

De Wadley Loop afstemming.

Intro.

We schrijven 1955 dus voor de halfgeleiders en nog ver voor de synthesizers / pll's. De moeizame tijd van wederopbouw kenmerkt de tijd 'na de oorlog' waarmee ik ben opgegroeid. In die tijd was het ook voor de ontwerpers (foto Dr. Wadley) van radioapparatuur een uitdaging. Kom met een ontwerp dat stabiel en nauwkeurig afstemmen mogelijk maakt. Hoewel door vindingrijke personen al voor en in de tweede wereldoorlog, schakelingen en manieren van opbouw werden bedacht, die tot op de dag van vandaag bewondering afdwingen, bleef eenvoudig en stabiel afstemmen voor een (leek) gebruiker een probleem. Ging het nog best redelijk op lage frequenties, werd temperatuurdrijf en verloop in componenten een kwelling op de hogere frequenties. Zeker bij CW waar door zweving een toon ontstond. Ook de afstemschaal was vaak te grof en onbetrouwbaar. Tussen 1950 en 1955 werden de eerste experimenten uitgevoerd met kristalgestuurde (synthesizer-achtige) phase-lock-loop oplossingen. De schakelingen (buizen) werden als niet praktisch van de hand gewezen, het zou snel enkele 19 inch kasten betekenen en de prijs exorbitant. Een redelijk alternatief was de (drie) dubbel super, waarbij de eerste mengoscillator, kristal gestuurd werd (oa. Collins). De tweede mengoscillator was vrijlopend, maar zat op een relatief lage frequentie en was redelijk stabiel. Voor een groot afstembereik, waren wel aardig wat kristallen nodig. Het voordeel van een dubbel super was bekend. Door de eerste middenfrequent 'hoog' te kiezen (10MHz of hoger) werd het veel eenvoudiger om spiegelsignalen (het nadeel van een super) te onderdrukken, zeg maar rustig uit te sluiten. Als absolute top van die tijd is daar de Collins R390 en R390A ontvanger (dubbel /



drievoudig super), met zijn tevens fabuleuze middenfrequent filter kwaliteit. Deze ontvanger heeft permeabiliteit-afstemming, dus zonder draaicondensator, maw. er wordt afgestemd door de spoelkernen in en uit de spoelen te bewegen, via - zeg maar rustig – een wirwar aan tandwielen, die een gemiddeld horlogemaker de stuipen op het lijf jaagt. Maar kwalitatief aan de top en nog steeds (tweedehands) behoorlijk prijzig. De

Collins R390 heeft één nadeel. Om van laag (0,5 Mhz) naar hoog (28MHz) te komen, moet je langs alle MHz banden die het apparaat kan ontvangen. Ook de afregeling van het apparaat, is geen simpele zaak. Een algemeen nadeel van (meervoudige) supers, is ook de gevoeligheid voor inter- en kruismodulatie. Dat wordt redelijk opgelost door een (eerste) hoge middenfrequent en een selectieve pre selectie. Een goed uitgevoerde AVC regeling in HF en MF doet de rest. De Collins R390 / R30A is geen 'Wadley' ontvanger maar een super. Een professioneel uitgevoerde 'Wadley', is bv. de Racal RA17(L). Beide ontvangers, Collins en Racal, zijn aan elkaar gewaagd, maar de Racal stemt razendsnel af over de hele (0,5-30MHz) gebied. Hoewel een Wadley ontvanger in principe een breedbandige ontvanger KAN zijn, wordt dit in professionele apparatuur niet toegepast, om reden van kruismodulatie en oversturing. Dus een uitschakelbare pré selectie en ingang stappen-verzwakker is aanwezig op de duurder ontvangers.

De Wadley story.

Wat ging er allemaal om in het hoofd van Dr. Trevor Lloyd Wadley (1920 – 1981) behalve dat hij een opmerkelijk (fotografisch) geheugen had en een uitmuntend student was. Een genie, obstinaat en eigenwijs, had hij elke week wel een nieuw idee waar hij zijn medestudenten mee lastig viel. In WW2 werkte hij voor de Engelse (Special Signal Service) in het geheim aan radar. Na de oorlog ging hij terug naar Johannesburg en was één van de oprichters van het Telecom Onderzoek Lab. Al zins de 40^e jaren liep hij rond met een idee voor een stabiele afstemmethode. Maar eerste ontwikkelde hij een sonde om het gedrag van radiogolven in de ionosfeer in kaart te brengen, een meer 'lucratief' ontwerp, dat zijn naam definitief vestigde. Het idee van de 'Wadley loop afstemming' liet hem niet los en in 1948 bouwde hij een prototype (zie foto).

