

IZBOLJŠANI NAPAJALNIK ZA HELIJ-NEONSKO LASERSKO CEV
=====

Matjaž Vidmar, S53MV

Članek o helij-neonskem laserju, objavljen v CQ ZRS 1/94, je sodeč po številnih odzivih vzbudil precej zanimanja. Navsezadnje je laserska cev zanimiva igrača tudi v slučaju, ko je ne uporabljamo kot oddajnik v radioamaterskih zvezah. Ker se je v preteklem letu zgodilo marsikaj, sem se odločil, da pridobljene izkušnje s HeNe cevmi strnem v temle članku.

Za nas radioamaterje pridejo v poštev predvsem rabljene HeNe cevi, ki jih dobimo na raznih radioamaterskih "bolšjih sejmi" od Pordenona do Friedrichshafna itd. Ponudba takšnih cevi se je v zadnjem času povečala, zato so cene rabljenih cevi padle že pod 40dem/kos. Pri nakupu rabljene cevi moramo seveda paziti, da ne kupimo mačka v žaklju. Še najboljše je, če nam prodajalec cev preizkusi na svojem napajalniku, vendar bojo takšne cevi temu ustrezno dražje.

Na radioamaterski sejem se je zato bolj pametno odpraviti z lastnim napajalnikom in ustrezno baterijo za njegovo delovanje. Če cevi ne moremo električno preizkusiti, potem si jo pred nakupom temeljito oglejmo. Cev ne sme biti v nobenem slučaju mehansko poškodovana, saj s počeno cevjo, ki vsebuje le navaden zrak, nimamo kaj početi. Še posebno natančno si oglejmo zrcala na obeh koncih cevi, ki ne smejo biti opraskana ali kako drugače poškodovana.

Plinske laserske cevi imajo omejeno življensko dobo. Stopnjo izrabljenosti cevi lahko ocenimo po tem, kako izgleda notranja steklena cev (glej Sliko 1.). Pri novi laserski cevi je notranja cev kristalno čista, pri rabljeni pa izgleda notranjost tanke notranje cevi osmojena. Izrabljena cev zahteva višjo delovno napetost in večji tok, kar na koncu povzroči težave z napajalnikom cevi.

Na tržišču dobimo cevi različnih proizvajalcev (Siemens, Spectra-Physics itd), ki so si v glavnem enakovredne. Pri ceveh enake dolžine bi sam izbral cev z večjim zunanjim premerom, ker takšna cev vsebuje večjo zalogo plina, ki na koncu določa življensko dobo cevi. Na tržišču so se pojavile tudi polarizirane laserske cevi, ki se v izvedbi le malenkostno razlikujejo od nepolariziranih cevi.

Izvedba polarizirane laserske cevi je prikazana na Sliki 1. Razlika je v Brewster-jevem oknu, to je stekleni ploščici, ki je postavljena poševno pod določenim kotom znotraj laserskega rezonatorja. Ker je jakost odboja svetlobe pri poševnem vpadu na površino stekla (ali katerekoli druge prozorne snovi) odvisna od polarizacije svetlobe, Brewster-jevo okno nekoliko spremeni ojačenje laserske cevi za različne polarizacije. Laserska cev vedno niha le s polarizacijo, pri kateri je lasersko ojačenje največje!

Pri nekaterih laserskih ceveh lahko opazimo Brewster-jevo okno v notranjosti steklenega balona cevi. Pri večini cevi je poševna steklena ploščica skrita v enem od kovinskih držal zrcal na koncih cevi. Polarizirano lasersko cev zato opazimo po tem, da je eno od držal zrcal nekoliko daljše. Kar se tiče izhodne svetlobne moči so si nepolarizirane in polarizirane cevi iste dolžine enakovredne, sicer pa polarizirana cev omogoča še nekaj več poskusov in jo zato priporočam.

