

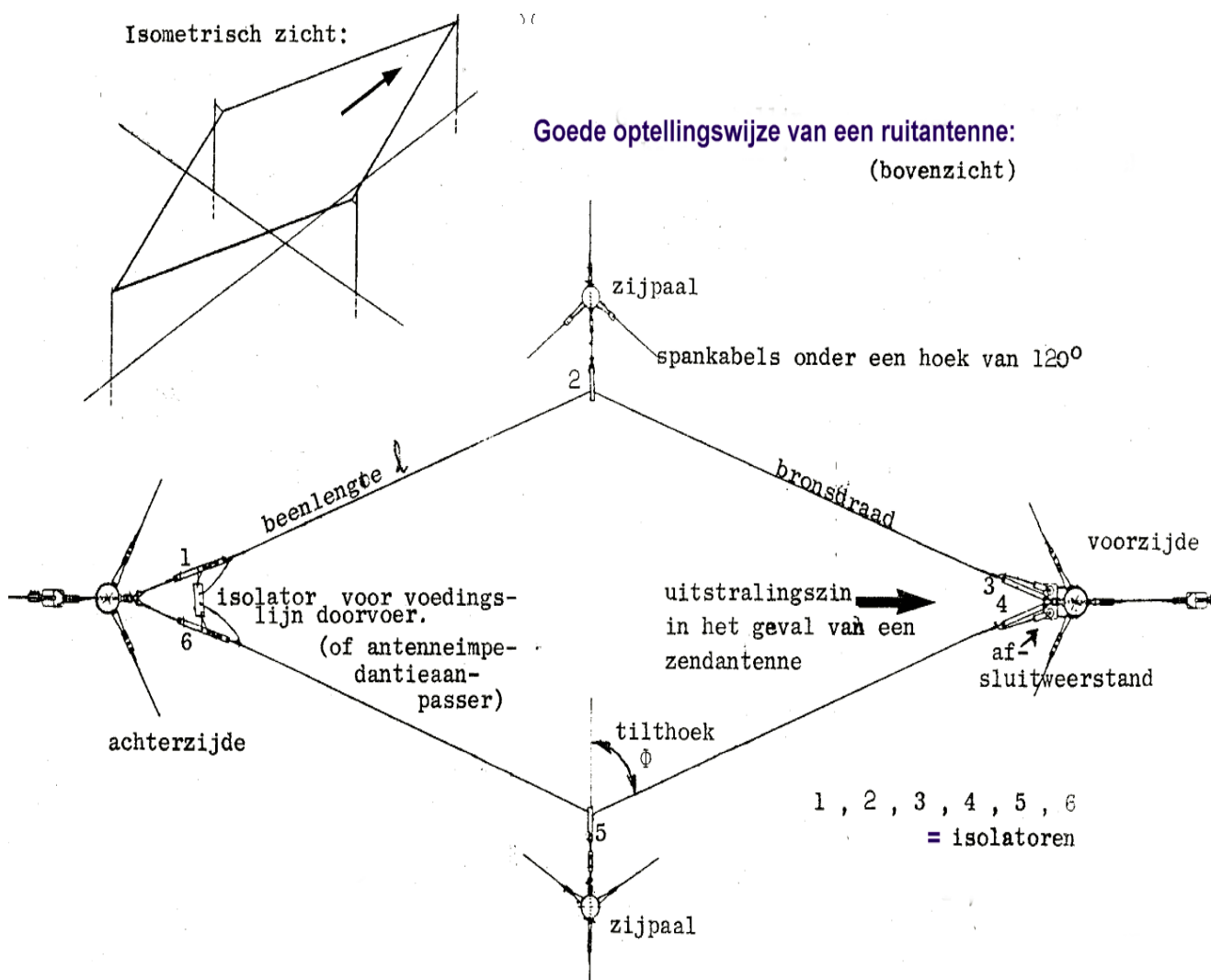


# RadioAmateur

## Speciale uitgave

Officieel orgaan van de vzw Vlaamse RadioAmateurs – V.R.A. vzw

## Rhombic Antenne



# Willy ACKE

# ON4AW

Bewerking, redactie en layout: Jules Verheyde, ON7XM

© Vlaamse RadioAmateurs, V.R.A. vzw, 2019

# V.R.A. - Vlaamse RadioAmateurs vzw.

## RadioAmateur

Tijdschrift en officieel orgaan van de  
vzw **V.R.A.**

## VLAAMSE RADIO AMATEURS

Bedrijfsnr. 0465.117.67

Verantwoordelijk Uitgever:  
V.R.A. vzw  
Brusselsesteenweg 113  
B-2800 Mechelen

Wettelijk depot BD49023  
Prijs per nr.: €5,00

RadioAmateur verschijnt in principe elke 2  
maand en is GRATIS voor de leden en  
sympathisanten van de vzw V.R.A.



V.R.A. heeft een confederaal  
samenwerkingsakkoord met onze  
Franstalige vrienden van **U.F.R.C.**  
Dat samenwerkingsverband is **F.R.A.**



### QSL-ADRES

**F.R.A.**  
**P.O. Box 393**  
**B-1000 BRUSSELS 1**

VRA is lid van



### Raad van Bestuur

Voorzitter CEO	<b>Gust MARIENS, ON7GZ</b> +32 (0)475 61 77 01 <a href="mailto:on7gz[at]vra.be">on7gz[at]vra.be</a>
Ondervoorzitter	<b>Guido CLINCKEMAILLIE, ON7CI</b> +32 (0)475 52 32 61 <a href="mailto:on7ci[at]vra.be">on7ci[at]vra.be</a>
Secretaris/ Penningmeester CFO	<b>Bart PEETERS, ON4BCP</b> +32 (0)496 90 59 52 <a href="mailto:on4bcp[at]vra.be">on4bcp[at]vra.be</a>
Beheerder Public Relations	<b>Philippe MANGELINCKX, ON4PM</b> +32 (0)15-62.30.92 <a href="mailto:on4pm[at]vra.be">on4pm[at]vra.be</a>
Bestuurder Opleidingen	<b>Beni LANNAUX, ON8BL</b> +32 (0)495 32 76 49 <a href="mailto:on8bl[at]vra.be">on8bl[at]vra.be</a>
Bestuurder RadioAmateur Webmaster	<b>Jules VERHEYDE, ON7XM</b> +32 (0)2 452 34 72 <a href="mailto:on7xm[at]vra.be">on7xm[at]vra.be</a>
Bestuurder Onbemande stations	<b>Ivan VANTHUYNE, ON4CBU</b> +32 (0)470 76 10 97 <a href="mailto:on4cbu[at]vra.be">on4cbu[at]vra.be</a>
Bestuurder	<b>Ludo BEELEN, ON7CFX</b> +32 (0)478 25 52 56 <a href="mailto:pitjebeelen[at]telenet.be">pitjebeelen[at]telenet.be</a>
Bestuurder	<b>Stefke Puttemans, ON3SOW</b> +32 (0)496 77 87 68 <a href="mailto:stefaan.puttemans@telenet.be">stefaan.puttemans@telenet.be</a>
QSL Manager	<b>QSL Dienst</b> <b>Jean-Marie T'Jaecckx, ON7EN</b> <a href="mailto:on7en[at]vra.be">on7en[at]vra.be</a>
Alle info vraag je via	<b>Informatie</b> <a href="mailto:info[at]vra.be">info[at]vra.be</a>

*Niets in deze uitgave mag (geheel of gedeeltelijk) verder worden verspreid, verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder de voorafgaandelijke schriftelijke toestemming van de uitgever. Alle rechten voorbehouden.*

© 2019 - V.R.A., Vlaamse RadioAmateurs vzw

## Inleiding.

Beste OM, YL, XYL, ONVL,

Dat V.R.A. voor dienstverlening staat is jullie zeker al bekend. Wij gebruiken de (schaarse) middelen –vooral van jullie bijdragen- om informatie te verzamelen en om die ook weer te verspreiden. Voor ons geen snoep- en andere reisjes (behalve die wij zelf betalen, natuurlijk!) maar een volledige inzet voor de Vlaamse radioamateurs.

Dat is allemaal niet zo gemakkelijk, maar wij kunnen in elk geval rekenen op een aantal zeer geïnspireerde en gemotiveerde vrienden. Eén van hen is Willy Acke, ON4AW. Hij is nog altijd een verwoed verzamelaar van alles wat ook maar enigszins met onze hobby te maken heeft. Door zijn hogere opleiding en zijn ervaringen als docent in verschillende hogere instituten is hij ook steeds bezig met informatie te verzamelen en te bundelen in interessante artikels.

Eerder bezorgde hij ons o.a. dossiers over “de decibel en zijn toepassingen”, “Antennen”; vrij lijvige documenten, wetenschappelijk verantwoord, maar ook vlot om lezen.

Maar de grote verdienste ligt uiteraard bij Willy, die wij van harte danken voor dit mooie werk dat wij jullie bij deze graag aanbieden.

En... er zullen wellicht nog artikels van de hand van Willy volgen. Bedankt Willy.

Ook danken we ON7XM, Jules Verheyde, onze redacteur van RadioAmateur, voor de bewerking van dit dossier en klaar stomen voor publicatie.

Gust Mariëns  
ON7GZ  
Voorzitter V.R.A. vzw



© V.R.A., Vlaamse RadioAmateurs vzw, 2019

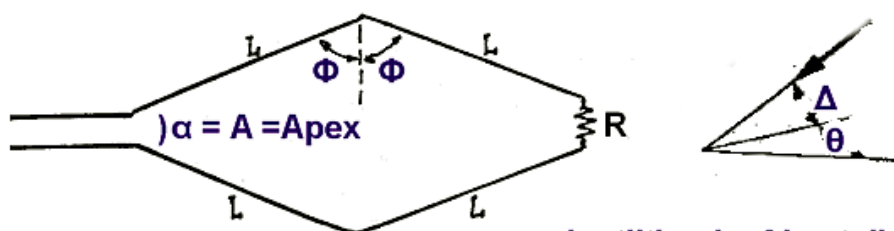
*Niets in deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder de voorafgaandelijke schriftelijke toestemming van de uitgever. Alle rechten voorbehouden*

*No part of this publication may be reproduced or brought to the public in any form, by print, photocopy, microfilm or by any other means, without prior written permission of the publisher. All rights reserved*

## De ruitantenne of rhombic (rhombische antenne).

door Willy Acke, ON4AW

De ruitantenne is één van de beste antennes die men kan opstellen, maar men moet er veel plaats voor hebben, vooral op de lage (HF) frequenties 3 tot 30 MHz, vermits deze antenne meestal meerdere golflengten lang is en bovendien ook een breedte-afmeting heeft zodat een terrein met een merkelijke oppervlakte beschikbaar moet zijn. Alhoewel de ruitantenne een eenvoudige vorm heeft en eenvoudig te bouwen is, zijn er maar weinig antennes die haar prestaties inzake winst en directiviteit evenaren. Omdat het een zeer betrouwbare antenne is, wordt de ruitantenne vaak gebruikt voor professionele radioverbindingen en zend-ontvangststations, alsook voor teledistributie (CATV) op ZHF. De antenne wordt zo hoog mogelijk opgesteld of opgehangen tussen bomen of nog beter tussen houten of metalen palen of pylonen. 10 meter hoog is bijna een minimum voor de lage frequentiebanden tussen 3 en 30 MHz.

