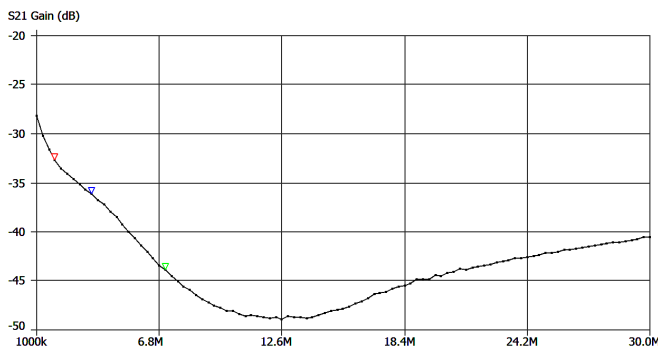


Common Mode Chokes : Info, maken, meten.

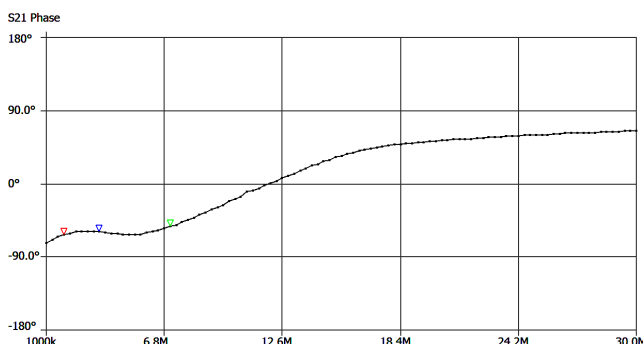
Nico H.C.J. Veth, pa0nhc 20220107-10. www.pa0nhc.nl www.k9yc.com www.fairrite.com pa0nhc@gmail.com

Ferriet info.

Ik doe niks meer met die raar gekleurde ringen van de rommel markten of uit sloop voedingen. Je weet niet wat je in je handen hebt, en wat en hoe je er iets mee kan doen. Ik werk graag met bekende materialen, waar alle eigenschappen van bekend zijn. Die oude ringen verzameling ging dus de vuilnisbak in. **Fairrite** maakt veel soorten ferriet, in veel maten. En belangrijk : in de Fairrite *catalogus* worden **alle** gegevens compleet, en overzichtelijk gepubliceerd. Zoals de frequentie gebieden waar verschillende ontstoorferrieten effectief zijn. Deze catalogus is op www.fairrite.com gratis te downloaden. Andere merken ferriet geven (veel) minder info. Fairrite componenten zijn bij industriële groothandels, zoals www.mouser.com , het *goedkoopst in grotere aantallen* te bestellen. Amidon verkoopt dergelijke ferriet ringen per stuk, met een zelf verzonden type nummering, en met een heftig prijs kaartje. Voor Common Mode Chokes in het frequentie gebied van 2 MHz tot 30 MHz is mix #31 het effectiefst, en het goedkoopst. Zeer uitgebreide artikelen over gemeten en toe te passen Common Mode Chokes, zijn op de website www.k9yc.com te vinden. Met een schat aan meet gegevens, grafieken, tabellen, ervaringen, aanbevelingen en conclusies. Op mijn site www.pa0nhc.nl staan er samenvattingen van.



Afbeelding 1: De sper verzwakking van twee in serie geschakelde CMCs. $Q_{-3dB} = 12/12 = 1$. $B_{-40dB} = 4\text{MHz tot } 30\text{ MHz}$ (NanoVNA-saver)



Afbeelding 2. Het fase gedrag van de twee in serie geschakelde CMCs. 1 tot 30MHz = +/- 70gr.

Basis regels.

1. Om een CMC in alle locaties van een antenne systeem *effectief* te laten functioneren, moet de **serie** impedantie van de CMC, over het *hele* te gebruiken frequentie gebied, **resistief** zijn.
2. Een hoofdzakelijk *inductieve* spoel kan, door common mode **resonantie**, weinig sper effect vertonen, of juist *verslechtering* van antenne eigenschappen veroorzaken.
3. In een goed aangepast, en redelijk gebalanceerd antenne systeem, is een common mode choke met **resistieve serie** impedantie $|Z|$ van **minstens 5 kOhm** vereist.
4. De te gebruiken ferriet soort (mix) hangt af van het frequentie gebied, waar deze 5 kOhm **resistieve** serie impedantie verkregen moet worden. Voor het frequentie gebied tussen 3 MHz en 30 MHz is het goedkope **#31 mix** optimaal.

Een **breedband choke** maken met $|Z| \geq 5\text{ kOhm}$ **resistief** tussen 2 MHz en 30 MHz is niet makkelijk. Het kan lukken door heel veel (minstens 100 stuks) #31 ferriet pijpjes over de coax

te schuiven, of door een serie schakeling van meerdere CMCs. Meten = weten.

