

Voedingslijn Impedantie

Verschillende voedingslijnen

De voedingslijn dient er voor om het uitgezonden signaal van uit de radio naar de antenne te transporteren. Bij ontvangst geldt dit uiteraard in omgekeerde volgorde. Op de afbeelding hieronder vind u verschillende voedingslijnen. Dit technisch artikel zal zich uitsluitend beperken tot de impedantie van de voedingslijnen. Bij deze onderstaande voedingslijnen hoort een karakteristieke impedantie. Wat houdt deze impedantie nou precies in? Als ik met de Ohm meter zo'n kabel doormeet zullen alle onderstaande kabels nagenoeg 0 (nul) Ohm aangeven. Waar zit hem dan het verschil in?

50 Ohm



100 Ohm



300 Ohm



450 Ohm

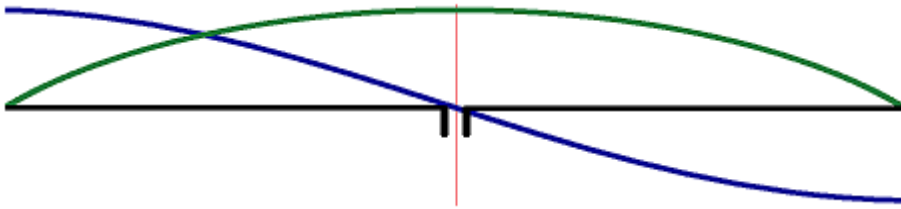


600 – 800 Ohm



Stroom en spanning

In een dipool antenne (enkele geleider) zal de impedantie afhankelijk van het meetpunt sterk variëren. Als het goed is hebben we onderstaande afbeelding allemaal wel eens gezien. De stroom is hier aangegeven met een groene lijn en de spanning met de blauwe lijn. In het midden van de dipool antenne is de spanning relatief laag en de stroom hoog. Aan de uiteinden is de spanning juist hoog en de stroom laag. De verhouding tussen spanning en stroom is feitelijk de impedantie. Dit is ook de reden dat een "End Fed Antenne" een impedantie aanpassingstrafo nodig heeft. De stroom is tenslotte aan het eind (of begin) van de antenne vrij laag en de spanning hoog.

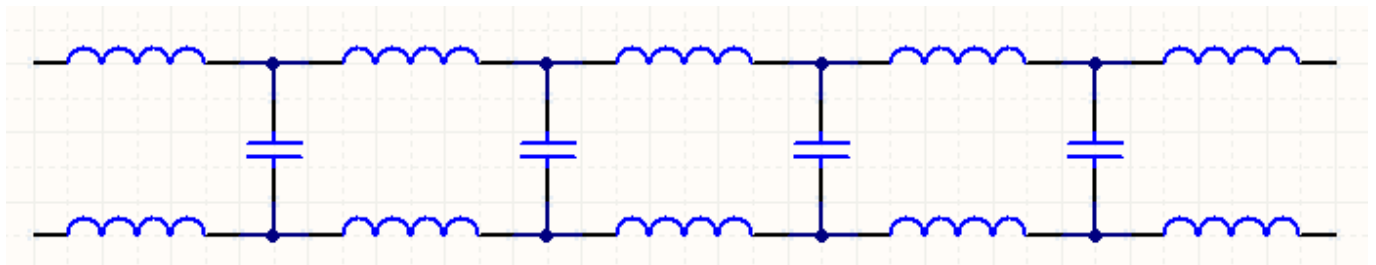


Voedingslijn impedantie

Bij onder anderen een dipool antenne is deze impedantie variatie een gewenst effect. In de voedingslijn is dat vaak anders. Als we een dipool antenne van 50 Ohm aansluiten op de voedingslijn dan zien we graag dat aan het einde van de voedingslijn de impedantie nog steeds 50 Ohm is. De impedantie die bij een voedingslijn hoort wil dus niks zeggen over de weerstand van de gekozen geleider, maar zegt iets over de aan te sluiten last impedantie. In ons geval is dit dus meestal de antenne.

Wat bepaalt deze impedantie?

