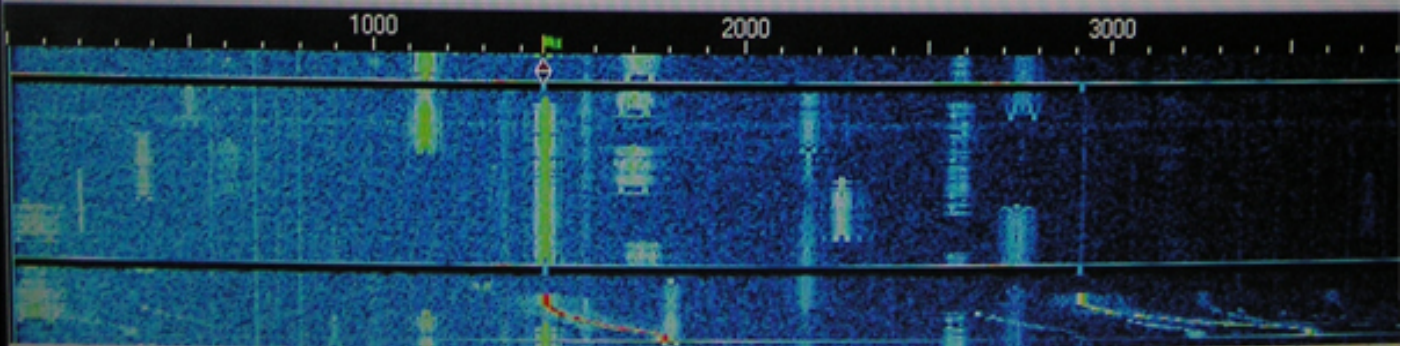


QTH is Zoetermeer Zoetermeer Zoeter
Working with experimental QRP rig 2
Hw copy? BTU S58X de PA3CNO/QRP KN

enoott 0 eeir dsi

RST is 599 599 599,
name is Frank Frank Frank,
QTH is Zoetermeer Zoetermeer Zoeter
Working with experimental QRP rig 2
Hw copy? BTU S58X de PA3CNO/QRP KN

RX



S58X (Borut, Karnica)

RAZZies

Maandblad van de
Radio Amateurs
Zoetermeer



December 2012

Winterspecial: een portable PSK-transceiver

Colofon

RAZZies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

<http://www.pi4raz.nl>

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of
aanmerkingen kunnen
verstuurd worden naar
razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

[http://pi4raz.nl/maillist/
subscribe.php](http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php)

Van de redactie

De eerste uitgave van de RAZzies in oktober van vorig jaar was een speciale editie waarin het morse (de)coder project van de Radio Amateurs Zoetermeer beschreven werd: een apparaat waarmee je morse kunt lezen, maar waarmee je ook morse kunt genereren met behulp van een computer toetsenbord. Daarnaast kon je er ook een gewone seinsleutel of een paddle op aansluiten, want er zat ook nog eens een elektronische keyer in. Een handig apparaat, dat bij veel amateurs nog altijd in gebruik is. Nu, een jaar verder, is het volgende

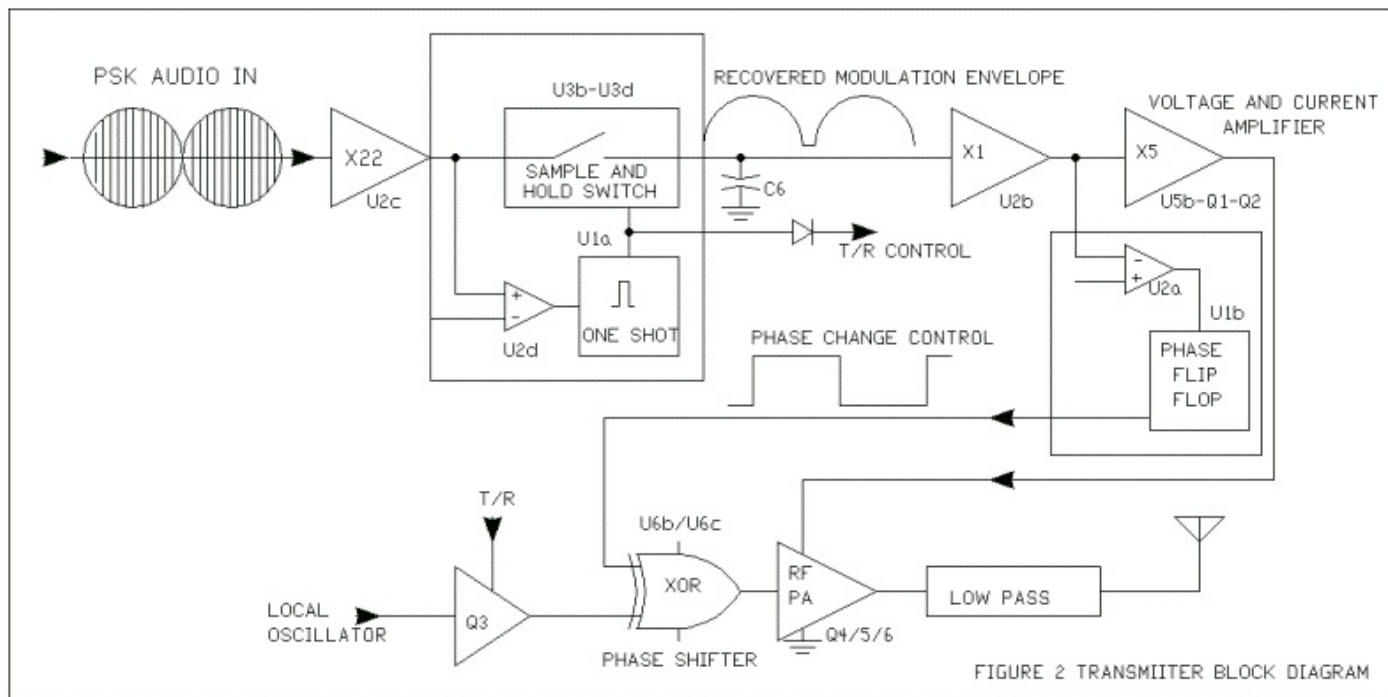
project op stapel gezet. Al maanden zijn amateurs van de RAZ bezig om dit project nabouw-rijp te maken. Dat betekent onderdelenlijsten doorwors-telen, printen ontwerpen, schakelingen ontwerpen, bouwen en testen en uiteindelijk een prototype in elkaar zetten om te kijken of alles wat we bedacht hebben, in de praktijk ook werkt. Het resultaat vind je in deze uitgave van de RAZzies. Voor iedereen is er de mogelijkheid om zich in te schrijven voor dit project, waarmee je de komende donkere maanden lekker bezig kunt zijn om voor de zomer met een volledig zelfgebouwde transceiver de vakantie in te gaan. We hopen op veel enthousiaste nabouwers.

Een ultra-portable PSK31 transceiver

Op zoek naar leuke QRP-transceivertjes om te bouwen, liep ik tegen het ontwerp aan van een PSK transceiver voor 20m volgens een idee van KD1JV, dat uitging van een compleet alternatieve opzet voor het werken met PSK. Normaal gesproken neem je een SSB transceiver, zet die in de USB stand, schroef je er een ingewikkelde interface tussen voor de audio- en PTT koppeling met de computer en voila, een digitaal station. Het nadeel daarvan is duidelijk: de interface moet aangepast zijn aan de computer en de transceiver die gebruikt wordt, en daarvoor moeten dan weer de juiste kabels gemaakt of gekocht worden. Daarmee leg je beperkingen op bij nabouw. Maar hier werkt de zaak dus heel anders.

Het eerste idee van KD1JV was om

het aangeboden PSK audio signaal eerst weer uit elkaar te halen, en vervolgens weer aan te bieden aan de eindtrap. Hoe dat in zijn werk gaat, zie je op het overzicht op de volgende bladzijde. De eerste stap is om de geluidsdraaggolf te scheiden van het PSK modulatie signaal dat door de geluidskaat van de PC opgewekt wordt. Dat wordt gedaan door een sample en hold circuit die de nuldoor-gangen van het geluidssignaal detecteert (U2d) en op zijn beurt een flip-flop "one shot" triggert en een analoge schakelaar activeert (U3). C6 wordt geladen door de topwaarde van het geluidssignaal op het moment dat de analoge schakelaar aan gaat. Door de vaste pulsbreedte van de one shot flip-flop werkt deze schakeling alleen maar effectief rond een beperkt frequentie-gebied. Dit was geoptimaliseerd voor een 1 kHz signaal.



Blokschema van de werking van de alternatieve PSK transceiver.

Voor de volledigheid is op de volgende pagina het schema van deze versie 1 weergegeven, waarnaar de onderdelenreferenties verwijzen. U2b buffert het teruggewonnen modulatiesignaal en dat wordt verder versterkt door U5b/Q1/Q2 om aan voldoende stroom en amplitude te komen voor het moduleren van de eindtrap. U5a is niet getoond; die wordt gebruikt om te controleren of het modulerende signaal de eindtrap 100 % moduleert. 100 % modulatie treedt op als Q2 in verzadiging gestuurd wordt door opamp U5b.

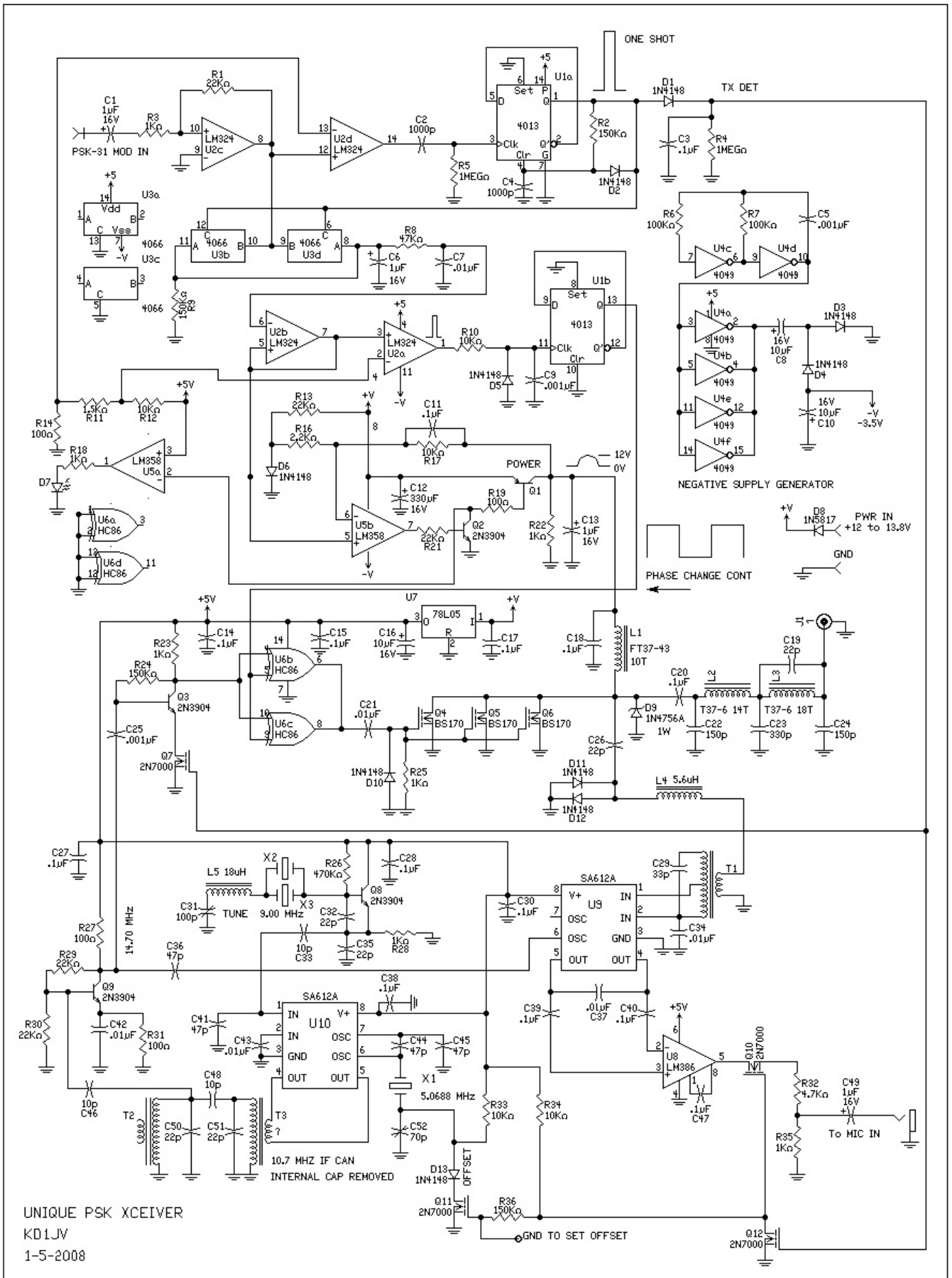
Elke keer dat de omhullende door de nul gaat, treedt fase-draaiing van het zendersignaal op. Deze voorwaarde wordt gedetecteerd door U2a en wordt gebruikt om een flip-flop te triggeren die voor de fase-draaiing van de zender moet zorgen bij elke nuldoorgang. Er

wordt een XOR poort toegepast om de zenderdraaggolf in fase te draaien en om de FETs in de eindtrap aan te sturen, die opgebouwd is met drie parallel geschakelde BS170 MosFets. De transceiver is met succes nagebouwd door een aantal amateurs, waaronder een groep van de afdeling Gouda. Verwijzingen zijn nog te vinden op de website van PA5PR^[1].

