

De multiband antenne

Een recept van Henk, PA3CLL.

G5 RV (speCiaLL)

Deel 1.

Inleiding

De G5RV antenne is in 1946 voor het eerst gepubliceerd in het Engelse radio (Radio Communication) door Louis Varney, welke hem als een eenvoudige multiband antenne beschreef voor gebruik op de toenmalige HF banden.

Voor diegene die deze antenne niet kennen, dit is een dipool antenne van 2 x 15,55 m en een open voedings lijn van 10,40 m.

Sinds ik een A licentie heb (1983) ben ik op verschillende locaties QRV geweest op de HF Banden meestal met een G5RV antenne.

De rapporten die ik kreeg of verstuurde waren op 80 t/m de 10m band altijd goed te noemen. Ik heb in de loop van mijn amateur radiojaren de G5RV in vele opstellingen en voedings methoden uitgetoetst, zoals met open lijn, coax voeding, als inverted V en gestrekte dipool.

Bij mij niet alleen maar ook bij vele G-stations (UK) functioneert de antenne uitstekend en doet op de 80 m band vaak niet onder voor een fullsize dipool. De reden dat ik deze antenne heb gebouwd is, dat het in stedelijke omgeving vaak wel mogelijk om 2 x 15,5 m (als inv. V) op te hangen, en 2X 20 m vaak een probleem is, en zijn eenvoudige constructie zonder traps, een multiband functie te krijgen met een goed straling rendement op de HF Banden 10 - 80m. In Electron van maart 1997 heeft PAoSE in zijn onvolprezen rubriek "Reflecties" onder het kopje "Het Sprookje van de G5RV All band antenne" de antenne behandeld. Ik kon mij niet geheel in zijn conclusies vinden en was op een aantal punten een andere mening toegedaan. Het G5RV antenne concept bevat een aantal positieve aspecten, die ik bij andere ontwerpen nog niet heb gezien. Aan de hand van dit artikel wil ik u graag deelgenoot maken van de bevindingen die op basis van het G5RV antenne concept hebben geleid tot een antenne die ik de toevoeging speCiaLL heb gegeven.

In dit artikel claim ik geen originaliteit doch het samen brengen van verschillende technieken heeft tot een beter aangepaste multiband antenne met coaxkabel geleid die de voordelen van eenvoud en functionaliteit van het oorspronkelijke concept van Louis Varney overeind houden.

Historie van de G5RV:

Om iets te begrijpen van het feit dat Louis Varney in 1946 het een multiband antenne heeft genoemd moeten we even terug in de tijd.

Uiteraard waren er in die periode geen transistor eindtrappen en was het met een buizen eindtrap geen probleem om alle antennes met een impedantie van 60 tot meer dan 2000 ohm zonder problemen met de tankkring aan te passen. G5RV is geboren in 1911 in Sussex (UK) en in 1928 heeft hij zijn zend-machtiging verkregen. In 1932 had deze OM zijn DXCC behaald, en vanaf 1930 werkzaam bij Marconi. Gedurende de tweede wereldoorlog werkte hij als radio expert bij het Engelse leger.

In een Radcom artikel gepubliceerd van 1984 (Ref 1) geeft Louis Varney een nadere toelichting op de werking van de G5RV antenne, aangevuld met zijn eigen ervaringen.

