ATV - Radioamaterska televizija

Ureja: **Mijo Kovačevič, S51KQ**, Cesta talcev 2/A, 3212 Vojnik, Telefon doma: 063 772-892

ATVRX2 - 23cm PLL ATV sprejemnik

Mijo Kovačevič, S51KQ

1. Uvod

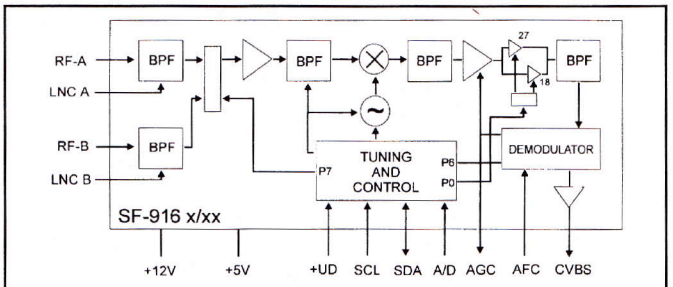
ATV sprejemnik in oddajnik sta osnova za vzpostavitev ATV zveze. V tujini skoraj vsi operaterji uporabljajo tovarniško izdelane sprejemnike, namenjene sprejemu satelitske televizije, pri nas pa je večina ATV operaterjev izdelala sprejemnik, ki je bil objavljen v CQ ZRS 2/94. Tovarniški sprejemniki so sedaj verjetno cenejši od samogradnje, imajo pa nekaj pomanjkljivosti. Mednje vsekakor sodita napajanje iz 220V mreže ter preveliko ohišje. Obe pomanjkljivosti je rešil pred leti objavljen projekt ATV sprejemnika. Z njegovo praktično uporabo na terenu pa so se pokazale potrebe po novem sprejemniku, katerega gradnjo objavljamo v tem članku.

Pri gradnji novega sprejemnika so bile upoštevane naslednje zahteve. ATV operaterji smo pogosto na terenu, zato potrebujemo sprejemnik z napajanjem iz avtomobilskega akumulatorja, torej +12V do +16V. Sprejemnik mora biti čim manjši, saj je že ostala oprema prevelika, še posebej za planinske pohode. Sprejemnik mora imeti PLL z digitalno nastavitvijo, pa tudi spomine. Pri sprejemnikih tipa VFO brez PLL zanke zelo težko ugotoviš, na kateri frekvenci natančno sprejemaš. Na terenu smo si pomagali z iskanjem harmonikov komercijalnih TV postaj. Na višinskih točkah v bližini telekomunikacijskih postojank pa je bilo zaradi obilice motenj tudi to skoraj nemogoče. Signali raznih radarjev, packet radio linkov pa so še popestrili nič kaj zabavno iskanje korespondenta. Še posebej prihaja to do izraza v tekmovanjih, kjer moraš izbrskati tudi najšibkejši ATV signal. Pri prvem sprejemniku je bila v uporabi procesorska tiskanina (brez PLL) s starim NMOS procesorjem. Imela je 16 spominov, ker pa ni bilo PLL vezja in prikaza frekvence (samo številka spomina), nisi natančno vedel, kje trenutno sprejemaš. Največja pomanjkljivost te procesorske krmilne tiskanine pa je bila ogromna poraba električne energije. Bila je neprimerna za kakršnokoli delo na terenu; iz tega razloga tudi ni bila objavljena v glasilu. Torej - nov sprejemnik naj ima PLL, prikaz sprejemne frekvence, poraba procesorskega dela pa naj bo čim manjša.

2. Opis ATVRX2 sprejemnika

V ATVRX2 sprejemniku je uporabljen standarden Philips-ov starejši vhodni modul serije SF-916 x/xx (slika 1). Te module so ponujali na letošnjem radioamaterskem sejmu v Pordenonu, Italija. Kdor je vedel, kaj se skriva v delno rjavi, vendar novi škatlici, ga je tudi kupil. Modul sam zase ni uporaben, če pa mu dodamo potrebno elektroniko, procesor in program, pa postane zanimiv. Ta tip vhodnega modula sem izbral tudi zaradi tega, ker je skoraj popolnoma kompatibilen z najnovejšimi moduli serije SF-12xx xx/xxx istega proizvajalca.

