

## 6 03 Transmissielijnen

jj\_06\_03\_001

Open lijn.

Coaxiale kabel.

Golfpijp.

**Open lijn.** In principe geeft een symmetrische voedingslijn ( "twinlead" of "kippenladder" ) veel minder verliezen dan coaxiale kabel, zeker op de hogere frequenties of als je met een slechte SWR moet werken.

Symmetrische of "open" voedingslijn kan je gemakkelijk zelf maken:

-in een smalle 300  $\Omega$ -versie.

-een bredere 450  $\Omega$ -versie die meer bij zendamateurs gangbaar is.



### Coaxiale kabel

Coaxiale kabel is dus tegenwoordig de standaard, niet enkel omdat hij gemakkelijker is in het gebruik, maar ook omdat zijn karakteristieke impedantie van 50 Ohm ( of 75 Ohm voor coax voor TV-toepassingen ) ongeveer overeenkomt met de impedantie van een gewone open dipool.

Om misverstanden te voorkomen:

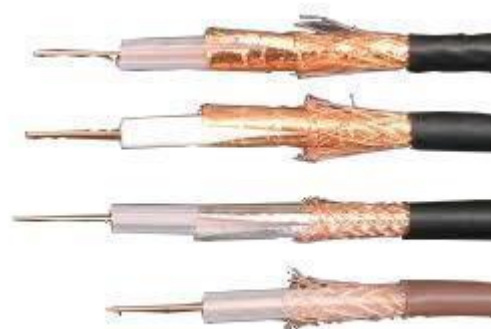
Sommigen beweren dat de coaxkabel een bepaalde lengte moet hebben "om te werken". Als je antenne een impedantie heeft van 50 Ohm en dus een lage SWR vertoont, is dat onzin: de lengte van de voedingslijn is dan irrelevant voor de SWR.

Dat wil niet zeggen dat je je coax ongestraft veel langer mag maken dan nodig, want in een langere kabel ga je hoe dan ook meer vermogen verliezen.

Enkel in geval van een slecht aangepaste antenne, dus bij een hoge SWR, kan de lengte van de voedingskabel een effect hebben.

Dan wordt die eigenlijk een onderdeel van de antenne. Je moet dan niets doen aan de lengte van de coaxkabel, maar zorgen dat de SWR van je antenne verbetert. Het is immers de bedoeling dat je signaal door de antenne wordt uitgestraald en niet door de transmissielijn en zo extra storingen veroorzaakt.

Coaxkabel van goede kwaliteit - dus met een goede afscherming - kan je "overall" leggen: onder de grond, langs een metalen mast of dakgoot enz..



Type	Diameter	Demping	€/m
RG-58/U	5	39	0,75
RG-213/U	10,3	17	2
H155	5,4	20	1,1
Aircell 5	5	21	1,6
Aircell 7	7,3	15,5	2,2
Aircom +	10,8	7,7	4
Ecoflex 10	10,2	9,2	3,2
Ecoflex 15	14,6	6,7	7

### Golfpijp.

Een golfpijp is een metalen buis, met meestal een rechthoekige doorsnede, die wordt gebruikt om hoogfrequente elektromagnetische energie (golven) te transporteren.

## 6 03 Transmissielijnen

Als gevolg van het skineffect zijn metalen bij zeer hoge frequenties zeer slechte geleiders voor elektromagnetische golven.

Anderzijds zullen opvallende golven niet in het metaal doordringen, maar gereflecteerd worden.

Hiervan wordt gebruikgemaakt in golfpijpen.

De golven kunnen namelijk wel worden geleid door een diëlektricum dat door metalen geleiders begrensd wordt.

De golven worden van wand naar wand gereflecteerd en zijn als het ware in de metalen buis "opgesloten".

De afmeting en de vorm van de golfpijp is bepalend voor de optimale frequentie die geleid kan worden.

Meestal is de breedte van de pijp een vierde van de golflengte van de gewenste golf.

De hoogte van de golfpijp en een eventueel aanwezig diëlektricum (bijvoorbeeld droge lucht of vacuüm) is bepalend voor het maximale vermogen dat kan worden getransporteerd.

Vanwege de hoge frequenties en de veelal hoge vermogens die getransporteerd worden, is een lekkende golfpijp zeer gevaarlijk.

