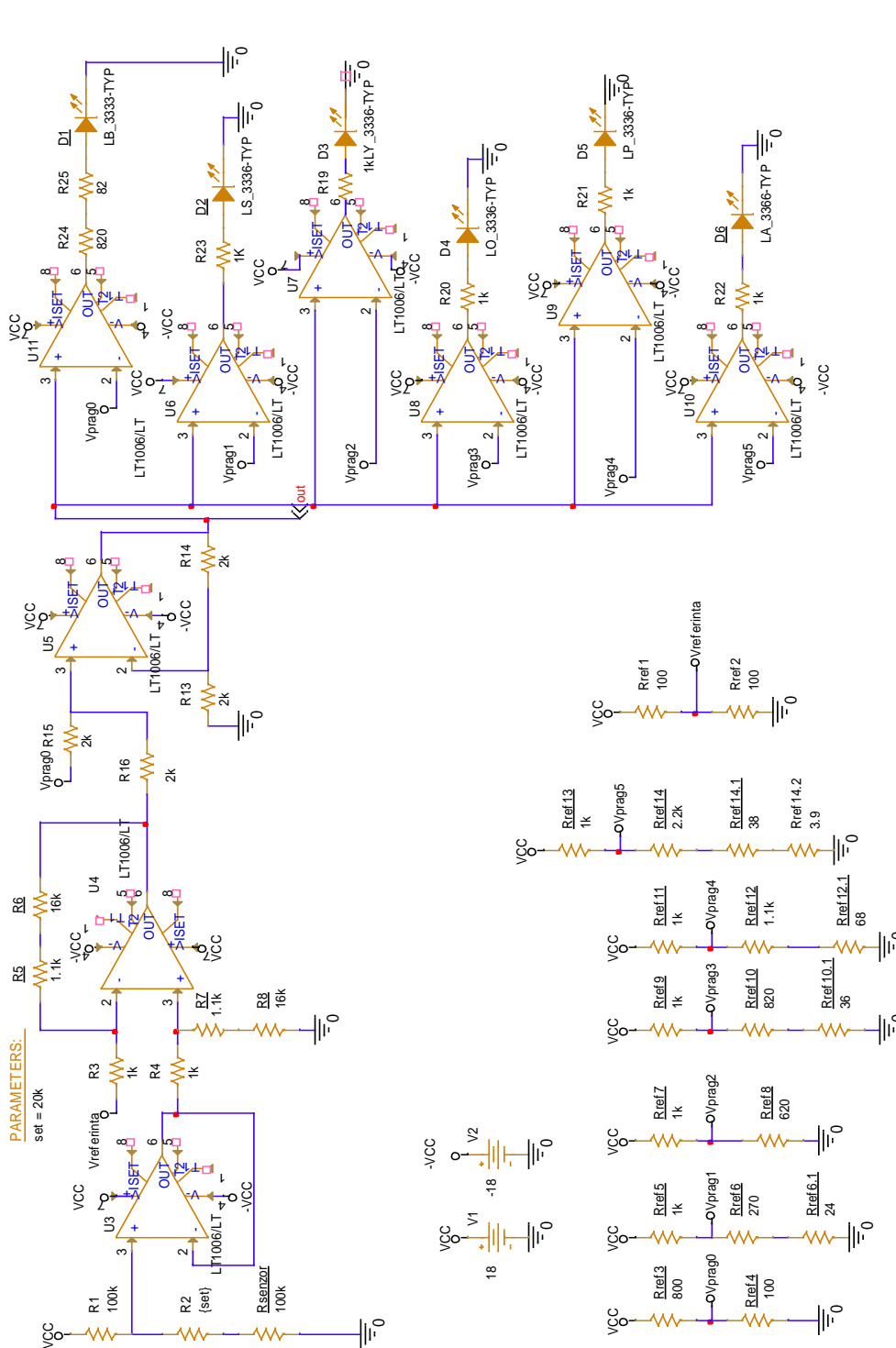


Fig. 3. Schema electrică a circuitului

Title	<Title>
Size	Document Number
A	<Doc>
Rev	<Rev Code>
Date:	Wednesday, May 11, 2022
Sheet	1 of 1

## 6. Rezistențe

Rezistențele pe care le-am folosit în acest circuit fac parte din seria E24. După cum se poate observa și în imaginea de mai jos acestea au o toleranță de  $\pm 5\%$ .

<b>E3 (&gt;20%)</b>	<b>E48 (2%)</b>	<b>E96 (1%)</b>	<b>E192 (0.5%)</b>
1.0	1.00	1.00	3.32
2.2	1.05	1.02	3.40
4.7	1.10	1.05	3.48
	1.15	1.07	3.57
<b>E6 (20%)</b>	1.21	1.10	3.65
1.0	1.27	1.13	3.74
1.5	1.33	1.15	3.83
2.2	1.40	1.18	3.92
3.3	1.47	1.21	4.02
4.7	1.54	1.24	4.12
6.8	1.62	1.27	4.22
<b>E12 (10%)</b>	1.69	1.30	4.32
1.0	1.78	1.33	4.42
1.2	1.87	1.37	4.53
1.5	1.96	1.40	4.64
1.8	2.05	1.43	4.75
2.2	2.15	1.47	4.87
2.7	2.26	1.50	4.99
3.3	2.37	1.54	5.11
3.9	2.49	1.58	5.23
4.7	2.61	1.62	5.36
5.6	2.74	1.65	5.49
6.8	2.87	1.69	5.62
8.2	3.01	1.74	5.76
	3.16	1.78	5.90
<b>E24 (5%)</b>	3.32	1.82	6.04
1.0	3.48	1.87	6.19
1.1	3.65	1.91	6.34
1.2	3.83	1.96	6.49
1.3	4.02	2.00	6.65
1.5	4.22	2.05	6.81
1.6	4.42	2.10	6.98
1.8	4.64	2.15	7.15
2.0	4.87	2.21	7.32
2.2	5.11	2.26	7.50
2.4	5.36	2.32	7.68
2.7	5.62	2.37	7.87
3.0	5.90	2.43	8.06
3.3	6.19	2.49	8.25
3.6	6.49	2.55	8.45
3.9	6.81	2.61	8.66
4.3	7.15	2.67	8.87
4.7	7.50	2.74	9.09
5.1	7.87	2.80	9.31
5.6	8.25	2.87	9.53
6.2	8.66	2.94	9.76
6.8	9.09	3.01	
7.5	9.53	3.09	
8.2		3.16	
9.1		3.24	

Fig 4. Serie de rezistențe

1.0 $\Omega$	10 $\Omega$	100 $\Omega$	1.0 k $\Omega$	10 k $\Omega$	100 k $\Omega$	1.0 M $\Omega$
1.1 $\Omega$	11 $\Omega$	110 $\Omega$	1.1 k $\Omega$	11 k $\Omega$	110 k $\Omega$	1.1 M $\Omega$
1.2 $\Omega$	12 $\Omega$	120 $\Omega$	1.2 k $\Omega$	12 k $\Omega$	120 k $\Omega$	1.2 M $\Omega$
1.3 $\Omega$	13 $\Omega$	130 $\Omega$	1.3 k $\Omega$	13 k $\Omega$	130 k $\Omega$	1.3 M $\Omega$
1.5 $\Omega$	15 $\Omega$	150 $\Omega$	1.5 k $\Omega$	15 k $\Omega$	150 k $\Omega$	1.5 M $\Omega$
1.6 $\Omega$	16 $\Omega$	160 $\Omega$	1.6 k $\Omega$	16 k $\Omega$	160 k $\Omega$	1.6 M $\Omega$
1.8 $\Omega$	18 $\Omega$	180 $\Omega$	1.8 k $\Omega$	18 k $\Omega$	180 k $\Omega$	1.8 M $\Omega$
2.0 $\Omega$	20 $\Omega$	200 $\Omega$	2.0 k $\Omega$	20 k $\Omega$	200 k $\Omega$	2.0 M $\Omega$
2.2 $\Omega$	22 $\Omega$	220 $\Omega$	2.2 k $\Omega$	22 k $\Omega$	220 k $\Omega$	2.2 M $\Omega$
2.4 $\Omega$	24 $\Omega$	240 $\Omega$	2.4 k $\Omega$	24 k $\Omega$	240 k $\Omega$	2.4 M $\Omega$
2.7 $\Omega$	27 $\Omega$	270 $\Omega$	2.7 k $\Omega$	27 k $\Omega$	270 k $\Omega$	2.7 M $\Omega$
3.0 $\Omega$	30 $\Omega$	300 $\Omega$	3.0 k $\Omega$	30 k $\Omega$	300 k $\Omega$	3.0 M $\Omega$
3.3 $\Omega$	33 $\Omega$	330 $\Omega$	3.3 k $\Omega$	33 k $\Omega$	330 k $\Omega$	3.3 M $\Omega$
3.6 $\Omega$	36 $\Omega$	360 $\Omega$	3.6 k $\Omega$	36 k $\Omega$	360 k $\Omega$	3.6 M $\Omega$
3.9 $\Omega$	39 $\Omega$	390 $\Omega$	3.9 k $\Omega$	39 k $\Omega$	390 k $\Omega$	3.9 M $\Omega$
4.3 $\Omega$	43 $\Omega$	430 $\Omega$	4.3 k $\Omega$	43 k $\Omega$	430 k $\Omega$	4.3 M $\Omega$
4.7 $\Omega$	47 $\Omega$	470 $\Omega$	4.7 k $\Omega$	47 k $\Omega$	470 k $\Omega$	4.7 M $\Omega$
5.1 $\Omega$	51 $\Omega$	510 $\Omega$	5.1 k $\Omega$	51 k $\Omega$	510 k $\Omega$	5.1 M $\Omega$
5.6 $\Omega$	56 $\Omega$	560 $\Omega$	5.6 k $\Omega$	56 k $\Omega$	560 k $\Omega$	5.6 M $\Omega$
6.2 $\Omega$	62 $\Omega$	620 $\Omega$	6.2 k $\Omega$	62 k $\Omega$	620 k $\Omega$	6.2 M $\Omega$
6.8 $\Omega$	68 $\Omega$	680 $\Omega$	6.8 k $\Omega$	68 k $\Omega$	680 k $\Omega$	6.8 M $\Omega$
7.5 $\Omega$	75 $\Omega$	750 $\Omega$	7.5 k $\Omega$	75 k $\Omega$	750 k $\Omega$	7.5 M $\Omega$
8.2 $\Omega$	82 $\Omega$	820 $\Omega$	8.2 k $\Omega$	82 k $\Omega$	820 k $\Omega$	8.2 M $\Omega$
9.1 $\Omega$	91 $\Omega$	910 $\Omega$	9.1 k $\Omega$	91 k $\Omega$	910 k $\Omega$	9.1 M $\Omega$

Fig. 5. Seria de rezistențe E24

## 7. Amplificatorul operațional

Am folosit amplificatorul LT1006 deoarece în circuitul meu are o tensiune de alimentare de  $\pm 18V$ , iar amplificatorul operațional suportă o tensiune de  $\pm 22V$ . Oferă o funcționare optimă la temperatura de 25 grade C. Tensiunea de offset este de  $50 \mu V$ , un slew rate de  $0.25 \mu V$  și minim  $0.4 \mu V$ .



Fig. 6. Amplificatorul operațional folosit



## 8. Circuitele electronice

### 8.1. Traductor(senzor)

Traductorul traduce o mărime care nu este electrică, într-o mărime electrică.

În cazul de față, acesta presupune un divizor rezistiv alimentat la tensiunea de alimentare specificată în datele de proiectare. Rezistența conectată imediat după alimentare are o valoare fixă, aceasta ne ajută la liniarizarea circuitului, iar rezistența legată la masă va fi de fapt chiar rezistența senzorului.

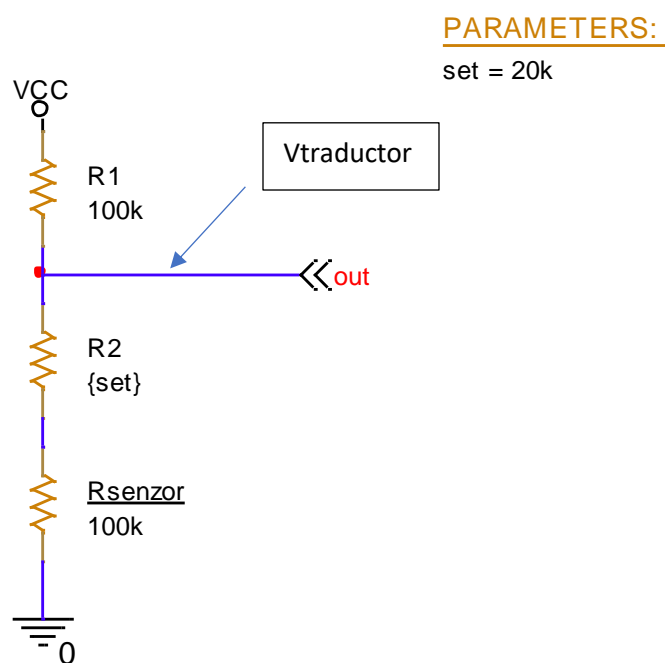


Fig. 7. Schema electrica a traductorului

Tensiunea de la ieșirea traductorului va fi notată cu  $V_{traductor}$ .

Pentru a varia rezistența senzorului am adăugat în serie cu aceasta o rezistență variabilă. Rezistența senzorului variază între, 100k și 120k, Așa că am pus o rezistență cu valoare fixă de 100k, iar la cea variabilă valoarea seter-ului l am pus de 20k.

Valoarea rezistenței  $R_1$  am ales-o ca fiind valoarea cea mai mică, corespunzătoare nivelului minim, adică  $100k\Omega$ , seria E24, toleranță 5%.

Tensiunea de la ieșirea traductorului este notată cu  $V_{\text{senzor}}$  și se calculează conform relației următoare:

$$V_{\text{senzor}} = \frac{V_{\text{senzor}} + R_2}{V_{\text{senzor}} + R_1 + R_2} * V_{cc}$$

Tensiunile calculate pentru valoarea minimă, respectiv maximă, a rezistenței variabile, vor reprezenta capetele intervalului de tensiune obținut la ieșirea traductorului, [ $V_{\text{senzor\_minim}}$  ;  $V_{\text{senzor\_maxim}}$  ].

$$V_{\text{senzor\_minim}} = \frac{R_{\text{senzor}}}{R_{\text{senzor}} + R_1} * V_{cc}$$

$$V_{\text{senzor\_maxim}} = \frac{R_{\text{senzor}} + R_2}{R_2 + R_{\text{senzor}} + R_1} * V_{cc}.$$

## 8.2. Repetor

La ieșirea traductorului am adăugat un repetor acesta repetă la ieșire tensiunea de intrare, deci se asigură un transfer optim de tensiune

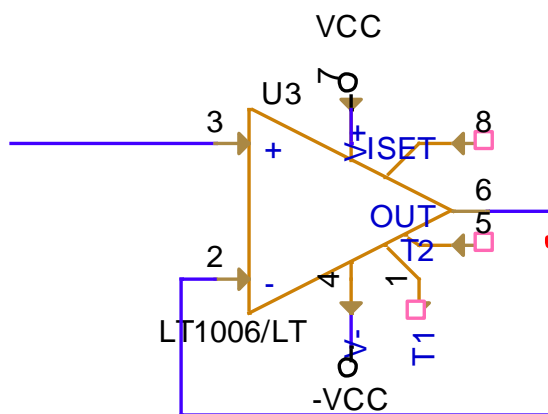


Fig. 8. Repetor

Repetorul are rezistență de intrare infinită,  $R_i \rightarrow \infty$ , rezistență de ieșire 0,  $R_o \rightarrow \infty$ , și amplificarea unitară.

