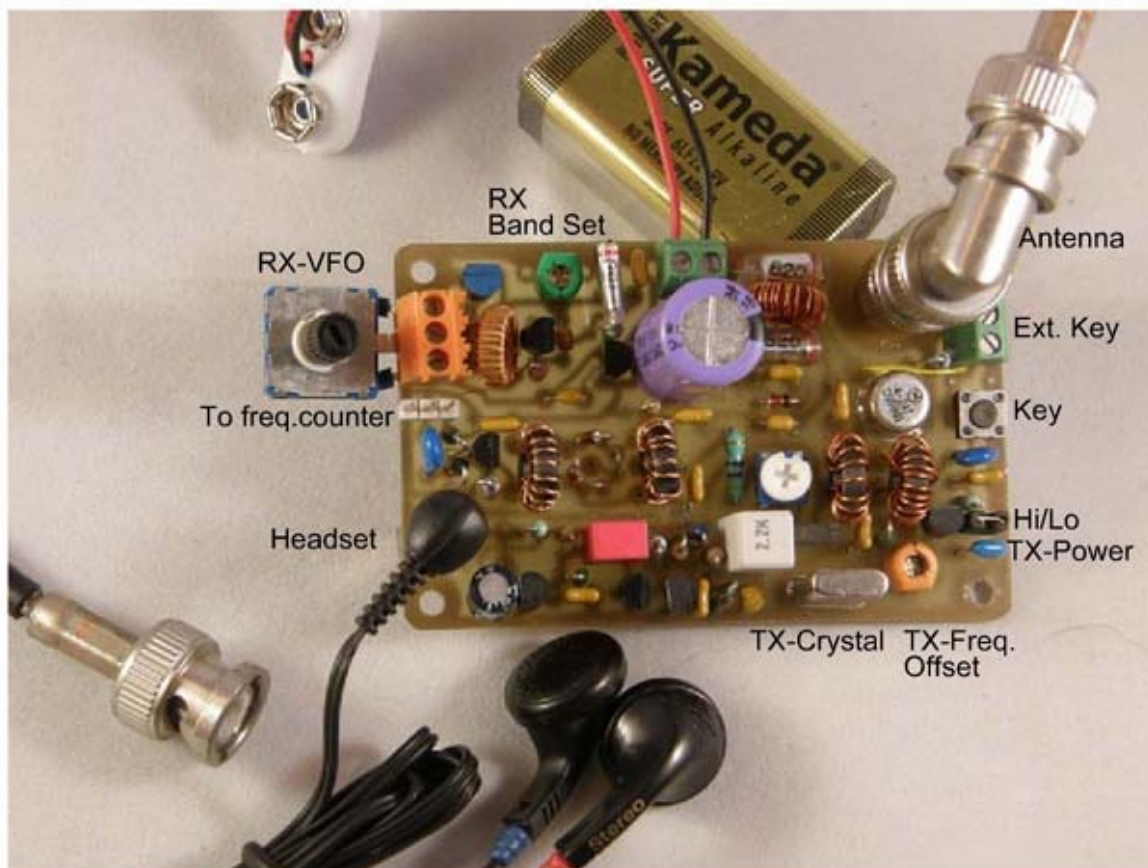


Kråkgärdeteamets ESR-transceiver



Detta är Kråkgärdeteamets bidrag till ESR:s utlysta tävling om en "klassrumstransceiver" med möjlighet att köra skarpt i en "riktig" antenn.

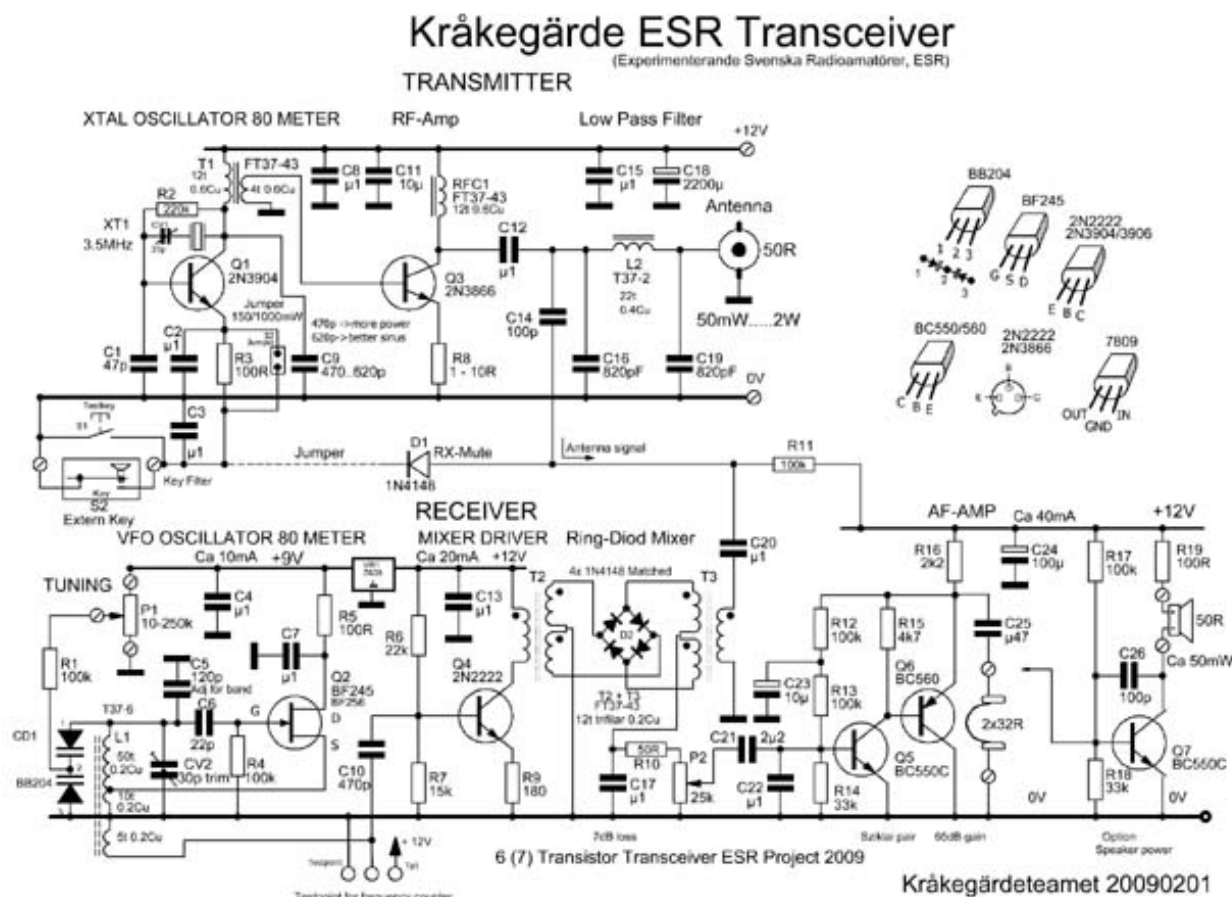
Reglerna föreskriver:

- Tranceiver för 80 metersbandet
- Max 6 transistorer
- Kristallstyrd sändare med möjlighet till någon kHz shift
- Matad från ett litet 9V batteri och tre timmars drifttid
- VFO styrd mottagare +/-5kHz
- Medhörning vid sändning
- Normal ljudstyrka för MP3-lurar
- Max storlek på kretskortet 50x80mm (skärmån saknas för 4 kort på ett europaformat!)
- Byggkostnad på max 200:- SEK
- Goda pedagogiska inslag
- Mottagarens känslighet och selektivitet
- Användbarhet
- Enkelhet
- Övertonsdämpning och pulsformning
- Olika spänningsmatningar

Analyserar man tävlingsreglerna ser man att de är snäva och utmanade för deltagarna.

Kråkgärdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS



Sändaren:

Sändaren är kristallstyrd på 3650 kHz med möjlighet att justera frekvensen ± 1 kHz med en trimkondensator på kortet. Oscillatoren är en klassisk Pierce där få komponenter behövs. Den är byggd kring transistorn 2N3904 för att ge lagom effekt. Effekten är 30 mW men ökas enkelt till 300 mW genom att bygla emittermotståndet på oscillatoren. En 2N2222 ger mera effekt och skulle kunna vara lämplig om man vill bygga en 5 watts sändare. Med C9 kan man manipulera med uteffekten och kurvform efter behag och en lämplig kompromiss är 470 pF.

Sändaren har full QSK och försedd med en testnyckel på kretskortet. Nycklingsfiltret är utformat så att framkanten på nycklingstecknen är avrundade för att undvika nyckelknäppar.

Som sluttransistor har valts en 2N3866 tack var god tillgång i ett surpluslager. Den matas via en lågimpediv lindning i transformatorn T1 och kan ge 2,5 W i denna koppling. Sluttransistorns effekt kan också justeras genom att ändra emittermotståndet R8 på 10 ohm.

Nycklingen sker enbart i oscillatoren vilket innebär låg nycklingsström. Sluttransistorn stryps genom T1:s sekundärlindning eftersom den arbetar i class C.

Kråkegärde teamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS

Sändarens QSK är listigt utformad. Mottagaren är öppen för lyssning då den egna sändaren nycklas. Men den är kraftigt dämpad via dioder nycklingskretsen så att det som blir kvar av LF-ljudet är en lämplig medhörning. Man lyssnar alltså på den egna signalen vid sändning vilket gör att man har full kontroll hur sändaren låter.

Tekniska detaljer i sändaren

Peirceoscillatoren består i sin enklaste form av enbart transistor, två motstånd och några kondensatorer. Kristallen ligger i återkoppling mellan kollektor och bas. Med hjälp av trimkondensatorn CV1 kan frekvensen förskjutas något.

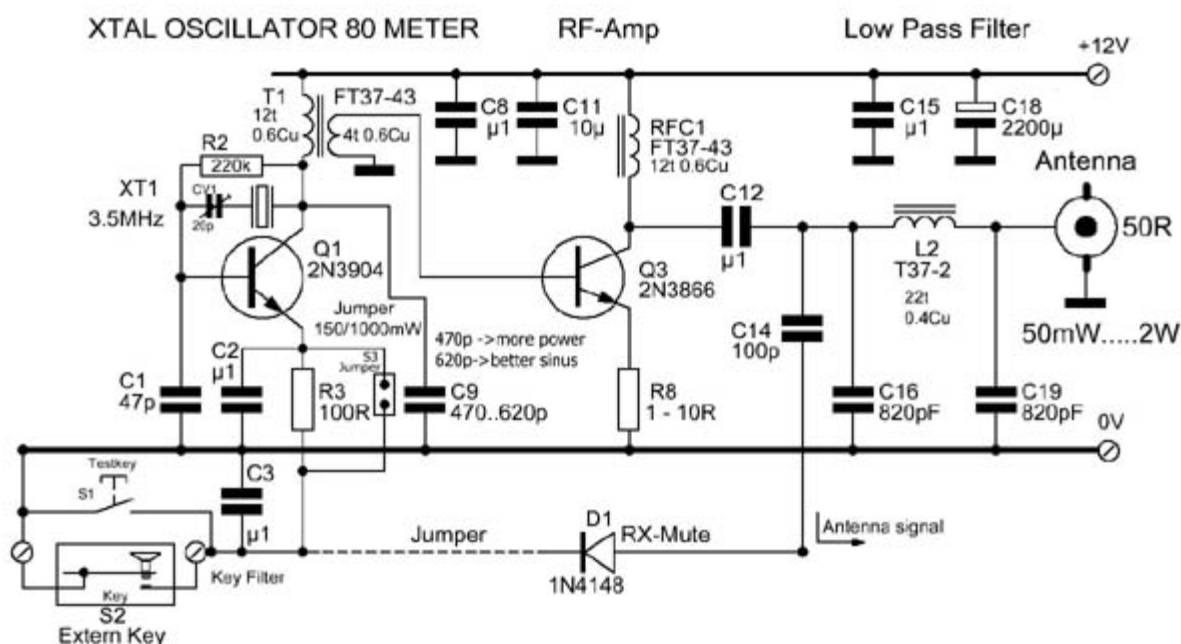
Kollektorimpedansen på Q1 är relativt hög och ingångsimpedansen på basen av Q3 är låg.

Därför måste man lägga en impedansanpassningskrets mellan stegen. I kollektorkretsen på oscillatoren har vi lagt en hf-transformator för att med minsta förluster få över de få milliwatt som skapas av oscillatoren till sluttransistorns bas. Transformatorn har varvtalsomsättningen $12/4=3$ vilket leder till en impedansomsättning på 9 eftersom den alltid är varvtalsomsättningen i kvadrat. Vill man pröva andra transistorer så kan det vara viktigt att laborera med varvtalet på sekundärsidan. Olika transistorer leder till olika förutsättningar.

Som tidigare nämnts arbetar sluttransistorn i klass C, vilket innebär att den endast leder i positiva toppar av påmatad sinuskurva. Med hjälp av svänghjulseffekten i L2 så skapas en fullständig sinuskurva. Verkningsgraden är hög i dessa steg, upp mot 80 %.

Kollektorimpedansen i Q3 är i storleksordningen: Matningsspänningen²/dubbla uteffekten.

Vid 12.5V batteri och 1.5W ut så blir det optimalt $12.5^2/2 \times 1.5 = 50$ ohm. Därför är det så lätt att göra QRP sändare med just 1,5W vid 12V. Vid andra spänningar eller uteffekter behöver kollektorimpedansen transformeras till antennens 50 ohm.