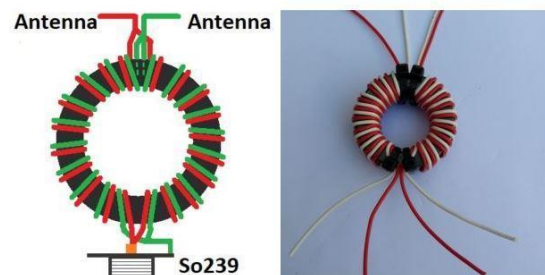
Daarom worden er in het algemeen hoge veiligheidseisen gesteld aan golfpijpen.

Golfpijpen worden veel in radarinstallaties en in magnetrons gebruikt.

### Mantelstroom

Het is de voedingsleiding die straalt, omgekeerd ontvangt de voedingslijn stoorsignalen van o.a. huishoudelijke apparaten zoals bv schakelende voedingen, dimmers en niet te vergeten 100Hz televisie toestellen. Is er een misaanpassing ( slechte SWR ) zodat deze als antenne werkt? Nee, zelfs de slechtste SWR is niet de oorzaak dat de voedingslijn straalt, egaal of het een open lijn of dat het coax is. Ook een coax leiding kan stralen, en omdat een open lijn (tweedraad) geen ommanteling heeft, treed hier hetzelfde gebeuren op, wat men bij coax "Mantelstromen " noemt.

Praktisch ziet dat er uit zoals op onderstaande afbeelding.



## 6 03 Transmissielijnen

jj\_06\_03\_002

Verkortingsfactor.

Staande Golf Verhouding

[SGV =  $Z_{bel}/Z_0$ ] of SGC =  $Z_0/Z_{bel}$ ].

Verliezen.

### Verkortingsfactor.

De verkortingsfactor is vooral bepalend voor de lengte van de open voedingslijn.

Wanneer je een open voedingslijn gebruikt, dan is de lengte van de dipoolantenne van minder groot belang.

Tweemaal 19, 20 of 21 meter zal niet zo heel veel uitmaken.

De lengte van de open voedingslijn is zoals opgemerkt bepalend voor de impedantie aan het einde van de voedingslijn.

10 of 20 cm kan al veel verschil uitmaken of je afstemming verkrijgt op bepaalde amateurbanden.

$$\lambda = [ 300 / f ] \times v$$

### Staande Golf Verhouding:

Als twee golven van gelijke frequentie en amplitude met elkaar interfereren, ontstaat een staande golf.

Zo doen de heengaande en gereflecteerde golf over een verliesvrije transmissielijn gedeeltelijk een staande golf ontstaan.



$$SGV = \frac{P_{out} + P_{ref}}{P_{out} - P_{ref}}$$

$$SGV = ( P^{out} + P^{ref} ) / ( P^{out} - P^{ref} )$$

SGV = staande golf verhouding

$P^{out}$  = uitgaand vermogen

$P^{ref}$  = gereflecteerd vermogen

### Staande Golf Verhouding:

De staandegolf verhouding in een antennekabel wordt bepaald door:

de mate waarin de zendantenne-impedantie afwijkt van de karakteristieke impedantie van de kabel

$$SGM = Z^k / Z^L$$

$Z^k$  = Impedantie kabel

$Z^L$  = impedantie last weerstand

## 6 03 Transmissielijnen

jj\_06\_03\_003

Balun. Unun

### Balun

Om een asymmetrische voedingslijn (coax) te verbinden met een symmetrische antenne (dipool) moet een balun gebruikt worden.

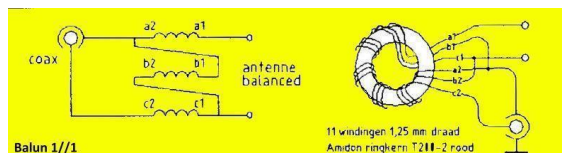
Doen we dat niet, dan straalt de coaxkabel mee met de antenne.

Er vindt impedantietransformatie plaats.

### Een balun 1:1



De belangrijkste reden om deze BalUn te gebruiken is om er voor te zorgen dat de coax kabel niet gaat mee stralen.

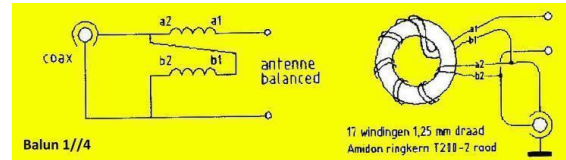
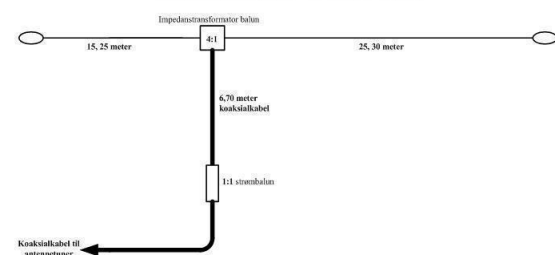


