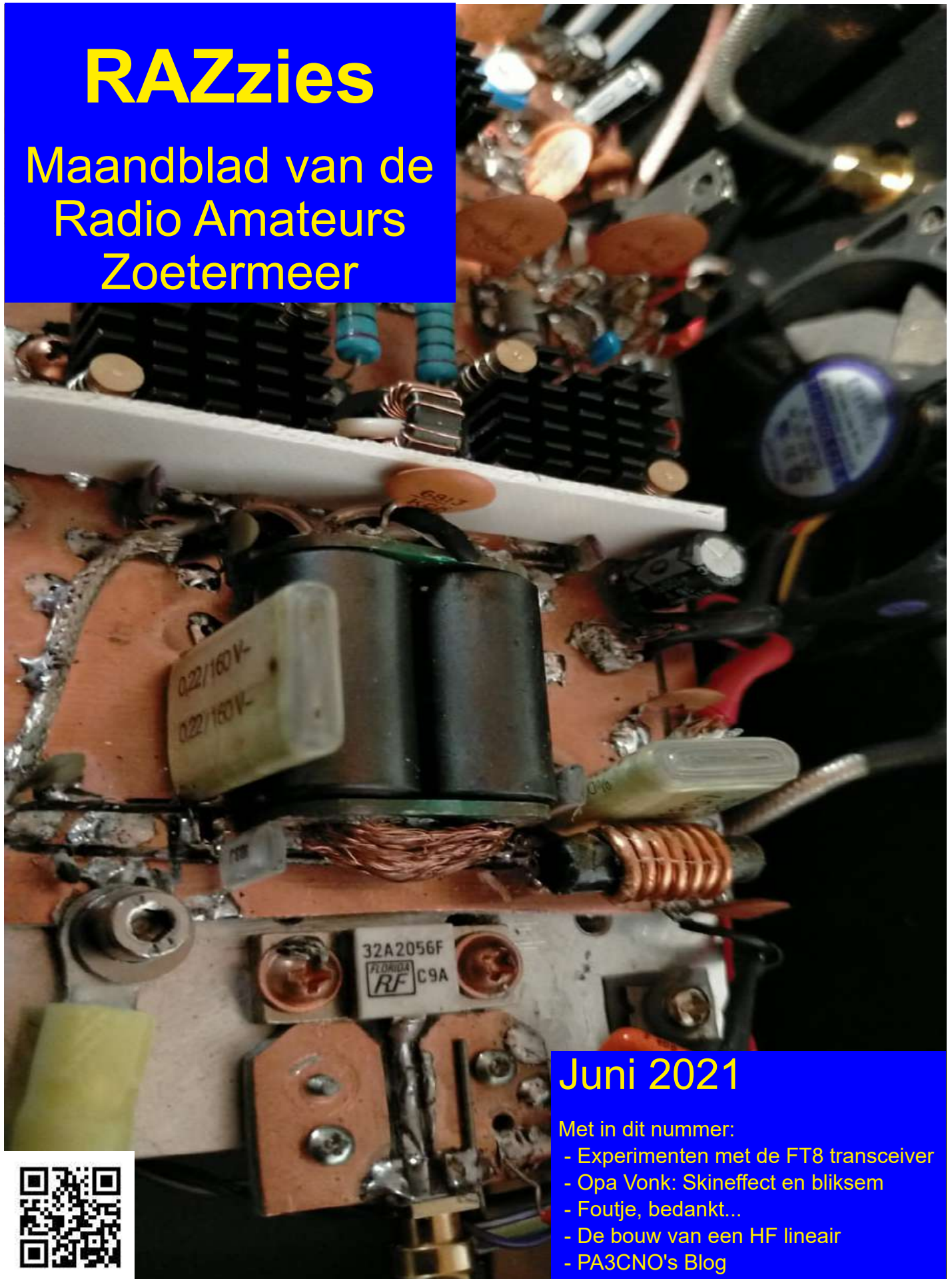


# RAZZIES

Maandblad van de  
Radio Amateurs  
Zoetermeer



Juni 2021

Met in dit nummer:

- Experimenten met de FT8 transceiver
- Opa Vonk: Skineffect en bliksem
- Foutje, bedankt...
- De bouw van een HF lineair
- PA3CNO's Blog



## 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](mailto:pa3cno@pi4raz.nl)

### Eindredactie:

Robert de Kok  
PA2RDK  
[pa2rdk@pi4raz.nl](mailto:pa2rdk@pi4raz.nl)

### Informatie:

[info@pi4raz.nl](mailto:info@pi4raz.nl)

Kopij en op- of  
aanmerkingen kunnen  
verstuurd worden naar  
[razzies@pi4raz.nl](mailto:razzies@pi4raz.nl)

### Nieuwsbrief:

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

## Van de redactie

Ten tijde van dit schrijven zijn er weer extra versoepelingen aangekondigd en zitten de besmettingscijfers in een glijvlucht. Uw scribent heeft de eerste vaccinatie binnen en de tweede staat voor half juni op de planning. Het vaccinatiepaspoort wat er niet zou komen komt er natuurlijk toch dus als je straks kunt bewijzen dat je gevaccineerd bent of de afgelopen 72 uur nog een uitstrijkje van je hersenvlies hebt laten maken, mag je weer meedoen aan een enigszins normale maatschappij. En ik heb ook wel weer zin om eens gewoon uit eten te kunnen, in plaats van op een stoep-rand uit een kartonnen bak de lunch te nuttigen tijdens een dagje uit. Ja, ik weet het, first world problems,

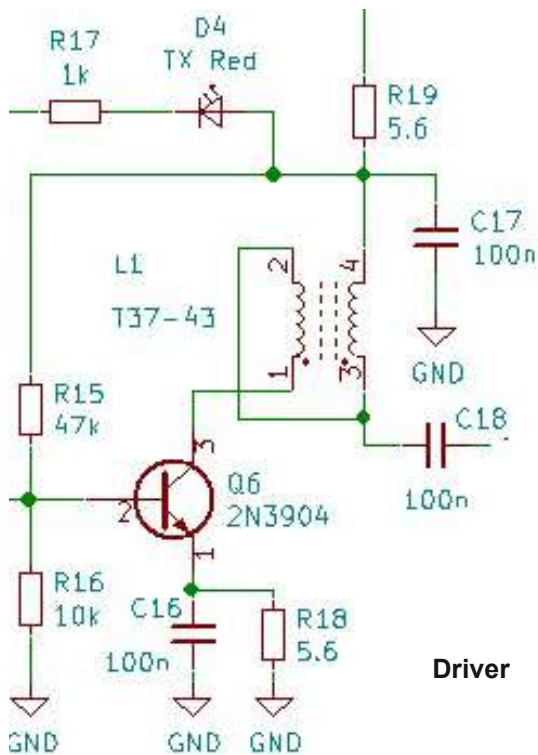
maar toch. De gezelligheid was ver te zoeken. Dat geldt natuurlijk ook voor onze club bijeenkomsten. De laatste was op 11 maart 2020 en dat is ruim een jaar geleden. Het zou fijn zijn elkaar weer eens in de ogen te kunnen kijken onder het genot van een biertje, en de meegebrachte spullen te kunnen voelen in plaats van de foto's te bekijken in de app-groep. Helaas is die vrijheid nog niet opgenomen in de versoepelingen, en dat zie ik voor de zomer ook nog niet gebeuren. Juli en augustus zijn er traditioneel sowieso nooit bijeenkomsten, maar hopelijk kunnen we in september de deuren toch wel weer open gooien en als vanouds met een nieuw seizoen beginnen. Kijken of de antenne er nog staat. Hopelijk tot september.

## Experimenten met de FT8 transceiver

Vorige maand beschreef ik een QRP FT8 transceiver, waarmee je door het verwisselen van insteekprintjes op 7 banden QRV kunt zijn. Dat is me inmiddels ook gelukt: ik heb printjes voor de banden 80m-17m gemaakt en op alle banden tenminste één verbinding gemaakt. Op 17m kwam er nauwelijks 100mW uit, maar desondanks was een verbinding met Portugal geen probleem. De meeste moeite had ik nog op 30m, maar het lijkt of het bandfilter voor die band niet goed is. Ik ga daar binnenkort mijn Sweeperino eens op loslaten (misschien nog wel tijdens het schrijven van dit artikel, want de experimenten gaan gewoon door).

Ondanks dat verbindingen maken op alle banden gelukt is, was ik niet tevreden over het instorten van het vermogen met het toenemen van de frequentie. Dat effect is er altijd wel, maar op 20m al meer dan de helft van het vermogen weg was me een beetje te dol. Dat moet beter kunnen.

Ik bouwde de drivertrap na op een breadboard en stuurde die aan met een functiegenerator. De drivertrap werd afgesloten met een weerstand van 1k: dat is de weerstand waardoor de BS170s hun bias spanning krijgen en als de Gates van de BS170s heel zijn, is die weerstand de enige belasting die de driver ziet. Zie dat stukje van het schema.

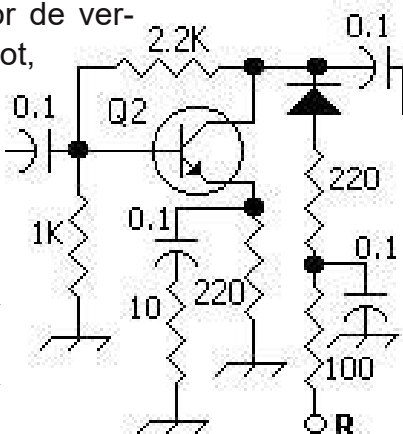


Driver

Ik gebruikte voor de sturing een signaal van -30dBm en dat is ongeveer 20mVtt. Het resultaat bij verschillende frequenties zie je in nevenstaande tabel. Een duidelijke frequentieafhankelijkheid, zoals te zien is.

1.8MHz	3.8Vtt
3.5MHz	5.0Vtt
5.35MHz	3Vtt
7.0MHz	2.8Vtt
10.1MHz	1Vtt
14MHz	0.6Vtt
18MHz	0.4Vtt

Wat ik wilde proberen, is de drivertransistor te vervangen door een printje met een versterker met een meer rechte frequentie-karakteristiek. Daarvoor ging ik te leen bij een oud maar bekend ontwerp: de BitX20. Die zat vol met bidirectionele versterkers met forse terugkoppeling waardoor de versterking niet groot, maar wel recht is over een breed frequentiegebied. Hier rechts zie je het deel van de versterker dat ik gebruikte. Nou ja, bijna. In de BitX wordt de verster-



ker gevoed met 12V, maar de driver van de FT8 transceiver wordt gevoed met een 9V spanningsregelaar. Daarom liet ik de 100Ω weerstand weg. Ik bouwde de versterker op een breadbord en deed wat tests: de versterking was ongeveer een factor 10 en dat is niet genoeg om de eindtrap aan te sturen. Met 20mVtt in heb je dan immers 200mV en de huidige driver stuurt uit tot een Volt of 4. De metingen aan deze versterker lieten zien dat de frequentiekarakteristiek recht was tot 14MHz. Bij 18MHz zakte het signaal iets in, maar ik wijt dat aan mijn historische tektronix scoop die maar tot 20MHz gaat... Het eenvoudigste om meer signaal te krijgen is dan natuurlijk om twee van deze trappen achter elkaar te zetten. Dan kom je nog steeds maar aan 2Vtt, maar ik verwachtte dat ik dat zou kunnen compenseren door de LF sturing wat op te voeren. Zo gezegd zo gedaan: ik bouwde een tweede versterker en zette die achter de eerste. Inderdaad had ik nu 2Vtt, dus voerde ik de sturing een beetje op om te zien hoe ver ik kon gaan. Nou, 2Vtt. Daarna begon het signaal te vervormen. Dit ontwerp is dus niet bedoeld voor een groot uitgangssignaal. Dus moest ik op zoek naar wat anders.

