

Antenne impedantie - Theorie en praktijk voorbeelden

Antenne impedantie theorie en praktijk

Graag probeer ik hier de theorie en de praktijk van antenne impedantie uitgebreid toe te lichten. Er worden een aantal populaire varianten besproken met hun karakteristieke antenne impedantie. Ik begin bij het begin en eindig misschien enigszins complex. Een antenne is een instrument dat elektrische wisselspanningssignalen omzet in elektromagnetische velden. Voor ontvangst geldt dit natuurlijk in omgekeerde richting.



Ideale antenne??

Bijna alle amateur tranceivers zijn tegenwoordig uitgevoerd met een coax aansluiting met een impedantie van 50 Ohm. De meest ideale antenne voor de gemiddelde amateur radio is dan ook een weerstand van 50 Ohm. Zo'n weerstand straalt natuurlijk voor geen meter maar de set kan goed met deze impedantie overweg.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{10}{0,2} = 50 \Omega$$

Impedantie versus spanning en stroom

Waarom is er gekozen voor een "standaard impedantie"? Dit is gedaan zodat iedere fabrikant zijn eindtrap zo kan configureren dat er bij een belasting van 50 Ohm het gevraagde vermogen kan worden geleverd. In de formule op het plaatje is te zien dat er een vermogen van 2 Watt wordt opgewerkt.

Immers $0,2A \times 10V = 2Watt$.

Stel dat er 50 Watt moet worden geleverd dan is dus bekend dat de opgewekte spanning 50 Volt moet bedragen, de stroom die dan loopt is 1 Ampère.

De impedantie is tenslotte 50 Ohm. $R = U / I \rightarrow 50 \text{ Ohm} = 50 \text{ Volt} / 1 \text{ Ampère}$.

Het vermogen: $P = U \times I \rightarrow 50 \text{ Watt} = 50 \text{ Volt} \times 1 \text{ Ampère}$

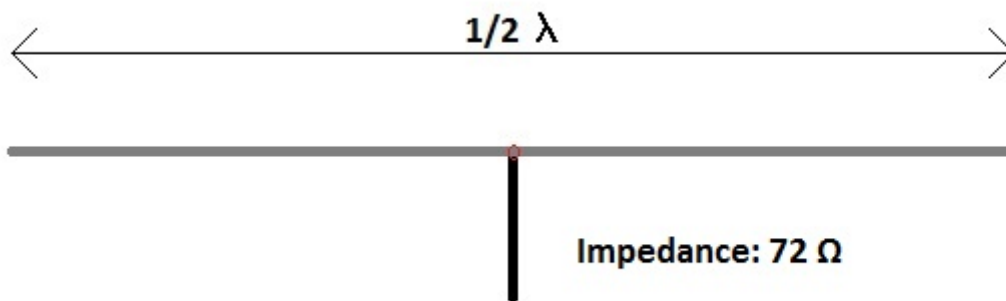
De fabrikant kan met deze informatie de juiste halfgeleiders voor de eindtrap bepalen. Aan ieder

type halfgeleider zijn namelijk bepaalde specificaties verbonden. Denk hierbij aan maximale spanning en stroom.

In bovenstaande voorbeelden wordt wel uitgegaan van een puur ohmse belasting. Dit wil zeggen dat de spanning en stroom in fase zijn. Er zit dus geen fase verschil in spanning en stroom. Bij een inductieve of capacatieve belasting is er wel sprake van een fase verschuiving. Als dit enigszins onbegrijpelijk klinkt, geen paniek... Ik kom hier later op terug. Ga er voor nu in ieder geval van uit dat een resonante antenne altijd een ohmse belasting vormt voor de tranceiver.

