

"Case Study" : Verticale Antenne voor de 40m-band

Als gevolg van wat gesprekken (of waren het hoogoplopende discussies ?) in de radioclub in Oostende zette ik mij eens aan het mediteren over een zeer bekende en eenvoudige antenne : de **kwartgolf groundplane**, met als resultaat het volgende verhaal.

Voor VHF wordt deze antenne meestal met schuine radialen gemaakt zodat de impedantie vrij gemakkelijk op precies 50Ω te brengen is .. en alle problemen zijn van de baan.
Op HF is alles wel iets minder gemakkelijk zoals zal blijken.

Alle simulaties zijn gebeurd met het bekende programma **MMANA** (te vinden op <http://mmhamsoft.amateur-radio.ca/mmana/index.htm>), en de aanpassingen zijn berekend met **Smith** (zie <http://www.fritz.dellsperger.net/> onder *Downloads*).

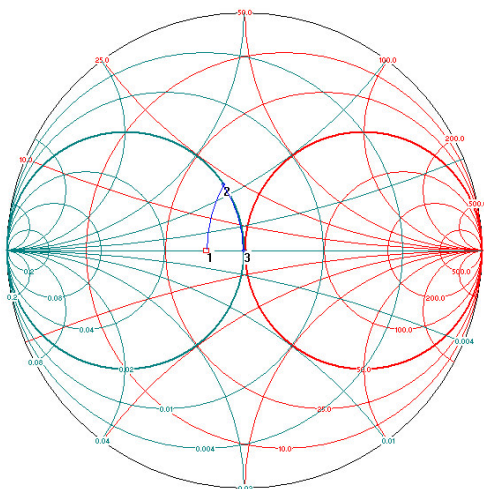
Voor luchtspoelen werd het programma **Mini Ring Core Calculator** gebruikt (http://www.dl5swb.de/html/mini_ring_core_calculator.htm)

Als je fouten of onnauwkeurigheden ontdekt mag je mij die uiteraard altijd melden.
Het eerste deel is louter theoretisch, de praktijk komt het laatst (het venijn zit in de staart ...).

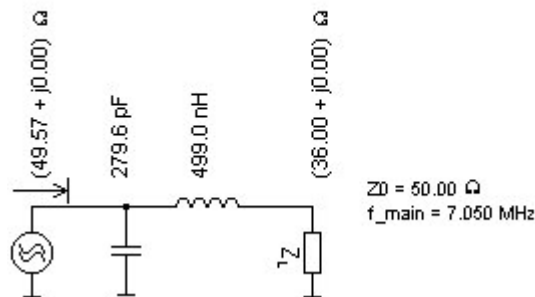
Bekijken we eerst eens een vertical (uit koperdraad van 1.6 mm diameter) boven een radialen-netwerk ("buried radials"). Volgens MMANA wordt de theoretische impedantie $Z = 36 + j 0 \Omega$ bekomen met een straler van **10.35m** lengte.

Hier is dus een aanpassingsnetwerk nodig naar 50Ω , bvb. met een spoel van 499 nH in serie en een condensator van 280 pF in parallel (via **Smith**) :

SD :



Schema :



Met **miniRingCoreCalculator** (Tabblad : Air Cores) bepaal je voor een L van 499nH : 5 windingen over 10cm op diam 5cm, (= 78,1 cm draad nodig).

Neem voor C bvb. een vaste waarde van 270 pF (let op de max spanning , kV's ...?) + een voldoende grote luchttrimmer van 22 pF voor finetuning.

Uiteraard kan ook een parallel geschakelde, capacitieve stub gebruikt worden.