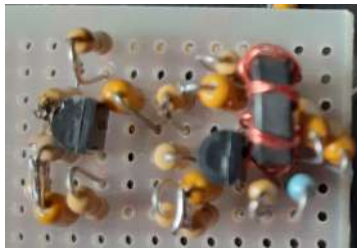
Het uitgangspunt was dus dat ik ongeveer 4Vtt moest hebben om de eindtrap aan te sturen. Hoeveel Watt zou dat zijn in 50Ω? Die 4Vtt is dus 2Vtop en dat is  $\sqrt{2}$ . Volgens de formule voor het vermogen volgt dan:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{\sqrt{2}^2}{50} = 0,04W$$

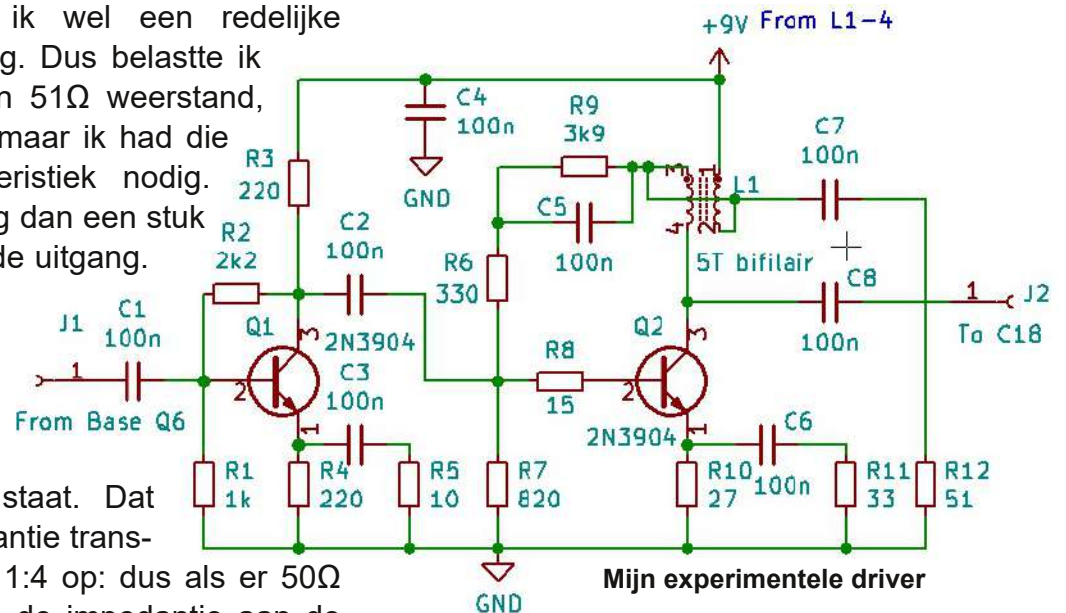
Voor een beetje reserve ging ik op zoek naar een drivertrap die zo'n 100mW zou kunnen leveren. Ik vond een ontwerpje en bouwde dat eveneens op het breadbord. Inderdaad kon dit trapje wel 100mW leveren, maar wel bij 12V - en dat had ik niet. Voor het complete schema, zie de volgende bladzijde. Aangezien de driver niet afgesloten hoefde te worden met 50Ω, zette ik 1kΩ over de uitgang. Dat is immers de belasting van de eindtrap. Maar dat maakte de frequentiekarakteristiek erg grillig. Er zaten pieken en dalen in en van de rechte karakteristiek die de driver met 50Ω belasting had, was niets meer

over. Maar dan had ik wel een redelijke spanning aan de uitgang. Dus belastte ik de driver maar met een  $51\Omega$  weerstand, Zonde van de energie, maar ik had die rechte frequentie karakteristiek nodig. Alleen zakte de spanning dan een stuk in. Maar kijk eens naar de uitgang. Daar zit een trafo die zodanig is geschakeld dat aan de uitgang de helft van de spanning staat die aan de collector van de transistor staat. Dat levert tevens een impedantie transformatie van een factor 1:4 op: dus als er  $50\Omega$  aan de uitgang staat, is de impedantie aan de collector  $200\Omega$ . Dat is nog altijd 5x minder dan de  $1k\Omega$  waarmee de driver belast gaat worden. Dus takte ik de spanning voor de eindtrap af van de collector. Met een belasting van  $1k\Omega$  aan de collector haalde ik een maximale uitsturing van  $4V_{tt}$  en dat zou toch voldoende moeten zijn.

Tijd om een en ander definitief te maken. Ik minimaliseerde de hierboven getekende schakeling op een stukje experimenteerboard zodat ik het op de plek van de huidige driver transistor kan zetten (Q6). De driver transistor (Q6 dus) werd verwijderd, evenals de uitgangstransformator (die weer bruikbaar is in deze schakeling).



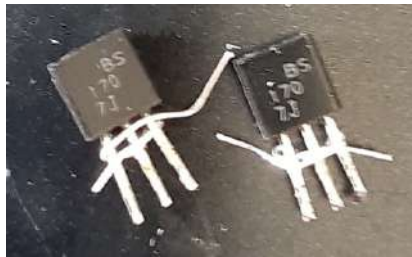
Van de Q6 basisaansluiting op de print werd een condensator van  $100n$  naar de ingang van deze schakeling gesoldeerd, en de collector van Q2 uit bovenstaand schema werd met een stukje draad op de main print gesoldeerd waar eerst de middenaftakking van de driver transformator zat. Massa spreekt voor zich, en de voeding werd ook weer van de main print gehaald waar de drivertrafo met de voeding verbonden was. Op deze manier schakelt de voeding mee met het detecteren van signaal, net als in de originele situatie. En toen was het tijd om te testen. Spanning erop, de computer even vervangen door mijn dubbeltoongenerator (die



ook enkele tonen kan opwekken HI), signaal opdraaien en... Niets. Regel nummer 1 bij het klussen aan FETs: sluit die dingen kort als je er aan werkt. Ik had kennelijk bij het lossolderen van de drivertrafo een spanningspiek veroorzaakt op de gates van de FETs. Het opdraaien van de BIAS potmeter had dan ook geen invloed meer op het stroomverbruik. Niet leuk, want de gaatjes op de print waar de FETs in zitten zitten heel dicht bij elkaar en het solderen zonder sluiting te maken was al een hele klus. Ik besloot dan ook om de FETs net onder het huis af te knippen en de nieuwe FETs op de afgeknipte draden te solderen. Zo gezegd zo gedaan. En er was weer vermogen. Maar niet genoeg. Ondanks dat ik bijna  $4V_{tt}$  meette op de gates van de FETs, kwam er maar net  $1W$  uit op  $80m$ . Dat liep terug tot onder  $0,5W$  op  $20m$ . Ik was er op de hoge banden dus niets mee opgeschoten, en op de lage banden was ik juist wat vermogen kwijtgeraakt.

Ik had nog een Plan B. De weerstand waarmee de FETs hun BIAS krijgen (R20 in het originele schema) is  $1k$ . Dat is dan ook de belasting die de driver ziet. Als ik die weerstand nou vergroot tot  $10k$ , maakt dat voor de FETs niets uit. De ingangsimpedantie van de gates is immers vele malen hoger. Maar de belasting voor de driver neemt dan wél met een factor 10 af en daardoor stijgt de spanning. Moet kunnen. Ik soldeerde weerstand R20 eruit en verving die door een

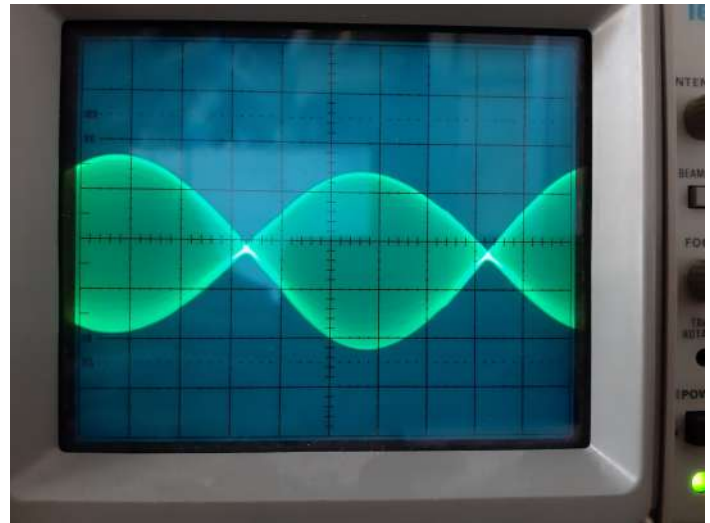
10k exemplaar. Spanning erop en... er ging 1A lopen (de stroombegrenzing die ik had ingesteld met de voeding die ik nog steeds van Chris PA0OKC te leen heb, gelukkig). Metingen aan de FETs toonden aan dat wederom twee van de drie FETs overleden waren en een Source-Drain weerstand van 12,5 Ohm hadden. Weet je nog mijn regel nummer 1 van zojuist? En dat dan zelf niet opvolgen... Goed, weer twee nieuwe FETs, eerst even een wire-wrap draadje om de aansluitingen gedraaid en daarna de FETs gesoldeerd. Wel het draadje eraf halen na het solderen, anders heb je weer 1A bij inschakelen...



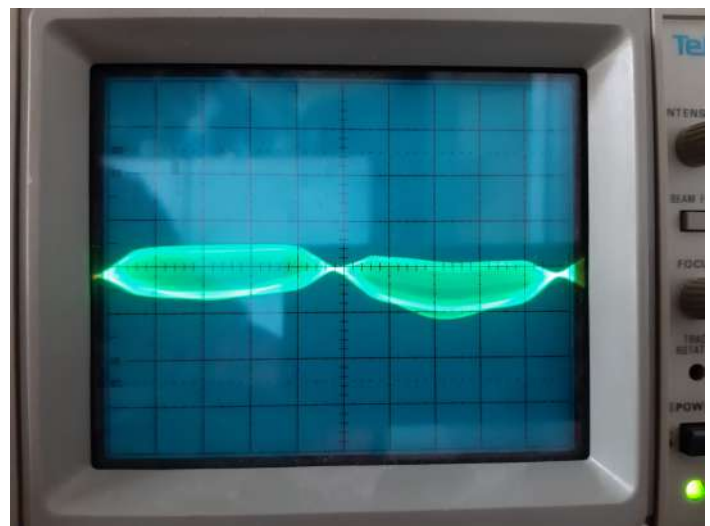
Wel het draadje eraf halen na het solderen, anders heb je weer 1A bij inschakelen...

Het had niet het gewenste effect. Het scheelde wel iets in vermogen, maar niet veel. Per saldo vond ik dat ik er niets mee opgeschoten was, en daarom bouwde ik de driver weer terug naar de originele configuratie, met uitzondering van weerstand R20: die liet ik lekker 10k. Na het terugbouwen controleerde ik of alles weer werkte en maakte een paar verbindingen op 80m en 40m. Ik probeerde overdag ook nog even 20m, maar die band was zo goed als dood op dat moment. Een paar stations dik onder de 0dB en dan hoef ik het met 200mW niet te proberen. Ook een CQ gaf geen resultaat. Op 40m werkte ik zonder problemen Polen en Spanje. Maar ik had nog meer pijlen op mijn boog...

Tijdens het meten aan de drivertrap was me opgevallen dat het ingangssignaal van de driver instortte zodra de transceiver overschakelde naar zenden. Zie de foto's rechtsboven: op de bovenste foto zie je het signaal net voordat de zender inschakelt. De driver heeft nog geen voedingsspanning dus is de basis niet in geleiding en dientengevolge de ingangsimpedantie hoog. Zodra de driver spanning krijgt, belast de driver de NE602 en aangezien die een relatief hoge uitgangsimpedantie heeft van ca. 1500Ω, stort de uitgangsspanning in elkaar.

