

FAN: ELEKTROTEXNIKA VA ELEKTRONIKA ASOSLARI

MAVZU
№7

Fotodiod va nur diodli asboblari



DENMUXAMMADIYEV
AKTAM MAVLONOVICH



Fotodiodlarning umumiy ko‘rinishlari



**Tashqi
mexanik
ta’sirlardan
himoyalangan
fotodiodlar**



**“Optik
uyachali”
fotodiodlar**

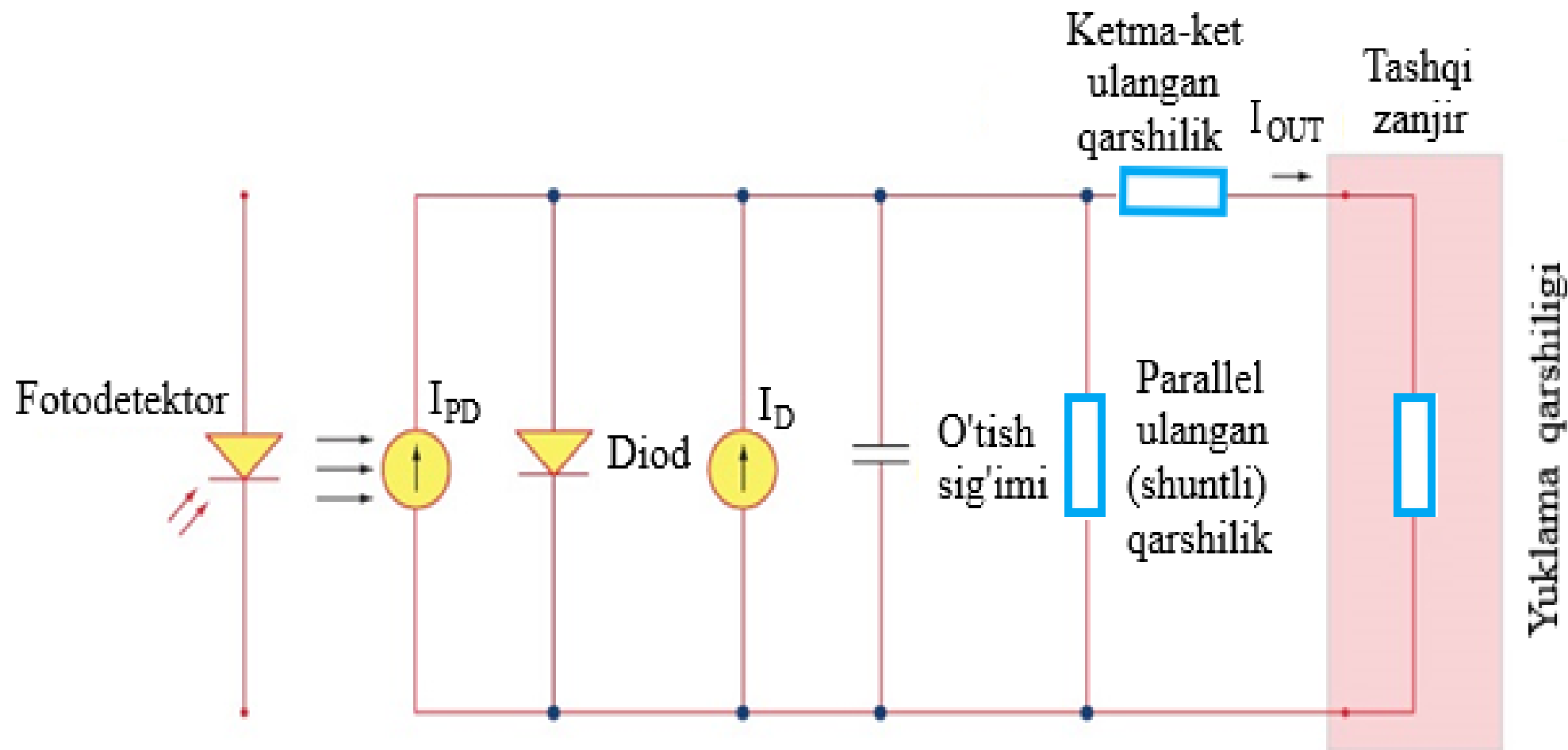


**PD438B/L1
rusumli
fotodiod**

Fotodiodning ish printsipi

Fotodiod - bu yuqori kvant samaradorlikga ega bo'lgan tez ishlaydigan chiziqli qurilma bo'lib, yarimo'tkazgichli birikmaning kam zaryadli sohasida yorug'lik yutilganda fototokni hosil qiladi. 1-rasmda fotodiodning ishlash printsipini ko'rsatadigan ekvivalent sxema tasvirlangan.

Fotodiodning ish printsipi



1-rasm. Fotodiodning ekvivalent sxemasi

Fotodiod chiqish tokining darajasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$I_{OUT} = I_{DARK} + I_{PD}$$

Fotodiodning sezgirligi hosil bo'lgan fototokning (I_{PD}) ma'lum to'lqin uzunligidagi tushayotgan nurlanish quvvatiga (P) nisbati sifatida aniqlanadi.

$$R(\lambda) = \frac{I_{PD}}{P}$$

Ishlash rejimlari (fotodiodli va fotovoltaik)

Fotodiodlar ikkita rejimda ishlashi mumkin: **fotovoltaik** (tashqi EYuK manbaisiz) va **fotodiodli** (tashqi EYuK manbasidan **p-n**-o'tishiga teskari yo'nalish bilan). Ishlash rejimini tanlash tezlik talablariga va qorong'ulik tokining ruxsat etilgan qiymatiga bog'liq (teskari yo'nalishli (siljish) **p-n** o'tish toki)