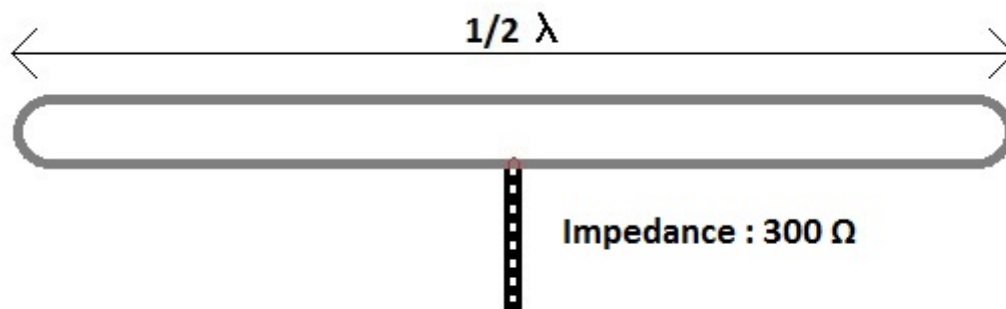
Enkele resonante antennes

Hier staan enkele voorbeelden van resonante antennes. Een antenne die resonant is straalt in principe, dit wil natuurlijk nog niet zeggen dat de antenne ook de juiste antenne impedantie heeft. Kijk maar eens naar onderstaande voorbeelden. In veel gevallen heeft de antenne een afwijkende impedantie. Dipool antennes en BalUn bouwbeschrijving



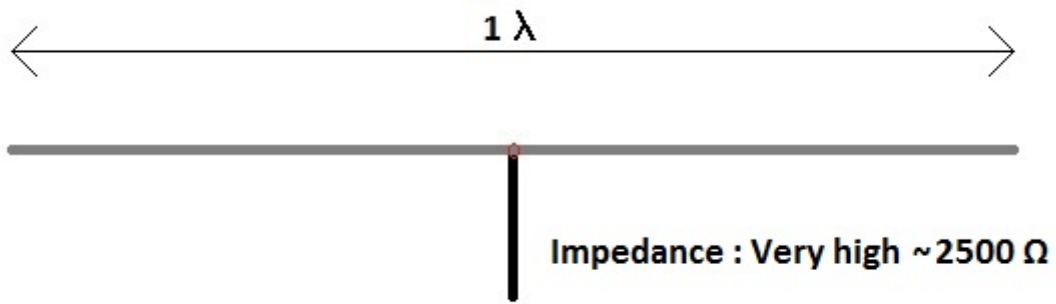
Open halve golf dipool antenne

De dipool antenne is één van de meest bekende antennes. Deze antenne heeft een theoretische antenne impedantie van 72 Ohm. In de praktijk hangt de antenne vaak te dicht bij het aard oppervlak waardoor de impedantie daalt richting de 50 Ohm. Een aanpassing is in veel gevallen dan ook niet nodig. De ideale hoogte is de helft van de golflengte waarvoor de antenne geschikt is.



Gesloten halve golf dipool antenne

Een gesloten dipool werd in het verleden vaak toegepast omdat er toen vaker werd gekozen van een gebalanceerde 300 Ohm voedingslijn. In dit geval is de antenne gelijk geschikt voor deze voeding. Een gesloten dipool kan uiteraard nog steeds worden toegepast, de antenne impedantie dient dan wel aangepast te worden naar 50 ohm.



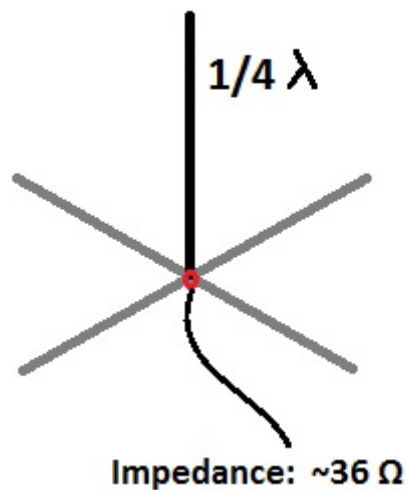
Open hele golf dipool antenne

Een hele golf antenne wordt zelden in het midden gevoed, zoals je kunt zien is de impedantie zeer hoog. Daardoor moet een enorme aanpassing worden gemaakt.



