

SLIKOVNI OJAČEVALNIKI IN PRETVORNIKI

=====

Matjaž Vidmar, S53MV

Ker so članki o HeNe laserju (CQ ZRS 1/94) in o akustooptičnem modulatorju (CQ ZRS 3/94) vzbudili kar nekaj zanimanja med našimi radioamaterji in nas privedli tudi do prvih laserskih zvez s povsem spočobnim dometom, v tem članku nadaljujem z opisom naprav, ki bi jih lahko izkoristili pri takšnih poskusih. Ena takšnih naprav je prav gotovo slikovni ojačevalnik oziroma pretvornik infrardeče v vidno sliko.

Slikovni ojačevalnik je vakuumaska elektronska cev s fotokatodo na enem koncu in fluorescentnim zaslonom na drugem koncu cevi. Uporabljata se dve različni konstrukciji slikovnih ojačevalnikov: z elektrostatično lečo in fokusiranjem ter z mikrokanalno ploščico kot ojačevalnikom, brez fokusiranja. V obeh vrstah slikovnih ojačevalnikov projeciramo vhodni signal (sliko) na polprozorno fotokatodo, izhodni signal (ojačeno sliko) pa opazujemo na fluorescentnem zaslonu na drugi strani cevi kar s prostim očesom ali pa preko okularja.

Spektralna občutljivost slikovnega ojačevalnika zavisi predvsem od vrste in materiala fotokatode. Slikovni ojačevalniki s fotokatodo za vidno svetlobo dosežejo faktor ojačenja svetlobe nekaj tisočkrat in se uporabljajo v nočnogledih. Slikovni ojačevalniki za infrardečo svetlobo imajo nekoliko manjše ojačenje zaradi slabšega izkoristka fotokatode in se uporabljajo v glavnem za pretvorbo valovne dolžine svetlobe. Takšni infrardeči slikovni pretvorniki delujejo do valovne dolžine približno 1.5 μ m, kar pomeni, da je treba opazovani predmet osvetliti z ustreznim žarometom. Termovizija oziroma opazovanje lastnega toplotnega sevanja predmetov brez osvetljevanja deluje na dosti večjih valovnih dolžinah, nad 10 μ m, kar ni izvedljivo z enostavnim slikovnim pretvornikom.

Konstrukcija infrardečega slikovnega pretvornika z elektrostatično lečo in fokusiranjem je prikazana na Sliki 1. Enostavnejše izvedbe infrardečih slikovnih pretvornikov imajo samo dve elektrodi, katodo in anodo, ki sta primerno oblikovani, da se tok elektronov, ki izstopa iz katode, spet pravilno fokusira na anodi. Kvalitetnejši slikovni pretvorniki imajo še dodatno fokusirno elektrodo. Z nastavljanjem potenciala na fokusirni elektrodi popravimo tolerance pri izdelavi cevi ter dosežemo ostrejšo sliko tudi pri višjih napetostih na anodi in torej večjemu ojačenju.

Oblika elektrod, predvsem anode, ima še dodatno nalogo: preprečiti mora, da se svetloba s fluorescentnega zaslona (anode) ne vrača nazaj na fotokatodo. Razen tega omejuje faktor ojačenja svetlobe tudi najvišja dopustna potencialna razlika med anodo in katodo (okoli 20kV). Z upoštevanjem izkoristka fotokatode in fluorescentne anode znaša faktor ojačenja nekaj tisočkrat za ojačevalnike vidne svetlobe in nekaj stokrat za infrardeče slikovne pretvornike.

Večje ojačenje dobimo v ceveh z mikrokanalno ploščico, ki s pomočjo pojava sekundarne emisije pomnoži število elektronov, dospelih s fotokatode. Vse vrste cevi, z

elektrostatsko lečo in z mikrokanalno ploščico, lahko seveda proizvajajo le črnbelo sliko. Fluorescentni zaslon je običajno izdelan iz snovi, ki proizvaja rumeno-zeleno svetlobo, ker je na takšno svetlobo človeško oko najbolj občutljivo.