Maar het was niet alleen maar succes wat de klok sloeg. De transceiver werkte, maar kende een aantal praktische onhebbelijkheden. Zo zat er een afstemcondensator in, en die zijn inmiddels aardig schaars aan het worden. Maar ook het werken met de transceiver kende wel zijn problemen. Eigenlijk werkte hij alleen maar goed als het tegenstation op exact 1kHz op de waterval afgestemd werd. Op je scherm een spoortje van je tegenstation aanklikken was

er dus niet bij. Want dat past de zendfrequentie aan, en die one-shots deden het alleen lekker rond 1kHz. Dus moest steeds met de afstemming het tegenstation op 1kHz gezet worden, waarna verbinding gemaakt kon worden - mits de zendfrequentie niet teveel van die 1kHz afweek. Omslachtig en vooral kritisch. De ontvanger was van het Direct Conversion type en bezat ook niet al te veel versterking: kijk maar eens in het schema. Van de antennebus kom je zonder versterking op de enige afgestemde kring in het ontvangstcircuit, T1. Die gaat rechtstreeks een mixer van het type SA612 in, en de uitgang daarvan levert in één keer laagfrequent aan versterker-IC U8.

Daarnaast kwam KD1JV er achter dat het veranderen van de fase van het signaal bij elke nuldoorgang niet de manier is



Het schema van het allereerste ontwerp van de PSK transceiver.

waarop PSK werkt. De fase verandert namelijk alleen tussen nullen, of als je van één naar nul gaat. De fase verandert niet als je van nul naar één gaat. De meeste PSK decoders decoderen echter toch wel het PSK data woord als de fase tussen elke nuldoorgang verandert, maar 100% betrouwbaar is dat waarschijnlijk niet. Dat is omdat de software kijkt naar het bitpatroon van het data woord en "gokt" wat het woord moet zijn, wat meestal goed gaat.

Dus maakte hij versie twee, met een aantal significante voordelen:

* De ontvanger is nu een super-heterodyne met USB kristalfilter. Dat elimineert niet alleen het potentiële probleem van QRM uit de andere zijband (waartussen je bij Direct Conversie ontvangst geen onderscheid kunt maken) maar tevens is de totale ontvangergevoeligheid drastisch verbeterd ten opzichte van het Direct Conversie ontwerp. Een 0,2uV signaal is nu duidelijk te zien op de PSK waterval.

* De AM modulatie omhullendehersteller is vereenvoudigd en werkt nu over een redelijk breed frequentiebereik.

* De zendfrequentie wordt nu ingesteld door middel van een "SPOT" schakelaar die de zendermixer- en drivers inschakelt zodat je eigen frequentie zichtbaar wordt op de PSK waterval. Met behulp van een ten-turn

potmeter match je je signaal dan met het signaal van je tegenstation waar je verbinding mee wilt maken (gewoon er overheen leggen), of je zet je signaal op een vrij plekje in de band. Hoewel je dat een paar seconden kost, weet je wel altijd waar je zender uithangt.

* De AM omhullende modulator gebruikt nu een P-Channel MOSFET in plaats van een PNP transistor.

* Er worden minder onderdelen gebruikt, waardoor het geheel op een kleiner printje past.

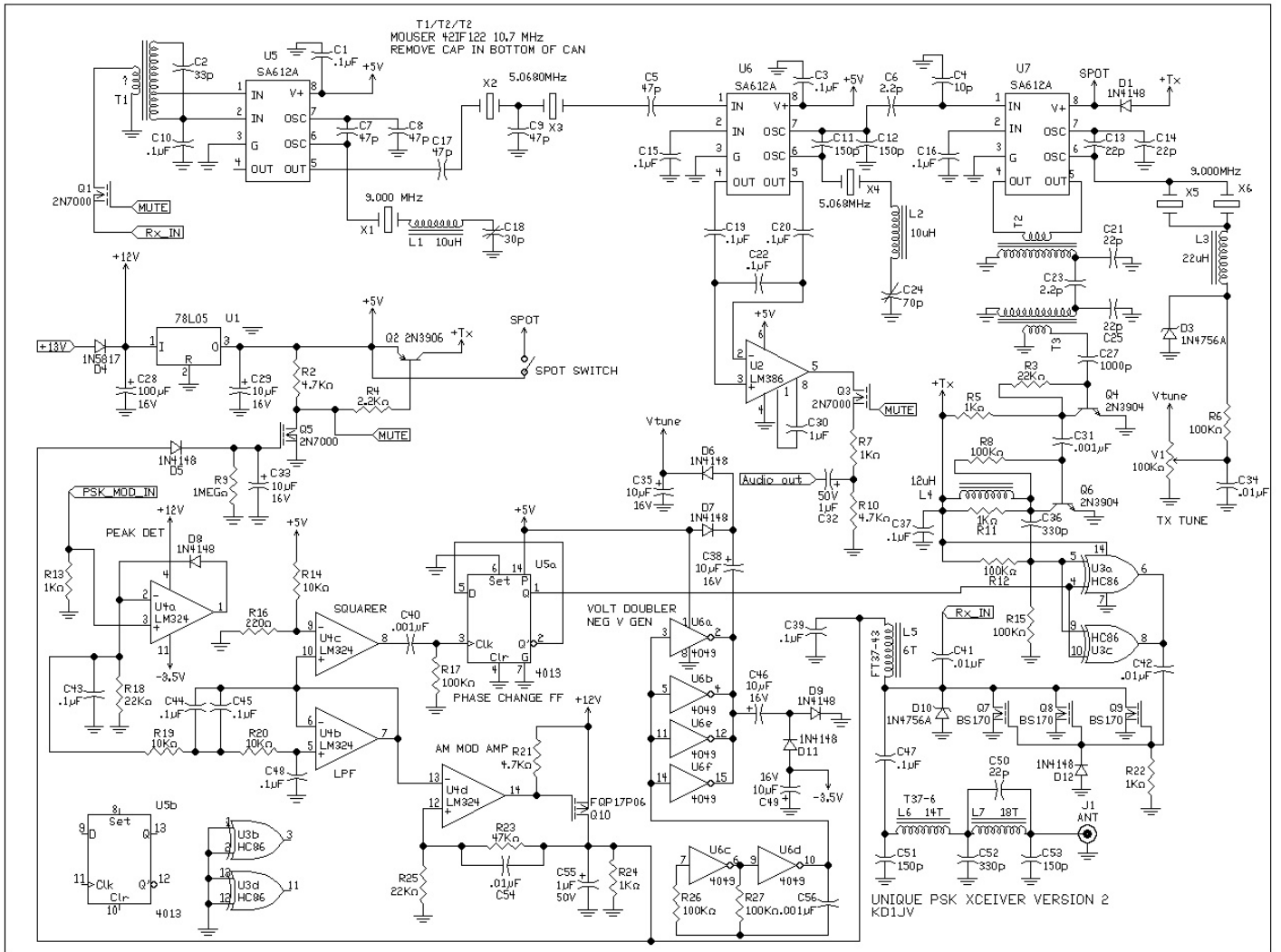
Prototype

De manier om uit te vinden of een project haalbaar is, is om het met een paar mensen te bouwen. De één kan tegen heel andere dingen aanlopen dan de ander, en de som van de ervaringen is onmisbaar voor een nabouwzeker geheel. Allereerst is een onderdelenlijst aangemaakt, want die zat niet bij het originele artikel. En daar kwam probleem 1 naar voren: een aantal onderdelen zijn dubbel benoemd. Zie het schema op de volgende bladzijde. Boven in het schema zit een SA612 met de naam U5, terwijl links onderaan het digitale IC met typenummer 4013 eveneens U5 gedoopt is. Hetzelfde geldt voor U6, die zowel weer een SA612 is als een 4049 hex buffer. Dat betekent dat het hele schema overgetekend moest worden, want zo kan je zelfbouwers niet op pad sturen...

Dan de print. Er was een printontwerp, dus dat scheelt een hoop werk. Hugo PA2HW tekende de print na in zijn printontwerp programma, en stuurde het door aan de rest van het testteam ter controle. Daar kwamen best nog wel wat fouten uit, en dat was niet omdat Hugo de print verkeerd overgetekend had; dat zat al in het origineel. Vervolgens zijn de onderdelen besteld bij Mouser, Conrad, Kits and Parts en nog wat selecte leveranciers. De printen van het prototype werden bij een kennis van Hugo besteld, en toen begon het grote wachten.

Nadat onderdelen en print gearriveerd waren, is het testteam, bestaande uit Hugo PA2HW, Robert PA2RDK en Frank PA3CNO bij elkaar gekomen om te gaan solderen. Dat ging niet in één avondje; daar is wel wat meer tijd voor nodig. Uiteraard vonden we nu ook weer allerlei verbeterpunten: Nog meer dubbel benoemde onderdelen in het silkscreen van de print (de componenten opdruk), maar ook afstanden die niet klopten. Spoeltjes bleken wat groter dan berekend, dus moeten de gaatjes wat verder uit elkaar. Al dat soort dingen worden meegenomen in de redesign van de print.

Uiteindelijk zitten alle onderdelen dan op de print, en dan volgt de "smoke-test": het moment dat voor de eerste keer spanning op de print gezet wordt. Computer met MixW aan de ontvanger geknoopt, en



Schema van KD1JV's versie 2 van de PSK transceiver

voor de gelegenheid een luidsprekertje via een elco rechtstreeks op de uitgang van de LM386 gezet. In eerste instantie is het even beter om te horen wat er gebeurt, in plaats van naar een waterval te kijken. Op dit punt is het goed om eens naar de opzet van de ontvanger te kijken.

De ontvanger

Het ontvangen signaal begint zijn reis op de antennebus, J1 rechts onder in het schema. Via het laagdoorlaatfilter met L7 en L6 komt het signaal door C47 op de drains van de drie BS170's die als eindtrap dienst doen. Daar wordt de ontvanger afgetakt met C41 die het label "RX_IN" draagt. Dat label vind je terug helemaal links boven in het schema bij Q1, een 2N7000 FET die nog een tweede label "MUTE" heeft. Dat MUTE signaal zorgt ervoor dat tijdens zenden de FET

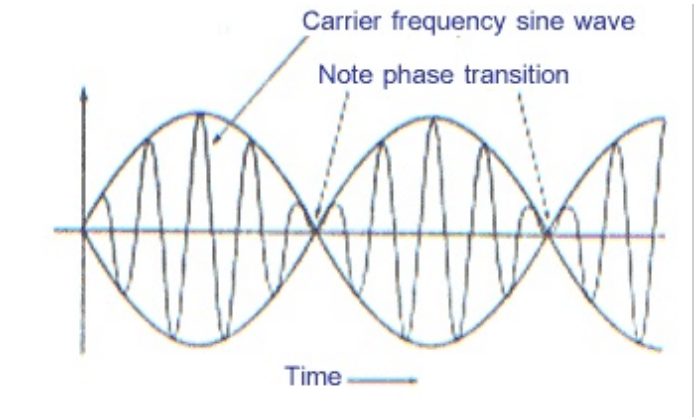
dicht gestuurd wordt, zodat het uitgangsvermogen van de zender niet op T1 terecht komt. Die zou daardoor onmiddellijk naar de eeuwige ruisvelden emigreren.

Trafo T1 is een 10,7MHz middenfrequent transformator, waar de ingebouwde condensator uitgesloopt is. Deze is vervangen door extern exemplaar C2 waarmee de transformator nu op 14MHz in resonantie wordt gebracht. Het signaal komt terecht op U5 (de SA512 U5, niet de 4013 U5), een IC dat behalve een gebalanceerde mixer ook nog eens een oscillator aan boord heeft. Die oscillator wordt in de pas gehouden door kristal X1 van 9MHz. Dit kristal bepaalt uiteindelijk welk deel van de band je ontvanger bestrijkt en dat wordt ingesteld met trimmer C18. Het uitgangssignaal van de mixer, zijnde de som en het verschil van de twee signalen, wordt

aangeboden aan het kristalfilter met X2 en X3. Kristalfilter is misschien een groot woord, want er zitten maar twee kristallen in wat niet direct een enorme stopbandonderdrukking op zal leveren, maar dat is bij deze digitale signaaltjes ook niet zo erg belangrijk. De kristallen zijn standaard verkrijgbare kristallen van 5.068MHz. Het aldus gefilterde signaal komt via C5 terecht op weer een mixer met een SA612: U6. Ook hier wordt de oscillator gebruikt, maar nu met kristal X4 op 5.068MHz. Dit is de BFO en deze moet in principe aan de onderkant van het kristalfilter afgeregeld worden met trimmer C24. De gebalanceerde mixeruitgangen op de pennen 4 en 5 worden via C19 en C20 verbonden met het laagfrequent versterker IC U2, een LM386. De condensator C22 sluit de som van het ontvangstsignaal en de mixer (2x5.068MHz) kort, zodat alleen het verschilsignaal (het laagfrequent) overblijft. Condensator C30 tussen de pennen 1 en 8 van de LM386 vergroot de versterking van dit IC nog eens met 20dB. Via weer een MUTE schakeling met FET Q3 wordt het laagfrequent signaal vervolgens aangeboden aan de computer.