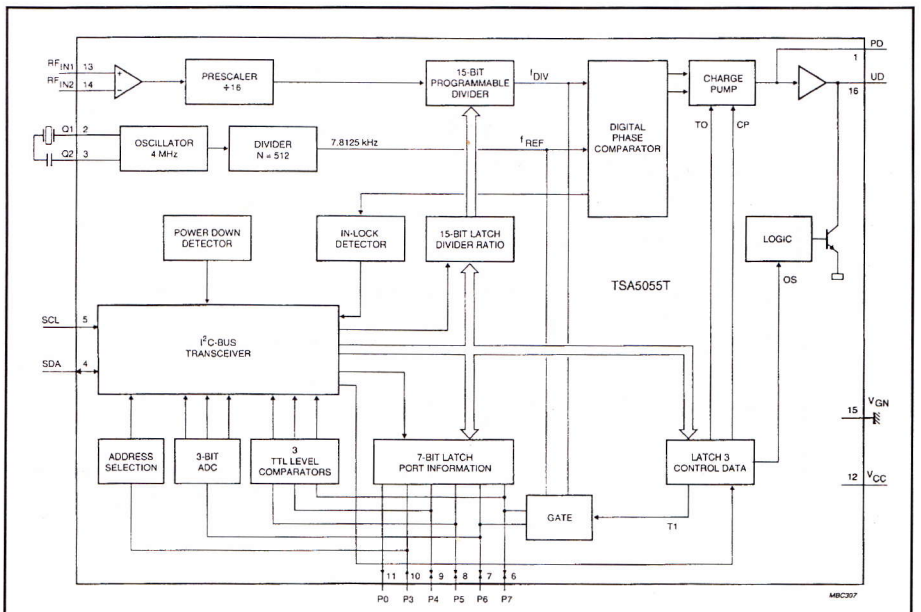
Vhodni modul (slika 1) vsebuje vse potrebne VF dele ATV sprejemnika, razen 23cm predojačevalnika. Moduli serije SF-916 so za ATV delo neuporabni brez predojačevalnika. Obstajajo tri tovarniške izvedbe teh modulov: verzija SF916 F z enim antenskim vhodom in medfrekvenčno širino 27MHz, verzija SF916 D/F z dvema vhodoma in isto MF širino, ter verzija SF916 D/FW z dvema vhodoma in dvema



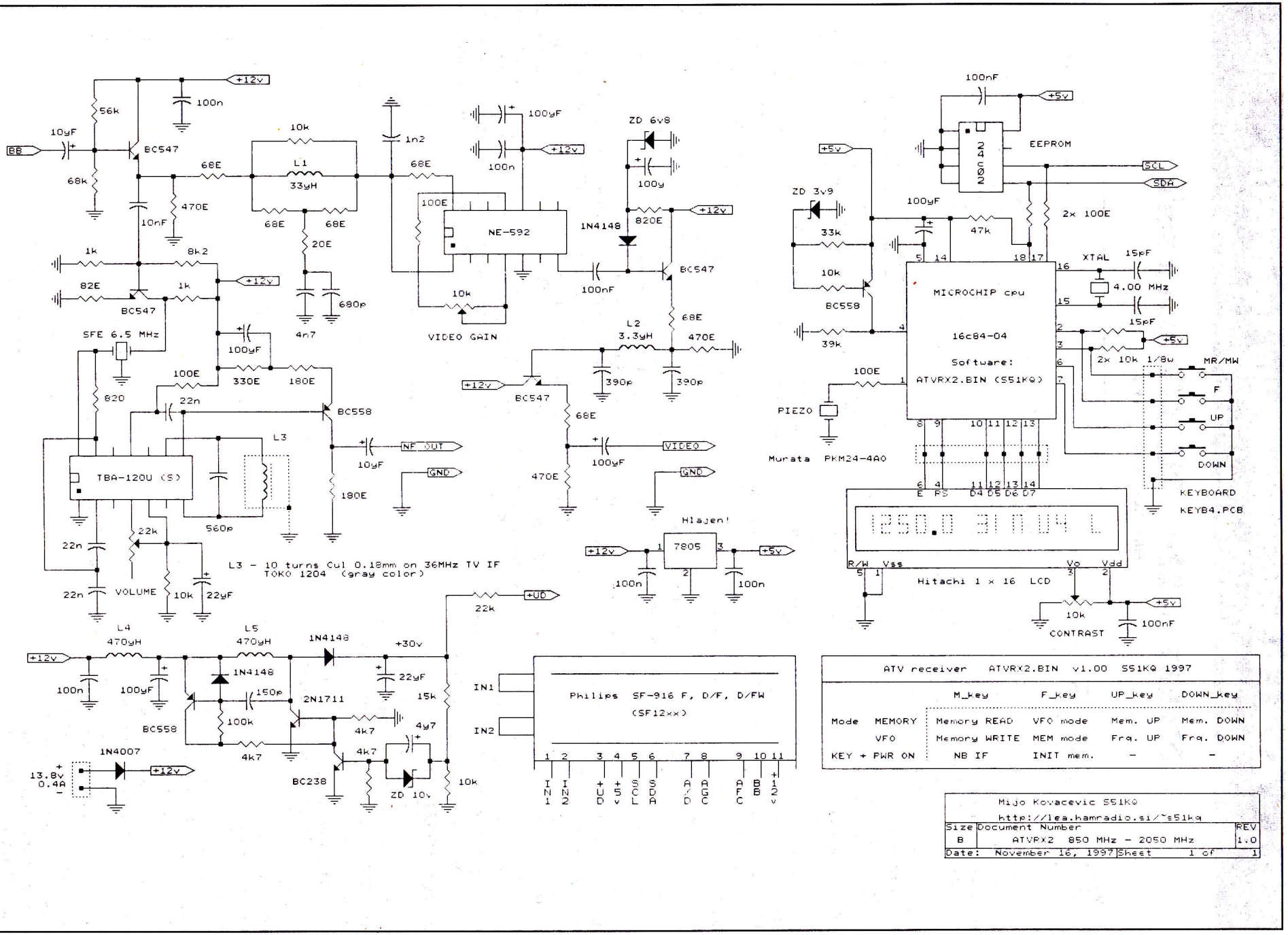
Slika 1 - Zgradba modula SF-916 (Philips).