Fotodiodli rejim fotodiodni teskari yo'naltiruvchi ta'minot manbaidan foydalanadi (**Thorlabs DET** rusumli fotodetektorlari). Bunday holda, fotodiod orqali teskari tok oqadi, bu hodisa nurlanish kuchiga mutanosibdir. Teskari chiziqli kuchlanishni qo'llash zaryadsiz sohani kengaytiradi, bu o'tish sig'imini pasaytiradi va chiqishda chiziqli javobni ta'minlaydi. Fotodiodli rejimida ishlash qorong'ulik tokining katta qiymatlari bilan tavsiflanadi. Uning qiymati yarimo'tkazgich materialiga bog'liq.

Fotovoltaik rejim

Fotovoltaik rejimda fotodiod tashqi ta'minot manbaisiz ishlaydi (teskari kuchlanish yo'q). Ushbu rejimda fotodiodning ishlash printsipi fotovoltaik effektga asoslanadi. Ushbu rejimda u sensor yoki batareya (quyosh batareyasi) sifatida ishlashi mumkin. **Fotovoltaik** rejimda qorong'ulik toki minimal qiymatlarni oladi.

Qorong'ulik toki

Qorong'ulik toki - bu teskari kuchlanish kuchayishi bilan ortib borayotgan siljish toki. **Fotodiodli** rejimda ishlaganda, atrof-muhit haroratiga bog'liq bo'lgan qorong'ulik tokining yuqori qiymatlari kuzatiladi.

Quyidagi jadvalda turli xil yarimoʻtkazgichlar va ularning qorongʻulik toklari, sezgirligi, tezkorligi va narxi uchun nisbiy qiymatlari keltirilgan.