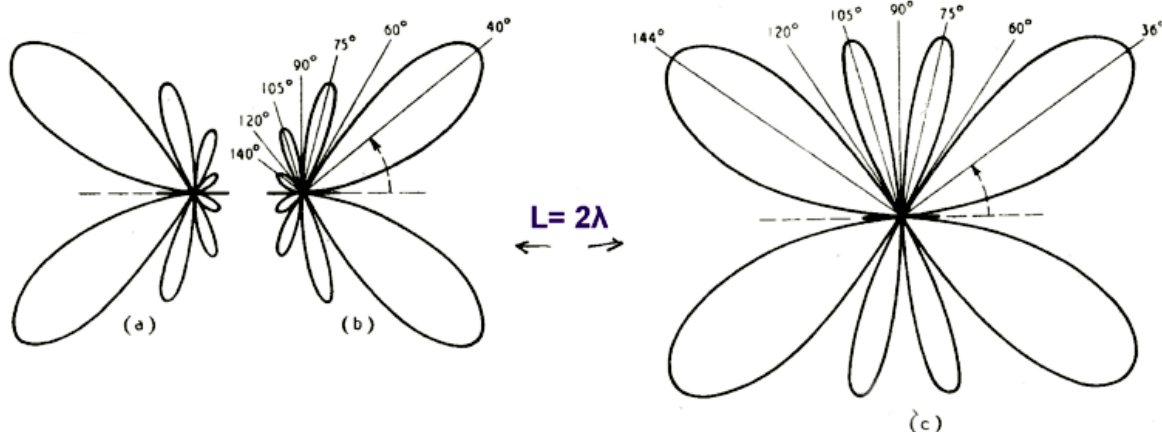


**Benamingen:**

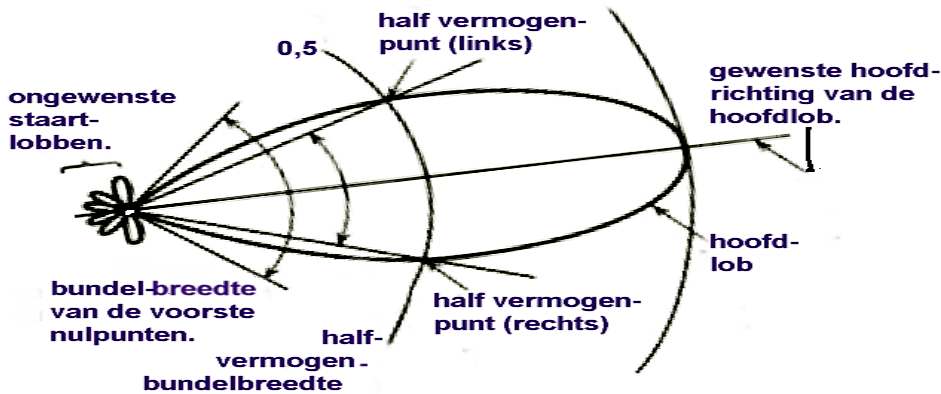
$\Phi$  = tilhoek of kantelhoek  
 $\Delta$  = opstraalhoek, ligt in een vertikaal vlak  
 $\theta$  = azimuthhoek, ligt in het horizontaal vlak

Reeds vroeg in de geschiedenis van de telecommunicatie heeft men overwogen, dat het overbrengen van gegevens d.m.v. antennes, op een beter gerichte wijze kon plaatsvinden, door de uitstraling te laten gebeuren onder een kleine hoek, waarvan de bissectrice samenvalt met de as van de gekozen overbrengingsrichting. Hierdoor verkleint tevens de veldsterkte in de andere niet gekozen (en dus te verwerpen) richtingen. Bij de rhombische antenne bekomt men deze gerichte of gebundelde stralingskarakteristiek door de antenne een zodanige vorm te geven, dat bij de vectoriële optelling van de veldcomponenten in de verschillende delen van de antenne, een versterking van het veld optreedt in de gewenste ontvangst- of zendrichting-zin, en een opheffing van de velden in de sectoren rond de antenne, die men niet wenst te bestrijken. De sein/ruis verhouding wordt op deze wijze opmerkelijk goed.

Wanneer de antenne in resonantie is, kan men de golven op de draden beschouwen als de resultante van twee lopende golven, die zich in twee tegenovergestelde richtingen bewegen. De polaire diagrammen zijn voor de voorwaartse golf (a) en voor de terugkerende of weerkaatste golf (b). De vectorsom (c) is symmetrisch rond het middelpunt. De hieronder voorgestelde stralingsdiagrammen gelden voor een beenlengte van 2 golflengten:



Elk element van de draad gedraagt zich als een korte Hertz dipool, van waaruit de straling in elke richting gelijk is aan de cosinus van de hoek, die deze richting maakt met de loodrechte op de draad. De veldsterkte in een bepaald verafgelegen punt, is gelijk aan de som van de veldsterkten van alle elementjes. Hoe langer de draad, hoe groter de veldsterkte, hoe dichter de lob tegen het horizontaal vlak komt te liggen, en hoe minder straling er verloren gaat naar de zijkanten van de antenne opzij van de hoofdas van de ruit.



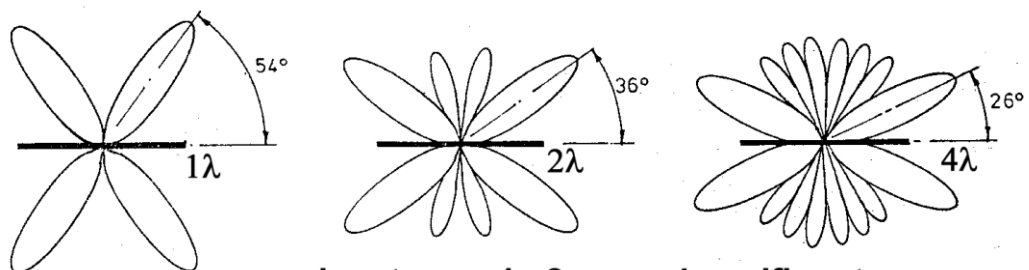
De nabijheid van de grond werkt nadelig in op een lage stralingshoek  $\Delta$  en daarom moet de antenne zo hoog mogelijk opgehangen worden. Voor verschillende waarden van de halve hoek (tilthoek), heeft de nabijheid van de grond een belangrijke invloed op de betrekkelijke versterking in db van de ruitantenne.

**De ruitantenne is een gerichte antenne.** De uitstraling of de ontvangst gebeurt in een voorkeur- richting en -zin. Directiviteit kan men bij een antenne op twee manieren bekomen

- 1) door een aantal elementen aan de antenne toe te voegen, dit kunnen passieve elementen zijn, director en/of reflector of een (ander) actief in fase met het in de antenne (actief) gevoed element, of
- 2) door de lengte van de antenne te wijzigen. Deze laatste methode is bij de ruitantenne toegepast, die een vorm van lange draadantenne is (zoals de Beverage).

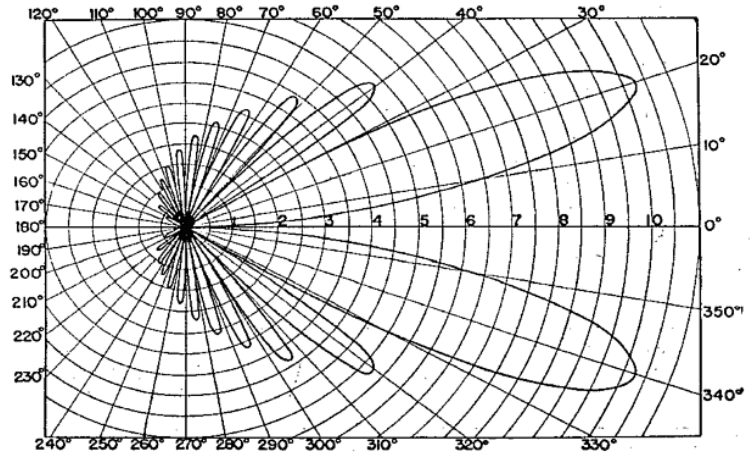
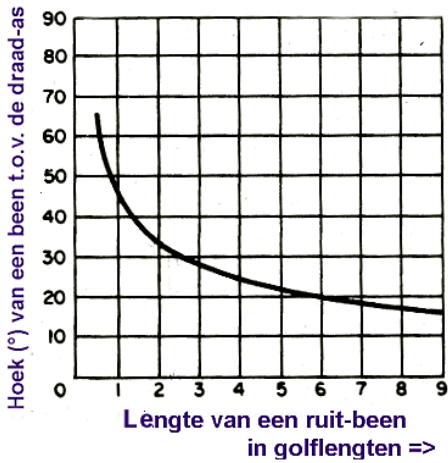
**De lange-draad antenne** is in het eenvoudigste geval een in de vrije ruimte gespannen draad, die meerdere golflengten lang is, en die aan het gestuurde einde, aan de uitgang van een zender of de ingang van een ontvanger aangesloten is. Op een draad met een lengte van respectievelijk 1,2, 4 golflengten, gevoed aan de linkerzijde met het uitgangsvermogen van een zender, ontstaan dan de volgende stralingsdiagrammen:

### Stralingsdiagrammen op een rechte koperdraad met respectieve

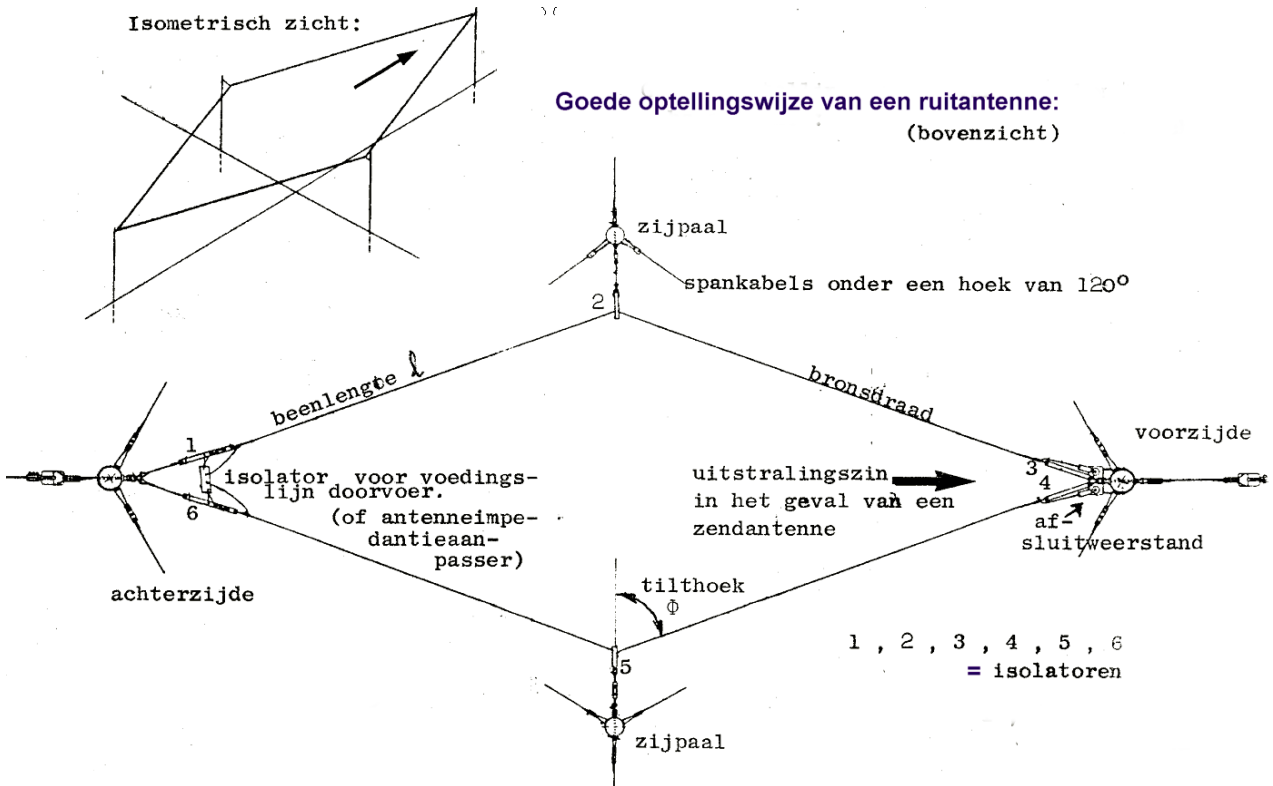


**lengte van 1 , 2 , en 4 golflengten .**

Op een dergelijke lange draad, die best meer dan twee golflengten lang is op de frequentie van de zender, ontstaat, wanneer de draad op het einde afgesloten is op een weerstand van 600,700 of 800 ohm, een stralingsdiagram met twee lobben die unidirectioneel symmetrisch t.o.v. de draad als as, verlopen. Op een dergelijke lange draad, die twee golflengten lang is op de frequentie van de zender, ontstaat, wanneer de draad op het einde afgesloten wordt op een weerstand van 600 tot 800 ohm, het volgend stralingsdiagram:

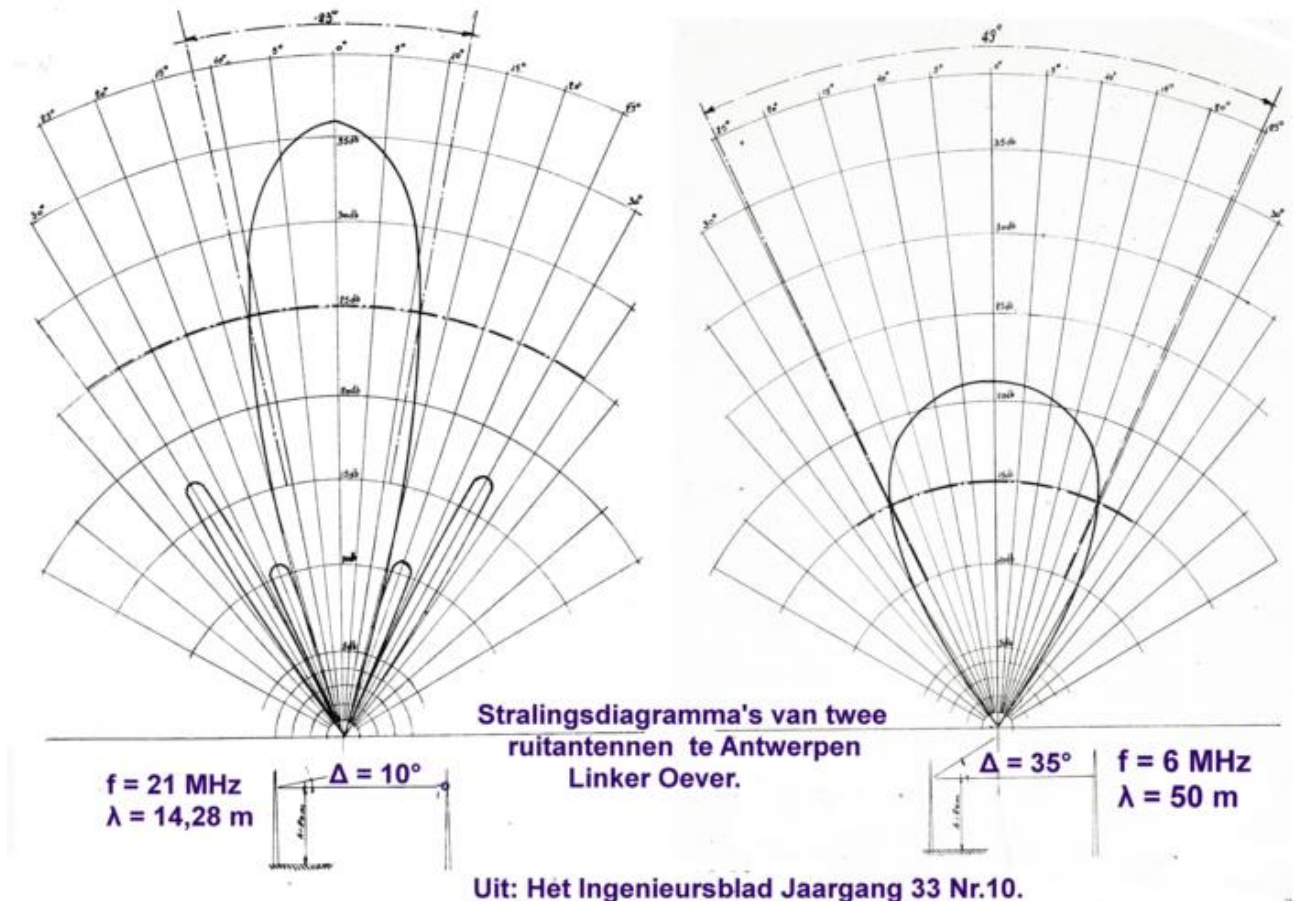


Links: grafiek met de hoek [=rechts:0°, 10°, 20°, op het stralingsdiagram] op de ordinaat, en de lengte van de draad op de abscis. Hieruit blijkt dat de hoek tussen de draad en de uitgestraalde hoofdlob die rechts van de grafiek staat, verkleint bij een langere draad. De lob wordt op zichzelf bij een langere draad ook langwerpiger en smaller. Bij een acht golflengten lange draad bedraagt de hoek slechts 17 graden, bij zes golflengten 20 graden. Dit laatste getal leest men af op het grafiekje waarin de hoek op de ordinaat uitgezet is t.o.v. de verhouding lengte van de draad gedeeld door de golflengte, op de abscis.

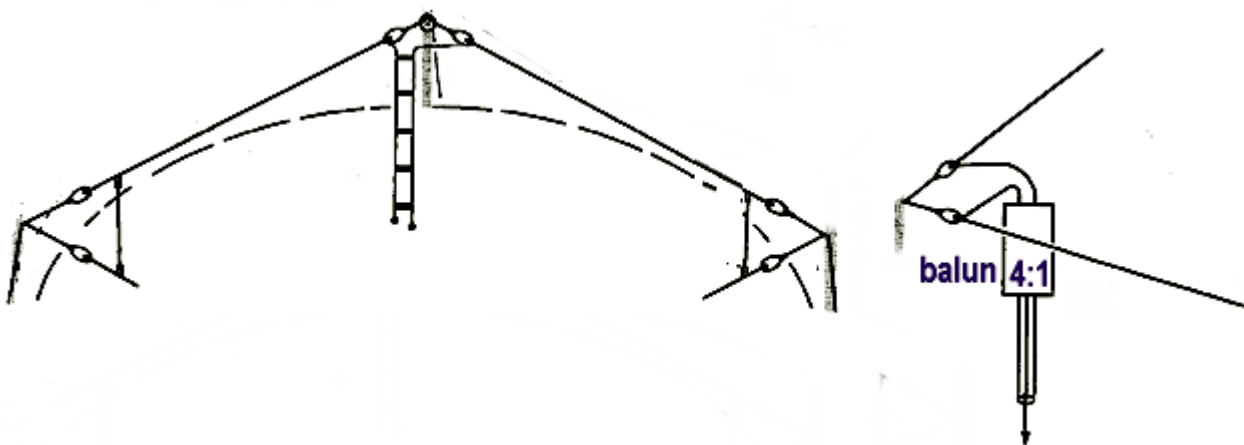


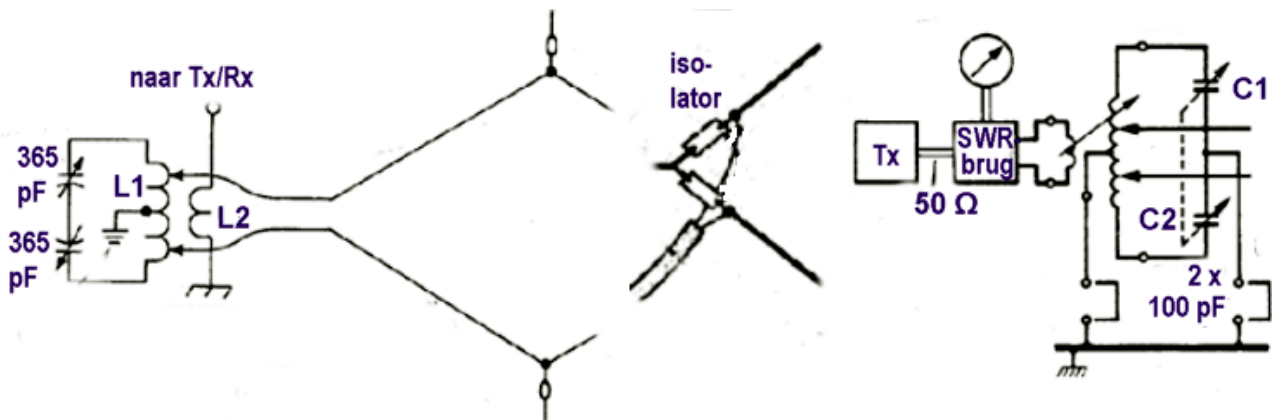
Alhoewel de ruitantenne een eenvoudige vorm heeft en met weinig moeite kan geconstrueerd worden, zijn er maar weinig antennen die haar prestaties inzake winst en directiviteit evenaren. Omdat het een zeer betrouwbare antenne is, wordt de ruitantenne vaak gebruikt voor professionele radioverbindingen en zend-ontvangst-stations.