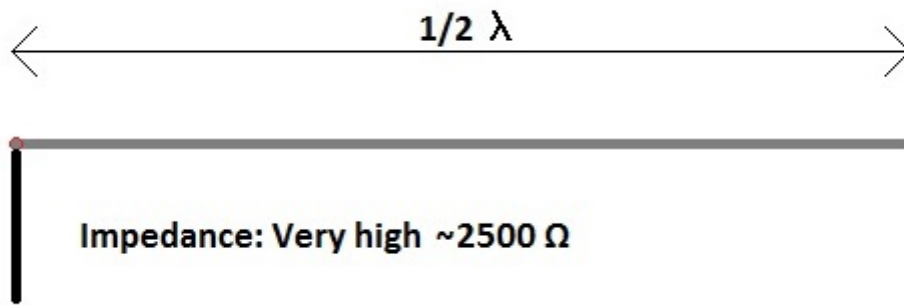
Inverted V dipool antenne

Een inverted V antenne komt van nature zeer dicht bij de impedantie van 50 Ohm, hierdoor is de antenne dan ook zeer populair bij amateurs. Vaak wordt gekozen voor een hoog voedingspunt en de uiteindes lopen dan enigszins omlaag. Zorg er in ieder geval voor dat de uiteindes enige meters boven de grond eindigen.