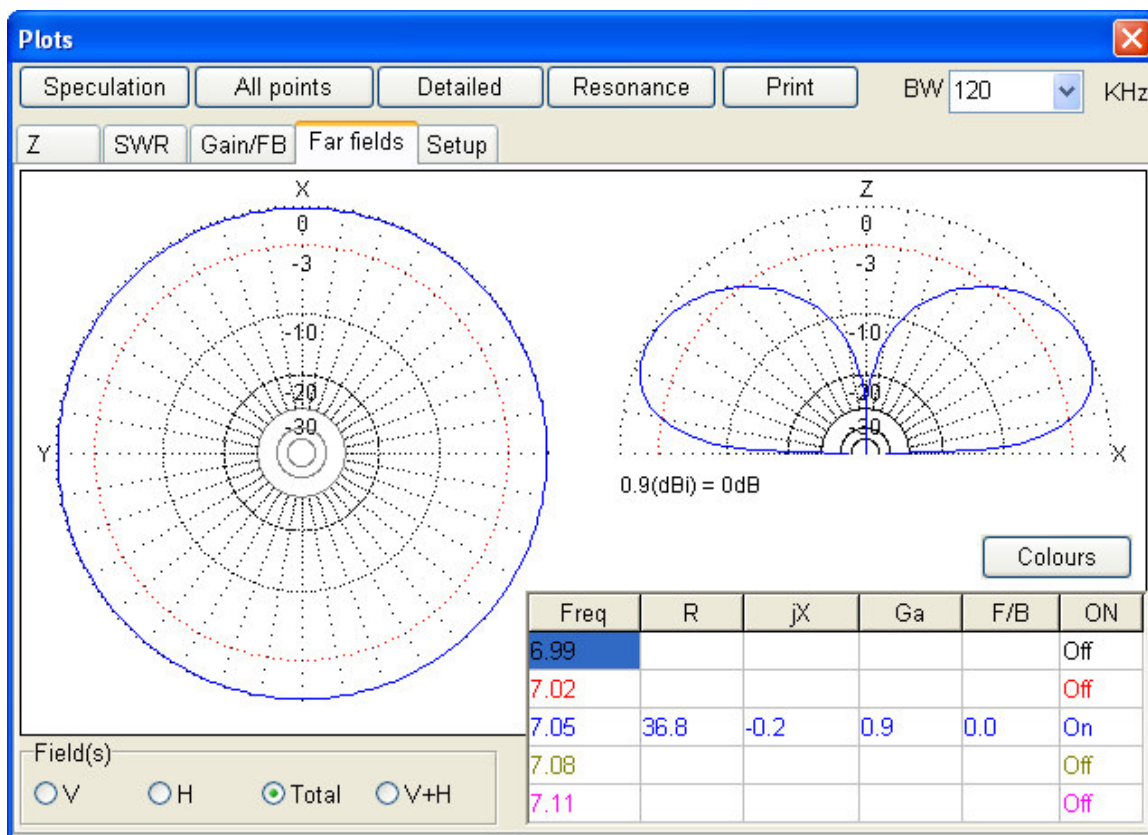
Dan rijst de vraag : kunnen we de spoel niet achterwege laten door een **langere straler** te nemen ? (dit trucje werd vroeger veel toegepast om een kwartgolf op een auto "aan te passen", dit is wel maar een halve oplossing : hoeveel OM hebben vroeger hun VHF groundplane op de auto niet "te kort" afgezaagd omdat ze dachten dat 48 cm de goeie lengte was ?)

Inderdaad, met een langere straler wordt de antenne-impedantie *inductief*, dit kunnen we dan met een condensator weer ohms maken (uiteraard bekomen we telkens slechts bij 1 frequentie een aanpassing, de vraag is of deze oplossing even breedbandig is als bv. een GP met schuine radialen die direct 50Ω is, zie verder).