Voorbeeld: de stralingsdiagramma's van twee van de meerdere ruitantennen op de Linker Oever te Antwerpen:

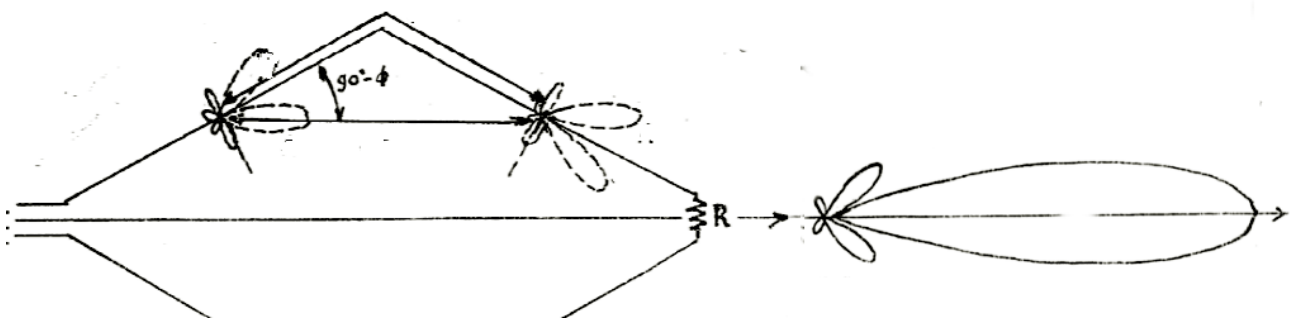
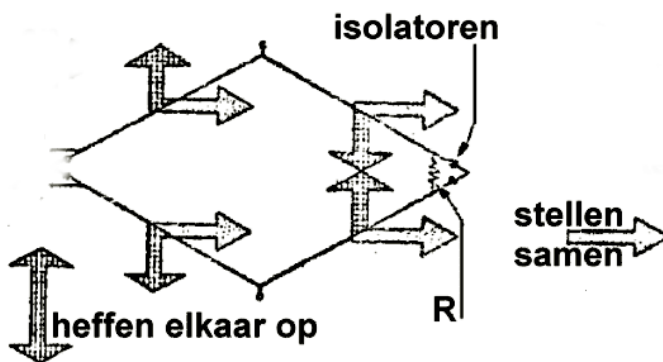


Wanneer men vier lange draad lopende golf antennen in ruitvorm opstelt, dan wordt het stralingsdiagram daarvan bepaald door de beenlengte. Kiezen we een hoek  $\Phi$  (reeds hierboven vermeld bij 'benamingen'), tilthoek, kantelhoek of inclinatiehoek genoemd.





Wanneer men de uitgang van de zender op de ingang van de ruit (meestal links) aansluit, en men sluit de draden aan de rechterzijde op het uiteinde van de grote diagonaal af op de golfweerstand van de transmissielijn die hij vormt met de eronder evenwijdig liggende aarde, dikwijls 600 ohm of 800 ohm, dan blijken enkele lobben zich wederzijds op te heffen. Ze verdwijnen, en andere tellen op tot een resulterende grote hoofdlob. Dit is hier onder verduidelijkt, en zichtbaar in het stralingsdiagram.



Wanneer men de zender, nog steeds links van de draad aansluit, maar men sluit de draad aan de rechterzijde op het uiteinde van de grote diagonaal af op de golfweerstand van de transmissielijn die hij vormt met de eronder evenwijdig liggende aarde, dikwijls 600 ohm, dan blijken de naar links gerichte (staart-) lobben te verdwijnen.

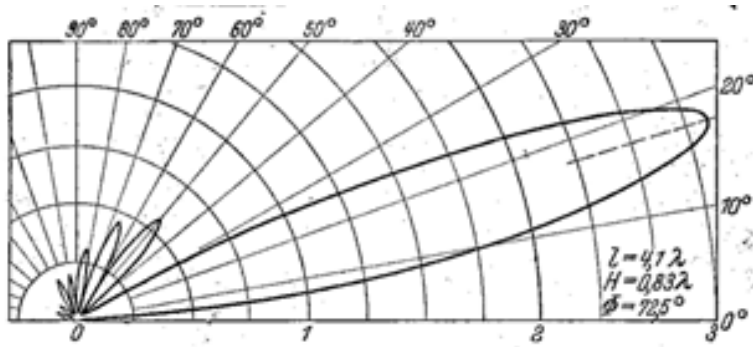
Op dat ogenblik is de stroom in de draad  $i = i_0 \cdot \sin \omega(t - x/c)$  waarin  $c$  de voortplantingsnelheid van het licht is,  $x$  de lengte van de draad en  $\omega$  de pulsatie of hoekfrequentie  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$  met  $f$  de frequentie waarop ontvangen en gezonden wordt.

De uitdrukking van  $i$ , is een lopende golf, d.w.z. dat de stroom van de zender naar de afsluitweerstand loopt en niet terugkeert, maar onder de vorm van een vermogen, ongeveer 35 tot 45 % van het uitgangsvermogen van de zender, in de afsluitweerstand gedissipeerd wordt. De overige 65 tot 55 % worden uitgestraald.

### Vertikale opstralingshoek.

In het vertikaal vlak meet men:



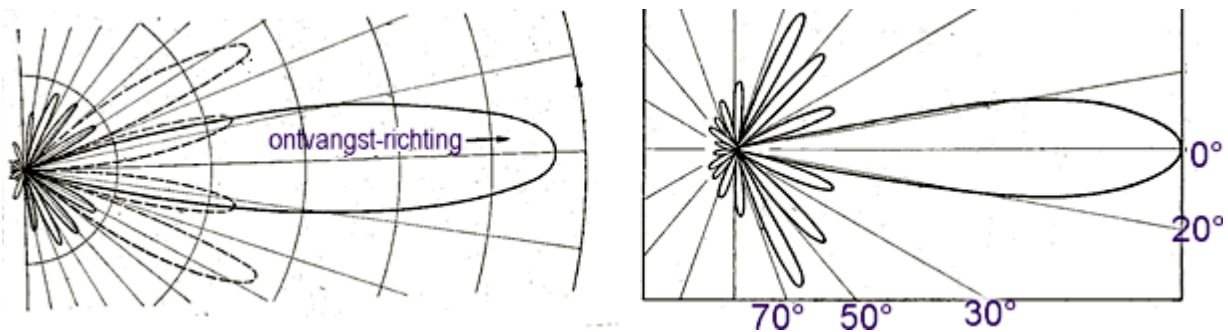


**opstraling  
onder hoek  
delta**

Lengte =  $4 \lambda$ , en de opstraalhoek  $\Delta=18^\circ$ .  $\lambda = 12,5$ .

Wanneer de afsluitweerstand een zuiver ohmse weerstand is, dan is de draadantenne vrij breedbandig, dit betekent dat het stralingsdiagram hetzelfde blijft wanneer men van de frequentie die de golflengte bepaalt, meerdere honderden kilohertz afwijkt. Daardoor is ook de afregeling van deze eenvoudige antenne niet moeilijk of kritisch.

In het horizontaal vlak daarentegen meet men:



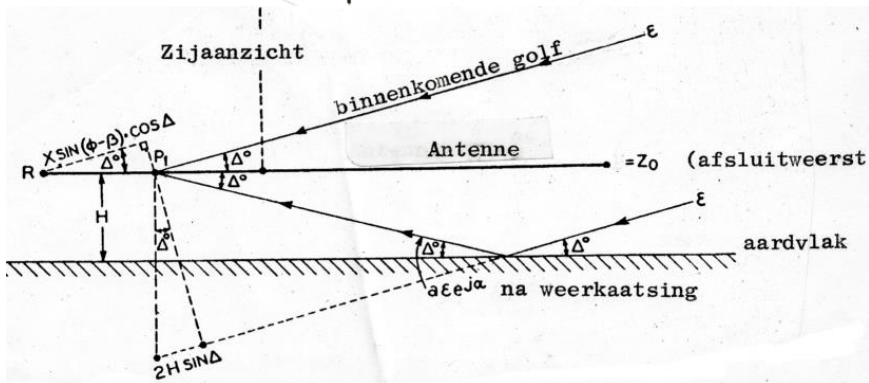
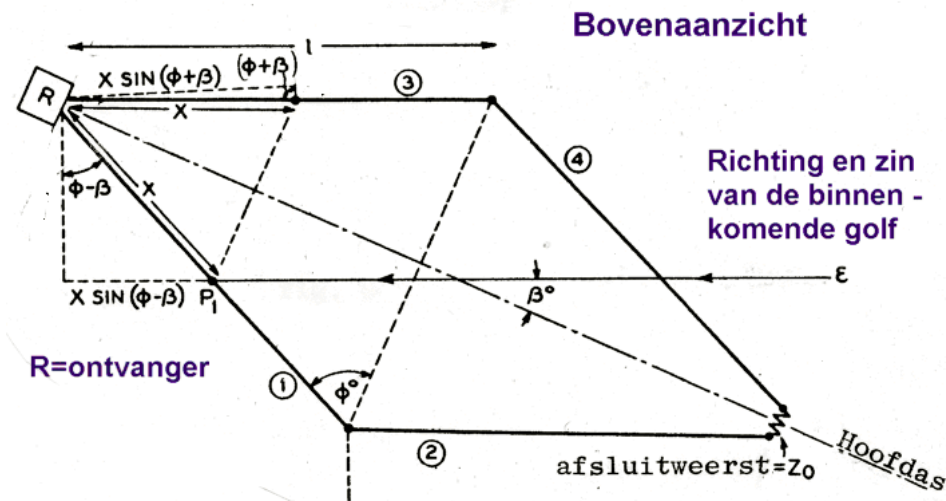
Bij ruit antennen in het frequentiebereik van 3,5 tot 28 MHz werkend, zijn de verticale opstraalhoeken  $\Delta$  voor te overbruggen afstanden boven de 4000 kilometer, klein, namelijk  $0^\circ$  tot  $10^\circ$  boven het horizontaal vlak. Dit op de hoogste werkfrequentie en voor de beste uitzending en ontvangst van de over te brengen informatie.

Op de lage frequenties, is de opstraalhoek het grootst, en wel in een zodanig verband, dat hij ongeveer een inverse functie is van de frequentie, dus omgekeerd-evenredig met stijgende frequentie afneemt.

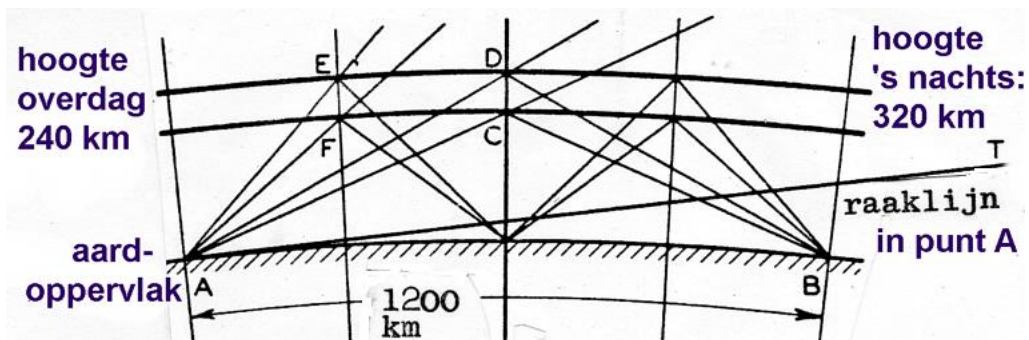
**Enkele cijfers:**

Frequentie in MHz:	5	7	8	10	12	14	15	16	18
Opstraalhoek $\Delta$ in graden :	35	34	32	26	21	17	15	13	10

Deze hoeken kunnen, afhankelijk van de omstandigheden, tot ongeveer de helft (dus gunstiger voor DX) van de aangeduide waarden bereiken.

