

# METINGEN MET DE NANOVNA

door Arie Kleingeld PA3A



## Deel 6: Meten van de ingangsimpedantie van een ontvanger

### De 'heilige' 50 ohm waarde

Onze coaxkabels zijn 50 ohm, onze SWR-meters werken met 50 ohm, de nanoVNA werkt met 50 ohm, de antennetuners werken alles om naar 50 ohm en dus ook mijn ontvanger heeft een ingangsimpedantie van 50 ohm. Maar is dat wel zo? Het meten daarvan is een mooi klusje voor de nanoVNA. De in dit artikel gepresenteerde meetgrafieken zijn gemaakt met nanoSAVER.

### Meetproblematiek

Meten van een impedantie met S11 R+jX is gemakkelijk, en weergave van de S11 SWR geeft ons een vertrouwd inzicht over de aanpassing naar 50 ohm. Mijn nanoVNA versie H3.2 geeft een signaal af van -5dBm (S9 +68dB) in het HF gebied, maar andere VNA's kunnen wel 0dBm (S9 +73dB oftewel 1 milliwatt) afgeven. Dat laatste betekent een spanning met een piekwaarde ruim 0,3V. Een mogelijk probleem kan dan zijn dat er per ongeluk iets onbedoeld wél of juist níet geleidt (b.v. schakeldiodes). De kans is aanwezig dat je dan net een andere waarde meet dan wanneer je dat met wat zwakkere signalen zou doen, zeg lager dan de S9 +60dB maximale waarde van je S-meter.

Je kunt het VNA signaal bijvoorbeeld met 10 of 20 dB zou verzwakken. Maar kun je dan met een verzwakker tussen de nano en de ontvanger nog wel goed de ingangsimpedantie meten? Dat is de vraag die we als eerste beantwoorden voordat we de nanoVNA aansluiten op de ingang van de ontvanger.

### Maken van een verzwakker

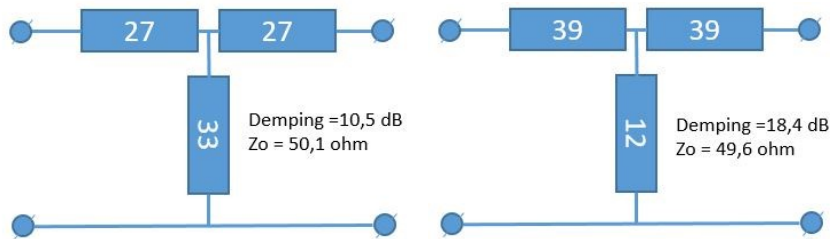
De verzwakkers maak ik vanuit de junkbox. Als je naar '50 ohm attenuator' zoekt dan is er veel te vinden. Uit de vele websites met verzwakkerdocumentatie kies ik de site van John MOUKD. Hij heeft meerdere calculators op zijn site verzameld waarbij weerstandswaarden voor je worden uitgerekend voor een gewenste verzwakking. Fijn om daar gebruik van te kunnen maken.

[\(https://m0ukd.com/calculators/\)](https://m0ukd.com/calculators/)

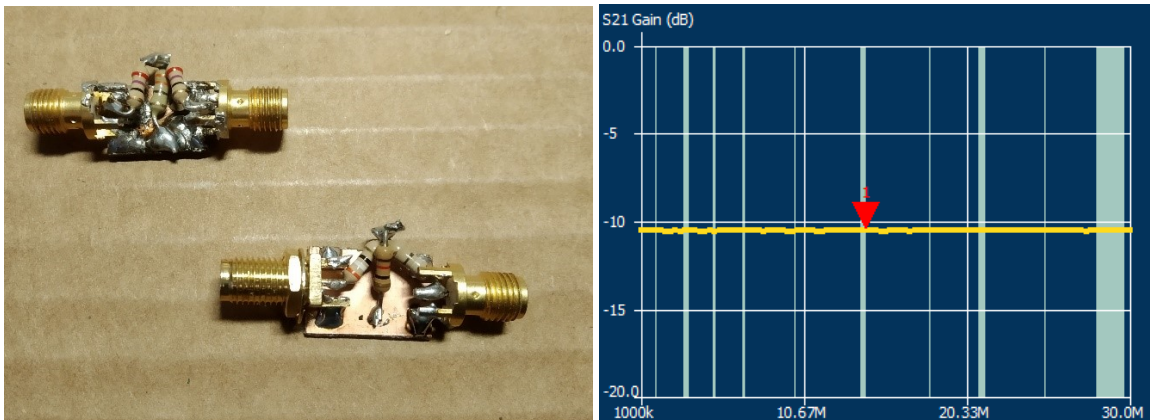
Welke verzwakker ik maak is afhankelijk van de volgende vier criteria:

1. Moet gemaakt kunnen worden met slechts 3 standaard weerstanden (uit E-12 reeks)
2. Karakteristieke impedantie ( $Z_0$ ) van de verzwakker dient dicht bij 50 ohm uit te komen
3. In de buurt van 10dB en/of in de buurt van 20 dB verzwakking
4. T-vorm of PI-vorm is niet belangrijk

De volgende T-verzwakkers komen na wat proberen in de verzwakkercalculator aardig in de buurt:



In de praktijk zien de verzwakkers er simpel uit (zie foto). Verzwakkers voor HF maken is namelijk gemakkelijk en niet kritisch. Bij het nameten bleek de demping van beide verzwakkers te kloppen, zie als voorbeeld de S21 Gain van de 10,5 dB verzwakker. De 18,4 dB verzwakker was ook spot-on.

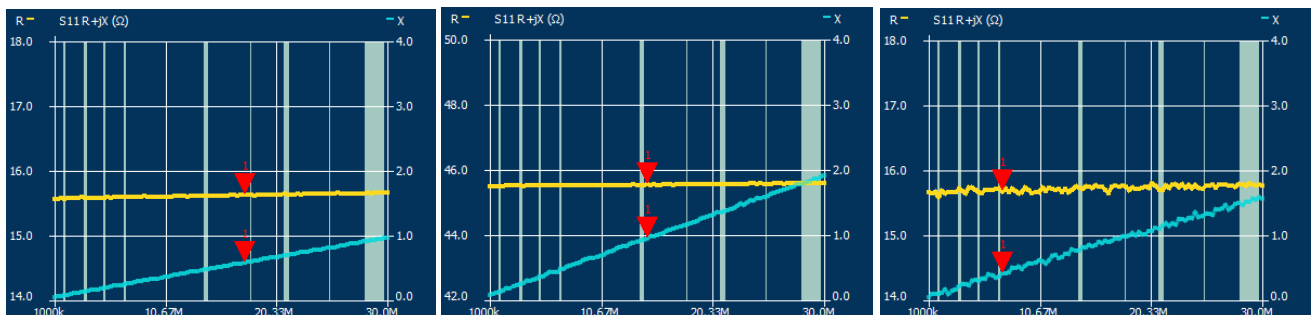


### Metten met de nanoVNA via de verzwakkers, de test

Eerst meten we met de standaard nanoVNA de S11 R+jX van een ongeveer 16 ohm weerstand. De waarde blijkt ruim 15,5 ohm te zijn (zie grafiekje hieronder, links).

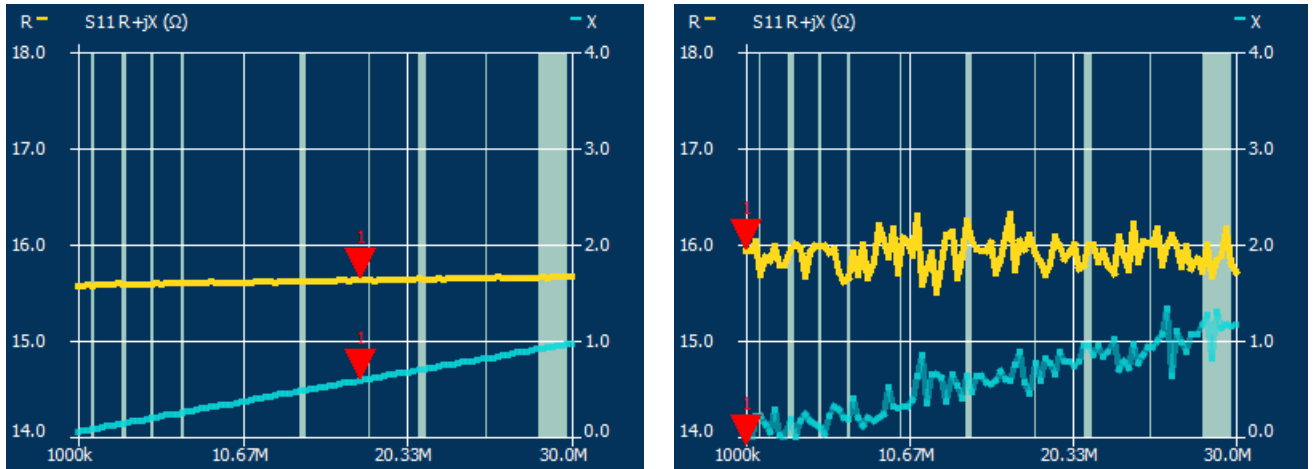
Schakelen we vervolgens zonder verdere poespas de 10dB verzwakker ertussen en meten we de 16 ohm nog een keer, dan krijgen we de middelste grafiek. We zien hierin een foutieve waarde (ca. 46 ohm).