medfrekvenčnima širinama 18/27 MHz. Vse tri izvedbe imajo vgrajeno Philips PLL vezje TSA-5055 (slika 2). To PLL vezje je optimizirano za frekvence od 800 do 2600MHz, torej idealno za vhodne SAT module, kjer je VCO frekvenca višja za razliko medfrekvence od sprejemne frekvence. Vsi moduli imajo vgrajen FM demodulator, iz katerega dobimo šibak CVBS signal. Vsi moduli omogočajo kontrolo PLL zanke. Krmiljenje je po I2C protokolu, omogoča pa uporabo internih funkcij povezanih na I/O priključke TSA-5055 vezja ter preprosto A/D pretvorbo. AGC izhod in AFC vhod se pri seriji SF916 nista pokazala uporabna, pri novejših modelih serije SF12xx pa lahko izdelamo digitalni AFC z uporabo interne A/D pretvorbe in ustrezne programske kontrole. Ta v ATVRX2 sprejemniku ni implementirana, saj zanjo preprosto ni bilo programskega prostora v natlačenem spominu krmilnega procesorja, pa tudi večina graditeljev bo uporabila starejše module serije SF916, pri katerih digitalni AFC ni izvedljiv na preprost način.

Električna shema ATV sprejemnika je prikazana na sliki 3. Zgradba ATVRX2 sprejemnika je maksimalno poenostavljena, tako po količini potrebnih elementov kot po zahtevnosti gradnje. Vezje sestavljajo štiri osnovne sekcije: obdelava slikovne informacije, obdelava tonskega podnosilca (SBC), DC/DC pretvornik in mikroprocesorska krmilna enota.



Slika 2 - Notranja zgradba TSA 5055.



Slika 3 - Električna shema ATVRX2.

Vhodnemu širokopasovnemu CVBS (BB) signalu najprej dvignemo nivo s tranzistorjem BC547 (slika 3 levo zgoraj). Signal je nato deljen na dve veji. V prvi ga peljemo čez deempfazis vezje sestavljeno iz L1, štirih uporov in dveh kondenzatorjev. Sledi video ojačevalnik z znanim NE-592 vezjem v ohišju s 14 nožicami. Pozitivni izhodni video nivo pa lahko nastavljamo s trimer uporom 10K. Izhodni signal na nožici 7 istega vezja peljemo čez Clamping vezje, nadalje čez filter zgrajen z L3 in dvema kondenzatorjema. Sledi še ločilna stopnja z BC547.

V drugi veji bomo obdelali - izločili tonski podnosilec iz vhodnega BB signala. Signalu po ločitvi dvignemo nivo z BC547 in porežemo neželeni spekter s keramičnim filtrom Murata SFE 6.5. V tem primeru bo izluščeni tonski podnosilec s frekvenco 6.5MHz. Kot medfrekvenčno vezje je uporabljeno TBA120U (Philips), katerega najdemo v vsakem običajnem TV sprejemniku. Glasnost demoduliranega izhodnega NF signala pa nastavljamo s trimer uporom 22K. Za svoje delovanje potrebuje vezje tudi nihajni krog, sestavljen iz stirofleks kondenzatorja 560pF in tuljave L3. PNP tranzistor BC558 na NF izhodu pa poskrbi za ustrezen nivo in ločitev. Namesto TBA120U lahko uporabimo tudi TBA120S z nekaj nižjim NF nivojem; v tem primeru regulacija glasnosti ne deluje.