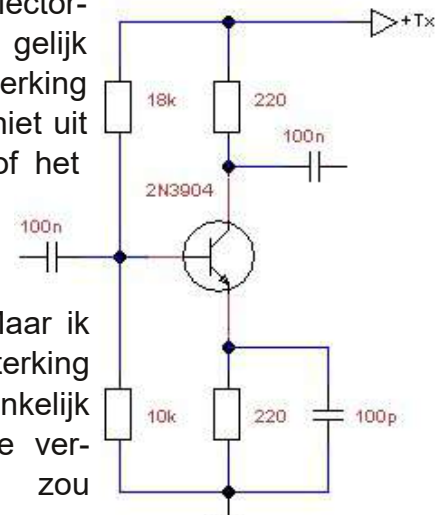


Ingangssignaal net voor de zender inschakelt



Ingangssignaal nadat de zender inschakelt

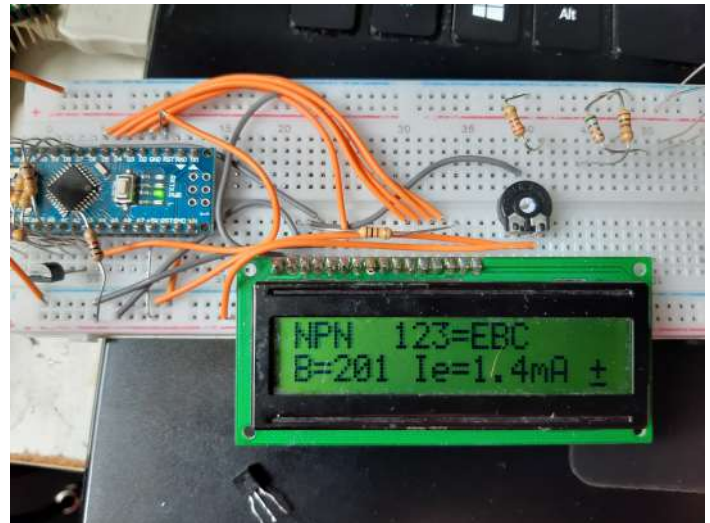
Misschien valt daar nog wat winst te behalen. Dat wilde ik proberen door een buffertrap tussen de NE602 en de driver te zetten. In eerste instantie zat de 100p condensator over de emitterweerstand er nog niet in. Aangezien de emitter- en collectorweerstand gelijk zijn, is de versterking 1. Het zou dus niet uit mogen maken of het signaal van de emitter of de collector afgenomen wordt. Maar ik wilde de versterking frequentie afhankelijk maken zodat de versterking toe zou



nemen met toenemende frequentie. Dat bleek niet zo'n goed idee. Weleens een Clapp oscillator gezien? Met een paar parasitaire capaciteiten is dit er een, en de schakeling oscilleerde dan ook naar hartelust. Ik kreeg het niet tam. Uiteindelijk haalde ik de schakeling er weer tussenuit en maakte de driver weer origineel. Alleen kwam er nu nog maar een paar honderd mW uit op 80m. Zou de eindtrap nou wéér kapot zijn? Dat testte ik door de testjumper weer te plaatsen en aan de bias potmeter te draaien. De stroom varieerde zoals verwacht wat betekent dat de FETs nog heel zijn. Het eerste wat niet meer werkt als een FET kapot is, is de bias instelling. Bij de eerder opgeblazen FETs meette ik een paar honderd Ohm tussen gate en source, waar dat vrijwel oneindig zou moeten zijn. Zou dan de driver transistor kapot zijn? Uit eerdere metingen wist ik hoeveel spanning de driver aan de gate zou moeten leveren. De scoop leerde dat daar niet veel meer van over was. Nou was een geluk dat ik op mijn breadboardje het prototype van mijn componententester nog had draaien (het volgende project). Ik soldeerde de driver transistor uit de print en plaatste die op het breadboard.



De tester ziet dus dat het een NPN transistor is, dat de testpennen 1, 2 en 3 verbonden zijn met respectievelijk de emitter, de basis en de collector, dat de versterking van de transistor 16,9 is en dat daarbij 5,7mA in de emitter loopt. Maar een versterking van 16,9 is echt véél te weinig voor een 2N3904. Dus even een nieuwe uit de voorraad gehaald en die ook gemeten:



De nieuwe transistor heeft een versterking van 201 bij een emitterstroom van 1,4mA en dat scheelt nogal wat. Kennelijk heeft de oscillerende buffer de basis-emitter overgang beschadigd, maar niet vernietigd. Transistoren bestaan nogal eens uit een parallelschakeling van meerdere overgangen, en als je daar maar een deel van kapot maakt, blijft de transistor wel functioneren maar met sterk verminderde prestaties. Van vermogenstransistoren kende ik dat effect wel, maar bij klein-signaaltransistoren had ik het nog niet eerder meegemaakt. De componententester gaf gelukkig uitsluitsel en na vervanging werkte de transceiver weer als vanouds.

Dit was dus geen succes. De volgende poging tot verbetering was het kortsluiten van de collectorweerstand en het aftakken van het signaal van de emitter. Dan hebben we dus een echte emittervolger, die op zijn minst voor wat impedantie aanpassing zou moeten zorgen. Als daardoor het signaal van de NE602 niet in zou storten, had ik ook genoeg signaal en kon ik voor de lagere frequenties altijd nog wat damping aanbrengen. Maar ook dit gaf aanleiding tot allerlei woeste oscillaties en werd het er niet beter van.

Dan maar plan C: mijn allerlaatste poging om de sturing op hogere frequenties beter te krijgen. Als de NE602 zo'n last heeft van de impedantie mismatch, waarom daar dan niet een aanpassingstransformatortje achter geplaatst. Die is passief en kan tenminste niet oscilleren.

Zo gezegd zo gedaan. 5 windingen bifilair op een FT37-43 kerntje zou het moeten doen. De topaansluiting werd verbonden met de uitgang van de NE602 en de middenaftakking met de basis van de drivertransistor. Maar het leverde wederom geen verbetering op. Ergens neigt het ding naar oscilleren; vooral bij een zwakke aansturing. Je moet flink doorduwen qua laag-frequent om een beetje fraai signaal te krijgen. Dus alles weer origineel gemaakt en nog een keer alle banden erin gestopt om het vermogen nog eens te controleren. Ironisch genoeg komt er nu wél 1W uit op 20m, waar dat eerst niet het geval was. Waarschijnlijk heeft het vervangen van zowel eindtrap als stuurtrap toch nog wat opgeleverd. Ik ben heel benieuwd wat de ervaringen van de andere bouwers zijn, want op 1 set printen na zijn alle sets verkocht. Als ik er nog iets aan ga doen, wordt het een compleet redesign. Maar aan dit ontwerp lijkt niet veel te verbeteren. Is er misschien toch beter over nagedacht dan ik dacht...

Inmiddels ben ik een kleine 200 fuck-and-forget QSOs verder, gemaakt over de zes banden 80m, 60m, 40m, 30m, 20m en 17m. Zowel het reageren op aanroepende stations als het zelf CQ roepen levert succesvolle verbindingen op. Soms gaat het mis door snel wisselende condities: tijdens de aanroep is het tegenstation +12, bij de volgende doorgang -01 en als het op de 73 aankomt verzuip ik in de ruis.

Wat wel handig is met een computer, is dat je die remote kunt overnemen. Ik gebruik daarvoor VNC en dat is voor bijna alle platformen te verkrijgen (gratis, erg belangrijk natuurlijk). Ik heb het op mijn iPad gezet, en als ik nu 's-

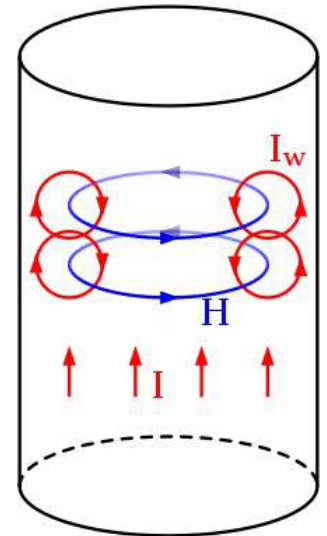
avonds de XYL gezelschap zit te houden vanwege haar gebroken been, zit ik intussen verbindingen te maken. En omdat het er ook voor Android is, heb ik het ook op mijn telefoon gezet. Zo kon ik al wachtend op het vervangen van het gips van het been van de XYL nog even gauw 3 FT4 verbindingen maken vanuit de wachtkamer van het ziekenhuis. Dat zal zo vast wel niet mogen van een of andere overheids-neeknikker, maar het werkt wél.

Inmiddels heb ik het allemaal wel gezien. Het werkt, er valt nog wel wat te verbeteren maar niet eenvoudig, de homo digitalis zal hier ongetwijfeld enthousiast over zijn maar ik mis het menselijk contact. Ik kan niet vertellen dat ik slechts QRP werk, met welk vermogen, met wat voor antenne: alleen maar die dB's. Dus experiment gelukt en deze kan op de stapel "Geslaagde projecten", maar ik ga weer terug naar de seinsleutel. Waar ik wel nog een keer naar wil kijken, is of ik de Arduino kan leren communiceren met WSJTX. Hoewel ik de kracht van dit eenvoudige setje juist vind dat je geen koppelingen met je computer nodig hebt anders dan het audio, is het me al een keer overkomen dat ik na het wisselen van het bandfilterbordje vergat om de frequentie in WSJTX aan te passen en dan zit je in de verkeerde band te loggen. Als ik nou een seriële verbinding met de Arduino kan maken, kan WSJTX de frequentie van de set uitlezen. Die processor staat toch niets te doen nadat hij gelezen heeft wat voor bandfilter bord erin zit en de Si5351 heeft geprogrammeerd. Dan kan hij de frequentie ook nog wel even doorgeven aan de computer. Iets voor later. Voorlopig heb ik nog twee andere projecten die ik eerst af wil maken.



Pim klopte op de deur van zijn Opa's piephok en wachtte op permissie om binnen te treden. Het ongevraagd betreden van Opa's domein kon leiden tot onverwachte effecten waaraan zijn Opa de bijnaam "Opa Vonk" had te danken, zo had de praktijk hem geleerd. Het kloppen op de deur trouwens ook, bedacht hij, gezien de knal die optrad kort na de klopp op de deur, enige tijd later gevolgd door het afgaan van de rookmelder in Opa's hok. "Kom maar binnen", brulde Opa. Pim opende de deur en de stank van verbrande onderdelen kwam hem tegemoet. "Wanneer leer jij nou eens om normaal te kloppen in plaats van de deur in te slaan!" riep Opa met een verhit gezicht. "Ik kan het ook niet helpen dat u zo snel schrikt", verweerde Pim zich. "Wat is er eigenlijk gebeurd?" vroeg hij. Opa bromde wat en zei toen: "Ik was aan het meten aan een nieuw ontwerp van een voeding. Toen jij de deur insloeg, schoot ik uit met een meetpen. Die maakte sluiting, daardoor deed het regel-IC zijn dak open en dat triggerde de overspannings-thyristor. Maar de transformator kan 30A leveren en daardoor ging de bedrading in de fik". "Ging de zekering er dan niet uit?" vroeg Pim. Opa schoof wat ongemakkelijk op zijn stoel en zei toen: "Die had ik er al een paar keer uitgeblazen en ze waren op. Dus zit er nu een M5 boutje in. Maar wat bracht jou hier?", probeerde Opa de aandacht van het preciaire onderwerp Veiligheid af te leiden. Pim trapte erin en zei: "Ik zat net op 80m te luisteren naar een paar amateurs en die hadden het over Skin-effect. Wat is dat?" vroeg hij. "Eczeem", antwoordde Opa. Pim keek Opa verbijsterd aan. Opa kon zijn lachen niet meer inhouden en zei: "Het Skin-effect is het effect waarbij elektriciteit niet door de hele geleider loopt, maar voornamelijk aan de oppervlakte. Dit komt doordat een wisselstroom ook een wisselflux heeft (wisselend magnetisch veld). Aangezien deze zijn oorzaak tegenwerkt (Wet van Lenz), is ze in het midden van de geleider

tegenwerkend en werkt ze aan de rand mee. Hierdoor zullen de elektronen meer geneigd zijn zich voort te bewegen langs de buitenkant, dan langs de binnenkant. De sterkte van het effect neemt toe met de frequentie van de wisselstroom die door de geleider gaat. Het skineffect speelt daarom vooral een rol bij hoogfrequent (HF) wisselstromen, te zien aan de volgende cijfers. Bij een frequentie van 50 Hz is de (effectieve) indringdiepte in koper ongeveer 1 cm, bij 10 kHz is dit circa 0,66 mm en bij 10 MHz nog maar 20  $\mu\text{m}$ , wat inhoudt dat bij deze laatste frequentie de stroom eigenlijk slechts aan het oppervlak loopt. Bedenk daarbij dat de koperdikte van een printplaat 35  $\mu\text{m}$  is! Het gevolg van het skineffect is dat de weerstand van een geleider sterk toeneemt bij hogere frequenties. Daarom is het beter om in HF-techniek met holle geleiders te werken.



In de praktijk geldt dit skineffect ook voor de bliksem, die beschouwd kan worden als hoogfrequent, maar daar kom ik straks nog even op terug.

Van deze eigenschap wordt ook gebruik gemaakt door voor sommige toepassingen de antenne uit hol buismateriaal te maken, wat scheelt in kosten en gewicht. Dit was dan ook het geval bij de traditionele tv-antennes die men vroeger vaak op daken van huizen aantrof: de zgn. 'hark'-antennes of beter yagi-antennes.