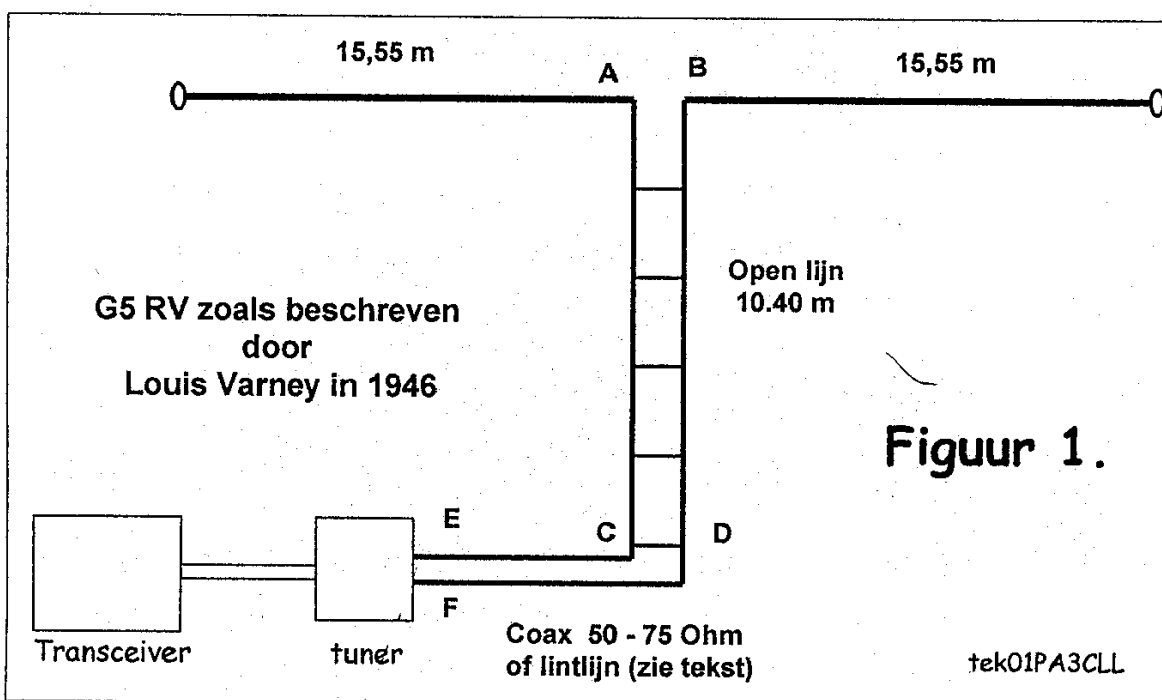
In dat artikel omschrijft hij het ontwerp als volgt:

"In tegenstelling tot de meeste multiband antenne ontwerpen is de full size G5RV niet ontworpen als een $\frac{1}{2}$ golf antenne voor de laagste frequentie (80 m Band), maar een 3 x halve golf antenne voor de 20 m Band, waarbij de open voedinglijn functioneert als een 1:1 impedantie transformator, welke het mogelijk maakt om de antenne te voeden middels een 75 ohm twinlead of een 50-80 ohm coax kabel."

Hij vervolgt zijn inleiding door te vermelden dat de antenne voor de overige banden 80 t/m 10 m, ook gebruikt kan worden waarbij de openlijn functioneert als een "make-up" sectie, waarbij G5RV zelf ook opmerkt dat de aanpassing op de overige banden niet optimaal is met coax voeding en een goede antenne tuner aanbevolen wordt. Voor zover ik de publicaties van Louis Varney heb kunnen nalezen heeft hij ook altijd geschreven dat met uitzondering van de 20 m band er *altijd een antenne tuner nodig is*.

Dat de antenne toch een goede multiband antenne is bewijst de werking in de praktijk, zeker in de tijd dat de antenne ontworpen is. In 1946 was coax kabel niet veel in gebruik en veelal werd er met een openlijn gewerkt en was het van belang te weten of de antenne "stroom" (lage impedantie bij het voedingspunt) of spanning gevoed was. (Hoge impedantie). De OM,s van die tijd had een stroom meter (met thermokoppel) in de voedingslijn en lieten er eigenlijk alleen maar op dat de antenne "goed stroom trok".

In het RSGB handbook van 1977 (ref 2) staat de G5RV antenne afgebeeld zoals in Figuur 1, waarbij de tuner als een symmetrische is uitgevoerd. De Coax lijn wordt alleen geadviseerd voor de 20m band, waarbij de SWR rond de 1:1,4 is als de antenne op ongeveer 10 m hoogte is gespannen. Nu lukt het trouwens prima om op alle banden van 10-80 m de antenne te voeden, alhoewel de artikelen van PAoSE laten zien dat de SWR dan verre van optimaal is het uitgestraalde vermogen (rendement) nog prima. Zelf heb ik vele jaren gewerkt met een G5RV die volledig met een open lijn was uitgevoerd, waarbij het stuk tussen de punten CD en EF was uitgevoerd met 300 ohm lintlijn en een Z-Match tuner.(later Transmatch)



G5RV heeft in een artikel in Rad Com van Juli 1984 (ref 1) nog eens de werking van zijn antenne uit de doeken gedaan.

Hierin is nogmaals duidelijk dat ook hij met de lengte van de voedingslijn (o.a lintlijn etc) en de manier van voeden, met en zonder balun, experimenten heeft uitgevoerd om tot een betere aanpassing te komen voor coax kabel.