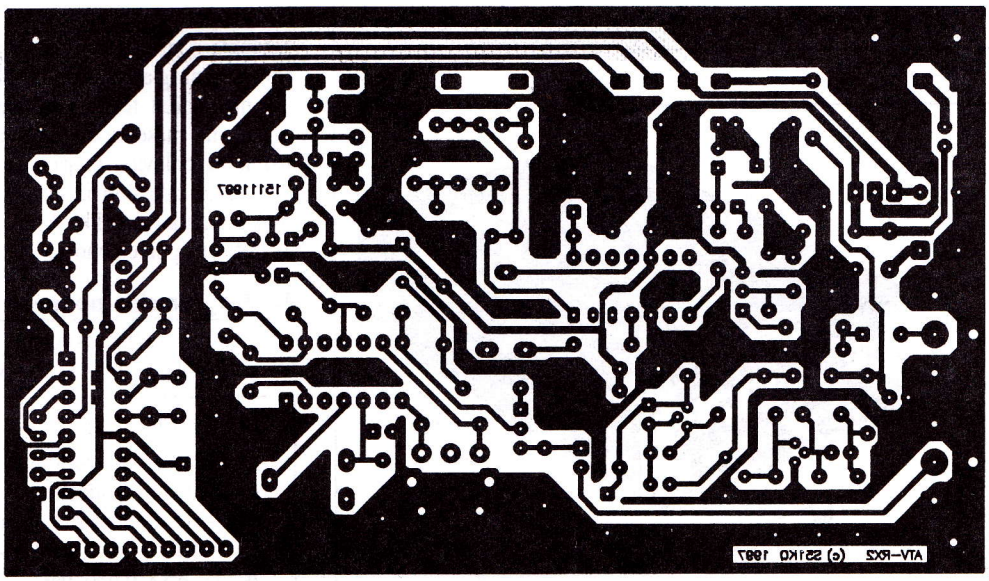
DC/DC pretvornik je vezje, katerega namen je generiranje - pretvarjanje +12V na napetost +30V (+UD), potrebno za krmiljenje VCO in filterskega dela v SF916 modulu. Uporabljena je preizkušena MV vezava pretvornika s fiksno izhodno napetostjo. Višino te napetosti določa uporovni delilnik sestavljen iz 10K in 15K uporov na izhodu generatorja. Upor 22K na izhodu generatorja ima poseben namen. SAT moduli drugih proizvajalcev imajo običajno PLL vezje izvedeno tako, da z internim tranzistorjem zapirajo dovod krmilne (UD) napetosti do varikap diod. Moduli serije SF916 in SF12xx pa krmilno napetost kratkostičijo na maso. Iz tega razloga je nujno potreben upor, katerega vrednost naj bo 22K ali več. Nižja upornost povzroči hitrejšo ulovitev PLL zanke in s tem tudi večji tok, višja upornost pa počasnejšo ulovitev PLL zanke pri spremembi frekvence in seveda manjši UD tok. V primeru, ko bo ATVRX2 uporabljen izključno za ATV delo, pa gradnja DC/DC pretvornika ni potrebna. Že s samo napajalno napetostjo +12V na UD priključku pridemo s sprejemnikom do nekaj čez 1600MHz. V tem primeru izpustimo vse elemente napetostnega pretvornika, razen upora 22K, katerega vhod (levi priključek) povežemo na +12V. To je na tiskanini novega sprejemnika predvideno, saj gresta povezavi +12V in izhod DC/DC do 22K blizu skupaj. S tem se izognemo tudi morebitnim motnjam iz oscilatorja pretvornika.