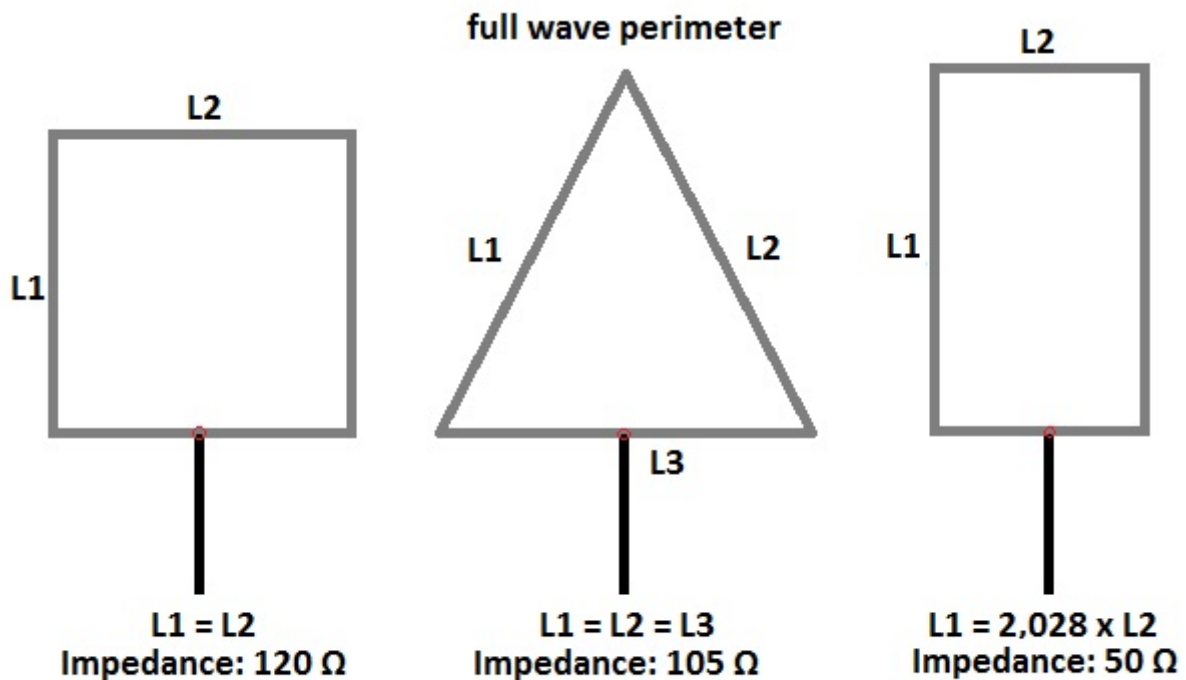
Kwartgolf vertical

Een kwartgolf vertical kan eigenlijk worden gezien als een verticale halve golf dipool, waarbij één helft recht omhoog staat. De ontbrekende helft wordt opgevangen door het aardoppervlak. Hierdoor daalt de antenne impedantie aanzienlijk. Als de antenne op de grond wordt geplaatst is een goede aarde van enorm groot belang. Ook de grondsoort speelt een aanzienlijke rol. Als de antenne boven de grond geplaatst wordt moeten er radialen worden geplaatst van tenminste een kwart golflengte. Men zal zien dat de hoeveelheid radialen grote invloed heeft op de impedantie van de antenne.



Eind gevoede halve golf antenne

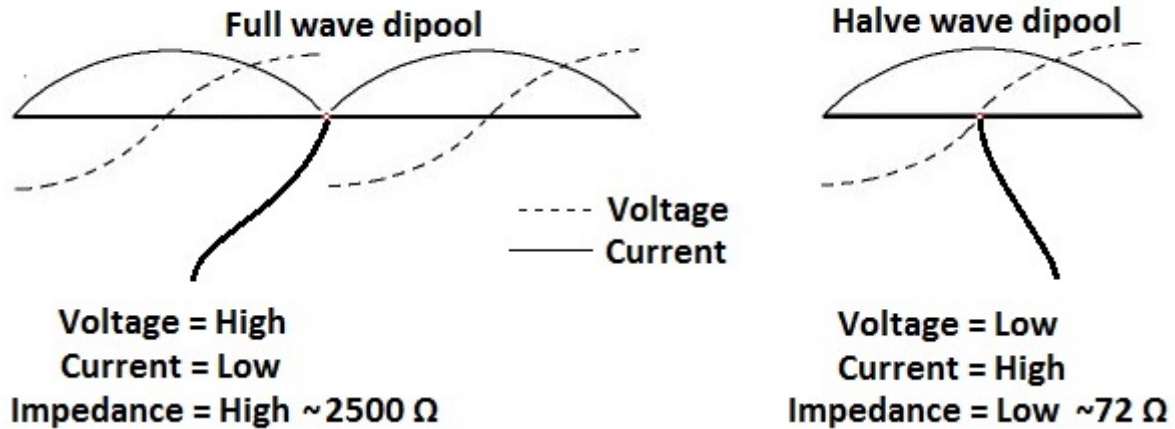
Een eindgevoede draad antenne is de laatste tijd zeer populair. Dit type antenne heeft als voordeel dat hij aan het begin (of eind) gevoed kan worden. Voor veel mensen is dit erg praktisch omdat er dan geen voedingskabel dwars door de tuin loopt. Een nadeel is de aanpassing die gemaakt moet worden. De impedantie is namelijk zeer hoog bij deze antenne. Er zijn veel mogelijkheden om dit soort antennes als multiband antenne te gebruiken. Hierop kom ik later terug.



Quad antenne

De Quad antenne is in veel gevallen ook zeer interessant. De omtrek is een hele golf lengte. Hierdoor zijn de zijdes korter dan van een dipool. Dit maakt plaatsen soms makkelijk. De impedantie hangt zoals je ziet op de afbeelding sterk af van de vorm. Mochten elementen worden toegevoegd, bijvoorbeeld om de antenne meer gain in een bepaalde richting te geven, dan zakt de impedantie. Hierdoor is een vierkante quad antenne met één reflector en twee directors ongeveer 50 Ohm. De polarisatie hangt af van het voedingspunt. Dit heeft alleen effect op grondgolf verbindingen. Na reflectie in de atmosfeer valt geen voorspelling meer te doen over de polarisatie van de radio golven.