De werking van de G5RV nader bekeken per band.

Het aantrekkelijke van de G5RV antenne is dat hij zonder ingewikkelde spoelen (traps) en de geringe afmetingen eenvoudig en goedkoop is na te maken. Daarnaast geeft de antenne vanaf de 40 m band iets meer versterking dan een halvegolf dipool, op de 10 m band is dit rond de 3 dB.

Wat de **80 m band** betreft voldoen de afmeting van de G5RV aan de eis dat de straler voor de laagste frequentie niet korter mag zijn dan 70% van de halve golflengte, dus niet korter dan zo'n 28 meter, om een redelijk rendement te krijgen.

Met zijn totale lengte van 31 meter voldoet de antenne aan deze eis.

De antenne functioneert (bijna) als een halve golf dipool waarbij de voedingslijn voor 4,5 m fungeert als een (deels) gevouwen dipool.

Hij is voor deze frequentie dus korter dan een halve golf wat resulteert in capacatieve reactantie. De antenne gedraagt zich dus als een weerstand in serie met een condensator, wat veroorzaakt wordt doordat de stroom voorijlt op de spanning. Het stralingsdiagram is gelijk aan die van een full size dipool voor 80 m net als trouwens de effectiviteit van deze antenne.

De 10,4 m open lijn fungeert deels als aanpassing stub, waardoor de G5RV niet extreem hoogohmig is. (SWR rond 1 : 5).

Zelfs op **160 m Band** kan de antenne gebruikt worden door de openlijn kort te sluiten op punt CD en de antenne als een Marconi (flat top) te voeden tegen aarde. (Rendement is dan laag)

Op de **40 m Band** is de antenne samen met de openlijn meer dan 2 maal een halve golf, de antenne functioneert hier dan ook als Collinear antenne, welke in fase gevoed wordt. Op deze frequentie is de antenne langer dan een halve golf dipool en vertoont behalve een Ohmse weerstand een inductieve reactantie, die wordt veroorzaakt doordat de stroom naijlt op de spanning.

(Stroom en spanning niet in fase).

Op deze frequentie is het vervanging schema van de antenne een weerstand met een inductief component in serie. De aanpassing op coax is ook hier in de oude opstelling goed te noemen met in mijn geval rond de 1: 2.

Het stralings diagram is polair met scherpere lobbs dan een halve golf dipool, en de navenant iets meer versterking.