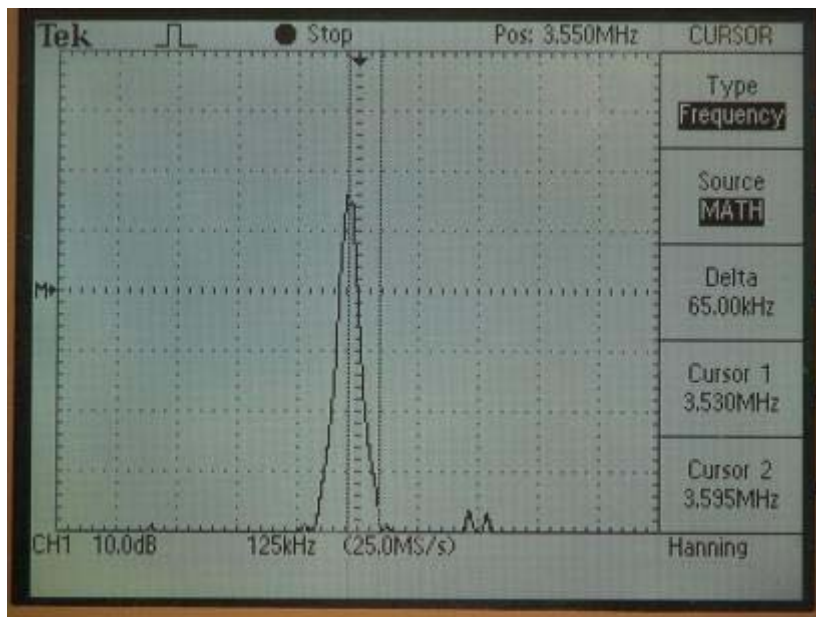


Kräkgärdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS

Övertonsdämpning

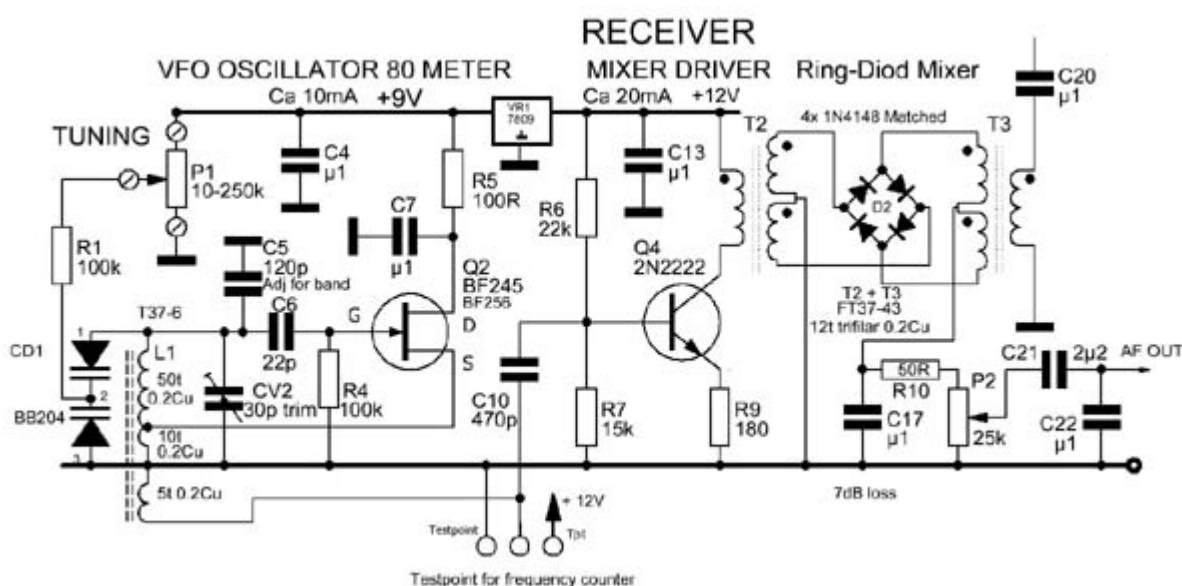
Utsignalen matas via ett 3-poligt Chebyshev lågpasfilter som dämpar övertonerna.
Se http://en.wikipedia.org/wiki/Chebyshev_filter. Kontrollmätningar har genomförts och visar:



Utsignalen från sändaren mätt i en konstlast på 50 ohm.

Vi har inte mätt denna signal i något kalibrerat läge utan vi har endast utnyttjat möjligheten att zooma i en vanlig FFT-mätning i Ellära B på gymnasiets elprogram. Detta mest för att visa vad en intresserad elev kan dokumentera på en sändare likt denna med tämligen standardiserad mätutrustning som exempel ett modernt oscilloskop.

Mottagaren:



Kråkgärdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS

Mottagaren består av enbart två transistorer, oscillatoren och drivsteget för diodblandaren. Mottagaren är av klassiskt direktblandad typ vars skillnadsfrekvens hamnar inom det hörbara området. Blandaren, en balanserad ringdiodblandare, matas med VFO-signal på $3560 \text{ kHz} \pm 12 \text{ kHz}$. Antennsignalen tas från lågpåssfiltret i sändaren. Vid nyckling jordas antennsignalen till mottagaren via dioden D1 och motståndet R11.

VFO-kopplingen är en klassisk Hartley oscillator med en FET transistor. Få komponenter användes, vilket gynnar temperaturdriften. Spolen L1 är lindad på en toroidkärna T37-6, (gul), som har låg temperaturkoefficient. Med trimkondensatorn CV2 justeras frekvensen centrerad runt 3560kHz.

Frekvensbestämmande komponenterna i VFO:n består av spolen L1 och kapacitansdioden CD1 som styrs av vridpotentiometern P1, genom att variera den pålagda spänningen. Beroende på val av kapacitansdiod så kan ett variationsområde upp till flera 100kHz erhållas om så önskas. Med dessa komponenter blir variationsområdet ca $\pm 12 \text{ kHz}$. Kapacitansdioden ersätter en skrymmande och dyr vridkondensator. Nu behövs enbart en enkel linjär potentiometer med fritt val från 10k till ca 250k. VFO:ns frekvenskalibrering blir inte lika när matningsspänningen skiftas från 9V till 12V.

Drivsteget, Q4 (2N2222) ger erforderlig drivning, ca 7dBm, till ringdiodblandaren, vilket medger att man kan bortse från att det föreligger en viss missanpassning mellan stegen (några hundra ohm i förhållande till femtio ohm). Detta förenklar konstruktionen avsevärt. Den som önskar experimentera kan prova med en mellantransformator för bättre anpassning.

Ringdiodblandaren klarar högnivåsignaler galant, vilket möjliggör att vi använder denna blandare även för att lyssna på egna sändaren för kontroll av den egna signalen och medhörning. Dioderna kan vara vad man har till hands men de bör om möjligt vara matchade. Ur ett större urval väljer man ut 4 st dioder med samma genomgångsresistans med hjälp av en ohmmeter. Därmed är matchningen nöjaktig.

