

Zoals vele luister- en zendamateurs ervaren is met de komst van de moderne elektronica ook het stoorniveau op onze amateurbanden toegenomen. Schakelende voedingen, PC-netwerken en andere moderne elektronica kunnen het luisterplezier danig verpesten. Tot de zomer van 2005 had ik weinig problemen, maar toen was het raak. Een ruisachtig signaal over de gehele 80 m band met een gemiddelde sterkte van S9. Allicht was de bron hiervan op te sporen geweest, maar er werd met de gedachte gespeeld 'het gaat wel weer over...' Nee dus.

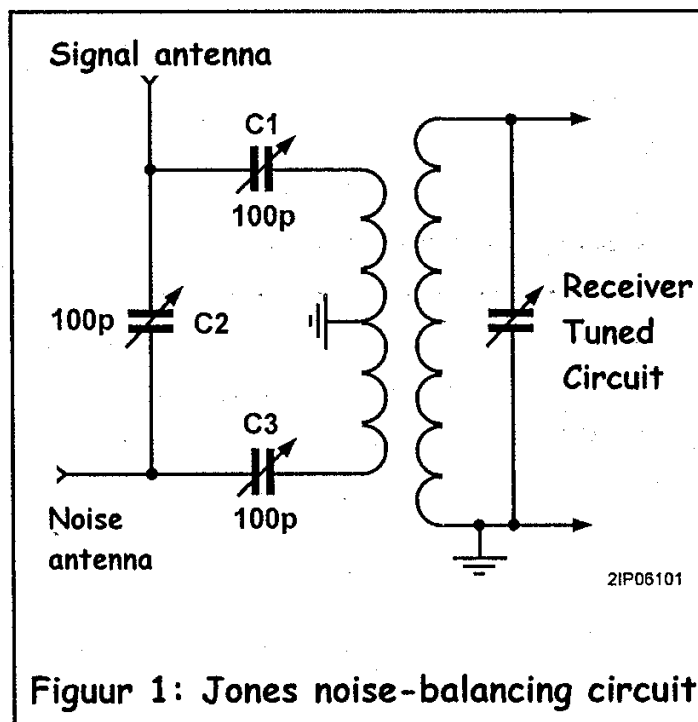
Een stukje geschiedenis

Ook voor de oorlog kende men al het QRM-probleem dat toen vaak veroorzaakt werd door bovengrondse 'netten' zoals die bijvoorbeeld werden toegepast voor de stroomvoorziening. De op deze netten aanwezige storing werd overgedragen op de ontvangantenne. Het was dus zaak de ontvangantenne zover mogelijk verwijderd te houden van deze bovengrondse netten. Hoewel deze storing zich liet onderdrukken met de storingsbegrenzer (noise limiter) in de ontvanger, werd er een effectievere manier ontdekt. Namelijk door het ophangen van een tweede antenne in de nabijheid van de stoorbron. Door er nu voor te zorgen dat het stoorsignaal van de hulpantenne in tegenfase aan de ontvanger werd toegevoerd, kon het

stoorsignaal van de eigenlijke ontvangantenne grotendeels worden opgeheven.

Een praktische schakeling, zie figuur 1, werd gevonden in 'The Radio Handbook' van 1938, in die tijd ook wel 'Jones Handbook' genoemd.

De signalen van de eigenlijke antenne (signal antenna) en de hulpantenne (noise antenna) werden toegevoerd aan het 'noise-balancing' circuit, dat er voor moest zorgen dat de signalen van beide antennes 180° in fase gingen verschillen.



Ook dienden de amplitudes van een zelfde stoorsignaal van de beide antennes in het balanceersysteem een zelfde niveau te hebben.

Volgens genoemd boek was dit geen geringe opgave en het vergde dan ook de nodige experimenteertijd om een goed resultaat te verkrijgen!

De resultaten die bereikt konden worden waren zodanig dat het stoorsignaal 3 à 5 S-punten werd verzwakt ten opzichte van het gewenste signaal en dat het gewenste signaal ongeveer één S-punt zwakker werd.