Dit is lastig uit te leggen maar ik zal een poging wagen. Gaat dit je pet te boven, geen paniek hierna volgen wat praktische voorbeelden. Een enkele geleider zal zich altijd enigszins gedragen als een spoel (inductief). Twee geleiders parallel aan elkaar zullen altijd een bepaalde onderlinge capaciteit hebben. Een voedingslijn kan dus worden voorgesteld zoals onderstaande afbeelding. De karakteristieke impedantie wordt bepaald door een evenwicht in de inductie van de (denkbeeldige) spoel en de capaciteit van de (denkbeeldige) condensator. Hebben de geleiders een grotere onderlinge afstand dan zal de capaciteit afnemen. Hiermee wordt de impedantie sterk beïnvloed. Op de eerste afbeelding uit dit artikel is duidelijk te zien dat als de onderlinge afstand toeneemt de impedantie daarmee ook hoger wordt.



Impedantie match

Als antenne en voedingslijn de zelfde impedantie hebben dan zal iedere gewenste lengte voedingslijn gebruikt kunnen worden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij een dipool antenne van 50 Ohm met bijbehorende coax kabel van 50 Ohm.

In het geval dat de belasting (antenne) en de voedingslijn matchen zal de lengte van de voedingslijn geen invloed hebben op de impedantie!

Geen impedantie match

Als de voedingslijn en antenne impedantie niet matchen met elkaar dan tredt een vreemd effect op. De voedingslijn zal zich dan gaan gedragen net zoals in het voorbeeld met de dipool antenne. De verhouding tussen spanning en stroom zal afhankelijk van het meetpunt variëren. Dus de impedantie is lengte afhankelijk geworden.

Als belasting (antenne) en voedingslijn niet matchen zal de lengte van de voedingslijn wel invloed hebben op de impedantie!

Als de antenne en de voedingslijn een verschillende impedantie hebben, zijn er twee condities waarin de impedantie aanpassing makkelijk is te voorspellen.

Halve golflengte voedingslijn en geen impedantie match

dus: $L_{line} = \lambda/2$

Als de voedingslijn een halve golflengte heeft is de ingangsimpedantie gelijk aan de uitgangsimpedantie:

$$Z_{in} = Z_{load}$$

Let op de verkortingsfactor! In het geval er coaxkabel gebruikt wordt geldt een aanzienlijke verkortingsfactor. Bij RG-58 is dit bijvoorbeeld 0,66

Kwart golflengte voedingslijn en geen impedantie match

dus: $L_{line} = \lambda/4$

Als de voedingslijn een kwart golflengte heeft kan de volgende formule worden toegepast:

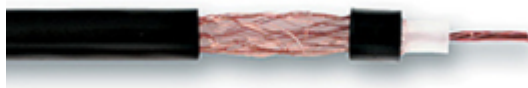
$$Z_{in} = Z_{line}^2/Z_{load}$$

Let ook hier op de verkortingsfactor! In het geval er coaxkabel gebruikt wordt geldt een aanzienlijke verkortingsfactor. Bij RG-58 is dit bijvoorbeeld 0,66

Voorbeeld 1

- 50 Ohm belasting
- 50 Ohm coaxkabel
- Lengte onbekend

Doordat de belasting en de voedingslijn de zelfde impedantie hebben zal de lengte geen invloed hebben op de impedantie



Voorbeeld 2

- 100 Ohm belasting (Bijvoorbeeld DeltaLoop Antenne)
- 50 Ohm coaxkabel
- Lengte halve golf

Bij een halve golf lengte geldt: $Z_{in} = Z_{load}$

Doordat er in dit voorbeeld precies een halve golflengte coaxkabel wordt gebruikt zal ook aan het einde van de coax kabel een impedantie van 100 Ohm worden gezien.

$$Z_{in} = Z_{load} \rightarrow Z_{in} = \mathbf{100\ Ohm}$$

Voorbeeld 3

- 100 Ohm belasting (Bijvoorbeeld DeltaLoop Antenne)
- 50 Ohm coaxkabel
- Lengte kwart golf

Doordat de impedantie van de coax kabel en de antenne niet matchen zal er in veel gevallen een impedantie aanpassing plaatsvinden. In dit voorbeeld wordt een kwart golflengte coax kabel gebruikt waarbij de volgende formule van toepassing is:

$$Z_{in} = Z_{line}^2 / Z_{load}$$

$$Z_{in} = 50^2 / 100$$

$$Z_{in} = 2500 / 100 = \mathbf{25\ Ohm}$$

Voorbeeld 4

- 100 Ohm belasting (Bijvoorbeeld DeltaLoop Antenne)
- 75 Ohm coaxkabel
- Lengte kwart golf