De zender

Nu we toch bezig zijn, nemen we meteen maar de zender onder de loep. Dit is het meest bijzondere deel van de transceiver, omdat hier geen gebruik gemaakt wordt van een standaard SSB transceiver met alle problemen van dien (scherpe kristalfilters, lineaire versterking en eindtrappen, met de bijbehorende warmteontwikkeling etc.) Hoe gaat het precies in zijn werk? Het signaal komt binnen ongeveer in het midden van het schema aan de linkerkant, bij het label "PSK_MOD_IN". Je moet je voorstellen dat een PSK signaal uit de geluidskaart een dubbelzijband signaal is met onderdrukte draaggolf. Die draaggolf is het laagfrequent signaal wat je in je waterval venster gekozen hebt, dus laten we zeggen 1kHz. In de figuur in de rechterkolom zie je dat op het moment dat de omhullende door de nul gaat, de fase van de carrier omdraait. Voer je dit signaal toe aan een SSB transceiver die in

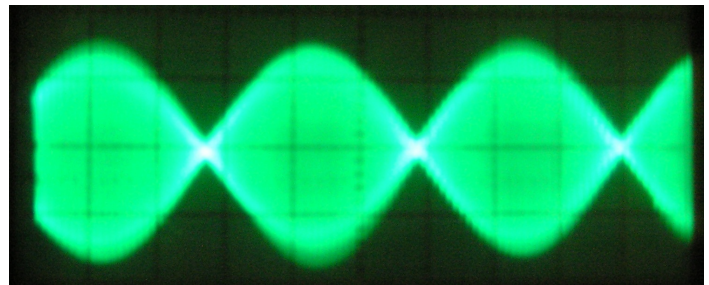


Weergave van een dubbelzijband-signaal

mode USB staat, zoals te doen gebruikelijk is, dan wordt de draaggolffrequentie van de zender er bij opgeteld. Is dat 14.070MHz, dan komt er uiteindelijk 14.071MHz uit, waarbij in de nul-doorgangen de fase dus verandert. Er zijn dus twee aspecten die van belang zijn om het signaal te reconstrueren:

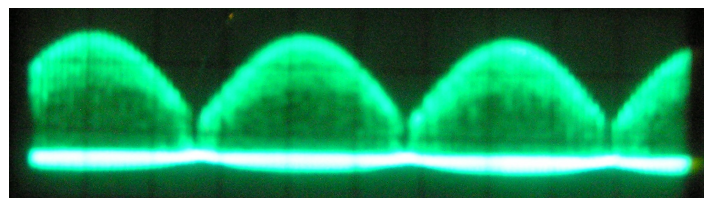
1. De amplitudeverandering van het signaal
2. De fase-omkering tijdens de nul-doorgang

Terug naar het schema. Het signaal komt binnen op de niet-inverterende ingang van opamp U4a.



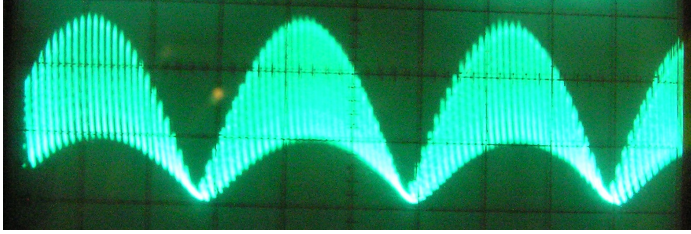
Zo ziet het ingangssignaal er uit op pin 4 van U4a

Dit is een piek-detector die alleen de positieve helft van het aangeboden signaal doorlaat; dan geleidt de diode D8 en die laadt condensator C43. De tijdconstante van C43 en R18 is zó gekozen, dat deze de toppen van het signaal volgt. Effectief vindt hier dus amplitude-demodulatie plaats. Op het knooppunt C43-R18 staat dus de positieve kant van de omhullende van het originele signaal, nu ontdaan van de draaggolf.



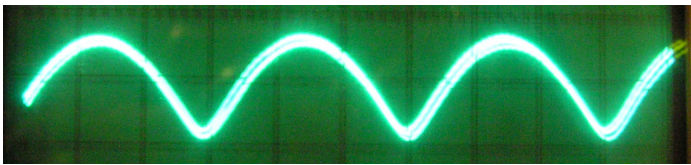
Het signaal op pin 1 van U4a

Tenminste, bijna. Er zit natuurlijk nog wel een rimpeltje op:



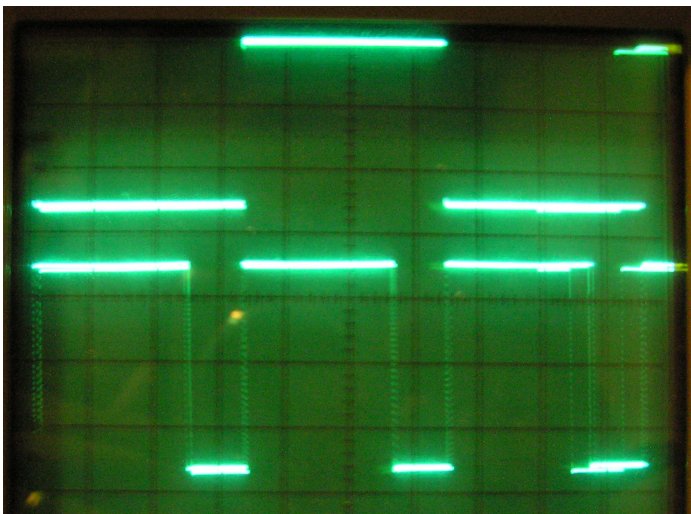
Het signaal achter diode D8, aan het begin van het filter

en een actief laagdoorlaatfilter gevormd door U4b met de componenten R19/R20 en C44/C45/C48 verwijderd dat zo goed als volledig.



Het signaal na filtering op pin 7 van U4b.

Vanaf opamp U4b splitst het signaal zich. Via opamp U4d wordt vermogensFET Q10 aangestuurd, welke de voeding voor de eindtrap verzorgt via L5. Op deze manier vindt dus amplitude modulatie van de eindtrap plaats. Daarnaast wordt het signaal aangeboden aan opamp U4c die dienst doet als comparator. Komt het signaal boven het niveau dat door spanningsdeeler R14/R16 bepaald wordt, dan gaat de uitgang van de opamp van min naar plus. Dat niveau bedraagt ongeveer 0,1V, zodat het signaal dicht bij de nul omklapt. Die spanningssprong wordt via condensator C40 toegevoerd aan de klok



Onderste spoor: de uitgang van squarer U4c pin 8.
Bovenste spoor: de uitgang van faseflipflop U5 pin 1.

ingang van flipflop U5b, waarvan de uitgang twee parallel geschakelde poorten van exclusive OR U3a en U3c bedient. Door de ingang van de poorten hoog of laag te maken, wordt het signaal wel of niet geïnverteerd. Ofwel: wel of niet 180° fasedraaiing. De uitgang van deze poorten bedienen rechtstreeks de gates van drie parallel geschakelde FETs BS170, waarvan de amplitude dus bepaald wordt door Q10. Het efficiënte van deze eindtrap zit 'm in het feit dat de FETs geschakeld worden en niet in hun lineaire gebied worden gebruikt. Daardoor is het rendement hoog en is koeling van deze FETs niet noodzakelijk. Dit in tegenstelling met Q10, die natuurlijk wél in zijn lineaire gebied gebruikt wordt en dus wel wat warmte kwijt moet.

De uitgang van modulatietransistor Q10 gaat niet alleen naar de eindtrap. Via diode D5 wordt tevens FET Q5 opengestuurd, die de zender inschakelt door via Q2 voeding op de drivers te zetten en de signaalweg in de ontvanger onderbreekt. De tijdconstante van R9 en C33 zorgen ervoor dat de zender vertraagd afvalt.

Tot nu toe hebben we het wel over het modulende signaal gehad, maar niet over de draaggolf. Waar komt die vandaan? Daarvoor moeten we even terug naar de SA612 met referentie U6, bovenin het schema. Want de BFO oscillator van dit IC wordt niet alleen gebruikt om met het ontvangstsignaal te mengen naar laagfrequent: de oscillator uitgang op pin 7 wordt tevens via C6 aan de ingang van SA612 U7 toegevoerd. Ook deze heeft een oscillator, gevormd door twee parallel geschakelde kristallen X5 en X6. Het parallel schakelen van kristallen is een bekende truc om een groter afstembereik te krijgen. Want deze kristallen worden uit frequentie getrokken door spoel L3 en capaciteit D3: een zenerdiode van 47V die gebruikt wordt als varicap. De afstemspanning voor de varicap wordt geleverd door ten-turn potmeter V1. De aldus opgewekte 9MHz wordt nu gemengd met de BFO op 5.068MHz en de somfrequentie wordt gefilterd door middenfrequent transformatoren T2 en T3, waar eveneens de capaciteiten uit verwijderd zijn om ze op 14MHz af te kunnen

stemmen. Het gefilterde signaal wordt door Q4 en Q6 zoveel versterkt, dat het de poorten van U3 aan kan sturen. En zo wordt de draaggolf opgewekt.

Het moge duidelijk zijn op dit punt dat de frequentie van het uitgangssignaal geen enkele relatie heeft met de frequentie van hetingangssignaal. Daarvan is immers de omhullende verwijderd van de (LF) draaggolf. Dat betekent dat klikken op de waterval NIET de frequentie van het uitgangssignaal verandert. Alleen dat van het ontvangen signaal. En dat is de concessie die je moet doen om een zuinige eindtrap te krijgen: met de afstem-potmeter moet je dus afstemmen op je tegenstation, of een vrij plekje in de band zoeken om CQ te roepen. Maar hoe kan je afstemmen? Ook daar is in voorzien: zie de schakelaar SPOT. Die zet spanning op de zendermixer SA612 U7, die normaal alleen met zenden ingeschakeld wordt, waardoor deze zijn werk begint te doen en de BFO met de VXO mengt. Het resultaat is te zien als een extra (jouw!) spoortje op de waterval, wat je nu over het gewenste tegenstation kunt leggen. Daarna zet je SPOT weer uit en kan je 'm aanroepen.

Rest nog de functie van de hex inverterpoorten te beschrijven. Die vind je midden onder in het schema. Twee poorten, U6c en U6d, worden als vrijlopende oscillator gebruikt. Deze sturen de overgebleven 4 parallelgeschakelde poorten aan. De uitgangen daarvan wekken via C46-D9-D11-D49 een negatieve voedingsspanning van ca. -3,5V voor de opamp op. Daarnaast wordt ook een spanningsverdubbeling toegepast via C38-D7-D6-C35, welke voor de afstemming gebruikt wordt. Een hogere spanning geeft namelijk meer regelbereik. Varicaps in televisie-tuners werken vaak met 28V, maar deze zal het met 20V minder moeten doen. Waarom dan niet afgeleid uit de voedingsspanning van 12V? Omdat je niet van tevoren kunt weten hoe stabiel die is, en alle rotzooi op die voeding vind je in FM terug op je zendsignaal.

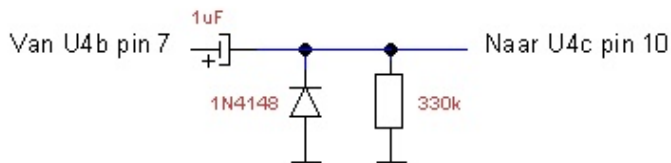
Initiële test

Toen was het tijd voor de eerste test. Eerst maar via een elco een luidsprekertje verbonden met pin 5 van het laagfrequent versterker-IC U2. Met de meetzender een signaal aan de antenne-ingang toegevoerd en vervolgens spanning op het geheel gezet. Met de meetzender was al gauw een signaal hoorbaar gemaakt en de enige afstemkring in de hele ontvangstweg, T1, liet zich goed pieken. Daarna de geluidskaart aangesloten op de ontvangeruitgang en na enig tunen met C18 en C24 werden de eerste spoortjes zichtbaar. Minder dan 1uV op de antenne-ingang geeft al een goed zichtbaar spoor. De ontvanger werkt als een zonnetje, meteen de eerste keer. Dat is hoopvol, dus nu ook maar eens een signaal aangeboden aan de zender-ingang.

Dat ging minder soepel. Er kwam wel een reutel uit de FT857 die er naast stond, maar de computer kon er niets van maken. Na enig zoekwerk bleek waarom: zoals je op de scoopbeelden kunt zien, komt het signaal niet helemaal terug op nul, domweg omdat er enige vertraging in het volgen van het signaal door filter R18/C43 zit. Naarmate het signaal aan de ingang harder ingestuurd wordt, wordt dat gelijkspanningsniveau hoger. En op het moment dat die gelijkspanning boven de 0,1V drempel van deler R14/R16 blijft, schakelt squarer U4c niet meer. Einde fase-omschakeling, en decoderen lukt niet. Regelde ik hetingangssignaal zodanig dat de squarer wél schakelde, dan zat ik nog onder het niveau van zenderschakelaar Q5... Dus óf de zender gaat aan maar dan had ik geen fase-omschakeling, óf de fase-flipflop schakelde wel, maar dan viel de zender uit. Een vaste schakeldrempel is ook niet handig bij een variabelingangssignaal, tenzij je op een of andere manier kunt bepalen waar het gelijkspanningsniveau van dat signaal zit. En gelukkig is daar een manier voor.

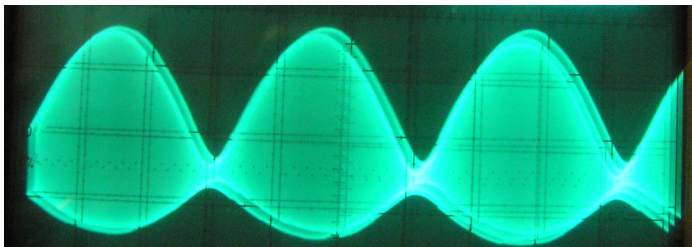
Daarvoor grijpen we terug op een techniek uit de vroegere televisie-techniek: de clamp-schakeling. Werd namelijk een video-signaal door een condensator heen gehaald, dan verloor het signaal zijn gedefinieerde gelijkspanningsniveau. Het gelijkspanningsniveau wordt na een conden-

sator gelijk aan het gemiddelde van het totale signaal, en daarmee afhankelijk van de beeldinhoud. Maar wilde je weten waar de synchronisatie-impulsen van het video-signaal zat, dan moest je het gelijkspanningsniveau weer opnieuw definiëren. En dat deed de clamp schakeling. Die bestaat in zijn eenvoudigste vorm uit een condensator, een diode en een weerstand.