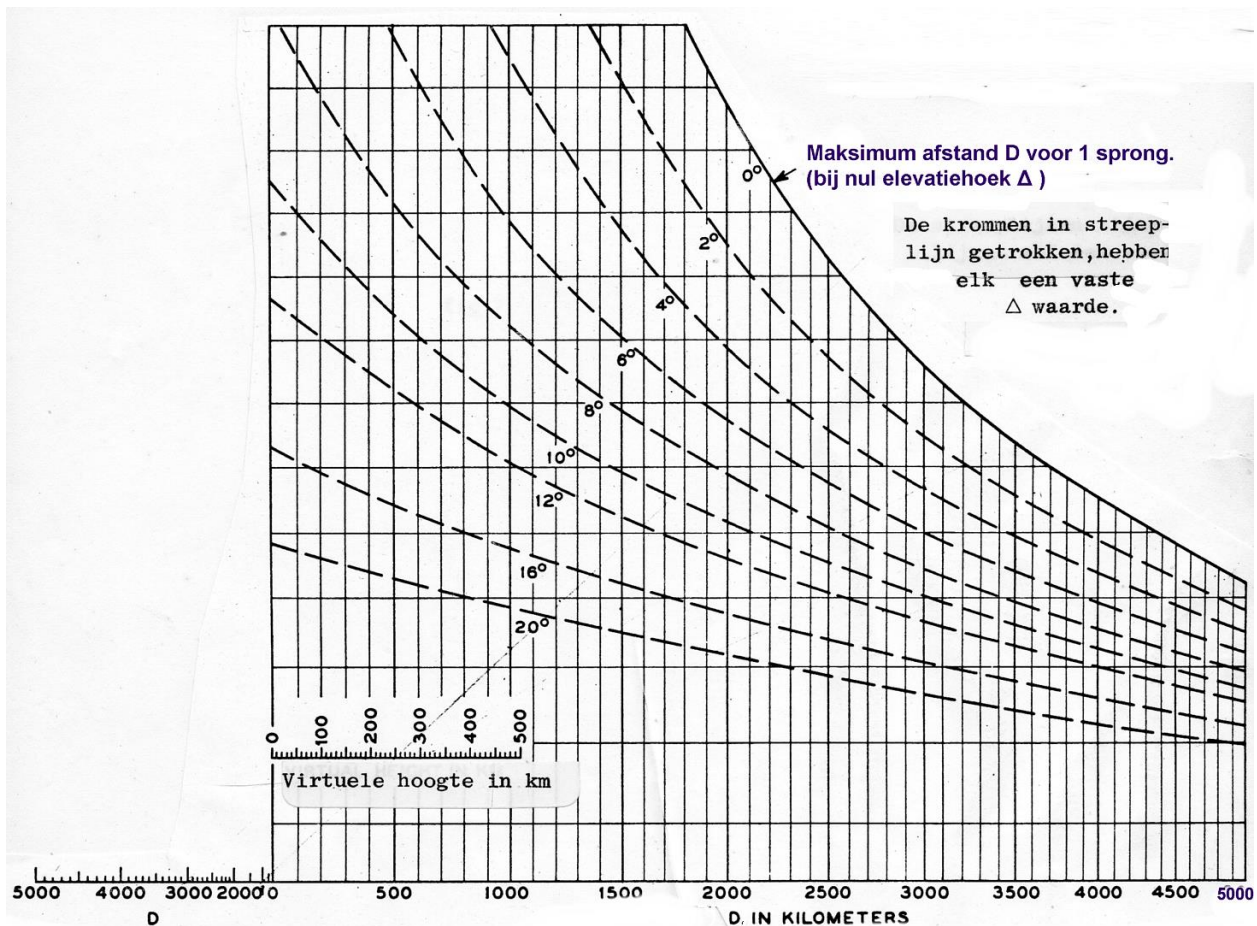


Bij het overbruggen van zeer grote afstanden, kan men de af te leggen weg indelen in een aantal stukken, waarbij de golf na de weerkaatsing op de geïoniseerde laag (dikwijls) de aarde zal bereiken, daarop terugkaatsen, naar de ionosfeer toe, enz. Dit is de veelvoudige voortplantingswijze met zogenaamde skip- of hop-sprongen.



Grafieken werden uitgewerkt, zoals de onderstaande, waaruit men de grootte van de opstraalhoek  $\Delta$  kan aflezen, om een bepaalde maximale afstand D in kilometers, te overbruggen met slechts 1 sprong, dus 1 weerkaatsing in de ionosfeer.

$\Delta$  is de hoek welke de bissectrice van de uitgestraalde golfkwaab maakt met het horizontaal grondvlak onder de zend/ontvangstantenne.



Deze grafiek is als volgt te gebruiken: trek een rechte lijn doorheen het punt dat de virtuele hoogte aangeeft (in kilometers onderaan links) van de geïoniseerde, weerkaatsende laag, alsook door het punt dat de gewenste te overbruggen afstand D aangeeft, gemeten vanaf 0 naar de afstand op de links voorgestelde schaal.

Het snijpunt van deze lijn met de ordinaat, waarvan de afstand overeenkomt met deze aangegeven op de abscis, onderaan de grafiek van 0 naar rechts gemeten, bepaalt een punt dat ligt op of tussen de krommen, welke getrokken zijn voor een bepaalde constante waarde van de verticale opstraalhoek  $\Delta$ , waaronder de golf vertrekt vanuit de antenne.

De hierboven beschreven bewerking kan ook uitgevoerd worden voor de halve afstand, een derde van de te overbruggen afstand, enz., waarbij de golf dan het doel zal bereiken na twee of drie sprongen. Of men in één, twee, drie of meerdere sprongen te werk gaat, hangt af van de frequentie waarop uitgezonden wordt, de eigenschappen van de geïoniseerde laag, en de tijd waarop de uitzending plaatsvindt. Een groot aantal sprongen gaat samen met een grote verticale hoek, maar het nadeel van deze voortplantingswijze, is de grotere transmissieverzwakking door de veelvuldige weerkaatsingen op de ionosfeer, een verzwakking welke nog toeneemt met de stijgende frequentie.

### Enkele eigenschappen van een in een horizontaal vlak gespannen rhombische antenne.

De ondervinding heeft uitgewezen, dat voor verre afstandsverbindingen, de beste hoogte boven de grond ongeveer 1 golflengte bedraagt, en de lengte van elk been van de ruit 6 golflengten op de hoogste werkfrequentie. Alhoewel de antenne het best werkt op de centerfrequentie waarvoor ze ontworpen is, werkt ze ook nog voldoende goed op frequenties, niet te ver van deze centerfrequentie gelegen.

De breedbandkarakteristiek met frequentiebanden in harmonisch verband), zowel voor het ontvangen-als zenden, is te wijten aan het feit dat een ruitantenne een aperiodisch systeem benadert met een betrekkelijk constante ingangsimpedantie.

Een ruitantenne wordt niet nadelig beïnvloed door allerlei vertikaal gepolariseerde golven, waaronder storingsimpulsen zoals deze voortgebracht door ontstekingsystemen van auto's, thyristorvoedingen, e.d.

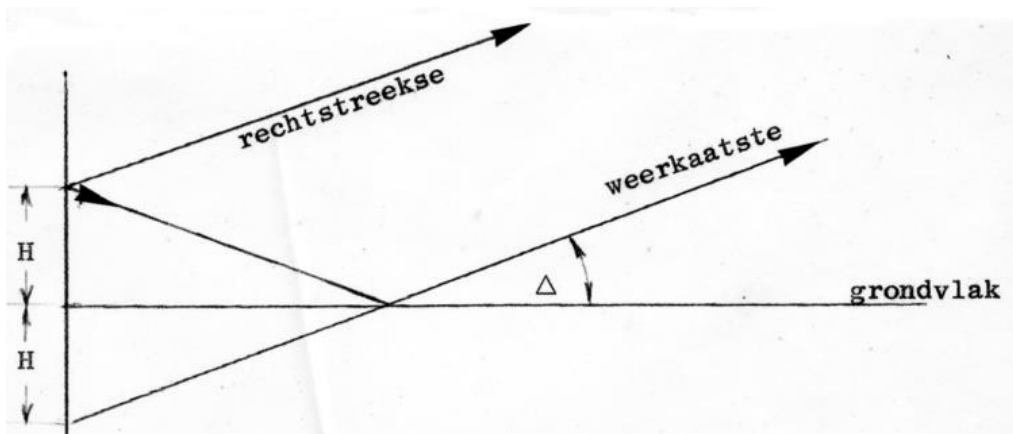
Dit terwijl de horizontale component van storingen door de aanwezigheid van de aarde verzwakt wordt.

### **Invloed van de aanwezigheid van de aarde.**

Men kan de antenne niet zo hoog ophangen, dat ze kan beschouwd worden als te stralen in de "vrije ruimte". Het veld, gemeten in een ver afgelegen punt, is daardoor gelijk aan de vectorsom van een rechtstreeks uitgezonden veldcomponent, en een andere die op de grond weerkaatst wordt vooraan de antenne. De weerkaatste component verkrijgt een kleinere amplitude door de verliezen in de aarde, en verkrijgt tevens een andere fase, enerzijds door de faseverandering bij de weerkaatsing op de bodem, en anderzijds door het verschil in weglengte t.o.v. de rechtstreeks uitgezonden component. Hierdoor dient de optelling van de twee veldcomponenten in een ver afgelegen punt wel degelijk vectorieel te geschieden.

Deelt men deze vectorsom door de grootte van de rechtstreeks uitgezonden component, dan verkrijgt men een idee over de directiviteit van de werkelijke antenne, in de nabijheid van de aarde, in vergelijking met een ideale ruitantenne, die in de vrije ruimte zou opgesteld zijn.

Het vermogen, per eenheids-hoek uitgestraald, volgt een gegeven richting (en zin), gegeven door  $(\Delta, \theta)$ , waarin  $\theta$  de azimuth hoek is, gemeten in het horizontaal grondvlak, t.o.v. de hoofdas van de antenne.



Voor  $\theta = 0$ , en in het geval van een volmaakt geleidende aarde, kan men gebruik maken om de grootte te meten van de door twee benen (in elkaars verlengde) ingesloten stompe hoek te meten die gelijk is aan tweemaal de tilhoek of kantelhoek  $\Phi$ . Hiervoor bestaan ook grafieken.

### **Metten van de antenne-winst.**

Eens dat de ruitantenne gebouwd is, kan men haar winst meten in vergelijking met de winst van een halve golf dipool. Praktisch gezien, kan dit gebeuren, door op dezelfde hoogte boven de grond, maar enkele golflengten ervan verwijderd, teneinde wederzijdse koppeling te voorkomen tussen de twee antennen, een halve golf dipool op te stellen, gedimensioneerd voor dezelfde centrale werkfrequentie als de rhombic, en de beide antennen opeenvolgend met een even groot vermogen te bekrachtigen.

De hoofdrichtingen van maximale straling van beide antennen moeten evenwijdig zijn en in de as daarvan wordt dan met een veldsterktemeter op een voldoende afstand van elk der twee antennen de veldsterkte gemeten.

De verhouding van de twee gemeten veldsterkten, waarbij deze van de rhombic gerefereerd wordt naar deze van de dipool, bepaalt dan de winst in decibel van de ruitantenne boven deze van de dipool. (in dB).