De eerste experimenten

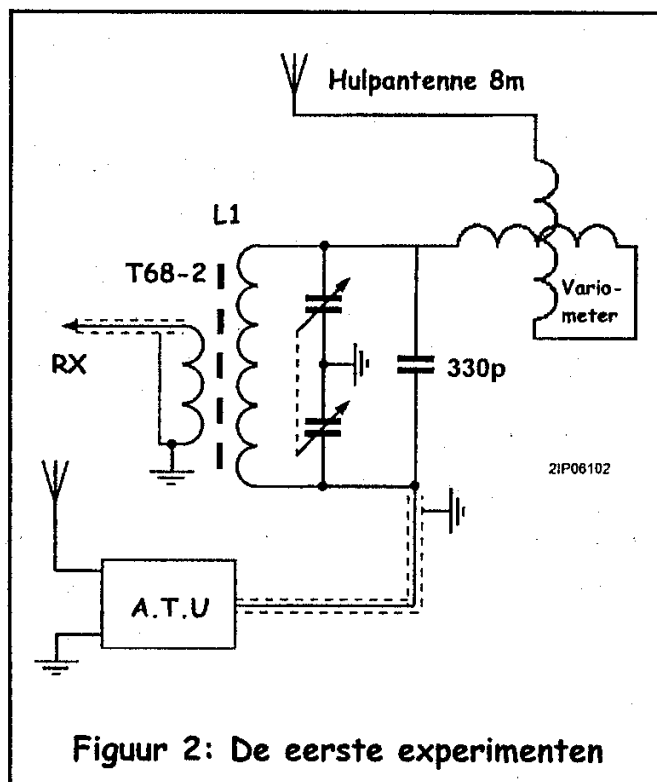
Met deze wetenschap werd eerst maar eens een hulpantenne opgehangen. Het woord hulpantenne is misschien een groot woord, het behelst ruim 8 m draad van 2,5 mm² opgehangen in de garage.

Al experimenterend ontstond de schakeling zoals getekend in fig. 2.

L1 is gewikkeld op een T68-2 ringkern van Amidon.

De zelfinductie van de afgestemde kring bedraagt 4 µH.

De afstemcondensator zal circa 2 x 490 pF zijn geweest. De variometer is een spoel met een regelbare zelfinductie van 9,5 - 41 µH.



Figuur 2: De eerste experimenten

Deze variabele zelfinductie wordt gerealiseerd door in een spoel een iets kleinere spoel (in diameter) 180° te kunnen draaien. De beide genoemde spoelen staan in serie. Al dit gepruts resulteerde in een verzwakking van het hoofdsignaal van circa 5 dB, terwijl onder bepaalde omstandigheden een signaal / stoorsignaalverhouding van 15 dB werd bereikt.

Een signaal dat amper te nemen was, even sterk als het stoorsignaal, was dan uitstekend te nemen. Dit door een samenspel van de afstemcondensator en de variometer. Echt doorgronden kon ik de schakeling niet, maar het werkte wel... De volgende actie was wat zoekwerk op het onvolprezen internet met als zoekargument 'antenna noise cancellation'.

Commerciële 'Antenna Noise Cancellers'

Nu bleek dat er 'kastjes' op de markt zijn die dit kunstje ook kunnen vertonen. Ik had er wel eens van gehoord maar het had nooit mijn aandacht gehad. Typen die ik 'tegenkwam' waren de ANC-4 van Timewave en de 1025/1026 van MJF. Na wat verder zoekwerk, rolden de schematuurtjes uit de printer. Wat ook in die dingen zat was een Z/O-relais en een HF-vox. Als ik ergens de pest aan heb is het wel een HF-vox voor SSB...