### 8.3. Convertor de domeniu

În principiu se convertește între  $[0, VCC]$ , dar pentru că amplificatoarele operaționale folosite nu sunt ideale, consider o marjă de  $\pm 2V$  din  $VCC$ .

Acest convertor de domeniu ne ajută să extindem domeniul de măsură. Astfel aducem la 0 tensiunea minimă pe care o avem în circuit, în cazul de față tensiunea de la ieșirea traductorului variază între 9V și 9,82V. Cu ajutorul convertorului de domeniu aducem tensiunea minimă la 0, apoi multiplicăm domeniul. Vreau să ajung la domeniul  $[2, VCC-2]$ , acest lucru îl realizez cu ajutorul unui sumator și a unui amplificator diferențial.

#### 8.3.1. Amplificator diferențial

Mai jos este atașată o schema generală a amplificatorului diferențial.

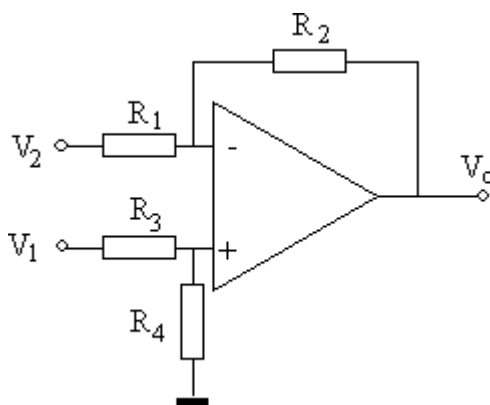


Fig. 9. Schema generală a amplificatorului diferențial

$$V_0 = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) * V_1 - \frac{R_2}{R_1} * V_2$$

Pentru a funcționa ca un amplificator diferențial tensiunile de la intrare trebuie să fie egale.

$$\Rightarrow \frac{R_4}{R_3} + 1 = \frac{R_2}{R_1} + 1 \quad (\text{formula finală a amplificatorului diferențial})$$

$$\Rightarrow R_1 = R_3 \text{ și } R_2 = R_4 \Rightarrow V_0 = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1)$$

Tensiunea de la ieșirea amplificatorului diferențial se va calcula astfel:

Pentru Amplificare:

- 9V.....9.81V → scad 9
  - 0V.....14V(la 14 vreau sa ajung)
- $$\Rightarrow 0.....0.82V \Rightarrow A_v = \frac{14}{0.82} = 17.07$$

$$V_{admin} = \frac{R7 + R6}{R3} (V_{referinta} - V_{traductor\_min})$$

$$V_{admax} = \frac{R7 + R6}{R3} (V_{referinta} - V_{traductor\_max})$$

Având în vedere că valoarea amplificării pe care trebuie să o introducă amplificatorul diferențial în circuit este de 17.07, am ales  $R3 = R4 = 1k\Omega$  (seria E24, toleranță 5%), iar pentru ca amplificarea circuitului sa fie făcută corespunzător am ales  $R5 = R7 = 1.1k$  și  $R6 = R8 = 16k$ . Deoarece amplificarea de pe reacție trebuie sa fie egala cu 17,07k. Modul de aranjare al rezistentelor se poate observa in schema circuitului.

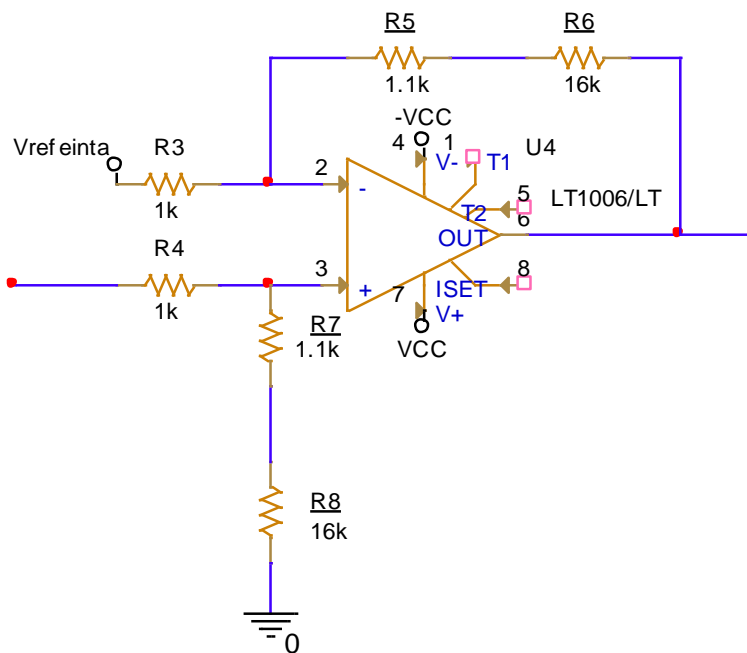


Fig. 10. Amplificator diferențial proiectat în proiect

La borna pozitivă a amplificatorului va fi tensiunea de la ieșirea senzorului,  $V_{senzor}$ , iar la borna negativă va fi tensiunea scăzută din domeniu, pe care am notat-o cu  $V_{referinta}$ .

### 8.3.2. Sumator

Mai jos este atașată o schema generală a sumatorului. Am folosit un sumator neinversor.

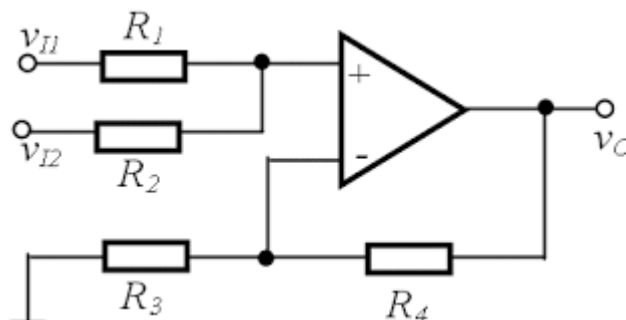


Fig. 11.Schema generală a unui sumator

$$v_O = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) * \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} * v_{I1} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} * v_{I2}\right)$$

În general se folosesc rezistențe egale  $R_1=R_2=R_3=R_4$ .

$$V_O = V_{I1} + V_{I2}$$

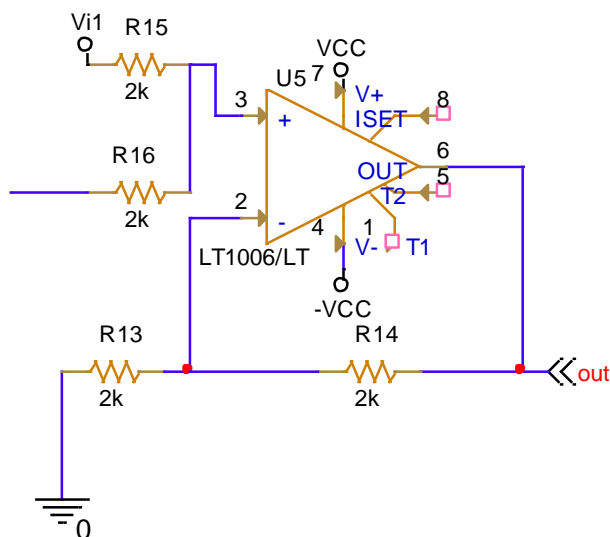


Fig. 12.Schema sumatorului proiectat în proiect

Schema electrică a circuitului sumator

Acest circuit are rolul de a aduna tensiunile de la intrare și a afișa la ieșire suma acestora.

$$V_{o\_sumator\_min} = V_{i1} + V_{o\_ampDif\_min}$$

$$V_{o\_sumator\_max} = V_{i1} + V_{o\_ampDif\_max}$$

$V_{i1}$  am ales-o 2V astfel încât să obțin din domeniul [0V, 14V], domeniul dorit, adică [2V, 16V]. Pentru a obține aceste rezultate am folosit 4 rezistente de 2K.

### 8.3.3. Tensiuni de prag obținute în funcție de VCC

Pentru a obține tensiunile de prag de care am nevoie fără a adăuga surse de tensiune suplimentare, am folosit mai multe divizoare de tensiune, pentru a obține tensiunile dorite din VCC.

tensiunea de prag corespunzătoare fiecărui nivel luminos:

2V.....16V

0 lux.....150 lux

$$\text{Sensibilitate} = \frac{V_{max} - V_{min}}{Lux_{max} - Lux_{min}}$$

$$V_{p0 \text{ lux}} = \text{intensitate}_0 * \text{Sensibilitate} + 2V$$

$$V_{p1 \text{ lux}} = \text{intensitate}_1 * \text{Sensibilitate} + 2V$$

$$V_{p2 \text{ lux}} = \text{intensitate}_2 * \text{Sensibilitate} + 2V$$

$$V_{p3 \text{ lux}} = \text{intensitate}_3 * \text{Sensibilitate} + 2V$$

$$V_{p4 \text{ lux}} = \text{intensitate}_4 * \text{Sensibilitate} + 2V$$

$$V_{p5 \text{ lux}} = \text{intensitate}_5 * \text{Sensibilitate} + 2V$$

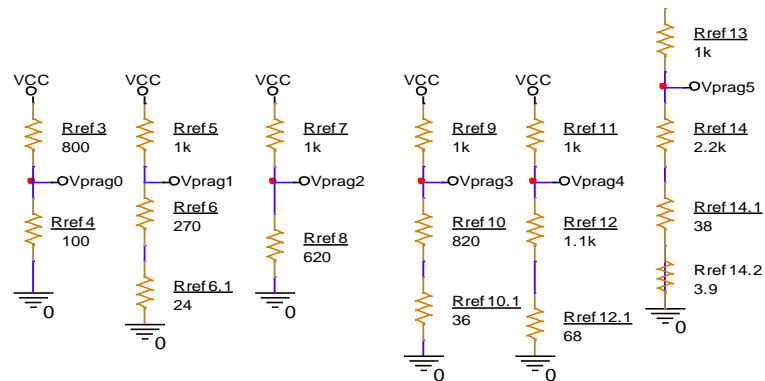
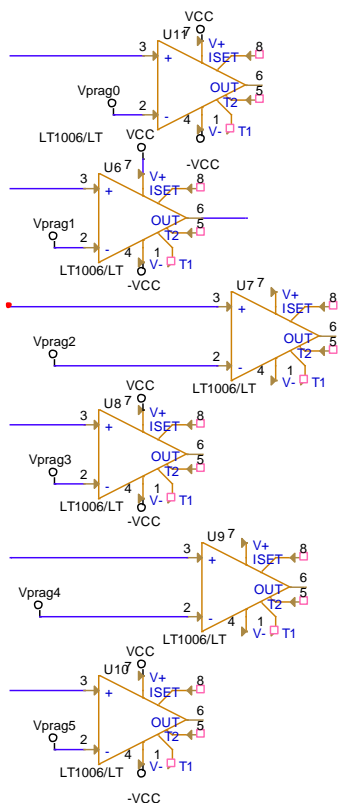


Fig. 13. Praguri aflate în funcție de VCC



## 8.4. Comparare

Tensiunile de prag obținute anterior le- am folosit la intrarea în comparatoarele fără reacție, deoarece am 6 niveluri luminoase am avut nevoie de 6 comparatoare fără reacție pentru a realiza semnalizarea de tip coloana

Fig. 14. Comparatoarele folosite pentru praguri

## 8.5.Semnalizare LED- uri

Deoarece am 6 intervale am ales sa folosesc 6 LED-uri pentru a semnaliza aceste praguri.

- ✚ Primul LED este albastru(LB\_3333) acesta semnalizează intensitatea luminoasă este mai mică decât 30 lucși

- ✚ Al doilea LED este roșu(LS\_3336) acesta semnalizează intensitatea luminoasă cuprinsă între 30-70 de lucși

- ✚ Al treilea LED este galben(Ly\_3336) acesta semnalizează intensitatea luminoasă cuprinsă între 70-90 de lucși

- ✚ Al patrulea LED este portocaliu(Lo\_3336) acesta semnalizează intensitatea luminoasă cuprinsă între 90-110 de lucși

- ✚ Al cincilea LED este verde( LP\_3336) acesta semnalizează intensitatea luminoasă cuprinsă între 110-150 de lucși

Ultimul LED este amber( LA\_3366) acesta semnalizează intensitatea luminoasă mai mare decât 150 de lucși

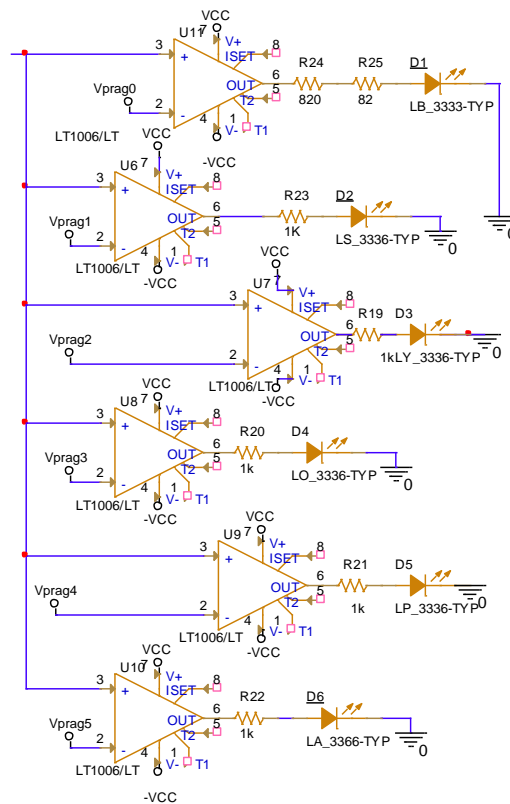


Fig. 15. Semnalizarea de tip coloană

Pentru limitarea curentului, am pus câte o rezistență în serie cu fiecare LED. Am ales  $R23=R19=R20=R21=R22=1k\Omega$ .

Iar pentru primul Led am pus 2 rezistente în serie deoarece avem nevoie de o tensiune de 900V.

## 9. Calcule

### 9.1. Traductor(senzor)

$$V_{\text{senzor\_minim}} = \frac{R_{\text{senzor}}}{R_{\text{senzor}} + R1} * V_{CC} = \frac{100k}{100k + 100k} * 18V = 9V$$

$$V_{\text{senzor\_maxim}} = \frac{R_{\text{senzor}} + R2}{R2 + R_{\text{senzor}} + R1} * V_{CC} = \frac{100k + 20k}{20k + 100k + 100k} * 18V = 9,82V$$



Din aceste calcule se poate observa că tensiunea senzorului variază între 9V și 9.82V.  
Intensitatea luminii  $\in [30, 150]$ .

Pentru că variația tensiunii este destul de mică avem nevoie de un circuit de extindere a domeniului.