Mikroprocesorski krmilni del je zadnji sklop vezja, ki je potreben za delovanje ATVRX2 sprejemnika (slika 1 desno). Pri zasnovi izdelka sem se odločal med dvem tipoma mikroprocesorjev. Dražja izvedba z 80c535 mikroprocesorjem bi v praksi pomenila precej večje vezje, zaradi dovolj velikega naslovnega prostora ter I/O linij pa bi lahko omogočila več funkcij sprejemnika. O tem več v zaključku. V tej končni verziji ATVRX2 pa sem uporabil cenejši MICROCHIP-ov RISC procesor PIC 16c04. Nov mikroprocesor vsebuje vse razen programske podpore, kar potrebujemo za upravljanje ATV sprejemnika. Za prikaz podatkov sprejemnika je uporabljen standarden Hitachi 1x16 LCD. V vezju delujejo prav tako vsi pravilno priključeni večji ali več vrstični prikazovalniki, ki so kompatibilni s Hitachi HD44870A LCD krmilniki. Sprejemnik oziroma program v procesorju upravljamo preko tipkovnice, sestavljene iz štirih mikro tipk. Funkcije na tipkovnici so razporejene enako kot pri ATVTX2 oddajniku oziroma UNIPLL vezjih. Za shranjevanje uporabnikovih podatkov - frekvenc je uporabljen 24c02 EEPROM. Pri prvem vklopu program poskrbi za njegovo inicializacijo. Za takt procesorja je zadolžen interni oscilator s pomočjo 4MHz kristala. Pritiske na tipkovnici in napake procesor sporoča s piski na Murata Piezzo ploščici.

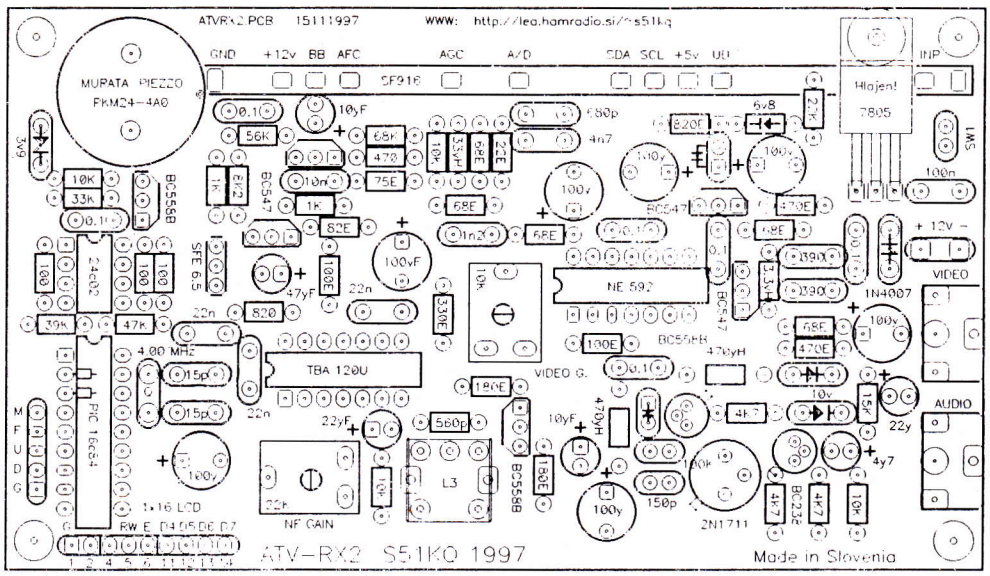
PIC procesorji so zelo uporabni, v določenih primerih pa nam lahko nenamerno povzročijo tudi kakšno težavo. Ti procesorji delujejo normalno na napajalni napetosti med +2.6V in +6V. V primeru kot tak procesor upravlja druga vezja, katerih delovna napetost je +5V, lahko pri počasnem dvigu napajalne napetosti ali trenutnem spustu napetosti pod +5V pride napak pri komunikaciji med vezji. Težava seveda ni v internem RESET oscilatorju mikroprocesorja.

V praksi to izgleda takole: mikroprocesor se je inicializiral - začel delovat že pri +2.6V. Pri tem pa je moral postaviti v pravilna stanja tudi vezja okoli sebe. Le-ta zaradi prenizke napetosti še niso bila sposobna delovati in so ostala neinicializirana. Takšna naprava s počasnim usmernikom ne bo nikoli zanesljivo delovala. V drugem primeru pa lahko pride do trenutnega izpada - padca napajalne napetosti. Tedaj se stanja vezij, ki delujejo na +5V, porušijo, 16c84 pa bo veselo deloval naprej, kot da se ni zgodilo nič (napetost ni padla pod njegovo mejo +2.6V). Tudi takšna naprava s tem trenutkom preneha delovati. Zato je procesorju dodano preprosto vezje z BC558, tremi upori in Zener diodo, ki poskrbi za postavitev mikroprocesorja v RESET stanje pod določeno napajalno napetostjo. RESET prag določa Zener dioda in ga lahko približno izračunamo, če njeni napetosti prištejemo 0.7V.