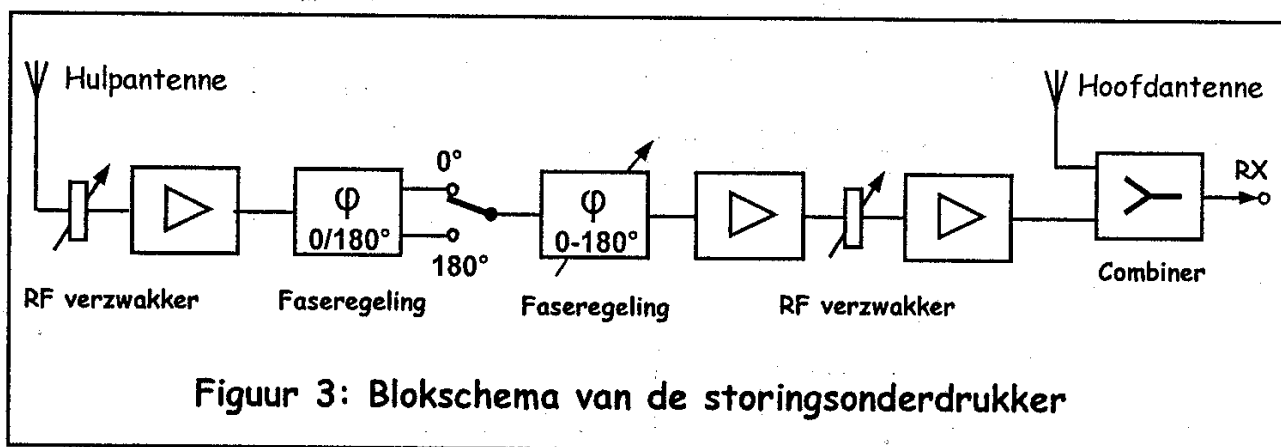
De 'kastjes' moesten universeel bruikbaar zijn, dat wil zeggen ze moeten kunnen functioneren in combinatie met elk type / merk transceiver.

Op internet werden diverse ervaringen gelezen. De resultaten van de storingsonder-drukking varieerden van matig tot uitstekend.

Het werd tijd om de soldeerbout maar eens aan te steken.

Het principe

In figuur 3 ziet u het blokschema. Het signaal uit de hulpantenne wordt eerst versterkt alvorens het aan een schakeling wordt toegevoerd die het



Figuur 3: Blokschema van de storingsonderdrukker

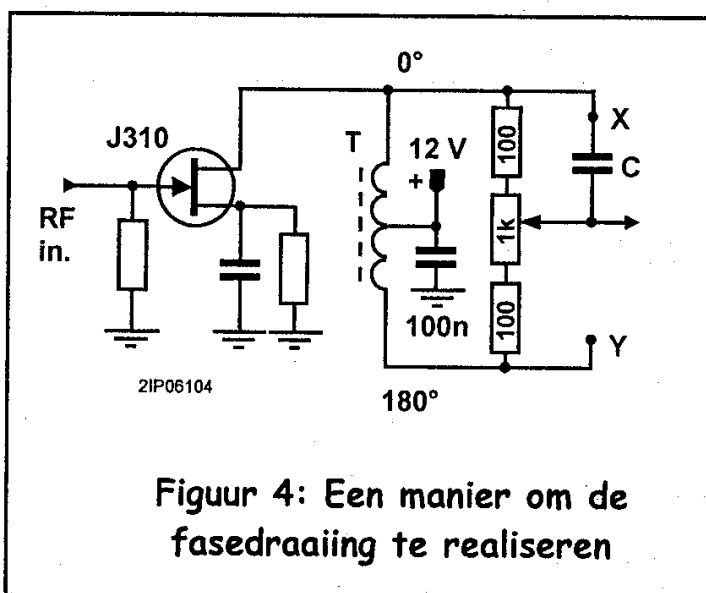
signaal in totaal 360° in fase kan laten draaien. De totale versterking van de storingsonderdrukker dient zo groot te zijn dat het stoorsignaal van de hoofdatenne en dat van de hulpantenne aan de ingangen van de combiner een zelfde amplitude dienen te hebben. Later zou blijken dat het instellen van de juiste amplitude voor een optimale onderdrukking zeer belangrijk is! Aan de ingangen van de combiner dient het stoorsignaal met een onderling faseverschil van 180° te worden toegevoerd, zodat het 'in de combiner' wordt opgeheven. Om dit faseverschil van 180° te realiseren dient de fasedraaiing in de storingsonderdrukker, zoals eerder gezegd, continu geregeld te kunnen worden. Na de fasedraaiing wordt het stoorsignaal nogmaals versterkt en toegevoerd aan de combiner.