### Een balun 1:4

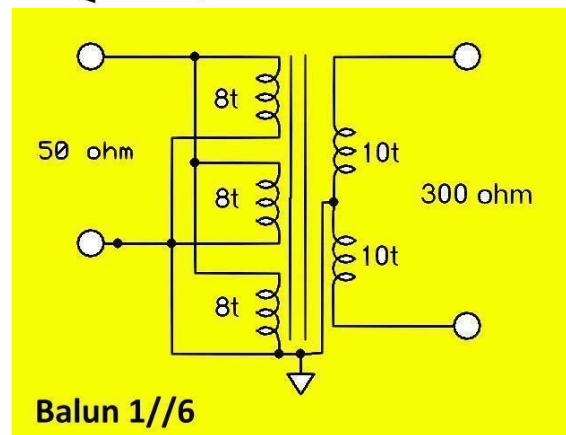
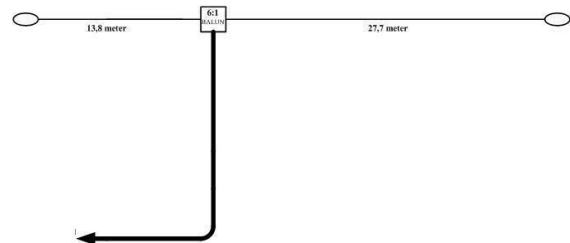
wordt gebruikt bij een antenne die niet geheel symmetrische is en een impedantie heeft van circa 200-300 ohm.

De "Windom" antenne welke gevoed wordt op 1/3 van de golflengte (=draadlengte), heeft een impedantie van circa 200 ohm.

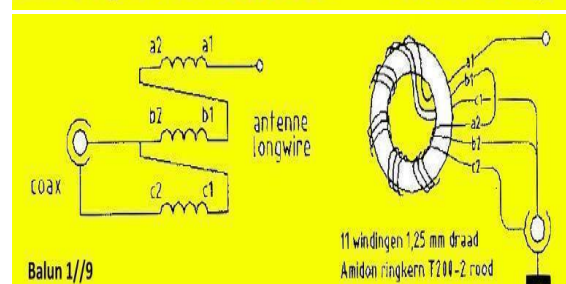
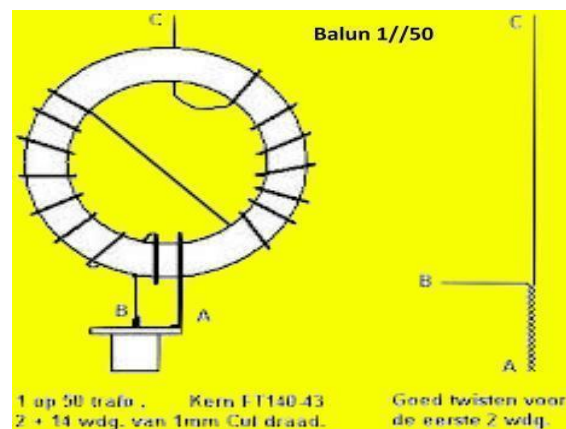
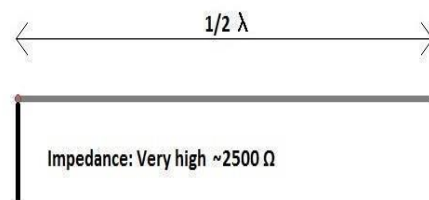
### CAROLINA WINDOM