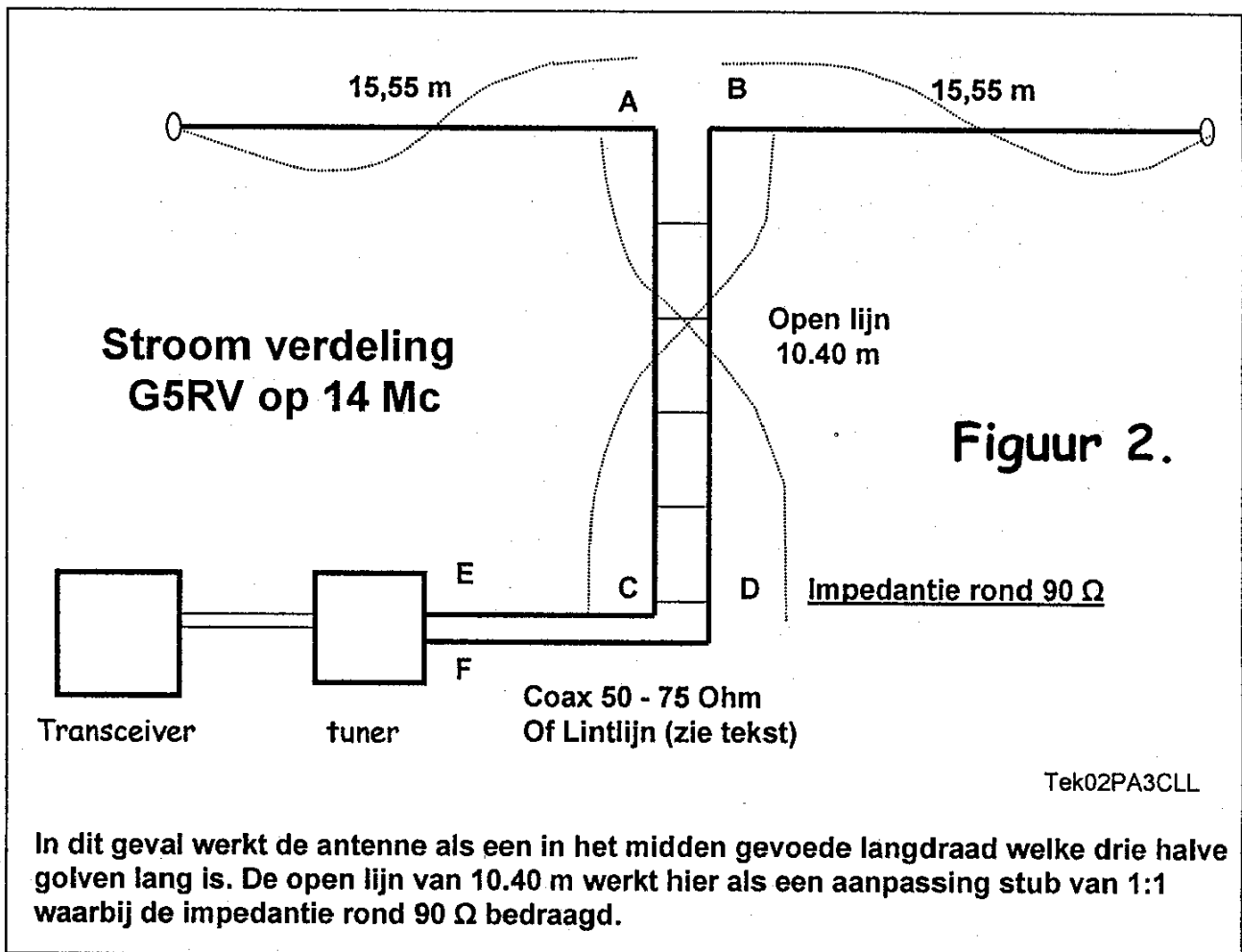
Wat de **30 m Band** betreft is de antenne precies twee volledige golflengten en werkt ook hier als een in fase gevoede Colinear antenne. De antenne is in het voedingspunt (AB) hoogohmig en de voedinglijn langer dan een halve golf waardoor hier de antenne spanning gevoed is en de aanpassing op coax slecht. Op deze band werkt de antenne, ondank deze slechte aanpassing over coax, zeer effectief.(SWR > 10)

Voor deze band (20 m) is de antenne ontworpen en in het stroom verdelingspatroon kun je zien, dat de antenne hier optimaal aangepast is.

De antenne functioneert als een langdraad van drie halve golflengtes die in het midden wordt gevoed. Doordat de antenne aan weerszijden in feite een halve golf "te lang" is bereikt het gereflecteerde deel van de stroom het voedingspunt (AB) in tegen fase met het voedingdeel zodat de resulterende stroom zeer klein wordt. Deze is echter weer in fase met de spanning zodat de antenne weer een zuiver Ohmse weerstand vertoont.

