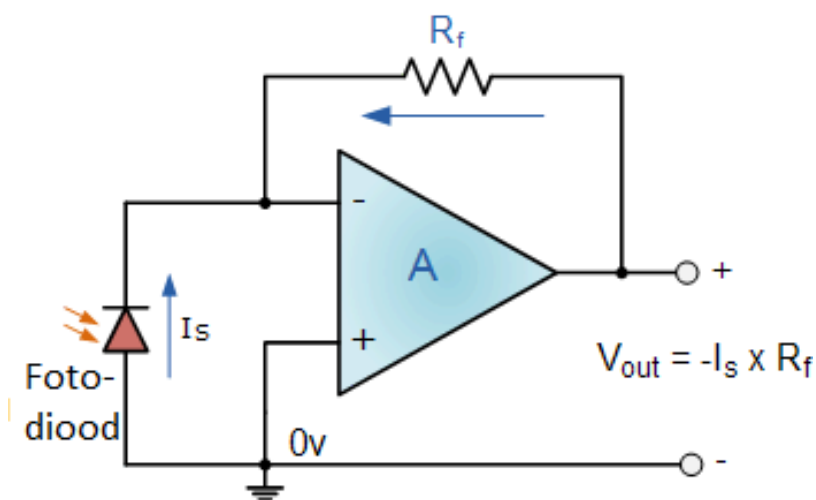


Fotodetektorid optika praktikumis

Fotodetektor on optoelektroniline seade, mis muundab optilise energia mõõdetavaks elektriliseks suuruseks, näiteks vooluks või pingeks.

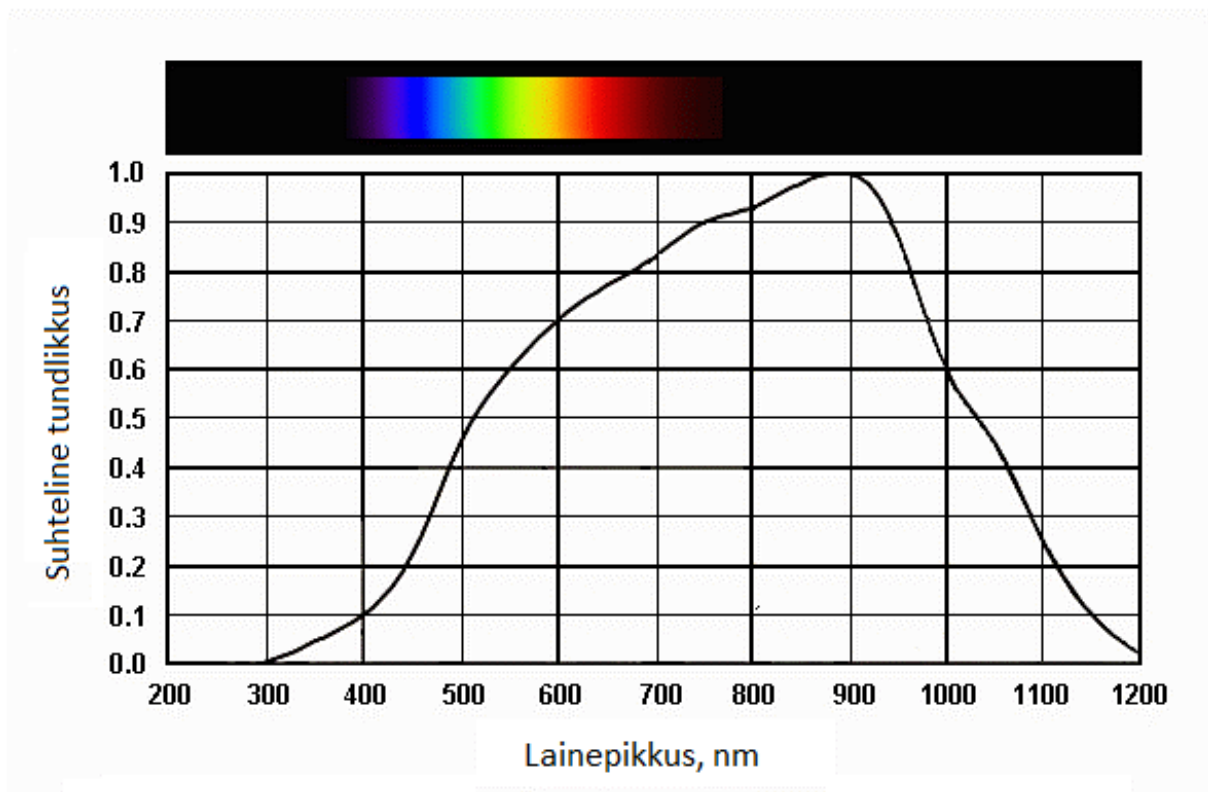
Fotodetektorid võivad reageerida langeva valgusenergia soojuslikule toimele (näit. termo- ja püroelektrilised detektorid) või fotonite neeldumisele, mille tagajärjel genereeritakse laengukandjad (näit. fotoelektronkordistid, fotodiodid jne). Optika praktikumis on kasutusel enimlevinud räni (Si) fotodiodidel põhinevad operatsioonvõimendiga ühendatud detektorid, mille põhimõtteskeem on joonisel 1.