Vervolgens kalibreren we de nano op de gebruikelijke manier met de verzwakker opgenomen in de keten. Als we dan dezelfde 16 ohm opnieuw meten krijgen we de rechter grafiek. We zien duidelijk die 16 ohm terug. Dit is vrijwel een kopie van de linker grafiek zonder verzwakker.



Dit is de kracht van de kalibratiemogelijkheid van de nano! Je kunt, mits de verzwakking niet te groot is, en je hebt de zaak opnieuw gekalibreerd, nog steeds goed meten. Met een andere load (b.v. 75 ohm) kon ik hetzelfde beeld vaststellen.

Ook heb ik de 16 ohm gemeten via de 18dB verzwakker. Hieronder vind je de twee metingen: links zonder verzwakker, rechts met 18dB verzwakker en nieuwe kalibratie. We kunnen zien dat de kalibratie de 18dB demping ook keurig verwerkt, maar er is wat ruis in de meting gekomen. Maar dit is niet echt storend.

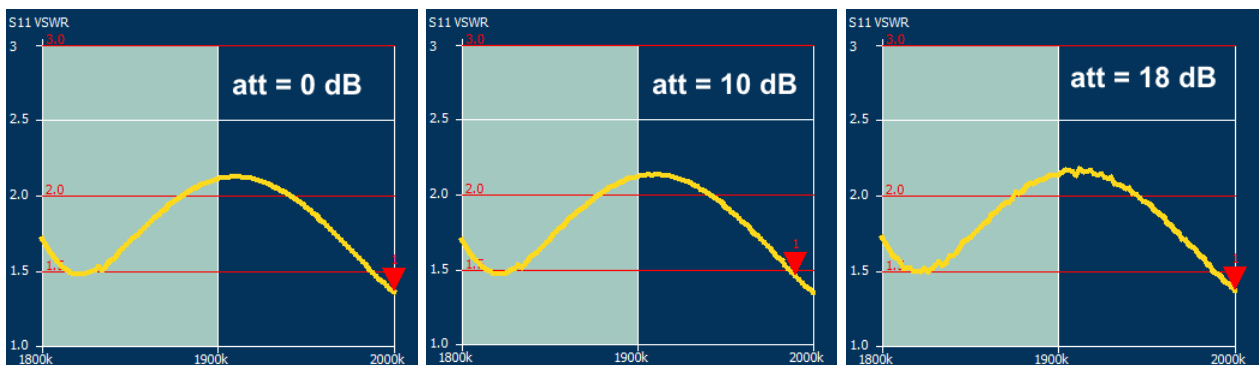


Hiermee hebben we vastgesteld dat we rustig door de verzwakkers heen kunnen meten, mits de gebruikte verzwakking niet te hoog is.

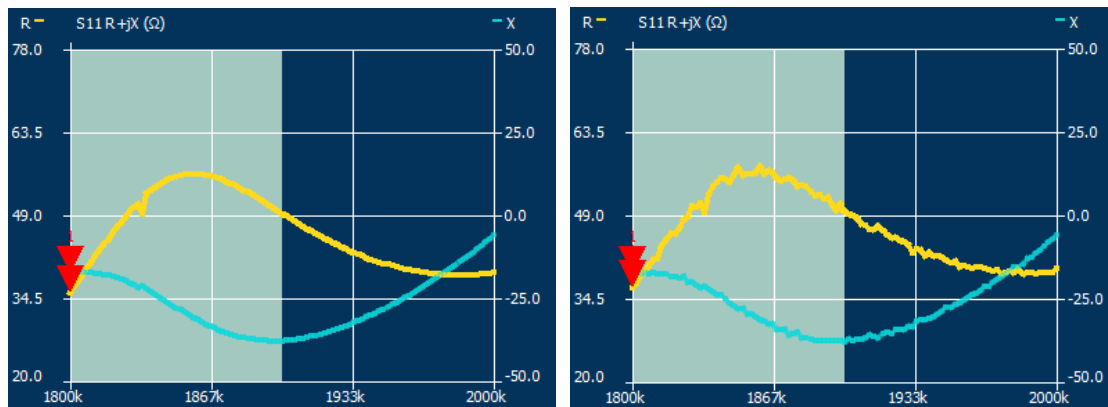
### Metten van de ingangsimpedantie van een ontvanger.

De ontvanger onderhanden is een Elecraft K3. Ik kies in dit geval voor de SUB RX (2<sup>e</sup> ontvanger) en stem deze af op de 160m band. Andere banden meten gaat vergelijkbaar, al dan niet met andere impedantie- en SWR-waarden. We meten S11 achtereenvolgens zonder verzwakker (att = 0 dB), met de 10dB verzwakker (att = 10 dB) en met de 18dB verzwakker (att = 18 dB). In alle 3 gevallen werd de nano eerst gekalibreerd.