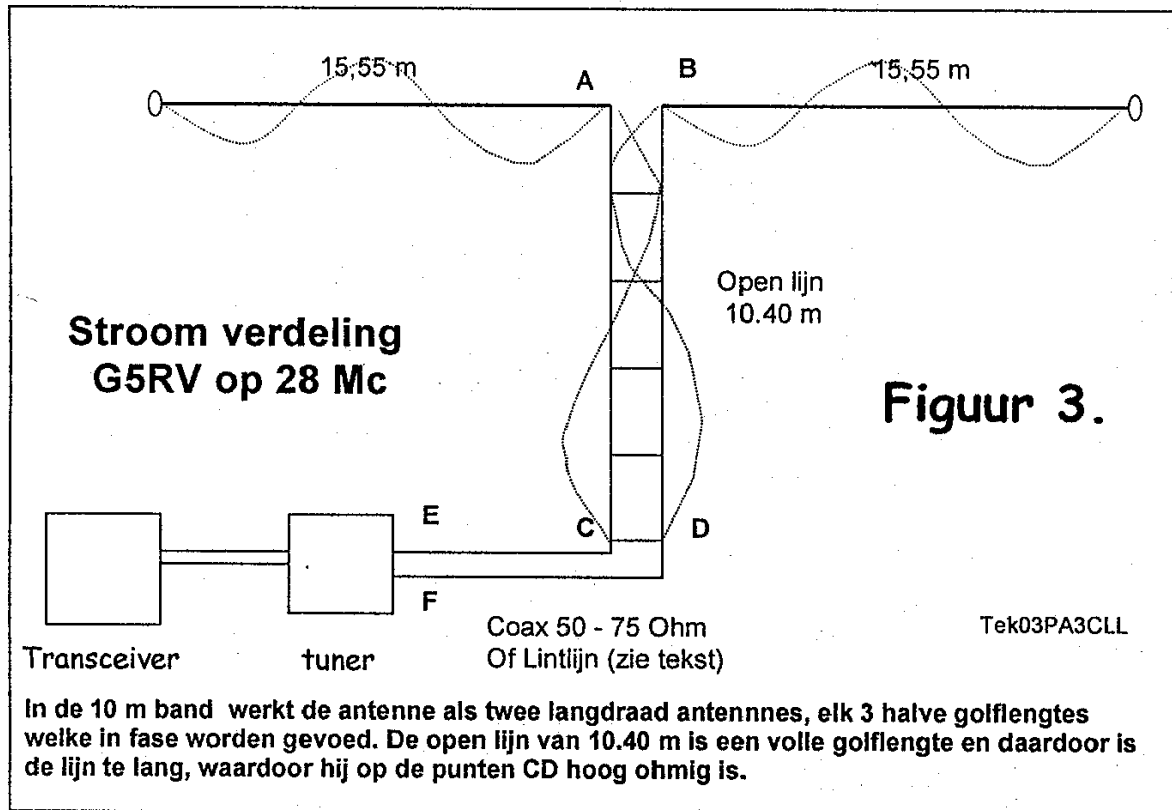
De weerstand in het voedingspunt is zeer hoog (punt AB) (de antenne gedraagt zich als een parallel kring) de openlijn werkt als een halve golf aanpassing stub waardoor de impedantie op de punten C.D rond 90 ohm bedraagt. Op dit punt kan dan ook zonder problemen een coax kabel worden aangesloten, waarbij een 50 Ω kabel een SWR van rond 1: 1,8 laat zien.

Het stralings patroon op de 20 m Band is een polaire multi-lob van het klaverblad type. De antenne heeft hier ten opzichte van een halve golf dipool een versterking van ongeveer 0,75 dB.



In dit geval werkt de antenne als een in het midden gevoede langdraad welke drie halve golven lang is. De open lijn van 10.40 m werkt hier als een aanpassing stub van 1:1 waarbij de impedantie rond 90 Ω bedraagt.

18 Mc (17 m Band) was in de tijd dat het ontwerp het daglicht zag nog niet voor zend amateurs beschikbaar, maar werkt uitaard prima. De G5RV is hier een in fase gevoede dipool van twee golflengten. De aanpassing is op de punten CD niet optimaal en bij mij was de SWR rond de 1 op 10 in de originele opstelling. Impedantie is dus aan de hoge kan en deels reactief



Op de **15 m Band (21 Mc)** werkt de G5RV als een langdraad antenne met een lengte van 5 halve golven. De impedantie is op de punten CD is relatief hoog. SWR over 50 ohm was bij mij rond 1:7 . Ook op deze band is het stralingspatroon een multi lob , maar bij een antenne hoogte van rond de 10 m is de opstralinghoek vrij laag waar door er goed DX is mee te werken. (en die versterking van rond 1,5 dB is mooi mee genomen.)

Ook de **12 m Band (24,6 Mc)** was in 1946 niet beschikbaar voor de zendamateur, maar hier het toeval wil dat de antenne goed aanpast op 50 Ohm coax. De antenne is ook hier 5 halve golflengten lang, waarbij de open lijn als matching sectie fungeert en een lage impedantie laat zien. Bij mij was de SWR 1:1,5 en ook door de gunstige opstralingshoek goed voor DX werk.

Wat de 10 m band betreft heb ik goede ervaringen met deze antenne, het werken van DX is ook hier door de lage opstralingshoek en de versteking van rond 3 dB ten opzichte van een halve golf dipool bijzonder goed op ± 10 m hoogte. Hier werkt de G5RV als een in fase gevoede langdraad van 2 maal 3 halve golf lengtes. De impedantie is hier relatief hoog wat wel uit de stroomverdeling van het bovenstaande figuur blijkt. Bij mij viel het nogal mee met een SWR van 1: 5 (en ATU) was er goed te werken.