Če ne vemo, s kakšno vrsto laserske cevi, polarizirano

ali ne, razpolagamo, lahko to takoj preizkusimo z ravnim, prozornim koščkom stekla. Pri polarizirani cevi lahko z nagibanjem in obračanjem stekelca dosežemo točko, ko odbiti žarek izgine. Isto lahko sicer dosežemo tudi pri nepolarizirani cevi, vendar pojav ni stabilen: odbiti žarek izgine in se čez določen čas spet prikaže in potem spet izgine, ker se polarizacija svetlobe nepolarizirane cevi naključno suče, običajno sicer dokaj počasi s periodo v velikostnem razredu ene minute.

Sodobne HeNe laserske cevi nimajo več vijakov za točno nastavljanje zrcal. Zrcala so tovarniško nastavljena z upogibanjem kovinskih nastavkov. Pri nakupu zato izberemo cev, pri kateri so nastavki čimmanj upognjeni, kar pomeni, da so bila zrcala že od samega začetka dokaj točno izdelana. Slabo nastavljena zrcala povzročijo manjšo izhodno moč oziroma neželjene izhodne žarke, kar je smiselno preizkusiti pred nakupom cevi.

Večina sodobnih cevi ima ukrivljena zbiralna zrcala, da je nastavljanje zrcal manj zahtevno. Ukrivljena zrcala povzročijo, da izhodni svetlobni šop žarkov ni povsem vzporeden, pač pa se pahljačasto odpira. Izhodni snop popravimo z dodatno zbiralno lečo, ki naj ima goriščno razdaljo približno enako dolžini laserske cevi. Z ustrezno zbiralno lečo zmanjšamo presek žarka tudi za več kot desetkrat že na razdalji nekaj metrov.

Čeprav pojav običajno ni uporaben za neposredno modulacijo laserske cevi, je izhodna moč laserske cevi do določene mere odvisna od enosmernega električnega toka napajanja, kot je to prikazano na Sliki 2. Točna oblika krivulje je seveda odvisna od posamične laserske cevi, točka gašenja cevi pa tudi od vrste napajalnika in vgrajenega predupora. V področju nasičenja postaja rožnata svetloba plina v cevi močnejša, toda izhodna moč rdeče laserske svetlobe pri 632.8nm se manjša. Uporaba cevi v področju nasičenja je nesmiselna, ker po nepotrebem krajšamo življenjsko dobo cevi.

Pri gradnji napajalnika za lasersko cev se je zato smiselno potruditi in izdelati napajalnik, ki bo pravilno krmilil lasersko cev. Če uporabljamo isti napajalnik z več različnimi laserskimi cevmi, potem je treba napajalnik sproti prilagajati različnim vžigalnim napetostim (nekje od 5kV do 10kV) in različnim napetostim gorenja cevi, v področju od 1000V do 1500V. Kvalitetni profesionalni napajalniki za laserske cevi so zato vedno opremljeni s trimerjem, s katerim nastavimo najboljše pogoje za delovanje cevi.

Switching napajalnik je v vsakem slučaju bolj prilagodljiv od običajnih napajalnikov za HeNe laserske cevi, ki usmerjajo in pomnožijo omrežno napetost 220V na primerno vrednost s pomočjo dolge kaskade diod in kondenzatorjev. Switching napajalnik, opisan v CQ ZRS 1/94, se da enostavno prilagoditi na večino cevi z ustrezno izbiro nekaterih sestavnih delov. Glavni spremenljivki sta razmerje navitij transformatorja in frekvenca delovanja pretvornika.

V opisanem napajalniku se najboljše obnese vrstični visokonapetostni transformator iz prenosnega črnobelega televizorja. Visokonapetostni transformatorji v prenosnih televizorjih so sicer predvideni za dve različni vezavi, kot je to prikazano na Sliki 3. Pri gradnji napajalnika moramo zato paziti, da uporabimo pravilne priključke kot primarno navitje.

V opisanem napajalniku lahko uporabimo tudi vrstični visokonapetostni transformator iz črnobelega televizorja na elektronke. V tem zadnjem slučaju uporabimo kot sekundar vsa obstoječa navitja, ki so v televizorju vezana zaporedno. Primar navijemo sami, približno 15 ovojev PVC izolirane žice, ki jo na primernem mestu pretaknemo skozi jedro. Jedra rajši ne razstavljamo, ker so posamezni kosi ferita med sabo zalepljeni in pri razstavljanju radi počijo.