Deze combiner kan een passief of een actief type zijn. Een passief type zal het signaal verzwakken, wat meestal voor 80 m geen probleem zal zijn. In een actief type kan IMD optreden.

Een variabele fasedraaier

In figuur 4 ziet u een schakeling waarmee geëxperimenteerd is. Tussen de uiteinden van de wikkelingen van T zal het faseverschil 180° bedragen.

Door een potmeter over deze wikkeling te plaatsen zal door het draaien aan genoemde potmeter een faseregeling van $0 - 180^\circ$ gerealiseerd kunnen worden. Alleen wanneer de potmeter in het midden staat (90°) is de amplitude van het signaal helaas nihil! Dit probleem valt op te lossen door het aanbrengen van de condensator C. De waarde van deze condensator bepaalt de maximale amplitude bij 90° fasedraaiing. Wanneer men dit optimaliseert zal het 'fasebereik' van de schakeling echter afnemen.



Een stap van 180° valt te realiseren door de condensator C van punt X naar punt Y te schakelen.

De weerstanden van 100Ω dienen om de amplitude te beperken bij 0° of 180° , dus wanneer de potmeter volledig links- of rechtsonder is gedraaid. Het nadeel van deze schakeling was dat de amplitude sterk varieert bij een andere fase-instelling.

Overigens wordt de maximale 180° fasedraaiing ook niet gerealiseerd.

In het juni-julinummer gaan we verder met de praktische realisatie van de van storingsonderdrukker. Deze storingsonderdrukker kan in principe in combinatie met elke ontvanger worden toegepast.

Groeten, Douwe PAoDKO

De schakeling van figuur 5

Het signaal wordt eerst versterkt in een J310 in een gearde gate schakeling. De gemeten spanningsversterking is circa 4 maal.

Er is voor de gearde gate gekozen om te voorkomen dat de FET zou worden beschadigd door de aanwezigheid van een forse spanning op de gate tijdens 'zenden'. De gehele schakeling blijft tijdens dit zenden ook voorzien van voedingsspanning. Een optie zou zijn de gate te 'beschermen' met dioden. In de drain van de J310 FET is een breedbandtransformator opgenomen, die de mogelijkheid geeft het signaal met een faseverschil van 0° of 180° toe te voeren aan de continu instelbare faseregelaar (verderop in het schema). Aangezien met genoemde faseregelaar geen 180° fasedraaiing verkregen kan worden, wordt met de schakelaar, die in serie staat met de condensator van 100 pF, een 'tussenstap' van $\pm 30^\circ$ gerealiseerd, zodat in principe de totale 360° fasedraaiing alsnog gerealiseerd kan worden.

De waarden 30° en 150° in figuur 5 zijn slechts richtwaarden om het principe aan te geven. De schakeling van de continu instelbare faseregelaar is afgekeken van MJF. Bij het instellen van de fasedraaiing is de variatie van de uitgangsamplitude gering. Na de faseregelaar volgt een versterker met een hoge impedantie aan de ingang, die weer is uitgerust met een J310. Na deze J310 kan de amplitude worden ingesteld. (RF-gain)

Na deze regeling volgt een versterkertrap met een BSX20.

Tenslotte wordt het signaal toegevoerd aan een 3 dB combiner.

Deze combiner heeft in principe twee ingangen van 50Ω .