Allereerst de S11 SWR-curves, die voor ons zendamateurs het bekendst zijn. De SWR van de ontvanger ingang op 160m blijkt uit te komen tussen 1,5 en 2. Tussen de drie metingen blijkt nauwelijks verschil. Als we een verzwakker gebruiken kunnen we dus in de praktijk goed meten.



Vervolgens bekijken we de S11 R+jX waarden om een wat dieper beeld te geven. De metingen zijn gedaan met 0 dB demping (links) en met 18 dB demping (rechts).

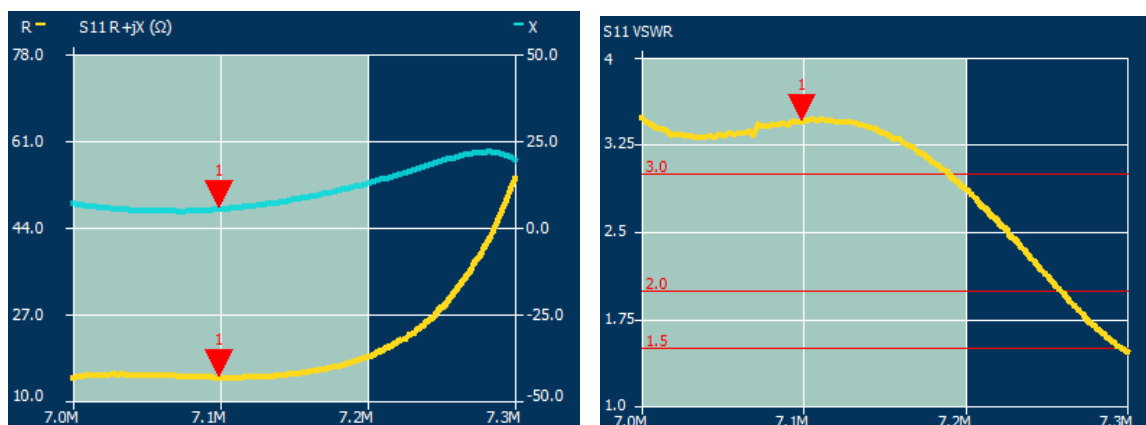


Ook hier zien we dat de metingen gelijkwaardig zijn, alhoewel je in het geval van de 18dB verzwakker opnieuw duidelijk wat ruis op de meetwaarden ziet.

## Conclusies

1. We zien dat we de K3 rustig kunnen bemeten met het volle vermogen van de nanoVNA. Met en zonder verzwakker geeft dezelfde resultaten. Met 10dB demping zie je het verschil nauwelijks. We zien met de 18dB demping wel wat ruis in de metingen, maar dat is acceptabel. Wil je dus de ingang van de ontvanger sparen, dan kun je een 18dB verzwakker gewoon gebruiken. De meetwaarden komen er gewoon uit mits je eerst gekalibreerd hebt. Gebruiken van een hogere verzwakking zal de meetwaarden onnauwkeurig maken. In mijn geval was 25dB teveel voor een goede meting.
2. Op 160 meter is de SUB RX van de K3 aardig in de buurt van 50 ohm, SWR tussen 1,5 en 2.
3. De kalibratie voor de meting is *echt* belangrijk. Mocht de verzwakker niet helemaal symmetrisch zijn, dan variëren de gemeten waarden als je de verzwakker qua aansluiting omkeert. Let daar op want het kan veel schelen. Vraag me niet hoe ik dat weet ;-).
4. Op andere amateurbanden kan een ontvangeringang zich anders gedragen.

Om dat laatste punt 4 te demonstreren meet ik in onderstaand voorbeeld de S11 op 40m. Het verschil met 160m is duidelijk. Links de meting S11 R+jX, rechts de S11 SWR.



Kortom, een ontvanger ingang van precies 50 ohm is in mijn geval niet aan de orde. Dit kan ook per band verschillen. Als ik de koninklijke weg zou volgen om mijn 75 ohm ontvangantennes aan te passen aan de ingang van de SUBRX, dan zou ik eigenlijk per band een aanpassing moeten maken. Dat is iets voor de competitieve contesters en puristen. De ontvangantennes die ik zelf her en der gebruik en die de shack binnenkomen met 75 ohms tv-coax worden zonder aanpassing op de ontvanger aangesloten. Het blijkt in mijn specifieke situatie geen probleem.

Je kunt voor jezelf deze metingen ook herhalen met je eigen ontvanger terwijl je b.v. de pre-amp van je ontvanger aanzet of juist de verzwakker. Misschien maakt het voor jouw transceiver een verschil qua ingangsimpedantie.

Veel plezier met het meten.

Vragen of opmerkingen? Laat het weten. Contactgegevens vind je op QRZ.

73,

Arie Kleingeld, PA3A