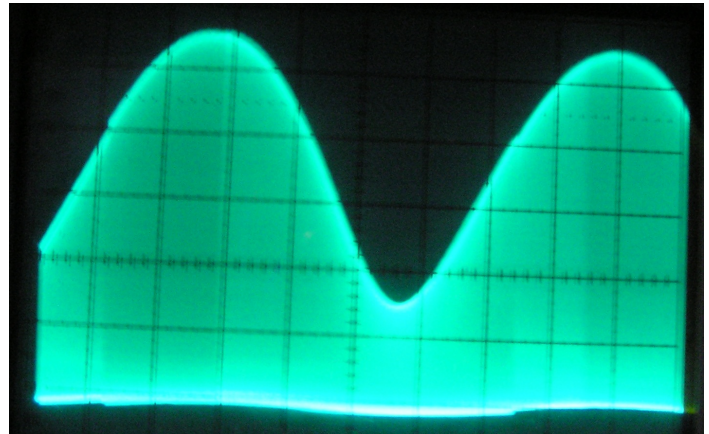
Wat er gebeurt is als volgt. De RC-verhouding van de elco en weerstand wordt zó gekozen, dat deze niet hetingangssignaal volgt, want dan gebeurt er natuurlijk niets. In dit geval is de tijdconstante 10x de signaalperiode gekozen. Een PSK-signaal is 31Hz, dus ongeveer 30ms lang. 1µF en 330k geven een RC-tijd van 330ms. Gaat hetingangssignaal door de nul, dan wordt de condensator door de onderste piek van het signaal geladen zodat de onderkant van het signaal op -0,7V (de doorlaatspanning van de diode) komt te liggen. Hoe sterk het signaal ook is, de onderkant ligt altijd op -0,7V. En daarmee is het schakelen van de squarer nu verzekerd.

De flipflop werkte nu. Maar een fatsoenlijk signaal uitzenden deed het nog steeds niet. Geen van de tegenstations in onze experimenteerclub kon er chocola van maken. En dat was ook niet zo gek. Met de scoop aan de antennebus was het volgende signaal zichtbaar:



Dat lijkt in de verte op een DSB signaal, maar met afgeplatte onderkant. Robert PA2RDK had wél een fatsoenlijk uitgangssignaal. Waar zat nu het probleem? Zoals eerder al bleek, is de hele schakeling gelijkstroom gekoppeld. Het complete signaal speelt zich dan ook boven de nul af.

Dat is goed te zien op het signaal wat op de drains van de BS170's verschijnt:

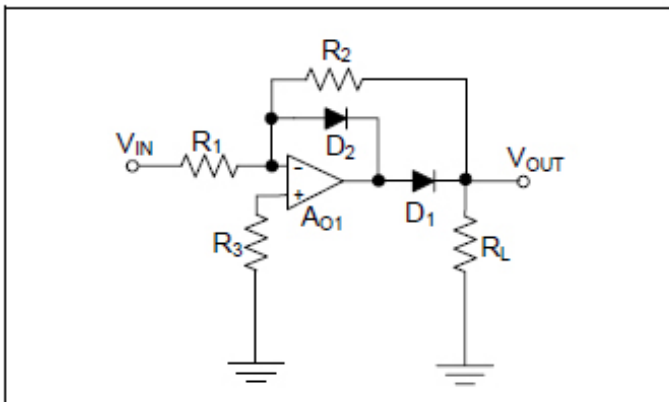


Dat wordt wel enigszins gefatsoeneerd door het laagdoorlaatfilter zoals aan de antennebus te zien is, maar er blijft een gelijkspanningscomponent in het signaal zitten. Waarom had Robert daar geen last van? En toen ging er een licht op. Er is geen enkel DC-pad naar massa! Het signaal komt door condensator C47 heen, en komt zo in het laagdoorlaatfilter terecht. Maar dat heeft uitsluitend condensatoren naar massa. De MFJ tuner die er achter zat, ook. En de antenne was een eindgevoede draad die rechtstreeks op de tuner zat. Geen enkele gelijkstroomweg naar massa. De proef op de som: de MFJ in de dummyload stand gezet. En toen was er een keurig signaal. Nou zou dat ook nog kunnen doordat de antenne niet helemaal resistief was, dus ook nog maar eens getest door een weerstandje van 300 Ohm over de antenne te zetten. En ook toen was er een prima signaal te zien. Dus daar moet op de print rekening mee gehouden worden: een extra smoorspoel over de antenne-uitgang zodat de gelijkspanning weg kan. En waarom had Robert dat probleem niet? Omdat die een Diamond CP6 gebruikte als antenne. En vermoedelijk heeft die wél een gelijkstroomweg naar massa. Weer een probleem opgelost.

Het was de opzet dit transceivertje zo te maken, dat deze met een smartphone of tablet gebruikt kan worden. Maar met een smartphone was de zender nagenoeg niet uit te sturen. Een computer kon nog wel genoeg herrie maken, maar een smartphone niet. De reden daarvoor is niet zo moeilijk te raden. Als je naar het schema kijkt,

zie je dat er nagenoeg geen versterking plaatsvindt. De peak detector volgt voor de positieve helft van het signaal deingangsspanning, zei het met de 0,7V verschil van de diode D8. Tijdens de negatieve periode is er geen terugkoppeling van de opamp U4a en zit de uitgang tegen de negatieve voedingsspanning. Dat is ook al niet handig, omdat het enige tijd kost om weer uit de verzadiging te komen en door de slewrate (de snelheid waarmee een opamp zijn uitgangsspanning kan veranderen) ook nog enige tijd kost voor hij het positieve signaal weer kan volgen. Dus tijdens de positieve helft is de versterking 1. Het laagdoorlaatfilter is opgebouwd rond opamp U4b en daarvan zit de uitgang aan de inverterende ingang. Dus ook van die opamp is de versterking 1. Vervolgens komt het signaal op opamp U4d en die stuurt FET Q10 aan, waarvan de uitgang via R33 en R25 teruggevoerd wordt naar de inverterende ingang. En van die trap is de versterking ongeveer 2 (47k/22k). Dat compenseert hooguit de verzwakking in het laagdoorlaatfilter. Kijken we nog even naar het schema van Steven's eerste versie op bladzijde 4, dan zie je dat het PSK-IN signaal daar terecht kwam op opamp U2c, waarvan de versterking met R1 en R3 op een factor 22 gedimensioneerd was. Dus waarom er nu helemaal geen versterking meer in zit, is niet helemaal duidelijk. Dat het niet genoeg is, wel. Tijd om de Peak Detector eens onderhanden te nemen.

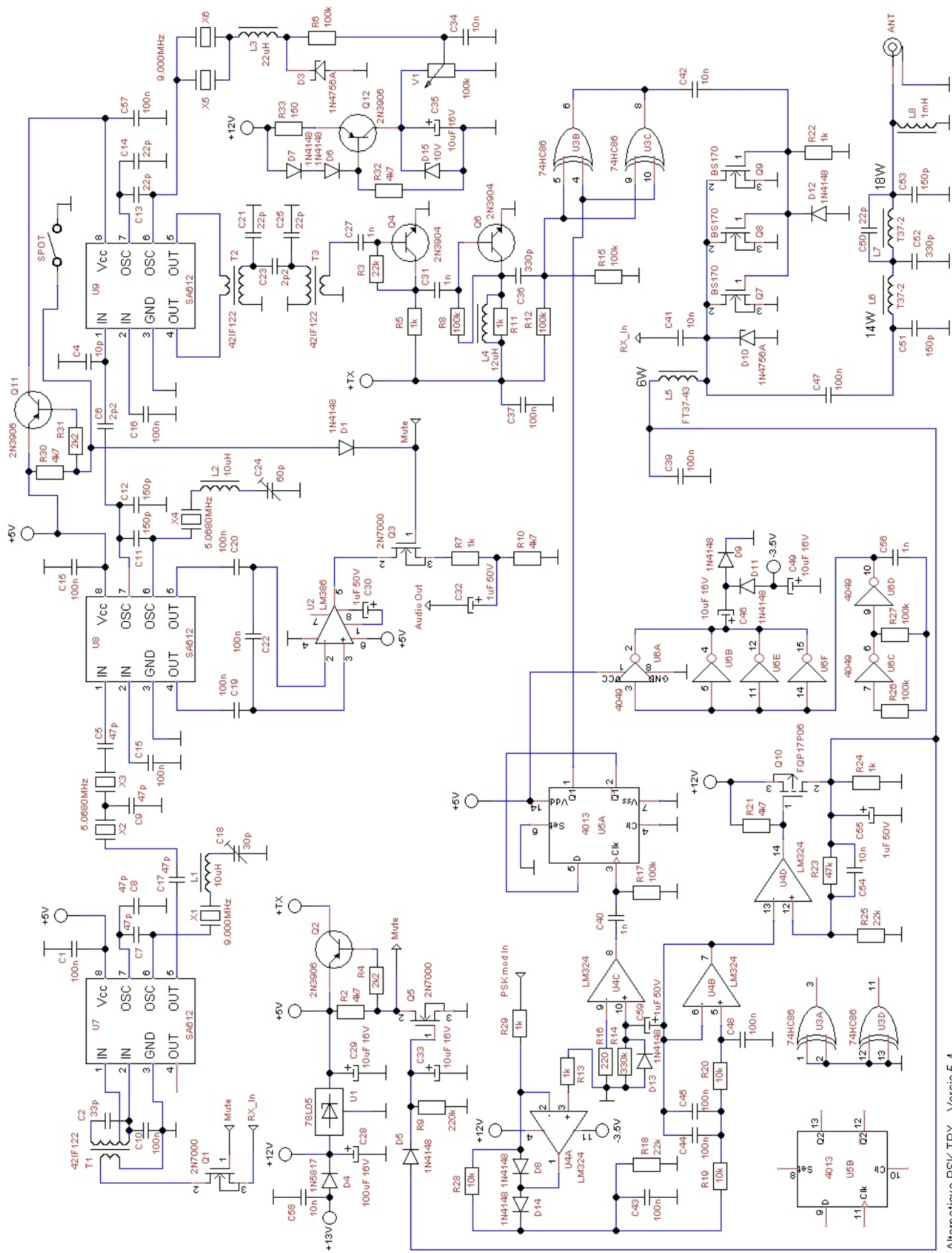
Het zou mooi zijn als we zonder actieve componenten toe te voegen én het versterkingsprobleem, én het vastlopen op kunnen lossen met de bestaande opamp. Daarvoor kijken we even naar dit schemaatje van een peak detector:



De werking is als volgt. Het signaal wordt nu niet op de positieve ingang van de opamp aangeboden zoals in Steven's ontwerp, maar aan de negatieve ingang. Tijdens de positieve periode van het signaal geleidt diode D1 en wordt de versterking bepaald door de verhouding tussen R2 en R1. Diode D2 spert nu en doet in het verhaal niet mee. Weerstand R3 zat er in de originele situatie al in: daarover werd hetingangssignaal aangeboden. Dat is de weerstand R13 in het schema met waarde 1k. Voor een goede driftcompensatie moet R3 eigenlijk gelijk zijn aan de vervangingswaarde van R1 en R2 parallel. Nemen we $R1 = 1k$, en maken we $R2 = 10k$, dan is de versterking 10x en de vervangingswaarde ongeveer 900 Ohm. Dicht genoeg bij 1k. Tijdens de negatieve periode geleidt diode D2 en doordat er dan geen weerstanden in de signaalweg zitten, is de versterking dan 1. Daardoor loopt de opamp niet meer tegen de voeding aan (tenzij je er meer dan 6Vtt in stopt) en gedraagt hij zich tijdens de positieve periode een stuk beter. Twee vliegen in 1 klap, zoals de bedoeling was. Aldus werd de schakeling aangepast met deze oplossing, waardoor de versterking voldoende is om met een smartphone 3W te maken.

Op naar de volgende onhebbelijkheid van de transceiver: na het softwarematig overschakelen van zenden naar ontvanger duurde het zeker 10 seconden voordat de transceiver zelf op ontvangst ging. Dat wordt veroorzaakt door de tijdconstante van R9 en C33. 1M en 10uF levert een RC-tijd van 10 seconden. Veel te lang. Daarom werd over weerstand R9 even 220k parallel gezet, waardoor de tijd nu ca. 2 seconden is. In de onderdelenlijst is R9 nu gewijzigd in 220k, waardoor een wat praktischer omschakeltijd van zenden naar ontvangen gerealiseerd wordt.

Inmiddels zijn er een hoop aanpassingen gemaakt, dus is het hele schema nagetekend en zijn alle wijzigingen daarop te zien. Zie de volgende bladzijde voor een compleet overzicht. Er zijn nog twee wijzigingen die nader toegelicht moet worden: de aangepaste SPOT schakeling rond Q11 en de wijziging in V_{tune} met Q12.



Alternative PSK TRX - Versie 5.4

Zoals in het begin van dit artikel al beschreven is, is er dus geen relatie tussen de frequentie op de waterval en de zendfrequentie. Klik je een station aan op de waterval, dan verandert weliswaar de subdraaggolf van het PSK signaal, maar omdat de Peak Detector de omhullende van de subdraaggolf afhaalt, heeft de subdraaggolf dus geen enkele invloed meer op het verdere verloop van het signaal. De uitgangsfrequentie wordt nog uitsluitend bepaald door kristal X4 en de VXO waarvan kristallen X5 en X6 deel uitmaken. Ergens moet dus de zend- en de ontvangsfrequentie gelijkgezet worden. Dat gebeurt met de SPOT functie. In het schema van Steven wordt de SA612 rechtsboven (die daar nog U7 heet, in het nieuwe schema U9) tijdens zenden gevoed via diode D1. Wordt tijdens ontvangst de SPOT schakelaar gesloten, dan wordt U7 rechtstreeks uit de +5V gevoed via de schakelaar en voorkomt D1 dat de rest van de zender eveneens gevoed wordt. Daardoor gaat U7 werken en produceert een mengsignaal dat vanzelf de ontvanger in "waait", waarbij dat op de waterval zichtbaar wordt als extra spoortje. Dat spoortje kan je op een vrije plek neerzetten om zelf CQ te gaan roepen, of over het station dat je wilt gaan werken. Maar tijdens testen met PE0MGB en PA4JB bleek dat er ongeveer 100Hz zat tussen waar ik mijn spot zette, en waar uiteindelijk mijn zendsignaal terecht kwam. En geen tegenstation gaat 100Hz verder naar antwoord zoeken, tenzij je een DX station bent. Die willen nog wel eens split werken. Waar kwam toch die 100Hz vandaan?