Joonis 1. Fotodetektori põhimõtteskeem. Operatsioonvõimendi A muundab fotodiodi poolt genereeritud fotovoolu pingeks V_{out} . Operatsioonvõimendi võimendus valitakse tagasiside takisti R_f väärtuse muutmisega.

Selles skeemis töötab operatsioonvõimendi A vool-pinge muunduri režiimis, tema sisend ei koorma fotodiodi. Kuna fotodiod töötab praktiliselt pingestamata režiimis, siis sellise lülituse eeliseks on lai lineaarne sõltuvus diodile langeva valguse kiiritustiheduse ja väljundpinge vahel, lisaks on pimevoolu mõju väga väike ja fotovoolu müra minimaalne. Lülituse miinuseks võiks lugeda suhteliselt viletsaid ajalisi parameetreid, mida tuleks arvestada lühikeste valgusimpulsside registreerimisel, kuid praktikumis mõõdetava pideva kiirguse jaoks pole need olulised. Fotodetektori väljundpinge peab normaalse töö korral jääma väiksemaks kui pool tema operatsioonvõimendi toitepingest, reeglina $U_F < 3V$.

Fotodioode iseloomustab ka nende spektraalne koste e. sõltuvus, kuidas reageerib fotodiod erineva lainepikkusega kiirgusele. Tavaliselt esitatakse see genereeritava fotovoolu ja langeva valguskiirguse võimsuse suhtena (A/W) sõltuvalt valguse lainepikkusest. Spektraalset kostet saab iseloomustada ka kvantefektiivsusega, mis on fotodiodis genereeritud laengukandjate suhe fotodiodile langenud kvantide arvu. Tundlikumatel fotodiodidel ületab kvantefektiivsus tundlikkuse maksimumis 90%. Levinuimate ränifotodiodide tüüpiline normeeritud spektraalse tundlikkuse kõver on esitatud joonisel 2.

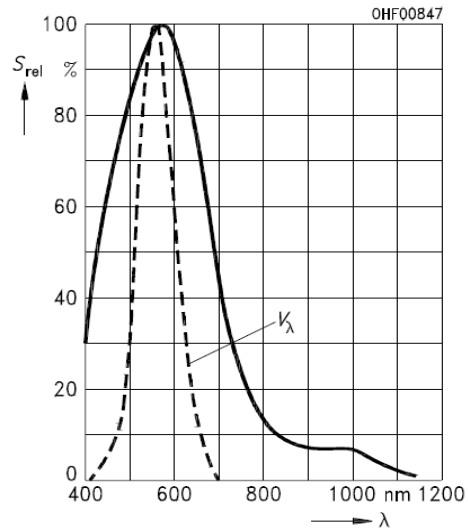


Joonis 2. Ränifotodiodi suhtelise tundlikkuse sõltuvus lainepikkusest.

Olenevalt tehtavatest mõõtmistest peab fotodetektor olema tundlik mingis kindlas spektripiirkonnas e. lainepikkuste vahemikus. Vahel on ka vaja, et detektori tundlikkus oleks teatud lainepikkustel 0 (näit. päikesepime detektor, mis on tundlik UV piirkonnas, kuid tundetu päevavalgusele).

Jooniselt 2 näeme, et ränifotodiodi tundlikkuse maksimum on inimsilmale nähtamatus lähisinfrapunases piirkonnas. Sõltuvalt vajadusest tuleb fotodetektori ees kasutada täiendavaid valgusfiltreid kas sobiva spektraalse piirkonna väljalõikamiseks või kiirguse nõrgendamiseks.

Praktikumis töös 8.4 „Polariseeritud valguse liigid“ kasutatav Na lamp kiirgavad lisaks kollastele D joontele ka infrapunases osas, kus detektori tundlikkus on suur. Visuaalsel vaatlusel see nähtamatu kiirgus ei segaks, kuid valguse intensiivsuse elektroonsel registreerimisel tuleb see kiirguse osa filtrite abil kõrvaldada. Selleks on valguse polarisatsiooni uurimise katseseadmesse monteeritud klaasidest C3C -25 ja OC 12 koostatud filtrite komplekt, mis tagab segava pikalainelise kiirguse mahasurumise ja lõikab ära ka lühemalainelise spektriosa. Segava spektripiirkonna efektiivsemaks mahasurumiseks on selle töö detektorites kasutatud fotodiodil BPW-21 endal ka valgusfilter, mistõttu on tema spektraalse tundlikkuse kõver on lähedasem inimsilma tundlikkusele: vt. joonis 3.



Joonis 3. Fotodiod BPW-21 ja tema spektraalne tundlikkus. Spektraalse tundlikkuse graafikul on kriipsjoonega võrdluseks esitatud ka inimsilma tundlikkuse kõver V_λ . Fotodiodi aktiivse ala pindala on mõned ruutmillimeetrid.

Polariseeritud valguse peegeldumise uurimisel töödes 8.1 ja 8.2 on kasutusel fotodiodid BPW-34, mille ette on otsese väga intensiivse laserkiirguse nõrgendamiseks paigaldatud tumedad nõrgendusfiltrid TC-7.

Ärge unustage detektorit pingestada!

Pingestamata detektor genereerib ka väljundisse voolu, mis ei sõltu lineaarselt temale langevast valgusvoost ja on pingestatud fotodetektori väljundpingele vastupidise polaarsusega.