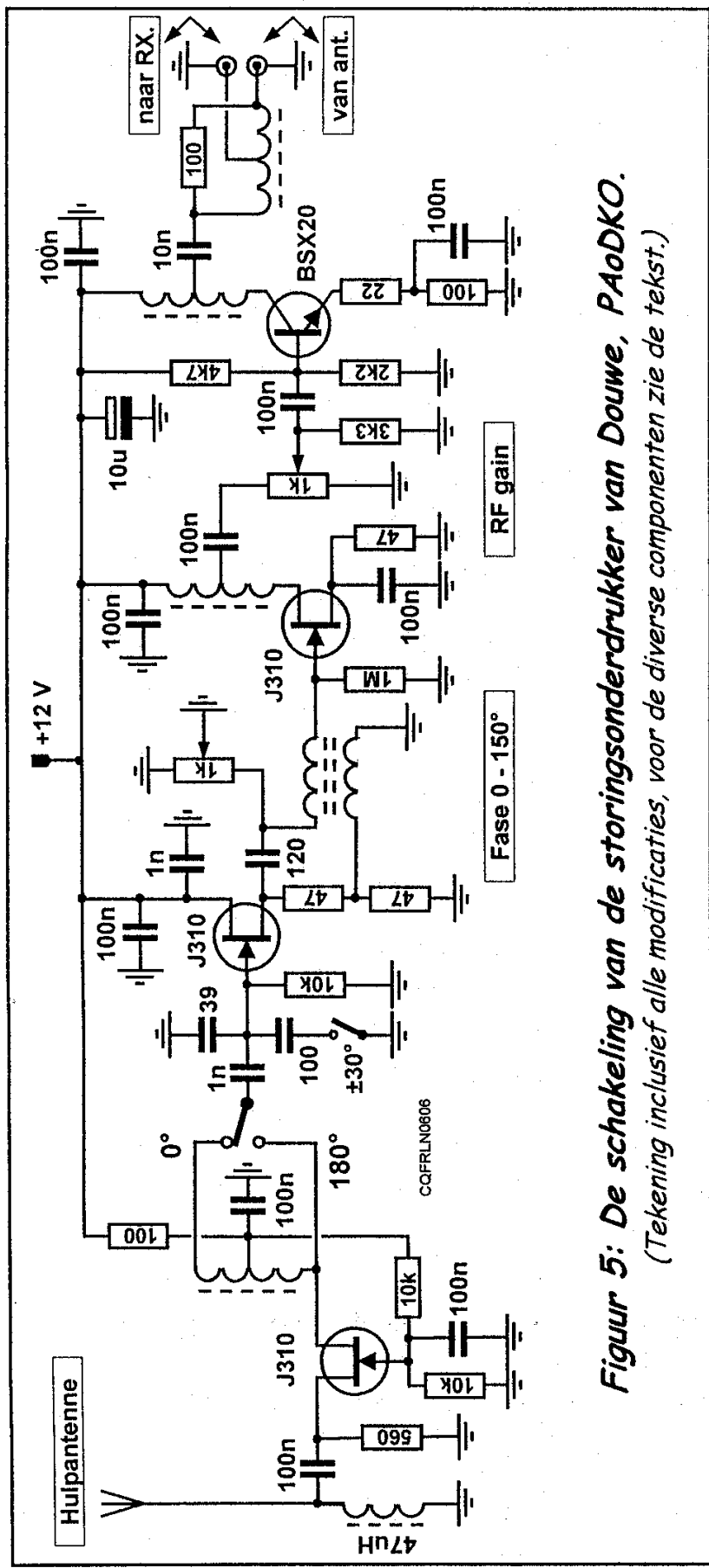
De uitgang, de middenaftakking van de transformator, heeft dan een impedantie van $12,5 \Omega$. Normaliter wordt dan nog een 'autotransformator' toegepast om de impedantie weer te verhogen naar 50Ω .

Deze is gemakshalve maar weggelaten...

De hulpantenne

De hulpantenne bestaat bij mij uit een stuk $2,5 \text{ mm}^2$ installatiedraad van circa 8 m dat is opgehangen in de garage en met het einde bevestigd aan de 'blikken' garagedeur. Mijn shack is op de begane grond, vandaar.

Het is de bedoeling dat deze antenne maximum ontvangst geeft van het lokale stoorsignaal ontvangt terwijl hij minimum ontvangst geeft van de 'stations' die men wil beluisteren. Een verticaal opgehangen stuk draad valt ook te proberen om bedoeld resultaat te bereiken.