Procesor komunicira z vhodnim modulom s pomočjo I2C protokola, katerega programsko simulira na nožicah 17 in 18. Dva upora 100E nista nujno potrebna, skrbita pa za zaščito procesorja. Upor 47K iz 18. nožice na +5V je tako imenovani PULL-UP upor. Verjetno se bo kdo vprašal, zakaj manjka takšen upor na sosednji 17. nožici? I2C protokol predvideva za svoje delovanje uporabo dveh povezav: SDA - podatkovna obojesmerna povezava in SCL - takt vodila, enosmerna povezava. Stanja na SCL priključku so v našem primeru vedno znana in so vnaprej določena. Stanja na SDA priključku pa so lahko vnaprej določena, ali pa neznana (pri sprejemu podatkov iz perifernih enot). V tem primeru postavimo I/O nožico 18 v stanje z veliko upornostjo, za pravilno čitanje prispelega bita pa potrebujemo zunanji PULL-UP upor.



Slika 4 - Tiskano vezje ATVRX2, stran elementov.

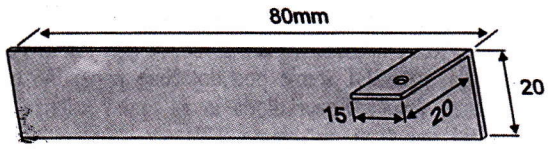


Slika 5 - Razpored elementov na tiskanem vezju ATVRX2.

3. Gradnja ATV sprejemnika

ATVRX2 sprejemnik je zgrajen na enostranskem tiskanem vezju dimenzij 7.5 x 13cm (slika 4). Zaradi miniaturizacije so uporabljeni novejši 1/4W upori manjših dimenzij (raster 7.5mm). Nameščeni so horizontalno (slika 5). Izjemi sta 10K PULL-UP upora pri tipkovnici procesorja, katera sta 1/8 ali 1/16W in sta pricinjena pod tiskanino. Vsi 68E upori bi po pravilu morali biti 75E, ker pa jih je s takšno upornostjo teže najti, so označeni kot 68E.

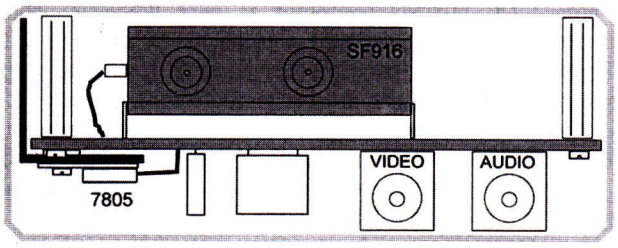
Za mikroprocesor in EEPROM uporabimo profesionalna podnožja. Tipkovnico in LCD priključimo s pomočjo ploščatega kabla in enovrstnih letvic (dvojnih). Priključki so kompatibilni z razporeditvijo na UNIPLL tiskaninah. Trimer upor za LCD kontrast je nameščen na prikazovalniku. Za avdio in video izhod sta uporabljeni standardni 90 stopinjski "Chinch" vtičnici za montažo na tiskanino. Poraba vhodnega modula SF916 je precejšnja, zato je obvezno hladilno telo za 7805 regulator. Izdelamo ga iz 1.5-2mm Al pločevine po dimezijah in obliki prikazani na sliki 6. Na tiskanino najprej postavimo 1mm debelo ločilno podložko, nanjo pripravljen hladilnik in nanj 7805, kot je prikazano na sliki 7.



Slika 6 - Oblika hladilnega telesa 7805 regulator.

Tuljave: L1, L2, L4 in L5 so standardne tovarniško navite v obliki 1/4W uporov. Tuljava L3 v SBC delu vezja je navita na 36MHz TV MF tuljavniku 10x10mm s feritnim lončkom in ima 10 ovojev Cul 0.18mm. Tukaj lahko uporabimo prav tako 10.7MHz MF lončke (zelene ali oranžne barve feritov). V tem primeru pa bo potrebno spremeniti število ovojev za isti tonski podnosilec.

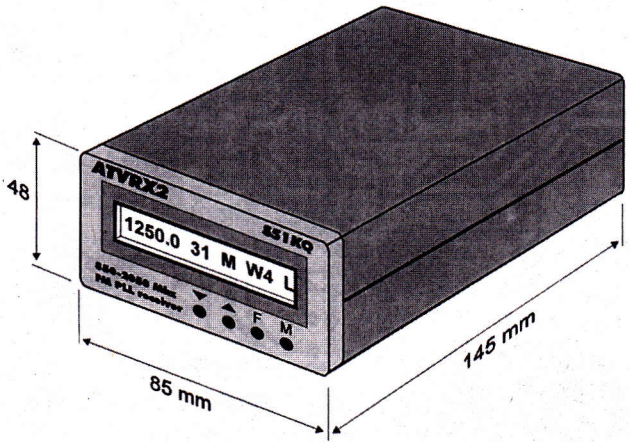
Za tonski podnosilec druge frekvence je potrebno zamenjati SFE filter z ustreznim in spremeniti rezonančno frekvenco nihajnega kroga L3 in 560pF. Keramični filtri se kljub enakim oznakam med sabo razlikujejo. Za optimalen sprejem tona jih bomo pred uporabo pomerili z generatorjem in spektralnim analizatorjem. Pri nekaj merjenih vzorcih so bila odstopanja tudi do nekaj 10kHz. Pri zvezah na blizu je to skoraj neopazno, pri sprejemu šibkih ATV signalov pa bo v zvočniku več šuma kot korespondentove modulacije.



