

VAJA 29. - PROSTOZRAČNA OPTIČNA ZVEZA

29.1. Optične zveze v praznem prostoru

Podobno kot radijsko zvezo lahko vzpostavimo tudi optično zvezo v praznem prostoru. Najstarejši zgled za takšno zvezo so prav gotovo dimni signali, ki hkrati odkrivajo slabosti takšnih komunikacij: majhna zmogljivost zveze (počasen prenos informacij), občutljivost na motnje in na pogoje razširjanja svetlobe v ozračju. Domet prostoziračne optične zveze je zato bistveno drugačen sredi jasne noči kot pa podnevi v megli.

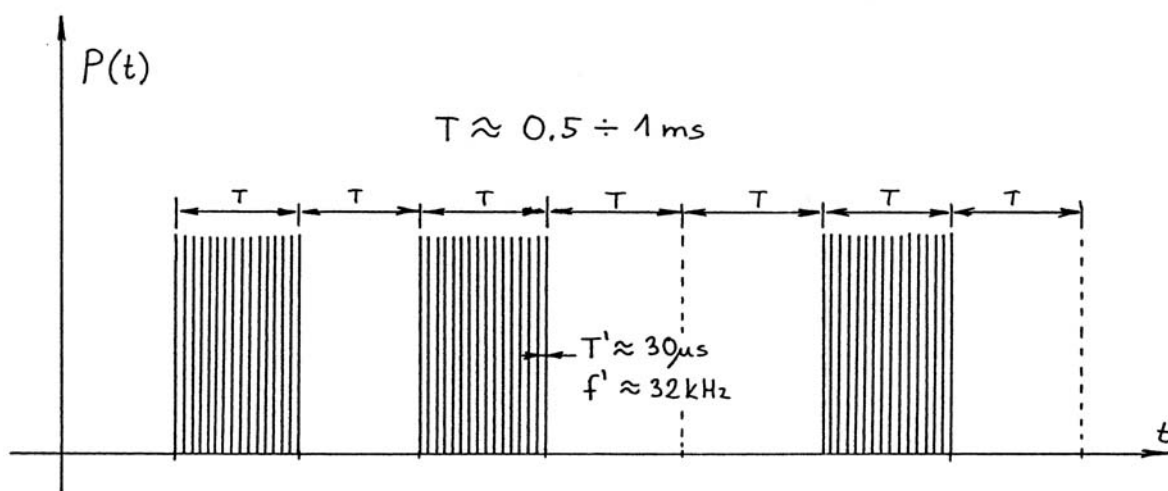
S pojavom prvih IR GaAs svetlečih diod in ustreznih Si PIN sprejemnih fotodiod so postale prostoziračne optične zveze zelo zanimive predvsem za komunikacije na krajših razdaljah do nekaj deset metrov: brezžične slušalke, daljinsko upravljanje televizorja ali razne protivlomilske alarmne naprave. Z uporabo zbiralnih leč na obeh straneh zveze se da domet takšne zveze povečati na velikostni razred enega kilometra, z uporabo močnejšega polprevodniškega laserja namesto IR LED pa je mogoče doseči še dosti večji domet.

Vsem prostoziračnim IR na kratke razdalje je skupna uporaba valovne dolžine okoli 900nm. Na tej valovni dolžini je najlažje izdelati GaAs svetleče diode z najvišjim izkoristkom pretvorbe enosmernega električnega toka v svetlobo. Hkrati dosegajo na tej valovni dolžini cenene in zanesljive Si PIN fotodiode najboljšo občutljivost.

Ker je dnevna svetloba oziroma umetna osvetlitev prostorov za več kot tisočkrat močnejša od zelenega IR signala na mestu sprejema, je potrebno izbrati ustrezno modulacijo oddajnika in izsejati motnje na sprejemni strani s pomočjo ustreznih sit. Sprejemniške Si PIN fotodiode se zato vgrajujejo v ohišja iz navidezno črne plastike, ki je v resnici optično sito in prepušča 100nm širok pas valovnih dolžin okoli 900nm.

