

University of Ljubljana
Faculty of Mathematics and Physics



Fizikalni praktikum 3

Vaja: Karakteristika SI Diode

Poročilo

Avtor: Orlić, Luka
Nosilec: Kladnik, Gregor
Asistent: Brecelj, Tilen

Ljubljana, 16. december 2024

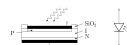
Kazalo

Seznam uporabljenih simbolov in indeksov	2
1 Teoretični uvod	3
1.1 Uporabne enačbe	3
2 Empirični del	4
2.1 Naloga	4
2.2 Potrebščine	4
2.3 Meritve	4
2.4 Rezultati	8
3 Zaključek	9

Seznam uporabljenih simbolov in indeksov

Oznaka Pomen

Indeks Pomen



Slika 1: Skica PIN fotodiode

1 Teoretični uvod

Fotoefekt delimo na notranjega in zunanjega. Mi bomo opazovali notranji fotoefekt, to je vzbujeni elektroni ostanejo v snovi, v kateri so nastali. Fotoefekt povzroči tok v smeri N-dopirane plasti, torej v zaporni smeri. Energija fotona $h\nu$ se lahko zapiše kakor:

$$h\nu = W_i + \frac{m_e v^2}{2},$$

kjer je W_i vezavna energija, $m_e v^2/2$ pa kinetična energija elektrona pri določenih pogojih. Tipične vezavne energije, za fotone, ki jih lahko zaznamo, so reda $\approx 1 \text{ eV}$, ozziroma fotoni z $\lambda \approx 1000 \text{ nm}$.

Pri poskusu uporabljamo silicijovo PIN fotodiodo skica (1), v kateri svetloba vstopi skozi tanko P-dopirano plast, absorbira pa se v sredinski I plasti, ki je narejena iz materiala brez nečistoč. Difuzijsko polje v plasti potegne elektron v N-plast, kar povzroči električni tok. Tako lahko s fotocelico iz svetlobnega toka dobimo električno energijo (sončne celice). Če zraven na diodo v zaporni smeri pritisnemo neko napetost, je odvisnost električnega toka v zaporni smeri in jakosti svetlobe skoraj povsem linearна, kar pogosto pomeni lažjo izvedbo detektorjev.

1.1 Uporabne enačbe

$$I_0 = \eta \chi \nu I_{LED} U_{LED} \quad (1)$$

(2)

$$\eta = \frac{I_0}{\chi \nu I_{LED} U_{LED}} \quad (3)$$

Indeks []	d [mm]
1	0
2	5
3	10
4	15

Tabela 3: Oddaljenosti LED, pri katalogistiki diode

2 Empirični del

2.1 Naloga

- Izmeri električno karakteristiko $I(U)$ fotodiode v temi in pri različnih osvetlitvah. Meri v obeh načinih, z zunanjim napajanjem, kjer lahko izmeriš celotno karakteristiko, in v fotogalvanskem načinu, kjer je možna meritev le v enem kvadrantu odvisnosti $I(U)$.
- Nariši en sam graf odvisnosti $I(U)$, kjer je parameter osvetljenost fotodiode, za vse meritve z zunanjim napajanjem in posebej še za meritve v fotogalvanskem načinu. Iz diagrama v fotogalvanskem načinu določi, kolikšne upore bi morali priključiti na fotodiodo ob uporabljenih osvetlitvah, da bi se na uporbo trošila kar največja električna moč.
- Oceni izkoristek svetleče diode (LED), ki jo uporabljaš kot svetlobni izvor.

2.2 Potrebščine

- Fotodioda v ohišju,
- svetleča dioda,
- digitalni multimeter (**Agilent DMM 34410a**),
- digitalni multimeter (**Siglent SDM3065X**),
- tokovni (in napetostni) izvir,
- potenciometer - zunanje breme.

2.3 Meritve

Merili smo pri različnih oddaljenosti LED diode od fotodiode, ki so tabelirane v tabeli 3.