Figuur 5: De schakeling van de storingsonderdrukker van Douwe, PA0DKO.

(Tekening inclusief alle modificaties, voor de diverse componenten zie de tekst.)

De componenten

De toegepaste breedbandtransformatoren zijn bij mij afkomstig van een slooppriint. Ze bevatten totaal 6 windingen met een tap na 3 windingen. De gemeten zelfinductie van de totale wikkeling is 50 μ H. De transformator is gewikkeld op een tweegats 'balunkern' (varkensneus), vermoedelijk van Amidon, 43 materiaal. De transformator in de fasedraaier bevat tweemaal 3 windingen.

In mijn geval is de tap 'open' geknipt van een bestaande transformator. De transistor in de laatste versterkertrap (de BSX20) kan in principe van alles zijn, zoals 2N2222A, 2N708, BFR90 enz. De potmeters dienen kwalitatief goede (nieuwe) exemplaren te zijn. Dus geen exemplaren uit de rommeldoos met een vieze of versleten koolbaan!!! Liefst potmeters toepassen met een stalen as.

Metingen

Met een oscilloscoop met twee ingangskanalen kan de mate van fasedraaiing worden gemeten. Men verbindt het eerste kanaal, waar men de scoop ook mee triggert, met de ingang van de schakeling en het andere kanaal wordt verbonden met de uitgang. Men kan voor deze meting een signaal betrekken uit de meetzender. De maximale versterking bedroeg 27 dB op 3,5 MHz. Op 14 MHz was de gemeten versterking nog maar 15 dB. Daar bij mij de storing onderdrukt moest worden op 80 m is aan de bandbreedte van de schakeling verder geen aandacht besteed! De versterking werd gemeten vanaf de ingang van de schakeling tot de uitgang van de combiner .

De niet gebruikte poort van de combiner werd afgesloten met 50Ω .

De gebruikte meetspullen hadden een in- en uitgangsimpedantie van 50Ω .

De voedingsspanning van de schakeling bedroeg 10 V.

Vervolgens werd gemeten wat de maximale onderdrukking was van twee signalen die men toevoert aan de schakeling. Hierbij werd de meetzender voorzien van een 'signaalsplitter' voor het verkrijgen van de twee meetsignalen. Deze signalen werden toegevoerd aan de ingang van de schakeling ('hulpantenne') en aan de combiner ('van antenne').

Op de uitgang van de combiner ('naar RX') werd het resultaat gemeten.

Er werd een maximale onderdrukking gemeten van ruim 40 dB.

Men dient deze meting te beginnen met een minimale versterking van de storingsonderdrukker. Voor het verkrijgen van het maximale resultaat is de instelling van de diverse potmeters zeer kritisch!

Het verlies van het eigenlijke signaal, dus tussen de aansluitingen 'van antenne' en 'naar RX', bedraagt iets minder dan 3 dB.

Het toepassen van de schakeling

De schakeling kan in principe in combinatie met elke ontvanger worden toegepast, waarbij het signaal uit de combiner aan de ingang van de ontvanger wordt toegevoerd. Bij een transceiver is dit wat lastiger, daar we in de toestand zenden de schakeling moeten omzeilen. De eerdergenoemde commerciële apparaten bevatten een relais en een hoogfrequent VOX die in de toestand zenden de antenne rechtstreeks met de transceiver verbindt. Uit de diverse gelezen 'reviews' bleek dit voor de nodige problemen te zorgen... Mijn Drake TR7 bevat een externe antenne-ingang, dus na het Z/O-relais, en een externe ontvangeruitgang, ook na dit Z/O-relais.

Normaliter zijn deze beide aansluitingen extern (op de achterkant) doorverbonden. Wanneer men deze doorverbinding onderbreekt kan de storingsbegrenzer hiertussen worden geschakeld.

Allicht dat modernere transceivers ook deze mogelijkheid hebben...

Zoniet, dan kan men met een extern relais de zaak omschakelen.