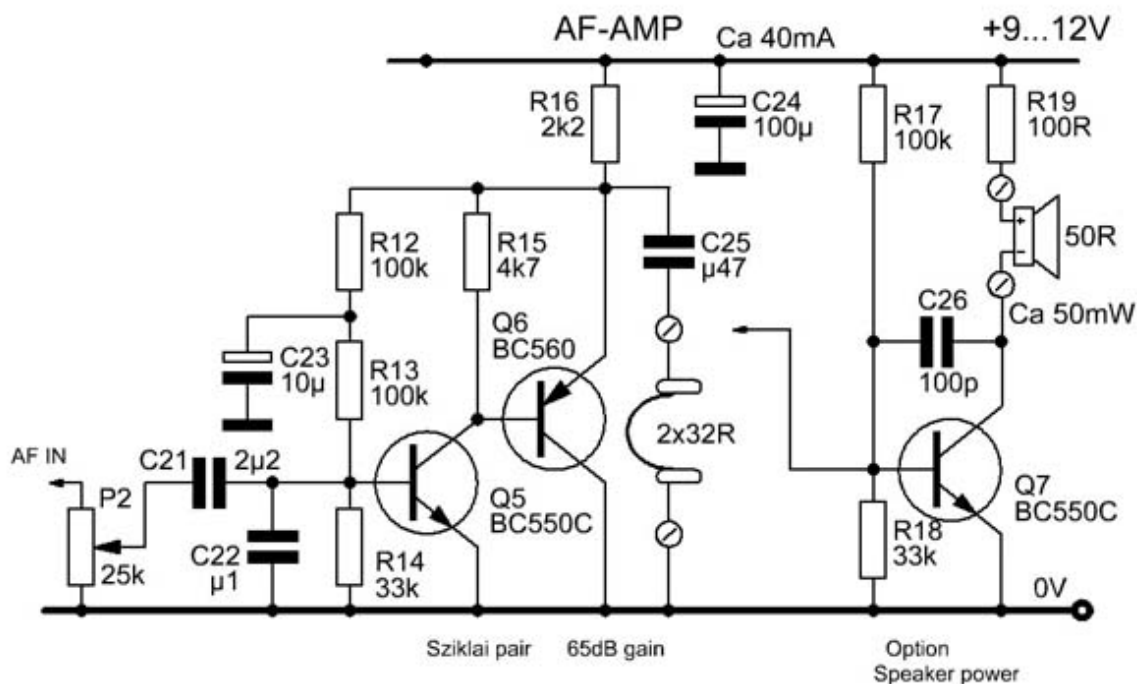
Transformatorerna T2 och T3 lindas på FT37-43 kärnor med 12 varv trifilärlindning. Tre trådar tvinnas tillsammans innan de lindas som "en" tråd på kärnan. De båda transformatorerna skall göras exakt lika för att få balans i systemet. Alla portar, antenn, oscillator och utgång kommer då att ha 50 ohm. Nackdelen med ringdiodblandaren är att den stjälar ca 7-8 dBm av antennsignalen! Detta måste kompenseras i lågfrekvensförstärkaren.

Här är en sida som förklarar hur blandaren fungerar
http://my.integritynet.com.au/purdic/dbl_bal_mix.htm (Om det backas i adressen visas fler teorier om radio)

Kråkgårdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
 Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS

LF-Förstärkaren



Ringdiodblandaren levererar en svag signal vilket gör att LF-steget måste leverera mycket spänningsförstärkning. Transistorena Q5 och Q6 är kopplade i serie likt en Darlingtonkoppling och den skarpsynte ser att kopplingen består av NPN och PNP transistor, ett s k Sziklai par.

Fördelen med denna koppling är att basen på första transistorn Q5 endast ligger en PN-övergång från den jordade emittern. Förstärkningen med dessa transistorer, BC550/560 är i storleksordningen 1800ggr eller 65dB vilket gör att LF-signalen blir hörbar i ett headset på 2x32ohm. Vill man bygga ut transceivern utöver byggföreskrifterna kan man lägga till ett effektsteg, gärna det klassiska GE-steget (gemensam emitter) och då kan man driva en högtalare med ca 25-50mW i audioeffekt.

Sziklaikopplingen har fått sitt namn av sin uppfinnare, tjecken Sziklai. Läs mer här http://en.wikipedia.org/wiki/Sziklai_pair

Känsligheten: beror enbart på hur mycket förstärkning det finns i audioförstärkaren. Känsligheten för en läsbar signal har för flera exemplar av mottagaren hamnat kring 10 dBuV, men variationer beroende på hörlurar etc är att vänta.

Känsligheten har alltid varit nöjaktig för att använda mottagaren ansluten till en dipol ca: 2x20 m med möjlighet till europeisk trafik.

För "klassrumstester" räcker känsligheten mer än väl till för att det skall fungera med en trådstump på en - två meter.

Selektiviteten: Med tanke på enkelheten mottagaren, inga speciella bandpassfilter, båda sidbanden närvarande, så är selektiviteten förvånansvärt god. En viktig del i mottagarens prestanda är att ringdiodblandaren är noggrant byggd för bästa balans och därmed