## 9.2. Convertor de domeniu

### 9.2.1. Amplificator diferențial

$R_3 = R_4 = 1k\Omega$   $R_5 = R_7 = 1,1k$  și  $R_6 = R_8 = 16k$ .

$$V_{admin} = \frac{R_7 + R_6}{R_3} (V_{referinta} - V_{traductor\_min}) = \frac{17.1K}{1K} (9V - 9V) = 0V$$

$$V_{admax} = \frac{R_7 + R_6}{R_3} (V_{referinta} - V_{traductor\_max}) = \frac{17.1k}{1k} (9.82V - 9V) = 14.02V$$

### 9.2.2. Sumator

$$V_{o\_sumator\_min} = V_{i1} + V_{o\_ampDif\_min} = 2V + 0V = 2V$$

$$V_{o\_sumator\_max} = V_{i1} + V_{o\_ampDif\_max} = 2V + 14.02 = 16.02V$$

### 9.2.3. Tensiuni de prag obținute în funcție de VCC

Calculez tensiunea de prag corespunzătoare fiecărei intensitate luminoase.

2V.....16V

0 lux.....150 lux

$$\text{Sensibilitate} = \frac{V_{max} - V_{min}}{Lux_{max} - Lux_{min}} = \frac{16 - 2}{200 - 0} = \frac{14}{200} = \frac{0.07V}{lux} = \frac{70mV}{lux}$$

Am adăugat 2V deoarece amplificatoarele operaționale nu sunt ideale și oferă o eroare cu  $\pm 2V$ .



$$V_{p0\text{ lux}} = \text{intensitate}_0 * \text{Sensibilitate} + 2V = 0 * 70\text{mV/lux} + 2V = 2V$$

$$V_{p1\text{ lux}} = \text{intensitate}_1 * \text{Sensibilitate} + 2V = 30 * 70\text{mV/lux} + 2V = 4.1V$$

$$V_{p2\text{ lux}} = \text{intensitate}_2 * \text{Sensibilitate} + 2V = 70 * 70\text{mV/lux} + 2V = 6.9V$$

$$V_{p3\text{ lux}} = \text{intensitate}_3 * \text{Sensibilitate} + 2V = 90 * 70\text{mV/lux} + 2V = 8.3V$$

$$V_{p4\text{ lux}} = \text{intensitate}_4 * \text{Sensibilitate} + 2V = 110 * 70\text{mV/lux} + 2V = 9.7V$$

$$V_{p5\text{ lux}} = \text{intensitate}_5 * \text{Sensibilitate} + 2V = 150 * 70\text{mV/lux} + 2V = 12.5V$$

În funcție de tensiunile de lucru aflate mai sus am realizat niște divizoare de tensiune pentru a diviza tensiunea de la intrare +VCC și obținând tensiunile necesare.

Pentru a nu mai modifica calculele făcute am adăugat denumiri suplimentare rezistentelor folosite la pragurile de mai jos spre exemplu în calcule se găsește doar Rref6, dar pentru ca nu exista rezistența de 170Ω am pus 2 rezistențe în serie una de 160Ω și una de 10Ω

### Vprag1

$$V_{\text{prag1}} = \frac{R_{\text{ref6}}}{R_{\text{ref5}} + R_{\text{ref6}}} * V_{CC}$$

$$4,1V = \frac{R_{\text{ref6}}}{R_{\text{ref5}} + R_{\text{ref6}}} * 18V$$

$$\frac{4,1V}{18V} = \frac{R_{\text{ref6}}}{R_{\text{ref5}} + R_{\text{ref6}}}$$

$$0,2278 = \frac{R_{\text{ref6}}}{R_{\text{ref5}} + R_{\text{ref6}}} \Rightarrow \frac{22,78}{100} = \frac{R_{\text{ref6}}}{R_{\text{ref5}} + R_{\text{ref6}}}$$

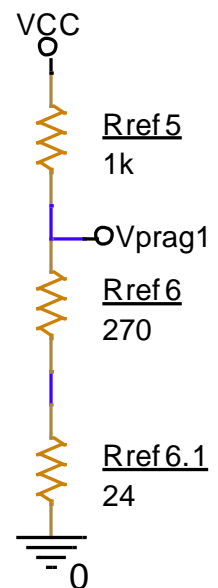
$$100 R_{\text{ref}} = 22,78 R_{\text{ref6}} + 22,78 R_{\text{ref5}}$$

$$77,22 R_{\text{ref6}} = 22,78 R_{\text{ref5}}$$

$$\text{Aleg: } R_{\text{ref5}} = 1k \Rightarrow 77,22 R_{\text{ref6}} = 22,78$$

$$R_{\text{ref6}} = \frac{22,78}{77,22} \Rightarrow R_{\text{ref6}} * 0,295k\Omega$$

$$R_{\text{ref6}} = 295 \Omega \Rightarrow \text{Valori reale: } 270 + 24$$



După cum se poate observa și în imaginea din dreapta datorită faptului că nu este rezistență de 290 Ω, am ales să înseriez 2 rezistențe din seria E24 cu toleranță 5%.

### V<sub>prag2</sub>

$$V_{prag2} = \frac{R_{ref8}}{R_{ref7} + R_{ref8}} * V_{cc} \Rightarrow 6,9V = \frac{R_{ref8}}{R_{ref7} + R_{ref8}} * 18V$$

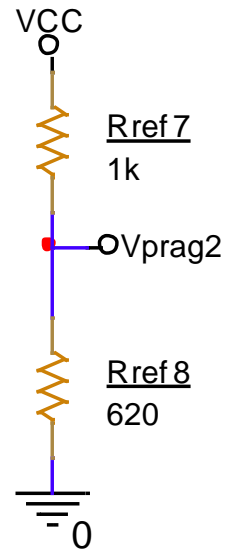
$$\frac{6,9}{18} = \frac{R_{ref8}}{R_{ref7} + R_{ref8}} \Rightarrow \frac{38,33}{100} = \frac{R_{ref8}}{R_{ref7} + R_{ref8}}$$

$$100R_{ref8} = 38,33 R_{ref8} + 38,33 R_{ref7}$$

$$61,67 R_{ref8} = 38,33 R_{ref7}$$

$$\text{Aleg : } R_{ref7} = 1k\Omega$$

$$R_{ref8} = \frac{38,33}{61,67} \Rightarrow R_{ref8} = 621\Omega \Rightarrow \text{Valori reale: } 620\Omega$$



### V<sub>prag3</sub>

$$V_{prag3} = \frac{R_{ref10}}{R_{ref9} + R_{ref10}} * V_{cc} \Rightarrow \frac{8,3}{18} = \frac{R_{ref10}}{R_{ref9} + R_{ref10}}$$

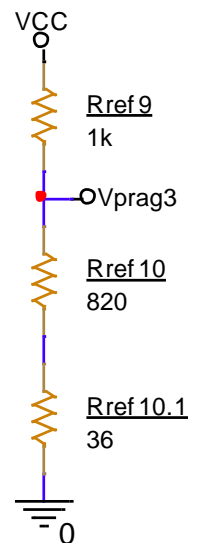
$$\frac{46,11}{100} = \frac{R_{ref10}}{R_{ref9} + R_{ref10}} \Rightarrow$$

$$100R_{ref10} = 46,11R_{ref9} + 46,11R_{ref10}$$

$$\text{Aleg: } R_{ref9} = 1k\Omega \Rightarrow 53,89 R_{ref10} = 46,11$$

$$R_{ref10} = \frac{46,11}{53,89} \Rightarrow R_{ref10} = 856\Omega$$

$$\Rightarrow \text{Valori reale: } 820 + 36\Omega$$



După cum se poate observa și în imaginea din dreapta datorită faptului că nu este rezistență de 856 Ω , am ales să înseriez 2 rezistențe din seria E24 cu toleranță 5%.

### V<sub>prag4</sub>

$$V_{prag4} = \frac{R_{ref12}}{R_{ref11} + R_{ref12}} * V_{CC}$$

$$\frac{9,7}{18} = \frac{R_{ref12}}{R_{ref11} + R_{ref12}}$$

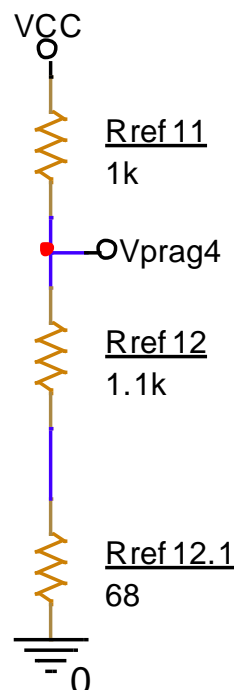
$$\frac{53,89}{100} = \frac{R_{ref12}}{R_{ref11} + R_{ref12}}$$

$$\Rightarrow 100R_{ref12} = 53,89 R_{ref11} + 53,89R_{ref12}$$

Aleg:  $R_{ref11} = 1k\Omega$

$$\Rightarrow 46,11 R_{ref12} = 53,89 \quad R_{ref12} = 1168\Omega$$

Valori reale:  $1,1k\Omega + 68\Omega$



După cum se poate observa și în imaginea din dreapta datorită faptului că nu este rezistență de  $1168\Omega$ , am ales să înseriez 2 rezistențe din seria E24 cu toleranță 5%.

### V<sub>prag5</sub>

$$V_{prag5} = \frac{R_{ref14}}{R_{ref13} + R_{ref14}} * V_{CC}$$

$$\frac{12,5}{18} = \frac{R_{ref14}}{R_{ref13} + R_{ref14}} \Rightarrow \frac{69,44}{100} = \frac{R_{ref14}}{R_{ref13} + R_{ref14}}$$

$$100R_{ref14} = 69,44 R_{ref14} + 69,44R_{ref13}$$

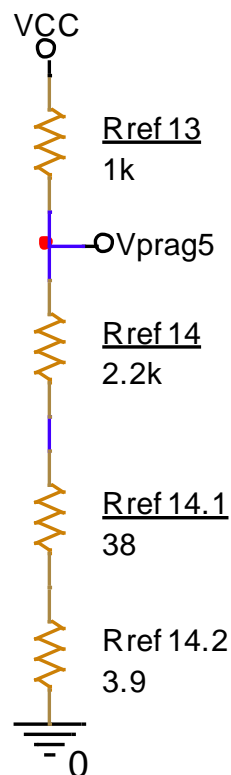
$$30,56 R_{ref14} = 69,44$$

Aleg:  $R_{ref13} = 1k\Omega$

$$R_{ref14} = \frac{69,44}{30,56} \quad R_{ref14} = 2272\Omega$$

Valori reale:  $2,2k + 38\Omega + 3,9\Omega$

După cum se poate observa și în imaginea din dreapta datorită faptului că nu este rezistență de  $2272\Omega$ , am ales să înseriez 3 rezistențe din seria E24 cu toleranță 5%.



## 10.Simulări

### Senzor

Am realizat o analiză DC Sweep, pentru a observa semnalul de la ieșirea senzorului.

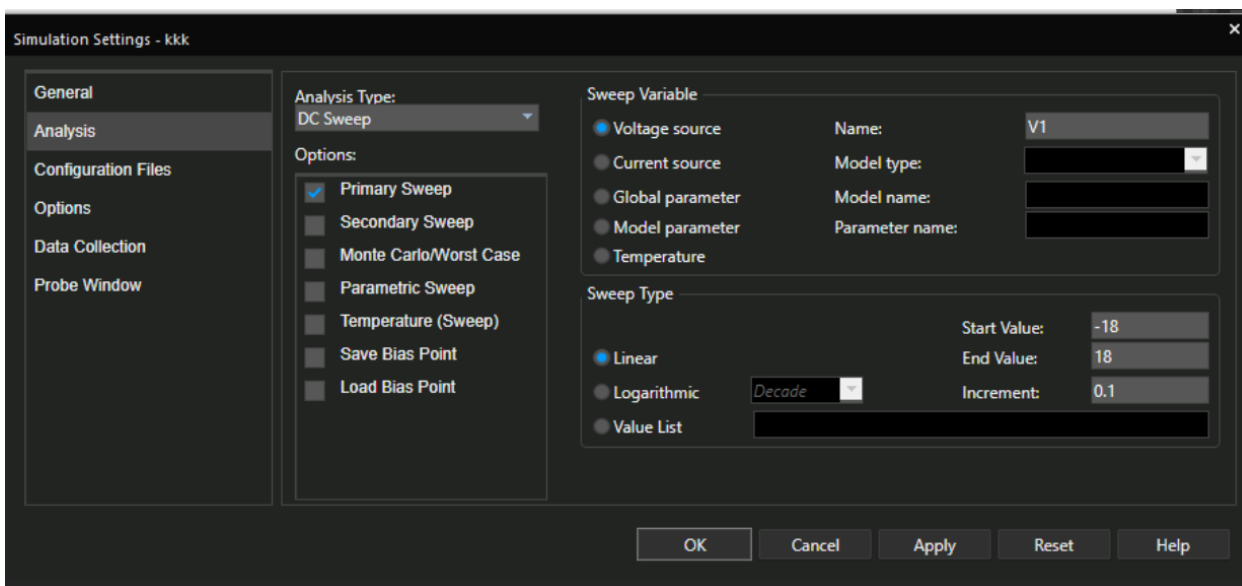


Fig. 16.Profilul de simulare pentru analiza DC Sweep

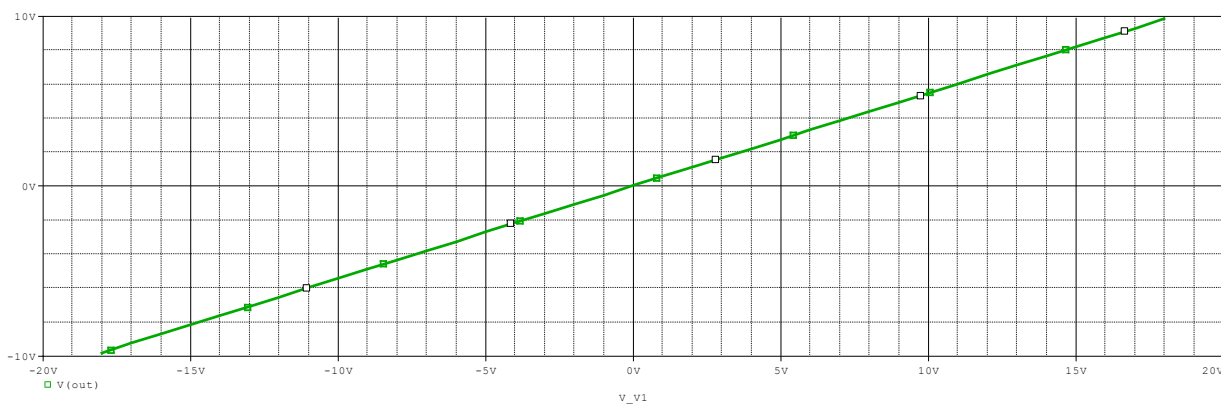


Fig. 17. Tensiunea de la ieșirea senzorului

Se poate observa din graficul de mai sus că tensiunea de ieșire variază între -18V și 18V.

