

University of *Ljubljana*
Faculty of *Mathematics and Physics*



Fizikalni praktikum 3

Vaja: Karakteristika SI Diode

Poročilo

Avtor: Orlič, Luka

Nosilec: Kladnik, Gregor

Asistent: Breclj, Tilen

Ljubljana, 16. december 2024

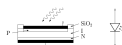
Kazalo

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 ≈ 1 eV, oziroma fotoni z $\lambda \approx 1000$ nm.

Pri poskusu uporabljamo silicijevo 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 pritismo neko napetost, je odvisnost električnega toka v zaporni smeri in jakosti svetlobe skoraj povsem linearna, kar pogosto pomeni lažjo izvedbo detektorjev.

1.1 Uporabne enačbe

$$I_0 = \eta \chi \nu I_{LED} U_{LED} \tag{1}$$

$$\tag{2}$$

$$\eta = \frac{I_0}{\chi \nu I_{LED} U_{LED}} \tag{3}$$

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

Tabela 3: Oddaljenosti LED, pri katakteristiki diode

2 Empirični del

2.1 Naloga

1. 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 odvisnost $I(U)$.
2. 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 upor trošila kar največja električna moč.
3. Oцени 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.

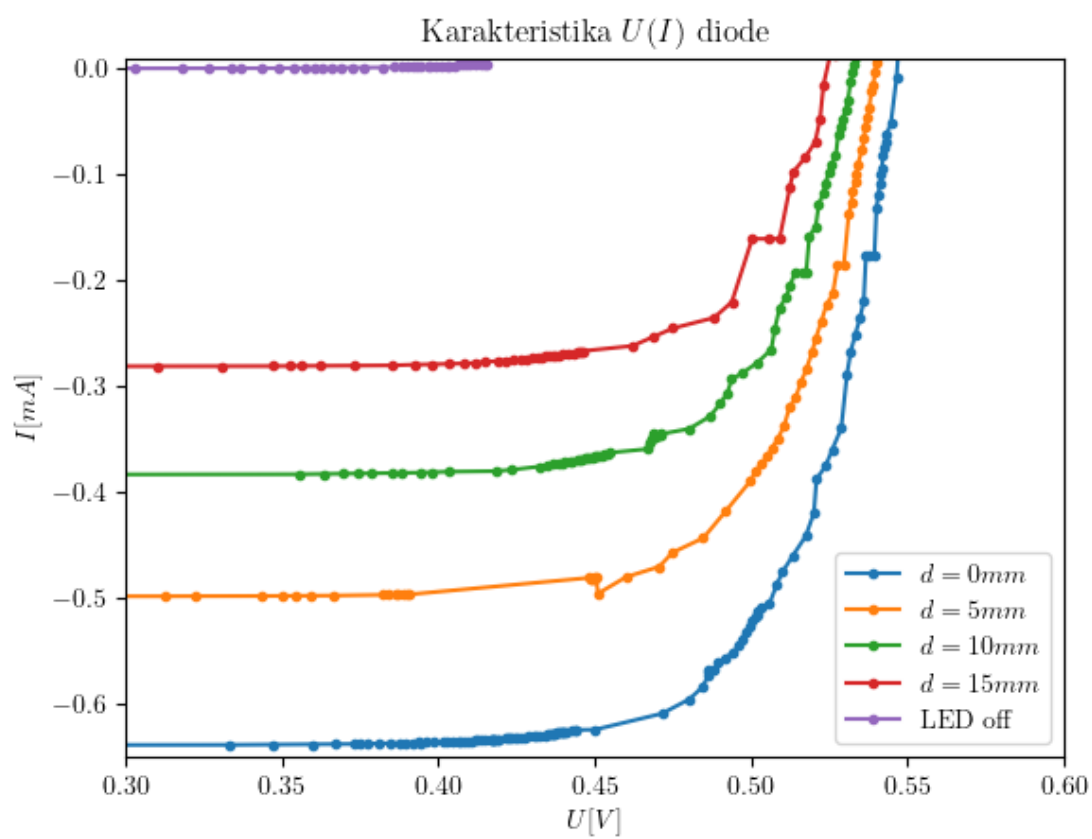
Izmerimo tudi:

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

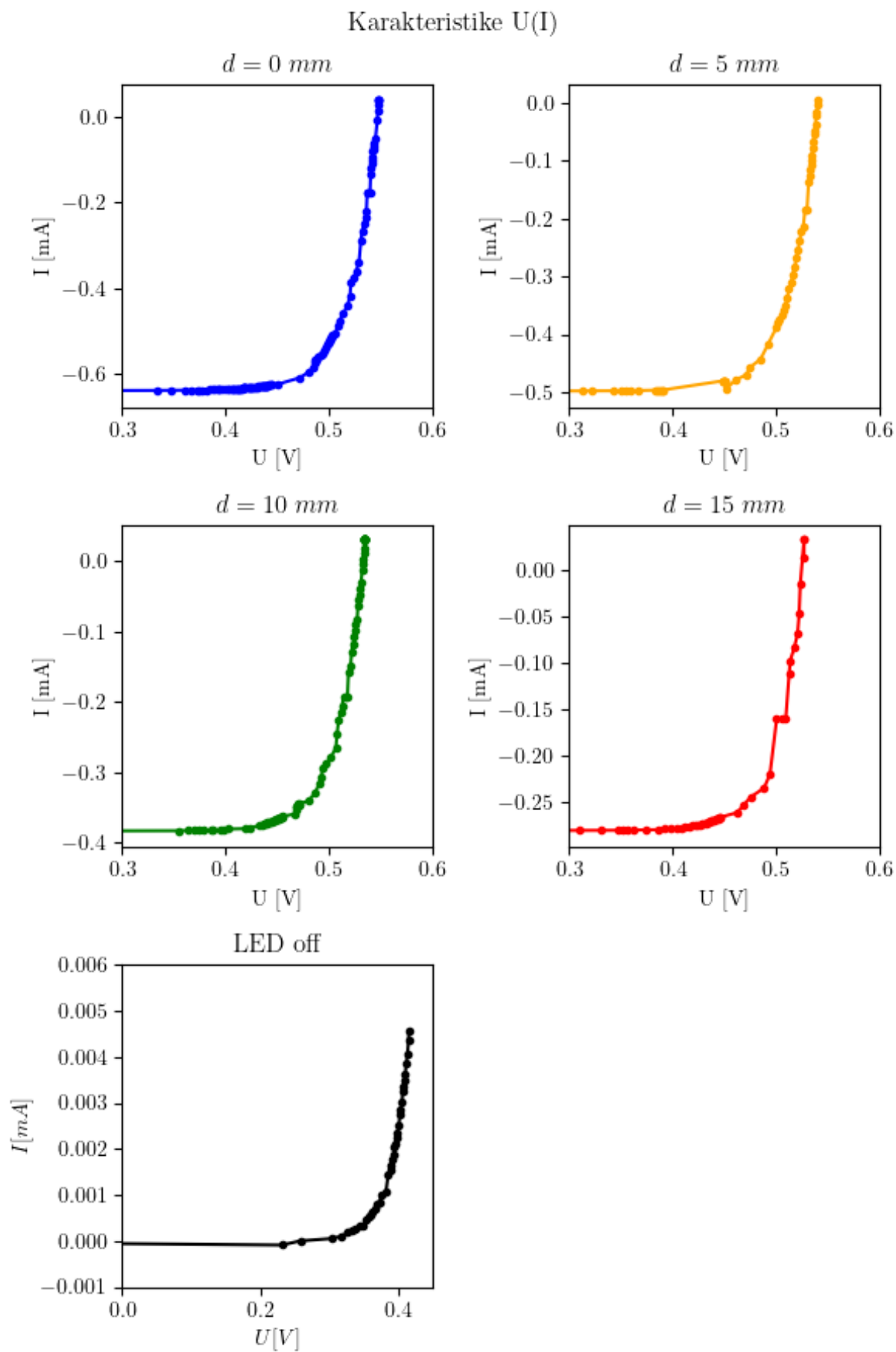
$$I_{LED} = 23.30 \pm 0.05 \text{ A}$$

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

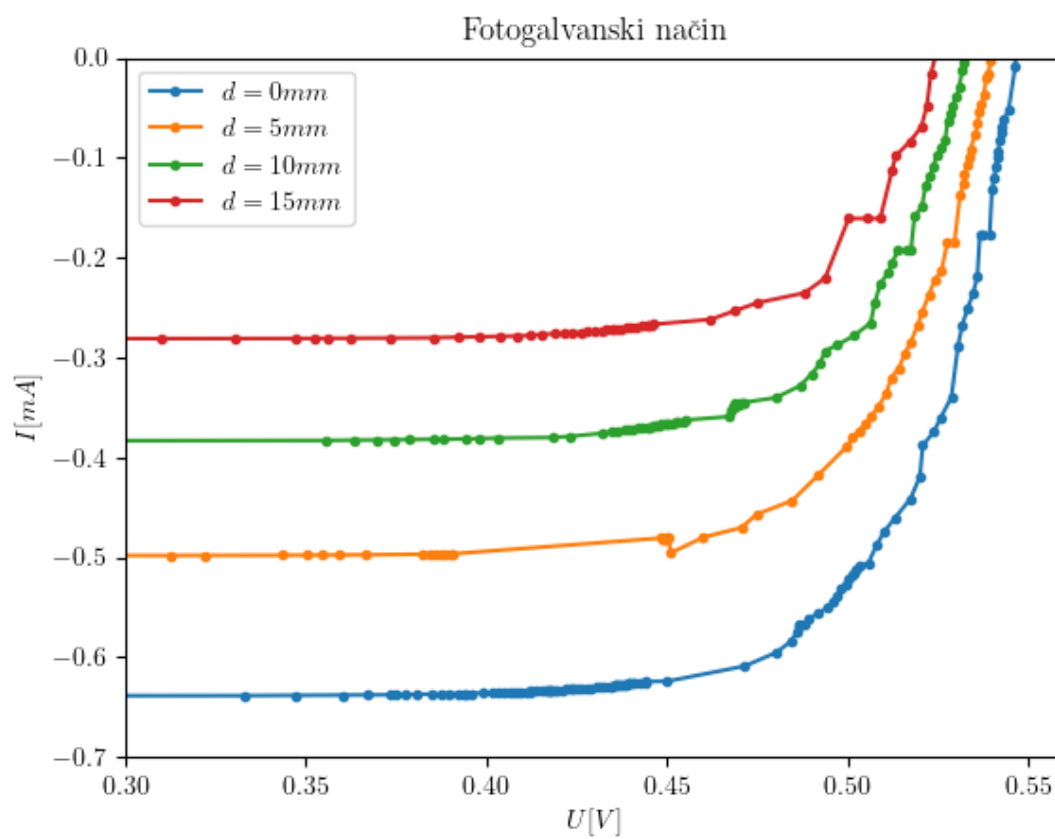
Večina meritev je prikazanih na grafih (2, 3, 4) Pri grafu (2), lahko odčitamo pri $U = 0$, da je $I_0 = -0.6407$. Ocenimo, da približno 75% svetlobe pride v ohišje, do 10% natančno (to je ν).



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



Slika 3: Prikaz karakteristik na enem grafu.



Slika 4: Prikaz karakteristik 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