No	Materiali	Qorongʻulik toki	Tezkorlik	Spektrli diapazon	Narxi
1	Kremniy (Si)	Past	Yuqori	Koʻrinadigan - Yaqinidagi IQ(IR)	Past
2	Germaniy (Ge)	Yuqori	Past	Yaqinidagi IQ(IR)	Past
3	Galiy fosfidi (GaP)	Past	Yuqori	UB - Koʻrinadigan	oʻrtacha
4	Indiy galliy arsenid (InGaAs)	Past	Yuqori	Yaqinidagi IQ(IR)	oʻrtacha
5	Indiy arsenid antimonid (InAsSb)	Yuqori	Past	oʻrtadagi IQ(IR)	Yuqori
6	Kadmiy simob tellur (MCT, HgCdTe)	Yuqori	Past	oʻrtadagi IQ(IR)	Yuqori

o'tishning sig'imi

o'tishning sig'imi (C_j) fotodiodning muhim xarakteristikasi bo'lib, fotodetektorning tezligi va o'tkazish qobiliyatiga katta ta'sir ko'rsatadi. Shuni ta'kidlash kerakki, $p-n$ o'tishning sig'imi uning maydoni va kengligiga bog'liq (o'tishning maydoni qanchalik katta bo'lsa, u shunchalik katta bo'ladi). Teskari chiziqli kuchlanishni qo'llash zaryadsiz qatlam kengligining oshishiga va shu bilan sig'imning pasayishiga va tezkorlikning oshishiga olib keladi.

o'tkazish polosasining(Tarmoqli) kengligi va javob

Yuklama qarshiligi (R_{LOAD}) va o'tish sig'imi fotodetektorning chastotali tavsifiga ta'sir qiladi. o'tkazish polosasining(Tarmoqli) kengligi(f_{BW}) va tik o'sish vaqti (t_r)ni quyidagi formulalar bo'yicha baholanishi mumkin:

$$f_{BW} = 1 / (2 * \pi * R_{LOAD} * C_j)$$
$$t_r = 0.35 / f_{BW}$$

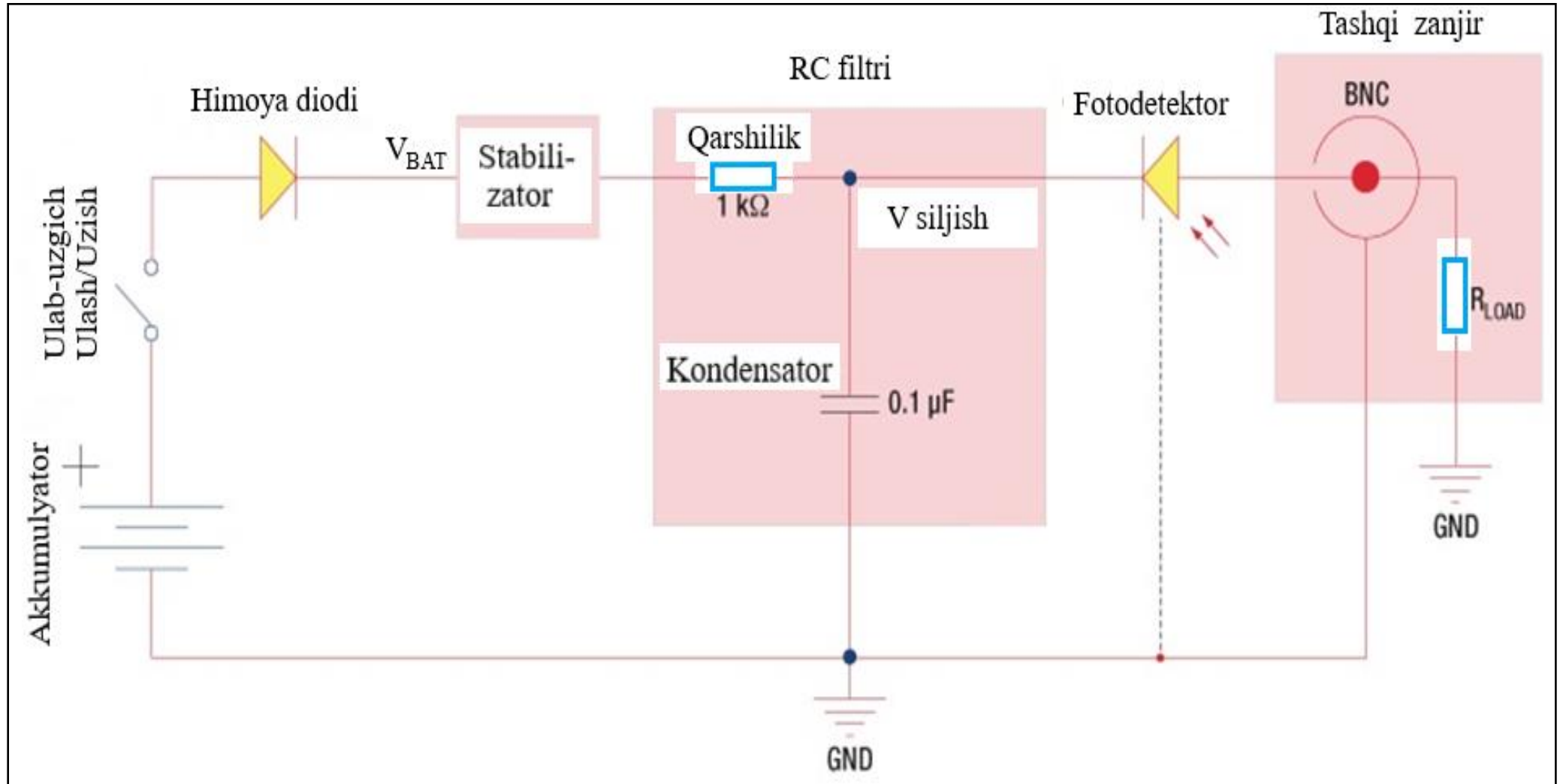
Shovqinning ekvivalent quvvati (NEP)