Dat laat zich eigenlijk wel raden. Het probleem zit 'm in het verschil in voedingsspanning tussen SPOT- en TX-bedrijf. Tijdens zenden staat er op de collector van Q2 4,91V (gemeten). Dat is de gestabiliseerde +5V min de kniespanning van Q2. Nemen we even aan dat over siliciumdiode D1 0,7V valt, dan blijft er 4,21V voedingsspanning over (wat overigens onder de specificatie van de minimale voeding van 4,5V uit het specsheet is). Met het sluiten van de SPOT schakelaar wordt echter direct 5V op het IC gezet. Dat is een verschil van 0,79V. Het is niet ondenkbaar dat het verschil in voedingsspanning een

frequentiewijziging van de VXO tot gevolg heeft. Dat zou betekenen dat de gevoeligheid van de VXO gelijk is aan $100\text{Hz}/0,79\text{V}=126,6\text{Hz}/\text{V}$. Als test werd een diode in serie met de SPOT schakelaar gezet. Daardoor zou de voeding tijdens SPOT bedrijf $5-0,7=4,3\text{V}$ worden, en het verschil met zenden nog maar $4,3-4,21=0,09\text{V}$. Met een gevoeligheid van $126,6\text{Hz}/\text{V}$ betekent dit dat het verschil nog $126,6*0,09=11,4\text{Hz}$ zou moeten bedragen. En dat deed het ook. Gert PE0MGB zag mij er ca. 10Hz naast zitten als ik de SPOT op zijn spoortje zette. Dat klopt aardig met de berekening. Aangezien het af kunnen stemmen op een tegenstation nauwkeurig moet kunnen gebeuren wil je een kans op antwoord krijgen, is ervoor gekozen om het circuit rond Q2 te kopiëren voor de SPOT schakeling, zie het nieuwe schema rechts boven. Door het circuit voor zenden en SPOT identiek te maken, zou er geen afwijking in zenden en ontvangen meer mogen zijn, waardoor precies zero-beat op het tegenstation afgestemd moet kunnen worden.

Maar dat pakte dus even anders uit... Tijdens het testen bleek dat het verschil tussen zenden en ontvangen nog steeds ca. 30Hz bedroeg. Waar kwam dat nu weer vandaan? De sleutel bleek het terughoren van het eigen signaal op een tweede ontvanger: bij het eind van een uitzending zendt de meeste PSK software tijdelijk even een ongemoduleerd signaal uit. Tijdens dat ongemoduleerde signaal was te horen dat de zender een stukje opschoof. De frequentie van het HF signaal was dus afhankelijk van de aanwezigheid van het LF signaal! Na wat puzzelwerk bleek waarom: Als de modulatie wegvalt, stopt de squarer opamp met schakelen. Daardoor daalt het stroomverbruik van de opamp iets. De negatieve voedingsspanning voor de opamp wordt opgewekt met de poorten van de 4049, maar die wekken tevens de positieve (afstem)spanning V_{tune} op! Als de belasting van de 4049 afneemt, loopt de spanning iets op. Volgende om de zender zo'n 30Hz te verstemmen... Dus is besloten om de afstemspanning separaat op te wekken uit een stroombron gestuurde zener met Q12 als stroombron. Daarmee is de afstemspanning volledig onaf-

hankelijk geworden van andere spanningen, tenzij de voedingsspanning van de zender onder ca. 10,9V komt. Maar dan heeft de batterij monitor al lang alarm geslagen. Daarmee is het laatste probleem uit het ontwerp nu opgelost.

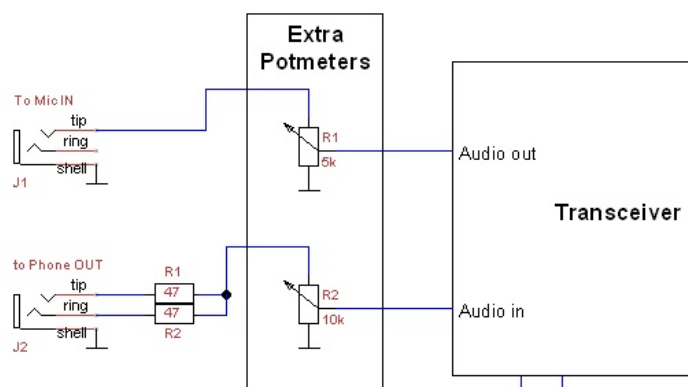
Uitbreidingen

Op dit punt aangeland hadden we feitelijk datgene wat KD1JV dus ooit bedacht had: een PSK31 transceiver volgens een alternatieve opzet. Alleen met een aantal aanpassingen om het geheel (beter) werkend te krijgen. In de opzet van KD1JV werd de print in een kastje gezet met een aansluiting naar de computer of ander apparaat met PSK software, en that's it. Wat je in dit verband moet weten, is dat veel ontwerpen van KD1JV ontstaan zijn uit een of andere zelfbouw-wedstrijd, waarbij het de bedoeling is om met zo min mogelijk onderdelen of zo laag mogelijke kosten een transceiver te bouwen. Daarbij worden altijd concessies gedaan aan gebruikersgemak of prestaties. Dat is ook hier het geval: in versie 2 is bijvoorbeeld de indicator voor 100% modulatie diepte verdwenen. Gebruik je de transceiver in combinatie met bijvoorbeeld een end-fed antenne, waarbij geen tuner nodig is (handig op vakantie, scheelt kastjes en dus ruimte en gewicht in je bagage), dan ben je volkomen blind. Er is geen indicatie van uitgangsvermogen, niet eens of het apparaat op zenden gaat. En dat was ons wel wat al te spartaans. Dus kwamen er een aantal uitbreidingen.

Potmeters

Een zeer banale, maar eigenlijk onmisbare uitbreiding bestaat uit twee potmeters voor het regelen van het ingangssignaal afkomstig van de computer en het uitgangssignaal uit de ontvanger. Feitelijk zou je dat met de instellingen van de computer moeten kunnen regelen zodat de potmeters niet direct noodzakelijk zijn, maar in de praktijk zijn ze toch wel handig gebleken. En wel om twee redenen: tijdens een test met een smartphone als PSK-apparaat, bleek dat het uitgangsvolume van de telefoon in slechts 8

stappen te regelen was van 0 naar maximaal (zeg maar stap 0 tot en met 7). Vooral het verschil tussen stap 6 en 7 was het verschil tussen 1W uitgangsvermogen en de zaak oversturen. Een potmeter regelt traploos, en daarmee heb je veel meer controle over de sturing van de zender. Ook aan de ontvangerkant geldt iets soortgelijks: de ontvanger beschikt niet over een AVC; een automatische volumeregeling. Ontvang je een zeer sterk signaal, dan wordt de ingang van de computer of smartphone overstuur en dat regel je niet meer terug in de software. Het probleem treedt immers al op vóór de elektronische volumeregelaar. Ook hier is een potmeter geen overbodige luxe.



Extra potmeters voor regelen van het signaal

Oplettende lezers zullen bij het bestuderen van deze schakeling opmerken dat de potmeter voor het regelen van het uitgangssignaal van de ontvanger (de bovenste) "verkeerd om" bedraad is. Normaal bied je het signaal aan op de uiteinden van de potmeter en neem je het signaal af van de looper. Er is echter een reden om dit niet te doen. Smartphones en tablets meten op hun jack (stekker) interface of er een microfoon is aangesloten. Is de aansluiting open, dan is er geen microfoon. Is de aansluiting kortgesloten, bijvoorbeeld door toepassing van een koptelefoon, dan concludeert het apparaat dat het eventueel de ingebouwde microfoon moet gebruiken omdat er weer geen microfoon aangesloten lijkt te zijn. Ziet het apparaat echter een weerstand van ca. 5k Ohm, dan gebruikt het de externe aansluiting als microfoon ingang. Zou je de looper van de potmeter als uitgang gebruiken, dan zou - als het volume op nul staat - het apparaat kunnen denken dat er geen microfoon

aanwezig is. En aangezien in serie met de audio uitgang nog een weerstand van 1k zit (R7), wordt niet de uitgang van het versterker-IC LM386 kortgesloten. Vandaar deze manier van aansluiten.

Wattmeter

Een reeds beproefd concept, dat al beschreven werd in de RAZzies van maart 2012^[2]: een eenvoudige Wattmeter met LEDs. Oorspronkelijk een Velleman bouwpakketje om op te vallen in de disco, maar aangepast om als Wattmeter dienst te doen. Het principe is als volgt: het antennesignaal wordt aangeboden aan condensator C62, waarna gelijkrichting plaatsvindt door D25 en D26. Via instelpotmeter VR1 wordt emittervolger Q13 aangestuurd. Aan de emitter zitten de bases van transistoren Q14 t/m Q18. Het moment waarop deze gaan geleiden, wordt bepaald door de emitterspanning; als de basis 0,7V boven de emitterspanning komt, gaat de transistor in geleiding. Doordat de emitters van de opeenvolgende transistoren op een steeds hogere spanning komen te staan door de dioden, wordt een VU-meter effect bereikt. Door met het aantal dioden te spelen, kan je bepalen wat de opeenvolgende LEDs precies weergeven. Daarbij moet je met twee dingen rekening houden:

1. De meter geeft feitelijk dus de spanning weer die op de ingang verschijnt, en niet het vermogen. De aanwijzing klopt dus alleen als de zender karakteristiek is afgesloten. Bij een andere impedantie dan 50 Ohm ontstaan staande golven en wordt de aanwijzing dus hoger. Het goede nieuws daarbij is, dat als je de zender netjes op nominaal vermogen afregelt op de meter, je bij misaanpas-

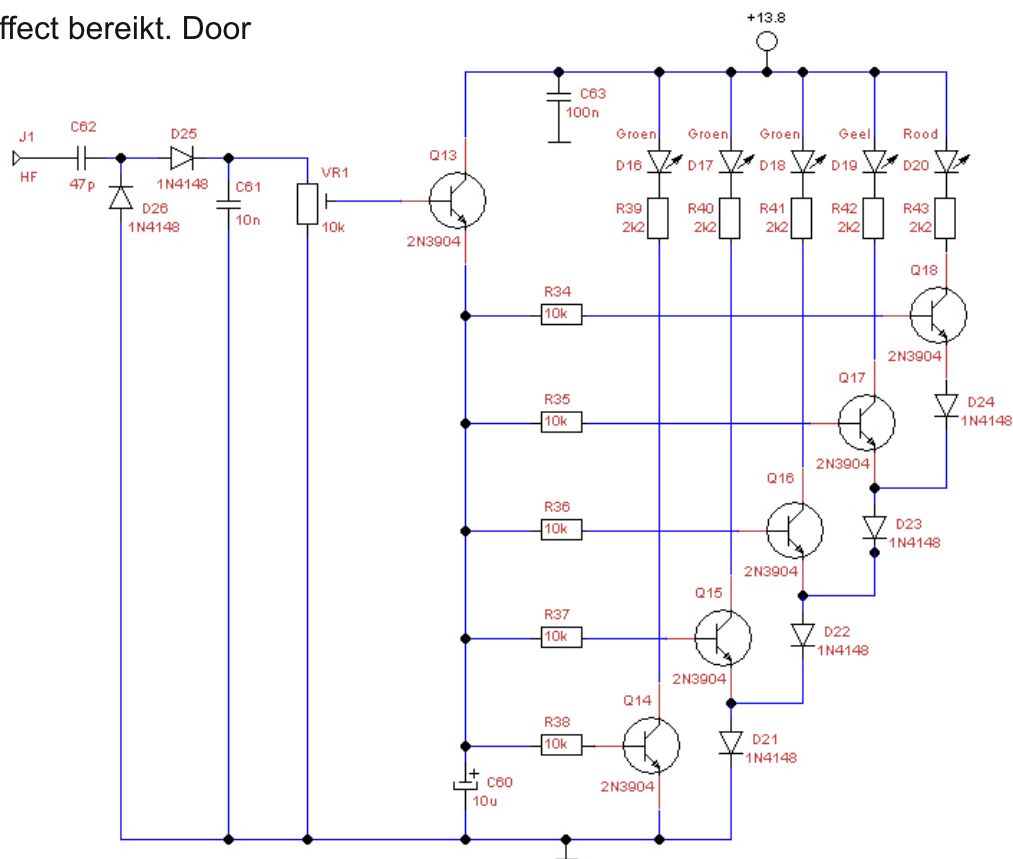
sing niet snel de eindtrap zult slopen.

2. Doordat er spanning weergegeven wordt, zit er een kwadratische relatie tussen de opeenvolgende LEDs. Het vermogen is immers evenredig met het kwadraat van de spanning.