Behalve holle buis, wordt ook gebruik gemaakt van litzedraad dat uit veel dunne draadjes bestaat. Naast het voordeel van de buigzaamheid bij netsnoeren is er dan het voordeel van een grotere effectieve doorsnede van het koper bij hoogfrequente stromen. In dit laatste geval moeten wel alle dunne deeldraadjes onderling geïsoleerd zijn.



Dat een HF stroom voornamelijk aan de buitenkant loopt, betekent natuurlijk niet dat er geen stroom aan de binnenkant loopt: alleen veel minder. Want anders zou je met een dunne holle buis een bliksemafleider kunnen maken. De dikte van de geleider helpt ook om de warmte af te leiden. Een gemiddelde bliksem genereert een piekstroom van 30kA, maar dit kan oplopen tot 400kA. En dan heb je met 0.01Ω weerstand toch al 4kW aan warmte.

Doordat een blikseminslag een pulserende ontlading heeft, kan je de bliksem dus als wisselstroom beschouwen en heeft deze dus last van het skineffect. De bliksem heeft dan ook de neiging om rechtuit te gaan: bij een woning waar de bliksemafleider om de vensterbank was gebogen, was de bliksem dwars door de vensterbank geslagen en had een gaatje achtergelaten. Wat je dan dus ook niet moet doen is dit:



De bliksem zal ook hier de kortste weg nemen en met veel vuurwerk dwars door de isolatie naar de aarde gaan. En nou we het toch over bliksem hebben: veel amateurs zijn bang voor een directe inslag van de bliksem, maar ook bij dreigend onweer kan er al schade aan je apparatuur optreden. Dat komt door een verschijnsel dat Influentie heet.

Stel, boven je huis ontwikkelt zich een onweerswolk (of die komt aanwaaien). De wolk heeft een flinke elektrische lading, in dit geval aan de onderkant een negatieve lading die kan oplopen tot enkele



MegaVolts. De negatieve lading van de wolk stoot de elektronen op aarde af, waardoor deze verdreven zullen worden en er een positieve lading ontstaat op antennes en andere hoge objecten, tegengesteld aan de lading van de wolk. Daar merk je niets van, aangezien dat verdrijven van de elektronen geleidelijk gebeurt. Maar dan komt de inslag: de bliksem pakt de



boom en even later is het evenwicht tussen de wolk en je antenne verstoord. De elektronen in je antenne worden vliegensvlug weer aangevuld en ondanks dat je antenne niet door de bliksem getroffen

is, kan het effect niet minder verwoestend zijn. Het kan je de ingang van je set kosten, waardoor deze doof wordt. Nog erger is het als de lading niet weg kan: er ontstaat tijdens het opbouwen van de lading in de wolk dan een enorme spanning op je apparatuur ten opzichte van aarde waardoor overslag kan optreden en apparatuur beschadigd kan worden of defect kan raken (Opa spreekt uit ervaring). Dus ook zonder directe inslag is bliksem gevaarlijk. Zo zie je dat skineffect van een onschuldige weerstand bij HF stromen kan uitgroeien tot een gevaar bij onweer", besloot Opa. Pim knikte dat hij het begrepen had. "Heeft u een bliksemafleider?" vroeg hij. "Jazeker", zei Opa. "Maar dat betekent niet dat je set dan niet kapot kan gaan zoals ik net uitlegde". "Ik snap het", zei Pim. "Voortaan zal ik alles loskoppelen".

## Foutje, bedankt...

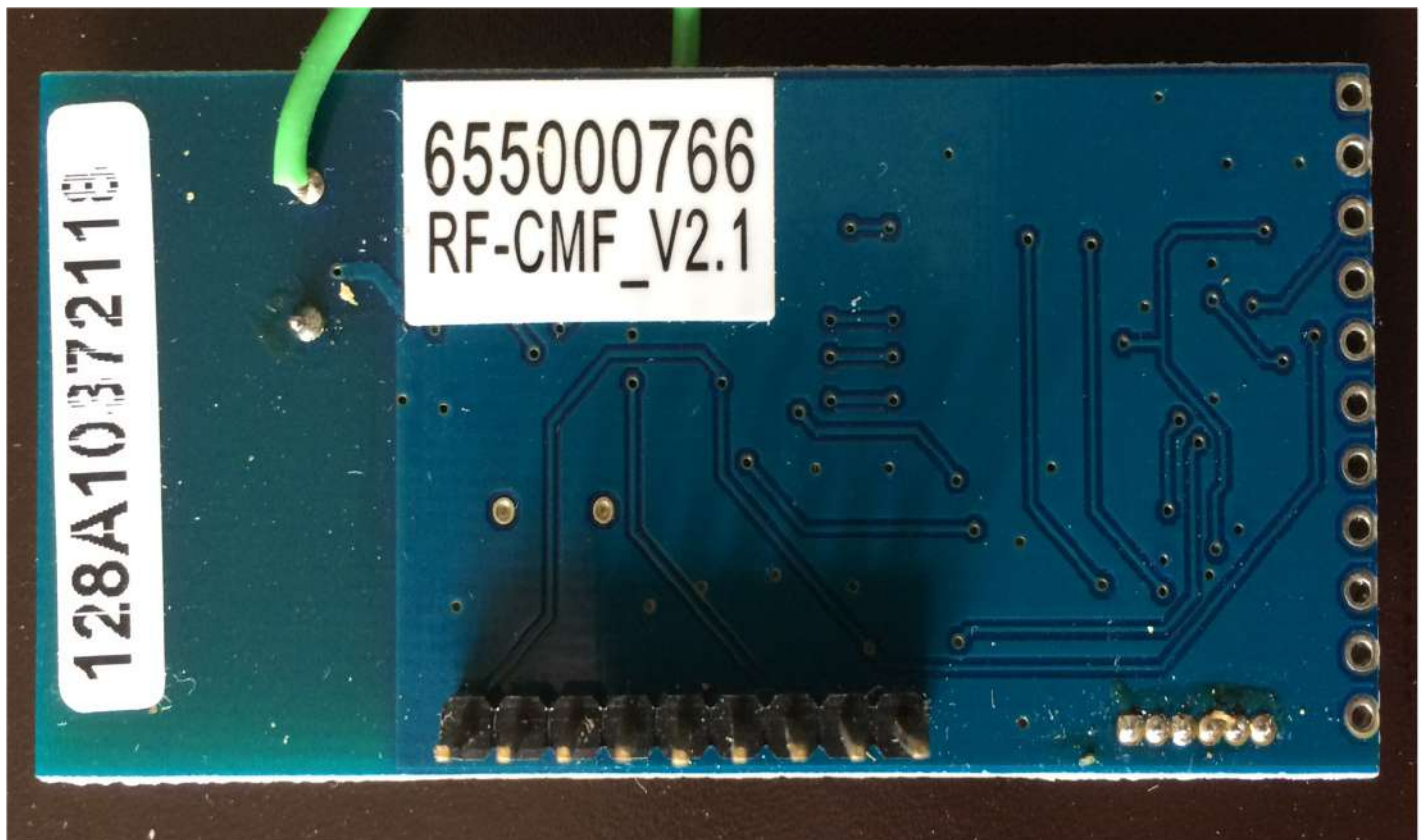
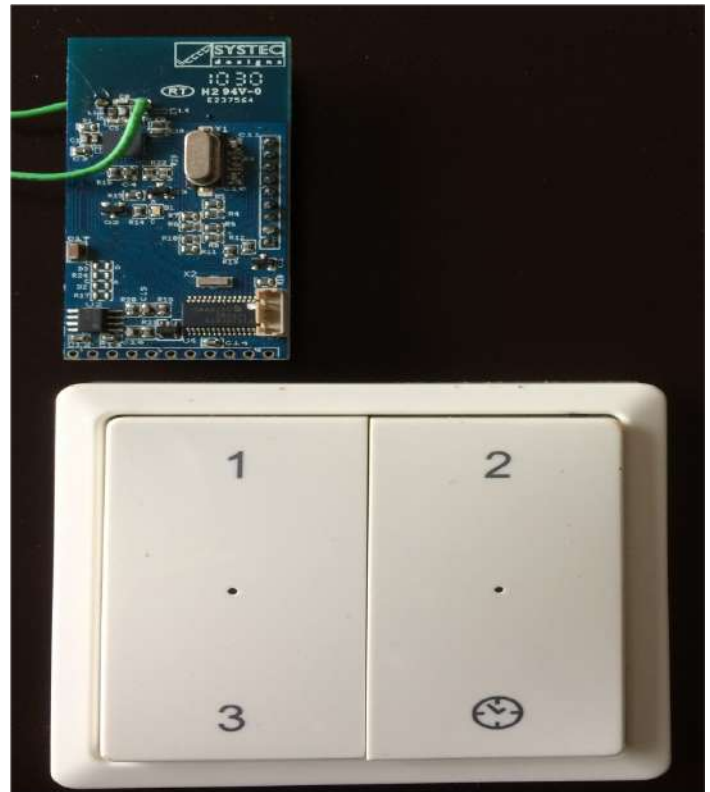
Richard Boerdijk PA1RMD

**W**e doen het allemaal wel eens. Wij hebben geen regelknop voor de luchtafzuiging in de badkamer, dus dacht ik een keer: bestellen! Zo gezegd zo gedaan. Bij ontvangst even weggelegd... er komt altijd wel wat tussendoor. En vergeten.

Mijn wederhelft merkte later op dat de afzuigkast op zolder een brom gaf die haar 's nachts wakker hield. Dus? Juist, nieuwe bestellen; stiller en zuiniger. En na verloop van tijd trof ik het besturingssetje weer aan... mismatch met de afzuigkast!

Dus mocht iemand nog belangstelling hebben voor het draadloze besturingssetje; kan afgehaald worden.

Richard (PA1RMD)



## De bouw van een HF lineair

Wim Schilperoort PE1PWR

Om de zendhobby wat meer diepgang te geven leek het me een leuk idee om zelf een HF lineair te bouwen. De lineair moest minimaal 100 Watt kunnen afgeven. Meer is meegenomen maar was niet het uitgangspunt. Zoekend naar onderdelen op AliExpress kwam ik een HF lineair tegen op basis van een MRF9120 MOSFET. De prijs was erg laag: 28 euro voor een lineair van 100 Watt was een leuke start. Dan heb je de MOSFET, PCB en diverse onderdelen bij elkaar. Wat begon als iets heel eenvoudigs is uitgelopen op avonden bouwen, opblazen, uitzoeken en experimenteren. Daarbij geholpen door PA3HEA. Bart was zelf ook met zoiets bezig op basis van een MRF188 lineair. Toen de spullen na verloop van tijd binnen waren, kon het bouwen beginnen. Het schema was erg eenvoudig. De lineair zat eigenlijk zo in elkaar. Nadat de MRF9120 op het koelblok was gemonteerd en alles klaar was, kon het testen beginnen. Nou het bleef bij testen. Voordat ik het wist had de MRF9120 het loodje gelegd. Dat was een domper. Ik kreeg de kans niet om de gate spanning die de stroom bepaalt voor de AB instelling in te regelen of de MRF9120 was al stuk. Er zat meteen volle sluiting vanuit de gate naar de drain. De gevoelige laag tussen gate en drain is doorgeslagen. Wat daarvan de reden is weet ik tot op vandaag nog steeds niet. Niet getreurd en gelijk een nieuwe besteld bij AliExpress. Het wachten kon weer beginnen. In de tussentijd heb ik schema's uit lopen zoeken hoe Icom zijn lineairs bouwde. Het viel me direct op dat er geen MRF maar RD MOSFETs werden gebruikt. Ik had al ervaring met de RD70VHF1 en deze is bijna niet stuk te krijgen. Voor de 2m had ik al een lineair voor in de auto gebouwd met een RD70VHF1. Er komt zo'n 40 Watt uit. De boel blijft daarbij lekker koel. Maar nu liep ik tegen een probleem aan om 2 MOSFETs tegen elkaar te schroeven op een koelblok. De ruimte voor de MRF9120 was veel kleiner. Ik bedacht

me als het niet past, gaat de print omhoog met de MOSFETs eronder. En zo geschiedde het dat ik een lineair had met 2 losse MOSFETs. De RD70 liet zich gemakkelijk instellen. Dat probleem was overwonnen.