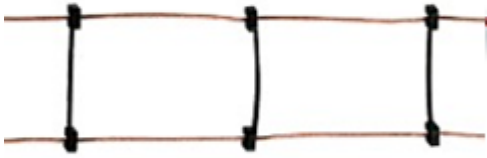
Doordat de impedantie van de coax kabel en de antenne niet matchen zal er in veel gevallen een impedantie aanpassing plaatsvinden. In dit voorbeeld wordt een kwart golflengte coax kabel gebruikt waarbij de volgende formule van toepassing is:

$$Z_{in} = Z_{line}^2 / Z_{load}$$

$$Z_{in} = 75^2 / 100$$

$$Z_{in} = 5625 / 100 = \mathbf{56,25\ Ohm}$$

Een impedantie aanpassing hoeft zeker niet altijd een nadeel te zijn. In dit voorbeeld wordt juist van deze impedantie aanpassing gebruik gemaakt om de antenne van 100 Ohm min of meer te maken aan de impedantie die de set graag ziet (50 Ohm)



Voorbeeld 5

- 50 Ohm belasting (dipool antenne)
- Voedingslijn 600 Ohm open lijn
- Lengte kwart golf

In dit voorbeeld wordt een kwart golflengte open-lijn gebruikt waarbij de volgende formule van toepassing is:

$$Z_{in} = Z_{line}^2 / Z_{load}$$

$$Z_{in} = 600^2 / 50$$

$$Z_{in} = 360000 / 50 = \mathbf{7200 \text{ Ohm !!!}}$$

In dit voorbeeld is duidelijk te zien dat een afwijkende impedantie in antenne en voedingslijn grote gevolgen kan hebben. Een dipool antenne van 50 Ohm gevoed met een kwart golflengte open lijn met een impedantie van 600 Ohm laat een enorme aanpassing zien! 7200 Ohm! Er is een aardige antenne tuner nodig om deze impedantie weer naar 50 Ohm te brengen.

Antenne Analyzer

Bovenstaande voorbeelden laten zien dat een mis-aanpassing tussen antenne en voedingslijn voor een aanzienlijke impedantie wijziging kan zorgen. Dit betekent dus ook dat een antenne analyzer in veel gevallen niet de antenne impedantie laat zien. Er zijn tegenwoordig antenne analyzers op de markt die deze impedantie aanpassing in de voedingslijn kan "weg rekenen". De analyzer dient dan gekalibreerd te worden met de desbetreffende voedingslijn. Heeft u niet de beschikking over zo'n geavanceerde analyzer gebruik dan een halve golflengte voedingslijn. Uiteraard kunt u ook een veelvoud hiervan gebruiken. Dus een halve golflengte, hele golf lengte, anderhalve golflengte enz....

Zo is bijvoorbeeld een stuk coax kabel van 13,94 meter geschikt om metingen te doen aan de 10, 15, 20 en 40 meter band. Dit is als volgt te verklaren:

7.1 MHz -> 42,25 mtr. -> halve golf = 21,12 mtr.

14,2 MHz -> 21,13 mtr. -> hele golf = 21,13 mtr.

21,3 MHz -> 14,08 mtr. -> anderhalve golf = 21,12 mtr.

28,4 MHz -> 10,56 mtr. -> twee golflengtes = 21,12 mtr.

Gelet op de verkortingsfactor van RG-58 coax kabel van 66% komt dit op een lengte neer van: 21,12 x 0,66 = 13,94 mtr.

De exacte lengte kan in de praktijk iets afwijken!

Conclusie

- Impedantie aanpassing hoeft zeker niet altijd een nadeel te zijn.
- Bij een halve golf lengte voedingslijn vindt geen impedantie aanpassing plaats. (let op verkortingsfactor)
- Bij een kwartgolf lengte voedingslijn vindt een impedantie aanpassing plaats volgens besproken formule
- Bij een willekeurige lengte is de impedantie aanpassing lastig te bepalen
- Let op met een antenne analyzer! Wat de antenne analyzer aangeeft hoeft niet altijd de antenne impedantie te zijn. Gebruik in dit geval een halve golflengte voedingslijn.