Transformator za televizor na elektronke da sicer slabši izkoristek delovanja pretvornika, ker ima večje jedro in neprimerna VN navitja s preveliko parazitno kapacitivnostjo. V opisanem napajalniku so seveda neuporabni transformatorji za barvne televizorje oziroma visokonapetostni transformatorji z vgrajenimi usmerniški diodami.

Izboljšani načrt nastavljivega switching napajalnika za HeNe lasersko cev je prikazan na Sliki 4. V primerjavi z izvirnim načrtom iz CQ ZRS 1/94 ima oscilator dodan potenciometer, s katerim nastavljamo razmerje vklop/izklop močnostnega tranzistorja ob skoraj nespremenjeni frekvenci delovanja vezja. Z razmerjem vklop/izklop hkrati nastavljamo vžigalno napetost in tok gorenja cevi.

Hkrati je na izhodu napajalnika dodan miliampermeter, ki meri enosmerni tok skozi lasersko cev. Kot miliampermeter zadošča indikatorski inštrumentek na vrtljivo tuljavico, ki ga preko zaščitnih diod in uporov povežemo vzporedno preduporu laserske cevi. Vrednosti dveh uporov 1Mohm izberemo skladno z občutljivostjo inštrumenta (300uA), da dosežemo polni odklon pri toku 6mA do 7mA.

Pri izdelavi napajalnika najprej preverimo, da dosežemo željeni tok skozi našo lasersko cev v ustreznem območju vrtenja potenciometra. Cev lahko sicer nestabilno gori tudi pri manjših tokovih, vendar je izhodna moč takšnega laserja skoraj enaka nič. Nazivni tok HeNe cevi znaša okoli 5mA za cevi dolžine od 20cm do 25cm. Če ne moremo doseči željenega toka, bo treba dodati ali pa odvzeti nekaj ovojev na primarni strani visokonapetostnega transformatorja.

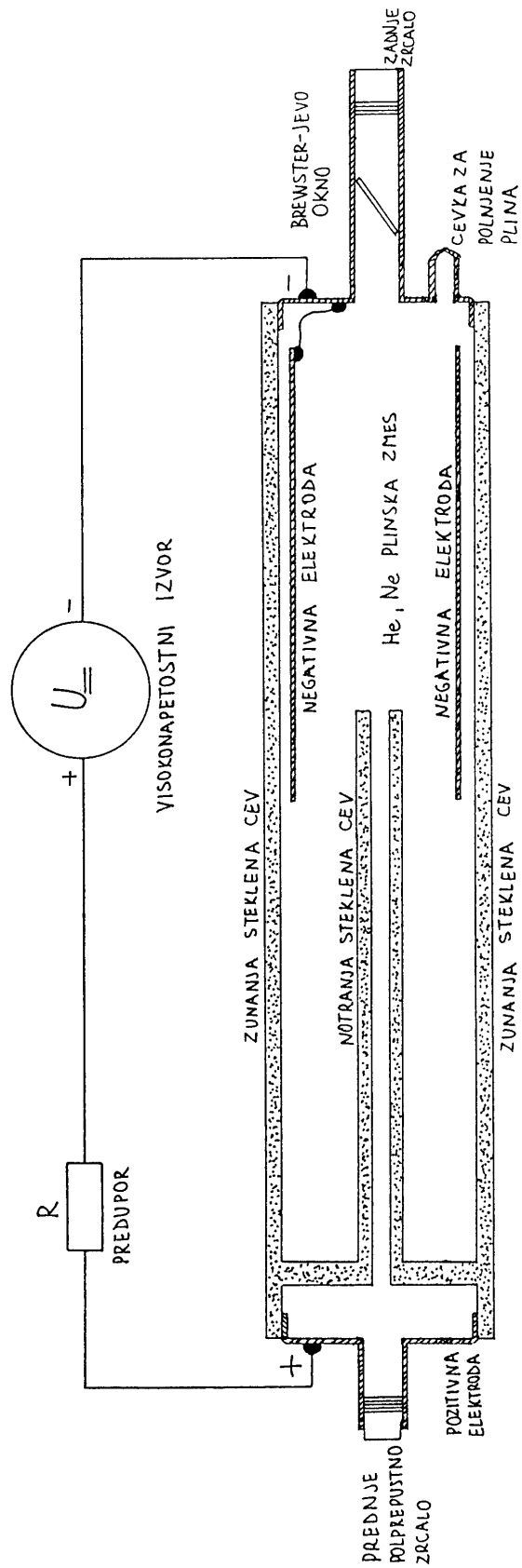
Nato preverimo frekvenco delovanja oscilatorja. Nižja frekvenca bo dala predvsem višjo napetost odprtih sponk, s katero bomo lahko vžgali tudi najbolj trmaste, že izrabljene laserske cevi. Frekvenco oscilatorja nastavimo z izbiro vrednosti kondenzatorja (nazivno 1nF). Pri tem pazimo, da ne uničimo močnostnega tranzistorja ali VN diod, saj lahko z nižajočo frekvenco naraste izhodna napetost preko varne meje.