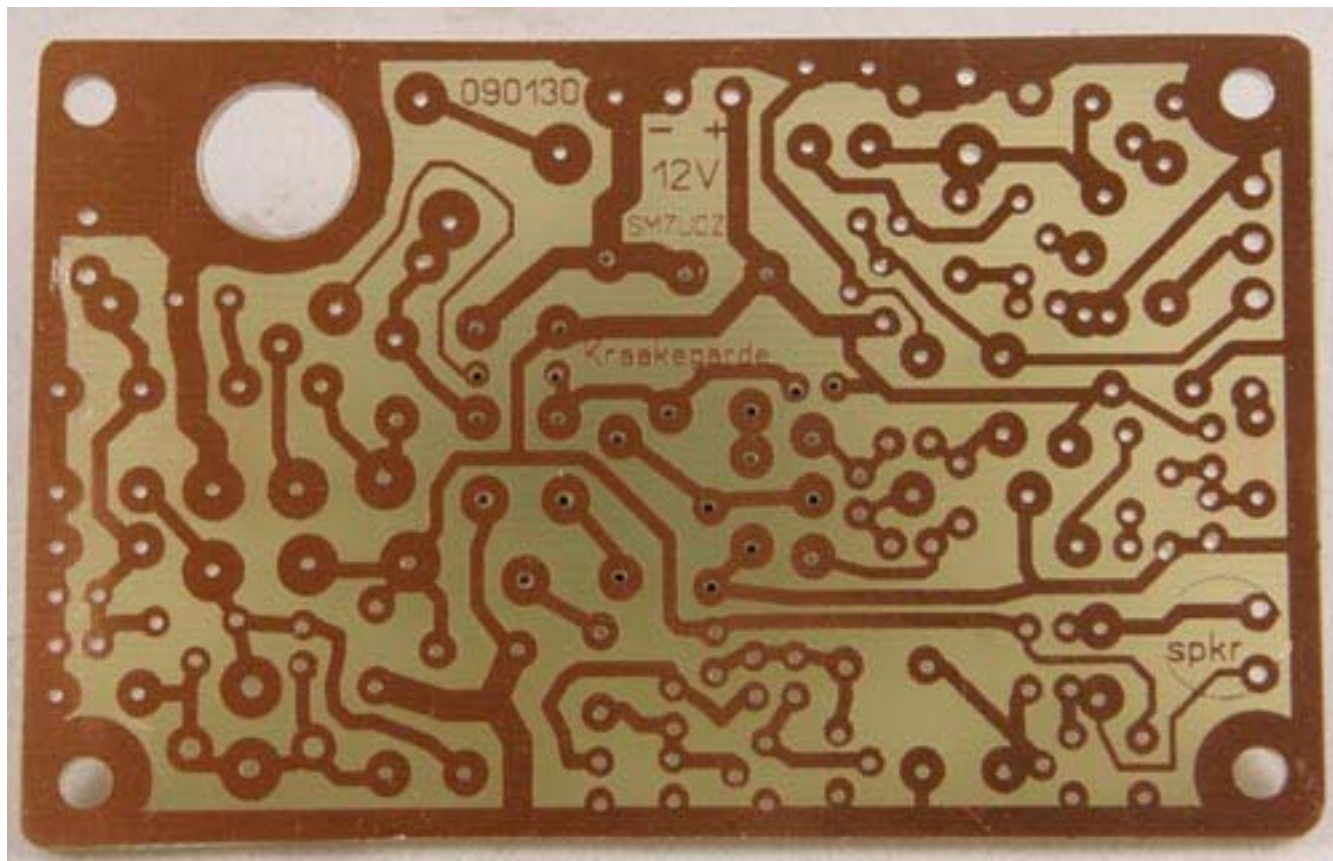
Kråkgårdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS

undertryckning av oönskade signaler.

Dubbla sidband i mottagaren ger två möjligheter att lyssna på motstationen. Vid sändning är det viktigt att välja det övre sidbandet för att hamna på rätt frekvens.

Kretskortet:



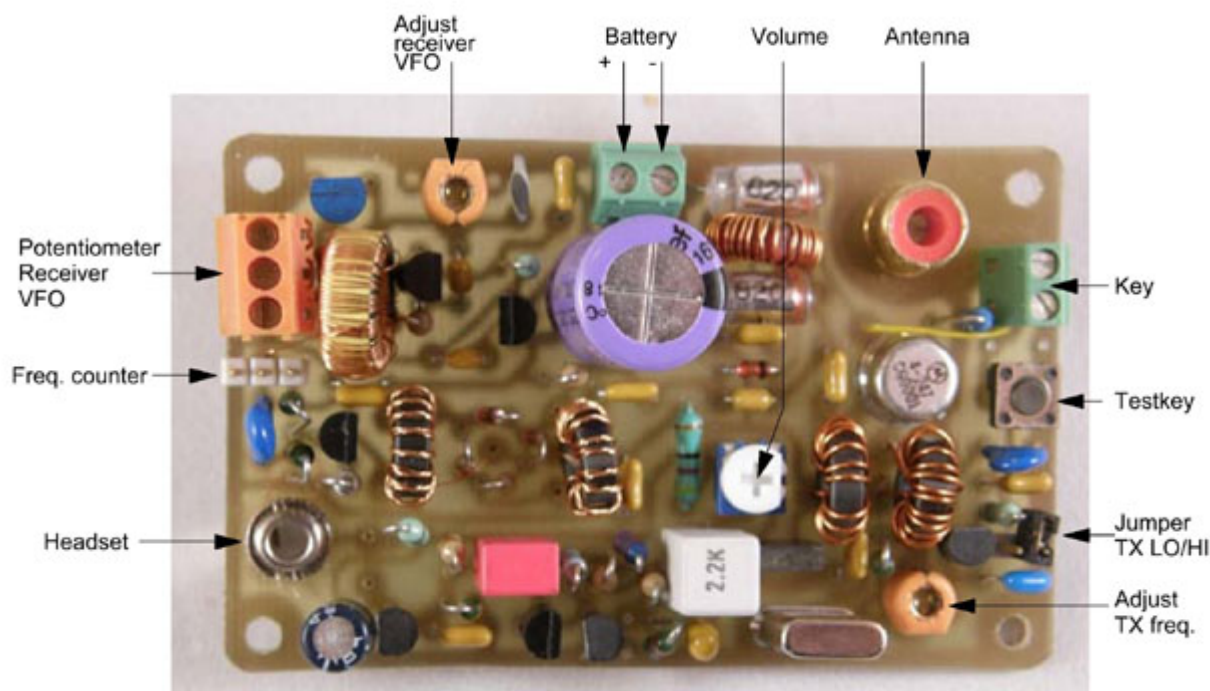
Kretskortet, enkelsidigt med storleken 50x80mm innehåller hela transceivern förutom potentiometern för mottagarens frekvensinställning. Kortet har medvetet stora ”paddar” för att dels etstiden ej skall vara alltför kritisk, samt att det skall vara lätt att montera komponenterna.

Om man önskar kan en bit kretskortslaminat lödas mot ramen som finns runt kortet, lämpligen monteras då VFO-potentiometern på denna extra bit laminat, varvid potentiometern blir en del av kortet.

Monterar vi kortet får vi en konstruktion som är byggd på kända delar från litteraturen och som drivs med 9 volt, ström-förbrukningen är vid mottagning ca 25mA. Sändaren ger vid lågeffekt (75 mA) ca 30 mW ut och vid högeffekt (120 mA) ca 250 mW ut.

Kråkgårdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS



Monteringen av kretskortet klaras av med avbitare, lödkolv, liten plintmejsel. Två muttrar behöver spännas. Ett billigt instrument från t.ex. Biltema för 70:- kan användas när trådarna i diodblandaren skall utredas. När sedan kortet skall driftsättas behövs något för att konstatera att sändarens oscillator svänger. Det kan vara en annan mottagare, frekvensräknare, ett oscilloskop, en linkspole där man riktar HF som då blir kontrollerbar med ett DC-instrument eller en enkel lysdiod som petas på oscillatorn. Frekvensen i oscillatorn skall trimmas in till 3560kHz. Sändarens frekvens och uteffekt är beroende av en trimkondensatorn vid sändarens oscillator. Några övriga justeringar behövs eller finns inte.

På kortet finns uttag för följande: Matningsspänning (9 -)12 volt, antenn, telegrafnyckel, hörlur, uttag för frekvensräknare och plint till potentiometern för mottagarens frekvensinställning.