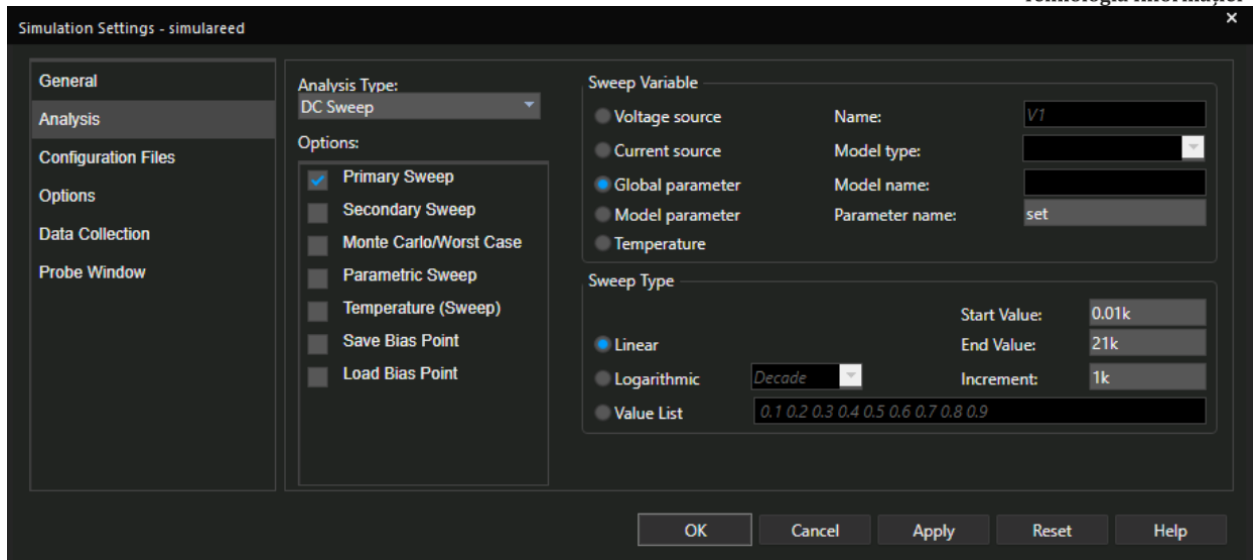


Fig. 18. Profilul de simulare a analizei DC Sweep cu parametru global

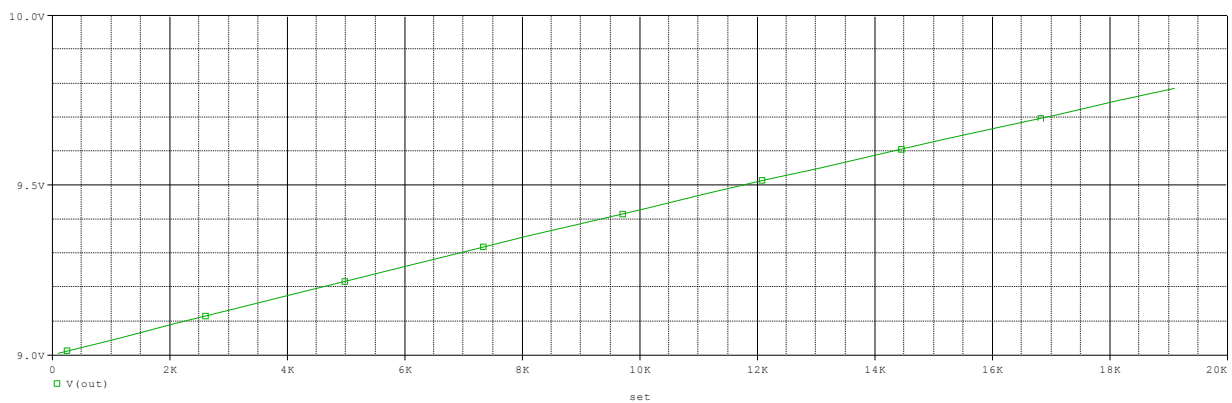


Fig. 19. Tensiunea de la ieșirea senzorului în funcție de rezistența variabilă

Vizualizez variația tensiunii de la ieșirea senzorului în funcție de rezistența variabilă. Se observă că această tensiune variază liniar între 9V și 9,82V.

Datorită toleranțelor rezistențelor circuitul nu este perfect liniarizat , acest lucru se poate observa în diagrama de mai jos. Pentru a realiza aceasta diagramă am extras valorile graficului din simulare, și am creat un Excel pentru a putea pune o linie perfect dreaptă, comparativ cu graficul dat in simularea creată.

## Amplificator Diferențial

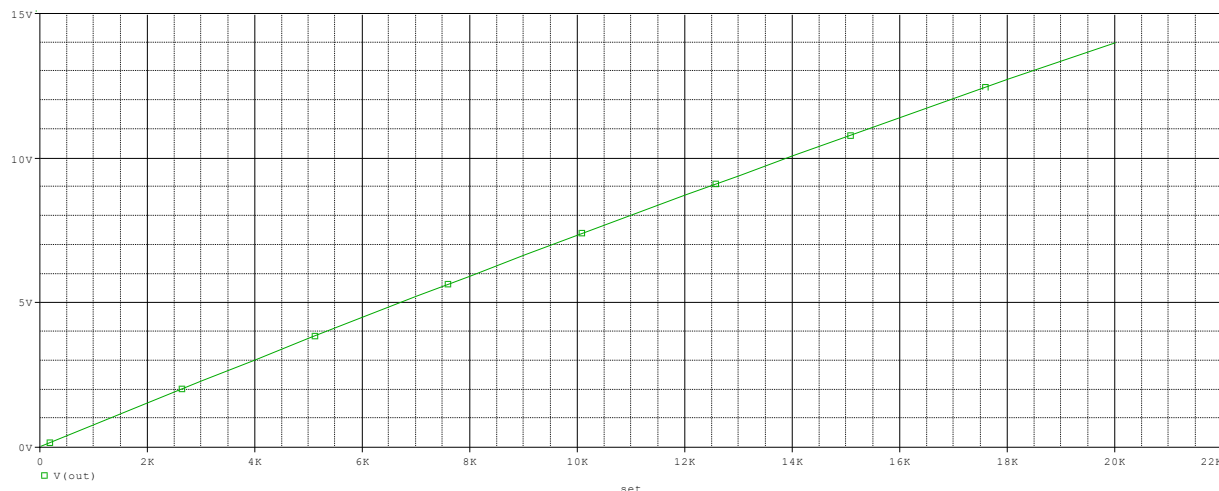


Fig. 20. Tensiunea de la ieșirea amplificatorului diferențial

Pentru a afișa această tensiune este folosită tot analiza DC Sweep cu profilul de simulare prezentat mai sus.

În graficul de mai sus este reprezentată variația tensiunii de la ieșirea amplificatorului diferențial. Se poate observa că începe să varieze de la 0 la 9.82, adică am scăzut cu 9V tensiunea de la care începea să varieze. Inițial varia de la 9 la 9,82.

Iar acum variază de la 0 la 14. Deoarece am scăzut la 0 valoarea de început scăzând 9V.

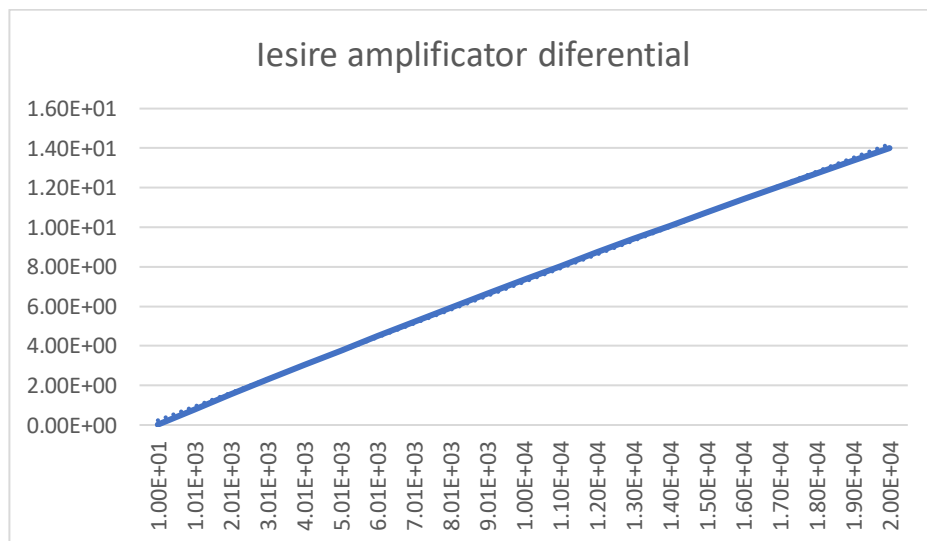


Fig. 21. Tensiunea de la ieșirea amplificatorului diferențial pentru a observa liniaritatea

## Sumator

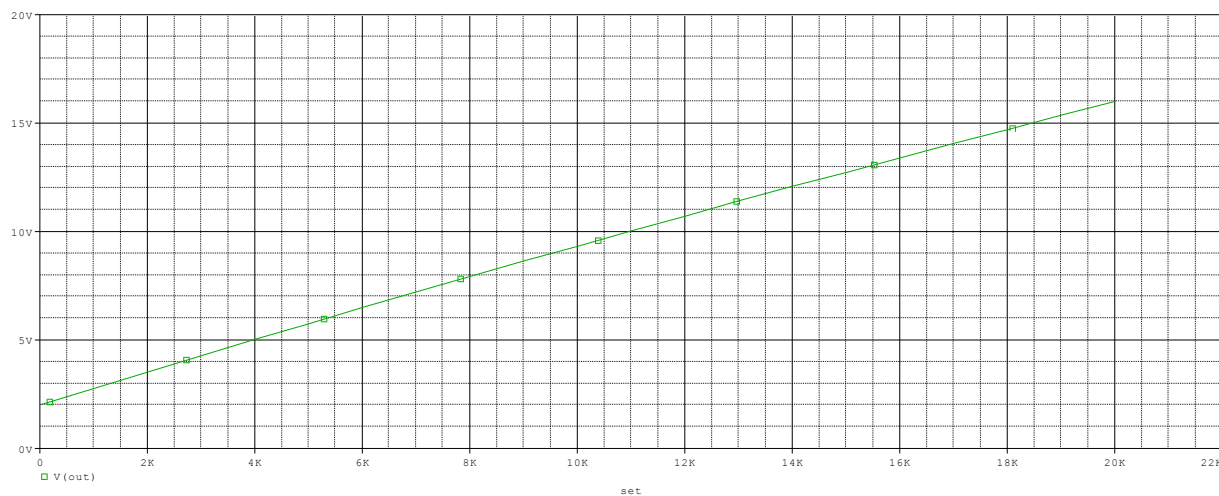


Fig. 22. Tensiunea de la ieșirea sumatorului

Se poate observa faptul ca la ieșirea sumatorului tensiunea variază între 2V și 16V, acest fapt este rezultatul măririi domeniului.

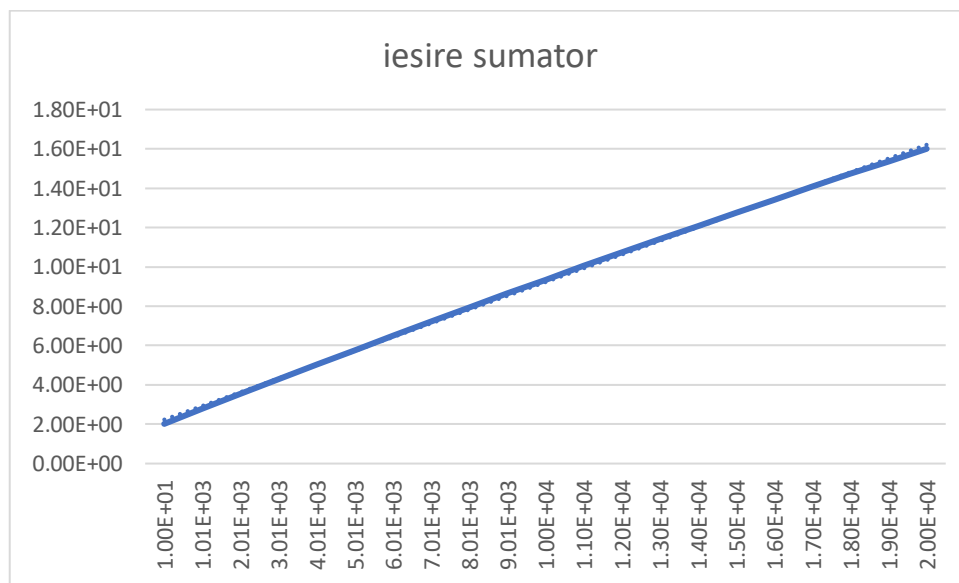


Fig. 23. Tensiunea de la ieșirea sumatorului



## Tensiunile de prag

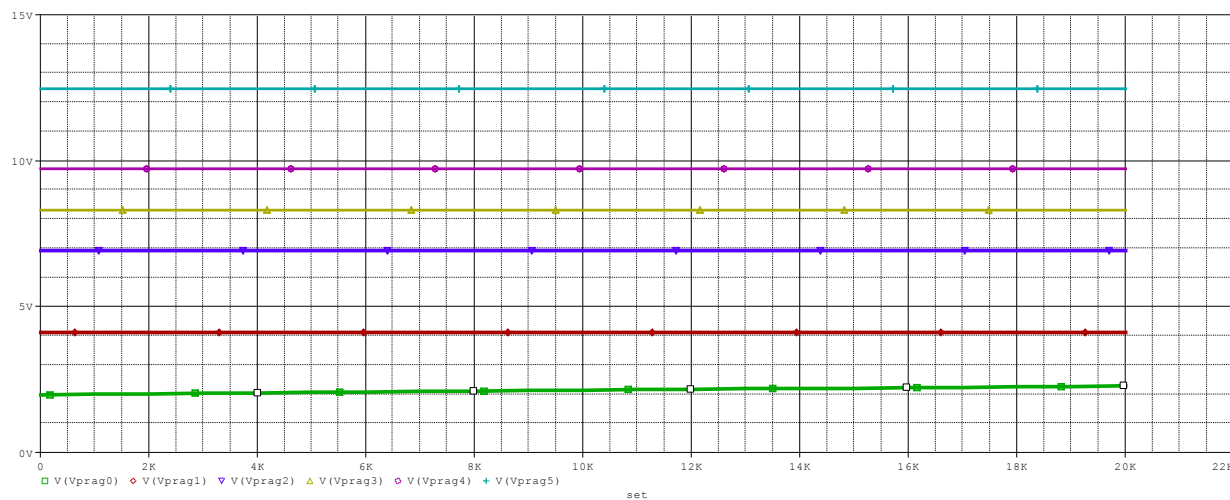


Fig. 24. Tensiuni de prag

Aceste tensiuni de prag semnifica fiecare tensiune pentru intervalele luminoase. Acestea voi fi puse pe intrarea – a comparatoarelor fără reacție folosite pentru iluminarea de tip coloana.

## Semnalizarea nivelului de lichid

Aceasta semnalizare este de tip coloană, adică fiecare led care se aprinde , la tensiunea corespunzătoare nivelurilor de lucși rămâne aprins până la final. Se va rula o analiză DC Sweep, în care se va baleia parametrul global „set” de la 0,01k la 21k cu increment 1k.