Najpogostejša napaka napajalnikov laserskih cevi je nestabilno gorenje plina v cevi. Električni preboj v cevi je zelo nestabilen pojav in se obnaša kot negativna upornost, kar daje skupaj s katerimkoli kondenzatorjem oscilator žagaste napetosti. Vsaka HeNe laserska cev potrebuje zato primeren predupor. Predupor mora biti v bližini same cevi, sicer zadošča že kapacitivnost priključnih žic, da cev prične utripati. V skrajnem slučaju lahko vgradimo dva predupora, enega v neposredni bližini cevi in enega v napajalniku.

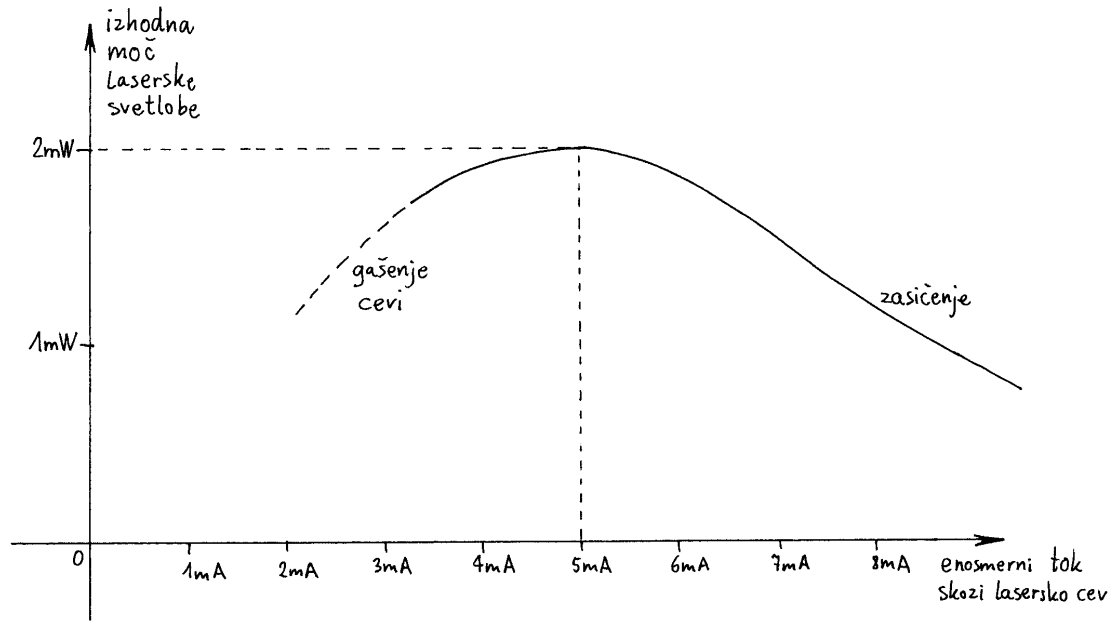
Znatno višji predupor, okoli 300kohm, hkrati zniža prag stabilnega gorenja cevi oziroma vrednost toka, pod katero cev ugasne. Nekaterne laserske cevi delujejo stabilno pri tokovih komaj 1mA ali 2mA in v tem režimu delovanja omogočajo enostavno amplitudno modulacijo. Meja za stabilno delovanje cevi je pojav rdečkaste svetlobe v celotnem balonu laserske cevi, ko se delovanje laserja poruši. Pri normalnem delovanju laserske cevi naj plin rožnato sveti le v notranjosti tanke cevi!