De meter is voorzien van drie groene LEDs (D16-D18), een gele en een rode LED. Aangezien het nominale vermogen van de zender 3W is, gaan we er vanuit dat dan de gele LED brandt. Wat geven de andere LEDs dan weer? Daarvoor moeten we dus naar de spanning kijken. Als D19 brandt, staat er op de basis van bijbehorende transistor Q17 de som van de spanningen over D21, D22, D23 en de basis-emitter overgangen van Q17 en Q13. In totaal 5 diodeovergangen van 0,7V en dat maakt 3,5V. LED D20 gaat dan bij 0,7V hoger aan, dus bij 4,2V. LEDs D16, D15 en D14 gaan aan bij respectievelijk 2,8, 2,1 en 1,4V. Het vermogen wat daarbij hoort, is:

$$P_{D16} = 3 * \left(\frac{1,4}{3,5}\right)^2 = 0,48W$$

$$P_{D17} = 3 * \left(\frac{2,1}{3,5}\right)^2 = 1,08W$$



Schema van de LED-Wattmeter.

$$P_{D18} = 3 * \left(\frac{2.8}{3.5}\right)^2 = 1.92W$$

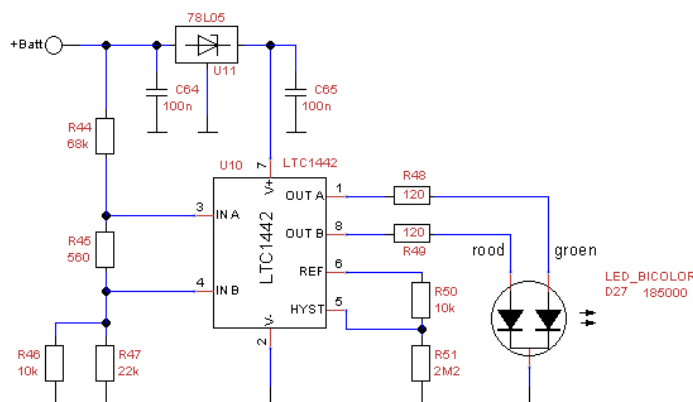
$$P_{D20} = 3 * \left(\frac{4.2}{3.5}\right)^2 = 4.32W$$

Afgerond mag je dan wel zeggen dat de Wattmeter respectievelijk 0,5, 1, 2, 3 en ruim 4W aangeeft. Aan de 4W zou hij nooit mogen komen. Die LED kan dus alleen branden als je SWR heel slecht is, omdat de gereflecteerde golven optellen bij de heengaannde golven waardoor meer spanning aangegeven wordt. Rood is dus inderdaad een probleem in dit geval. Tijdens gebruik kan je nu met de potmeter voor zenden het vermogen netjes afregelen op een Watt of 3. Zo zie je tenminste wat je doet.

Naast de Wattmeter is ook voorzien in een extra rode LED op het frontpaneel die gaat branden zodra de zender in de lucht komt. Besluit je de Wattmeter niet te bouwen, dan geeft deze LED tenminste nog aan dat je in de lucht bent.

Batterij monitor

Met zo'n klein zendertje ligt het voor de hand dat er batterij voeding toegepast gaat worden. Bouw je de transceiver met de batterij-optie, dan wordt deze geleverd met een houder voor 10 accu's (om bij de nominale klemspanning van 1.2V aan 12V voedingsspanning te komen), maar ook met een Batterij Monitor. Standaard zit er een 5mm groene LED bij die aangeeft of de transceiver aan staat. Met de Batterij Monitor wordt deze



De batterij-monitor

vervangen door een twee-kleuren LED die aangestuurd wordt door de linksonder getekende schakeling. De dual comparator van het type LCT1442 wordt gevoed via een 5V spanningsregelaar, waardoor de interne referentie netjes op spanning blijft. De voedingsspanning wordt door R44, R45, R46 en R47 gedeeld zodat deze de comparator ingangen op pinnen 3 en 4 aanstuurt. De uitgangen sturen de twee-kleuren LED aan. De interne referentiespanning van het IC bedraagt 1,182V en dat is waar de comparators op schakelen. De spanningen waarop dat gebeurt, zijn terug te rekenen als volgt:

$$U_A = \frac{U_{batt} * (R3//R4 + R2)}{R1 + R2 + R3//R4}$$

Werken we dit om naar U_{batt} , dan vinden we:

$$\begin{aligned} U_{batt} &= \frac{U_A * (R44 + R45 + R46//R47)}{(R45 + R46//R47)} \\ &= \frac{1.182 * (68000 + 560 + 6875)}{560 + 6875} \\ &= 11,99V \end{aligned}$$

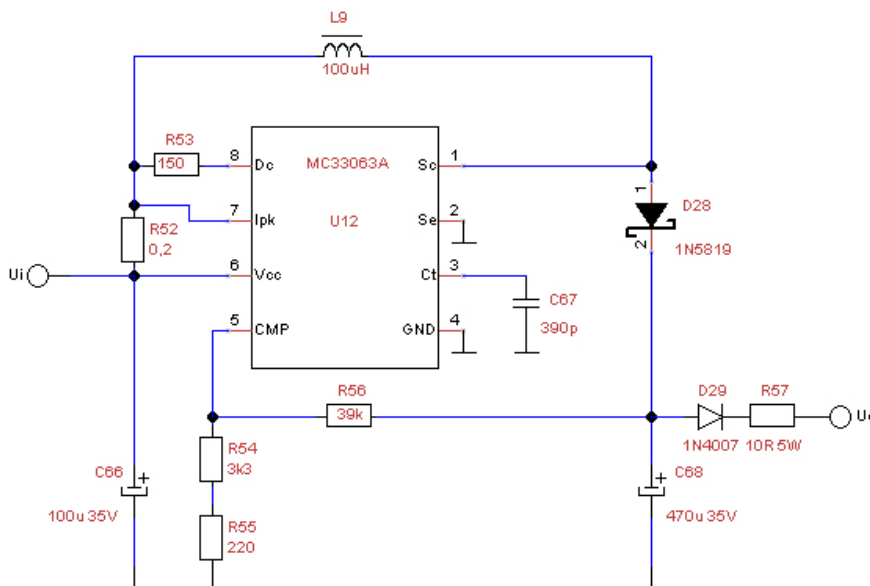
Voor de B-ingang geldt dezelfde berekening, maar nu met de 820 Ohm weerstand bij R44 opgeteld:

$$\begin{aligned} U_{batt} &= \frac{U_B * (R44 + R45 + R46//R47)}{(R46//R47)} \\ &= \frac{1.182 * (68000 + 560 + 6875)}{7500} \\ &= 12,97V \end{aligned}$$

De comparator werkt zo, dat de groene LED in de twee-kleuren LED brandt als de spanning op de spanningsdeler boven de 11,99V ligt. De rode LED brandt als de spanning op de spanningsdeler onder de 12,97V ligt. Dat betekent dat boven de 12,97V alleen de groene LED brandt, en de LED dus ook groen van kleur is. Daarmee is duidelijk dat de batterijspanning meer dan voldoende is. Onder de 12,97V gaat ook de rode LED aan, en door de combinatie van het rode en het groene licht, geeft de LED nu een oranjegeel licht. Dan ligt de batterijspanning dus tussen de 11,99V en 12,97V. En onder de 11,99V gaat de groene LED uit, waardoor alleen de rode LED nog brandt. Dan is het tijd om de batterij te laden.

Accu lader

Nog een optie die je aan de transceiver toe kunt voegen, is de accu lader. Om te voorkomen dat je het apparaat steeds open moet maken om de accu's eruit te halen en te laden, is voorzien in een interne lader. Maar daarmee loop je meteen tegen een praktijkprobleem aan: met 10 cellen is de benodigde klemspanning om goed te kunnen laden, ongeveer 14,4V. De meesten van ons hebben een 13,8V voeding, en daarmee kom je spanning tekort, nog afgezien van dat je nog wat ruimte nodig hebt om de stroom te kunnen begrenzen. Dus is een hogere spanning nodig. En ook daar is in voorzien: hieronder zie je het schema van de lader. Het geheel is opgebouwd rond één IC van het type MM33063. Daar zit alle stuurlogica en de schakeltransistor in om een schakelende voeding te kunnen maken. De voedingsspanning komt binnen bij U_i en voorziet het IC rechtstreeks van spanning. Voor het opslingeren van de spanning wordt gebruik gemaakt van een spoel van 100uH, die via weerstand R52 de stroom naar de geïntegreerde schakeltransistor voert. De opgenomen stroom wordt gemeten door de spanning over R52 te meten en met de gekozen waarde van 0,2 Ohm is de stroombegrenzing ongeveer 1,5A. Dat is niet de maximale uitgangsstroom, maar de maximale stroom door de schakeltransistor.



De omvormer die de accu kan laden

Zou de spoel in de verzadiging gaan, dan loopt de stroom in de transistor snel op en de begrenzing van 1,5A zorgt ervoor dat de zaak heel blijft. Zie ook de RAZzies van november 2012^[3] voor een uitgebreide beschrijving van de werking van boost converters. De maximale uitgangsstroom van de converter bedraagt ca. 300mA en dat is voldoende om accu's van 2500mAh in 10-14 uur te laden. De weerstand van 10 Ohm aan de uitgang begrenst de stroom die gaat lopen, en de diode zorgt ervoor dat er geen stroom terug het circuit in kan lopen als de converter uitgeschakeld is maar de accu nog verbonden is. Er blijft immers een weg voor de stroom via spanningsdeler R54/R55/R56. De converter is berekend voor een uitgangsspanning van ruim 15V, waarvan na diode D29 dus ongeveer 14,4V overblijft. Daarmee mag de accu continu onder lading blijven, omdat de stroom naarmate de klemspanning de 14,4V nadert, afneemt tot waarden die mogen blijven lopen zonder de accu's te beschadigen. De lader is wel bedoeld voor NiMh accu's: NiCad's mogen niet meer verkocht worden en Li-Ion accu's vereisen speciale laders wil de boel niet in de fik vliegen.

Voedingsschakeling

In de testgroep ontstond inmiddels een discussie. Want leuk, zo'n schakelende omvormer, maar wat blijft er van de ontvangst over naast zo'n harmonischgenerator? Niet veel waarschijnlijk. Dus moest er een methode komen om de zaak zódanig aan te sluiten, dat er feitelijk 3 verschillende voedings toestanden mogelijk waren: 1. Er is een externe voeding aangesloten en de powerswitch staat uit. Dan mag de omvormer werken en de accu laden. Er is dan immers geen gevaar voor storing op de ontvangst, want de transceiver staat uit. De accu moet dan met de lader verbonden zijn. 2. Er is een externe voeding aangesloten en de power-

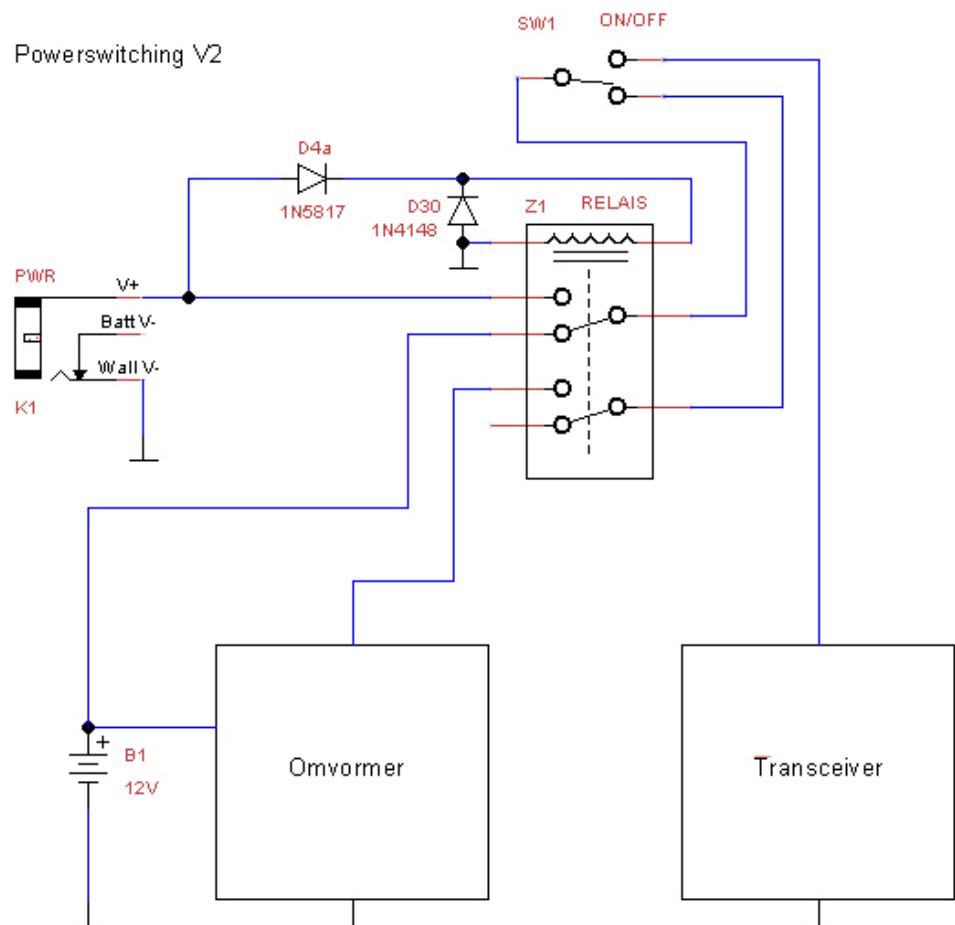
switch staat aan. Dan dient de transceiver uit de externe voeding gevoed te worden. 3. Er is géén externe voeding aangesloten en de powerswitch staat aan. Nu moet de accu de transceiver voeden. Uiteraard gebeurt er bij uitgeschakelde transceiver en niet-aangesloten externe voeding helemaal niets. Het heeft geen zin om met de accu de omvormer te voeden die vervolgens de accu weer oplaadt. Zou dat werken, dan hadden we een perpetuum mobile^[4] uitgevonden en genoten we nu van onze rijkdom op de Seychellen.

De uitwerking van deze wensen zie je op het schema rechtsonder op de pagina. Zoals links-onder te zien is, is de accu permanent met de omvormer verbonden. Dat mag, omdat daar een diode mee in serie staat, zoals hiervoor beschreven is. Er is een relais toegevoegd, en er wordt gebruik gemaakt van een enkelpolige omschakelaar om de diverse modes te realiseren. Kijken we eerst naar wat er gebeurt als de powerswitch uit staat en er geen voeding aangesloten is. Het relais is getekend in de rusttoestand (niet aangetrokken) en de powerswitch staat getekend in de OFF stand. De enige aanwezige energiebron is de accu, en als je de aansluiting vanaf de accu volgt, loop je dood op een niet-aangesloten relaiscontact. Het is eenvoudig te zien dat bij het omzetten van de powerswitch de accu met de transceiver verbonden wordt (de hiervoor beschreven mode 3).