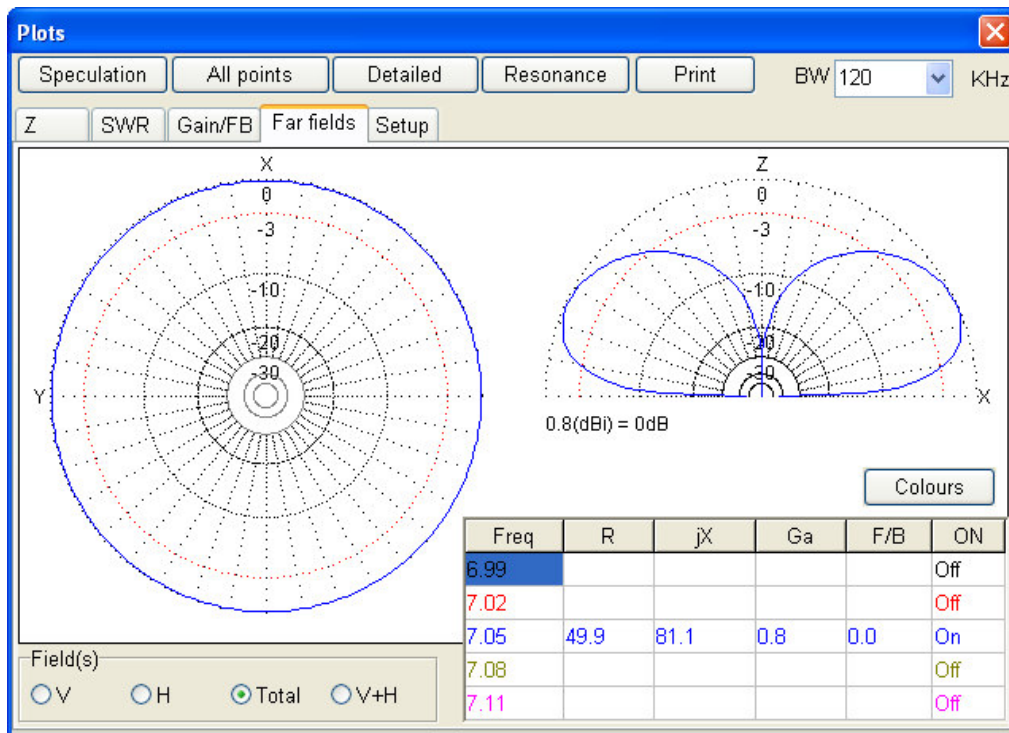
Zonder de C van 279.6 pF is de *impedantie* $36 + j 22.213 \Omega$ (merk op dat we de C parallel schakelen met de *admittantie* die hiermee overeenkomt).

Simulaties in **MMANA** :

1. Verifieer de theorie : straler 10,35m boven 10 buried radials : we bekomen inderdaad een $Z = 36.8 - j 0.2 \Omega$



2. We zouden de straler kunnen verlengen met **1 m** (en niet 78 cm !), we bekommen dan $Z = 49.9 + j 81.1 \Omega$ (ohms deel = 50 Ω , maar Z is wel nog inductief).



Dit inductieve deel kunnen we neutraliseren met een condensator, maar deze moet **in serie** staan ! Bij 7050 kHz is dit een $C = 1 / (2 * \pi * 7.05 * 10^6 * 81.1) = 278 \text{ pF}$.
 Maar als je nu een een stub wil gebruiken gaat dit dus niet (probeer in Smith maar eens een aanpassing met een C parallel te maken, het wordt alleen maar slechter).

Dus passen we hier een andere tactiek toe :

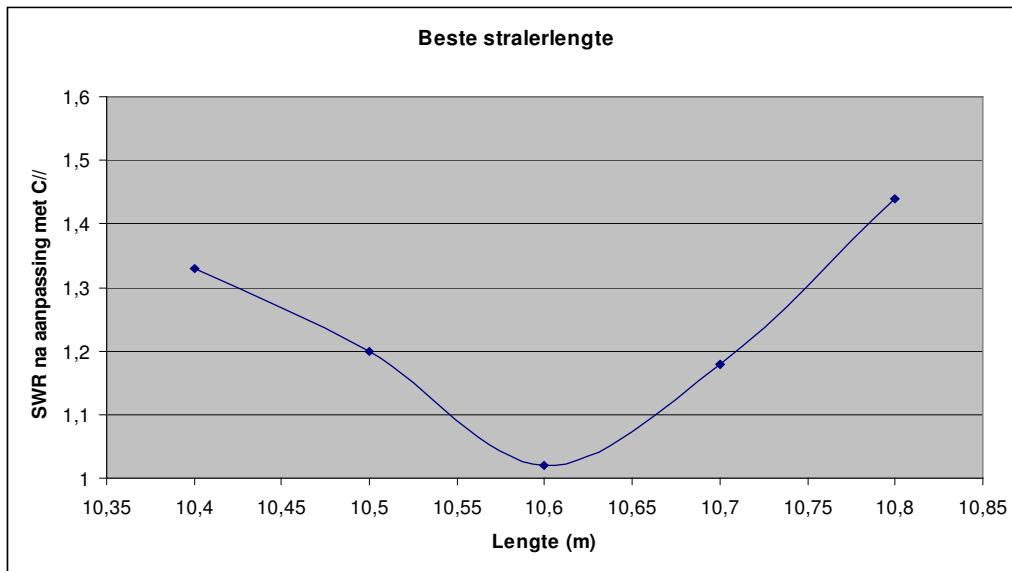
We onderzoeken met MMANA meerdere straler**lengtes** die een **inductieve** impedantie opleveren (en we noteren ook de bekomen **SWR zonder** extra componenten).