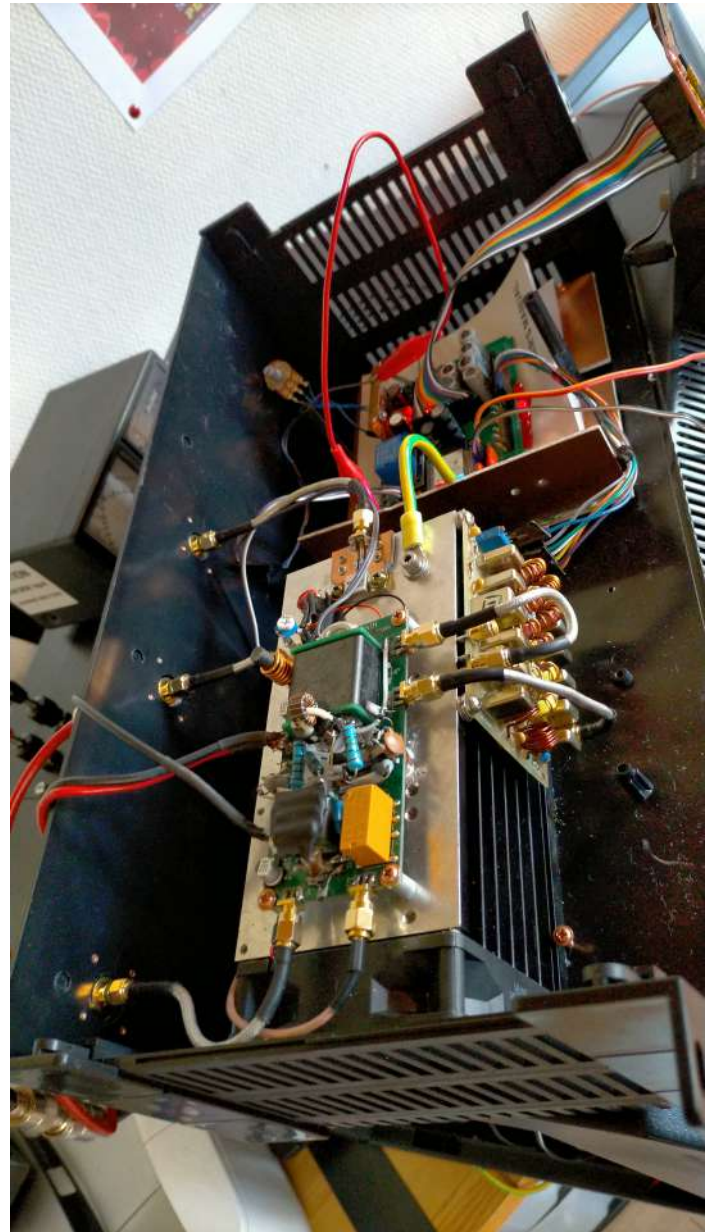
De gate werd zo ingesteld dat er 2,4 Volt op kwam te staan ten opzichte van GND. Dat is gelijk aan een rustroom IDQ van 1A per MOSFET. De terugkoppelweerstand van 50 Ohm van source naar de gate toe werden wel enorm warm bij een beetje vermogen. Hier ging het niet echt lekker. Dit werd erger naarmate de frequentie toenam. Ook de ingangstrafo, een varkenssnuetje van ferriet, werd erg heet. Dit ging ook niet lekker. Als ik het ingangsvermogen heel even op 8 Watt zette kwam er ruim 100 Watt uit op de 40m band. Bij 8 Watt gaf de transceiver echter aan dat de staande golf 1:1.5 was. Niet echt ideaal. Het was dus geen 50 Ohm ingang die de transceiver zag. Ik heb nog diverse aanpassingen gedaan aan de ingangstrafo om de wikkerverhouding beter te krijgen, maar alles wat je verandert buiten 4:1 gaat niet goed. En dat bleek wel toen zelfs de RD70 stuk ging bij een wikkerverhouding van 2:1. De HF spanning liep te ver op en de gate legde het loodje. Met 4:1 is die kans veel kleiner.

Dit was weer een leermoment. Gauw weer de RD70 bij AliExpress besteld en het wachten kon weer beginnen. Toen ze weer binnen waren, konden we weer verder. Na deze proeven was ik er wel van overtuigd om vooral 4:1 aan te houden aan de ingang. Van de rest was ik allemaal niet zo zeker. Ook niet met de uitgangstrafo. Ik zag ze voorbijkomen met 3 tot 6 windingen. Bij sommige 3 windingen parallel er 1x doorheen om toch 1:9 te krijgen. Bart gaf aan om van 3 windingen af te stappen. Dat was veel te laag voor een RD70. Voor de uitgang geldt een verhouding van 1:9. Ik heb het gedaan

met 5 windingen en dat ging wel aardig. Wat wel naar voren kwam, was dat de ene band beter presteerde dan een ander. Met name het rendement van de 10m band was ronduit slecht. Bij 80 Watt trok de lineair bijna 18A. Dat ging niet goed. De uitgangstrafo werd bloedheet. Viel me weer mee dat de RD70 niet echt onder de indruk was van 18A. Gelukkig maar. Ik had nu wel een werkende lineair maar de prestaties vielen erg tegen. Zeker het rendement viel tegen. Alles boven de 70 Watt gaf veel warmte op diverse componenten. Dit ging het eigenlijk niet worden.

Ik had inmiddels in de tussentijd de digitale SWR meter gebouwd met een ESP32 en een 2.8 TFT scherm. Plus een omschakelbaar LPF filter met Arduino Nano voor de lineair. Maar die komen later ter sprake, evenals de software die ik geschreven heb voor de ESP32 en Nano. Nadat het project weer even stil gelegen had en ik nog met diverse schema's o.a. van PE0MGB aan de gang ben gegaan, besepte ik dat het nog niet zomaar gedaan was om een lineair te bouwen die op alle banden met een goed rendement zijn vermogen afgeeft. Je denkt soms waar ben ik aan begonnen. Het was eigenlijk per toeval dat ik het schema van de Icom 7300 tegenkwam. En wat bleek: daar zaten de RD70VHF1 MOSFETs in. Nu of nooit die ga ik nabouwen. Om het simpel te houden ben ik met een Dremelboor en printplaat aan de gang gegaan. En het ging eigenlijk zo soepel. En wat een ruimte had ik ineens voor de componenten. In allerlei oude onderdelen bakjes had ik alle spullen gauw bij elkaar. Het viel me wel op dat het schema slim en doordacht was. De terugkoppelingen van de source naar de gate was met een trafo uitgevoerd. Wikkerverhouding is 10 :1 waarvan 1 aan de terugkoppelweerstand komt. Dit was geniaal. Geen kokende weerstanden meer. De uitgangstrafo was niet 3 windingen door de ferriet heen maar 4 stukjes coax parallel. Dit had ik nog niet eerder gezien. Ook dit was achteraf gezien slim uitgedacht. De lineair levert daardoor evenveel vermogen op de lage als de hoge band met een veel beter rendement. Er is

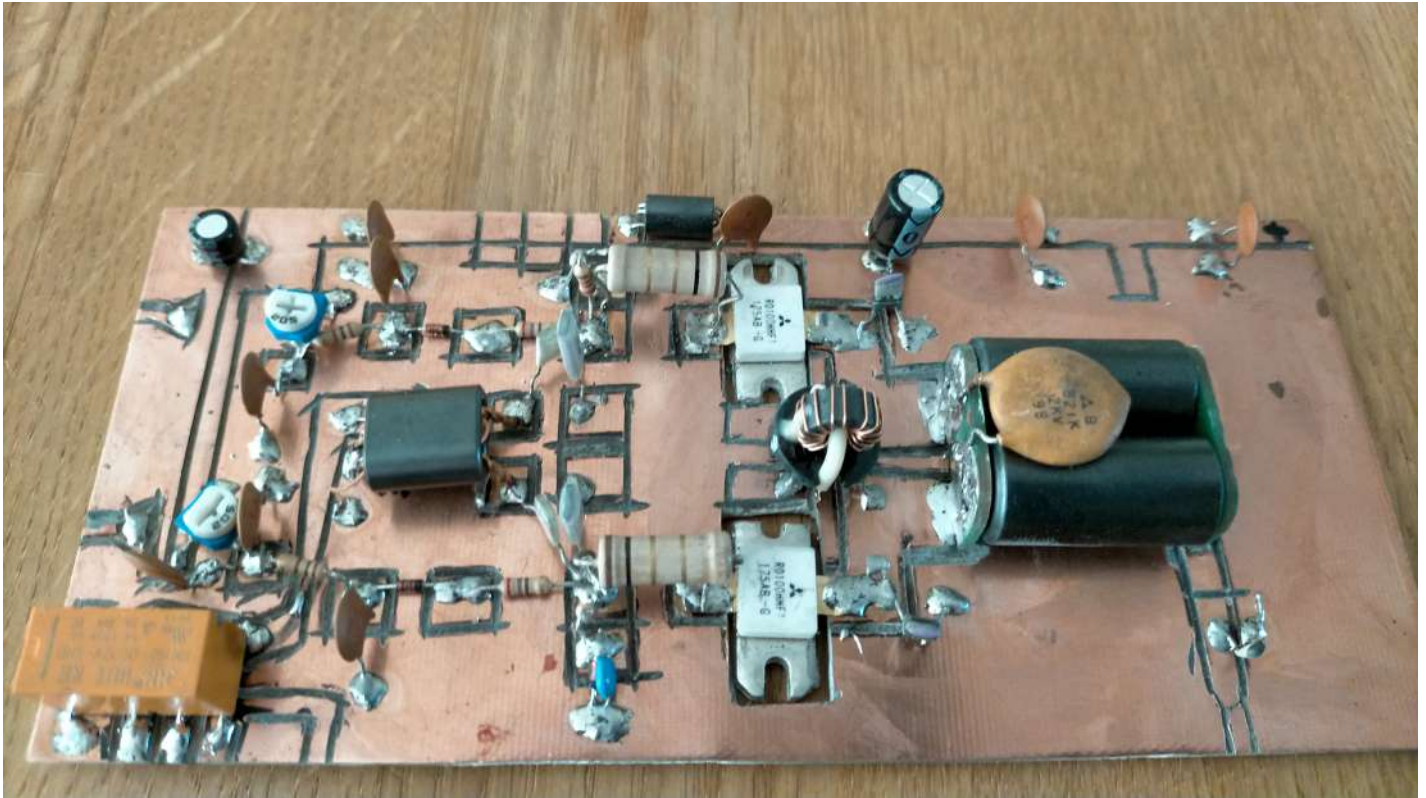
bijna geen sprake meer van warmte ontwikkeling na de eerste testen. Beide gates worden ieder onafhankelijk ingesteld op 2V. Vanwege wat meer vermogen ben ik overgestapt op de RD100HHF1, goed voor 100 Watt per mosfet. De RD70, het zegt het al: 70 Watt max. De RD70 loopt wel door tot 880MHz. De RD100 houdt het bij 30 MHz voor gezien met 100 Watt. Voor mijn project prima. De print is inclusief SMA connectors afgebouwd en het resultaat viel gelijk niet tegen. Bij 1 Watt kwam er al direct 100 Watt uit bij een rendement van 70%. Daar word je vrolijk van. Bij 1.5 Watt gaat het al snel naar 160 Watt. Ook niet slecht. Er is nu ook geen sprake meer van warmte ontwikkeling in de lineair. De uitgangsspoel