Hoewel de naam doet vermoeden dat het hier om een 'gesloten loop' zou gaan, is dit niet juist. Ook is er geen sprake van fase vergelijking (pll) of synchronisatie. Er is geen terugkoppeling maar wel vergelijking met een kristal oscillator. De meest professionele toepassing (en eerste productie type) vinden we in de toen extreem dure Racal ontvanger RA17(L) met een kostprijs ver boven elk 'normaal' salaris. Note: het gemiddeld netto inkomen in 1950 was 25 gulden per week. In 1954 bedacht en bouwde hij de Tellurometer in krap 18 maanden en werd wereldberoemd door deze micro-wave-afstandsmeter. Hiermee kon over vele 10-tallen km's op de cm nauwkeurig afstand worden gemeten.

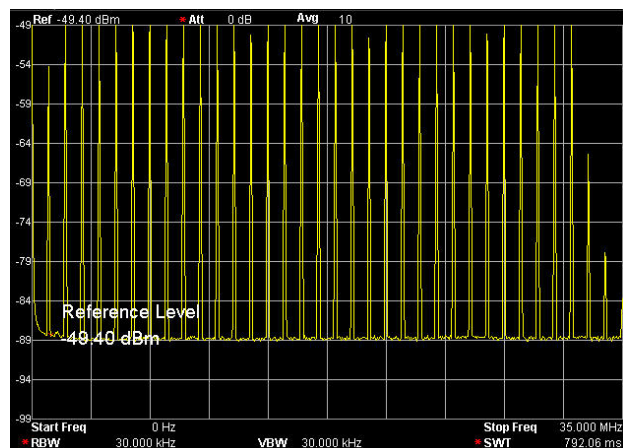


In 1974 zag de eerste transistor radio met het Wadley principe het licht; de Barlow-Wadley XCR-30 (foto). Wadley begon in 1964 een eigen bedrijf en werd slechts 61 jaar oud.

Het Wadley principe.

Er zijn diverse radio's gebouwd met het Wadley principe, zowel met buizen als met halfgeleiders. Bekend zijn: Kyoritsu RA003B, Racal RA-17serie, Realistic DX-300/302, Yaesu FRG-7 en FRG-7000, Standard C6500, Barlow-Wadley XCR-30, Century 21 en de Drake SSR-1. De Wadley loop afstemming valt snel op bij een ontvanger. Er

is een afstemming voor de hele MHz (vaak in 30 stapjes)... en één voor de KHz. Het idee was; zonder allerlei kristallen een stabiele ontvangst te creëren en een schaalverdeling die betrouwbaar en accuraat zou zijn (binnen enkele KHz). Ook een extreem lage (VCO) ruis was gewenst. Het ontwerp is even ingenieus als simpel, zoals de meeste spitsvondige vindingen zijn. Ga uit (1950) van een onvermijdbare drift bij vrijlopende oscillatoren en voer die drift tegengesteld opnieuw toe, aan het te ontvangen signaal. Simpel gezegd, maar hoe doe je dat. Dat onderscheid de genieën van ons gewone stervelingen. Wadley begreep dat een hoogwaardige dubbel super (of driedubbel super) die taak wel aan zou kunnen en dat de truc moest zijn, de afstemoscillatoren drift elkaar te laten uitmiddelen. Hiervoor had hij wel een stabiele bron als vergelijking nodig. Een 1 MHz kristal oscillator werd het hart van de schakeling. De ontvangst moest lopen van 1 (0,5) tot 30MHz