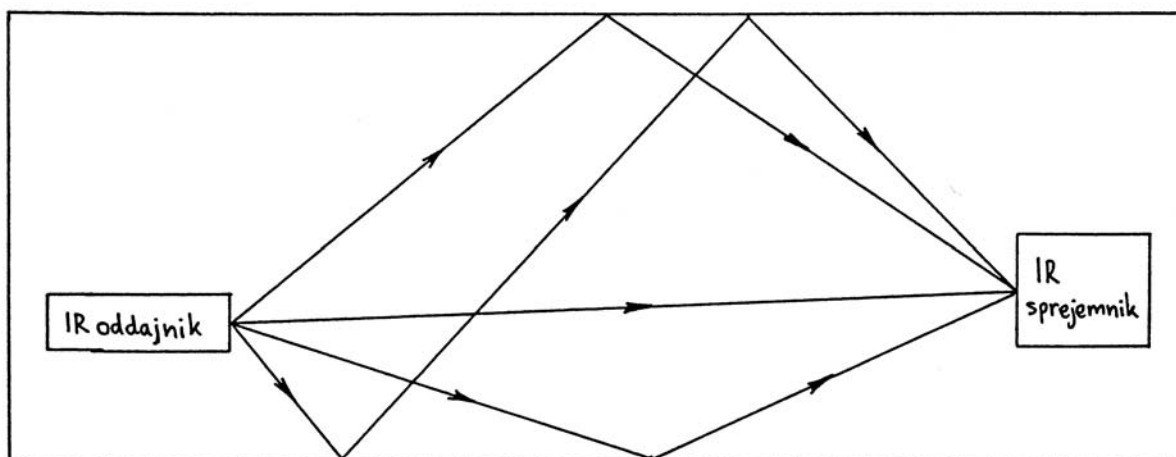
Samo optično sito ne zadošča, saj vsebuje tudi naravna sončna svetloba in svetloba žarnic z nitko pas valovnih dolžin okoli 900nm. Zato izberemo takšno modulacijo oddajnika (glej sliko 29.1), da enosmerno komponento (sončna svetloba) in harmonike omrežne frekvence (predvsem 100Hz) enostavno izločimo v sprejemniku. Oddajnik v vsakem slučaju moduliramo s podnosilcem okoli 32kHz za digitalni prenos (daljinsko upravljanje televizorja) oziroma do 100kHz za analogni prenos (brezžične slušalke). Podnosilec 32kHz omogoča koristno modulacijo z digitalnimi podatki do približno 1kbit/s.

Pomembna razlika med radijsko in IR prostoziračno zvezo je v načinu sprejema. Si PIN fotodiode ima običajno površino nekaj kvadratnih milimetrov, njene prečne mere so več kot tisočkrat večje od uporabljene valovne dolžine. Povprečenje na tako veliki površini fotodiode izniči interferenčne pojave: fotodiode se obnaša kot nekoherentni sprejemnik, njegov izhodni signal pa je enostavno enak vsoti moči vpadnih valovanj.



Slika 29.1. – Modulacija IR oddajnika.