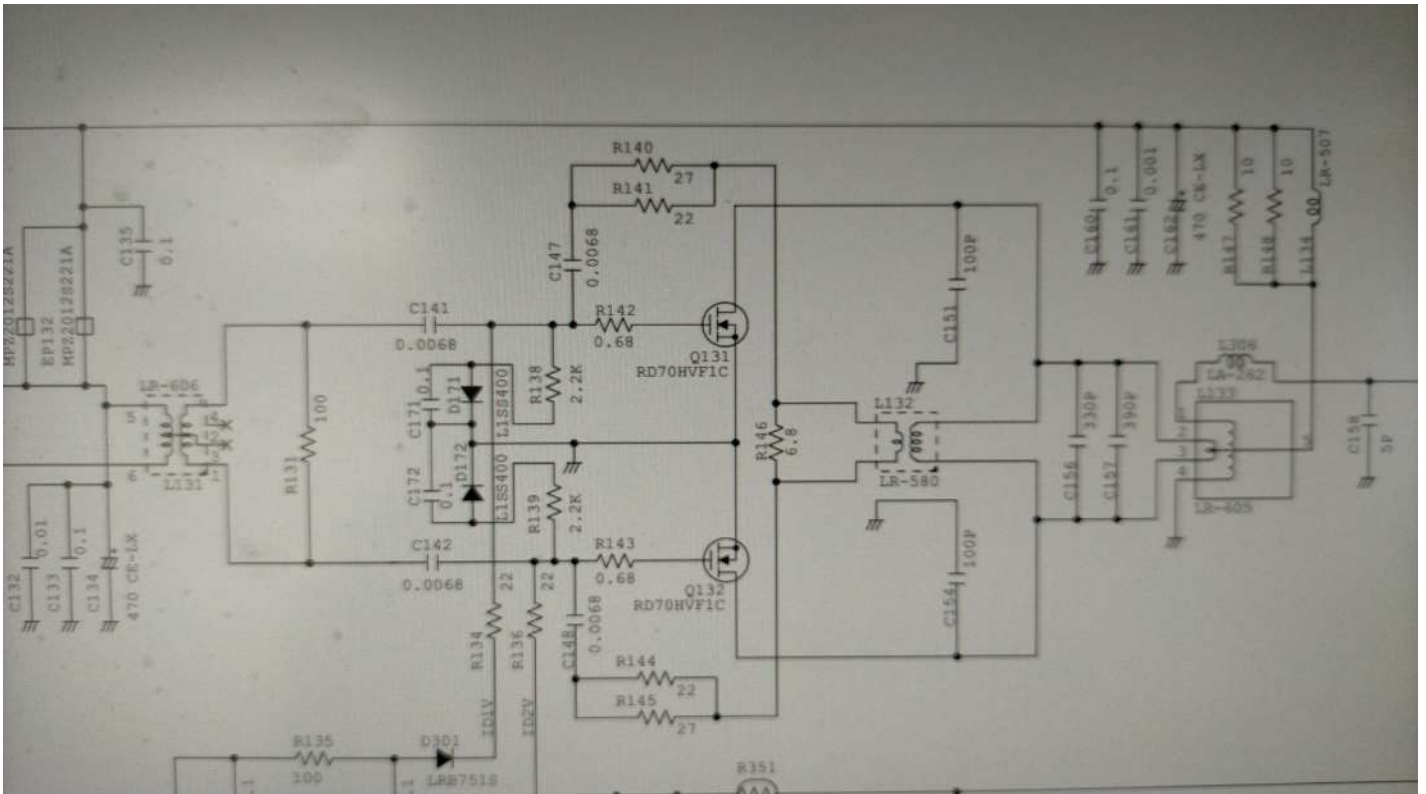
AliExpress Linear

wordt tegen de 40 graden. Heel acceptabel voor 150 Watt. De stroom blijft netjes binnen de perken. Eindelijk was het onderdeel van een groter project klaar. Een stabiele goed functio-

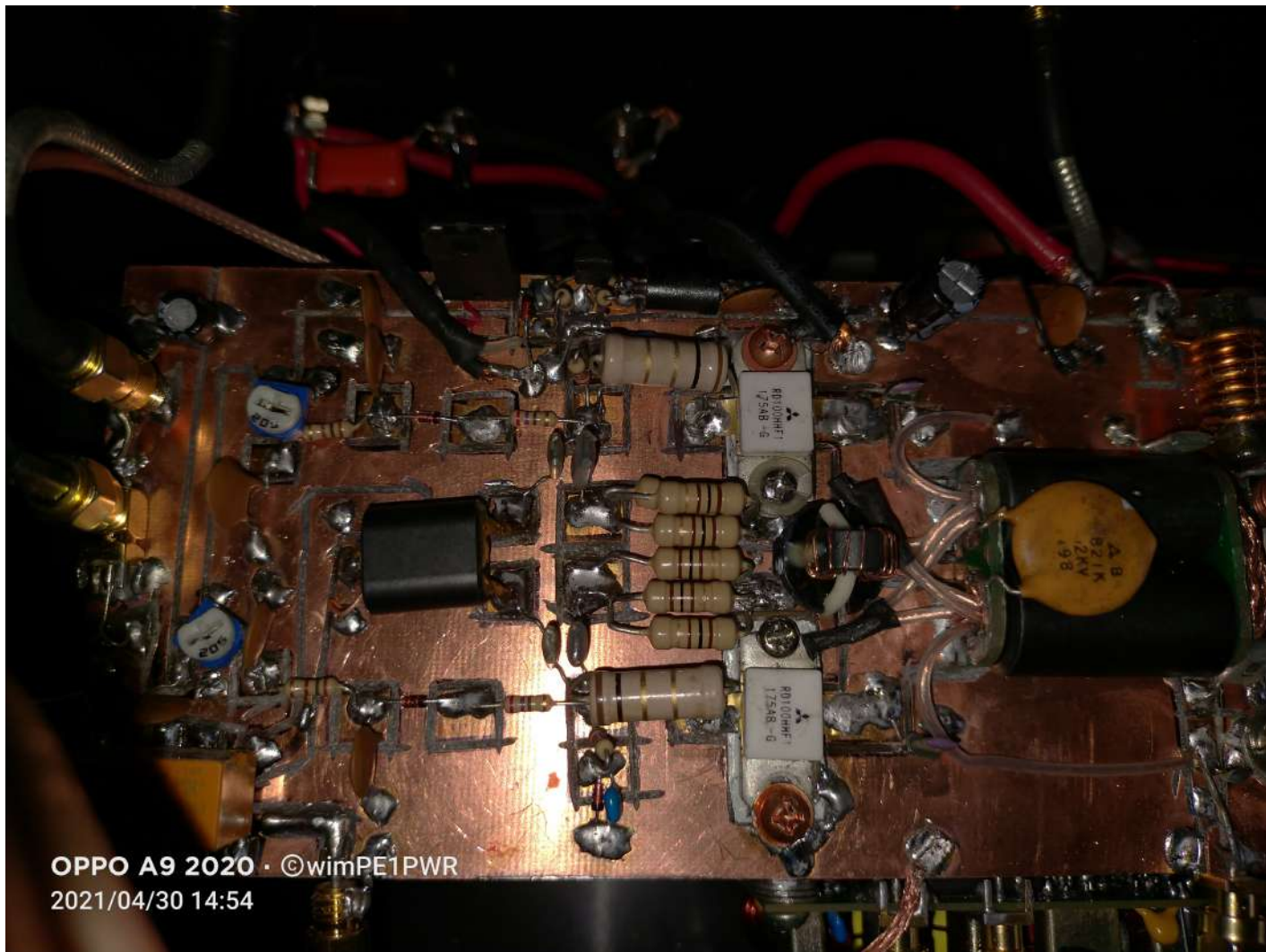
nerende linear. Ook de aanpassing naar de antenne toe gaat heel goed. Wat een SWR van 1:1 is voor de Icom is dit ook voor de linear met LPF. Zie hier nog wat foto's.