Alle antennen die bij deze meting gebruikt worden, moeten natuurlijk horizontaal opgesteld worden, vermits de rhombic door zijn horizontale opstelling ook horizontaal gepolariseerd is.

Tevens dient de eigen straling van de voedingslijnen die naar de antennen lopen, zorgvuldig worden vermeden, omdat men anders een vals beeld van de stralingseigenschappen van de antennen verkrijgt.

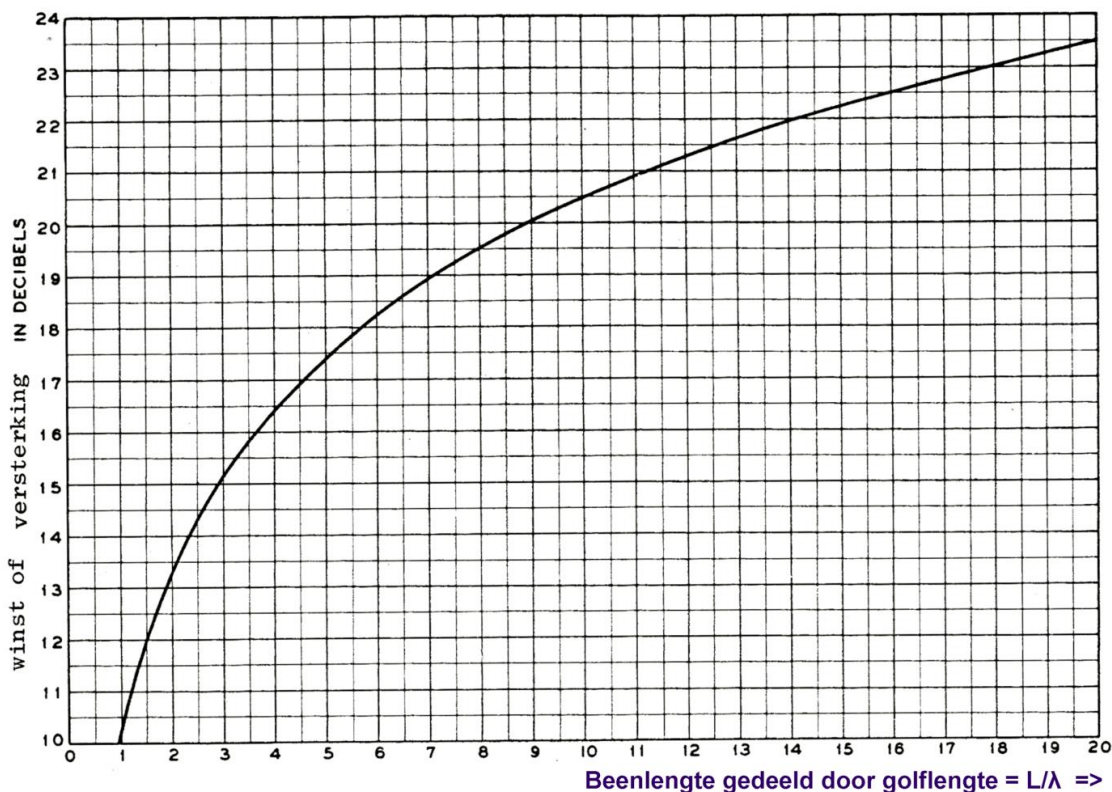
De voedingslijnen moeten daarom goed aangepast zijn aan de stralingsimpedantie of de  $Z_0$  in het voedingspunt van de antennen (dus onder meer de symmetrische dipool en de symmetrische ruitantenne nooit rechtstreeks voeden met een coaxkabel), en het punt waarin men de veldsterkte staat te meten moet ver verwijderd zijn van de antennen want enkel het 'verre' veld is kenmerkend voor de kwaliteit van een antenne en het 'dichte' veld is vervormd (o.a. volgens Fraunhofer).

Het toepassen van slechts een gering vermogen op de uit te testen antennen kan hierbij ook helpen. Gebruikt men tijdens deze metingen toch coaxiale voedingslijnen wegens hun geringe eigen straling, dan moet de aansluiting op de 2 voedingspunten van elke antenne steeds plaatsvinden via een symmetriserende balun.

In de onderstaande grafiek is de winst weergegeven van een ruitantenne, opgesteld in de vrije ruimte in functie van de beenlengte. Hierbij zijn optimale waarden weergegeven.

Dit betekent dat, indien de antennemetingen uitgevoerd worden met de antennen opgesteld boven een slecht geleidende grond, de praktische resultaten wel 2 tot 3 dB kunnen verschillen (kleiner) van deze in de grafiek.

De winst van een  $\lambda/2$  dipool in de vrije ruimte bedraagt 2,15 dB.



### Afsluitweerstand.

De afsluitweerstand speelt een belangrijke rol in de werking van een ruitantenne.

Hij ligt aan de basis van een goede directiviteit in 1 welbepaalde richting en zin, en het voorkomen van een parasitaire werking v.d. antenne op andere dan op de gewenste frequentie. Bovendien zorgt een afsluiting v.d. ruit op haar  $Z_0$ , dat ook de ingangsimpedantie van de antenne constant blijft, en dat de antenne over een groot bereik van frequenties die in een juist harmonisch verband liggen, bruikbaar blijft.

Dit, zonder dat de koppelingsaanpassingen naar de zender hoeven te worden gewijzigd, en makend dat signalen die op de achterkant van de ruit invallen, geen kans krijgen.

Wanneer de afsluitweerstand een zuiver ohmse weerstand is, dan is de draadantenne breedbandig, hetgeen betekent dat het stralingsdiagram hetzelfde blijft, wanneer men van de frequentie die de golflengte bepaald, meerdere honderden kilohertz afwijkt.

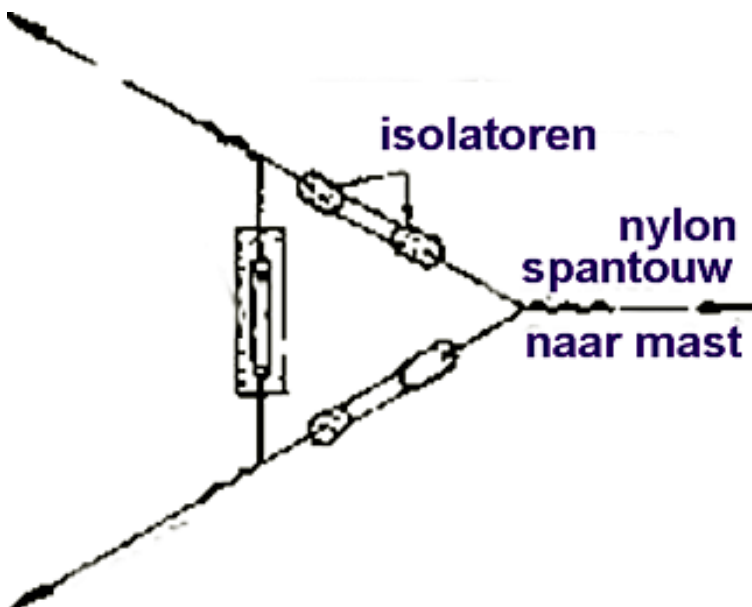
Daardoor is ook de afregeling van deze eenvoudige antenne niet moeilijk of kritisch.

De antenne moet op de laagste frequentie, minstens een halve golf boven de aarde opgehangen zijn, beter een volledige golflengte of  $1,5 \lambda$

De afsluitweerstand maakt dat er geen terugkerende golf meer is, zodat er een polair diagram ontstaat, dat slechts 1 grote lob meer bevat, onder een elevatiehoek  $\Delta$ .

Als men een ruitantenne afsluit op een  $800 \Omega$  weerstand, dan is de ingangs-impedantie ongeveer  $700$  tot  $750 \Omega$ , te wijten aan de stralingsverliezen in de antenne.

De afsluitweerstand kan samengesteld worden uit twee gemetalliseerde weerstanden in serie van  $390 \Omega$ . De antenne kan gevoed worden door een  $300 \Omega$  symmetrische voedingslijn, die aansluit op de antenne via een Q-aanpassingsstub. [in hetgeen volgt, meer over dit laatste].



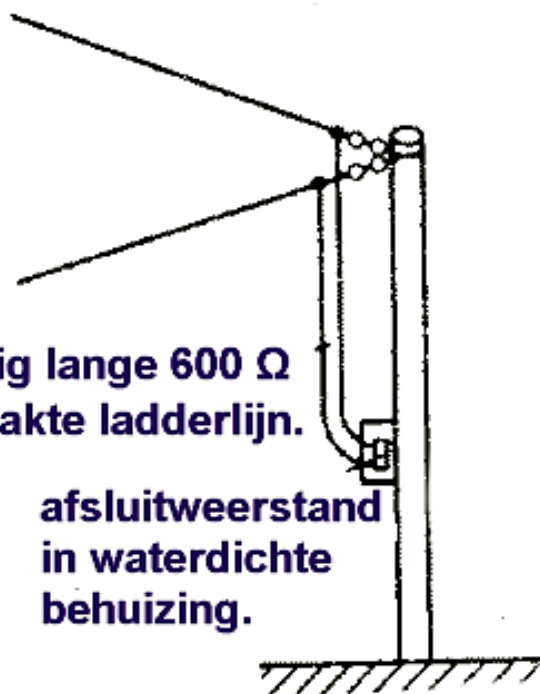
De aperiodische ruitantenne (afgesloten op een weerstand van  $600$  of  $800 \Omega$ ) is ideaal in de gevallen dat men per dag voortdurend van frequentie wil veranderen (met frequenties in harmonisch verband) zonder steeds naar een andere antenne te moeten omschakelen.

De afsluitweerstand, waarin ongeveer de helft van het naar de antenne toegevoerd H.F. vermogen wordt opgeslorpt (en die daarvoor voldoende moet bemeten zijn om deze dissipatie te verwerken), moet inductie-en capaciteits-arm zijn.

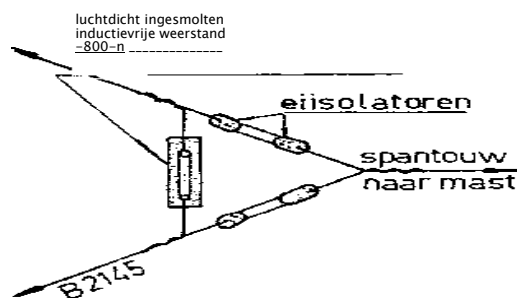
Als men de afsluitweerstand in een goed bereikbare positie wil plaatsen, om hem bv. in een waterdichte behuizing te kunnen insluiten en bereiken, kan dit door de  $800 \text{ ohm}$  weerstand met het stralend uiteinde van de ruitantenne te verbinden via een  $600$  of  $800 \Omega$  symmetrische lijn.

**willekeurig lange 600  $\Omega$   
of 800  $\Omega$  zelf gemaakte ladderlijn.**

**afsluitweerstand  
in waterdichte  
behuizing.**



Men kan de afsluitweerstand onderbrengen in een metalen, glazen of porceleinen buis, die men afsluit met twee stoppen, of in een waterdicht metalen kastje. Koolweerstanden of opgedampte weerstanden zijn bruikbaar. Voor grote vermogens kan men meerdere 100 watt weerstanden in parallel schakelen, bv. 9



weerstanden van 6800  $\Omega$  of andere combinaties.