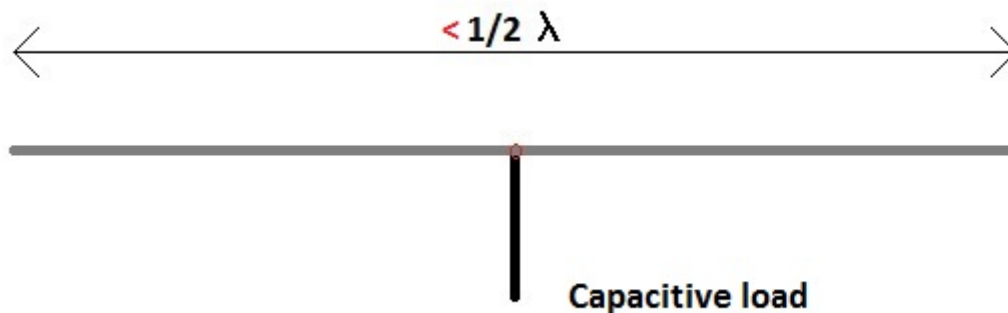
Antenna Voltage / Current representation



Stroom / Spanning relatie in de antenne

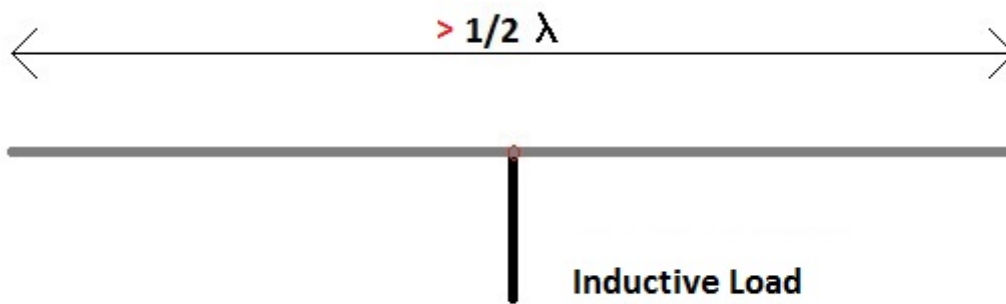
In bovenstaand plaatje wordt de relatie tussen de stroom en spanning gegeven in de antenne. De relatie tussen spanning en stroom is feitelijk impedantie. Uit het plaatje blijkt dus duidelijk dat de impedantie afhangt van het voedingspunt. Zo valt te zien dat een hele golf antenne zowel in het midden als bij de uiteinde een hoge impedantie heeft. Een halve golf antenne heeft een lage impedantie in het midden (zoals bij een halve golf dipool) en juist een hoge impedantie aan de uiteindes. Denk bijvoorbeeld aan de eindgevoede halve golf antenne. Conclusie tot nu toe. Een resonante antenne vormt een Ohmse belasting waarvan de impedantie sterk afhankelijk is van het voedingspunt.

Wanneer is een antenne niet resonant?