We berekenen met Smith de nodige parallelcondensator (of stublengte), en bepalen met MMANA de uiteindelijke **SWR mét** aanpassing erbij.

Dit levert volgende tabel en grafiekje op : (Cpar of stub is bij aanpassing naar $Z = 50 \Omega$)

Lengte	Z (MMANA)	SWR (MM)	Cpar (Smith)	SWR' (MM)	Stub (cm)
10	33.12-j27.91	2.18	(ind)		
10,1	34.14-j20.04	1.84	(ind)		
10,2	35.19-j12.12	1.57	(ind)		
10,3	36.28-j4.18	1.40	(ind)		
10,4	37.39+j3.80	1.35	63,8	1,33	59,7
10,5	38.54+j11.78	1.45	163,7	1,2	155,3
10,6	39.73+j19.79	1.64	226,8	1,02	207,7
10,7	40.95+j27.83	1.89	256,3	1,18	230,4
10,8	42.21+j35.92	2.18	264	1,44	236,1

Of grafisch voorgesteld :



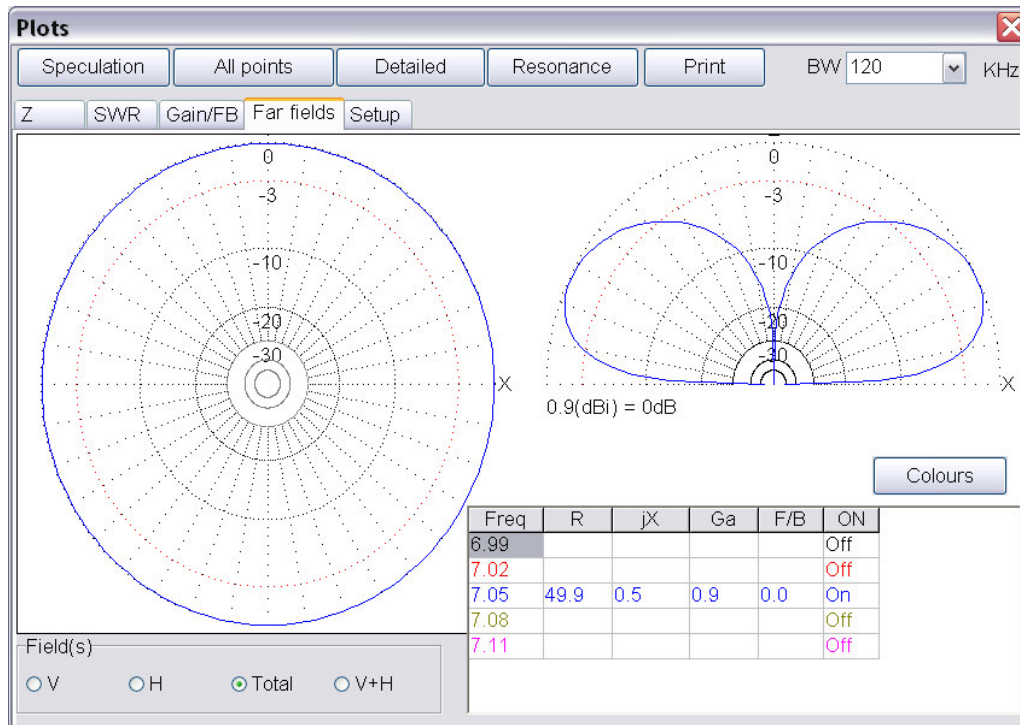
Hieruit blijkt dat de beste **stralerlengte 10,6 m** zal zijn, met een **C parallel van 227 pF**.