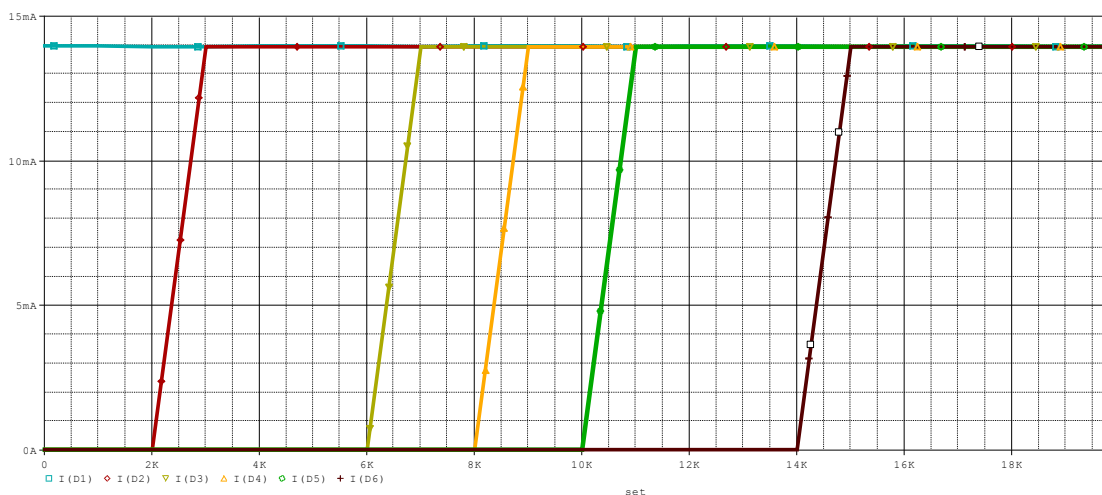


Fig. 25. Semnalizarea de tip coloană

Se afișează curentul prin fiecare LED pentru a vedea dacă acesta ar lumina în realitate. Pentru a pune în evidență faptul că un anumit LED va semnaliza nivelul corespunzător de lichid, se va afișa și domeniul de tensiune de la ieșirea sumatorului,  $V(out)$ , deoarece fiecărui nivel îi corespunde o tensiune de prag. Astfel, în figura de mai jos, pe primul grafic este afișată tensiunea de la ieșirea sumatorului, iar pe cel de-al doilea sunt afișate curentii prin fiecare LED.

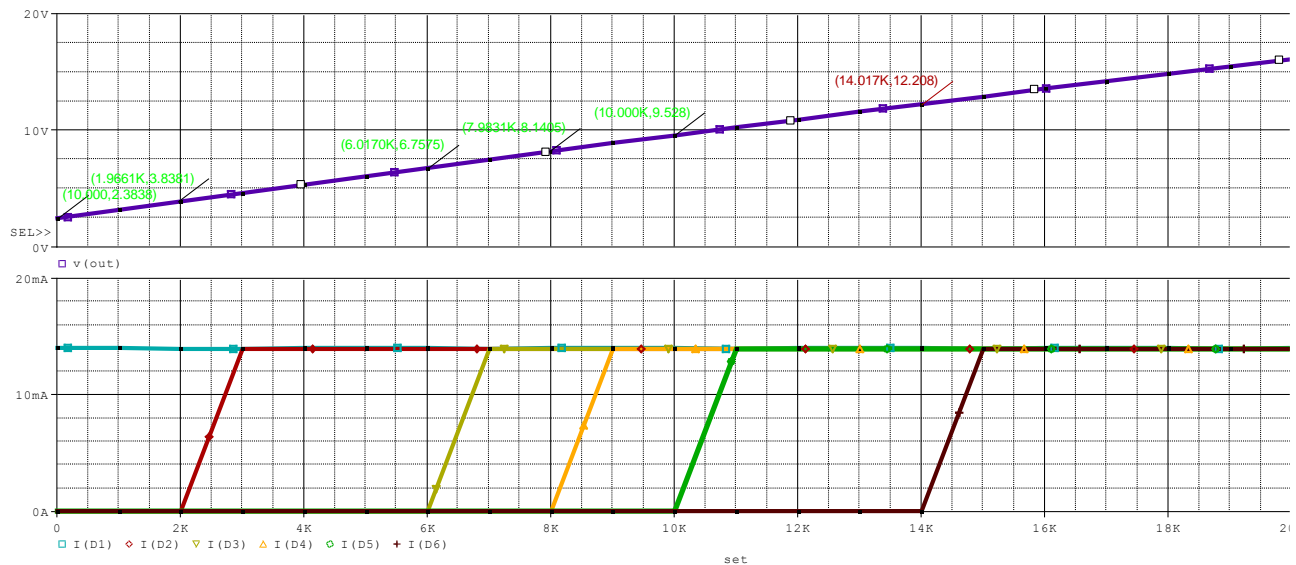


Fig. 26. Deschiderea ledurilor

Prima valoare din paranteza reprezintă curentii prin LED-uri, iar a doua momentul în care aceștia luminează.

Pentru a realiza semnalizarea de mai sus am folosit LED-uri modelate în Pspice Model Editor, după parametri reali extrași din foile de catalog.

Pentru testarea ledurilor am realizat o simulare DC Sweep:

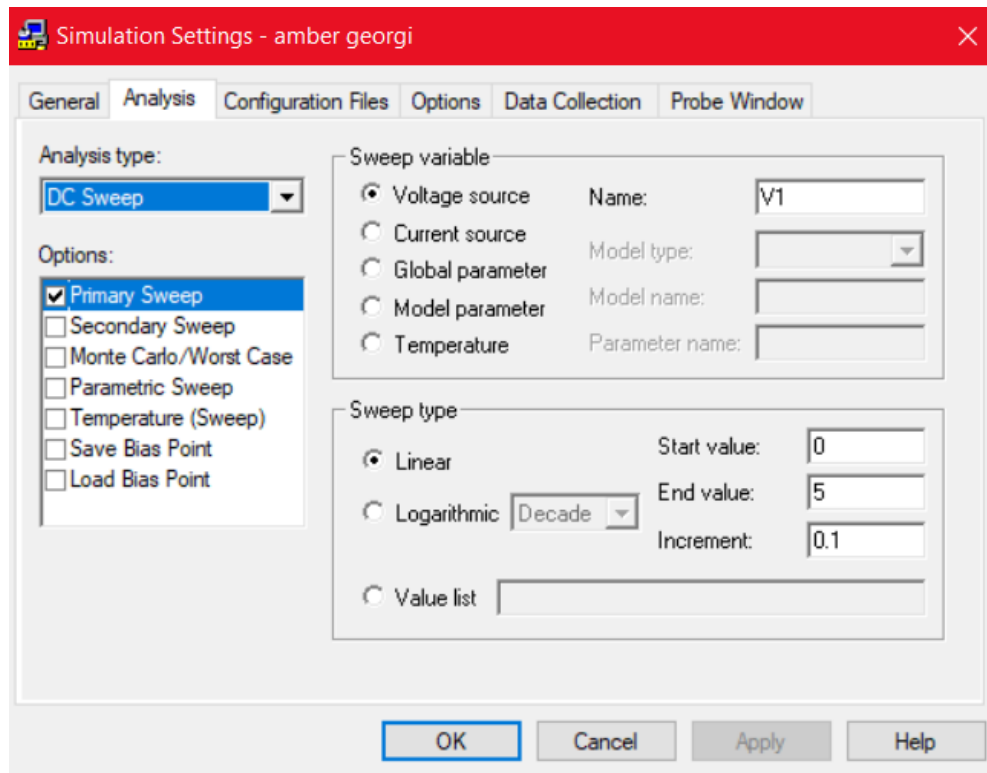


Fig. 27. Profil de simulare pentru testarea ledurilor

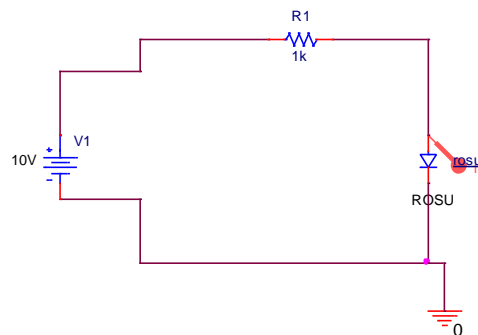


Fig. 28. Schema electrică de test folosită pentru testarea LED-ului roșu

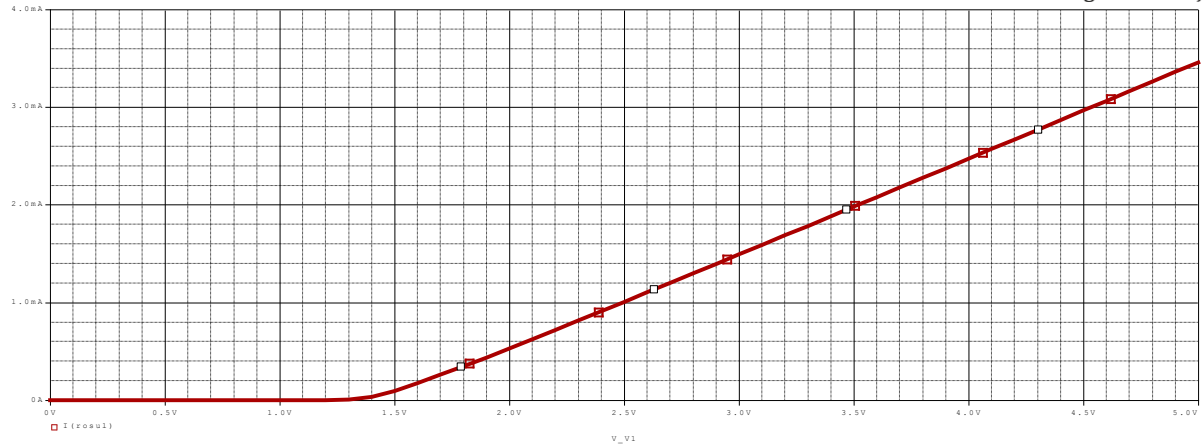


Fig. 29. Funcționalitate LED Roșu

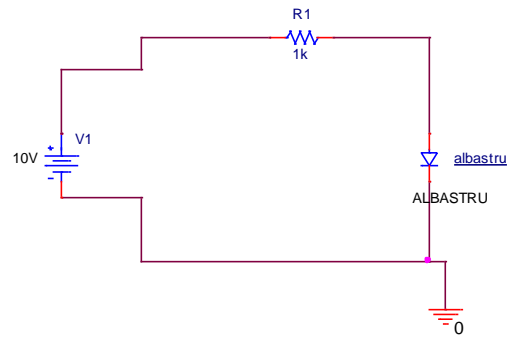


Fig. 30. Schema electrică de test folosită pentru testarea LED-ului albastru

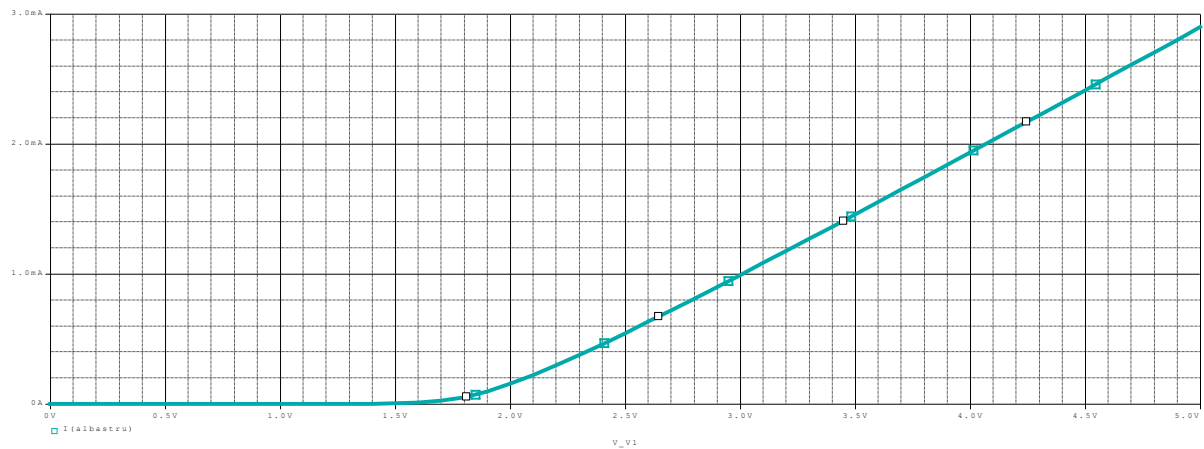


Fig. 31. Funcționalitate led albastru

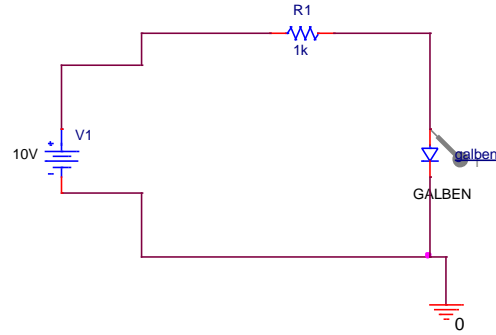


Fig. 30. Schema electrică de test folosită pentru testarea LED-ului galben

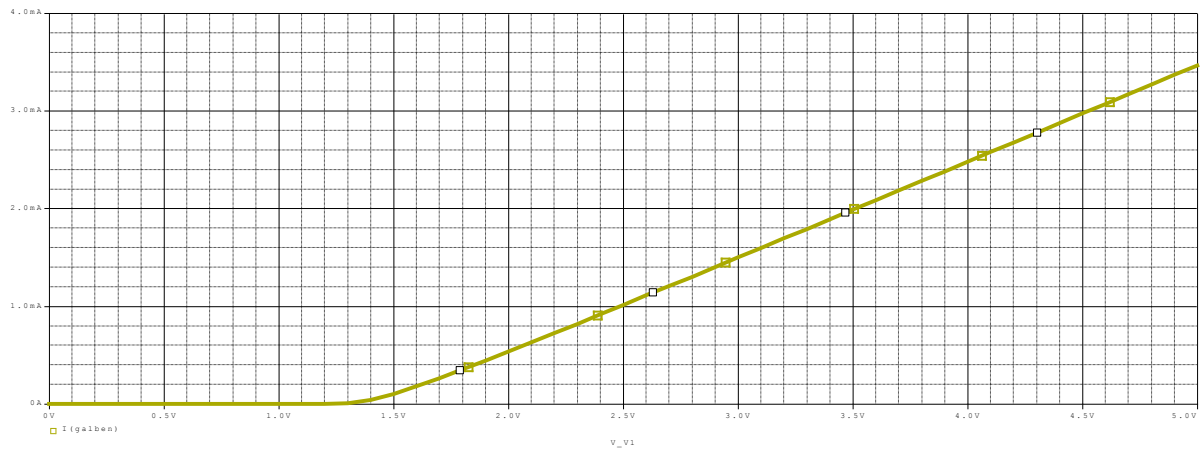


Fig. 33. Funcționalitate LED galben

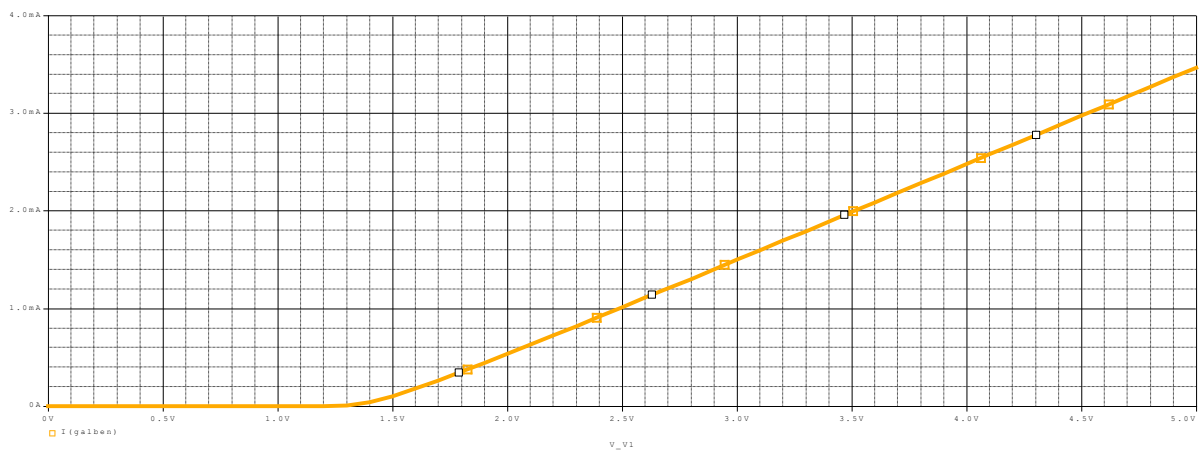


Fig. 34. Funcționalitate LED galben

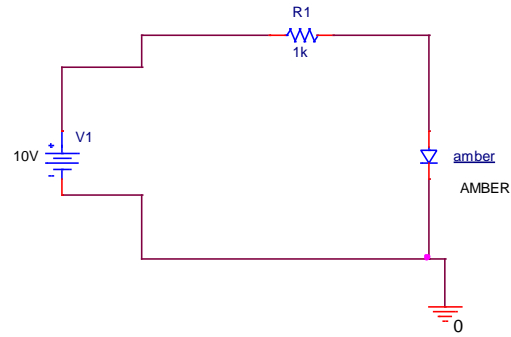


Fig. 35. Schema electrică de test folosită pentru testarea LED-ului amber

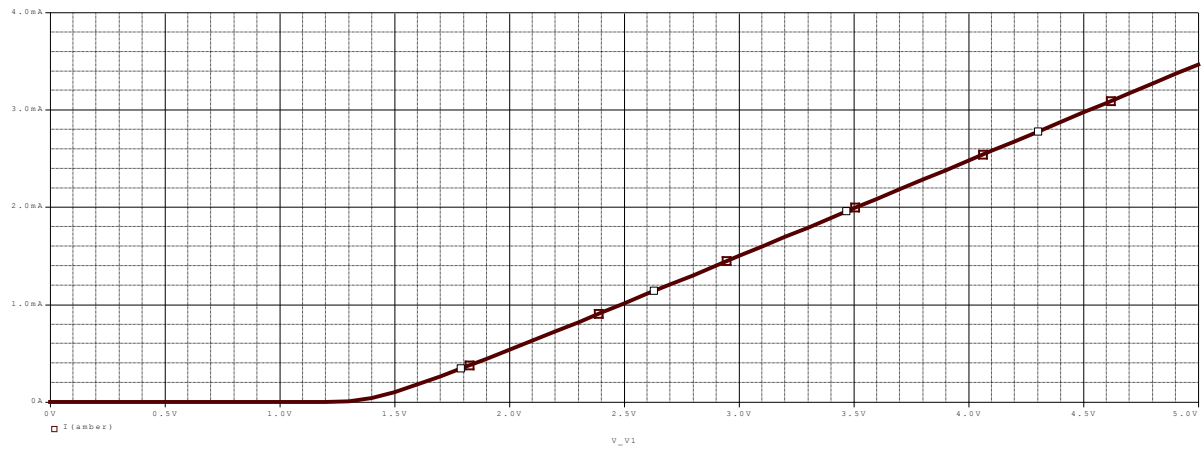


Fig. 36. Funcționalitate LED amber

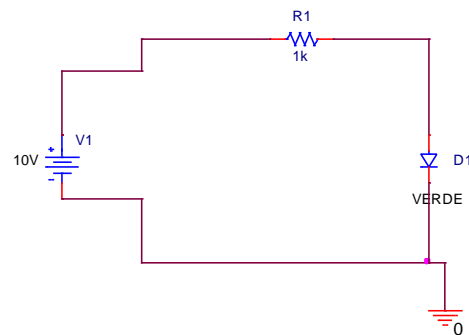


Fig. 37. Schema electrică de test folosită pentru testarea LED-ului verde

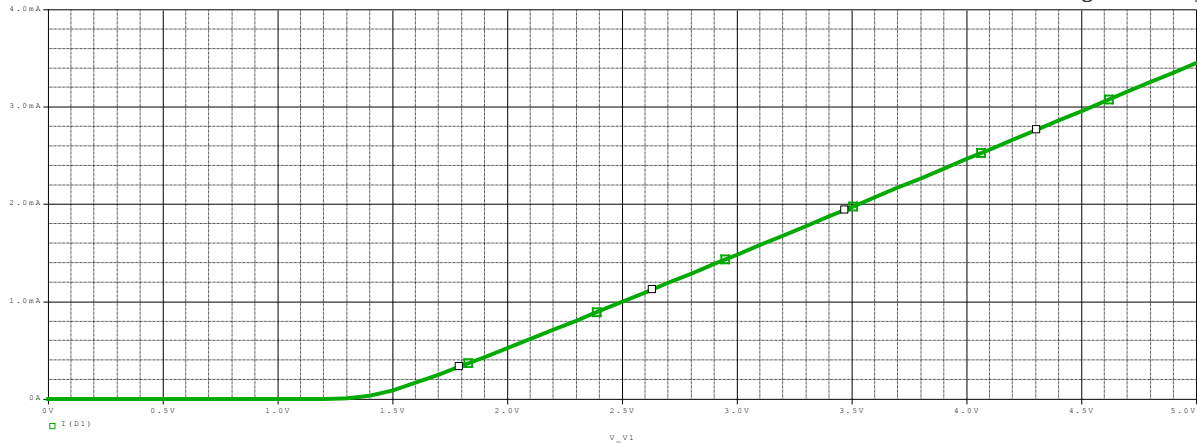


Fig. 38. Funcționalitate LED verde

## Monte Carlo

Setez parametrul Tolerance al tuturor rezistențelor la valoarea 5% și definesc o analiză Monte Carlo, pentru a observa cum se comportă circuitul la variații ale valorilor componentelor.

Pentru a realiza această analiză setez parametrul Tolerance al tuturor rezistențelor la valoarea 5% și definesc o analiză Monte Carlo, pentru a observa cum se comportă circuitul la variații ale valorilor componentelor.

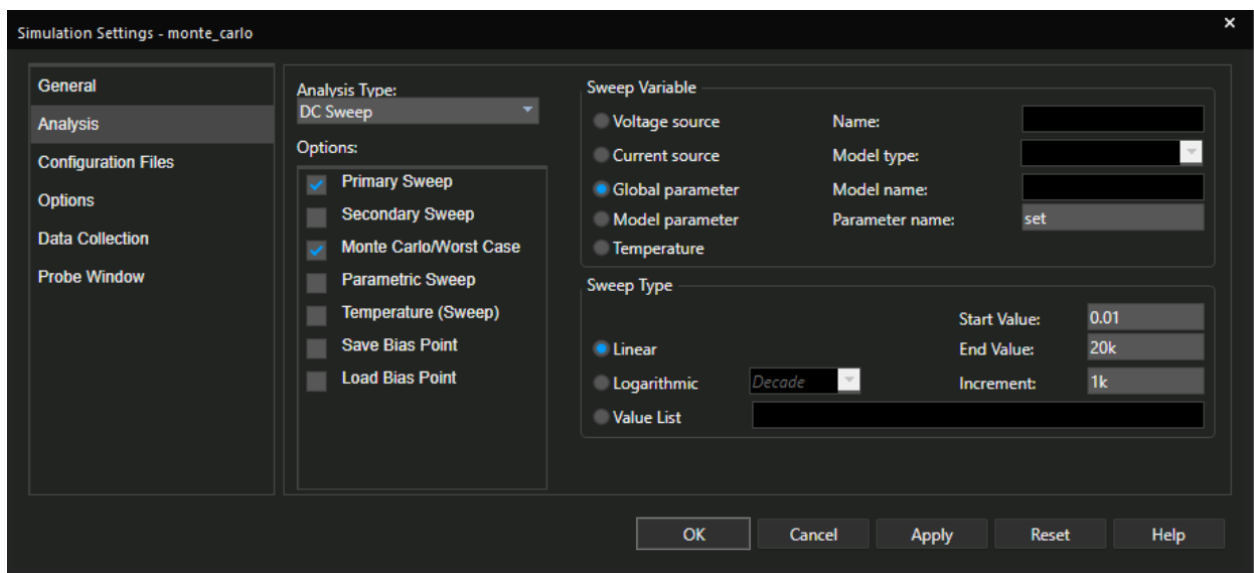


Fig. 39. Profilul de simulare pentru analiza DC Sweep- Monte Carlo

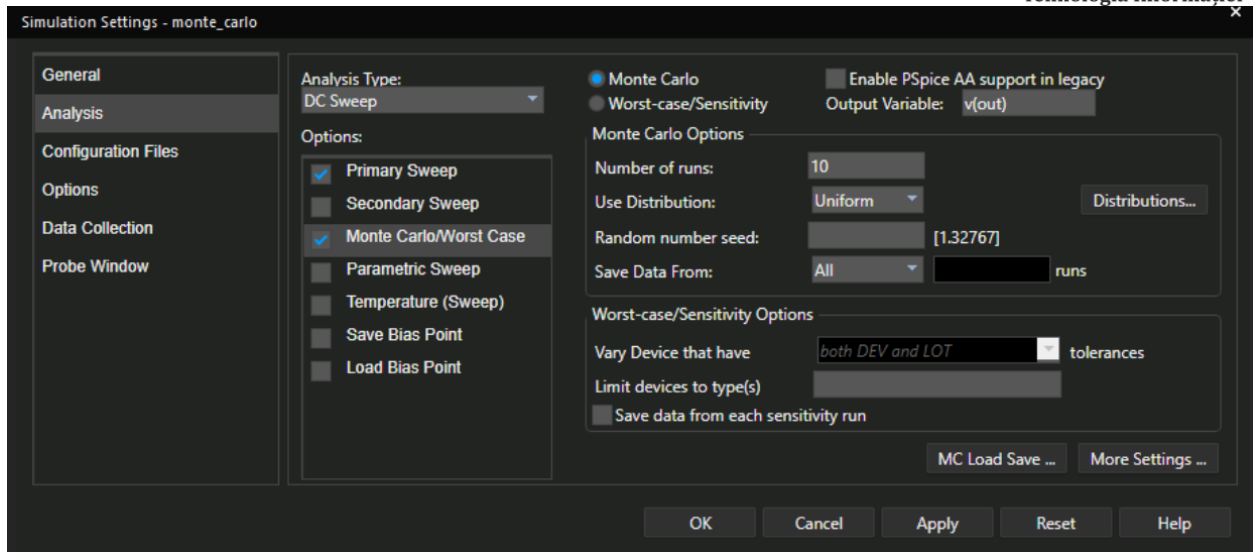


Fig. 40. Profilul de simulare pentru analiza Monte Carlo

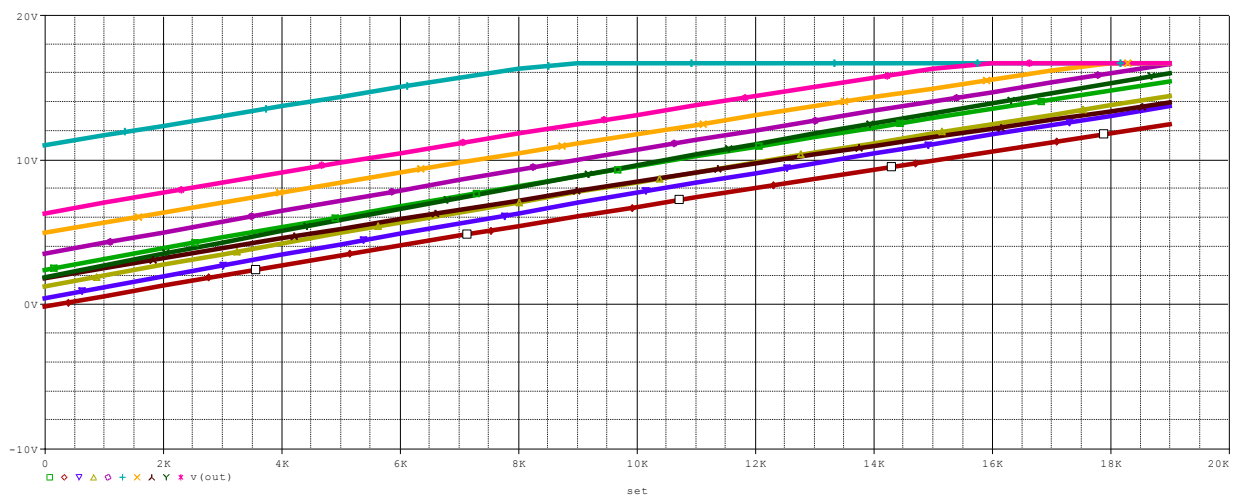


Fig. 41. Rezultat analiză Monte Carlo



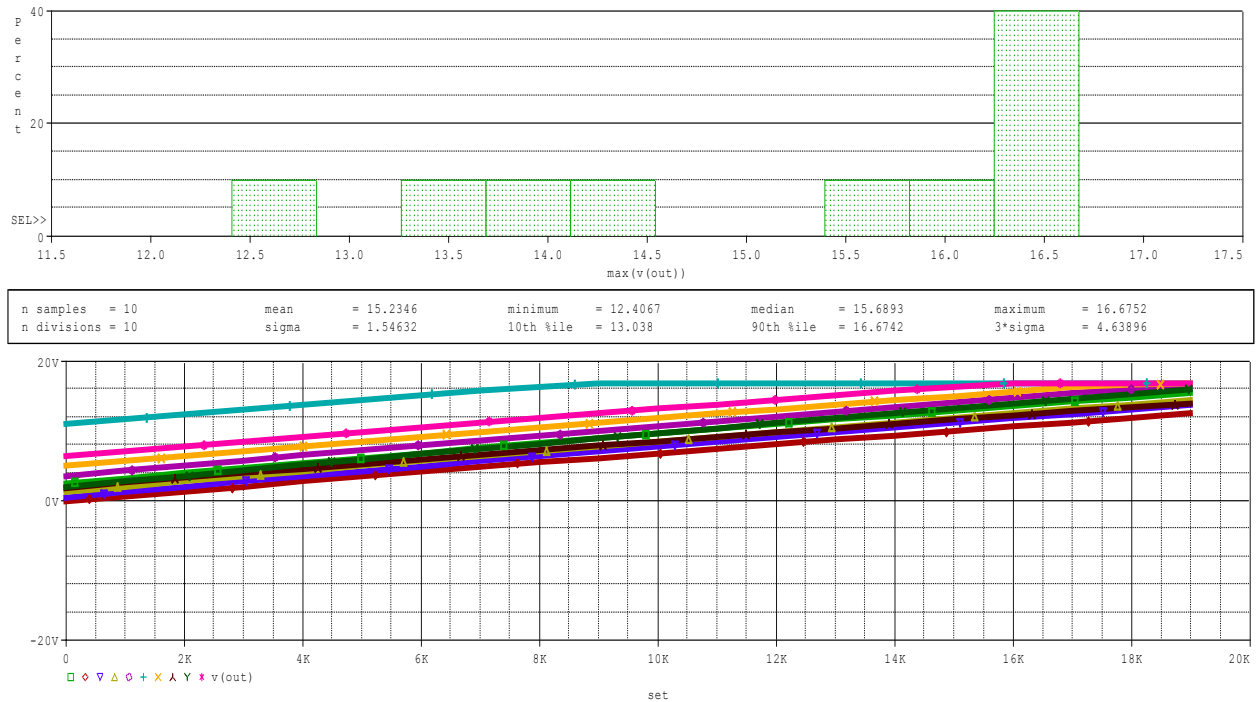


Fig. 41. Rezultat analiza de performanță Monte Carlo

În figura de mai sus, se observă faptul că tensiunea maximă de la ieșirea senzorului are șanse de 10 % să fie 12,5V, 13,5V etc. și 40% să fie 16,5V. Restul statisticii de asemenea poate fi citită de pe grafic.