Seznam slik:

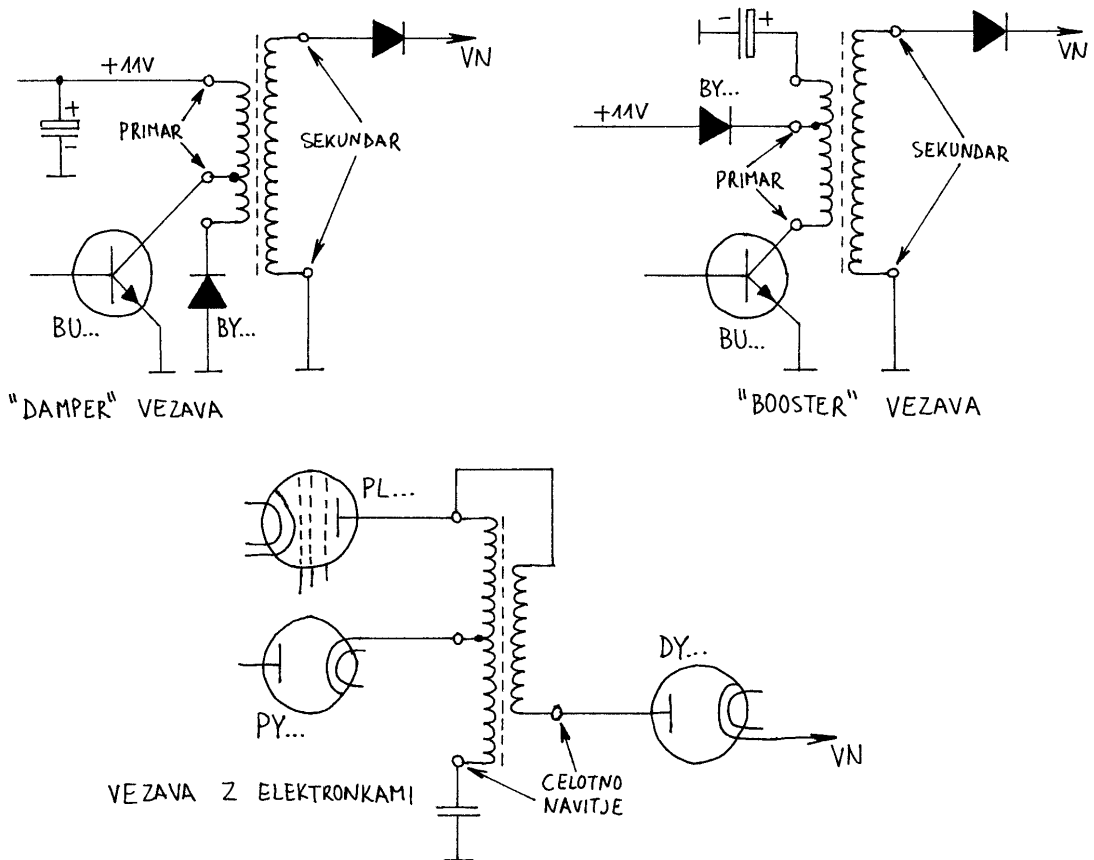
- Slika 1. - Polarizirana helij-neonska laserska cev.
- Slika 2. - Izhodna moč laserske cevi.
- Slika 3. - Različne vezave visokonapetostnih transformatorjev.
- Slika 4. - Izboljšani, nastavljivi napajalnik za HeNe lasersko cev.



Slika 1. - Polarizirana helij-neonska laserska cev.



Slika 2. - Izhodna moč laserske cevi.



Slika 3. - Različne vezave visokonapetostnih transformatorjev.

