

Lucrarea nr.4 – Materiale optoelectronice

1. Scopul lucrării.

Scopul acestei lucrări de laborator este cunoașterea unor materiale folosite în optoelectronică, măsurarea caracteristicilor unor dispozitive optoelectronice: diode luminescente (LED) și fototranzistoare.

2.

Tabel 4-2

Treapta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
U(v)	0	0.42	0.84	1.26	1.68	2.1	2.52	2.94	3.36	3.78	4.2	4.62	5.04	5.46	5.88	6.7

Tabel 4-3

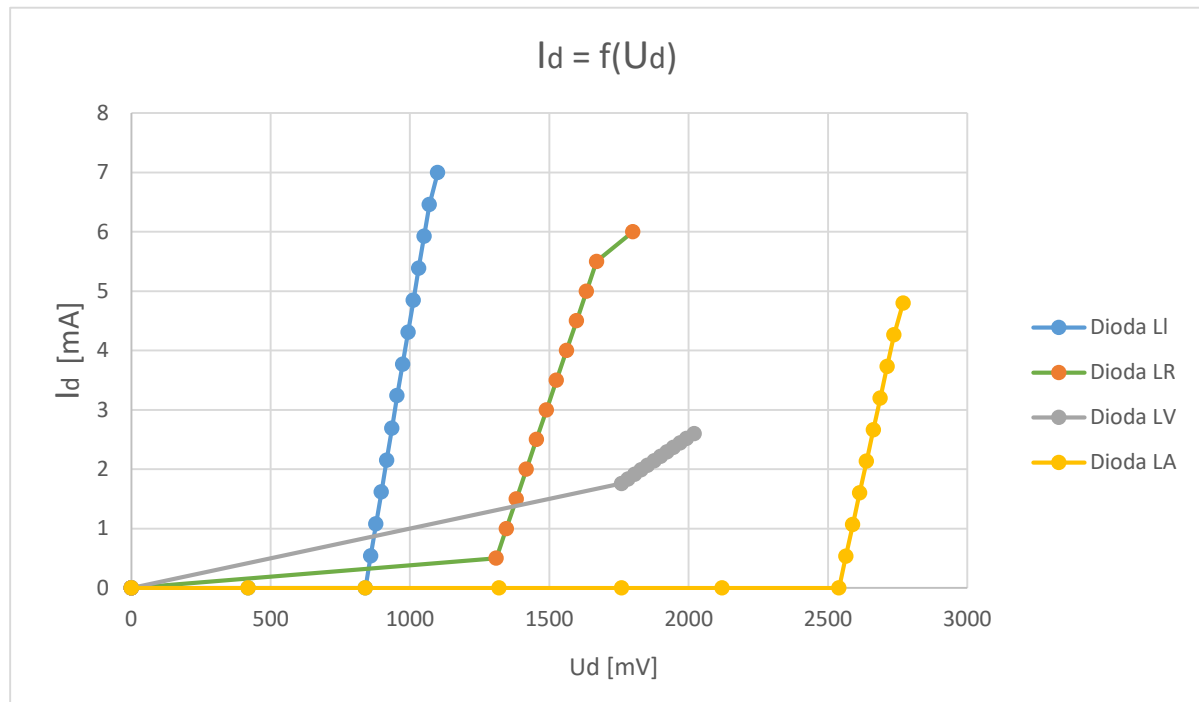
Treapta	1	2	3	4	5	6	7	8
U(V)	0	0.828	1.656	2.484	3.312	4.14	4.968	5.8