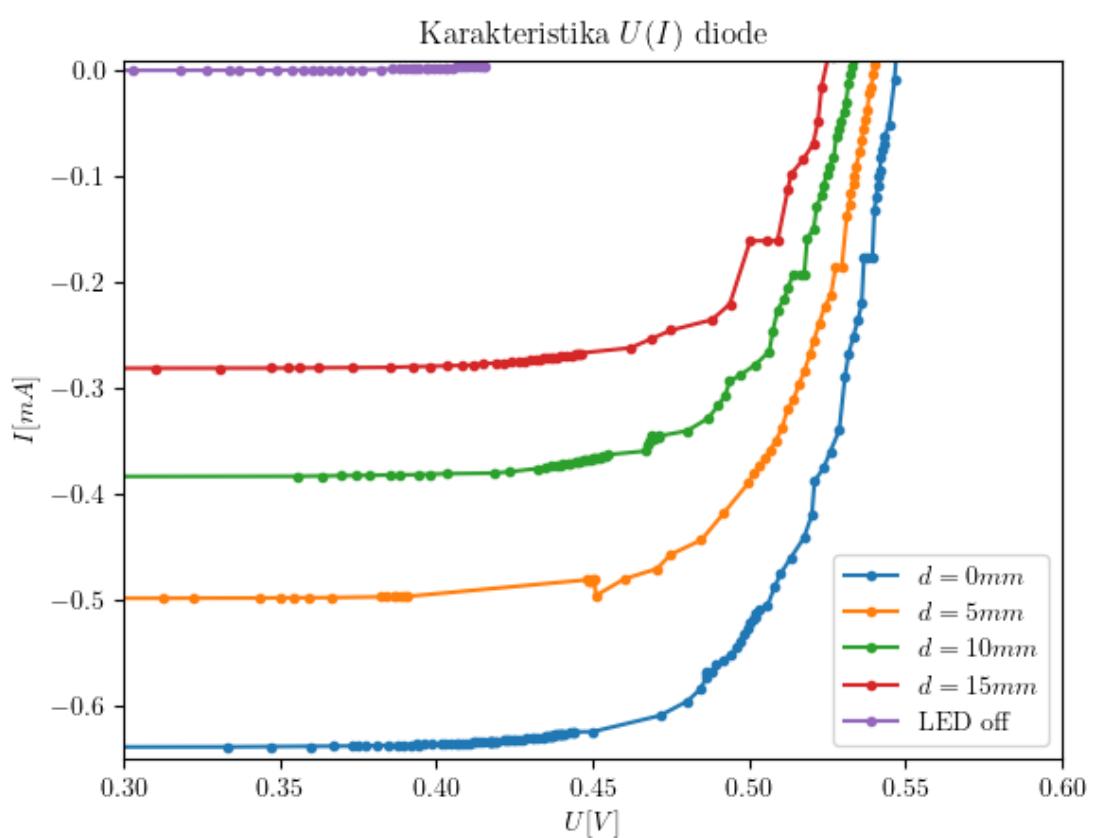
Izmerimo tudi:

$$U_{LED} = 1.88 \pm 0.01 \text{ V}$$

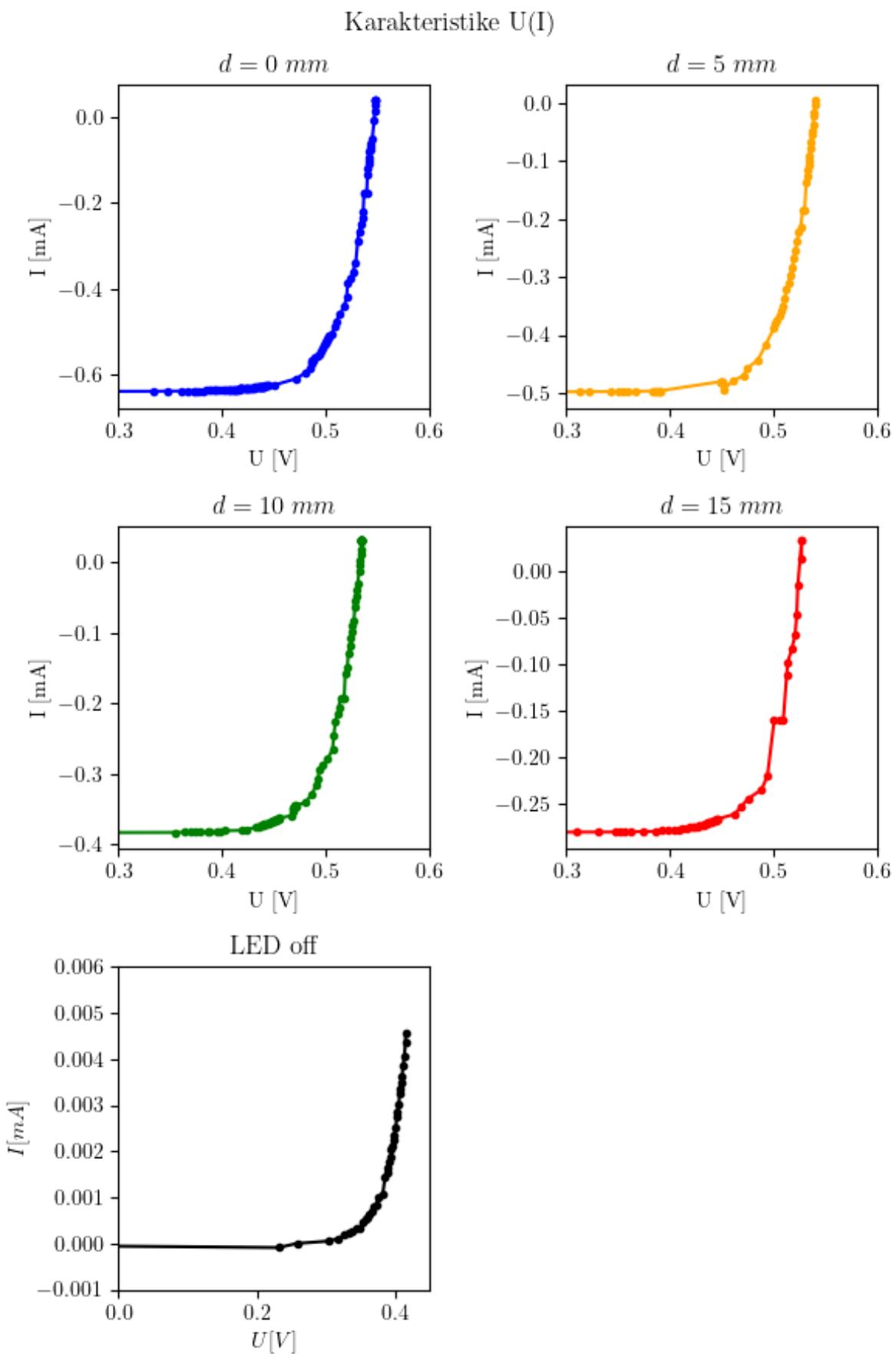
$$I_{LED} = 23.30 \pm 0.05 \text{ A}$$

Iz navodil dobimo, za rdečo LED, da je spektralna občutljivost $\chi(\lambda \approx 650 \text{ nm}) = 0.45 \pm 0.01 \text{ A/W}$.

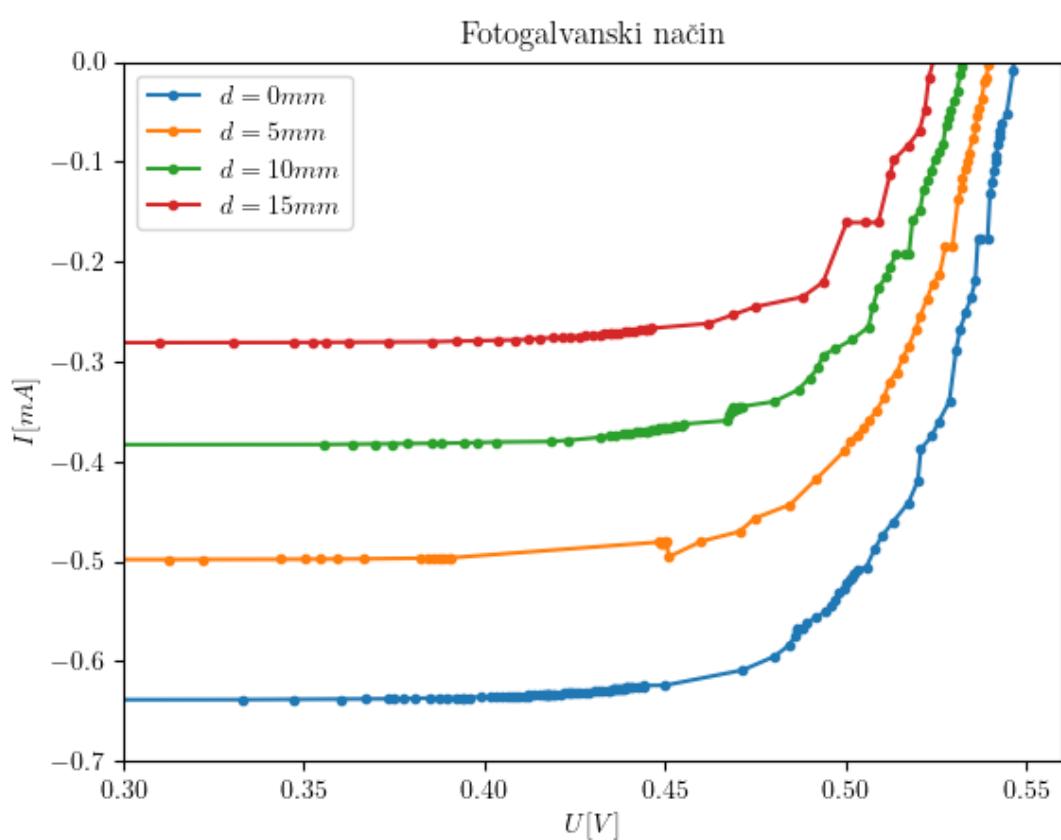
Večina meritev je prikazanih na grafih (2, 3, 4). Pri grafu (2), lahko odčitamo pri $U = 0$, da je $I_0 = -0.6407$. Ocenimo, da približno 75% svetlobe pride v ohišje, do 10% natančno (to je ν).



Slika 2: Karakteristika diode pri različnih oddaljenostih od LED diode.



Slika 3: Prikaz karakteristik na enem grafu.



Slika 4: Prikaz karakteristih diode v fotogalvanskem načinu na enem grafu.

2.4 Rezultati

Po enačbi (3), dobimo, da je izkoristek LED:

$$\eta = (4.6 \pm 0.7) \%$$

3 Zaključek