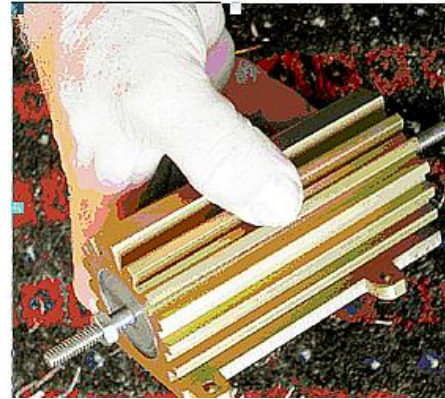
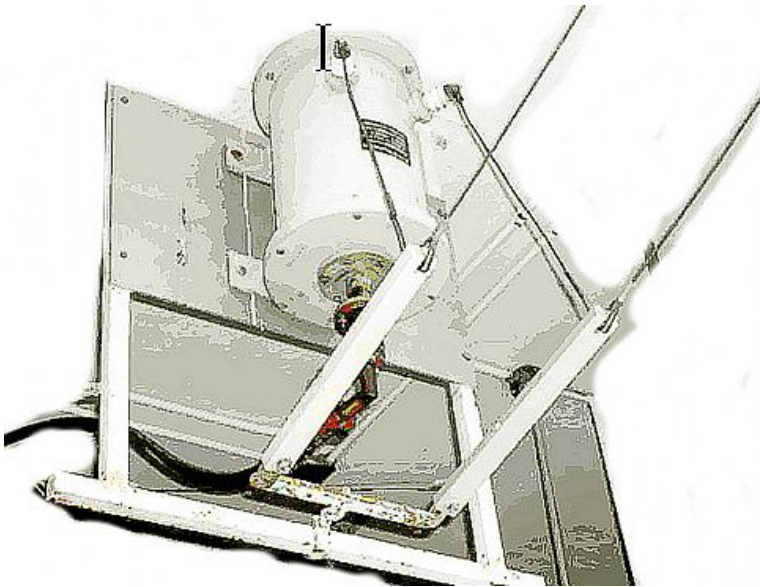
Men kan voor grote vermogens ook een dissipatielij construeren met staaldraad of met nikkel-chroomdraad, evenwijdig gespaciseerd om een impedantie van 800  $\Omega$  op te leveren.

**Afsluitweerstand van een ruitantenne, vooral als zendantenne gebruikt.**

Bij ruitantennen wordt ongeveer de helft van het door de zender aan de antenne toegevoerd vermogen uitgestraald, en de andere helft dient opgenomen te worden door de afsluitweerstand.

Indien de antenne vooral bedoeld is als zendantenne zoals te Ruiselede/Oudenburg, moet de afsluitweerstand groter gedimensioneerd te zijn, dan voor een ruitantenne waarmee men vooral luistert naar stations.

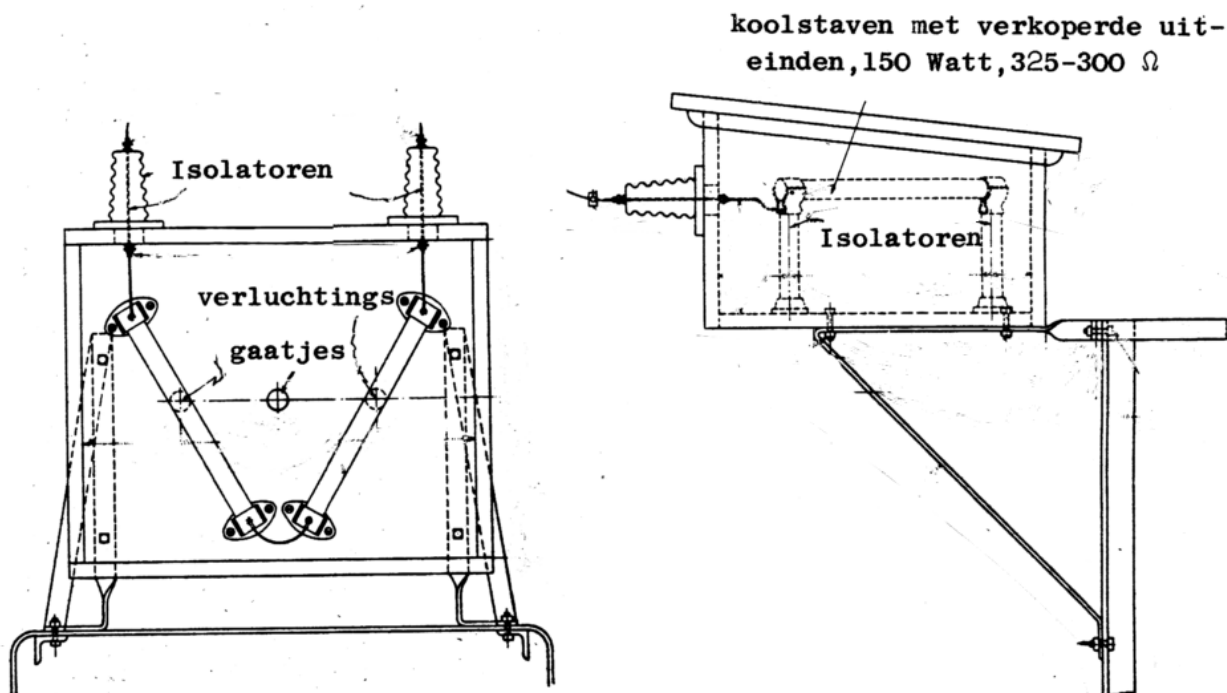
Voorbeeld van dissipatieweerstand voor een ruit waarmee men bijna enkel zendt:



Links: afsluitweerstand ondergebracht in een vat met koel-olie.  
 Rechts: robuuste afsluitweerstand met koelvinnen.

Voor het verwerken van slechts een paar honderden watt, kan men koolstaven nemen, bv. 20 cm lang, en 2 cm diameter, die bijna geen eigen zelfinductie bezitten hetgeen een voordeel is. Voor een zender met 400 watt uitgangsvermogen, dienen de koolstaven aldus 200 watt te kunnen dissiperen, hetgeen eenvoudig gaat door er bv. vier in serie te schakelen van elk 150  $\Omega$ .

Hieronder zijn er slechts twee voorgesteld van 300  $\Omega$  voor een zender met een geringer vermogen:



Hogere vermogens vereisen een andere afsluitweerstand in de vorm van een tweedraads-transmissielijn met hoge verzwakking per lopende meter, vervaardigd uit geleiders met hoge soortelijke weerstand (als materiaal gebruikt men bv. roestvrij staal). De ene zijde van de transmissielijn is rechtstreeks aan de uitgangsklemmen van de rhombic verbonden, terwijl de andere zijde niet noodzakelijk kortgesloten klemmen heeft zoals men zou kunnen denken om van de lijn een weerstand te maken.



Inderdaad, deze weerstand met de juiste waarde van 600  $\Omega$  of 800  $\Omega$  kan men ook bekomen door de afmetingen van een aan het uiteinde open lijn zo te dimensioneren, dat ze deze waarde als karakteristieke impedantie verkrijgt.

Het komt er dan alleen op aan de lijn lang genoeg te maken om de er op lopende golven voldoende te verzwakken tegen dat ze het einde bereiken.

Omdat het te dissiperen vermogen op het einde van de dissipatielijns sterk in waarde gedaald is, kan men een iets kortere lijn nemen, en deze op het einde afsluiten met een koolweerstand van 600  $\Omega$ .

Bij een lange dissipatielijns, sluit men het uiteinde kort, en dat wordt dan geaard. Vroeger gebruikte wel eens gegalvaniseerde ijzerdraden als materiaal voor deze afsluitlijn, maar men heeft deze praktijk verlaten omdat dit materiaal mettertijd toch wordt aangetast door weer en wind, roest en tenslotte desintegreert.

### Grootte/waarde van de afsluitweerstand.

De grootte van de afsluitweerstand van de antenne, in het bereik van 600 tot 800  $\Omega$ , kan men door enig experimenteren zelf best zo kiezen, dat over het ganse werkfrequentiebereik van de antenne, de karakteristieke weerstand van de antenne, gemeten over de klemmen die aan te sluiten zijn aan de Tx/Rx-connector, constant blijft of ongeveer toch binnen zekere grenzen.

De volgende figuur geeft een idee van de karakteristieke impedantie van een rhombic, gemeten over een breed frequentiebereik, met een afsluitweerstand, gekozen als beste waarde (ongeveer 800  $\Omega$ ).

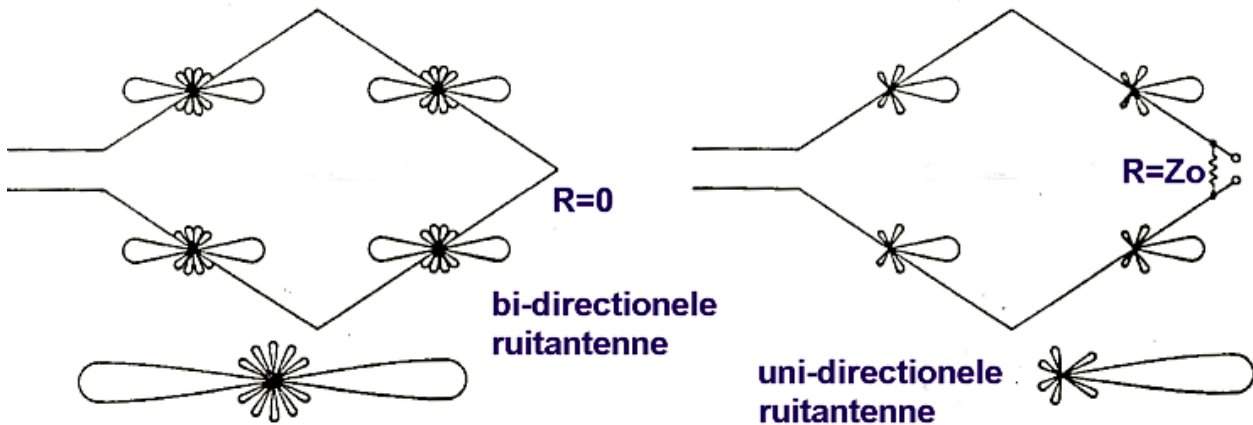
Merken we op, dat men waarden kan vinden tussen 440  $\Omega$  en 890  $\Omega$ , wanneer men zich bij een zelfgebouwde ruitantenne zeer intensief wil bezighouden met het zelf opzoeken van deze beste waarde van de afsluitweerstand.

Impedantie van de ruitantenne



Voor het voeden van de antenne aan de zijde van de zender, kan men het best een symmetrische 600  $\Omega$  tweedraadslijn aanwenden, omdat deze de geringste stralingsverliezen heeft en het verloren uitgestraalde vermogen onafhankelijk is van de lengte van een dergelijke lijn. Wanneer ze symmetrisch t.o.v. de aarde is opgesteld, worden de directionele stralingseigenschappen van de rhombic aldus niet verstoord en beïnvloed door de voedingslijn. In Geneve en Bern (Zwitserland) hebben we bij I.T.U., ruitantennen gezien, welke gevoed werden d.m.v. een coaxiale kabel, aan wiens uiteinde (ter plaatse van de ingangsklemmen van de antenne) een asymmetrisch-symmetrische breedband transformator als balun opgesteld en aangesloten was.

