

ATV - Radioamaterska televizija

Ureja: **Mijo Kovačević, S51KQ**, Cesta talcev 2/A, 3212 Vojnik, Telefon: 03 781-2210, <http://lea.hamradio.si/~s51kq>

Eksperimentalni 13 cm ATV ojačevalnik

Mijo Kovačević, S51KQ

Uvod

Večina slovenskih ATV repetitorjev ima osnovni analogni ali digitalni oddajnik na 23 cm pasu, glavne uporabniške vhode pa na 13 cm pasu. Sprejem je zaradi tega možen na preprost način z uporabo analognega SAT TV sprejemnika in ustrezne antene s predojačevalnikom. Za vhode uporabljajo repetitorji ostale frekvenčne pasove, med njimi pa je 13 cm pas trenutno najbolj razširjen. Tako skoraj ni repetitorja, ki ne bi imel vsaj en vhod na 2.3 GHz.

Na tržišču je so nekaj časa prisotni različni kompleti štirikanalnih audio / video oddajnikov in sprejemnikov, za hišno uporabo brez licence. Ti delujejo v gornjem delu nam dovoljenega pasu ter iznad njega. Njihova izhodna moč se običajno giblje pod 10 mW, imajo občutljive sprejemnike, podpirajo dva tonska podnosilca in so poceni. Bilo bi nesmiselno, če jih radioamaterji ne bi uporabili tudi za svoje potrebe. Vendar pa takšni kot so na prodajnih policah, niso uporabni. Najprej jih je potrebno frekvenčno razširiti tako, da bodo pokrili celoten pas, dodeljen radioamaterski službi. V ta namen odstranimo originalna procesorja in ju nadomestimo z UNI13P procesorsko tiskano in LCD prikazovalnikom (CQ ZRS 2/2000, stran 34-36). Vsi moduli ne zmorejo pokriti enako širokega frekvenčnega pasu, vendar v večini pokrijejo celoten amaterski pas, kar bo dovolj za našo uporabo.