## Worst Case

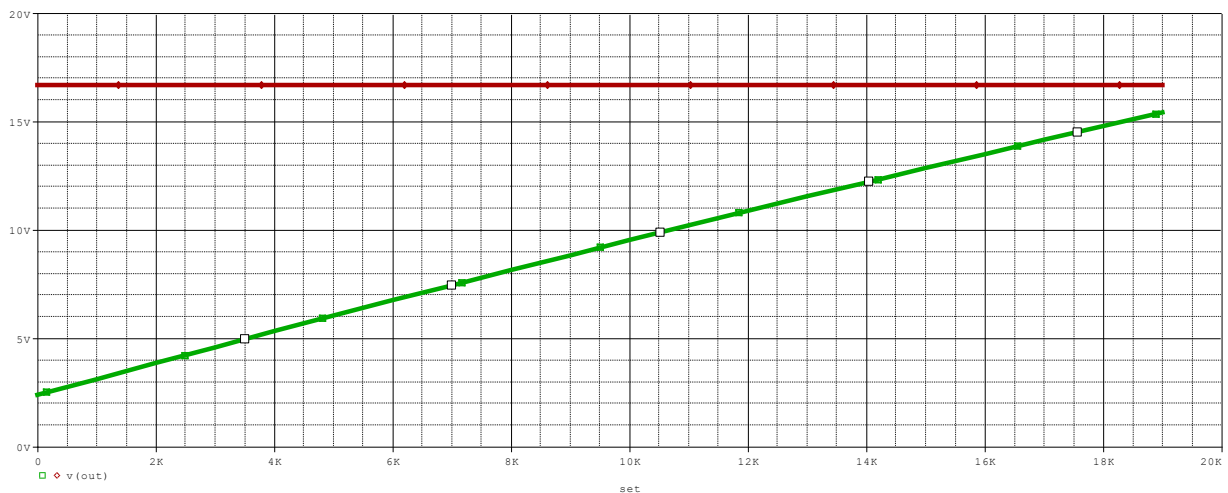


Fig. 42. Rezultat analiza Worst Case

WORST CASE ALL DEVICES				
Device	MODEL	PARAMETER	NEW VALUE	
R_R1	R_R1	R	.95	(Decreased)
R_Rsensor	R_Rsensor	R	1.05	(Increased)
R_R3	R_R3	R	1.05	(Increased)
R_R4	R_R4	R	.95	(Decreased)
R_R5	R_R5	R	.95	(Decreased)
R_R7	R_R7	R	1.05	(Increased)
R_R6	R_R6	R	.95	(Decreased)
R_R8	R_R8	R	1.05	(Increased)
R_Rref3	R_Rref3	R	.95	(Decreased)
R_Rref4	R_Rref4	R	1.05	(Increased)
R_R13	R_R13	R	.95	(Decreased)
R_R14	R_R14	R	1.05	(Increased)
R_R15	R_R15	R	1.05	(Increased)
R_R16	R_R16	R	.95	(Decreased)
R_Rref5	R_Rref5	R	.95	(Decreased)
R_Rref6	R_Rref6	R	.95	(Decreased)
R_Rref6_Rref6_1R_Rref6_Rref6_1R			.95	(Decreased)
R_Rref7	R_Rref7	R	.95	(Decreased)
R_Rref8	R_Rref8	R	.95	(Decreased)
R_Rref9	R_Rref9	R	.95	(Decreased)
R_Rref10	R_Rref10	R	.95	(Decreased)
R_Rref10_Rref10_1R_Rref10_Rref10_1R			.95	(Decreased)
R_Rref11	R_Rref11	R	.95	(Decreased)
R_Rref12	R_Rref12	R	.95	(Decreased)
R_Rref12_Rref12_1R_Rref12_Rref12_1R			.95	(Decreased)
R_Rref13	R_Rref13	R	.95	(Decreased)
R_Rref14	R_Rref14	R	.95	(Decreased)
R_Rref14_Rref14_1R_Rref14_Rref14_1R			.95	(Decreased)
R_R23	R_R23	R	.95	(Decreased)
R_R21	R_R21	R	.95	(Decreased)
R_R19	R_R19	R	.95	(Decreased)
R_R20	R_R20	R	.95	(Decreased)
R_R22	R_R22	R	.95	(Decreased)
R_R24	R_R24	R	.95	(Decreased)
R_Rref14_Rref14_2R_Rref14_Rref14_2R			.95	(Decreased)
R_Rref1	R_Rref1	R	1.05	(Increased)
R_Rref2	R_Rref2	R	.95	(Decreased)
R_R25	R_R25	R	.95	(Decreased)

Fig. 42. Rezultat al fișierului de ieșire al analizei Worst Case

În figura de mai sus, Fig.42, se poate observa în ce direcție a fost schimbată toleranța componentelor pentru a analiza cel mai rău caz posibil.

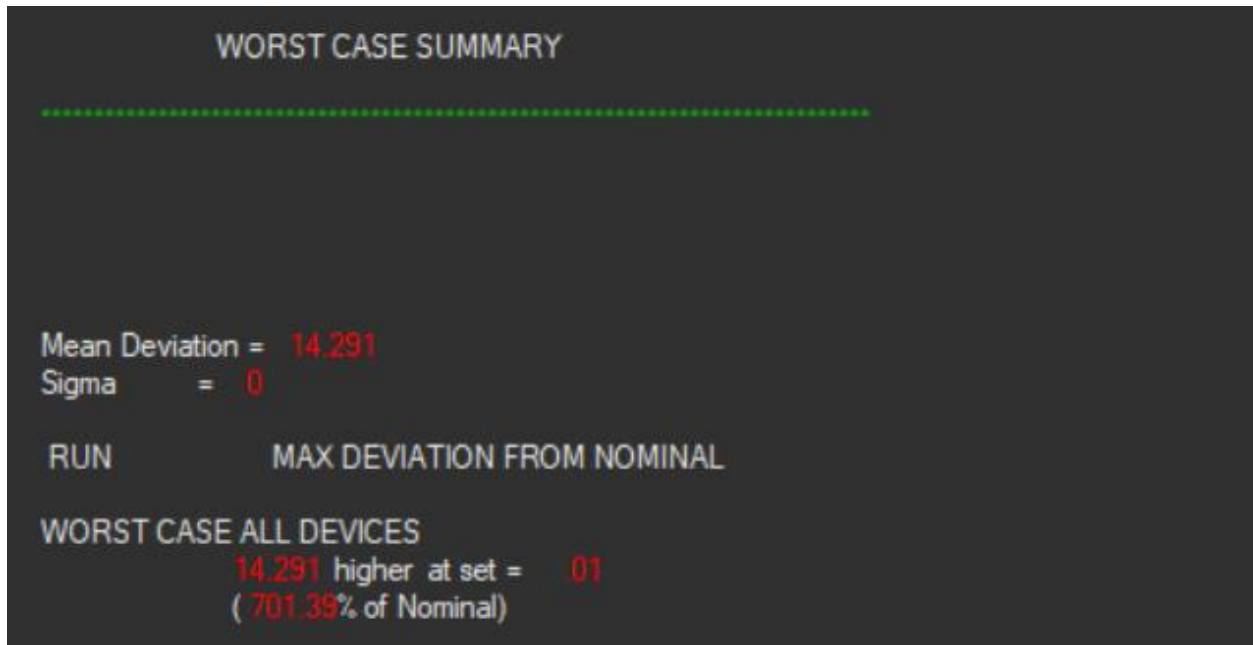


Fig. 43. Worst Case Summary

În Fig.43 este prezentat cel mai defavorabil scenariu, la set = 0.01, unde avem o deviație de 14.291 % de la valoarea nominală.

## Bibliografie

- [https://www.google.com/search?q=amplificator+diferential&tbm=isch&ved=2ahUKEwjCq4L566X3AhUD-qQKHbFnD7kQ2-cCegQIABAA&oq=amplificator+diferential&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQQzIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBAGAEBgYBAGAEBhQAFgAYMMDaABwAHgAgAFkiAFkkgEDMC4xmAEAqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=MKphYsLTFoP0kwWxz73ICw&bih=656&biw=1418](https://www.google.com/search?q=amplificator+diferential&tbm=isch&ved=2ahUKEwjCq4L566X3AhUD-qQKHbFnD7kQ2-cCegQIABAA&oq=amplificator+diferential&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQQzIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBAGAEBgYBAGAEBhQAFgAYMMDaABwAHgAgAFkiAFkkgEDMC4xmAEAqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=MKphYsLTFoP0kwWxz73ICw&bih=656&biw=1418)
- [https://www.google.com/search?q=amplificator+sumator&tbm=isch&ved=2ahUKEwiDz9uP96X3AhUru6QKHyr-C5kQ2-cCegQIABAA&oq=amplificator+sumator&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzIFCAAQgAQyBggAEAgQHjIECAAQGD0HCCMQ7wMQJzoECAAQQzoGCAAQBRAeULEfWNsqYMcsaABwAHgAgAFgiAHMBZIBATiYAQCgAQGqAQtnD3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=6LVhYoO7Lqv2kgWE\\_a3ICQ&bih=656&biw=1418](https://www.google.com/search?q=amplificator+sumator&tbm=isch&ved=2ahUKEwiDz9uP96X3AhUru6QKHyr-C5kQ2-cCegQIABAA&oq=amplificator+sumator&gs_lcp=CgNpbWcQAzIFCAAQgAQyBggAEAgQHjIECAAQGD0HCCMQ7wMQJzoECAAQQzoGCAAQBRAeULEfWNsqYMcsaABwAHgAgAFgiAHMBZIBATiYAQCgAQGqAQtnD3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=6LVhYoO7Lqv2kgWE_a3ICQ&bih=656&biw=1418)
- Proiectare asistată de calculator. Aplicații – Ovidiu Pop, Raul Fizeșan, Gabriel Chindriș. Editura U.T.PRESS, Cluj-Napoca, 2013
- Curs Dispozitive Electronice – Ovidiu Pop



## Foi de catalog

amplificator



LT1006

Precision, Single Supply  
Op Amp

### FEATURES

- Single Supply Operation  
Input Voltage Range Extends to Ground  
Output Swings to Ground while Sinking Current
- Guaranteed Offset Voltage: 50 $\mu$ V Max
- Guaranteed Low Drift: 1.3 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C Max
- Guaranteed Offset Current: 0.5nA Max
- Guaranteed High Gain  
5mA Load Current: 1.5 Million Min  
17mA Load Current: 0.8 Million Min
- Guaranteed Low Supply Current: 520 $\mu$ A Max
- Supply Current can be Reduced by a Factor of 4
- Low Voltage Noise, 0.1Hz to 10Hz: 0.55 $\mu$ V<sub>p-p</sub>  
Low Current Noise—  
Better than OP-07: 0.07pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$  at 10Hz
- High Input Impedance: 250M $\Omega$  Min
- Minimum Supply Voltage: 2.7V Min

### APPLICATIONS

- Low Power Sample-and-Hold Circuits
- Battery-Powered Precision Instrumentation  
Strain Gauge Signal Conditioners  
Thermocouple Amplifiers
- 4mA to 20mA Current Loop Transmitters
- Active Filters

### DESCRIPTION

The LT<sup>®</sup>1006 is the first precision single supply operational amplifier. Its design has been optimized for single supply operation with a full set of specifications at 5V. Specifications at  $\pm 15$ V are also provided.

The LT1006 has a low offset voltage of 20 $\mu$ V, drift of 0.2 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C, offset current of 120pA, gain of 2.5 million, common mode rejection of 114dB and power supply rejection of 126dB.

Although supply current is only 340 $\mu$ A, a novel output stage can source or sink in excess of 20mA while retaining high voltage gain. Common mode input range includes ground to accommodate low ground-referenced inputs from strain gauges or thermocouples, and output can swing to within a few millivolts of ground. If a higher slew rate (in excess of 1V/ $\mu$ s) or micropower operation (supply current down to 90 $\mu$ A) is required, the operating currents can be modified by connecting an external optional resistor to Pin 8.

For similar single supply precision dual and quad op amps, please see the LT1013/LT1014 data sheet. For micropower dual and quad op amps, please see the LT1078/LT1079 data sheet.

LT and LT are registered trademarks of Linear Technology Corporation.

## LT1006

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Note 1)

Supply Voltage .....  $\pm 22$ V  
Input Voltage ..... Equal to Positive Supply Voltage  
Input Voltage ..... 5V Below Negative Supply Voltage  
Differential Input Voltage ..... 30V  
Output Short-Circuit Duration ..... Indefinite

Operating Temperature Range

LT1006AM/LT1006M (**OBSOLETE**) .....  $-55^{\circ}\text{C}$  to  $125^{\circ}\text{C}$

LT1006AC/LT1006C/LT1006S8 .....  $0^{\circ}\text{C}$  to  $70^{\circ}\text{C}$

Storage Temperature Range .....  $-65^{\circ}\text{C}$  to  $150^{\circ}\text{C}$

Lead Temperature (Soldering, 10 sec) .....  $300^{\circ}\text{C}$

### PACKAGE/ORDER INFORMATION

	ORDER PART NUMBER		ORDER PART NUMBER
	LT1006AMH LT1006MH LT1006ACH LT1006CH		LT1006CN8 LT1006S8
		S8 PART MARKING	
		1006	
			LT1006AMJ8 LT1006MJ8 LT1006ACJ8 LT1006CJ8

#### OBSOLETE PACKAGES

Consider the N8 or S8 Package for Alternate Source

Consult LTC Marketing for parts specified with wider operating temperature ranges.