### (FD-4) WINDOM



### Balun 1//6



Balun 1//9

## 6 03 Transmissielijnen

### Een longwire.

Draadlengte m	1.8 MHz	3.5 MHz	7.0 MHz	10 MHz	14 MHz	18 MHz	21 MHz	24 MHz	28 MHz	50 MHz
54	5.2	1.6	1.1	1.1	1.8	1.3	1.6	1.7	1.2	1.5
53	4.65	1.2	1.2	1.2	2.1	1.4	1.4	1.5	1.2	1.1
50	3.5	1.1-1.7	1.3	1.6-1.7	1.6-1.9	1.8-1.9	1.1-1.5	1.5	1.1-1.7	1.1-1.5
45	3.2	2.2-2.6	2.4	2.4	1.4-1.6	1.3-1.4	1.1-1.2	1.4-1.5	1.1-1.6	1.0-1.6
41.5	3.4	2.7-3.5	2.6	1.6-1.7	2.0-2.1	2	1.6-1.7	1.5	1.5-1.7	1.1-1.4
35	3.3	3.8-3.9	1.2-1.4	1.6-1.7	1.6	1.8	1.6-1.7	1.4	1.1-1.7	1.4-1.5
30	2.8	3.0-3.5	1.6-1.8	2.3	1.8-2.0	1.3-1.4	1.1-1.3	1.7	1.1-1.7	1.1-1.7
27	2.8	2.5-2.8	2.1-2.3	1.8-2.0	1.2-1.4	1.9	1.7-1.8	1.4	1.5-1.7	1.2-1.6
22	2.2	1.7-2.0	2.8-2.9	1.2	1.8-2.0	1.4	1.4-1.6	1.1	1.5-1.7	1.0-1.4
18	1.6	1.6	2.0-2.1	2	1.4-1.6	2	1.0-1.1	1.6-1.7	1.2-1.4	1.4-1.6
16.2	1.6	1.4	1.4-1.6	1.5-1.6	1.1-1.2	1.9	1.2-1.3	1.1	1.7-1.8	1.0-1.2
15	1.5	1.2-1.4	1.3-1.4	2.4	1.2-1.3	1.6	1.6-1.7	1.4	1.4-1.8	1.5-1.6
13.5	3	1.1-1.3	1.1	2.1	1.7-1.8	1.3	1.7-1.8	1.6	1.1-1.3	1.2
11	2.2	1.0-1.3	1.2	1.3	2.0-2.1	1.6	1.2	1.7	1.6	1.5-1.6
9	3	1.1-1.5	1.6-1.7	1.2	2.1	2	1.3-1.4	1.2	1.6-1.8	1.3-1.5
7.5	3.2	1.6-1.8	2.2-2.3	1.6	1.4	2.1	1.8	1.2-1.3	1.2-1.3	1.4-1.5
6.5	3.5	1.5-2.0	2.0-3.0	1.7	1.1	1.8	2	1.6	1.4-1.8	1.3

### Balun

Aanpassing van Balanced – Unbalanced

### Unun

Aanpassing van Unbalanced- Unbalanced

jj\_06\_03\_004

Kwartgolf lijn als impedantietransformator

$$Z_{o2} = Z^{in} \times Z^{uit}$$

Antenne aanpassingseenheid.

### Kwartgolf lijn als impedantietransformator.

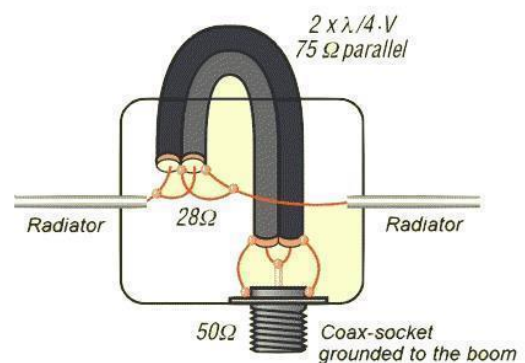
Een vrij opgestelde halve Golf dipoolantenne heeft in het voedingspunt op de resonantiefrequentie een impedantie van ca. 70 Ω.

Worden aan de dipoolantenne directors en reflector toegevoegd om er een yagi van te maken, dan daalt de impedantie in het voedingspunt drastisch.

Voor antennes in het bereik 50...500 MHz moet je denken aan waardes tussen 25 - 35 Ω (28 Ω voor de 70 cm band).

De 50 Ω impedantie van je transceiver wijkt flink af van de antenne impedantie.

Er moet worden aangepast.



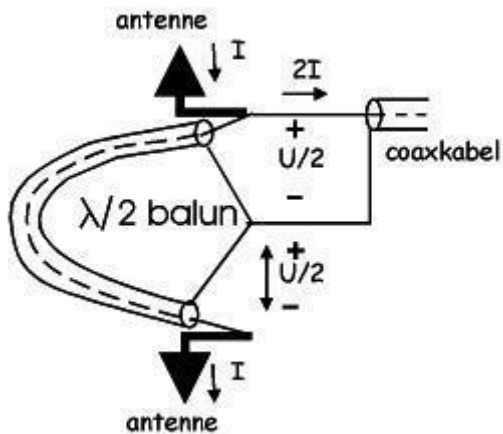
### Halve golf lijn als impedantietransformator.