Za napajanje infrardečega slikovnega pretvornika potrebujemo ustrezen visokonapetostni izvor. Pretvorniška cev lahko sicer deluje v precej širokem področju napajalne napetosti (od 2kV do 15kV), spreminja se le ojačenje cevi. Napetost na fokusirni elektrodi dobimo preko uporovnega delilnika. Ker je fokusiranje odvisno le od razmerja, ne pa od absolutnih vrednosti napetosti na elektrodah, se pri spreminjanju napetosti izvora preko uporovnega delilnika ohranja pravilno razmerje napetosti ter s tem fokusiranje cevi.

Poraba slikovnih pretvornikov je sicer zelo majhna, pri običajnem delovanju manj kot 1uA pri napetostih okoli 10kV. Za napajanje lahko uporabimo kar napajalnik za HeNe lasersko cev (brez priključene laserske cevi), ki bo v praznem teku dal na izhodu kakšnih 7 do 10kV. Nekateri slikovni pretvorniki imajo že vgrajen napajalnik, tako da se napajajo kar z 1.5 ali 3V baterije.

Same pretvorniške cevi seveda ne moremo praktično uporabljati brez objektiva, zbiralne leče, ki jo postavimo pred fotokatodo. Razdaljo med objektivom in fotokatodo je treba seveda nastaviti tako, da dobimo na fotokatodi pravilno fokusirano sliko opazovanega predmeta. Ker je fluorescentni zaslon večine cevi zelo majhen, premera nekaj cm, tudi dodatna zbiralna leča na zaslonu oziroma okular zelo olajša uporabo naprave.

Da bo svetlobni ojačevalnik služil svojemu namenu, moramo zanj izbrati objektiv s čimvečjo odprtino, da zberemo čimveč vpadne svetlobe na fotokatodi. Hkrati poskrbimo, da svetloba ne vpada od strani mimo leče na fotokatodo tako, da vgradimo objektiv in ojačevalnik v cev iz neprozornega materiala. Neželjena osvetlitev fotokatode se ponavadi kaže kot enakomerna svetloba preko celotnega zaslona slikovnega pretvornika.

Večina radioamaterjev se bo verjetno vprašala, kako do ustrezne ojačevalne oziroma pretvorniške cevi? Takšne cevi se uporabljajo v glavnem v vojaških opazovalnih napravah, se pravi jih srečamo prav na vsakem tanku ali drugem oklepnem vozilu. Ker vojaki občasno posodablajo opremo na svojih vozilih ter zamenjujejo starejše cevi z elektrostatsko lečo z novjšimi z mikrokanalno ploščico, se starejše cevi z elektrostatsko lečo redno pojavljajo tudi na radioamaterskem tržišču. Na velikih sejnih kot je Pordenone ali Friedrichshafen jih najdemo skoraj vsako leto po zelo nizkih cenah, nekje od 10 do 40dem/kos. Na tržišču dobimo sicer tudi kompletne nočnogleda, običajno ruske izdelave, za nekaj desetkrat višjo ceno.