Merk dus op : als je van plan bent **niets** te doen, neem je best een straler van 10.4 m, je bekomt een SWR van 1,35.

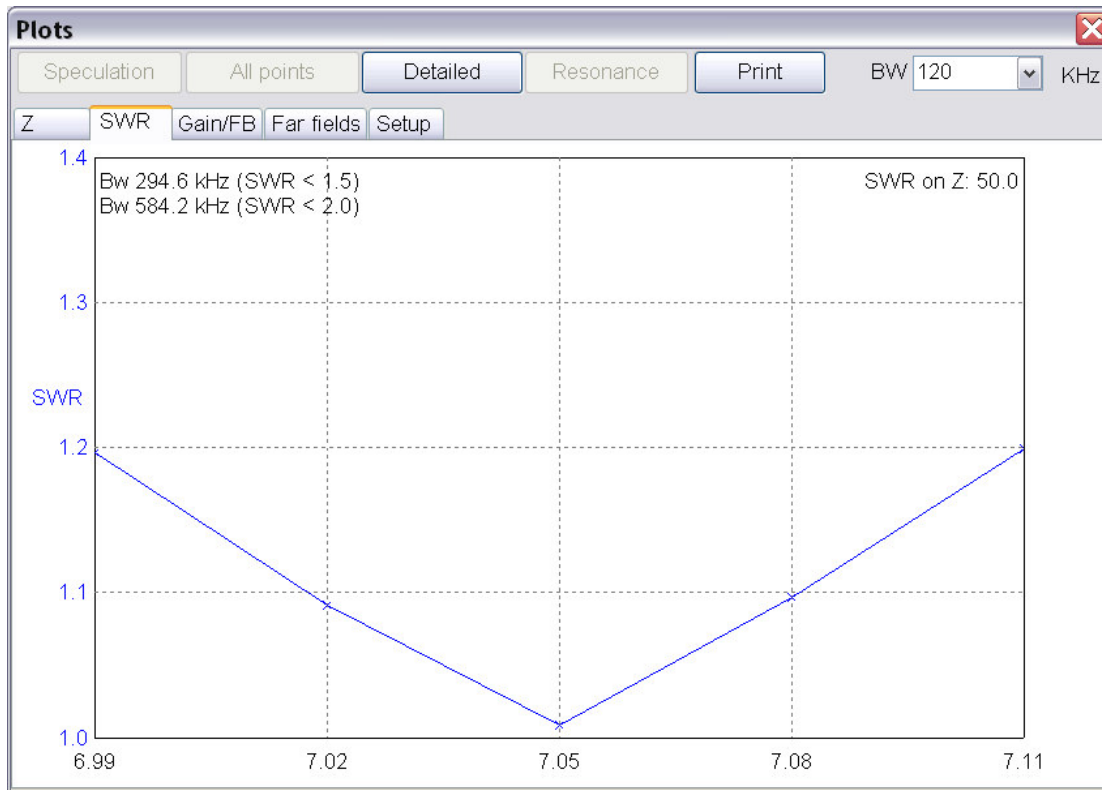
Plaats je in die situatie alsnog de benodigde condensator van 63,8 pF zodat Z ohms wordt, dan kan je de SWR niet laeger krijgen dan 1,33 (en dit loont dus de moeite niet !).

Maar het kan dus heel wat beter : neem een stralerlengte van **10,61 m** , dit lijkt op het eerste zicht slechter te zijn (SWR = 1,64), maar na bijvoegen van de condensator van **227 pF** zakt de SWR wel naar **1,02** !