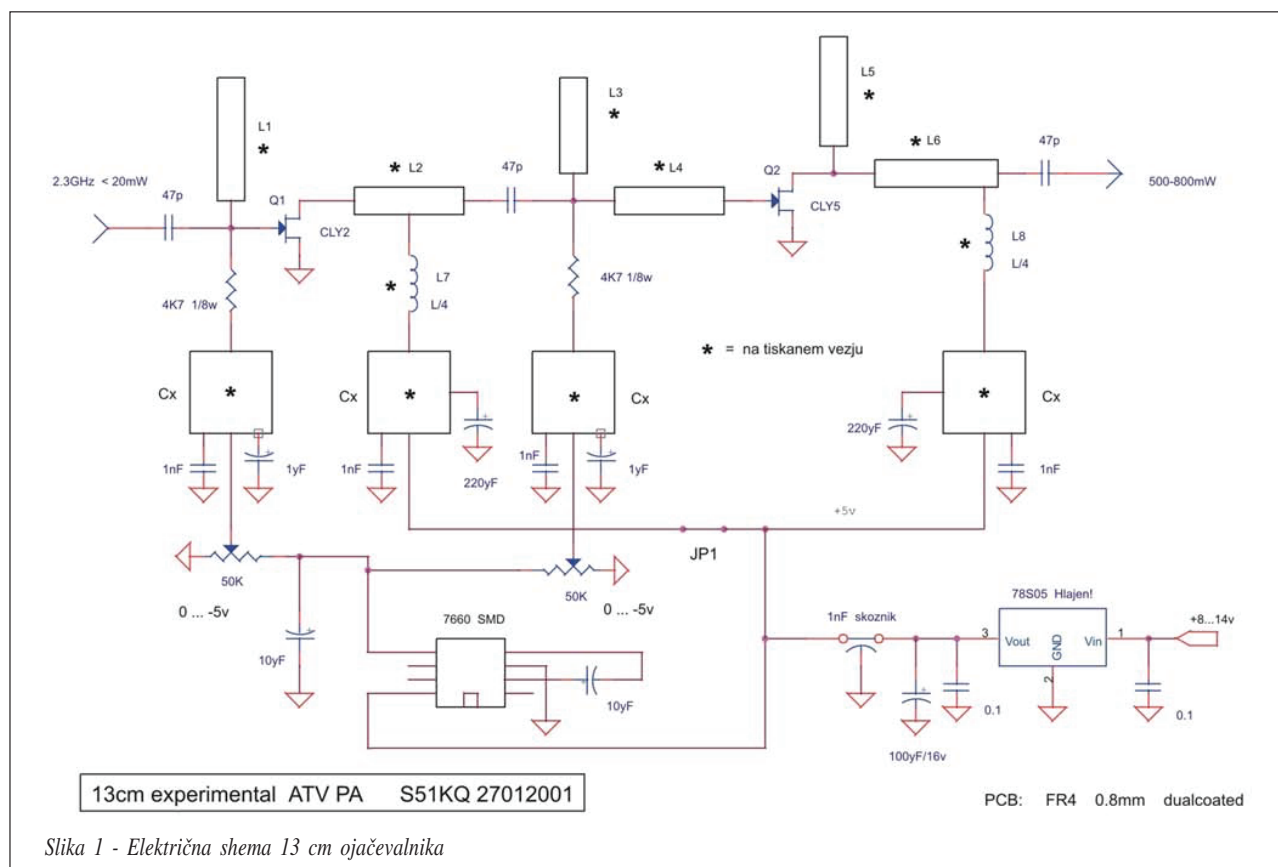
Naslednja pomanjkljivost, ki bo motila tudi neizkušenega radioamaterja je slaba originalna antena. Ta je običajno Patch (jedkana ploščata) ali paličasta antena. Anteno, kot tudi zelo tanek koaksijalni kabel, odstranimo in nadomestimo s kvalitetno SMA vtičnico, da bomo kasneje lahko upora-

bili različne antene. Še eno pomanjkljivost bo skoraj nujno odpraviti - to pa je nizka izhodna moč oddajnika. Ta običajno znaša okoli 10 mW v bližini 2450 MHz in pada s padajočo ali naraščajočo frekvenco. S tako nizko oddajno močjo pri širokopasovni oddaji ni moč doseči nek uporaben domet. Naprava je v osnovi bila namenjena le prenosu iz sobe v sobo. Z namestitvijo SMA vtičnice na oddajnik smo si omogočili ne samo priklop na katero koli 13 cm anteno, temveč tudi uporabo linearnih oddajnih ojačevalnikov.

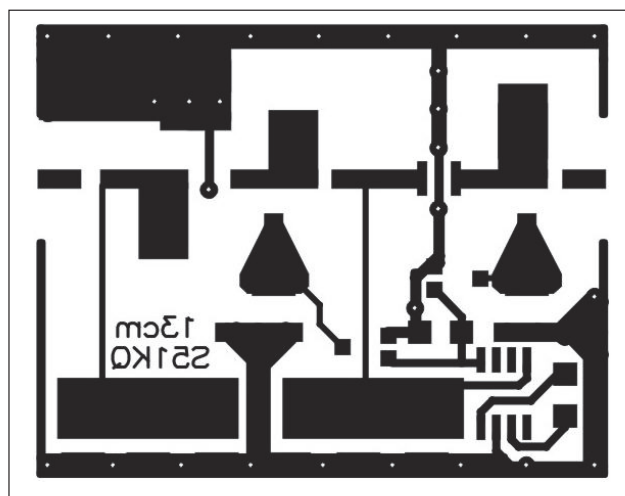
Uporabimo lahko skoraj kateri koli linearni 13 cm ojačevalnik (A klasa). Ker pa oddajni ojačevalniki za to frekvenčno področje niso ravno poceni, si lahko izdelamo preprost ojačevalnik manjše izhodne moči in za malo denarja tudi sami. In prav to bo namen tokratnega sestavka: izdelava preproste eksperimentalnega ojačevalnika za naš mini ATV oddajnik.