Men kan dit relais schakelen met behulp van de PTT-lijn van de transceiver.

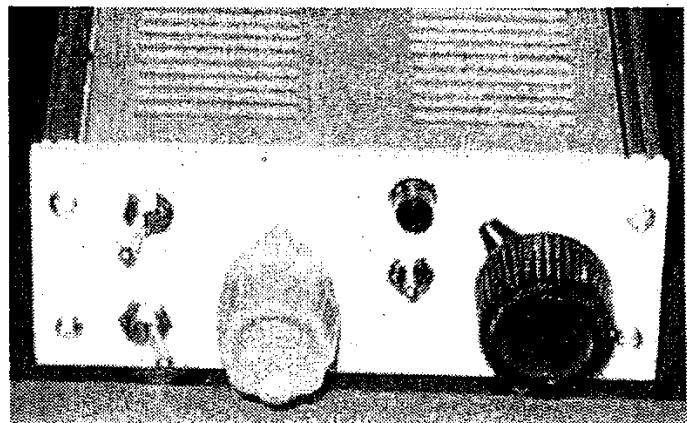
De resultaten

Stoorsignalen, die in de 'buurt' worden gegenereerd, laten zich soms moeiteloos onderdrukken van een S9 stoorsignaal tot de bandruis, bij mij circa S3. Wanneer er echter meerdere lokale storingen actief zijn wordt het moeilijker. Een ratelstoring van circa S4 laat zich onderdrukken tot circa S3. Nu bleek de Noise Blanker van de transceiver dit signaal met eenzelfde mate te kunnen onderdrukken. Een sterke ruisstoring en de ratelstoring, liet zich door de combinatie van de externe storingsonderdrukker en de Noise Blanker in de transceiver goed onderdrukken.

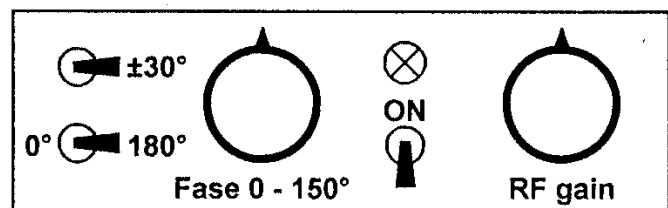
De procedure voor het instellen van de storingsonderdrukker gaat als volgt: Draai de versterking van het signaal van de hulpantenne zover op dat de S-meter iets meer dan het heersende stoorsignaal aangeeft.

Draai aan de faseregeling tot een dip op de S-meter waarneembaar is. Lukt dit niet, dan de fase van het signaal 180° draaien. Tracht door een samenspel van de versterkings- en faseregeling een optimaal resultaat te bereiken. Wanneer de fasepotmeter zich bijna op één van zijn 'uiteinden' bevindt kan men gebruikmaken van de $\pm 30^\circ$ schakelaar. Zet eventueel bij het instellen van de storingsbegrenzer de AGC van de ontvanger op 'snel'. Wanneer het erg druk op de band is kan de storingsbegrenzer worden ingesteld op het gehoor.