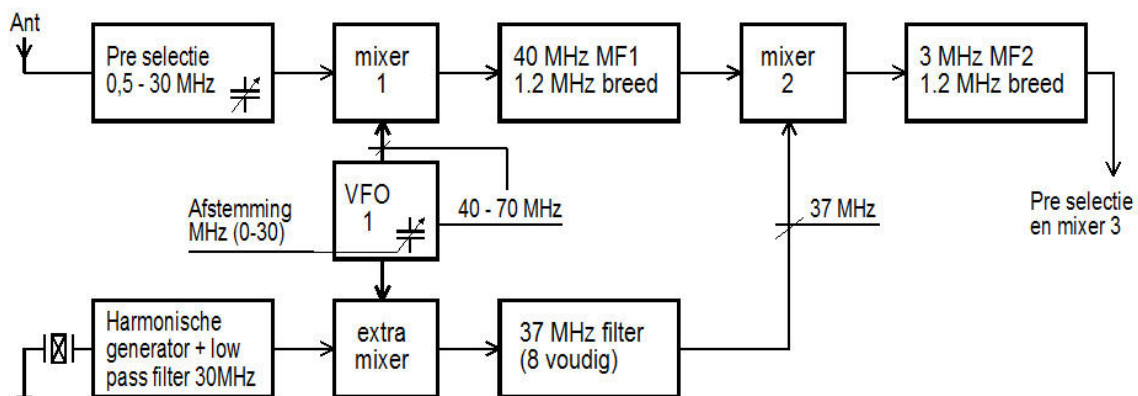


en op alle frequenties even goed zijn, zonder ruis (moderne PLL's) of spiegelsignalen. De oplossing was een schakeling, die het 1 MHz kristal signaal, ietwat vervormde en zo - even en oneven - harmonische produceerde. Elke 1 MHz een draaggolf. Dus op 1, 2, 3, enz tot aan 30 MHz. De afbeelding toont het spectrum van deze schakeling. En nee, deze signalen zijn (vrijwel) niet te horen op de ontvangst, dankzij grondige afscherming. (de goedkopere ontvangers daargelaten)

Samengevat; is een Wadley ontvanger dus eigenlijk een converter met een hoge middenfrequent, die telkens een deel van het spectrum (1MHz breed) omzet naar een lage uitgangsfrequentie (2-3MHz). Daarna gevolgd door een 'standaard' kwalitatief goede superhetrodyne. De stabiliteit van de converter is uitstekend, zoals onderstaand zal blijken en de rest wordt bepaald door de stabiliteit van de super. Je kunt concluderen, dat de stabiliteit het meest tot zijn recht komt in de hogere (>5 MHz) ontvangsfrequenties. Daar was en is een Wadley-loop-ontvanger ongeveer 10 keer stabiel, dan een 'gewone' niet kristal gestuurde ontvanger. De extreem lage zijbandruis die de oscillatoren van een Wadley loop kenmerken, heeft het gebruik in bv spectrumanalysers bevorderd.

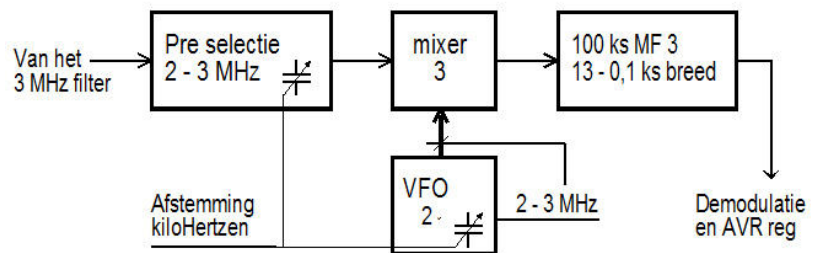
De praktische uitvoering.

Een binnenkomend antennesignaal - breedbandig of via een (meervoudig) afstemfilter - wordt aan de eerste mixer toegevoerd, zie onderstaand schema.



Deze mixer krijgt tevens het eerste VFO signaal, om de ontvangsfrequentie om te zetten naar de eerste middenfrequent, zeg 40MHz. Zo hoog ... ja, zo hoog! De eerste VFO wordt dus van 40 tot 70MHz afgestemd. Wil men 15 MHz ontvangen, dan staat de eerste VFO op 55 MHz, dat mengt met het binnenkomend signaal en jawel hoor, op de middenfrequentie van 40 MHz is het antennesignaal van 15 MHz te horen. Tot dusverre niet echt spectaculair, zo deed men het al decennia in veel variëteiten, wat is dan het slimme. Dat VFO1 signaal van 55 MHz wordt tevens toegevoerd aan een extra mixer die niet voor ontvangst gebruikt wordt. Deze mixer mengt de 55 MHz uit het eerste VFO met het scala aan harmonische uit de kristal oscillator. Er ontstaan dus talloze mengproducten. Echter na die extra mixer komt een filter dat afgestemd staat op 37MHz. Een filter bestaande uit meerdere kringen (8) met een onderdrukking voor ongewenste signalen van meer dan 70db. Dus ALLEEN het mix product tussen het VFO 1 signaal van 55 MHz en - in dit geval - de 13^e harmonische (13 MHz) van het kristal, wordt doorgelaten. Bij het afstemmen van de 'hele' mega-Hertzen, mengt het eerste VFO signaal, steeds met een andere harmonische, zodat alleen het mixproduct van 37 MHz wordt doorgelaten. Het wordt zo duidelijk waarom. Dit 37 MHz signaal wordt verder gefilterd en versterkt en toegevoerd aan de tweede ontvangst mixer, die de 40 MHz middenfrequent, terug mengt naar 3 MHz de tweede middenfrequent. Maar waar zit dan toch de truc? De eerste VFO frequentie is gekozen BOVEN de eerste middenfrequent. De 37 MHz die naar de tweede mixer gaat, is gekozen ONDER de eerste middenfrequent. Begint het te dagen? Drift of ander onheil in de eerste VFO zal zorgen voor een ietwat andere eerste mengfrequentie, maar die afwijking zit dan ook in het 37 MHz signaal. Dat wordt 'aan de andere kant' tegen het ontvangsts signaal uit de middenfrequent aan gemengd en bevat