Printplaat zelfbouw linear

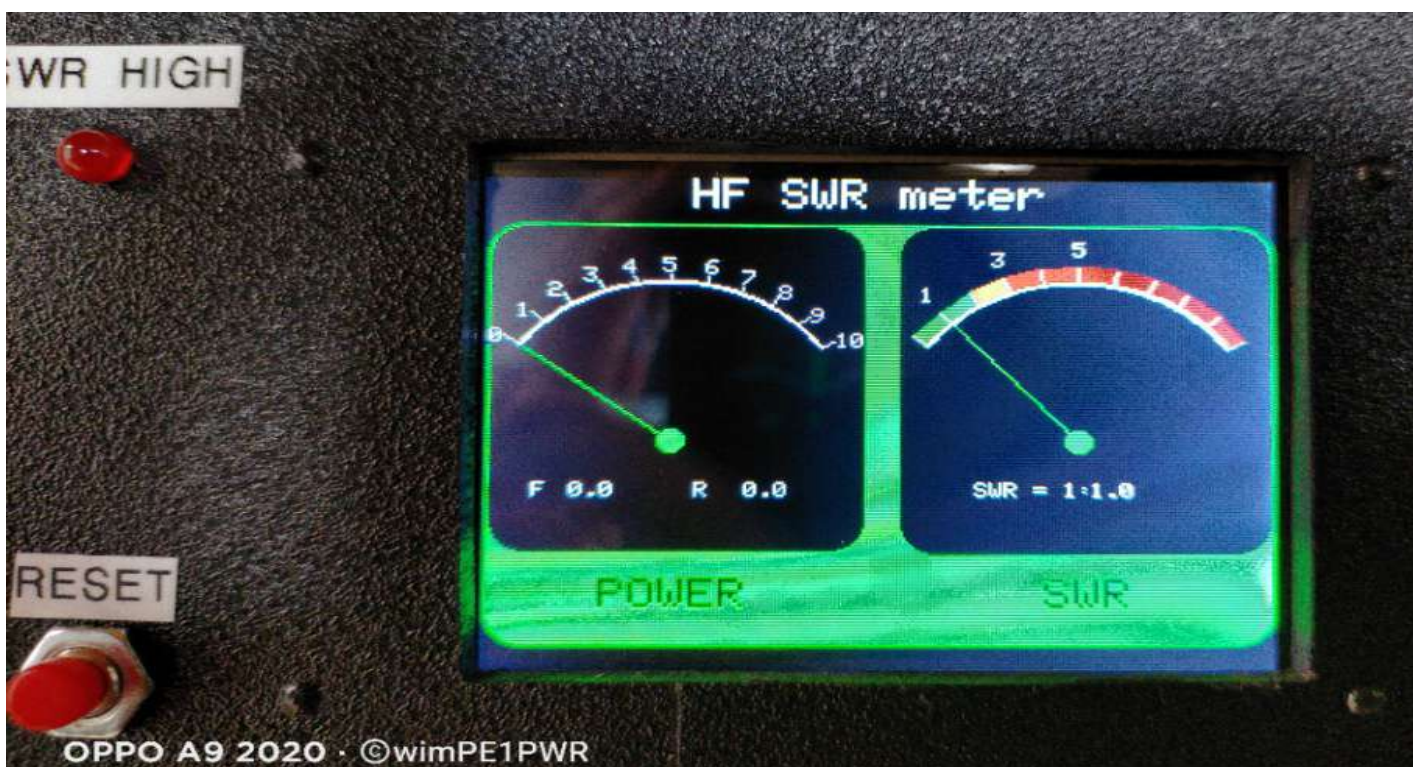


Schema Icom linear



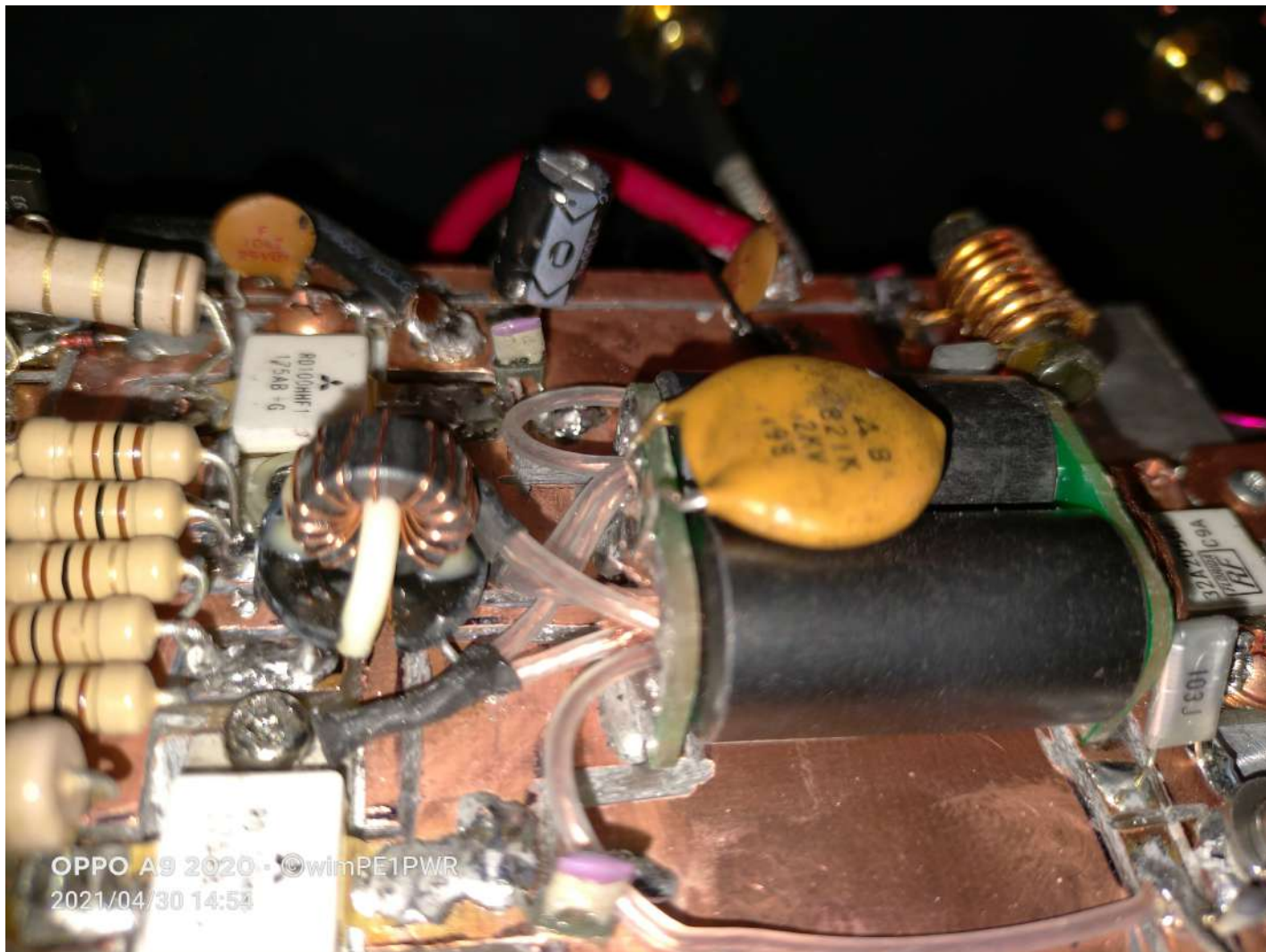
OPPO A9 2020 · ©wimPE1PWR  
2021/04/30 14:54

Overzicht Printplaat Linear



OPPO A9 2020 · ©wimPE1PWR

Digitale SWR / Power meter

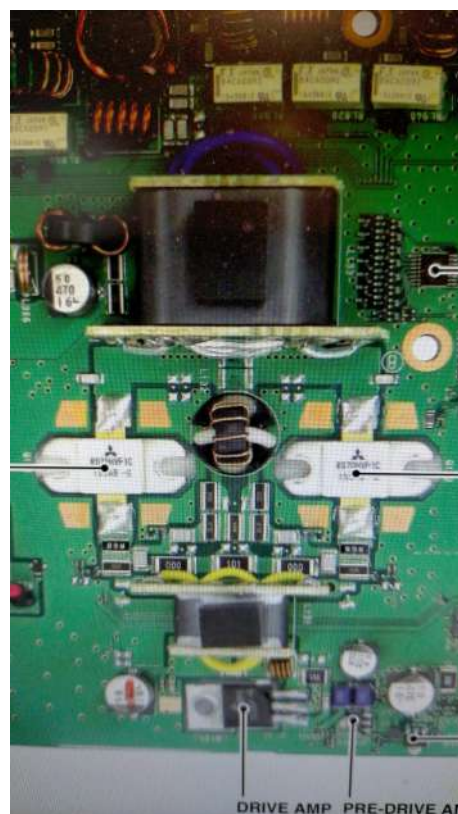


### Uitgang zelfbouw linear

Naschrift van de redactie: inmiddels is Wim verder gegaan met de eindtrap en meldt daarover in onze App-groep: "Eindtrap is volledig temperatuur gecontroleerd. Ook de bovenkant van de RD100hhf1 is nu gekoeld incl de ingangstrafo mocht hij warm worden. Ik heb nu voor de zekerheid een 1200 pF 2kV condensator geplaatst over de primaire kant van de uitgangstrafo Bij testen komt er 175 Watt uit zonder enig probleem. Warmte die ontstaat is zo weer weg. Input is dan 1.8 Watt. Verder ben ik nog niet gegaan omdat er dus nog meer uit kan komen." Daarnaast is er nog

een bandfilter toegevoegd waaraan de nodige wijzigingen zijn aangebracht om de demping te optimaliseren. Het resultaat is een HF linear die moeiteloos, schoon en met een goed rendement voldoende vermogen kan leveren tot aan het maximum van de machtigingsvoorwaarden. En het heeft weer de nodige ervaring opgeleverd - naast interessante discussies in de RAZ appgroep.

**Rechts: Originale Icom 7300 eindtrap.**



## PA3CNO's Blog

Lezers, vergeef mij, want ik heb gezondigd. Als fervent tegenstander van FT8 heb ik er inmiddels een 200 verbindingen opzitten zoals ik eerder schreef (nou ja, niet alleen FT8 maar ook FT4 maar dat is net zo erg). Het is zo laagdrempelig als wat, het maakt geen herrie (geschreeuw in microfoons of klikkende seinsleutels) en doordat je je computer op afstand kunt bedienen, kan je met een telefoon of tablet overal vandaan verbindingen maken. Inmiddels heb ik ook wel geleerd dat de meeste kanonnen in FT8 de usual suspects zijn als je in die mode uitkomt: menig keer dat ik een station op 20m werkte, bleek deze ook op 80m en 40m al in het log te staan. Of als ik keek van wie het donkerpaarse spoor was op de waterval, dat onveranderlijk een station was dat ik al eerder gewerkt had. Het is verbazend wat je met een paar honderd milliWatt kunt werken, maar het is ook verbazend hoe idioot druk dat FT8 segment is. Kan natuurlijk ook niet anders als de halve wereld in die paar kHz duikt. Je krijgt het probleem dat als jij denkt dat een frequentie leeg is, dat voor een Italiaan of Spanjaard niet het geval is, omdat die de volgende hop naar het zuiden wél hoort die bij ons niet binnenkomt. Aangezien ik 's-nachts tegenwoordig slecht slaap, wil ik nog wel eens de iPad grijpen om de activiteit op de banden te bekijken (laptop en FT8 transceiver blijven gewoon aan staan). Zo kwam het op een nacht dat er op 40m FT4 (7.0475 MHz) lokaal niets te zien was, maar de decoder heel zwakke spoortjes aangaf van Mexico en de Dominicaanse Republiek. Ergens rond de -17 tot -20. Kansloos met een paar honderd milliWatt, maar misschien was het met 100W wel gelukt. Ik kan me voorstellen dat het verslavend is, maar ik vind de lol er gauw afgaan. Het blijven tenslotte handshakes, geen verbindingen...

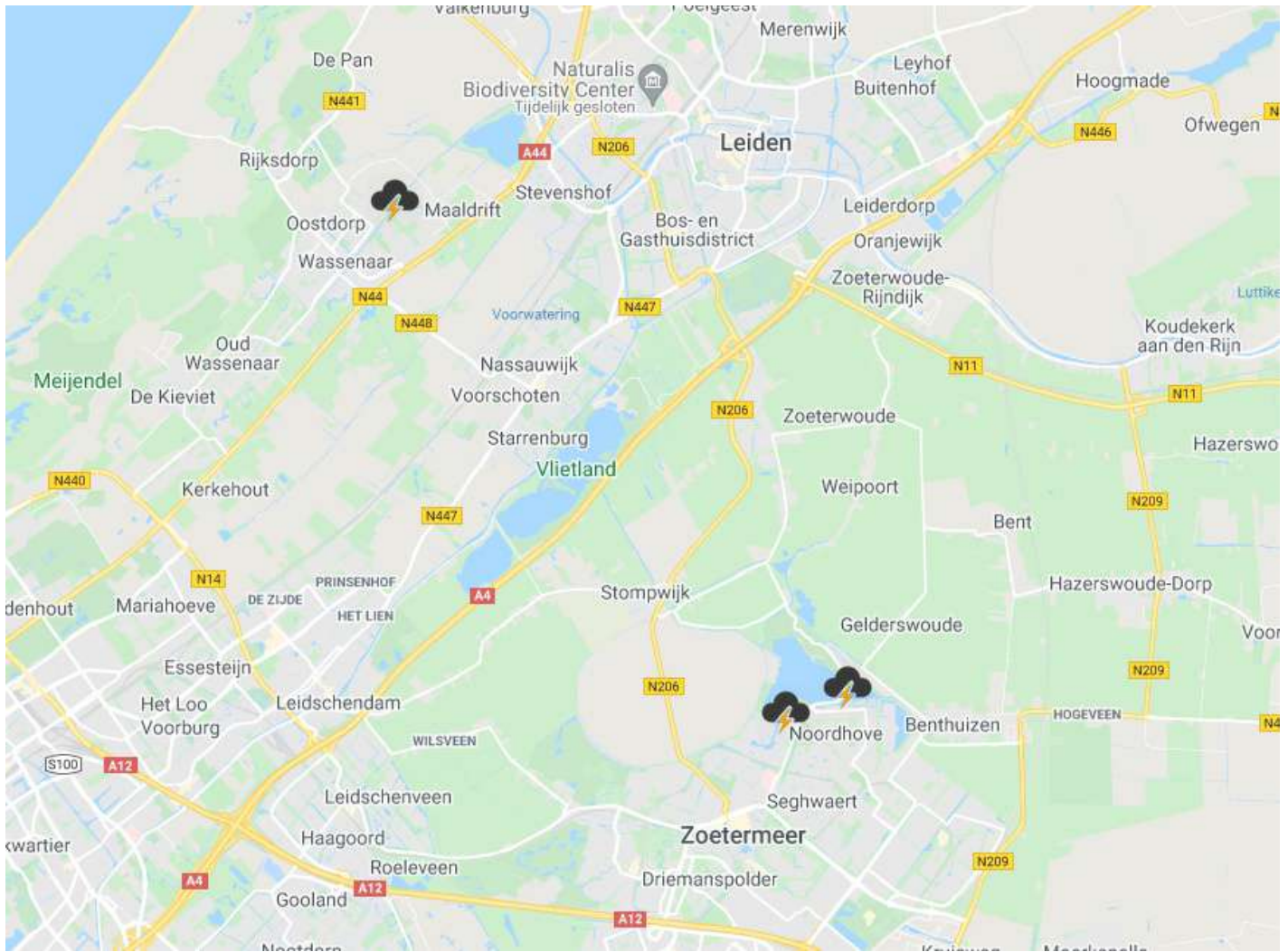
Dus op naar de volgende projecten. En dat wordt een componententester. Henny PA3HK

meldde dat hij ooit zo'n ding bij Ali gekocht had, maar dat is mijn eer te na. Zo'n ding moet je toch ook kunnen (na)bouwen... En dat heb ik ook gedaan. Op het breadboard draait het inmiddels en als ik het voor elkaar krijg, zal ik in de RAZzies van Juli verslag doen van dit apparaat, dat slechts bestaat uit een Arduino Nano en 6 weerstanden.

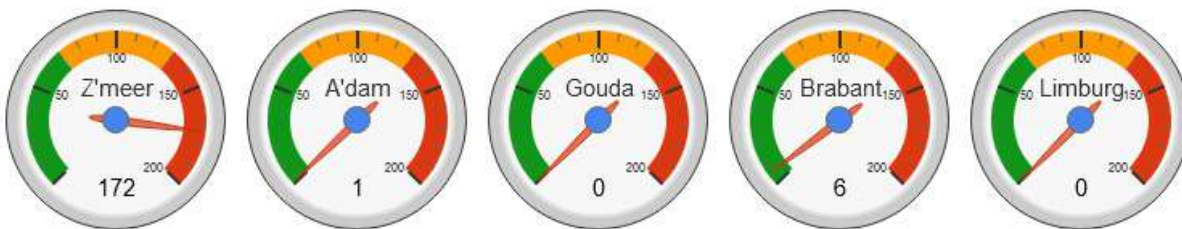
Over Arduino's gesproken: ik heb nog maar snel een zak met 10 van die dingen gekocht, naast een stel I<sup>2</sup>C displays. Per 1 juli veranderen de BTW regels en moet je over alles wat het land binnenkomt BTW betalen. De €22 grens vervalt dus. Zie je het gebeuren? voor een Arduino Nano van \$2,5 moet je dan €0.53 BTW aftikken. Dat is nog wel te overzien. Maar niet als die invoerclubs €17,50 handlingkosten gaan rekenen. Want dan wordt die Arduino ineens €22.53 en dat is niet leuk meer. Wat natuurlijk precies de bedoeling was van de Nederlandse winkel lobby: het China-shoppen onaantrekkelijk maken. Vandaar dat ik de voorraden nog maar even aangevuld heb. Dat geldt natuurlijk niet alleen voor AliExpress maar ook voor zakken ringkerntjes bij Kits&Parts in Amerika b.v. Dus wees er snel bij, anders zit je in de prijzen. (Kwestie van tijd voordat Ali een Europees warehouse opent - wedden?)