Opis

Visokofrekvenčni oddajni ojačevalnik lahko izdelamo na več načinov in z uporabo različnih elementov. Da bi bilo vezje čim bolj preprosto in primerno za gradnjo vsakomur, sem se odločil za uporabo GaAs tranzistorjev. Ti imajo v primerjavi s silicejevimi tranzistorji veliko prednosti. Ena najpomembnejših je ta, da lahko veliko ojačenje dosežemo že z nekaj stopnjami. V vezju ojačevalnika sta uporabljena dva znana GaAs tranzistorja, sicer v osnovi namenjena GSM telefonom, vendar z dovolj visoko frekvenčno mejo, da bosta uporabna na 13 cm pasu. In sicer, v prvi stopnji je uporabljen CLY2 s 13 dB ojačenja, v drugi stopnji pa močnejši CLY5 z okoli 8 dB na 2.4 GHz (slika 1).



Slika 1 - Električna shema 13 cm ojačevalnika



Slika 2 - Tiskanina (povečano merilo), pogled od zgoraj, zrcalno

Oba tranzistorja imata lahko visok izkoristek (do 55%) in sta nizkonapetostna. Proizvajalec predpisuje uporabo v napajalnem območju med 2 in 6V, ter z negativno prednapetostjo na vratih do -6V. V do sedaj opisanih projektih (S53MV) si negativno napetost na vratih, ob primerni pobudi, ustvarjajo ti tranzistorji sami. V našem primeru izhodna moč osnovnega oddajnika ne zadošča in je zato v vezju uporabljen generator negativne napetosti. Ta je izveden s pretvornikom 7660 v SMD ohišju. Višino negativne prednapetosti pa preprosto nastavljamo s pomočjo dveh SMD trimmer uporov 50k.

Mikrotrakasto vezje je izvedeno na običajnem obojestranskem Epoxy laminatu debeline 0.8mm (slika 2). Za zmanjšanje VF izgub, bi bilo smiselno uporabiti teflonski laminat, žal pa je ta običajnim smrtnikom težje dostopen. Vse tuljave ojačevalnika so mikrotakaste - jedkane na vezju samem. Dolžina ugleševalnih štrcljev je izbrana s poizkusi in velja za nepocinjeno bakreno tiskanino. Seveda pa je idealna dolžina odvisna od več faktorjev, kot tudi od izbrane frekvence. Zato bomo vezje po gradnji poglasili na izbrani ATV kanal (L1, L3 in L5).



Slika 3 - Prvi prototip s klasičnimi trimmerji

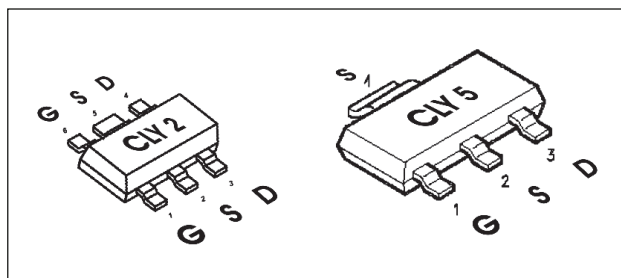
Vezje ojačevalnika je vgrajeno v ohišje iz debelejšje cinkotit pločevine, ali še boljše: v rezkano aluminijasto blok ohišje, ki pa mora biti dovolj visoko. Za priključ st uporabljeni SMA vtičnici ali kombinacija SMA vtiča na vходу in vtičnice na izhodu. Na ta način lahko ojačevalnik po najkrajši možni poti priključimo na oddajnik. Napajanje +5V je speljano v notranjost s pomočjo InF skožnika. Ker pa za vse naprave uporabljamo +12V napajanje, ojačevalnik potrebuje dodaten regulator napetosti. Uporabljen je dobro hlajen 2A regulator 78S05 v TO220 ohišju, s pripadajočimi blok



Slika 4 - Pogled od spodaj - hlajenje CLY

kondenzatorji, prispajkanimi direktno na regulator. Njega namestimo na velik ločen hladilnik tako, da ne bo segreval elementov ali hladilnika končne stopnje! Z višanjem temperature oddajnih tranzistorjev bo namreč padala izhodna moč ojačevalnika, to pa verjetno ne želimo.