Monterat på kortet: Volymkontroll som består av ett trimmotstånd med pålimmat skaft, testnyckel, bygling låg/hög TX-effekt och trimrar för justering för sändarfrekvens och mottagarfrekvens.

Antennkontakten är en enkel lättåtkomlig "phono" kontakt (RCA). Plats finnes för en BNC-kontakt för den som så önskar.

Nyckeln ansluts till skruvplinten, testnyckel finnes redan ombord för den ivrige...

Låg/hög sändningseffekt skiftas med bygling. Hög effekt när bygeln är på plats.

Hörlursanslutningen kan vid monteringen väljas, antingen skruvplint eller 3,5mm plugg.

Frekvensräknare anslutes via tre stift, +/- och signal.

Trimning: via två trimkondensatorer. Den ena justerar kristallfrekvensen något och den andra användes att justera in mottagarens lyssningsfrekvens centrerad runt 3560kHz.

Volymkontroll: via trimpotentiometer med pålimmat skaft på kortet.

Kråkgårdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS

Pedagogiska tankar:

Vid planering av detta bygge fanns tanken på att den kan utgöra det pedagogiska underlaget för en kommande utbildningssatsning bland radioamatörerna. Tanken är att den ska kunna byggas och ses som "pedagogiska moduler". Teori och praktik kan varvas per modul. Den tekniska grunden i detta bygge är en ringdiodblandare, främst då vi anser att det är en central komponent att förstå för att kunna gå vidare i den klassiska radiotekniken.

Som målsättning har vi haft att de olika delarna, blandare, VFO, kristalloscillator, buffertsteg, filter och LF-steg på ett pedagogiskt sätt skall sammansmälta i en komplett transceiver. De olika delarna har alla tämligen klassiska principalschemor som förekommer i stor del av den litteratur som kan tänkas vara intressant att studera i sin fortsatta bana som byggande radioamatör.

Huvudelen av de block vi valt att använda finns förklarade på wikipedia.org vilket vi även länkar till i utvalda fall.

För den händelse att byggaren vill få funktioner som en komplett radiostation redovisar vi även en mängd tillbehör som förgyller användningen av stationen för den som avser att använda radion att kommunicera med utanför klassrummet.

Samtidigt vill vi visa att man kan med små medel själv bygga en radio som ger en hel del nöje. Vi har dessutom valt ett monteringsätt som kräver ett minimum av verktyg för montering.

Medvetna avsteg

Vi har medvetet gjort ett par avsteg från reglerna, då främst av pedagogiska skäl.

Avsteg 1: Vi har använt en 7809 som spänningsstabilisering, vi anser att det är en god vana att tidigt lära ut hur viktigt det är att isolera en oscillator från spänningsvariationer. Att begränsa sig till enbart en zenerdiod anser vi ej vara en modern lösning på problemet. Idag är kretsar liknande 7809 att betrakta som standard, i många fall enklare och billigare att få tag på än zenerdioder.

En stabil och välarbetande oscillator hamnar därför så högt på listan över pedagogiska tankar att vi anser att en 7809 är att jämföra med en zenerdiod i denna tävling.

Avsteg 2: Vi har på kortet gjort plats för en sjunde transistor för att ge Tore möjlighet att provköra denna rig. Tore har ett medfött hörselhandikapp som gör att han behöver en extra "booster" i form av ett slutsteg i ljuddelen, vårt bidrag uppfyller reglerna utan denna extra transistor, men bidraget levereras med transistorn inlörd.

Avsteg 3: Batterityp. Vi har medvetet valt mottagare med en ringdiodblandare för att tillgodogöra oss alla fördelar denna ger främs goda storsignalegenskaper. Det är känt att den kräver mycket driveffekt vilket betyder att 13.5 volt matarspänning är att föredra. Mottagaren förbrukar 38mA och med sjunde transistorn (effektsteget) ca 85mA. Sändaren drar i lågeffekt 80mA och ger 200mW ut, vid högeffekt 200mA och 1W ut. Därför använder vi 6 eller 9 stycken AA (R6) batterier. Dessa batterier innehåller ca 2.8Ah och ett 9V blockbatteri ca 0.6Ah. Kostnaden är lika.

Kråkgårdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS

Funktionalitet

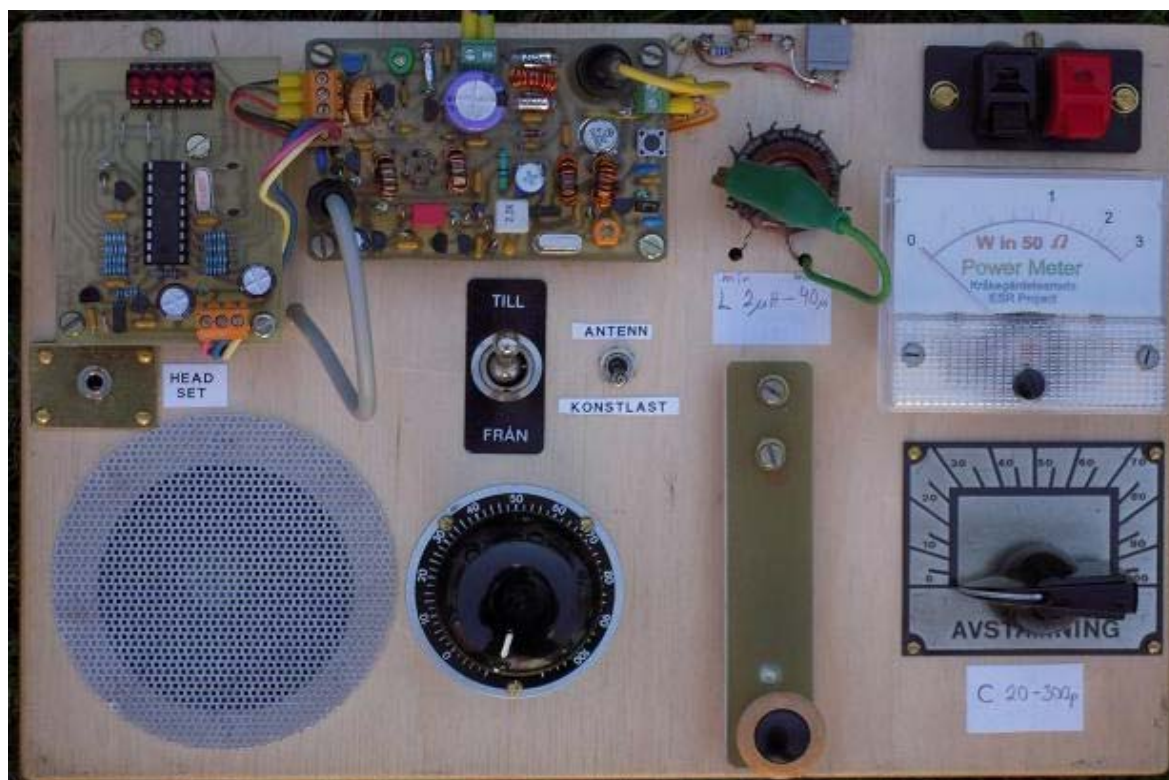
Användbarhet: Riggen går att använda... den är konstruerad för det! Första dagarna kördes följande stationer: DM0E, G4WJM, ON7XI, OE1HFC, PA7N, SM6CGG, OZ1BXN.