3. Tabelul 4-4 și graficul $I=f(UD)$ pentru cele patru diode măsurate.

Tabel 4-4

$R=100\Omega$

Treapta		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Dioda LI	$U_x[V]$	0	0.42	0.84	0.913	0.986	1.059	1.132	1.205	1.278	1.351	1.424	1.497	1.57	1.643	1.716	1.8
	$U_y[mV]$	0	0	0	53.846	107.692	161.538	215.384	269.23	323.922	376.922	430.768	484.614	538.46	592.306	646.152	700
	$I_d=U_y/R_1$ [mA]	0	0	0	0.5384	1.07692	1.61538	2.15384	2.6923	3.23922	3.76922	4.30768	4.84614	5.3846	5.92306	6.46152	7
	$U_d=U_x-U_y$ [mV]	0	420	840	859.15	878.308	897.462	916.616	935.77	954.078	974.078	993.232	1012.38	1031.5	1050.69	1069.84	110
Dioda LR	$U_x[V]$	0	0	0	0	1.36	1.446	1.532	1.618	1.704	1.79	1.876	1.962	2.048	2.134	2.22	2.4
	$U_y[mV]$	0	0	0	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	$I_d=U_y/R_1$ [mA]	0	0	0	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
	$U_d=U_x-U_y$ [mV]	0	0	0	0	1310	1346	1382	1418	1454	1490	1526	1562	1598	1634	1670	180
Dioda LV	$U_x[V]$	0	0	0	0	1.76	1.836	1.912	1.988	2.064	2.14	2.216	2.292	2.368	2.444	2.52	2.6
	$U_y[mV]$	0	0	0	0	0	52.72	105.44	158.16	210.88	263.6	316.32	369.04	421.76	474.48	527.2	580
	$I_d=U_y/R_1$ [mA]	0	0	0	0	1.76	1.836	1.912	1.988	2.064	2.14	2.216	2.292	2.368	2.444	2.52	2.6
	$U_d=U_x-U_y$ [mV]	0	0	0	0	1760	1783.28	1806.56	1829.8	1853.12	1876.4	1899.68	1922.96	1946.2	1969.52	1992.8	202
Dioda LA	U_x	0	0.42	0.84	1.32	1.76	2.12	2.54	2.618	2.696	2.774	2.852	2.93	3.008	3.086	3.164	3.25
	U_y	0	0	0	0	0	0	0	53.33	106.66	159.99	213.32	266.65	319.98	373.31	426.64	480
	$I_d=U_y/R_1$ [mA]	0	0	0	0	0	0	0	0.5333	1.0666	1.5999	2.1332	2.6665	3.1998	3.7331	4.2664	4.8
	$U_d=U_x-U_y$ [mV]	0	420	840	1320	1760	2120	2540	2564.6	2589.34	2614.01	2638.68	2663.35	2688.0	2712.69	2737.36	277

