

Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za matematiko in fiziko*



Oddelek za fiziko

Karakteristika Si fotodiode

Poročilo pri fizikalnem praktikumu III

avtor: Kristofer Č. Povšič

Asistentka: Jelena Vesić

Uvod

Temelje fotoefekta sta leta 1900 in 1905 postavila Planck in Einstein. Fotoefekt delimo na notranjega in zunanjega. Pri prvem vzbujeni elektroni ostanejo v snovi, kjer so nastali, pri drugem pa fotoelektroni snov zapustijo. Prva vrsta fotoefekta je uporabna za detekcijo infrardeče svetlobe. Tipičen primer je fotoefekt na katode fotopomnoževalke. Pri energiji fotoefekta velja sledeče:

$$h\nu = W_{iz} + \frac{m_e v^2}{2} \quad (1)$$

kjer je $h\nu$ energija svetlobnega kvanta, W_{iz} izstopno delo (tj. vezavna energija), m_e masa elektronov, v pa njihova hitrost.

Silicijeva PIN fotodioda izkorišča fotoefekt v nehomogenem sredstvu. Sestavljena je iz 3 plasti: p-dopirane, i-intrinzične in n-dopirane. Svetloba naj bi se absorbirala v i-plasti Si, kamor navadno vpada skozi 1mm tanko plast p. Svetlobno občutljiva plast je 10mm debela, saj želimo čim boljšo absorpcijo. Foton v i-plasti povzroči par elektron-vrzel. Difuzijsko polje znotraj in zunanje pritiskane napetost potegneta elektron v n-plast in vrzel v p-plasti povzroči električni tok.

Električni tok je direktno povezan z občutljivostjo fotodiode izraženo s pretočnim elektronskim navojem kot posledico absorpcije enega fotona (število električnih nabojev) / (število absorbiranih atomov) na intervalu [300, 900]nm. Občutljivost je enaka 0.9 osnovnega naboja.

Za meritev svetlobe uporabljamo fotodiodo v fotoprevodnem načinu. Nanjo pritismo napetost v zaporni smeri in merimo tok. ta način naredi fotodiodo odličen linearen detektor svetlobe. Fotodioda kot vir električne moči je nelinearen.

Naloga

1. Izmeri električno karakteristiko $I(U)$ fotodiode v temi in pri različnih osvetlitvah.
2. Nariši en sam graf odvisnosti $I(U)$, določi upore, ki bi jih morali priključiti na fotodiodo ob uporabljenih osvetlitvah, da bi se na uporih trošila največja električna moč
3. oceni izkoristek svetleče diode (LED), ki jo uporabljaš kot svetlobni izvor

Potrebščine

- fotodioda v ohišju, svetleča dioda za osvetljevanje
- digitalna multimetra, tokovni in napetostni izvor
- zunanje breme - potenciometer

Navodilo

Priključi komponente po shemah v navodilih. Izvor in detektor prekrij s pokrovom. S potenciometrom spreminjaš tok skozi fotodiodo in s pritiskanjem presle-

dnice beležiš meritve obeh potenciometrov in jih prikazalo na grafu. Ponavlja postopek, dokler ne pomeriš celotne karakteristike Si fotodiode. Spremeni osvetlitve fotodiode z večanjem razdalje med izvorom in detektorjem in ponovi postopek.