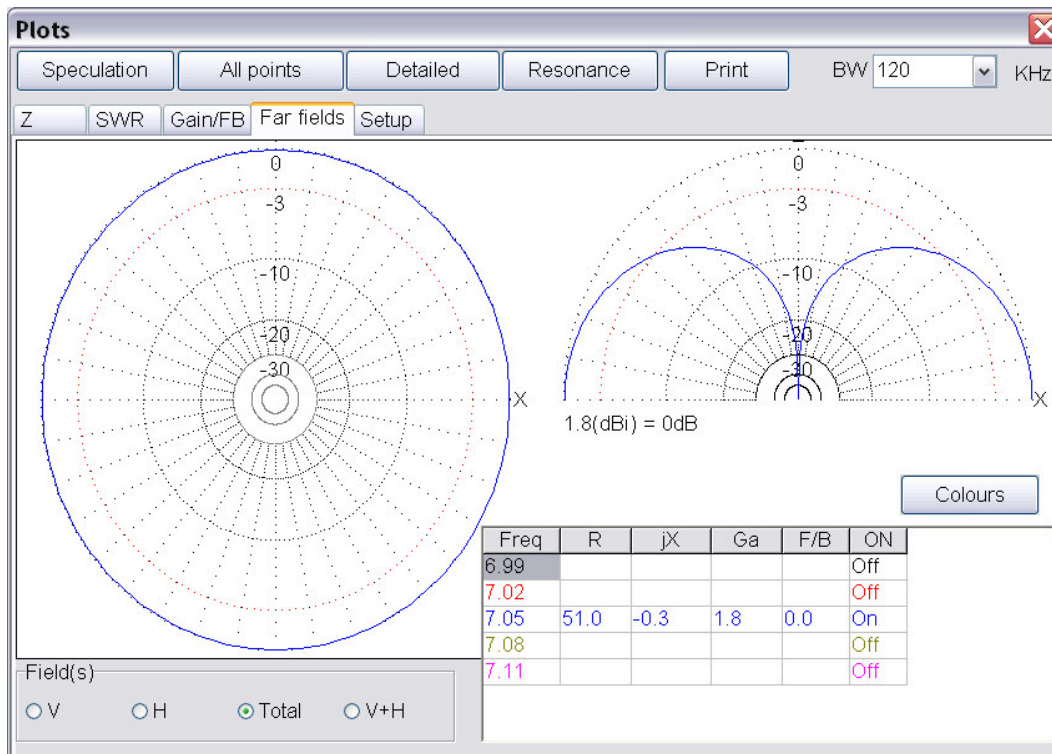
Ter controle stoppen we deze oplossing ook in MMANA, we bekommen $Z = 49.9 + j0.5$:



Dit geeft volgende SWR-curve :



Ter vergelijking van de bandbreedte, bekijken we ook een groundplane met schuine radialen (elevated radials) :



met SWR curve :



De SWR-bandbreedte is dus vergelijkbaar met vorige situatie (en voor de 40m band dus even bruikbaar, is nog te evalueren op andere banden).

En dan nu de praktijk. Ik had de gelegenheid alles eens te verifiëren bij **Norbert, ON4AVE**. Hij heeft in zijn tuin een uitstekend radialen-net steken, en had daarboven een draadje aan een glasvezelmast gehangen.

We hadden eerst problemen om met de antenne-analyzer de zaken te meten die de simulaties voorspelden.

Om een lang verhaal kort te maken : pas nadat ik ontdekte dat je voor een draadje met plastic isolatie (en mogelijk effect van die glasvezelmast) toch een redelijke **verkortingsfactor** in rekening moet brengen (**0.91** in het geval van ON4AVE) bleek alles perfect te kloppen.

Bij Norbert hadden we dus uiteindelijk **10.61 x 0.91 = 9.66 m** draad nodig, en met een condensator van **270 pF** (van aansluiting straler naar ground) was de SWR zoals voorspeld.

Eind goed , al goed !

Luc – ON7DQ