Shovqinning ekvivalent quvvati (**NEP**) - signal/shovqin nisbati birga teng bo'lganda hosil bo'lgan kuchlanishning o'rtacha kvadratik qiymati. Bu qiymat detektorning kuchsiz yorug'lik signallarini ro'yxatga olish qobiliyatini tavsiflaydi. Shovqinning ekvivalent quvvati faol sohaning oshishi bilan ortadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$NEP = \frac{\text{Incident Energy} * \text{Area}}{\frac{S}{N} * \sqrt{\Delta f}}$$

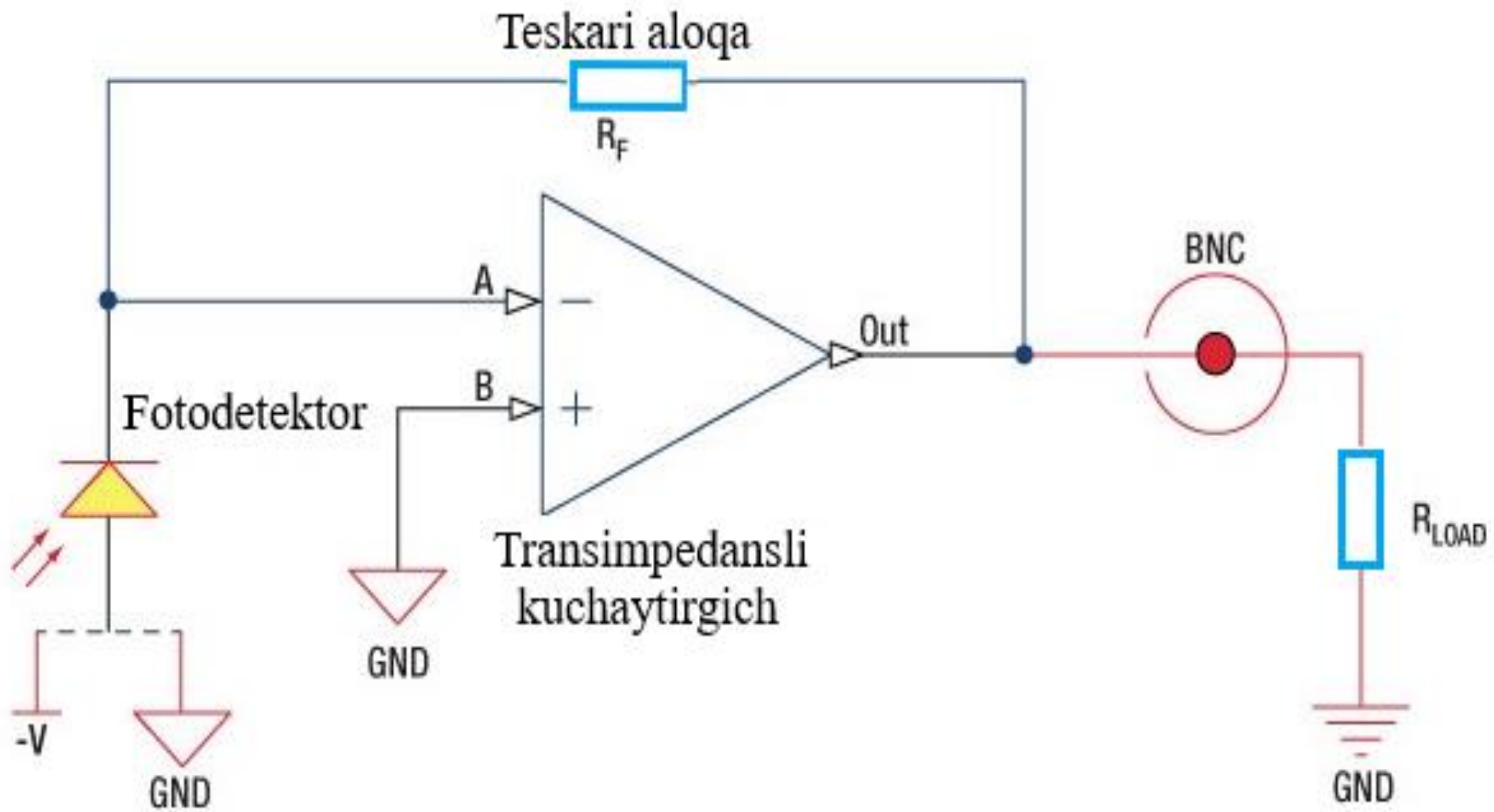
bu yerda **S/N** - signal-shovqin nisbati, **Δf** - shovqinli o'tkazuvchanlik kengligi, **Incident Energy** - yorug'lik oqimi energiyasi (miqdor kattaligi Vt / sm^2 birlikda).

Detektorlarning standart sxemalari



2-rasm Teskari siljigan diodli detektorlarning sxemasi
(DET rusumli detektorlari uchun)

2-rasmda teskari siljigan fotodiodli DET rusumli detektorlarning ishlash printsipli ko'rsatilgan rasm tasvirlangan. Generatsiyalangan (Yaratilgan) fototokning qiymati yorug'lik oqimiga va nurlanishning to'lqin uzunligiga bog'liq. Yuklama qarshiligini ulashda bu qiymatni ossillograf yordamida kuzatish mumkin. RC - filtrining vazifasi elektr ta'minotining yuqori chastotali shovqinini bostirishdir.



3-rasm. Kuchaytirgichli detektorning sxemasi

Kuchaytirgich bilan fotodetektor sxemasidan foydalanganda foydalanuvchi fotodiodning (fotovoltaik yoki fotodiod) ishlash rejimini tanlashi mumkin. Har bir rejimning o'ziga xos afzalliklari bor:

- **Fotovoltaik rejim: Fotovoltaik rejimda** diodga kuchlanish qo'llanilmaydi va operatsion kuchaytirgichning A kirishidagi potentsial B nuqtasidagi potentsialga teng. Ushbu rejimda ishlaganda qorong'ulik toki ahamiyatsiz.