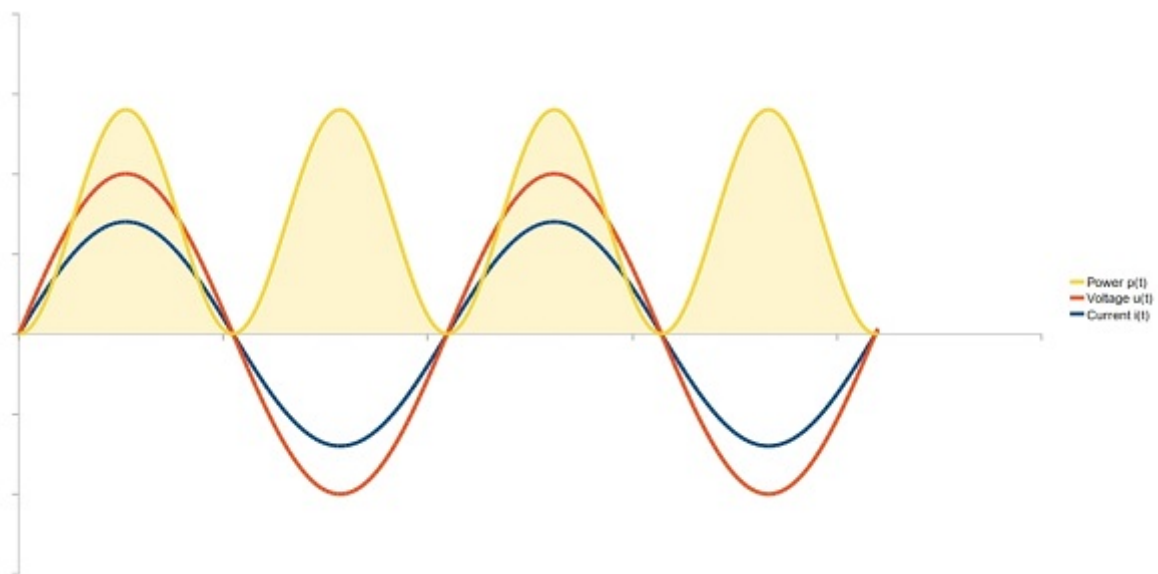
Te korte dipool antenne

Een antenne is in principe resonant als deze een lengte heeft van een halve golflengte of een veelvoud hiervan. Alle bovenstaande antennes zijn hier goede voorbeelden van. Wat gebeurt er nou als de antenne eigenlijk te kort is voor de gebruikte frequentie? In dit geval gedraagt de antenne zich capacitief. Dit kan worden voorgesteld als een weerstand met een condensator in serie.



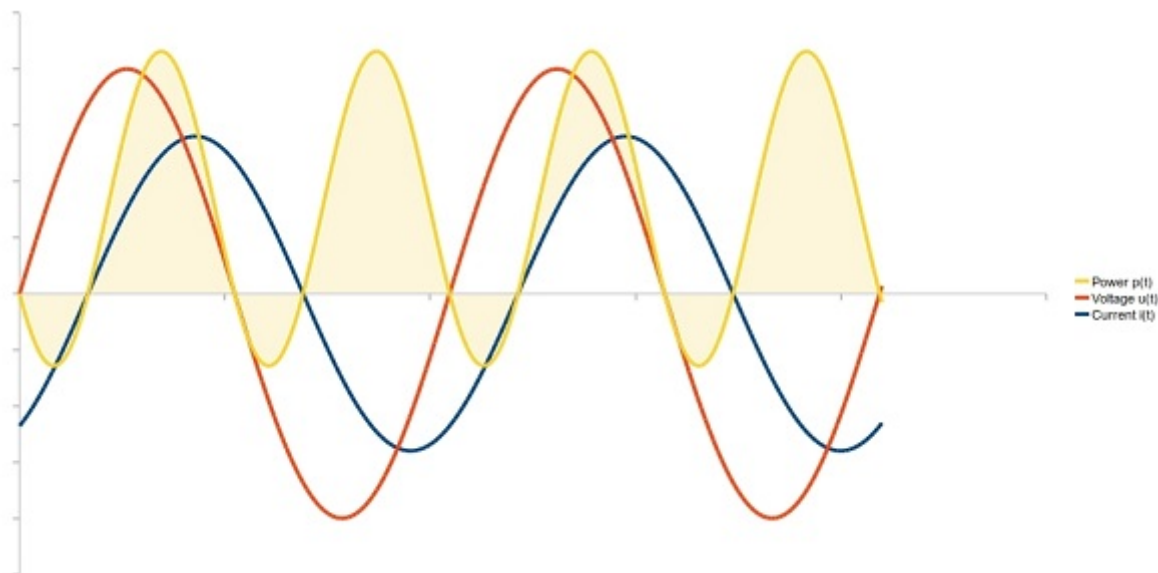
Te lange dipool antenne

Een te lange antenne voor de frequentie waarop gewerkt wordt gedraagt zich inductief. Dit kan worden voorgesteld als een weerstand en een spoel in serie.