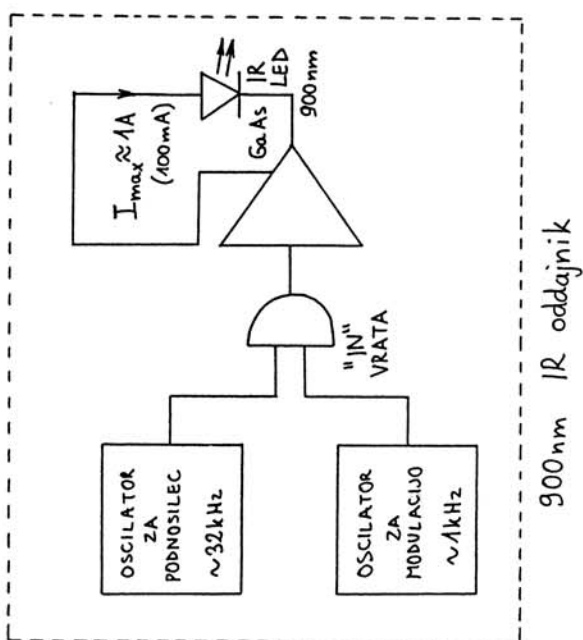
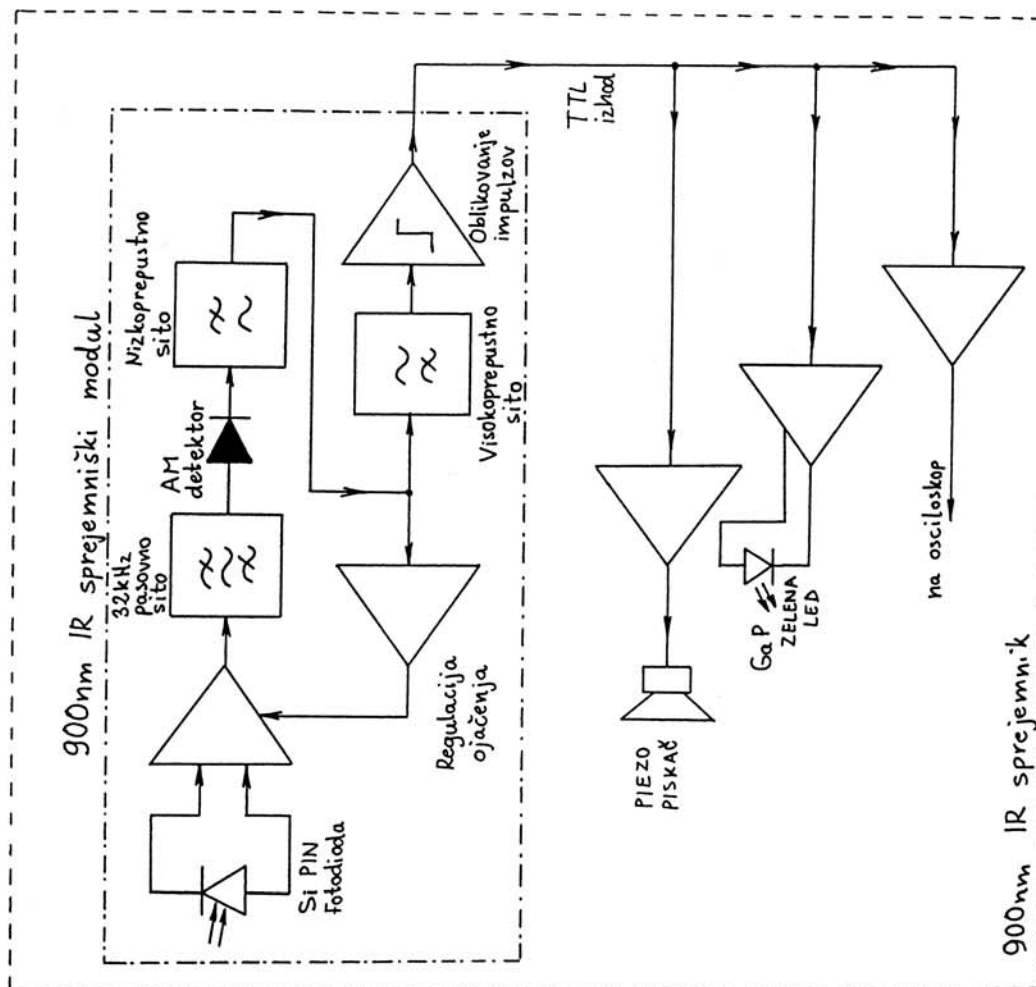
V slučaju optične zveze majhne zmogljivosti (1kbit/s) zato odbiti valovi vedno konstruktivno prispevajo k sprejetemu signalu (glej sliko 29.2). Prispevek odbitih valov v zaprtem prostoru (sobi) sploh ni zanemarljiv, saj običajno poveča domet prostozaračne optične zveze za faktor 2-krat do 3-krat glede na domet istih naprav v povsem praznem prostoru.



Slika 29.2. – Razširjanje IR svetlobe v zaprtem prostoru.

Površina Si PIN fotodiode je izbrana predvsem v povezavi s sledečim elektronskim ojačevalnikom v sprejemniku. Večja PIN dioda sicer zbere več vpadne svetlobe, ima pa hkrati večjo kapacitivnost, ki izniči kakršnokoli izboljšanje razmerja signal/šum. Kapacitivnost običajnih sprejemniških Si PIN fotodiod je v velikostnem razredu 50-100pF.