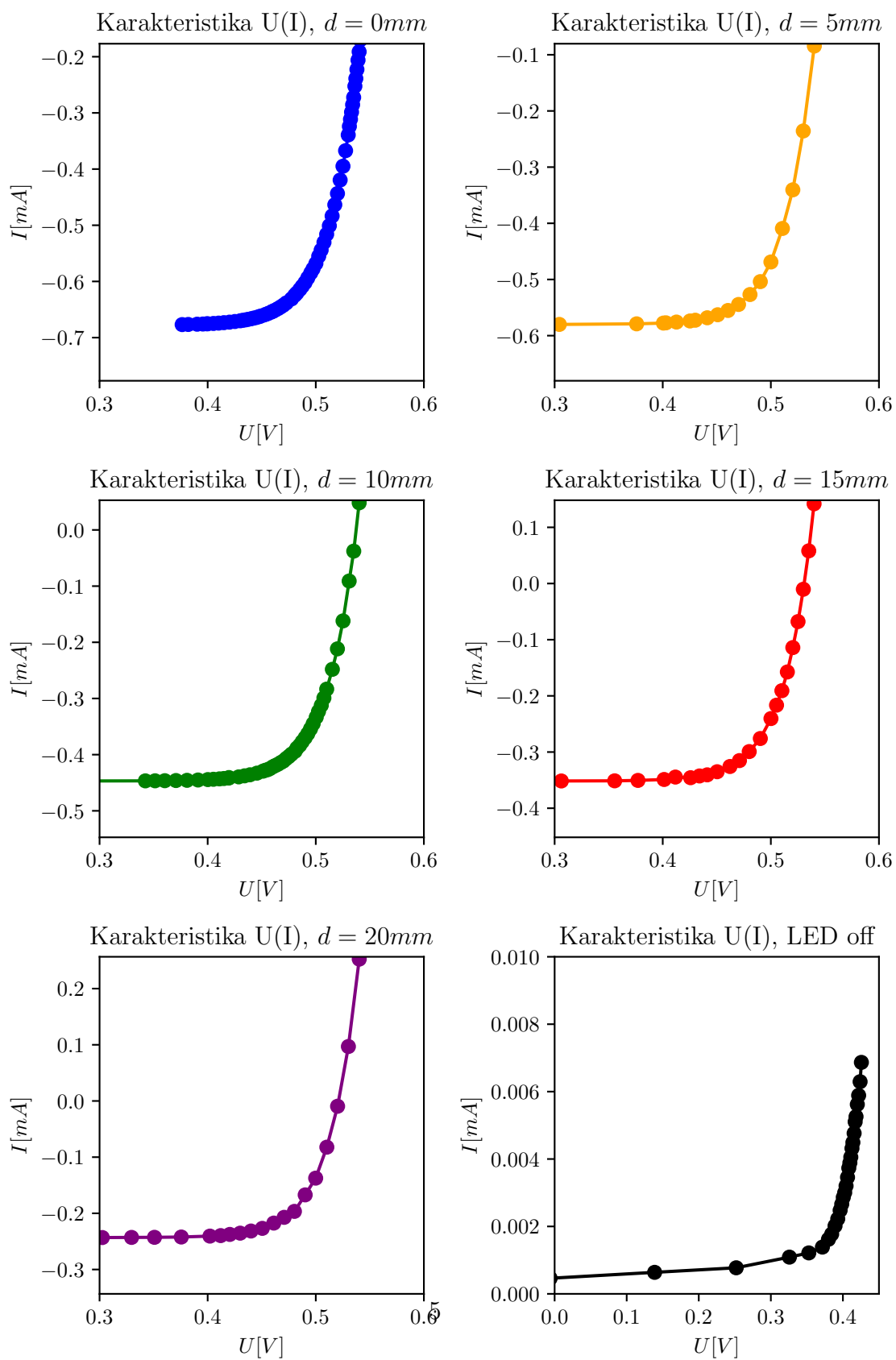
Ponovi meritve za karakteristiko, vendar tokrat brez zunanjega vira napajanja. Izmeri tok I_{LED} in U_{LED} na svetleči diodi, s katero lahko izračunaš električno moč, ki se troši na fotodiodi.

Obdelava podatkov

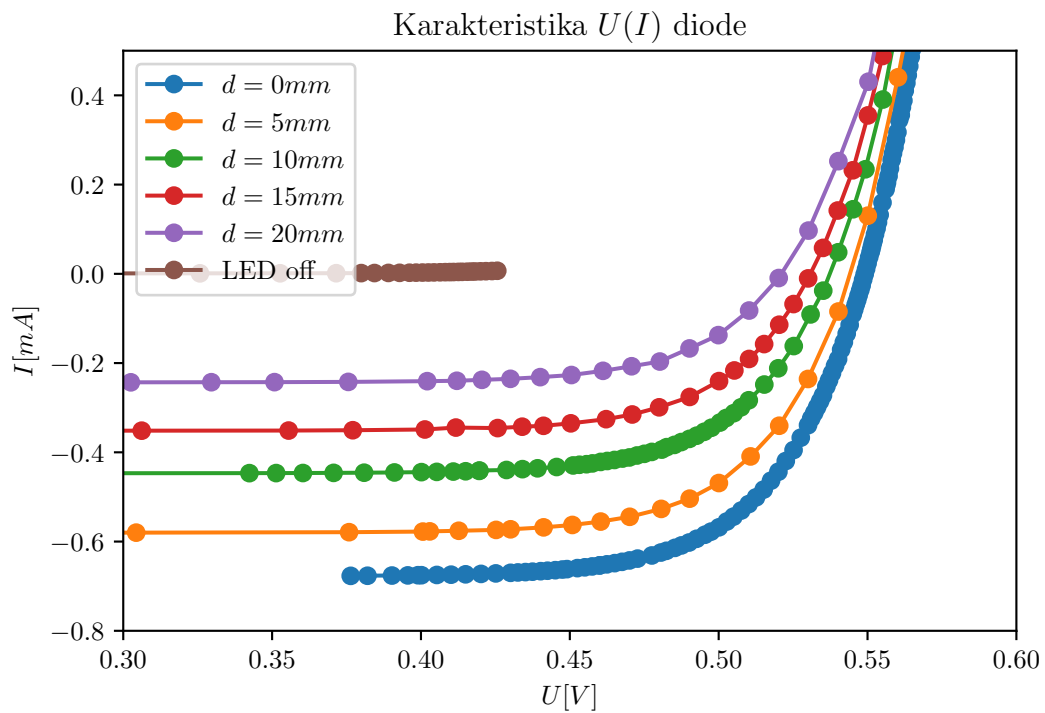
Meritve sem opravljal pri različnih oddaljenostih fotodiode:

d[mm]
0
5
10
15
20

Meritve so prikazane posamezno na sliki 1 in skupaj na sliki 2.

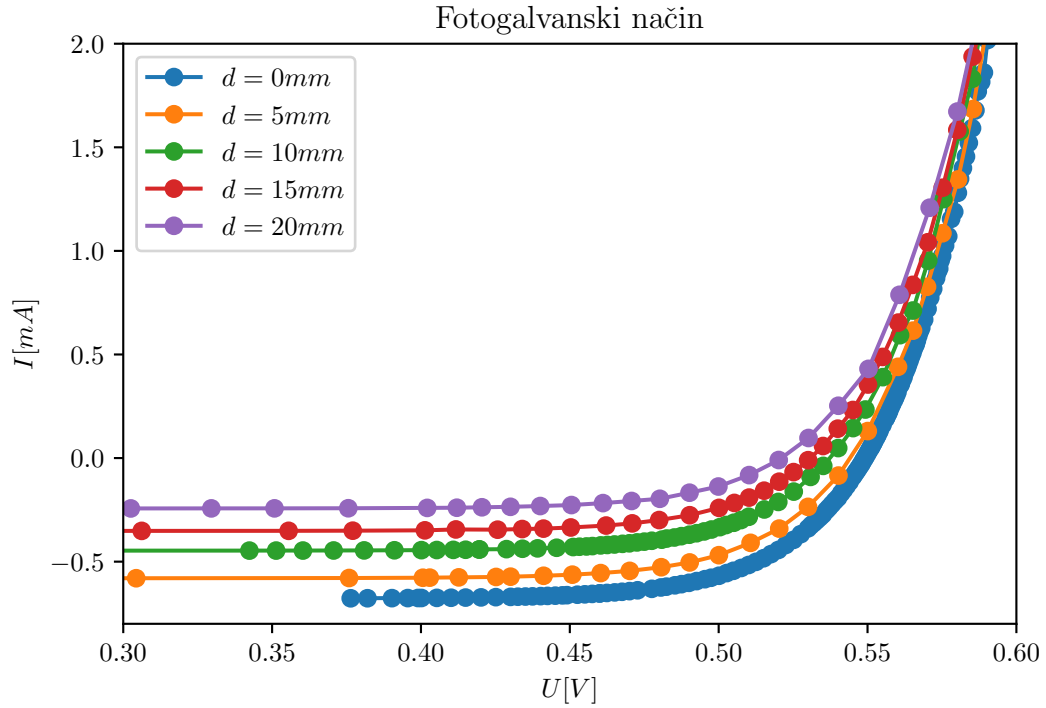


Slika 1: Grafi prikazujejo karakteristiko diode pri različnih oddaljenostih izvora od detektorja.



Slika 2: Graf karakteristike diode pri različnih oddaljenostih izvora od detektorja.

Ko ponovim meritve karakteristike fotodiode, vendar tokrat brez zunanjega vira napajanja dobim sliko 3.



Slika 3: Graf prikazuje karakteristiko fotodiode v galvanskem načinu brez zunanje napajanja.

Na svetleči diodi sem izmeril napetost $U_{LED} = (1.879 \pm 0.001)V$ in tok $I_{LED} = (23.31 \pm 0.01)mA$. Spektralno občutljivost $\chi = (0.45 \pm 0.01)A/W$ z valovno dolžino $\lambda = 650nm$ razberemo iz grafa v navodilih. Ocenimo, da v ohišje fotodiode pride $\nu = (0.75 \pm 0.1)$ celotnega toka. Iz grafa $d = 0$ na sliki 1 razberemo I_0 pri $U = 0$. Po enačbi

$$I_0 = \chi \nu \eta I_{LED} U_{LED} \quad (2)$$

izračunamo izkoristek svetleče diode LED, ki znaša $\eta = (0.049 \pm 0.01)$