Ohmse belasting

Als de antenne resonant is. Dus niet te kort en niet te lang dan zien Spanning, Stroom en Vermogen er als volgt uit. In dit plaatsje is duidelijk te zien dat Spanning en Stroom in fase zijn. De pieken en dalen van stroom en spanning vinden plaats op het zelfde tijdstip.



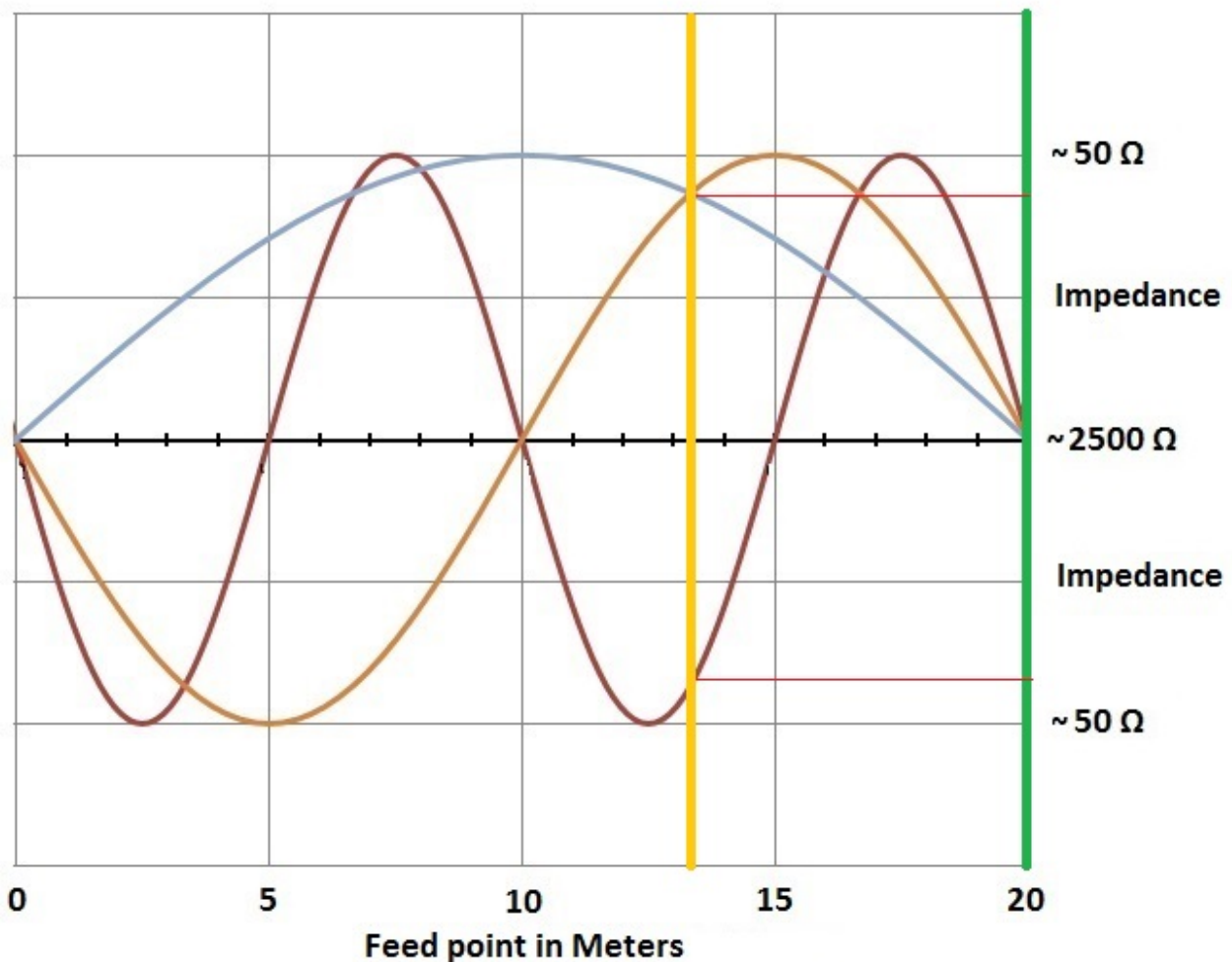
Inductieve belasting (reactantie)