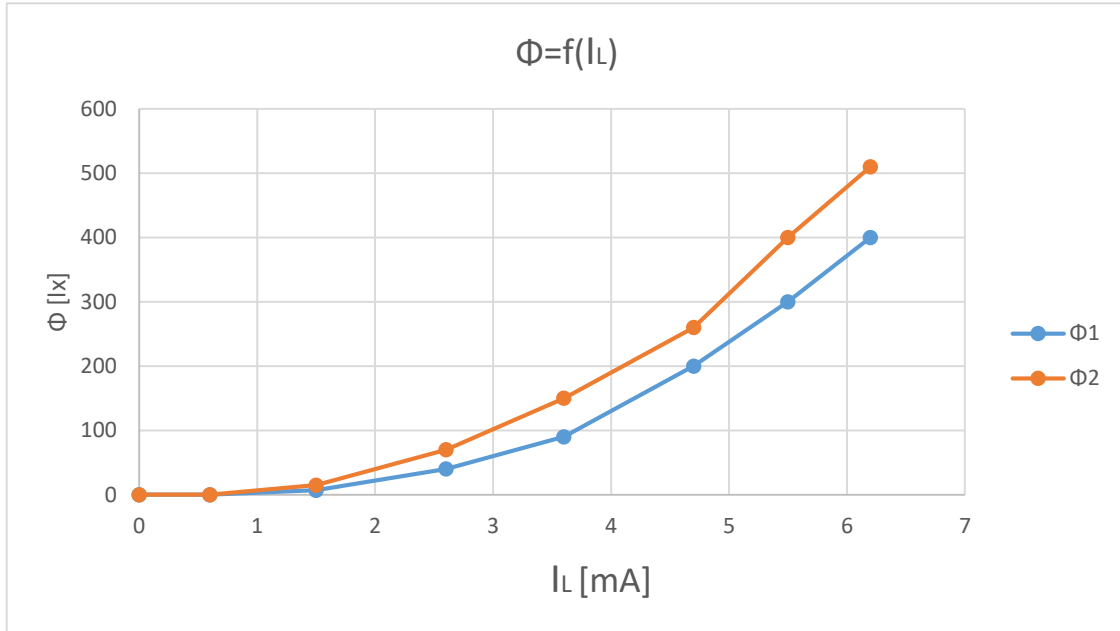


4. Tabelul 4-5 și graficul $\Phi=f(I_L)$.

Tabel 4-5 $R_1=100\Omega$ $R_2=1.6k\Omega$

Treapta	1	2	3	4	5	6	7	8
$U_B[\text{mV}]$	0	60	150	260	360	470	550	620
$U_A[\text{mV}]$	0	0	30	140	305	560	820	1150
$I_{L1}[\text{mA}]=U_B/R_1[\text{mA}]$	0	0.6	1.5	2.6	3.6	4.7	5.5	6.2
$I_{F1}[\mu\text{A}]=U_A/R_2[\mu\text{A}]$	0	0	18.75	87.5	190.625	350	512.5	718.75
$\phi_1[\text{lx}]$	0	0	7	40	90	200	300	400
$U_A[\text{mV}]$	0	0	40	120	240	420	640	820
$I_{F2}[\mu\text{A}]=U_A/R_2[\mu\text{A}]$	0	0	25	75	150	262.5	400	512.5
$\phi_2[\text{lx}]$	0	0	15	70	150	260	400	510

Pentru completarea tabelului am folosit caracteristica $\Phi=f(I_c)$ din fig. 4-7.