Nu ben ik gelukkig niet besmet met het SWR virus en heb vele jaren met de "originele" G5RV naar genoegen gewerkt, waarbij ik de coaxkabel aan de opvoeding lijn had verbonden. Zoals in vele publicaties gemeld zijn de verliezen in coaxkabel in het HF bereik relatief laag. Toen PAoSE zijn publicatie over het "Sprookje van deze antenne" publiceerde (Ref. 3) heb ik de berekende SWR getallen eens vergeleken met mijn SWR metingen. (Tabel 1). Mijn gemeten waarden bleken veel gunstiger te zijn dan de berekende waarden.

Hoe kan dat nou? was bij mij de vraag, maar ook bij een tweede controle bleken mijn waarden niet gek veel anders. Zouden die antenne rekenprogramma's wel kloppen? De SWR is gemeten met een Monacor FSI 5, waarbij de nauwkeurigheid boven een staande golf van meer dan 1:5 niet te hoog moet worden geacht. (Zie tabel 1)

TABEL 1 Frequentie in Mc	Impedantie aan begin (CD) van de voedinglijn in Ohm	SWR berekend volgens PAoSE (t.o.v 75 Ω)	SWR gemeten door PA3CLL (t.o.v 75 Ω) "Originele opstelling"
3,70	31,2 + j 170	15,1	5
7,05	113 - j 282	11,4	2
10,125	152 + j 724	48,5	> 10
14,20	106 - j 5,9	1,4	2
18,120	196 - j 525	21,7	> 10
21,225	112 + j 391	20,4	7
24,95	164 - j 69,9	2,7	1,4
28,85	826 - j 1282	37,6	5

SWR van de G5RV berekend door PAoSE in vergelijking tot de gemeten waarden van PA3CLL.

In mijn G5RV antenne opstelling had ik een coaxkabel van ongeveer 7 meter waarvan ongeveer 2,5 meter was gewikkeld als mantelstroom trafo.

(8 wikkelingen op 11 cm diameter) zoals ook door de ontwerper is aanbevolen. (ref 1) Coax was gewone witte TV coax van 75Ω .

Ik wil u deze bevindingen toch even noemen om dat een soortgelijke opmerking door PAoSE over de gemeten waarden van een "aangepaste" G5RV welke door de Zuid-Afrikaanse amateur ZS6BWK is geconstateerd. (SE had hier twijfels over de nauwkeurigheid van de SWR meter van deze OM).

Wat mij opvalt, is dat zo lang de berekende SWR laag is deze "redelijk" klopt met de door mij gemeten waarde. Echter op frequenties waar deze een grotere capacatieve reactantie heeft (80-40- 15- 10 M Band) zijn er aanzienlijke verschillen tussen de gemeten en de berekende waarden. (Tabel 1) Ik denk dat de verklaring moet worden gezocht in het feit dat een coax kabel een bepaalde capaciteit (ongeveer 100 pF/m) heeft en je kunt je voorstellen dat als je een capaciteit parallel over de open voedinglijn op de punten CD plaatst de capacatieve reactantie die op b.v de 80 m band het geval is, je met een bepaalde capaciteit parallel een weerstand krijgt die dichterbij je ohmse belasting van in dit geval 75Ω kan komen. (Stroom ijlt minder voor op de spanning waardoor de ohmse belasting gunstiger wordt.)

Ik kwam hier achter doordat ik de antenne aansloot met een coaxlijn van 92Ω , (RG 62/U heeft een capaciteit van 46 pF/m) een veel slechtere SWR op een aantal banden kreeg. De capacatieve reactantie X_c is afhankelijk van de frequentie, en b.v een condensator van 300 pF , heeft dan een schijnbare weerstand op $3,5 \text{ Mc}$ van $(1.000.000 / (2 \times \pi \times 3,5 \times 300)) = 150 \Omega$.

Als je een condensator over de openlijn op de punten CD plaatst krijg je als het ware een weerstand parallel over je open lijn die samen met de ohmse coax kabel een bepaalde belasting geeft aan de zender kant.

Verder is het zo dat de toevoeging van een extra condensator de stroom die voorheen voorijlt op de spanning in "fase" brengt met de stroom waardoor de antenne niet meer "capacatieve" maar een meer inductieve belasting ziet.

Ik kan me voorstellen dat met dit SWR niveau de ontwerper het advies gaf, dat de antenne goed bruikbaar is op de HF banden omdat over coax samen met een goede tuner de verliezen in het antenne systeem relatief laag zijn, samen met een goed straling rendement.

Volgende maand: 2e deel

73, Henk, PA3CLL