Slika 7 - Posebnosti montaže delov ATVRX2 sprejemnika.

Vhodni modul je zaradi miniaturizacije nameščen 3mm pod tiskanino - leže. Ker pa je njegovo segrevanje precejšnje, vse skupaj obrnemo na glavo (slika 7). Modul je povezan s kratkimi žicami na tiskanino, pred tem pa s trakci iz bele pločevine fiksiran na štirih vogalih na maso tiskanine. Novejši vhodni moduli serije SF12xx so skoraj za polovico krajši, njihova montaža pa je enaka.

Ohišje izdelamo iz dovolj debele Al pločevine. Oblika je lahko enaka osnutku na sliki 8, ali pa drugačna. Razpored znotraj ohišja ni kritičen, pomembno je le, da je sprejemnik v kovinskem ohišju.



Slika 8 - Izgled ohišja ATVRX2 sprejemnika.

4. Programska podpora

Trenutna verzija programa omogoča proste uporabniške nastavitve preko štirih tipk. Prikaz vseh podatkov je na LCD v obliki:

FFFF.F CC M IA L

F = trenutna frekvenca v MHz (850-2050MHz)
C = številka spomina 0-32
M = trenutni režim dela MEMORY / VFO
I = IF - širina medfrekvence (N/W = 18/27MHz)
A = A/D stanje 0-4
L = stanje PLL zanke L / ? (lock/unlock)

Ukazi na tipkovnici ATVRX2 imajo poenoten pomen z UNIPLL in so prikazani na sliki 3, desno spodaj. Način upravljanja je prav tako enak, dodan pa je PWR-ON ukaz za spremembo širine medfrekvence sprejemnika. Vse tipke imajo hitro ponavljanje v VFO režimu in počasno v MEMORY režimu. Vsak pritisk spremlja pisk, napaka na sistemu pa serijo piskov. Ob inicializaciji (F+PWR_ON) se vse spominske lokacije EEPROM-a popišejo s frekvenco 1250.0MHz. To traja nekaj sekund, na LCD pa je vsaka popisana lokacija prikazana s piko. Pri vklopu se sprejemnik vedno postavi na spominsko lokacijo 00 v režim MEMORY. Trenutno nastavljen korak v VFO režimu je 1.0MHz, v primeru potrebe pa bo program predelan na manjši korak. Sprejemnik nima implementiranega niti digitalnega niti analognega AFC, saj za to v procesorju ni bilo prostora.