Vezi IR oddajnika in sprejemnika sta prikazana na sliki 29.3. IR oddajnik vsebuje oscilator za 32kHz podnosilec, oscilator za modulacijo (1kHz ali drugačen izvor koristne informacije), IN logična vrata ter krmilno stopnjo za IR LED. Tok skozi LED doseže v konici do 1A, v povprečju (25%) pa do 250mA.



Slika 29.3. – 900nm IR oddajnik in sprejemnik.

IR sprejemnik je običajno izdelan v obliki modula, ki poleg Si PIN fotodiode že vsebuje ojačevalnik, pasovno sito za 32kHz podnosilec, AM detektor in nizko sito, ki izloči ostanke nosilca. Na izhodu IR sprejemniškega modula je dodana še stopnja za oblikovanje impulzov na TTL nivo, ki lahko potem naravnost prožijo prekinitve mikroračunalnika za daljinsko upravljanje televizorja ali druge naprave. Šolski IR sprejemnik vsebuje še ojačevalnik za piezo piskač, za zeleno LED in izhod za osciloskop.

29.2. Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

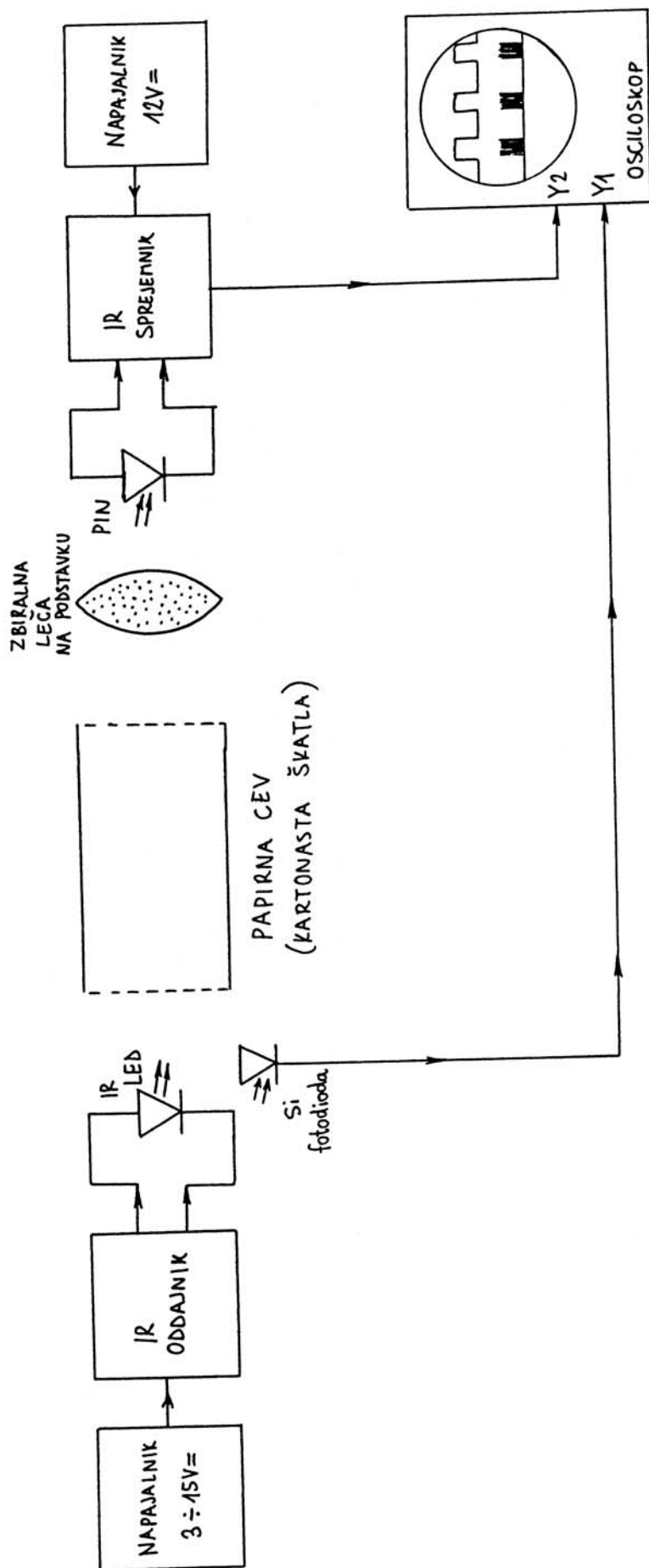
- (1) Moduliran IR LED oddajnik z ustreznim napajalnikom.
- (2) Moduliran IR LED oddajnik z nastavljivo frekvenco.
- (3) IR sprejemnik s PIN fotodiodo in ustreznim napajalnikom.
- (4) Si fotodiodo z BNC konektorjem.
- (5) Dve zbiralni leči na podstavkih.
- (6) Belo kartonasto škatlo ali cev.
- (7) Osciloskop 10MHz.
- (8) Klop za sestavljanje optičnih vaj.
- (9) Priključne kable za vse povezave.
- (10) Razstavljen IR sprejemniški modul.