dezelfde afwijking. De afwijking van die tweede menging is exact gelijk aan de eerste, alleen de andere kant op. Het resultaat is dus een stabiel 3 MHz mengproduct. De grote van de afwijking mag max. (gangbaar) 250Ks bedragen. De eerste middenfrequent (in ons voorbeeld 40 MHz) is niet zoals gebruikelijk zo smal mogelijk, maar heeft een bandbreedte van 1,2 MHz. Na de eerste menging met VFO 1, is het gehele bandje van (dit voorbeeld) 15 tot 16 MHz beschikbaar op de tweede mixer (als 40 tot 41 MHz). De tweede middenfrequent (in ons voorbeeld 3 MHz) krijgt dus alle signalen aangeboden van deze 1,2 MHz brede band en loopt dus in feite van 3,1 tot 1,9 MHz. Zo wordt ELK bandje waarop wordt afgestemd (0,1,2,3,4,5 ... tot 30MHz) - gestabiliseerd – overgezet naar 3,1 – 1,9 MHz. Daarna volgt een standaard ontvanger in de vorm van VFO 2, die het signaal overzet naar de derde middenfrequent Deze middenfrequent is gekozen op bv. 100 Kc. Dit deel heeft vaak een afgestemd meervoudig



ingangsfilter, zoals gezegd behoorlijk standaard (superhetrodyne). De bandbreedte van deze 100 Kc middenfrequent is zo smal als men wenst, Meestal in keuzes (R17) van 13, 6, 3, 1 Kc tot aan 100 Hz. Onder de 1 KHz - afhankelijk van de versie - zijn dit kristalfilters. Voor de duidelijkheid is er wat gestoeid met getallen. Een goede Wadley ontvanger kan zich meten met een moderne (breedband) ontvangers en wint het dan met vlag en wimpel. Veelal omdat de oude pro-ontvangers voorzien zijn van regelbare ingangverzwakkers, selectieve - afstembare - pre selecties en doorgevoerde AVC regelingen. Naast een ICom7400 (2010) houdt hij zich staande. In 1955 was vliegensvlug afstemmen over de hele band natuurlijk spectaculair, zonder de nadelen van bv de Collins 390 / 390A. De getallen liegen er niet om, gevoeligheid bij 20DB s/r en een bandbreedte voor de zondagmorgenronde < 1uV. Gevoeligheid voor cw (100Hz), < 0,3uV Ruis nivo bij 3 MHz = 6DB, kortom, de antenne is (meestal) de zwakke schakel.

De Racal RA17L.

Een praktische toepassing van de Wadley loop afstemming, is te vinden in de Racal RA17(L). Er zijn nogal wat varianten gebouwd. De **Racal Company** (UK) opgericht in 1950 door twee vrienden; **Raymond Brown** en **Calder Cunningham**, verkeerde in 1953 in zwaar weer. Men miste een enorme



opdracht van 'the military' doordat men de 'Collins 390' ontvanger niet in licentie mocht bouwen. De redding was zelf een ontvanger te ontwerpen, die zich kon meten met de Collins, maar ver van de bestaande patenten bleef. Men begon bij niets! Advies werd ingewonnen bij Dr Wadley en hij adviseerde de ingenieurs, maar ontwierp eigenlijk de hele ontvanger. Eisen omtrent de prijs kwamen op de tweede plaats, belangrijkste was, de kwaliteit en betrouwbaarheid van de