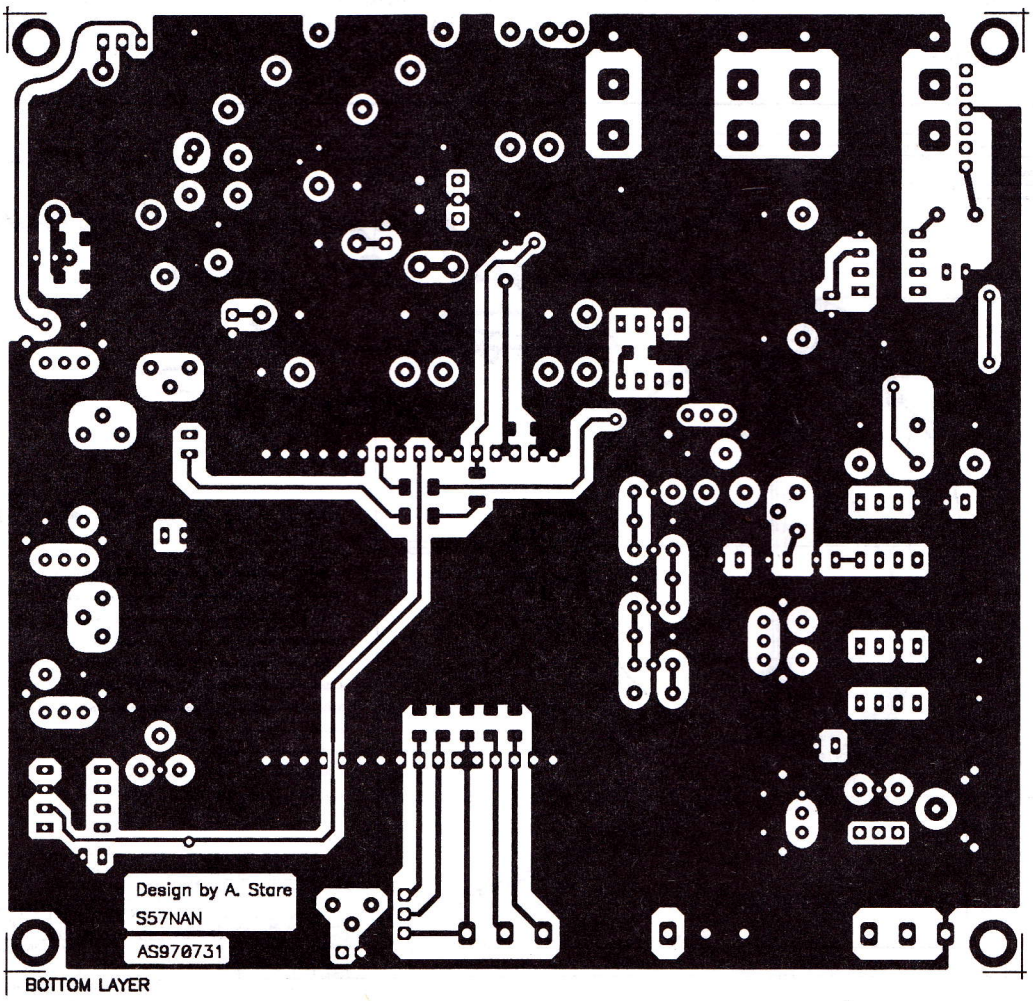
Interni mini A/D bi lahko bil uporabljen za simboličen prikaz napajalne napetosti. Padec le-te je na terenu običajen vzrok za slabšo občutljivost ATV sprejemnikov. Za tovrstno merjenje bo potrebno dodati ustrezno vezje za merjenje razlike med 10V referenco in napajalno napetostjo. Interni A/D pretvornik zna meriti le v območju do 2V. Prikaz izmerjene A/D vrednosti pa je prikazan na LCD s številkami od 0 do 4. Celoten izpis na LCD, preverjanje PLL LOCK bita in A/D meritev se izvajajo v realnem času nekajkrat na sekundo. Program podpira vhodne module s PLL vezjem TSA5055, medfrekvenco 480MHz (479.5) in VCO-jem iznad sprejemne frekvence.

5. Zaključek

Opisan sprejemnik vkljub slabše občutljivim starejšim modulom serije SF916 deluje zanesljivo in je uporaben za SAT TV sprejem, z uporabo ustreznega 23cm predojačevalnika pa za sprejem ATV signalov. Njegove majhne dimenzije bodo verjetno razveselile ljubitelje planin, saj ob uporabi LCD monitorja ali mini TV omogoča 'brskanje' na ATV frekvencah tudi na najteže dostopnih gorskih lokacijah.

Še beseda ali dve za tiste, ki od ATV sprejemnika pričakujejo kaj več. Že prej sem omenil, da je obstajala tudi druga ideja o načinu krmiljenja ATV sprejemnika. Kot drugo verzijo bi lahko uporabili 80cxxx mikroprocesor (ali kateri drugi), z vsaj 32kB programskega in prav toliko spominskega prostora. V takšni izvedbi bi lahko iz sprejemnika iztisnili kaj več. Kot prvo bi uporabili LCD 4x20, večjo tipkovnico, izdelali bi lahko lepše menije z več možnostmi. Mednje vsekakor sodijo: RS232 dostop, preklop med obema ANT vhodoma, digitalni AFC, analogni in digitalni tonski podnosilci v celotnem spektru 0.5-8MHz (tudi ADR protokol z optičnimi izhodi), popolna daljinska kontrola, nastavljanje in branje vseh podatkov in še kaj. Za vse to obstajajo ustrezna vezja in mikroprocesorji, idejo je potrebno le speljati v praksi. Seveda pa se kot vedno poraja vprašanje, koliko časa in denarja je kdo pripravljen žrtvovati za tovrsten ATV/SAT peklenski strojček...

QRP 80m CW radijska postaja z enobočnim sprejemnikom *(nadaljevanje s strani 38).*



Slika 7b - TIV radijske postaje, spodnja stran.