Als de antenne niet resonant is. Dus de antenne is te kort of te lang dan zien Spanning, Stroom en Vermogen er als volgt uit. In dit plaatsje is duidelijk te zien dat Spanning en Stroom niet in fase zijn. De pieken en dalen van stroom en spanning vallen niet op het zelfde tijdstip. In deze afbeelding zien we dat de spanning voor loopt op de stroom. De Stroom ijlt dus na op de spanning. Dit vindt plaats bij een Inductieve belasting (te lange antenne). Bij een te korte antenne ziet dit beeld er anders uit. Dan loopt de Stroom juist voor op de Spanning. De spanning ijlt dus na. In dit plaatje is duidelijk te zien dat er met het vermogen ook iets vreemds gebeurt.

Een antenne tuner kan er voor zorgen dat de belasting voor de tranceiver toch weer Ohms wordt. Dit gebeurt door spoelen of condensatoren bij te schakelen die de reactantie van de antenne compenseert. Hier gaat uiteraard wel een klein deel van het vermogen in verloren.

Antenne impedantie multiband antennes

Alle eerder genoemde antennes zijn in principe maar voor één frequentie geschikt. De gemiddelde zend amateur wenst natuurlijk op meerdere banden te kunnen werken. Het zou daarom ook handig zijn om met één antenne meerdere banden te kunnen werken. Er zijn vele voorbeelden en mogelijkheden om dit voor elkaar te krijgen. Ik zal enkele veel gebruikte antennes behandelen.



Relatie tussen voedingspunt en de impedantie

Op bovenstaande afbeelding zijn de golven voor de 10, 20, 40 meter band weergegeven in een stuk draad (antenne) van 20 meter lang. De draad van ongeveer 20 meter is voor al deze banden resonant. Namelijk een halve golflengte voor de 40 meter band, een hele golflengte voor de 20 meter band en 2 x de golf lengte op de 10 meter band. Nu moet nog worden gezocht naar een voedingspunt met ongeveer de zelfde impedantie op alle banden. In de afbeelding zijn de twee gezamenlijke voedingspunten aangegeven met een gele en een groene lijn.

End Fed Antenna

De groene lijn geeft het begin (of eind) van de antenne aan. Op deze plaats heeft het voedingspunt dan ook voor alle banden een zeer hoge antenne impedantie. Met een aanpassingstransformator kan dit voedingspunt worden aangepast naar de bekende 50 Ohm voor de tranceiver. Een zeer bekend voorbeeld van dit principe is de end fed antenne. End Fed Antenne bouwbeschrijving

Of Center Fed / Windom Antenna

De gele lijn geeft een voedingspunt aan op ongeveer 1/3 van de draad. Op dit punt wordt ook een gezamenlijke impedantie gevonden voor deze drie banden. Houd er rekening mee dat de sinus in de grafiek qua impedantie in de X-as symmetrisch is. (de sinus kan dus rond de X-as gespiegeld worden). De gezamenlijke impedantie op dit punt ligt tussen de 200 en 300 Ohm, dit is afhankelijk van de antenne hoogte. Er zal dus een 1:4 of 1:6 BalUn moeten worden toegepast om weer op de

bekende 50 Ohm uit te komen.