Razporeditev in vezava merilnih pripomočkov je prikazana na sliki 29.4.

29.3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Za poskuse postavimo IR oddajnik in sprejemnik vsak na svoj konec optične klopi, da lahko vmes vstavljamo leče in druge predmete. Ker občutljivosti sprejemniškega modula ne moremo spreminjati, lahko spreminjamo le izhodno moč oddajnika. V grobem to storimo tako, da izberemo upor, ki je vezan zaporedno z oddajno LED. Upori na oddajniku omogočajo vršni tok skozi fotodiodo 1mA, 3mA, 10mA, 30mA in 100mA pri 12V napajanju. Fino nastavitev izhodne moči oddajnika opravimo s spremembo napajalne napetosti oddajnika.

Pri tej vaji privzamemo, da je izhodna svetlobna moč LED premosorazmerna krmilnemu toku. Na ta način najprej določimo frekvenčni pas podnosilca sprejemniškega modula. V ta namen uporabimo oddajnik z nastavljivo frekvenco, izhodni signal oddajnika pa opazujemo z dodatno fotodiodo, priključeno na osciloskop. Nato svetlobno zvezo preizkusimo na vpliv različnih ovir, odbojnikov in zbiralnih leč.



Slika 29.4. – Razporeditev in vezava merilnih pripomočkov.

29.4. Prikaz značilnih rezultatov

Najprej poiščemo frekvenco, kjer je odziv sprejemnika največji. Tok oddajnika oziroma razdaljo nastavimo na mejno vrednost. Nato vstavimo še eno IR LED v oddajnik (podvojimo izhodno moč) in premaknemo frekvenco podnosilca navzgor oziroma navzdol, da spet dobimo enak sprejem na -3dB točkah.

Nato preizkusimo vpliv papirne cevi, ki jo vstavimo med IR sprejemnik in oddajnik. Odboji na notranjih stenah cevi povečajo jakost sprejema, podobno kot odboji na stenah, stropu in tleh v slučaju resnične optične zveze v zaprtem prostoru. S spreminjanjem napajalne napetosti oddajnika skušamo ovrednotiti dobitok, ki nam ga prinese papirnati "valovod". Za ta poskus uporabimo oddajnik s fiksno modulacijsko frekvenco, ki jo določa vgrajeni keramični rezonator.

Končno preizkusimo vpliv leč v optični poti od oddajnika do sprejemnika. Za razliko od valovoda oziroma golih LED in fotodiod je treba lečo natančno nastaviti na podstavku, ki omogoča premikanje po vseh treh koordinatnih oseh. Dobitek leče je bistveno večji, seveda za ceno natančnega usmerjanja naprav na obeh koncih zveze.

29.5. Vprašanja in naloge vaje

1. Izmeri v katerem frekvenčnem pasu podnosilca deluje prostoziračna zveza najboljše!
2. Zakaj je papirnata cev lahko odličen valovod za svetlobo?
3. Zakaj v večini prostoziračnih zvez ne uporabljamo velikih leč, pač pa večje LED in večje fotodiode?