ATV oddajnik med oddajo drži konstanten nosilec, kar pomeni, da bosta končna tranzistorja trajno obremenjena. To posledično pomeni tudi njuno permanentno segrevanje. Torej moramo poskrbeti za zanesljivo odvajanje toplote, kar pa je pri miniaturnih SMD komponentah še posebej delikatno. Ker iz gornje strani, kjer so pricinjeni elementi, ne smemo približevati ničesar, sta od spodaj pod vezjem točno pod tranzistorjema pricinjena dva M3 distančnika dolžine 8 mm - toliko kolikor sega rob škatle pod vezje (slika 4). Tako na relativno preprost način učinkovito odvedemo toploto na rebrasto hladilno telo pod tiskanino. Po zaključeni izdelavi pa je priporočljivo vezje obrniti na glavo tako, da hladilnik gleda navzgor.



Slika 5 - Razpored priključkov CLY tranzistorjev



Slika 6 - SMA vtičnico natančno pricinjimo

Gradnja

Tiskano vezje ojačevalnika (format 47,5 mm X 37,5 mm) izdelamo po foto postopku in pazimo, da ne bo porozno. Dobro očiščeno tiskano polakiramo z lakom za spajkanje ali Flux-om in jo pustimo, da se posuši. Na mestih, kjer so izvrtine, skoznje pricinimo kratkostičnike iz 0,95 mm žice. Pri cinjenju elementov pazimo, da naneseemo le toliko cina, kolikor ga je potrebno za zanesljiv spoj. Oba tranzistorja pricinimo nazadnje. Vsi elementi so stisnjeni do tiskanine. Izjema je žični mostiček JP1, ki povezuje ponora obeh GaAs tranzistorjev s +5V in je v resnici feritna dušilka (slika 3).



Slika 7 - Končna verzija skupaj z oddajnikom

Pred poglasitvijo si pripravimo vse potrebno: izvijače, AVO meter, oddajnik, očiščen ojačevalnik, povezovalne kable, prehodno sondo za merjenje moči ter 50 ohmsko umetno breme z vsaj 4 GHz frekvenčno mejo. Oddajnik, priključen na ojačevalnik, vključimo in nastavimo frekvenco na želeni kanal. Vključimo napajanje ojačevalniku ter s trimmer uporoma nastavimo prednapetost na GaAs tranzistorjev okoli 0 V, oziroma naj bo malce negativna. Preverimo, ali imata oba tudi +5V napajanje. Na merilniku moči (z umetnim bremenom), priključenim na izhod ojačevalnika, bi sedaj že morali videti odklon. Oba trimerja poglasimo tako, da je ta odklon največji. Vajo ponovimo večkrat zaporedoma, začenši s trimmer uporom za prednapetost CLY2.

S pomočjo dielektrične palčke ugotovimo rezonanco tuljav L1, L3 in L5, ter jih po potrebi krajšamo ali podaljšujemo. Lahko da bo zadoščala že kapljica cina na odprtem koncu tuljave. Odvisno od frekvence in elementov v vezju. Postopek ponovimo večkrat zaporedoma začenši z L1. Po

Za ohišje odrežemo 27 mm visok trak Cinkotit pločevine, ga ukrivimo in vanj izvrtamo luknje za SMA vtičnice ter luknjo za InF napajalni skoznik. Vse so premera 3,8 mm. Vezje pricinimo od spodaj kot tudi zgoraj, na razdalji 18 mm od gornjega roba. SMA vtičnice pobrusimo (če so nikljane) in jih prav tako pazljivo pricinimo na ohišje (slika 6).