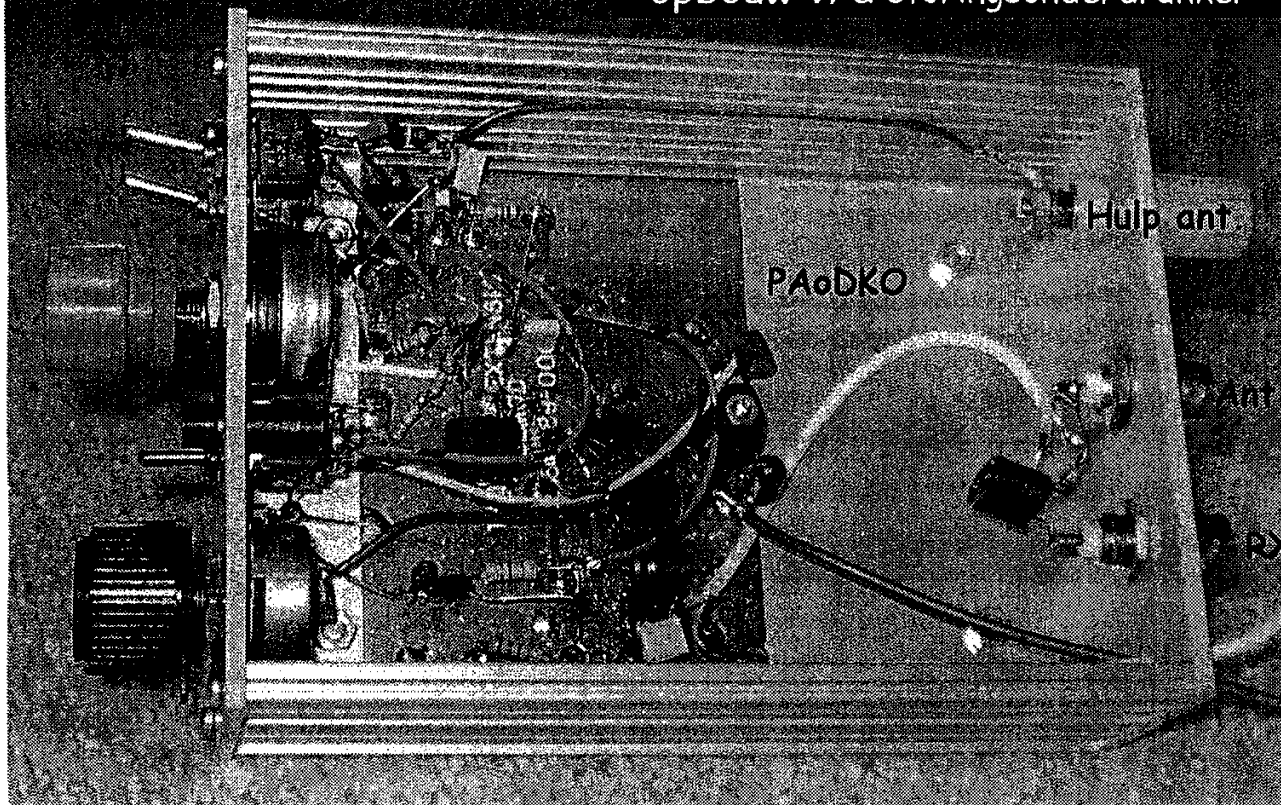
Wanneer een stoorsignaal S8 is en het te ontvangen signaal S9+, is nog duidelijk te merken dat het stoorsignaal wordt onderdrukt. Bij het veranderen van de ontvangfrequentie, of wanneer de antennetuner opnieuw wordt afgestemd moet de storingsonderdrukker opnieuw worden ingesteld / geoptimaliseerd.



vooraanzicht PAoDKO storingsonderdrukker



opbouw v/d storingsonderdrukker



Wijzigingen en slot:

Eén van de wijzigingen die is uitgevoerd, is het toepassen van één hoog-frequentregeling ("RF-gain"). De hulpantenne was in eerste instantie via een potmeter aan de ingang aangesloten. De wijzigingen zijn in figuur 5 verwerkt. De reden van de wijzigingen is dat de ruis uit de versterker de gevoeligheid van de ontvanger verslechterde. Daar de totale versterking van de versterker nu 'achterin' de schakeling is te regelen, is het genoemde nadeel grotendeels verdwenen.

De storingsonderdrukker wordt bij mij uitsluitend toegepast voor 80 m. Voor de hogere frequenties kan de versterking te laag zijn. Dit probleem kan worden opgelost door een extra (afgestemde) versterker toe te passen.

Nogmaals: De mate van storingsonderdrukking is sterk afhankelijk van het stoorsignaal, de hulpantenne en uw QTH, waar bijvoorbeeld diverse 'soorten' sterke stoorsignalen aanwezig zijn. Zelf heb ik echter veel baat bij de hier gepubliceerde storingsonderdrukker.

Groeten, Douwe, PAoDKO.