- **Fotodiodli rejim: Fotodiodli rejimida** $p-n$ o'tish joyiga teskari siljish kuchlanishi qo'llaniladi, bu o'tishning sig'imini pasaytiradi va o'tkazish polosasining (tarmoqli) kengligini oshiradi. Kuchaytirish teskari aloqa qarshiligiga (R_f) bog'liq. Detektorning o'tkazish polosasining (tarmoqli) kengligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$f(-3dB) = \sqrt{\frac{GBP}{4\pi * R_f * C_D}}$$

bu yerda **GBP** - kuchaytirish koeffitsienti va OK o'tkazish polosasi(tarmoqli) kengligining ko'paytmasi, **C_D** - o'tish va kuchaytirgichning sig'imi yig'indisi.

Batareyaning xizmat muddati

Batareya bilan ishlaydigan fotodetektordan foydalanganda batareyaning ishlash muddati va uning detektorning ishlashiga qanday ta'sir qilishini tushunish muhimdir. Detektorning chiqish toki tushayotgan nurlanish oqimiga to'g'ri proporsionaldir. Aksariyat foydalanuvchilar ushbu tokni yuklama bilan muvofiqlashgan holdagi kuchlanishga aylantiradilar. Qarshilik qiymati taxminan sxemaning kuchaytirish koeffitsiyentiga teng. **DET08** kabi yuqori tezlikdagi detektorlar uchun standart koaksiyal kabellarning empedansiga mos keladigan 50 Om li yuklama ishlatilishi kerak. Bu teskari aks ettirishni(akslanishni) kamaytiradi va chiqish signalining sifatini yaxshilaydi.

Batareyaning ishlash muddati bevosita detektordagi tokga bog'liq. Aksariyat akkumulyator ishlab chiqaruvchilari batareyaning ishlash muddatini mA/s (milliamper/soat) da qayd etadilar. Misol uchun, agar batareya 190 mA/soat quvvatga ega bo'lsa, u 1,0 mA tok iste'moli bilan 190 soat ishlaydi.

Nurlanishi detektorga tushadigan manba 780 nm toʻlqin uzunligida oʻrtacha 1 mVt quvvatda ishlasin. Berilgan toʻlqin uzunligidagi detektorning sezgirligi 0,5 A / Vt ni tashkil qiladi. U holda fototokni quyidagi formula boʻyicha hisoblash mumkin:

$$I_c = \frac{0.5A}{W} \cdot 1mW = 0.5mA$$

Shunday qilib, batareyaning ishlash muddati quyidagiga teng boʻladi:

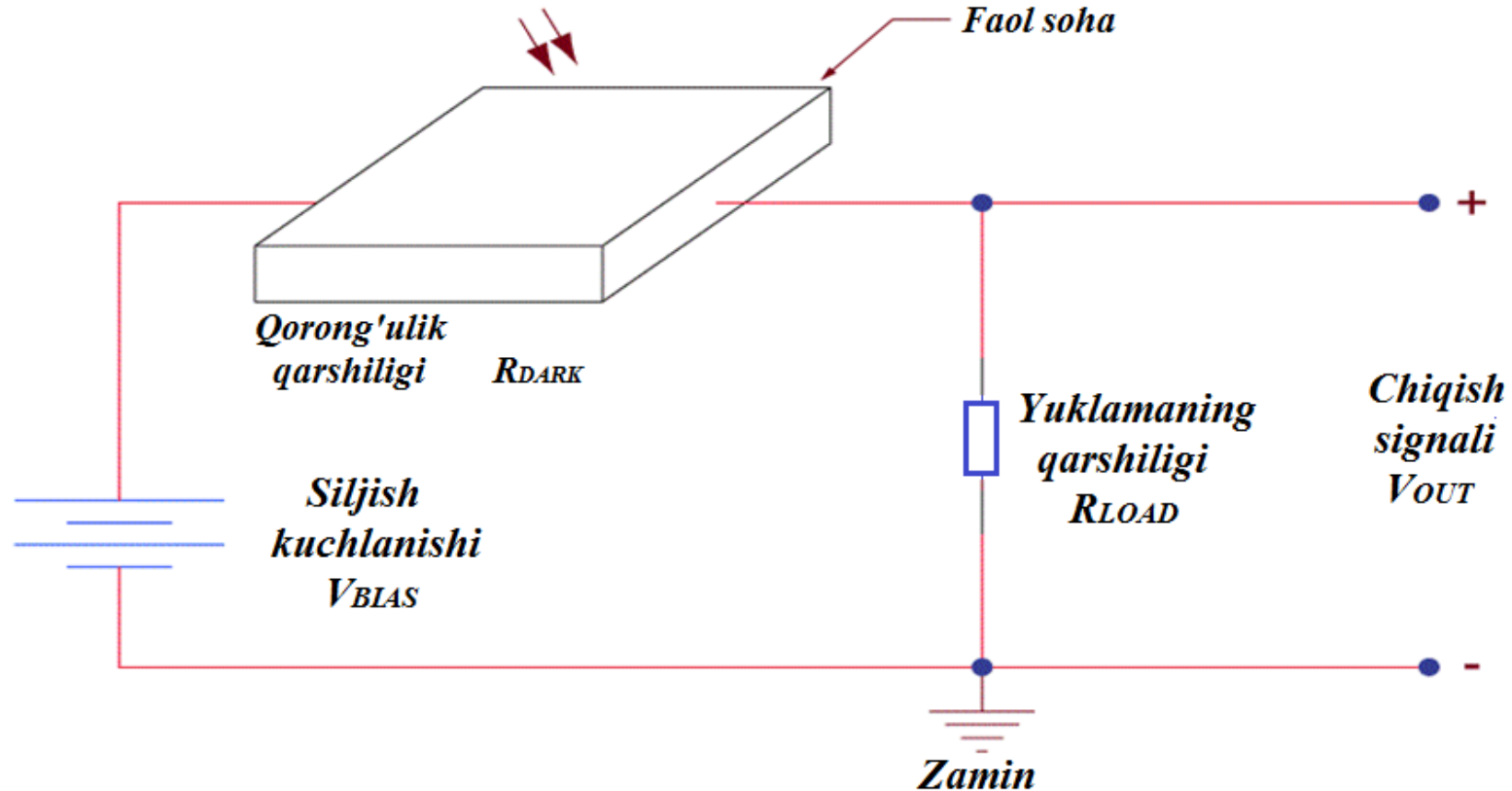
$$T = 190mA \frac{hr}{0.5mA} = 380hr$$

yoki 16 kunlik uzluksiz ish. Voqea sodir boʻlgan nurlanishning oʻrtacha quvvatining 10 mkVt ga kamayishi bilan bir xil batareyaning ishlash muddati 4 yil uzluksiz ishlashga oshadi. Tavsiya etilgan 50 Omli yuklamadan foydalanganda, fototok (0,5 mA) kuchlanishga aylanadi: Agar tushayotgan radiatsiya quvvati 40 mkVt ga kamaytirilsa, chiqish kuchlanishi 1 mVt ga aylanadi. Ba'zi oʻlchash qurilmalari uchun bu qiymat juda kichik boʻlishi mumkin, shuning uchun batareyaning ishlash muddati va oʻlchash aniqligi oʻrtasida muvosana (muvozanatni) topish kerak.

$$U = I \cdot R = 0.5mA \cdot 500m = 25mV$$

Ish printsipi

Fotoo'tkazuvchan materialda yorug'lik so'rilsa, ortiqcha zaryad tashuvchilar paydo bo'lib, o'tkazuvchanlikning oshishiga va qarshilikning pasayishiga olib keladi. Qarshilikning o'zgarishi o'lchangan kuchlanishning kattaligini o'zgartiradi. Quyidagi rasmda fotoo'tkazuvchan materiallarga asoslangan detektorlarning ishlash printsipini aks ettiruvchi sxema taqdim etilgan. Shuni ta'kidlash kerakki, taqdim etilgan sxema past chastotali shovqin mavjudligi sababli amaliy foydalanish uchun tavsiya etilmaydi.



E'TIBORINGIZ UCHUN RAHMAT!

E-mail: aquvvat@mail.ru
Web sayt: denmukhammdiev.uz