Afbeeldingen 1 en 2 tonen meet resultaten, gemeten aan een set van twee in serie geschakelde, 47,5 mm lange #31 “SnapIt” (gedeelde of klap-) kernen, orderNr 0431173551. Iedere kern bevatte negen windingen 6,3mm breed tweelingsnoer, over de hele omtrek verdeeld, strak tegen de plastic behuizing gewikkeld. Dit CMC duo is tot ca. 400W van 5 MHz tot 30 MHz goed toepasbaar, in een goed aangepaste breedband antenne. Vier van dergelijke spoelen in serie geschakeld zouden kunnen voldoen als eind-CMC voor een eind gevoede pa0nhc Cobra dipool antenne, of end fed breedband draad antenne.

Hoe meten.

Ik heb eens een door de VERON georganiseerde cursusdag “HF storingen zoeken” bijgewoond. Daar werd ook gedemonstreerd, hoe volgens internationale normen en voorschriften, door elektrische apparaten naar het lichtnet geleide stoor spectrum, gemeten werd. Onder andere op een houten tafel, met een metalen tafelblad als elektrisch referentievlak. De behuizing van de meet apparatuur (spectrum analyser) was met dat geïsoleerde metalen oppervlak verbonden. Ook George Oudewaal (ON9BOG) meet op een dergelijke professionele manier aan stoor bronnen.

Ik meet daarom ook aan CMCs met de hele schakeling op een als referentie (aard) vlak fungerende, koperen plaat (Afbeelding 3). Die plaat is bij de VNA ingang aan de VNA kast verbonden. Het gebruik van die metalen plaat maakt wel degelijk iets uit. Dat is te zien aan de verschillen in CMC frequentie karakteristieken. Met de plaat verdwijnen raadselachtige, hand effect gevoelige, extra resonantie bulten. REM : vooral bij meten van meerdere in serie geschakelde CMCs, of grote CMCs met grote coax lussen buitenom, blijven de CMCs gevoelig voor extra capaciteiten in de buurt. Zoals handen, en de afstand van de CMC en aansluitingen ten opzichte van de grond plaat. Houd dus afstand.

Aansluiten.

Het lijkt me verstandig om zo “kaal” mogelijk aan een spoel te meten. Ik verbind daarom de VNA met de CMC door **korte**, soepele draadjes met kleine krokodille klemmetjes. (Afbeelding 3). Kalibreren van de VNA moet wel inclusief deze aansluit draden en krokodille klemmen. Ik gebruik bij het aansluiten en meten van CMCs dus geen coax aansluit kabels, en geen dempend ferriet over aansluit draden.

Meet ook altijd het fase gedrag.

Aan het fasegedrag van een CMC kunt je ongewenste resonantie effecten, en slechte CMCs herkennen. Meet dus van een CMC niet alleen de verzwakking “S21 gain” (Afbeelding 1), maar ook het bijbehorende **fase gedrag** “S21 phase” of “arg(S21)” (Afbeeldingen 2 en 4).

Resonantie.

Het serie impedantie gedrag van een CMC moet **resistief** zijn. Dat is in de fase karakteristiek te herkennen als breedbandig en GELEIDELIJK oplopen van het faseverschil tussen de VNA poorten. Van hoger dan **-90** graden, tot lager dan **+90** graden (Afbeelding 2).

Als de serie impedantie echter **inductief** is, dan treedt er (samen met de parallel capaciteit van de spoel) onvermijdelijk ergens een smal bandige **resonantie** op. Dat herken je in de fase grafiek als een fase sprong van +180 naar -180 graden (Afbeelding 5). Links van die

fase sprong gedraagt de spoel zich inductief, rechts ervan capacitief.

Ziet u dit, controleer dan **eerst** of u de aansluit draden correct mee gekalibreerd hebt. Zo niet, dan kan dit de oorzaak van een (niet in de CMC bestaande) fasesprong zijn.

Een fasesprong van +180 naar -180 graden duidt op een *slechte* "CMC".

Een dergelijke zich inductief gedragende spoel is, afhankelijk waar hij zich in het antenne systeem bevindt, weinig effectief in het verzwakken van common mode stromen, of zelfs contra productief. Een inductieve spoel kan namelijk door *resonantie effecten* common mode stromen juist **versterken**.

Wikkelen.

In het algemeen geldt : Wikkel in principe zo *strak* mogelijk *tegen* het ferriet van de kern aan. Bij klapkernen (Fairrite "Snap-it") zo strak mogelijk tegen de plastic behuizing blijven. Twee tywraps kunnen de windingen dicht tegen de kern klemmen. De windingen aan de buiten omtrek naast elkaar lopend, niet over elkaar heen wikkelen. Dit geeft de *laagste* Q-waarde, en de grootste CMC bandbreedte. Een goede CMC heeft een Q van rond 1.

Zwerf stromen.