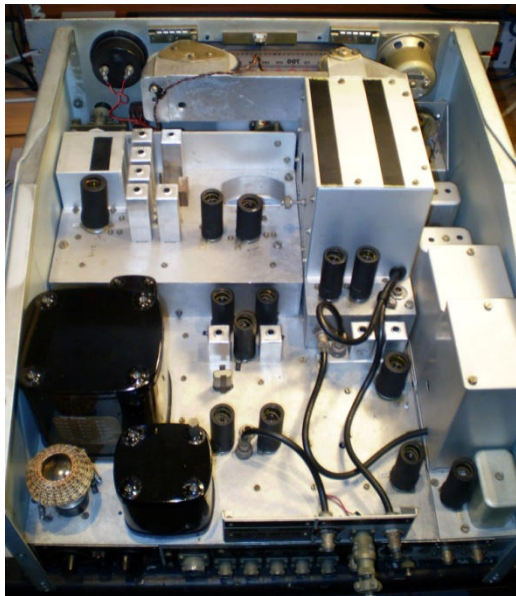
ontvanger. Het kreeg typenummer RA17 en bleek een doorslaand succes, ondanks de hoge prijs. Het apparaat zou van 1956 tot 1971 worden geproduceerd, dat zegt genoeg. Derhalve vinden we goed werkende Racals in redelijke aantallen op de tweedehands markt. Opmerkelijk genoeg, meestal redelijk ongeschonden en betaalbaar. Zelf was ik op zoek naar deze ontvanger en had er binnen een maand 3 (wat helemaal niet de bedoeling was, dus ze moeten ook weer verkocht) Volgens een bevriend amateur, Pieter Lamers PA3H DU - die aardig wat kennis heeft op het 'Racal' gebied - is het verstandig de papiercondensatoren te vervangen, zeker als deze als koppelcondensator worden gebruikt. Enige lekkage (alleen onder spanning) is kenmerkend voor deze c's.

Dus niet aan meten, gewoon vervangen, zeker in een hoogOhmige (G1) omgeving. Ook in het AVC deel, kan vervanging tot beter prestaties leiden. Op zich geldt dit voor meer radio's uit deze periode. De weerstanden zijn doorgaans van goede kwaliteit, maar vooral de hoog-Ohmige waarden even controleren. De trafo's kun je zonder enige schade zowat onder water houden. De kwaliteit van de RA17 - los van de zeer robuuste bouw – wordt door een aantal zaken.

Foto: , Wadley - productielijn Racal.



Te beginnen met het ingangscircuit, dat afhankelijk van het type, bestaat uit een regelbare ingangsdemping en scherpe (soms dubbele) antenne- / ingangskringen. Ongewenste stations worden al snel onderdrukt. (RA17L >60DB) Dan is daar het 40 MHz en het 37 MHz filter die bestaan elk uit 8 overkritisch (stevig) gekoppelde spoelen. Hierdoor is het gewenste doorlaat gebied zeer goed in te stellen en is er naast de gebruiksfrequentie een



onderdrukking van meer dan 65DB. Blijf met je handen van deze instelbare filters af! Het vereist ervaring en meetapparatuur (minimaal een spectrumanalyser) om deze filters goed in te regelen, dus niet aankomen! Het gegoten chassis en de zeer goede afschermingen, houden ongewenste instralingen buiten de deur. Geen eenvoudige zaak, als je bedenkt hoeveel draaggolfjes er worden geproduceerd IN het apparaat. Zeer zelden zul je een piepje of rateltje aantreffen, vooropgesteld dat alle afschermingen op zijn plaats zitten en aardverbindingen goed contact maken. Daar wil wel eens iets aan mankeren bij deze ontvanger.

De Racal RA17 is zonder meer een ontvanger die behoort tot de top, alleen op heel kleine details ingehaald door de Collins 390, die wat moeizamer afstemt. Ook wint hij het van mijn digitale SDR (RTL)

ontvanger. Dat begrepen ze al in de jaren 60, toen zowel de Collins als Racal in grote aantallen bij de diverse (geheime) overheidsdiensten in de UK en daarbuiten, in gebruik werden genomen. Ook in ons land werden er aantallen (oa Marine / Radio Holland) gekocht. Volgend jaar zullen we voor dit blad de historie van Racal en de ontvangers wat uitvoeriger behandelen.

Bij de RA17, behoren uitbreidingen (opties) die wat schaarser te vinden zijn zoals; een Panoramische adapter RA66 (ja, ja met beeldscherm) een SSB adapter RA63 / RA98 / RA121 / RA218 (niet echt noodzakelijk), een LF adapter RA37LF / RA137LF (voor frequenties onder 1 MHz), stuurzender MA79 (Wadley loop) en nog enkele (obscure) specialistische adapters.



Met dank aan: Pieter PA3HDU

Kijk ook op;

www.Finalactmedia.net

<http://trevorlloydwadley.com/>

www.youtube.com

extra foto's...

Div Wadley ontvangers...



De zeldzame Century 21 (standaard C-6500)