5. Tabelul 4-6 și graficul $I_C = f(U_{CE}) \Phi = \text{ct.}$

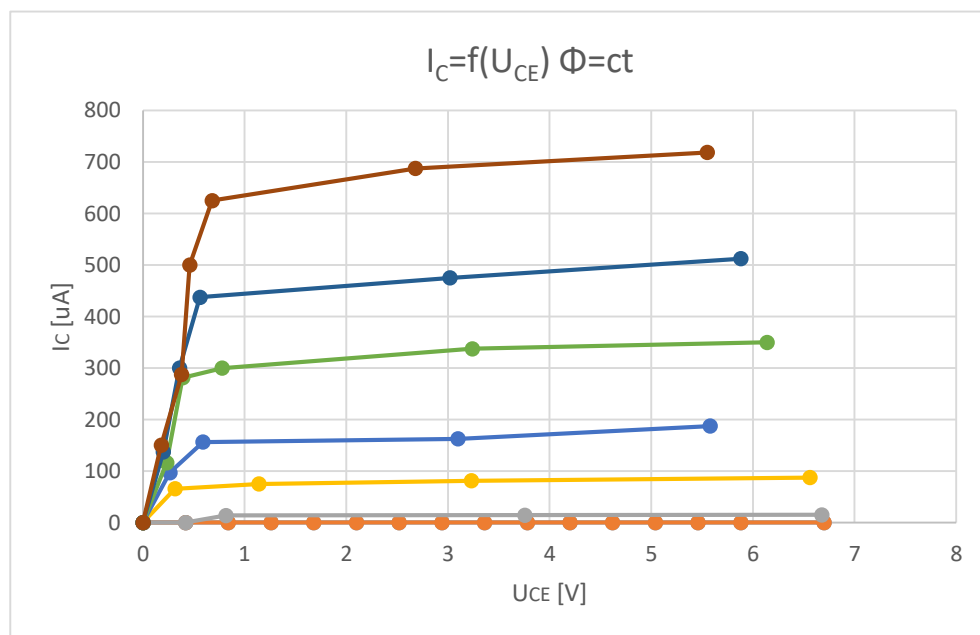
Tabel 4-6

$$R_2 = 1.6 \text{ k}\Omega$$

Treapta	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ua[V]		0	0.42	0.84	1.26	1.68	2.1	2.52	2.94	3.36	3.78	4.2	4.62	5.04	5.46	5.88	6.7
IL1=0 fL1=0	Uy [mV]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ic [uA]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uce [V]	0	0.42	0.84	1.26	1.68	2.1	2.52	2.94	3.36	3.78	4.2	4.62	5.04	5.46	5.88	6.7
IL1=0.9 fL1=10	Uy [mV]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ic [uA]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uce [V]	0	0.42	0.84	1.26	1.68	2.1	2.52	2.94	3.36	3.78	4.2	4.62	5.04	5.46	5.88	6.7
IL1=1.9 fL1=40	Uy [mV]	0	0	22							23						24
	Ic [uA]	0	0	13.75							14.375						15
	Uce [V]	0	0.42	0.818							3.757						6.676
IL1=2.9 fL1=80	Uy [mV]	0	105		120						130						140
	Ic [uA]	0	65.625		75						81.25						87.5

	U _{ce} [V]	0	0.315		1.14						3.23						6.56
IL1=4 fL1=150	U _y [mV]	0	155														
	I _c [uA]	0	96.875	156.25													
	U _{ce} [V]	0	0.265	0.59													
IL1=6 fL1=290	U _y [mV]	0	180	450	480												
	I _c [uA]	0	116.2	281.25	300												
	U _{ce} [V]	0	0.234	0.39	0.78												
IL1=7.2 fL1=360	U _y [mV]	0	220	480	700												
	I _c [uA]	0	137.5	300	437.5												
	U _{ce} [V]	0	0.2	0.36	0.56												
IL1=8.1 fL1=410	U _y [mV]	0	240	460	800	1000											
	I _c [uA]	0	150	287.5	500	625											
	U _{ce} [V]	0	0.18	0.38	0.46	0.68											

Pentru completarea tabelului, am folosit valorile pentru I_{L1} și Φ_1 aflate în tabelul 4-5 și următoarele formule : $I_c = U_y / R_2$, $U_{ce} = U_a - U_y$. Pentru reprezentarea grafica am ținut cont de faptul ca sunt suficiente 2 puncte pentru a reprezenta o dreaptă, pentru aceasta am efectuat mai puține măsurători.



⑥. Întrebări și probleme

1. De ce se introduce jonctiunea pn (partea activă a LED-ului) într-o colțată sferică realizată dintr-un material plastic și cum se alege aceasta d.p.d.v al indicelui de refracție?

Se ~~are~~ dorește un indice de refracție cât mai mare pentru a difuza mai bine lumina și pentru a proteja jonctiunea. Acestea sunt și motivele pt care jonctiunea este introdusă într-o colțată sferică.

2. Dacă un LED emite lumina cu lungimea de undă 550 nm, ~~care este energia~~ care este energia benzii interzise a materialului din care este realizat LED-ul?

$$E_G = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{550 \cdot 10^{-9}} \frac{\frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{m}} = 3,61 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,25 \text{ eV}$$

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

3. Dacă un LED emite lumina de lungimea de undă 550 nm și un altul de 600 nm, comparați valorile benzilor interzise corespunzătoare materialelor din care sunt realizate cele 2 LED-uri.