Op 9 mei onweerde het weer eens behoorlijk in de Zoetermeerse regio. Dan vind ik het altijd leuk om te zien welke sensoren die we ooit als project met de club hebben gebouwd (zie de RAZzies van [januari 2017](#)) nog in de lucht zijn en ook het onweer detecteren. De kaart met de sensoren uit de buurt van Zoetermeer zie je op de volgende bladzijde, evenals een dashboard met een overzicht van een aantal regio's waar nog sensoren staan en die per regio het aantal ontladingen per uur weergeeft. Wat jammer is, is dat op het moment van dit schrijven er nog maar 8 sensoren van de 50 die we ooit als kit hebben aangeboden, in de lucht zijn. Er zijn er nog wel





## PI4RAZ Lightning Database - Dashboard

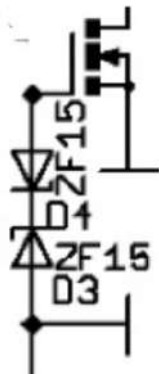


meer, maar die staan niet altijd aan. Tijdens dit onweer bijvoorbeeld waren er weer 13 in de lucht. Dus niet iedereen heeft ze nog altijd aanstaan. Dat is jammer, want je ziet dat het nog altijd goed werkt. Dus heb je 'm nog ergens staan, stof 'm eens af en meld 'm aan. De sensoren waren zo in te stellen dat ze bij een bepaald aantal ontladingen in een gegeven tijdvak een alarm kunnen geven. Dat is uiteraard

handig als je over antennes beschikt: die kan je dan bijtijds loskoppelen. Zie uiteraard het verhaal van Opa over de effecten die bliksem kan hebben ook zonder directe inslag. Voor degenen die onze onweersite niet kennen: hij staat op <http://onweer.pi4raz.nl> (inderdaad, geen https, omdat de sensoren deze link ook gebruiken om hun data te uploaden en er geen ruimte in het geheugen was voor certificaten).

QRP. Sommigen vinden het helemaal niets, anderen vinden het de ultieme sport. Ik hoor bij de laatste categorie. Ik heb al vaker geroepen dat ik niets heb met vissen met een handgranaat. QRP leert je twee deugden: geduld en incasseringsvermogen. Geduld omdat niet elk CQ automatisch een antwoord oplevert. Of als je zelf op een CQ antwoordt, dat je gehoord wordt. Incasseringsvermogen omdat de lege frequentie die jij zo zorgvuldig had uitgezocht, ingenomen wordt door een andere amateur die jou helemaal niet gehoord heeft of je niet wil horen. Het komt aan op inschatten van de condities, de modus operandus van het tegenstation en je eigen operating practice. En soms ook een beetje geluk. Nadat ik klaar was met mijn FT8 experimenten heb ik de K1 maar weer aan de antenne geknoopt (5W). Op 17 mei draaide ik in mijn lunchpauze even over 20m en op 14.018 hoorde ik K1RM CQ geven. Ik antwoordde en ja hoor: "CNO?" Nogmaals mijn call en toen kreeg ik antwoord. Rapport 439, maar hij had mijn naam meteen goed (ik vergeef hem dat hij Zoetermeer niet in 1x mee kreeg als QTH, zo makkelijk is dat niet voor een buitenlander). Nog voordat ik goed en wel het QSO afgesloten had, ging heel Europa over me heen, maar toen had ik 'm al in het log. Dit is waarom QRP zo leuk is. Met 1kW in een 3 elements beam had het me lang niet zoveel voldoening geven. Ieder zijn meug, maar ik kan genieten van dit soort verbindingen met lage vermogens.

Nog even over FETs. Zoals ik schreef heb ik een reeks BS170s gemold door te hoge spanningen op de gates. Wim PE1PWR had soortgelijke problemen: soms door onbekende oorzaak (misschien statische elektriciteit, of spanning op de tip van de soldeerbout), soms door oversturing sloopte hij heel wat eindtorren. De gates van dit soort FETs hebben een nagenoeg oneindige impedantie en bij de minste of geringste overspanning slaat een gate min of meer door. Hij meette aan één gate 450 Ohm, en aan de andere 251. Ondanks dat bleven de FETs nog wel wer-

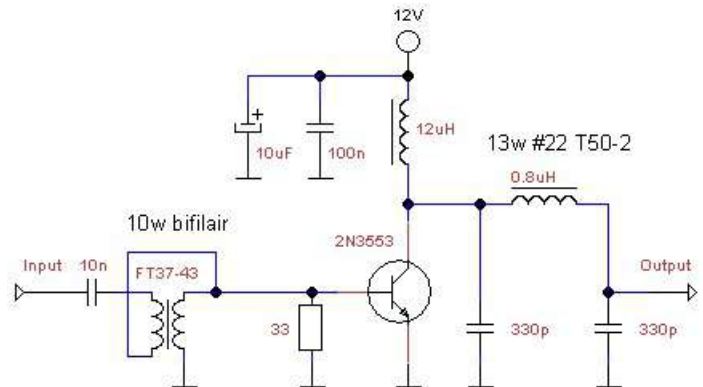


ken, maar ik zou ze toch niet meer vertrouwen. Meestal kunnen power FETs een Volt of 20 tussen gate en source hebben. Dat geldt ook voor de FETs in de schakelende voeding waar ik mee bezig ben. Om ze te beschermen tegen te hoge spanningen op de gate kwam Henny PA3HK met een beveiligingsschakeling: twee zenerdioden van 15V anti-serie geschakeld. Dat biedt voldoende bescherming en de extra capaciteit die de zeners toevoegen is verwaarloosbaar ten opzichte van de capaciteit van de meeste power FETs. En wat de oversturing van de eindtrap betreft: vaak worden 100W sets teruggeschroefd in vermogen om b.v. een transverter aan te sturen (zoals mijn 4m transverter). Maar de set heeft dan even tijd nodig om zijn vermogen terug te regelen. zie hieronder het gedrag van mijn FT857d, teruggeregeld tot 20W:

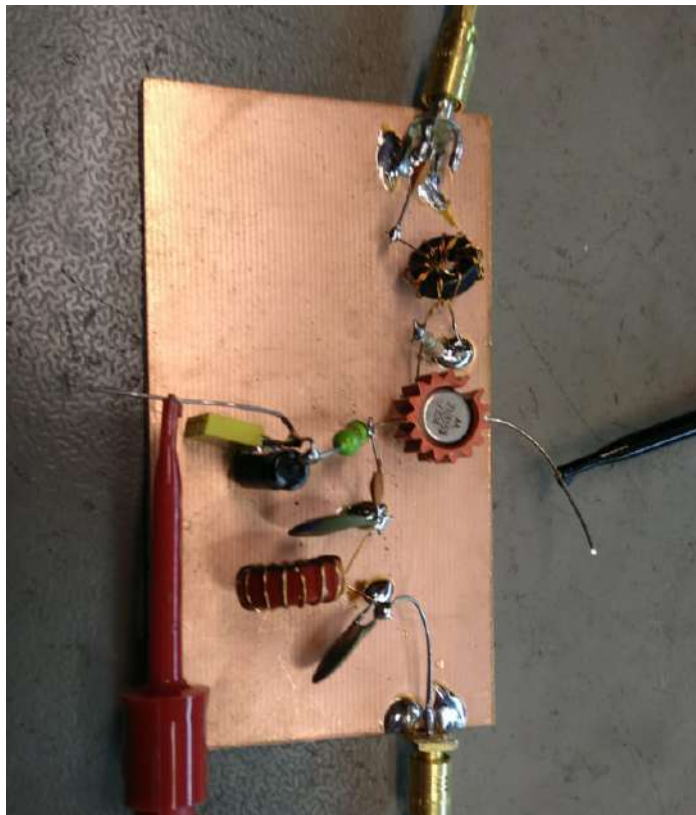


Zoals je ziet, zie je aan het begin van het eerste CW teken dat de set kortstondig het volle vermogen opbouwt om daarna pas terug te regelen. Dat kan je de ingang van je lineair of transverter kosten. Bij de FT857 is dit op te lossen door op de ALC ingang een vaste spanning van -3.1V te zetten. Dan verdwijnt de inschakelpiek. Gek genoeg kan je de set gewoon blijven instellen op het volle vermogen van 100W: alleen het vermogen op 2m verdwijnt helemaal met deze externe ALC spanning, maar ik gebruik de FT857 toch niet op 2m. Henny meldde over zijn Icom een soortgelijk gedrag. Niet elke set heeft het probleem, en ook niet allemaal even erg, maar hou er rekening mee.

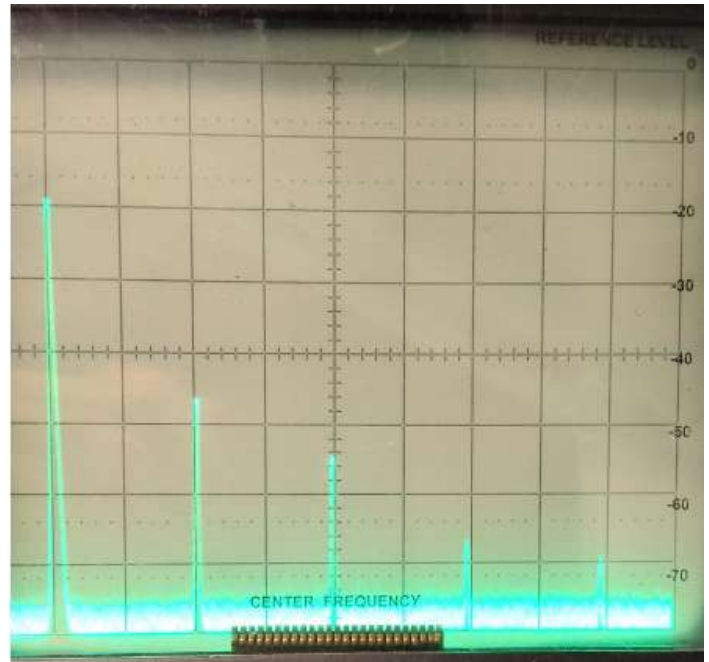
Uit de Whatsapp groep: Mans PA2HGJ is nogal eens actief op WSPR. Si5351, filtertje erachter en dan ben je met 50mW in de lucht. Een kleine 4,5Vtt is namelijk genoeg voor 50mW in 50Ω. Maar hij wilde ook wel eens met wat meer vermogen experimenteren dus bouwde hij een klein eindtrapje met een enkele 2N3553.



Nog helemaal into FT8 dacht ik eerst dat de eindtrap lineair zou moeten zijn, maar WSPR is FSK en dan volstaat klasse C, zoals je ziet: er is geen basisinstelling. Het geheel werd op een stukje printplaat geplakt:



De ingang zit aan de bovenkant en de uitgang aan de onderkant. Het uitgangsvermogen van deze eindtrap was 1W. De uitgang is voorzien van een Pi-filter dat de ergste rommel tegenhoudt, zoals te zien is op de spectrumanalyser:



Tweede harmonische -26dBc, derde harmonische -34dBc. En dat is eigenlijk niet genoeg. Met een 5-polig filter haalde hij -46dBc op de tweede, en -66dBc op de derde harmonische. En daar zit je niemand mee in de weg. Bijkomend voordeel was dat het uitgangsvermogen toenam tot 1.5W, waarschijnlijk omdat het 5-polige filter wat beter aanpaste op de eindtrap. De formule voor de uitgangsimpedantie van een eindtor is:

$$R_o = \frac{U^2}{2 * P}$$

Bij 1W kom je op 72Ω, en bij 1,5W op 48Ω. Dat past mooi aan op de antenne. Overigens moet het signaal aan de ingang ook gefilterd worden. Rechtstreeks de Si5351 aan de ingang knopen levert een hoop rommel op, zie deze foto.