Leduri  
Albastru

## Hyper 3 mm (T1) LED Hyper-Bright LED Lead (Pb) Free Product - RoHS Compliant

LB 3333, LT 3333



Vorläufige Daten für OS-PCN-2007-003-A /  
Preliminary Data for OS-PCN-2007-003-A

### Besondere Merkmale

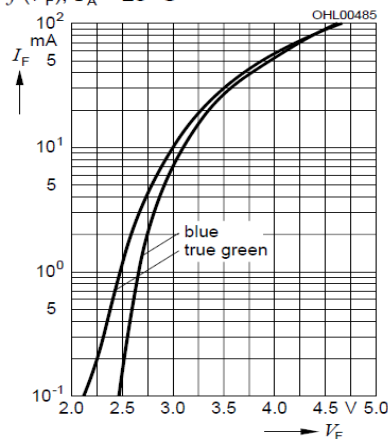
- **Gehäusetyp:** nicht eingefärbtes, mikrodifuses 3 mm (T1) Gehäuse
- **Besonderheit des Bauteils:** enge Abstrahlcharakteristik; Lötspieße mit Aufsetzebene
- **Wellenlänge:** 470 nm (blau), 528 nm (true green)
- **Abstrahlwinkel:** 40°
- **Technologie:** InGaN
- **optischer Wirkungsgrad:** 2 lm/W (blau), 8 lm/W (true green)
- **Gruppierungsparameter:** Lichtstärke, Wellenlänge
- **Lötmethode:** Wellenlöten (TTW)

### Features

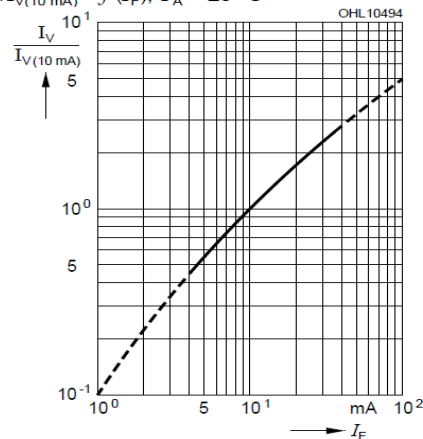
- **package:** colorless, micro diffused 3 mm (T1) package
- **feature of the device:** narrow viewing angle, solder leads with stand-off
- **wavelength:** 470 nm (blue), 528 nm (true green)
- **viewing angle:** 40°
- **technology:** InGaN
- **optical efficiency:** 2 lm/W (blue), 8 lm/W (true green)
- **grouping parameter:** luminous intensity, wavelength
- **soldering methods:** TTW soldering
- **packing:** bulk, available taped on reel

LB 3333, LT 3333

Durchlassstrom<sup>2)</sup> Seite 13  
Forward Current<sup>2)</sup> page 13  
 $I_F = f(V_F); T_A = 25^\circ\text{C}$



Relative Lichtstärke<sup>2)</sup> 8) Seite 13  
Relative Luminous Intensity<sup>2)</sup> 8) page 13  
 $I_V/I_{V(10\text{ mA})} = f(I_F); T_A = 25^\circ\text{C}$



Relative Lichtstärke<sup>2)</sup> Seite 13



## Galben și portocaliu

### Hyper 3 mm (T1) LED, Non Diffused Hyper-Bright LED Lead (Pb) Free Product - RoHS Compliant

LS 3336, LO 3336, LY 3336



Vorläufige Daten für OS-PCN-2004-005-A /  
Preliminary Data for OS-PCN-2004-005-A

#### Besondere Merkmale

- **Gehäusetyp:** nicht eingefärbtes, klares 3 mm (T1) Gehäuse
- **Besonderheit des Bauteils:** Lötspieße mit Aufsetzebene
- **Wellenlänge:** 633 nm (super-rot), 606 nm (orange), 587 nm (gelb)
- **Abstrahlwinkel:** 50°
- **Technologie:** InGaAlP
- **optischer Wirkungsgrad:** 11 lm/W (gelb, orange), 7 lm/W (super-rot)
- **Gruppierungsparameter:** Lichtstärke
- **Lötmethode:** Wellenlöten (TTW)
- **Verpackung:** Schüttgut, gegurtet lieferbar
- **ESD-Festigkeit:** ESD-sicher bis 2 kV nach IESD22-A114-B

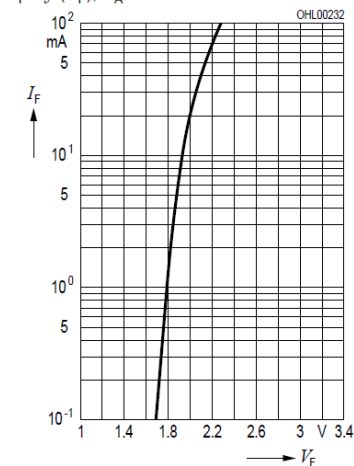
#### Features

- **package:** colorless, clear 3 mm (T1) package
- **feature of the device:** solder leads with stand-off
- **wavelength:** 633 nm (super-red), 606 nm (orange), 587 nm (yellow)
- **viewing angle:** 50°
- **technology:** InGaAlP
- **optical efficiency:** 11 lm/W (yellow, orange), 7 lm/W (super-red)
- **grouping parameter:** luminous intensity
- **soldering methods:** TTW soldering
- **packing:** bulk, available taped on reel
- **ESD-withstand voltage:** up to 2 kV acc. to JESD22-A114-B

LS 3336, LO 3336, LY 3336

Durchlassstrom<sup>2) Seite 12</sup>  
Forward Current<sup>2) page 12</sup>

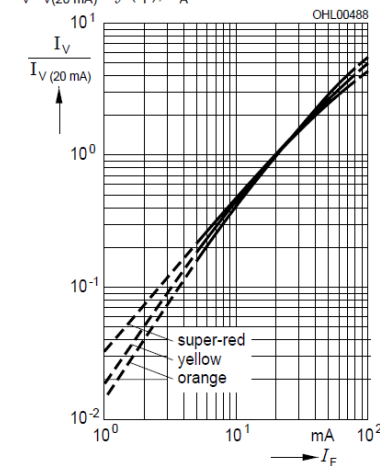
$$I_F = f(V_F); T_A = 25^\circ\text{C}$$



Maximal zulässiger Durchlassstrom

Relative Lichtstärke<sup>2) 8) Seite 12</sup>  
Relative Luminous Intensity<sup>2) 8) page 12</sup>

$$I_V/I_{V(20\text{ mA})} = f(I_F); T_A = 25^\circ\text{C}$$



Relative Lichtstärke<sup>2) Seite 12</sup>

## Amber

### Hyper 3 mm (T1) LED, Diffused Hyper-Bright LED

LS 3366, LA 3366, LO 3366, LY 3366



#### Besondere Merkmale

- **Gehäusetyp:** eingefärbtes, diffuses 3 mm (T1) Gehäuse
- **Besonderheit des Bauteils:** Lötspieße mit Aufsetzebene
- **Wellenlänge:** 633 nm (super-rot), 615 nm (amber), 606 nm (orange), 587 nm (gelb)
- **Abstrahlwinkel:** 70°
- **Technologie:** InGaAlP
- **optischer Wirkungsgrad:** 11 lm/W (gelb, orange, amber), 7 lm/W (super-rot)
- **Gruppierungsparameter:** Lichtstärke
- **Lötmethode:** Wellenlöten (TTW)
- **Verpackung:** Schüttgut, gegurtet lieferbar
- **ESD-Festigkeit:** ESD-sicher bis 2 kV nach EOS/ESD-5.1-1993

#### Features

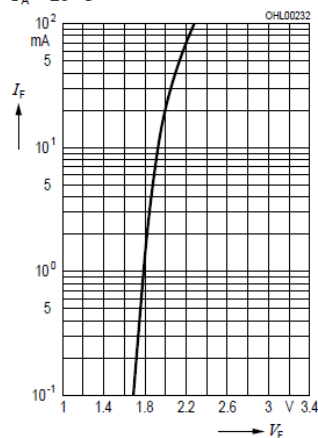
- **package:** colored, diffused 3 mm (T1) package
- **feature of the device:** solder leads with stand-off
- **wavelength:** 633 nm (super-red), 615 nm (amber), 606 nm (orange), 587 nm (yellow)
- **viewing angle:** 70°
- **technology:** InGaAlP
- **optical efficiency:** 11 lm/W (yellow, orange, amber), 7 lm/W (super-red)
- **grouping parameter:** luminous intensity
- **soldering methods:** TTW soldering
- **packing:** bulk, available taped on reel
- **ESD-withstand voltage:** up to 2 kV acc. to EOS/ESD-5.1-1993

### LS 3366, LA 3366, LO 3366, LY 3366

Durchlassstrom  $I_F = f(V_F)$

Forward Current

$T_A = 25^\circ\text{C}$

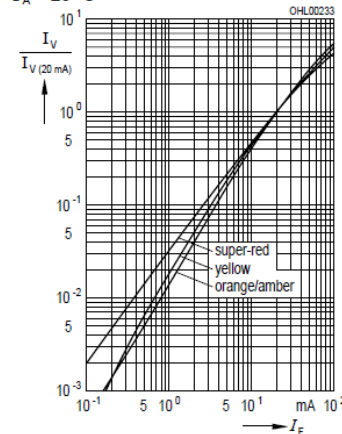


Maximal zulässiger Durchlassstrom  $I_F = f(T)$   
Max. Permissible Forward Current

Relative Lichtstärke  $I_V/I_{V(20\text{ mA})} = f(I_F)$

Relative Luminous Intensity

$T_A = 25^\circ\text{C}$



Relative Lichtstärke  $I_V/I_{V(25^\circ\text{C})} = f(T_A)$   
Relative Luminous Intensity  
 $I_F = 20\text{ mA}$



Roșu

# SIEMENS

Hyper 3 mm (T1) LED, Non Diffused  
Hyper-Bright LED

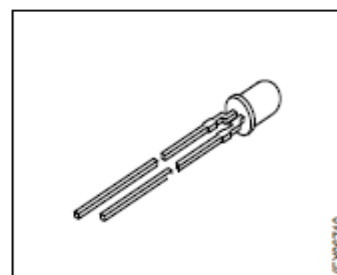
LS 3336, LA 3336, LO 3336  
LY 3336

## Besondere Merkmale

- nicht eingefärbtes, klares Gehäuse
- zur Einkopplung in Lichtleiter
- als optischer Indikator einsetzbar
- Lötspieße mit Aufsetzebene
- gegurtet lieferbar
- Störimpulsfest nach DIN 40839

## Features

- colorless, clear package
- optical coupling into light pipes
- for use as optical indicator
- solder leads with stand-off
- available taped on reel
- load dump resistant acc. to DIN 40839



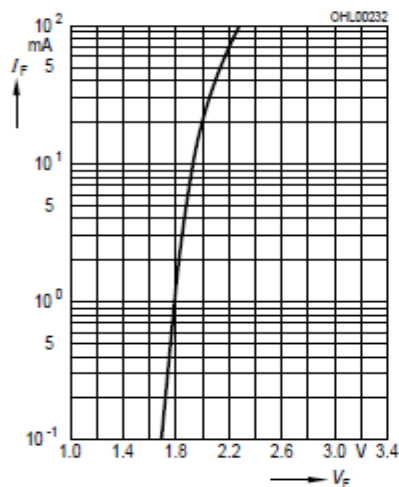
# SIEMENS

LS 3336, LA 3336, LO 3336, LY 3336

Durchlaßstrom  $I_F = f(V_F)$

Forward current

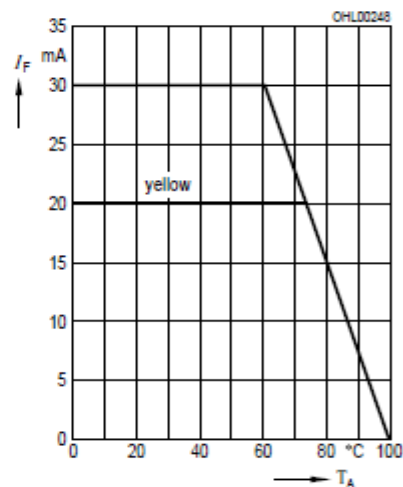
$T_A = 25^\circ\text{C}$



Maximal zulässiger Durchlaßstrom

Max. permissible forward current

$I_F = f(T_A)$



Verde

**Hyper 3 mm (T1) LED, Non Diffused  
Hyper-Bright LED**  
**Lead (Pb) Free Product - RoHS Compliant**

**LP 3336**



Vorläufige Daten für OS-PCN-2004-005-A /  
Preliminary Data for OS-PCN-2004-005-A

#### Besondere Merkmale

- **Gehäusetyp:** nicht eingefärbtes, klares 3 mm (T1) Gehäuse
- **Besonderheit des Bauteils:** Lötspieße mit Aufsetzebene
- **Wellenlänge:** 560 nm (pure green)
- **Abstrahlwinkel:** 50°
- **Technologie:** InGaAlP
- **optischer Wirkungsgrad:** 1,5 lm/W
- **Gruppierungsparameter:** Lichtstärke, Wellenlänge
- **Lötmethode:** Wellenlöten (TTW)
- **Verpackung:** Schüttgut, gegurtet lieferbar
- **ESD-Festigkeit:** ESD-sicher bis 2 kV nach JESD22-A114-B

#### Features

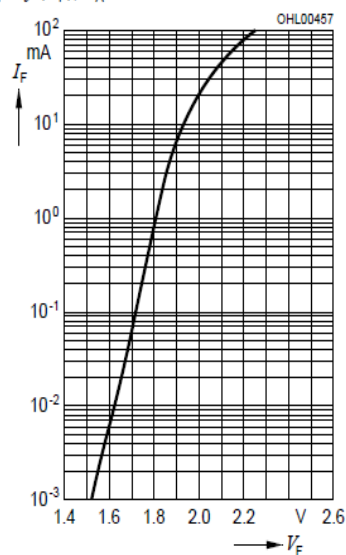
- **package:** colorless, clear 3 mm (T1) package
- **feature of the device:** solder leads with stand-off
- **wavelength:** 560 nm (pure green)
- **viewing angle:** 50°
- **technology:** InGaAlP
- **optical efficiency:** 1.5 lm/W
- **grouping parameter:** luminous intensity, wavelength
- **soldering methods:** TTW soldering
- **packing:** bulk, available taped on reel
- **ESD-withstand voltage:** up to 2 kV acc. to JESD22-A114-B

**LP 3336**

Durchlassstrom<sup>2)</sup> Seite 12

Forward Current<sup>2)</sup> page 12

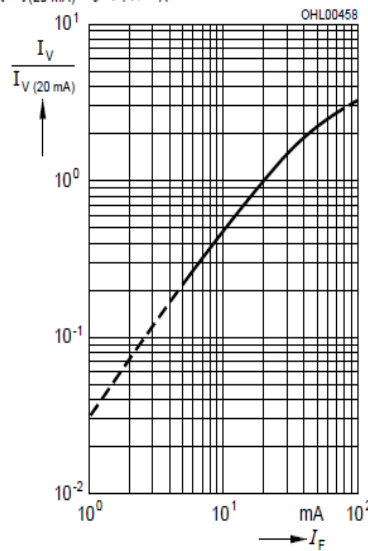
$I_F = f(V_F); T_A = 25^\circ\text{C}$



Relative Lichtstärke<sup>2)</sup> 8) Seite 12

Relative Luminous Intensity<sup>2)</sup> 8) page 12

$I_V / I_{V(20\text{ mA})} = f(I_F); T_A = 25^\circ\text{C}$



Relative Lichtstärke<sup>2)</sup> Seite 12

Relative Luminous Intensity<sup>2)</sup> page 12

$I_V / I_{V(25^\circ\text{C})} = f(T); I_F = 20\text{ mA}$