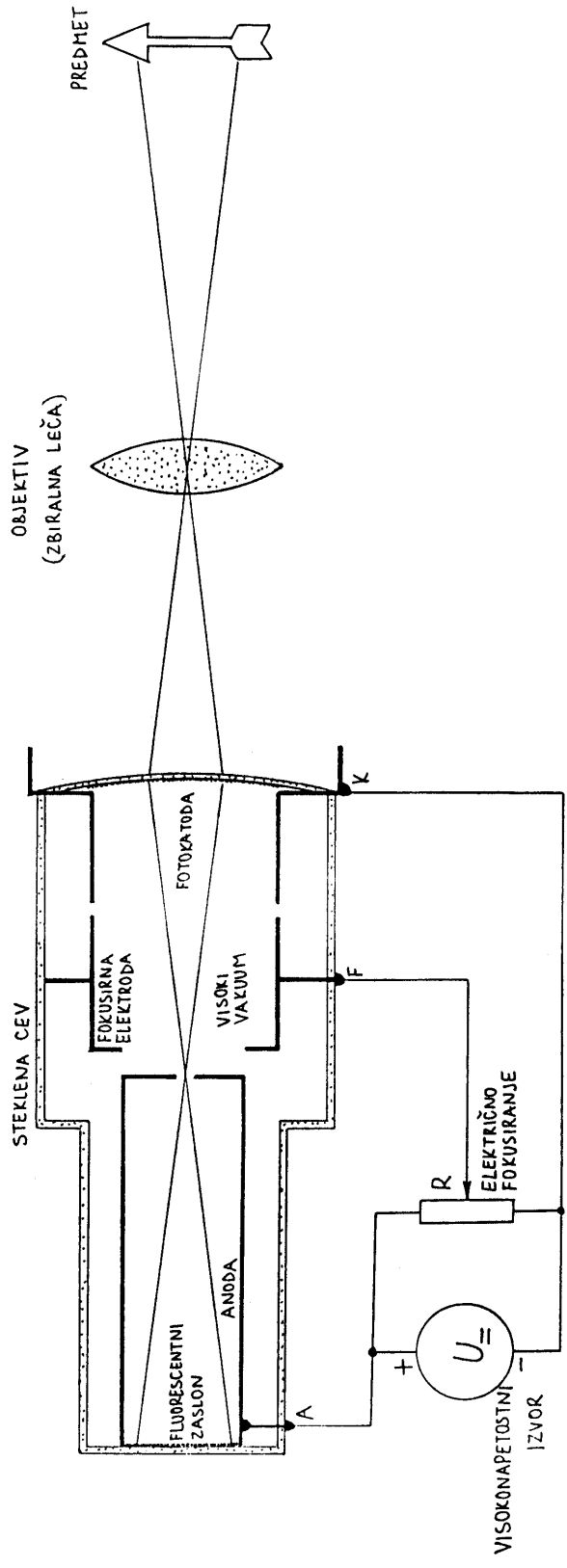
Na radioamaterskih sejmih dobimo tako cevi s fotokatodo za vidno svetlobo za slikovne ojačevalnike kot tudi cevi za slikovne pretvornike, ki imajo fotokatodo za infrardečo svetlobo. Obe vrsti cevi sta zelo občutljivi na rdečo svetlobo HeNe laserja in sta zato uporabni za naše poskuse. Pri nakupu cevi pazimo zato na dvoje: da cev ni razbita, odrgnjena ali počena in da fluorescentni zaslon nima črnih pikic ali madežev, kar poemni, da jo je nekdo obrnil v premočen izvor svetlobe, ki je poškodoval zaslon cevi. Če imamo pri roki ohmmeter, ga priključimo med fotokatodo in fokusirno elektrodo ter tako preverimo, če cev deluje kot fotocelica.

Pri praktičnem vzpostavljanju laserske zveze nam nočnogled pomaga najti sogovornikov kucelj in natančno usmeriti naše ter njegove naprave. Ko so naprave na obeh koncih zveze nastavljene, so signali ponavadi zadosti močni tudi za sprejem s prostim očesom oziroma s fotodiodo, opremljeno z ustreznim objektivom. Sama ojačevalna cev se seveda tudi obnaša kot električni detektor svetlobe, če enostavno merimo anodni tok.

Na koncu še obvestilo vsem, ki poizkušajo z laserskimi zvezami. Ameriški radioamaterji so se dogovorili, da laserska zveza velja le, če imamo na sprejemni strani vsaj eno stopnjo elektronske obdelave signalov. Dogovor se mi zdi zelo smiseln in povsem upravičen, toda potemtakem pri nas še ni bila vzpostavljena nobena VELJAVNA amaterska laserska zveza! Temu zadnjemu pogoju verjetno najlažje zadostimo z uporabo slikovnega ojačevalnika ali pretvornika z ustrezno elektronsko cevjo.

Seznam slik:

Slika 1. - Električna vezava ter uporaba infrardečega slikovnega pretvornika.



Slika 1. - Električna vezava ter uporaba infrardečega slikovnega pretvornika.