Wordt een externe voeding aangesloten, dan zal door die externe voeding via diode D4a het relais opkomen. Het bovenste relaiscontact zorgt ervoor dat de powerschakelaar nu niet de accuspanning, maar de spanning van de externe voeding aangeboden krijgt. De diode is hier een ompool-

beveiliging: wordt de externe voeding verkeerd om aangesloten, dan trekt het relais niet aan en gebeurt er niets. Als het relais nu aangetrokken is, is er nu wél een weg voor de voedingsspanning via het onderste relaiscontact: namelijk richting de omvormer. De omvormer zal nu de accu bijladen (mode 1). Wordt nu de powerswitch op ON gezet, dan wordt de stroomkring richting de omvormer onderbroken en de transceiver wordt gevoed uit de externe voedingsspanning (mode 2). D4a komt uit de transceiver, waar D4 dan vervangen wordt door een draadbrug als voor de laderoptie gekozen wordt.

Hiermee is aan alle voedingswensen voldaan. De accu kan geladen worden uit een externe voeding terwijl deze in de transceiver blijft, de transceiver kan op een externe voeding werken maar ook op accu, en de omvormer wordt uitgeschakeld als de transceiver gebruikt wordt om storing op de ontvangst te voorkomen. Dus nu is het tijd om naar de opbouw van de transceiver te gaan kijken.



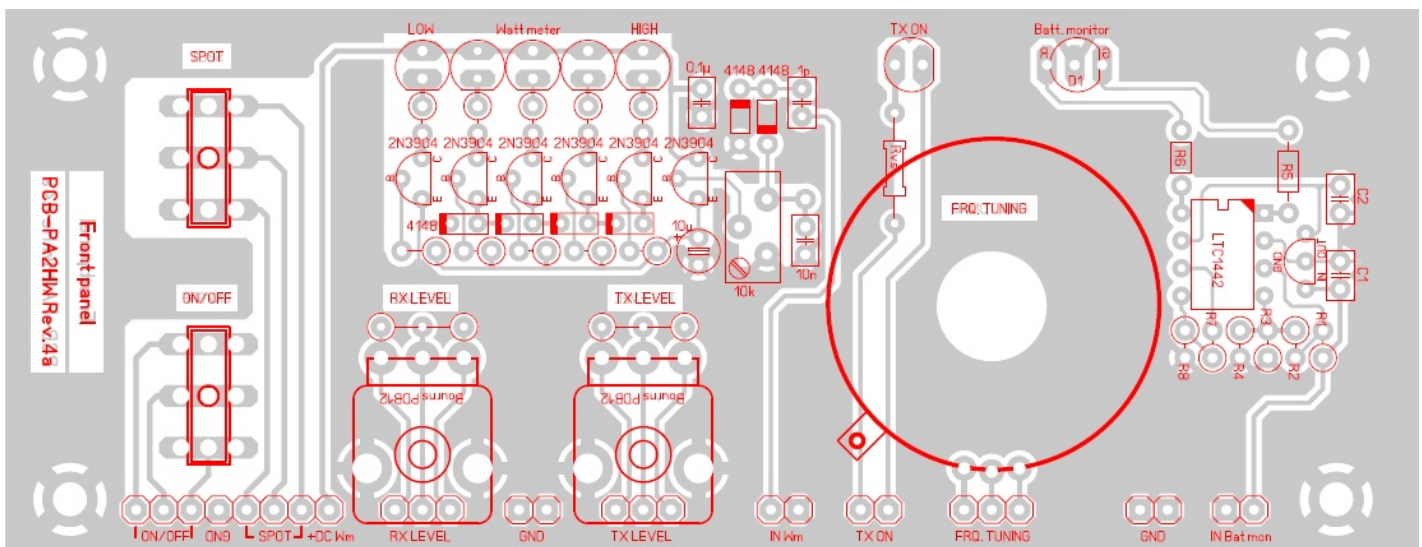
Overzicht van de voedingschakeling

De printen

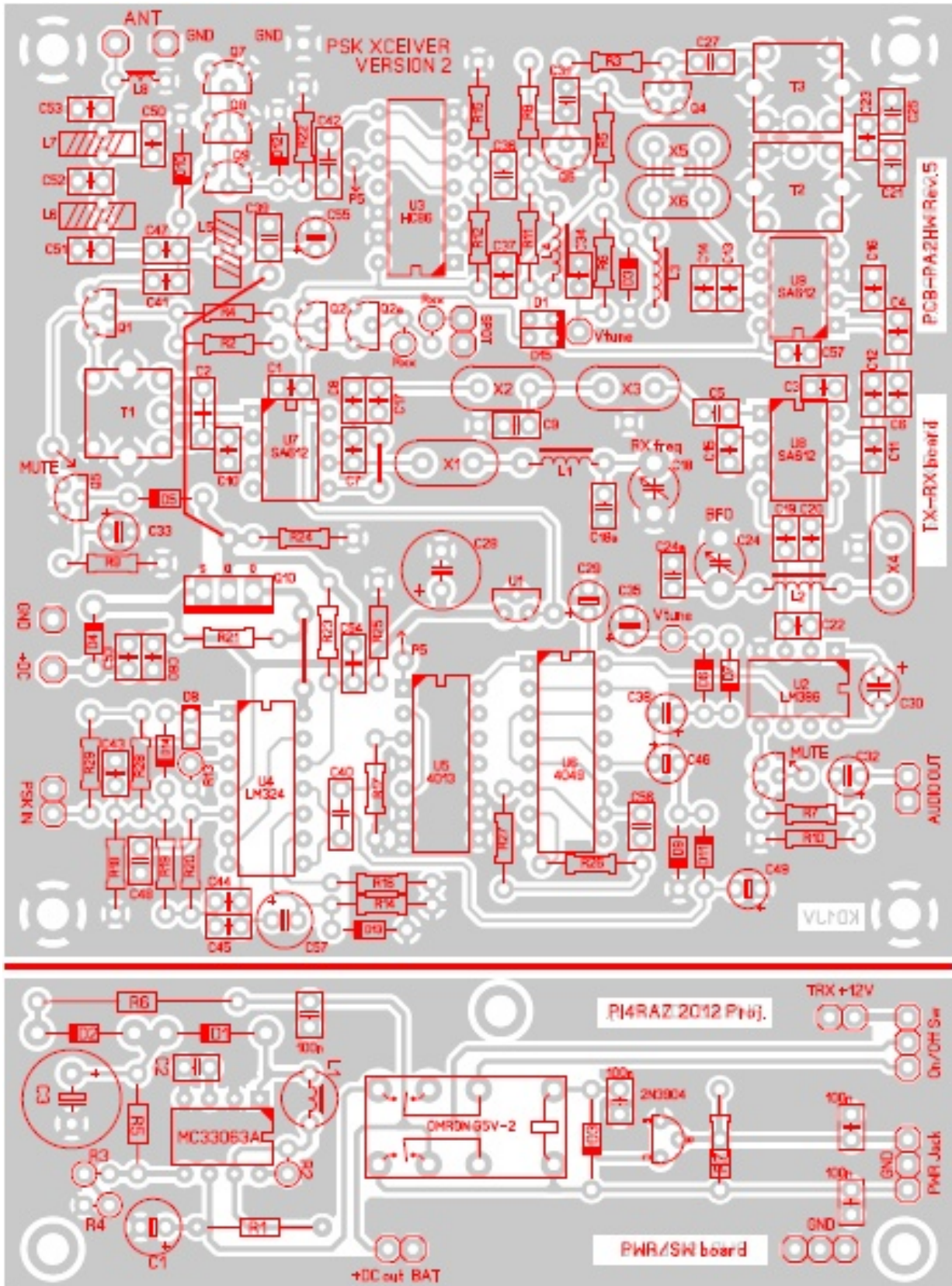
Meervoud, inderdaad. Voor de transceiver zijn drie printen ontworpen: een print voor de transceiver, een print voor de omvormer en het schakelen van de voedingsmodes, en een print voor achter de frontplaat die de schakelaars, potmeters, LEDs en de schakelingen voor de batterijmonitor en de Wattmeter bevat. De print wordt als één geheel geleverd, en de print voor de frontplaat moet daarvan afgezaagd worden. De print voor de omvormer en voedingsschakeling kan aan de transceiverprint vast blijven zitten; deze twee passen dan precies in het kastje. De transceiverprint wordt natuurlijk altijd van onderdelen voorzien. Of de andere printen bestückt worden, hangt af van welke opties je kiest. In de meest spartaanse versie zit er op de print achter de front alleen de ten-turn potmeter voor de afstemming, een groene Power LED, een rode TX LED en de twee schakelaars voor de power en de SPOT. De potmeters voor de instelling van het in- en uitgangsvolume ontbreken dan, evenals de LEDs voor de Wattmeter. Heb je gekozen voor de batterij-optie, dan wordt het printgedeelte rechts naast de afstempotmeter voorzien van onderdelen. De gewone standaard groene LED wordt vervangen door een tweekleuren versie, en daarmee is de toestand van de batterij af te lezen. De Wattmeter wordt opgebouwd boven de potmeters voor de volu-

merегeling, die - indien meebesteld - onder op de print komen. Alle potmeters worden geleverd met knop, dus daar hoeft je niet zelf voor te zorgen. Ook de schakelaars voor voeding en SPOT worden op de print geplaatst. Daarmee heb je een compact geheel met voldoende mechanische stevigheid. Voor zowel front als rear zijn boormallen elektronisch beschikbaar: meer informatie daarover vind je in de bouwhandleiding.

Op de volgende bladzijde zie je een van de laatste printversies van de complete transceiver plus acculader. Ten tijde van dit schrijven vinden nog steeds wijzigingen plaats, dus dit is zeker niet de allerlaatste versie, hoewel in grote lijnen de opzet natuurlijk identiek is. De print voor de transceiver en de lader kunnen aan elkaar vast blijven zitten. Het geheel is in een compact kastje te bouwen, inclusief de accu. Foto's daarvan vind je op de volgende bladzijden.



Een van de laatste revisies van het frontpanel board.



Impressie van de print. Let op: dit is nog niet de definitieve versie. Het onderste stukje print is de omvormer die de accu laadt, in combinatie met de power schakeling.

Testresultaten

Dan is het natuurlijk interessant om te weten of het ook allemaal werkt. Daarvoor moeten we wel wat aan verwachtingsmanagement doen: dit is weer ouderwets vissen met een bamboehengeltje en een bolletje brood, niet met een handgranaat. Dat wil zeggen: het is een QRP zendertje. Kies dus als tegenstation een vet spoor uit op de waterval, niet een dun bibberlijntje dat maar net boven de ruis uitkomt. Kans dat het tegenstation je dan hoort is dan nihil. Realiseer je ook dat je met een gesimuleerd PSK signaal werkt, niet met een "echt" USB signaal. Niet elke software snapt dat. PSKer op de iPad schreef het vlekkeloos mee. MixW ook. Maar FLDigi had er beduidend meer moeite mee. En ook DroidPSK op de Android telefoon vindt het maar een lastig signaal. Maar het werkt wél. Het kost alleen wat meer moeite. Daarnaast helpt het ook niet om midden in het winterseizoen te gaan testen op 20 meter, waar de condities dan minimaal zijn.

Desondanks: tijdens een van de eerste testen kwam SP3SLO voor me terug. Ik kreeg 599 (zit waarschijnlijk standaard in de macro, HI) en hij had naam en call goed, dus was het signaal kennelijk te lezen. Later nog QSO's gemaakt met S58X, I4KVM en HA1ZW, allemaal op de ingebouwde accu. Het transceivertje doet het perfect. Zowel met computer als met de smartphone. Voor ultieme draagbaarheid is het natuurlijk leuk om op de accu te werken. Er komt ongeveer twee Watt uit de transceiver. Stuur je 'm verder uit, dan is er het risico van terugwerking dan wel oversturing. Je ziet dan de Wattmeter in de hoek gaan (de rode LED gaat meeknipperen) en dat is een teken dat het mis gaat. Het verschil tussen 2 en 3 Watt is nog geen 1,8dB en dus nog niet eens een half S-punt. Gewoon op 2W houden gaat het best, en spaart de accu.