Enkelhet: Hela riggen finns på ett enkelsidigt kretskort, om en trimpotentiometer anslutes i plinten för VFO så kan riggen testas direkt på labbänken. Inga! yttre komponenter behövs. Allt är monterat på kretskortet. Anslut batteri, headset och antenn till respektive uttag så är riggen QRV. Enkel telegrafnyckel finns på kortet.

Goda pedagogiska inslag: Oscillator, drivsteg, blandare, övertonsdämpning, nyckelfilter, ljudförstärkare, QSK, automatisk antennväljare RX/TX, kapacitansdiodstyrning, medhörning. Alla dessa begrepp kan förklaras med denna enkla radio, kopplingarna mot en "köperadio" är enkla att göra då de olika modulerna är lätta att identifiera.

Byggkostnad: Kretskortet går att bygga för under 200:- SEK fastän vår krona är svag. Om delar från junkboxen kan användas så lindrar det plånboken. Många av komponenterna kan bytas mot likvärdiga. Kretskortet är designat efter "våra" komponenters storlek. Men vi har medvetet undvikit udda komponenter, och enbart använd köpbara delar.

Den kompletta transceivern:



Hela transceivern är byggd på en "upp- och nedvänd" trälåda med måtten L260 X B170 och D 37 mm. Längst nere till vänster ser man högtalargallret med bakomliggande högtalare. Snett upp till höger om högtalaren sitter uttag för hörtelefon av den typ som bryter högtalaren då man lyssnar på hörtelefonen.

Kråkgärdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS

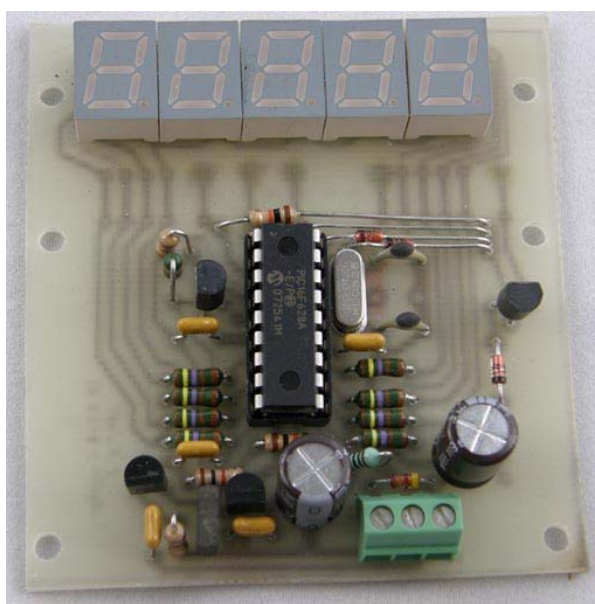
Till höger om högtalaren sitter "VFO-ratten" för mottagaren och ovanför den sitter strömställaren för av- och påslag av transceivern. Den lilla strömbrytaren strax till höger är till- och frångslag av konstantennen.

Vidare till höger hittar vi en telegrafnyckel som tvivelsutan bär SM7UCZ:s kännemärken från hans "planksändare". Den är tillverkad av kretskortslaminat och med träknopp. Ovan telegrafnyckeln finns induktansen i antenncopplingen, omkoppling sker genom att placera klämman på lämplig "tapp" på spolen. Längst ner till höger hittar vi avstämningsskruven vridkondensatorn till antennfiltret.

Går vi övre vänstra hörnet hittar vi en frekvensräknare som digitalt visar avläst frekvens på mottagaren. Till höger om frekvensräknaren hittar vi själva hjärtat i bygget, dvs den kombinerade mottagaren och sändaren, det vi i dagligt tal kallar för transceivern (eller sändtagare på svenska). Den är monterad på ett 50x80mm enkelsidigt kretskort där plintar finnes för spänningsmatning, VFO-potentiometer och RCA-kontakt för antennen. Volymkontrollen består av en trimpotentiometer monterad på kortet. Testnyckel ingår och enbart hålmonterade komponenter användes.

Syftet med vår kompletta station är att visa att det går att bygga en station som är användbar med mycket enkla komponenter, genom att använda kretskortslaminat och trälåda så kan flera detaljer tillverkas i slöjden eller tekniklektioner som projekt i grundskolan för det fall att det finns intresserade elever och lärare.

Frekvensräknaren



Här visas ett enkelt hjälpmedel för att trimma mottagaren och senare att visa vilken frekvens som mottagaren arbetar på.

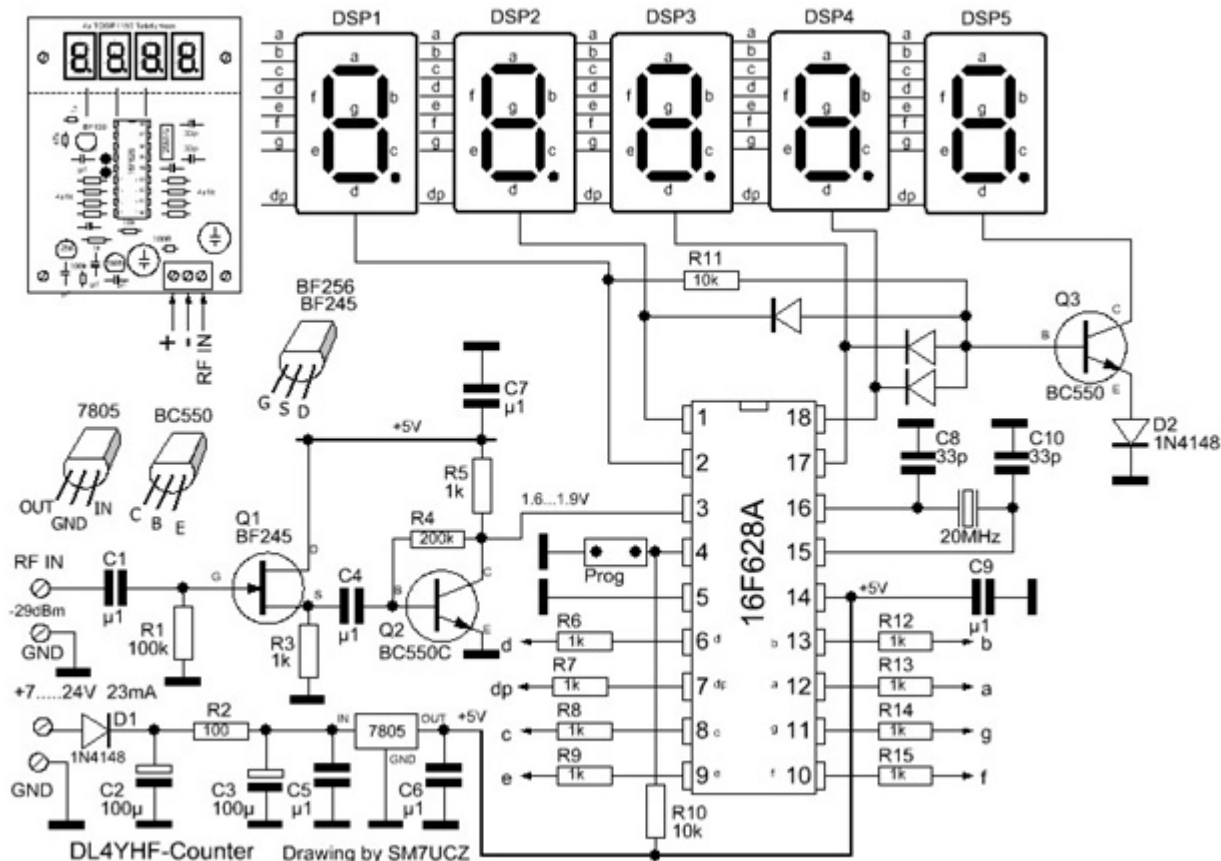
Frekvensräknaren konstruerad av DL4YHF, Wolfgang Büsher. Under denna url:

http://freenet-homepage.de/dl4yhf/freq_counter/freq_counter.html

så finns program och anvisningar till hela konstruktionen. Räknaren klarar en insignal från någon Hz till över 50MHz. Program för antingen gemensam Anod eller Katod på displayen har Büsher redan fixat, allt finns att ladda ner från hans sidor.

Kråkgärdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS



Få komponenter behövs. Valet av display är lite kritiskt, eftersom PIC-kretsen direkt driver segmenten. Ljusstarka displayer behövs. Strömmen genom PIC:en är begränsad. Totala strömförbrukningen är ca 23mA. Med den extra FET-transistorn på ingången har signaler så svaga som -29dBm kunnat mätas.

Power Meter och Antennavstämning

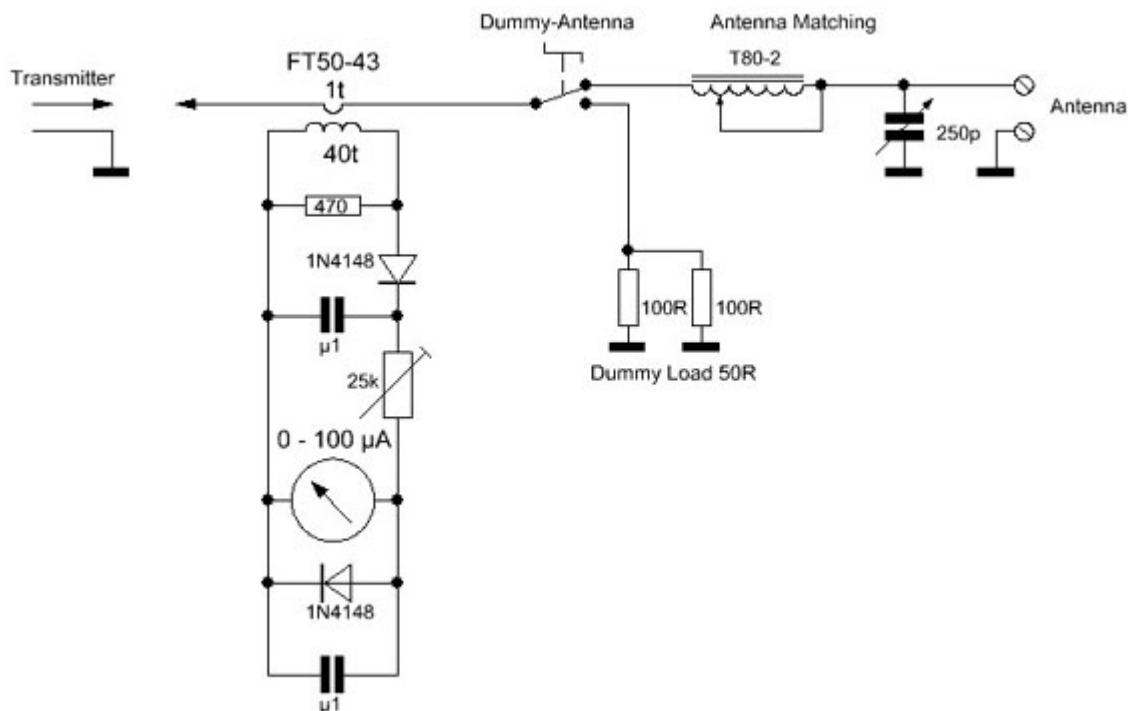


Powermetern visande full effekt i 50 ohms konstlast vid 13.5V, ca 1,8W.

Ett enkelt sätt att mäta uteffekten från sändaren med hjälp av en toroid och ett surplus mätinstrument på ca 100uA. Med lite datorkraft skapas en ny instrumentavla utprintad på fotopapper, vilket klistras på baksidan av befintlig skala. Skalan skall vara logaritmisk.

Kråkgårdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS



Schemat visar uteffektmetern tillsammans med antennanpassningen. Omsättningen i transformatorn är 1:40. Ledningen från sändaren går rakt igenom toroiden = 1 varv. På sekundärsidan ligger en belastning av 470ohm över det uppstår en växelspanning som likriktas av dioden. Med trimmotståndet 25k justeras spänningen till instrumentet. Med hjälp av ett enkelt digitalinstrument avläses spänningen över konstlasten, 50 ohm, när sändaren körs mot konstlast. Den avlästa spänningen och konstlastens resistans, 50 ohm, räknas med hjälp av ohms lag effekten ut. $P=U^2/R$.

Man använder antennavstämman på följande sätt: Först kopplar man över till konstantennen (dummy antenna) och kontrollerar vilket utslag man får vid 50 ohms utgångsimpedans på sändaren. Därefter kopplar man över brytaren till antennavstämman och ställer in den på samma utslag som tidigare. Då vet man att man i avstämman har transformerat om antennens impedans till sändarens utgångsimpedans på 50 ohm.



Transceivern med lågeffekt vid 13.5V, ca 200mW.

Kråkgårdeteamet:

Johnny Apell SM7UCZ, Ragnar Arvidsson SM7XFZ,
Leif Nilsson SM7MCD, Tore Sandström SM7CBS

Några detaljbilder på tävlingsbidraget.



VFO:n med uttag för frekvensmätaren till vänster under plinten.



Diodblandaren med ljudförstärkaren i underkanten



Bidraget i profil.