Aanpassen van een symmetrische antenne aan een a-symmetrische kabel

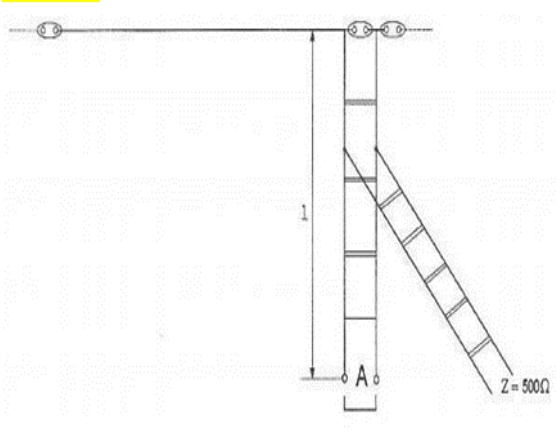
met een 1/2λ-balun.



## 6 03 Transmissielijnen



### STUB



**Hoogohmige** antenne = eind gevoede antenne.

voedingslijn zit aan het eind in de afbeelding

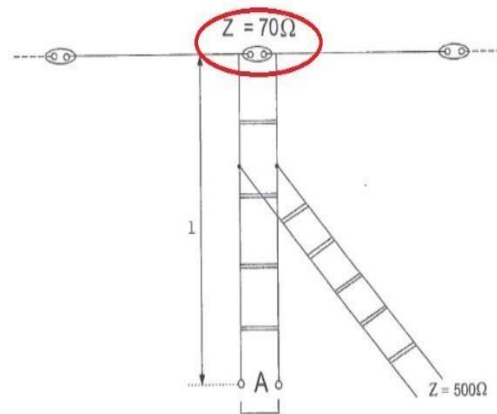
(2 isolatoren boven voedingslijn)

Om een **hoogohmige** antenne aan te passen aan een voedingslijn met een lagere impedantie, wordt een STUB toegepast

Wat is juist?

lengte  $l = 1/4 \lambda$   
einde A **kortgesloten**

### STUB



**Laagohmige** antenne = dipool midden gevoed...

voedingslijn zit in het midden

(isolatoren zitten links, midden en rechts)

Om een **laagohmige** antenne aan te passen aan een hoogohmige voedingslijn wordt een STUB toegepast

Wat is juist?

lengte  $l = 1/4 \lambda$   
einde A **open**

### Mantelstroom

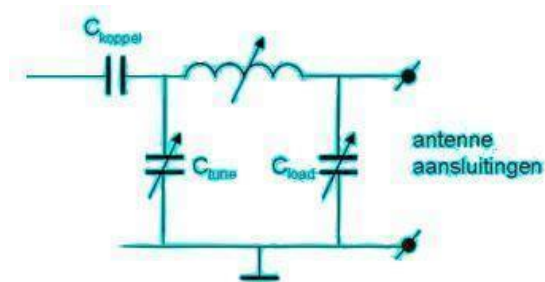
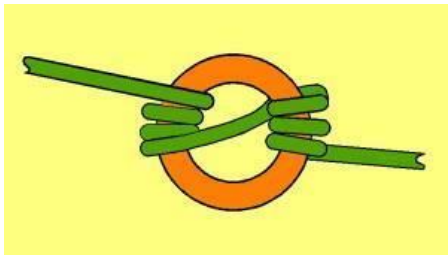
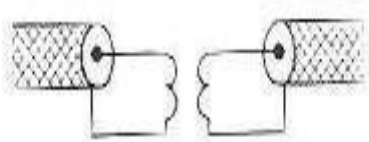
Er ontstaat een potentiaalverschil tussen de mantel en nul of aarde door inductie van de stroomgeleiders.

De genoemde "mantelstroom" ontstaat op 't moment dat die kan gaan weglekken

### MantelstroomFilter

Het meest eenvoudige is om een stuk coax kabel RG58 te nemen en deze circa 6-8 keer door een ferrietring te halen, om deze vervolgens diagonaal over te steken en retourgevoerd verder te wikkelen.

## 6 03 Transmissielijnen



### Antenne aanpassingseenheid:

Een antennetuner zorgt ervoor dat het stuk voedingslijn tussen zender en antenne-tuner goed afgestemd is.

Zo zorg je er in ieder geval voor dat je zender een juiste aanpassing ziet.

Hierdoor geeft hij geen onnodige stoorsignalen af, regelt hij niet terug en gaat ook niet door een misaanpassing kapot.

Een goed afgestelde antenne tuner past de impedantie van de aangekoppelde antenne dusdanig aan, dan de zender een impedantie van 50 ohm ziet.

Verder past de tuner de reactantie van de antenne aan, zodat deze voor de zender de juiste lengte lijkt te hebben.

Beide gebeuren overigens tegelijk.

De antennetuner plaats je zo dicht mogelijk bij de antenne.