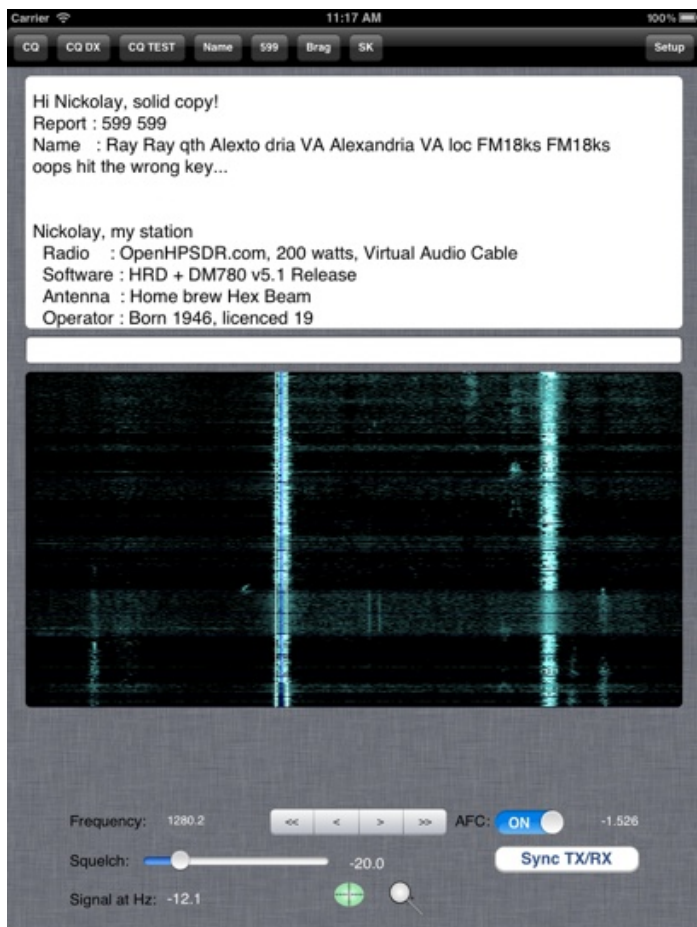
Voor het ultieme portable gevoel is daar natuurlijk de smartphone of tablet. Voor Android is er DroidPSK:



DroidPSK is een PSK-App voor Android

De App is niet gratis, maar kost €4,29. Ontvangst kan plaatsvinden via de ingebouwde microfoon van je smartphone: gewoon in de buurt van je ontvanger houden en hij schrijft de signalen zo mee. Er zit wel het effect in van de eerste modems die op je telefoonlijn aangesloten waren (natuurlijk parallel) en waarbij het natuurlijk gebeurde dat een huisgenoot de hoorn opnam om te gaan bellen. Twee uur downloaden naar de knoppen en opnieuw beginnen. Dat wil zeggen: als er veel rumoer is, gaat het meeschrijven niet foutloos meer. Andersom kan je de ingebouwde speaker van je telefoon gebruiken om die bij de microfoon van je gewone SSB-set te houden en zo PSK te moduleren, met dezelfde beperkingen als bij ontvangen: omgevingsgeluid. Daarom kan je je telefoon dan ook direct op deze transceiver aansluiten. De App is voorzien van macro's die gebruik kan maken van de gegevens die je invoert, zoals naam en call van het tegenstation. Dat is meteen een nadeel: met een computer is het een veeg van de muis en het staat er in, maar hier moet je het intikken. Tijdens een QSO mis je dan een stuk van het QSO, en bemoeit de auto-correct zich er ook nog een keer mee, dan ben je echt wel even bezig. Doe je dat niet, dan worden de macro's een stuk minder bruikbaar (teksten als "Hello dear <his:name>" staan een beetje dom). Gelukkig kan je de macro's zelf aanpassen. Ook het op het tegenstation plaatsen van de marker is een heel gepruts met een dikke vinger en een klein scherm. Is de software dan eindelijk gesynchroniseerd, dan heeft hij toch weer moeite om na een zendcyclus weer in te vangen. Zenden en ontvangen moet je zelf regelen: dat start niet automatisch bij b.v. het selecteren van een

macro. Kortom: je kunt met deze App QSO's maken, maar het is behelpen.



PSKer: de PSK app voor iPhone/iPad

Ook voor Apple is er een App: zelfs meerdere. Volgens onze Apple kenners is PSKer toch wel de beste. Deze App is voor \$2,99 verkrijgbaar in de iTunes store. Hier geen zend-ontvangknop: de App begint met zenden zodra je wat ingetikt hebt en werkt dus min of meer automatisch. Vanwege de afmetingen van een iPad is dat een stuk makkelijker te bedienen. PSKer schrijft ook moeiteloos mee en vangt tevens automatisch weer in na een zend-cyclus. Het programma kan daarnaast goed overweg met ons eigen gegeneerde imitatie-PSK signaal: de App schrijft het moeiteloos mee, in tegenstelling tot DroidPSK die daar toch wat meer moeite mee heeft.

Uiteraar kan je er ook een gewone laptop aan hangen. Het voordeel van deze transceiver is dat je geen moeilijke interface nodig hebt. Alleen audio in en uit. De transceiver gaat vanzelf op zenden zodra er een voldoende sterk PSK signaal aangeboden wordt.

Het bouwpakket

De Radio Amateurs Zoetermeer willen andere amateurs graag de gelegenheid geven om mee te doen aan de bouw van deze PSK transceiver. Daarvoor bieden we deze transceiver éénmalig als kit (bouwpakket) aan. Om iedereen de kans te geven om mee te doen, worden de kosten zo laag mogelijk gehouden en zijn veel mogelijkheden van de transceiver als optie uitgevoerd zodat je zelf kunt beslissen wat je wilt bouwen. De kit wordt compleet geleverd met printen, alle onderdelen die nodig zijn om de transceiver en gekozen opties te bouwen, potmeters, knoppen, schakelaars, connectoren en (onbewerkt) kastje. Boren van het kastje moet je zelf doen. Er zijn echter boormallen en front/rear ontwerpen beschikbaar die je kunt gebruiken om de gaatjes te boren en de transceiver van een fraaie front te voorzien zoals op de voorpagina te zien is. Verder wordt gezorgd voor een degelijke bouwhandleiding en is er ondersteuning van de technische mensen van de RAZ: hetzij live tijdens onze verenigingsavonden (we helpen met solderen en afregelen) hetzij via ons forum of de FaceBook pagina. Waar je zelf voor moet zorgen is een soldeerbout, montagedraad, een meetertje wikkeldraad (0,3-0,6mm, net wat je voorhanden hebt) en wat afgeschermd (microfoon) snoer.

De opbouw van de transceiver is als volgt:

Basis transceiver:	€70
4-rings audio jack:	€2,50
Wattmeter:	€5,50
Extra Potmeters:	€4
Batterij optie:	€10
Accu lader:	€6,50

Bouw je alles: €98,50

We zullen de diverse opties voor de duidelijkheid nog eens op een rijtje zetten. De basis transceiver kan je zonder meer gebruiken: heb je een externe Watt/SWR meter, gebruik je een

computer waarmee je vrij traploos het volume kunt regelen en is batterijvoeding verder voor jou niet van belang, dan heb je voor €70 een complete transceiver.

De **4-rings jack** heb je nodig als je een verloopkabeltje wil maken voor een smartphone of tablet (iPad). Die apparaten meten of de 4e ring is aangesloten, en als dat zo is, gebruiken ze die als externe microfoon en wordt de interne microfoon uitgeschakeld. Daar is bij de lokale onderdelenboer vaak moeilijk aan te komen en daarom leveren we heb als optie.

De **Wattmeter** bestaat uit 5 LEDs die aangestuurd worden door de zenderoutput. De nauwkeurigheid bij goede antenne-aanpassing is vrij goed en de Wattmeter geeft je een indicatie van wat je zender precies doet.

Extra Potmeters klinkt wat luxe, maar onze ervaring is dat het toch wel prettig is om gewoon op de transceiver de sturing te kunnen regelen. Bij de potmeters worden tevens de knoppen geleverd, dus ook daar hoeft je dan niet voor te zorgen. Maar regel je het signaal op je computer, dan kan je je €4 besparen.

De **Batterij Optie** heeft invloed op wat componenten van de standaard transceiver: de groene 5mm LED die bij de standaard transceiver zit, wordt vervangen door een twee-kleuren LED. Daarnaast wordt een schakeling geleverd met een window-comparator die de batterijconditie aangeeft, plus een houder voor 2x5 AA-cellen. Daarmee wordt uitgegaan van oplaadbare batterijen, zodat weer een nominale voedingsspanning van 12V verkregen wordt. Moeten de batterijen geladen worden, dan zal je dus het kastje open moeten maken en de batterijen eruit halen.

Tot slot de **Lader optie**. Dat levert je het gemak van een ingebouwde acculader, waarmee via een standaard externe 12V bron (voeding of eventueel auto accu) de ingebouwde accu geladen kan worden. Dat geschiedt met een omvormer en ook hiervoor krijg je alle onderdelen.

Overigens krijg je altijd de complete set printen. De componentenlijst is beschikbaar en daar staan alle onderdelen op met bestelnummers en leverancier. Daarmee kan je dan later altijd nog je transceiver uitbreiden als je dat wil.

De bestelprocedure is als volgt: via de website van de Radio Amateurs Zoetermeer^[5] geef je je op voor de bouw van de transceiver. Op de bestelpagina kan je de opties aangeven die je wil. Wij houden de inschrijving open tot en met kerstmis 2012. Daarna kan je je niet meer afmelden of de opties wijzigen. Uiterlijk in de week tussen kerst en nieuwjaar dien je dan het geld voor de transceiver over gemaakt te hebben. Vervolgens worden de bestellingen in gang gezet. De meest kritische component is de print; daar zit levertijd op. Geschatte levering is dan eind januari. In februari en maart bouwen we dan gezamenlijk op de club of begeleiden we bouwers van buiten de club. LET OP! Kan je je transceiver niet afhalen in Zoetermeer, vergeet dan niet om de Verzend optie aan te vinken! Anders kunnen we de pakketten niet versturen. En Ja, verzendkosten zijn €6,75 voor een pakket onder de 10kg binnen Nederland, maar daar kunnen we de kartonnen doos niet van betalen...

Tot slot. Heb je nog vragen, aarzel niet ze ons te stellen op info@pi4raz.nl. Op de enige verenigingsavond op 12 december kan je eventueel komen kijken of het wat voor je is, of om het apparaat nog eens uit te proberen. De tweede verenigingsavond zou op 26 december vallen en dan verwachten we geen grote opkomst. Bovendien start voor ons dan het logistieke proces van onderdelen bestellen en zijn mutaties niet meer mogelijk. Heb je nog nooit een eigen transceiver gebouwd, dan is dit je kans! Mislukken is bijna onmogelijk en straks in de zomer kan je in PSK QRV zijn vanaf je vakantie adres!

[1] <http://www.pa5pr.nl/Transceivers/transceivers.html>

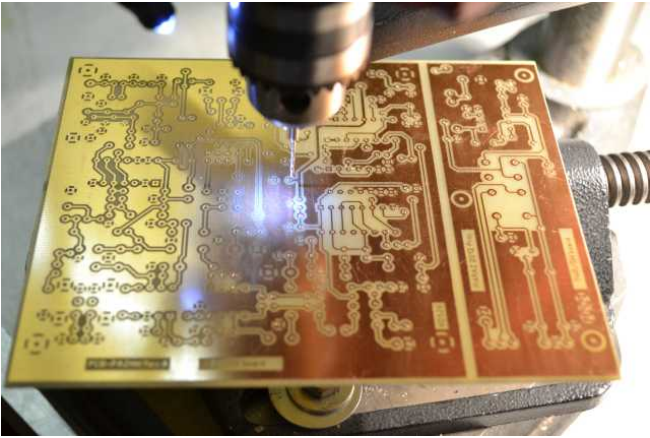
[2] <http://www.pi4raz.nl/razzies/razzies201203.pdf>

[3] <http://www.pi4raz.nl/razzies/razzies201211.pdf>

[4] http://nl.wikipedia.org/wiki/Perpetuum_mobile

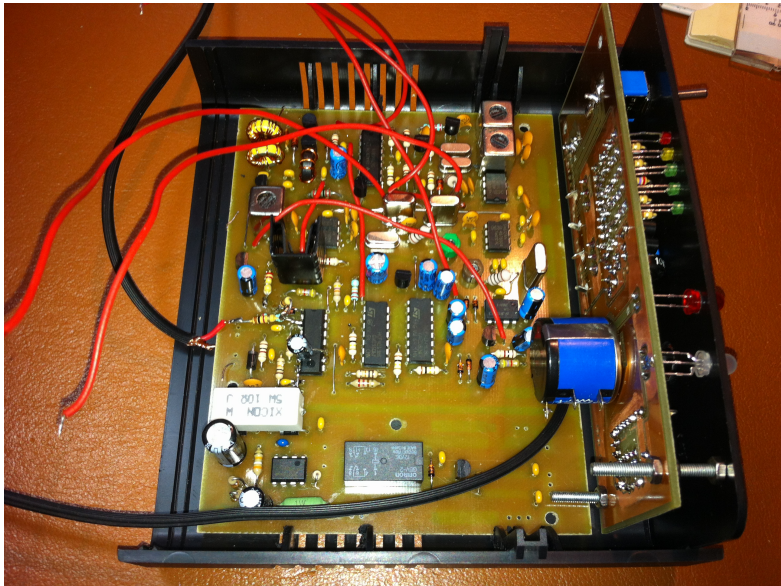
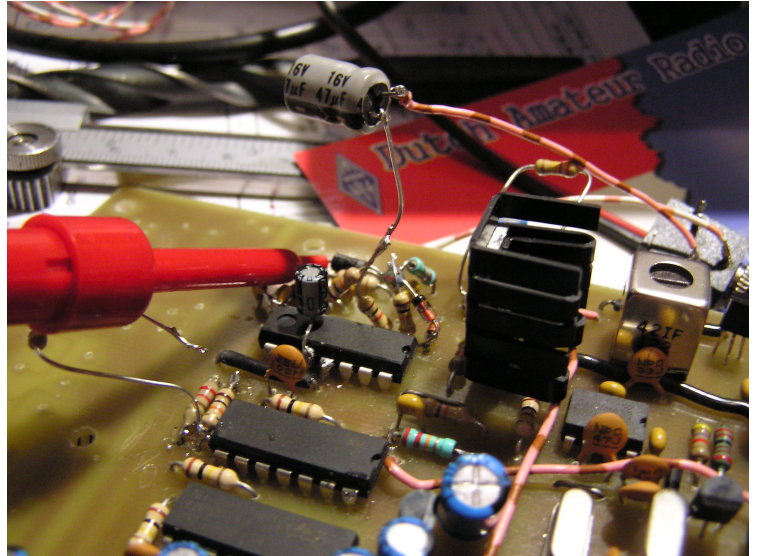
[5] <http://www.pi4raz.nl/psk/>

Impressie van de bouw van de transceiver:



De prototype-printen waren niet geboord. Dat moest dus nog wel even gebeuren. Meer dan 600 gaatjes moest Hugo PA2HW boren. Geen zorgen, de uiteindelijke printen zijn allemaal geboord...

Er moest nog wel het een en ander verbeterd worden aan het originele ontwerp. Hier zie je de modificaties aan de sample en hold detector en de houdtijd van de VOX.



Opbouw van de transceiver met de twee printen. De front-print wordt op 9mm van het voorpaneel gemonteerd met afstandsbusjes of -zoals hier - met moertjes op afstand gezet. De connectoren op de achterzijde zijn nog niet gemonteerd.

Een van de prototypes. Uiteraard met alle opties er in, omdat ook alles getest moet kunnen worden. De schakelaars zijn hier door het front heen gemonteerd. De Wattmeter en de twee-kleuren LED voor de batterij monitor zijn duidelijk te zien. De rode LED gaat branden zodra de zender inschakelt.