Pred poglasitvijo si pripravimo vse potrebno: izvijače, AVO meter, oddajnik, očiščen ojačevalnik, povezovalne kable, prehodno sondo za merjenje moči ter 50 ohmsko umetno breme z vsaj 4 GHz frekvenčno mejo. Oddajnik, priključen na ojačevalnik, vključimo in



Slika 8 - Še pogled iz drugega zornega kota

poglasitvi tuljav bo verjetno potrebno ponovno ponastaviti negativno prednapetost. In s tem bo postopek poglasitve zaključen.

O izhodni moči do sedaj namenoma nismo govorili, saj od tako miniaturnega ojačevalnika ni pričakovati velikih moči. V zadnjih štirih letih je bilo izdelanih kar nekaj teh ojačevalnikov, vendar niti dva nista imela natančno enake izhodne moči; ta je odvisna od lastnosti uporabljenih elementov, natančnosti tiskanine, tudi natančnosti pri spajkanju in ne nazadnje od jakosti pobude. Pa vendar, ob primerni pobudi se bo izhodna moč na 2.340 GHz gibala nekje med 500 in 900 mW.

Oddajnik skupaj z ojačevalnikom namestimo v primerno ohišje. Pri tem pa ne pozabimo, da je na tej frekvenci naš največji sovražnik lahko tudi izguba v antenskem kablu. Če že moramo, potem uporabimo čim krajše in le najboljše koaksialne kable, s frekvenčno mejo 6 GHz ali več (Aircom plus, EcoFlex 15, itd). Na tej frekvenci so izgube v kablju zelo velike. Veliko bolj smiselna - bolj funkcionalna je namestitev oddajnika in ojačevalnika direktno na nosilec, neposredno ob primarni anteni (slike 7, 8 in 9). Edino na ta način bo naših nekaj sto mW zares prišlo do antene. Od tu naprej pa bo vse odvisno od antene same.

Na koncu še pomembno opozorilo: opisani ojačevalnik sicer ne samooscilira, obstaja pa nevarnost njegovega uničenja, če bi bil na napajanju brez pobudnega VF signala. Takrat tranzistorja potegneta opazno večji tok in se tudi veliko bolj grejeta. Zato poskrbimo, da njegovo napajanje ne bo nikoli vključeno brez prisotnosti VF signala na vhodu ojačevalnika. Primerno hlajenje je v preteklih letih prestal več mesečnih trajnostnih testov s 24/7 oddajo, zunaj objektov, v mrazu, kot tudi v največji poletni vročini. Do sedaj izdelani ojačevalniki še vsi delujejo BP. Za višje oddajne moči pa bo potrebno poseči po dražjih končnih tranzistorjih.

Zaključek

Kljub visoki frekvenci in zahtevnostni stopnji gradnje, ta izdelek je ponovljiv in tudi je primeren za izdelavo v domači delavnici. Majhno število uporabljenih elementov, vsi dobavljivi pri nas, pa omogočajo, da se gradnje smejo podstopiti tudi manj večji začetniki na mikrovalovih. Resda je dosežena izhodna moč še vedno zelo nizka, vendar bo z njo naš ATV signal v primeru optične vidljivosti in uporabe primerne antene prispel do repetitorja tudi do nekaj 10 km daleč brez večjih zapletov. Mogoče bo kdo pomislil, da v opisanem ojačevalniku manjka še tretja stopnja s CLY10. Žal je ta tranzistor v neprimernem ohišju za 13 cm pas in z njegovo uporabo ne bi dosegli pomembnejšega dviga izhodne moči. Bi pa zanesljivo dosegli opazno večjo porabo električne energije. Drugi primernejši tranzistorji za tretjo stopnjo seveda obstajajo, vendar pa je njihova cena in dobavljivost poglavje zase.



Slika 9 - TX, ojačevalnik in antena v eni škatlji

**Vesele praznike,
zdravo in srečno
novo leto 2004 !**