$$\lambda_1 = 550 \text{ nm} \Rightarrow E_{G_1} = 2,25 \text{ eV} \quad (\text{din calculul de la 2.})$$

$$\lambda_2 = 600 \text{ nm} : E_{G2} = \frac{h \cdot c}{\lambda_2} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9}} \cdot \frac{\frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{m}} =$$

$$= 33,02 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 2,06 \text{ eV}$$

$$\text{Concluzie : } \lambda_1 < \lambda_2 \Rightarrow E_{G1} > E_{G2}.$$

4. Se consideră un LED pe GaAs este 1,42 eV.
 Variația acesteia cu temperatura are loc după legea
 $\frac{dE_g}{dT} = -4,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{eV}}{\text{K}}$. Să se det. variația lungimii de undă
 emise dacă temperatura variază cu 10°C.

$$E_g = 1,42 \text{ eV} = 2,273 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_g = \frac{h \cdot c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{E_g} = \frac{19,86 \cdot 10^{-26}}{2,273 \cdot 10^{-19}} \cdot \frac{\frac{\text{m}^3 \cdot \text{kg}}{\text{s}^2}}{\frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}^2}} =$$

$$= 873 \text{ nm}.$$

$$\lambda_{\text{GaAs}} = 870 \text{ nm}.$$

$$\Delta \lambda_{\text{GaAs}} = 873 - 870 = 3 \text{ nm}.$$

5. Exemplificați materialele semiconductoare cu structură de
 benzi directă, respectiv indirectă.

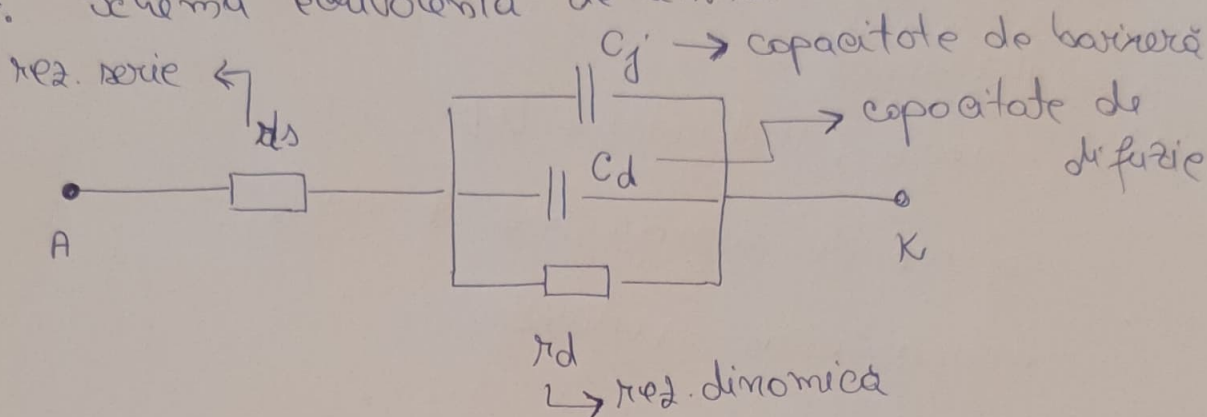
Directă \rightarrow GaAs, GaP, AlAs

Indirectă \rightarrow Si

6. Ce este electroluminescență ?

Este un fenomen optic și electric în care un material emite lumină ca răspuns la un curent electric ce trece prin el sau de la un câmp electric puternic. Este rezultatul recombinației radioactive de electroni și goluri într-un material.

7. Schema echivalentă de semnal mic a unui LED.



8. Ce sunt diodele superluminescente ?

Diodele care combină puterea și luminozitatea ridicate de la diodele laser cu eficiența scăzută de la o diodă LED obișnuită poartă numele de diode superluminescente.

9. Care sunt cele două configurații de boză pentru structurile pentru LED-uri?

1. LED cu emisie de suprafață - SLED
2. LED cu emisie laterală - ELED.

10. Exemplificați cel puțin cinci aplicații ale LED-urilor:

- iluminat
- afișaj, indicatoare LED
- camere de supraveghere de noapte
- echipamente medical
- telecomenzi.