Je zou kunnen verwachten, dat het magnetische veld in een CMC volledig IN de ferriet kern geconcentreerd is. En dat er dus direct buiten de spoel omtrek geen HF velden bestaan. De praktijk spreekt dit tegen. Voorbeeld : Een te meten ferriet transformator, die direct op de metalen "aard" plaat lag, bleek een enigszins geringere zelfinductie te hebben, dan met 2cm isolatie tussen de plaat en de spoel. De oorzaak waren zwerf stromen in de koperen plaat onder de spoel. Die werden door de magnetische lek velden aan de buiten omtrek van de spoel in die plaat geïnduceerd. De lek velden waren een gevolg van het niet perfect afdekken van de kern omtrek door de transformator wikkeling.

Leg daarom tussen de te meten ferriet kern, en de metalen "aard" plaat, altijd een minstens **2cm dikke isolatie** plaat (schuimplastic). Dat voorkomt beïnvloeding van de meting door zwerfstromen en parasitaire capaciteiten.

Kalibreren.

Kalibratie met aan de VNA verbonden standaard coax SMA kabeltjes is simpel. Dit geldt dus voor meten aan componenten waar SMA busjes als aansluitingen aan vast zitten (filters, versterker printjes). Volg de instructies in de VNA software, en sluit de SMA doorverbinding, load en kortsluit connectortjes aan de kabel einden aan.

Metten met korte losse draadjes en krokodillen klemmetjes, vergt *mee kalibreren van die draadjes+klemmetjes*. Doet men dat niet, dan kan dit rare effecten opleveren !

REM : de met (**) aangegeven items worden in de calibratie file opgenomen. Bij later openen van deze file worden ze direct als instellingen gebruikt.

Omdat in VNA_QT niet duidelijk is welke poort gekalibreerd wordt, gebruik ik op porten 1 en 2 tegelijk short en load plugjes.

Kalibreren met VNA_QT software doe ik dan als volgt :

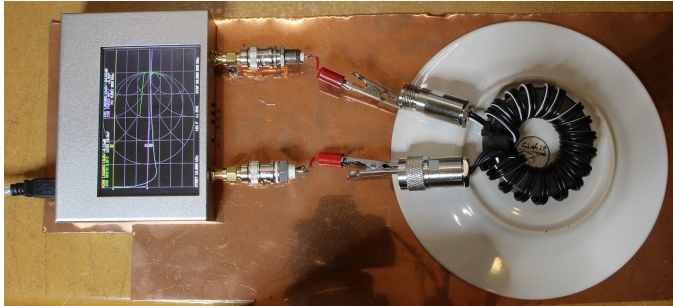
1. Select in Device de juiste COM poort.
2. Kies als Calibration Type "SOLT (T/R)" (**).
3. Sluit op beide VNA poorten LOAD plugjes aan.

4. Druk op "LOAD" (**).
5. Vervang de load plugjes door "Short" plugjes.
6. Druk op "SHORT" (**).
7. **Vervang de short plugjes door snoertjes met krokodillen klemmetjes, maar verbind de klemmetjes niet met elkaar.**
8. **Druk op OPEN (**).**
9. **Verbind nu de punten van beide krokodillen klemmetjes met elkaar.**
10. **Druk op "Thru" (**).**
11. Druk op "APPLY".
12. Click op "Calibration".
13. Click op "Save as".
14. Bewaar het calibratie bestand met een duidelijke naam, met daarin frequentie bereik, en "snoertjes" of "klemmetjes".

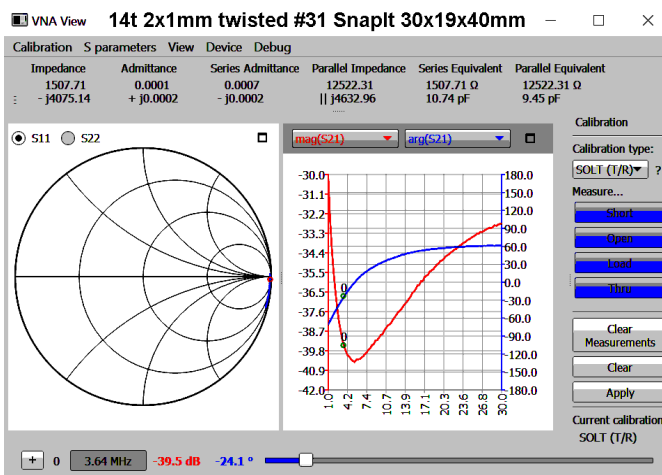
Meten :

1. Start VNA_QT.
2. Verbind met de VNA.
3. Laad een kalibratie bestand.

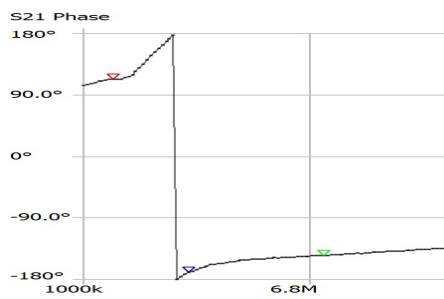
===== einde tekst =====



Afbeelding 3: Meten aan een CMC boven een aardplaat, met een schoteltje als isolatie.



Afbeelding 4: Sperdamping en fasegedrag met VNA_QT software overzichtelijk in één grafiek.



Afbeelding 5: Fasesprong op ca. 3,5 MHz.