Als de afsluitweerstand vervangen wordt door een kortsluiting, wordt de ruitantenne bidirectioneel, maar met een minder grote versterking, dan wanneer al de uitgestraalde energie in 1 richting en zin geconcentreerd wordt. Inderdaad, zonder afsluitweersfand wordt een gedeelte van het vermogen dat zich naar het uiteinde van de antenne begaf, weerkaatst.



**Voeden en zin en richting kiezen bij een bi-directionele ruitantenne:**

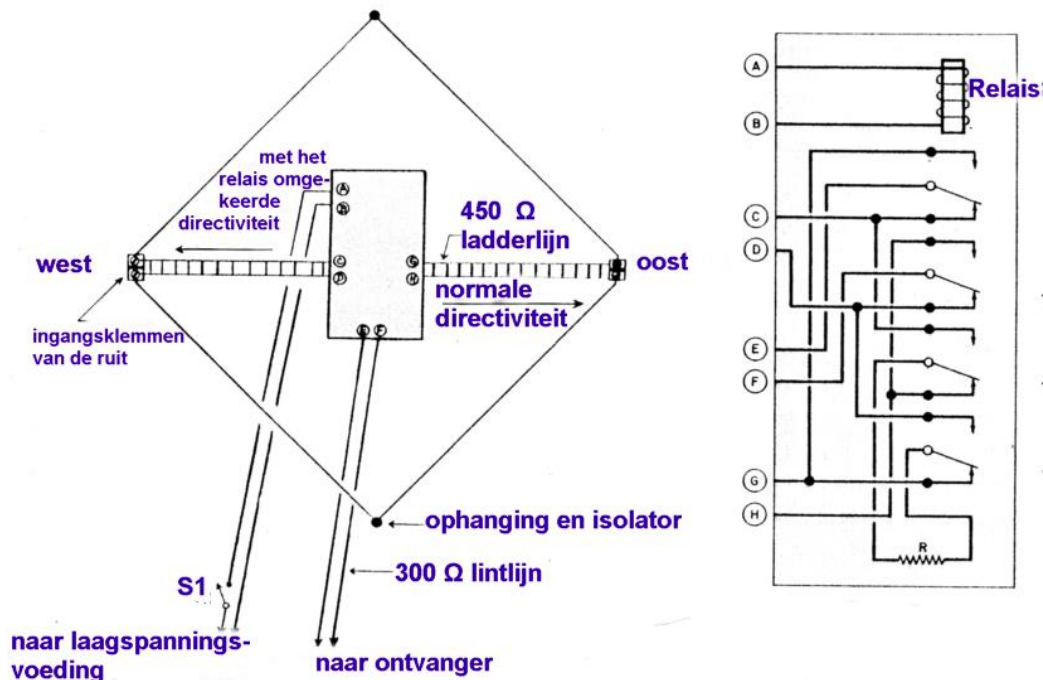
De antenne kan het best gevoed worden met een 600 tot 800 Ohm open lijn (of slechter: 450 Ω) die ter plaatse van de zender/ontvanger wordt aangepast naar de 50 Ω in/uitgangsimpedantie.

Heeft men die mogelijkheid niet, dan kan men ze voeden met 300 Ω lintlijn, waardoor een staande golf verhouding (SGV) van 2,7/1 zal ontstaan.

Hierdoor zal 25 % van het signaal verloren gaan. Als men de ruitantenne vast en niet draaibaar opstelt, dan is het altijd voordelig, ze te kunnen laten werken in twee richtingen of juist uitgedrukt, in twee zinnen in dezelfde richting.

Hiervoor is wel een omschakelaar nodig.

Voorbeeld:



Als de schakelaar S1 open is, dan is het relais niet bekrachtigd. De antenne bevoordeligt dan de stations aan de oostkant omdat op dat ogenblik daar de 600 of 800 ohm afsluitweerstand R zit, t.o.v. het voedingspunt.

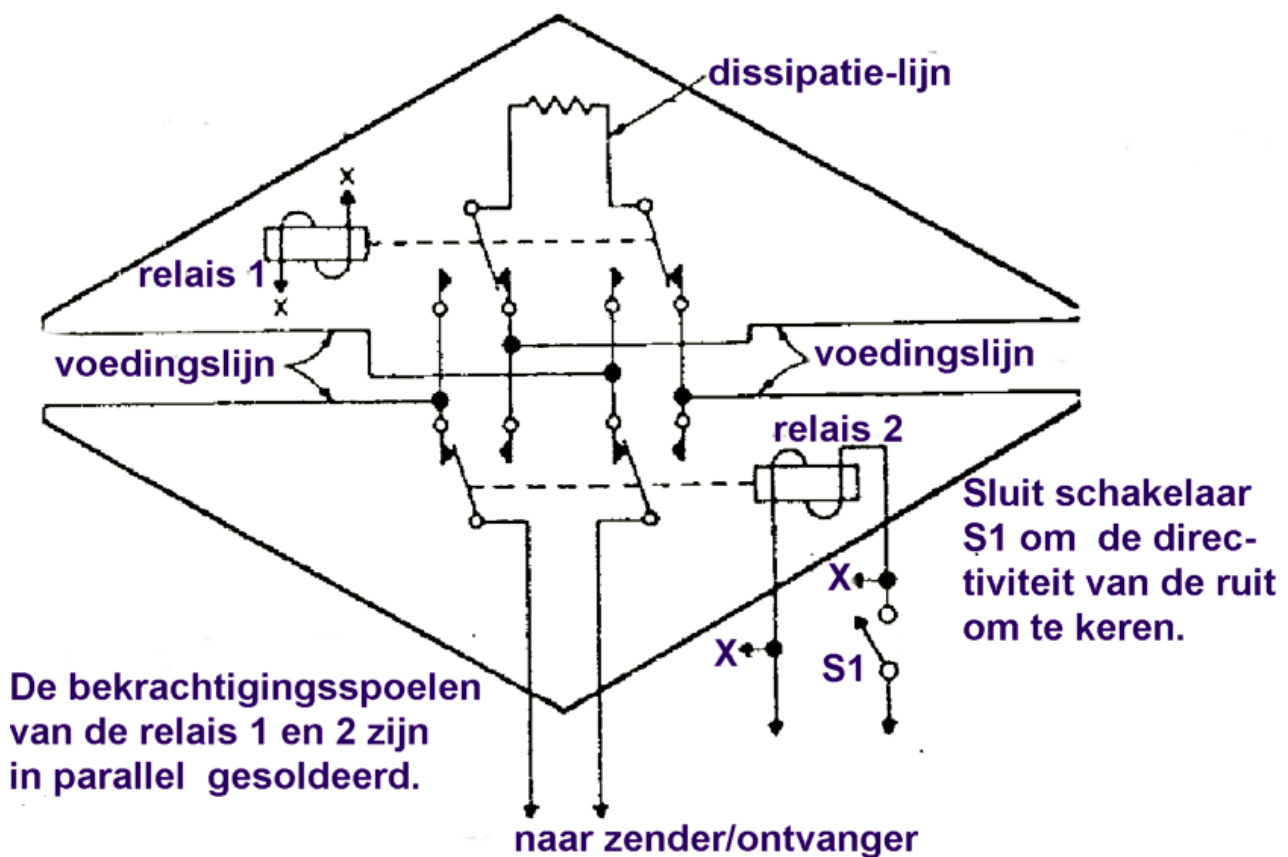
Kiest men het westen, dan moet S1 gesloten worden en dan gaat de afsluitweerstand over naar het uiteinde van de antenne aan de westkant.

Dit gebeurt doordat de relaispoel bekrachtigd wordt en de weerstand R daardoor t.o.v. de voedingslijn overgaat naar het andere uiteinde van de antenne.

Het relais zit met al zijn omschakelcontacten in een waterdichte doos op de draagbalk in het midden van de ruitantenne.

Voor de veiligheid is het aan te raden een gelijkspanningsrelais van 12 of 24 volt te kiezen en geen wisselspanningsrelais van 110 of 220 volt.

Als men een ruitantenne in twee zinnen wil laten stralen, of ontvangen langs de hoofdas, kan men aan beide zijden een 800 ohm voedingslijn bevestigen die dan naar het bedieningspaneel van de zend-ontvangstinstallatie loopt, waar de volgende omschakeling kan gebeuren:



### **W6AM: kampioen met de meeste ruitantennen.**

Vijf jaar na elkaar scoorde W6AM het hoogst in de ARRL-DXCC lijst [WAZ (CW & Phone-) WAC+WAS], met 13 ruitantennen in 16 richtingen opgesteld op een terrein van 25 aren, gelegen op 25 km ten zuiden van Los Angeles. D.m.v. een draaischakelaar kon C. Wallace één van de rhombics kiezen als antenne voor zijn zender, die uitgerust was met een eindtrap met Eimac vermogen-buizen. De langste ruitantenne had een beenlengte van 300 meter en was opgehangen aan 40 meter hoge houten palen. De kleinste had een beenlengte van 80 meter en was 20 meter hoog opgehangen.



C. Wallace W 6 A M operating his station.

**W6AM**

*73's to 400 with Calling!*

*The old 916 card*

**DON C. WALLACE**  
 BOX 73  
 ROLLING HILLS  
 CALIFORNIA USA

The Wallace Ranch is 10 miles from Long Beach, where we live, and 20 miles from downtown Los Angeles. There are 13 Rhombics, 1 Curtain (antenna #13), on 120 acres, on a 1200 foot hill, overlooking the Pacific Ocean, 2 miles away. DXCC (CW292C) (Phone 271C), WAZ (CW & Phone), WAC (Charter Member), WACE #21, WAS. RECEIVER: RME 4350 A & sideband selector. TRANSMITTER: 1KW. Photo: Courtesy QST.

The Wallace Ranch -Beach, overlooking the Pacific Ocean. BOX 73 ROLLING HILLS CALIFORNIA USA => Vandaag ingericht als museum, na silent key van C. Wallace.

### Onderhoud van de ruitantenne, en bescherming tegen blikseminslag.

Aangevroren sneeuw en aan de draden hangende ijzel kunnen de karakteristieke impedantie en de stralingsweerstand van de rhombic wijzigen. Indien mogelijk zal men deze verwijderen door een gelijkstroom door de geleiders v.d. ruitantenne te sturen, zodat de aangevroren sneeuw en ijs wegsmelten door Joule-effect opwarming.

Zoals bekend komen vervroren geleiders tevens onder een veel hogere mechanische spanning dan 's zomers te staan, waardoor ze kunnen breken. Ze moeten bijgevolg voldoende doorhangen op het traject dat ze overspannen, en niet te hard aangespannen zijn.

Dit is tevens belangrijk om de isolatoren door de hoge trekkracht niet te doen breken. Voorzorgen dienen genomen te worden tegen de statische ladingen, veroorzaakt door stormweer. Daar waar de coaxiale voedingslijn aan de ontvanger wordt aangesloten, kan een vonkenbrug worden opgesteld tussen elke geleider van de voedingslijn en de aarde.

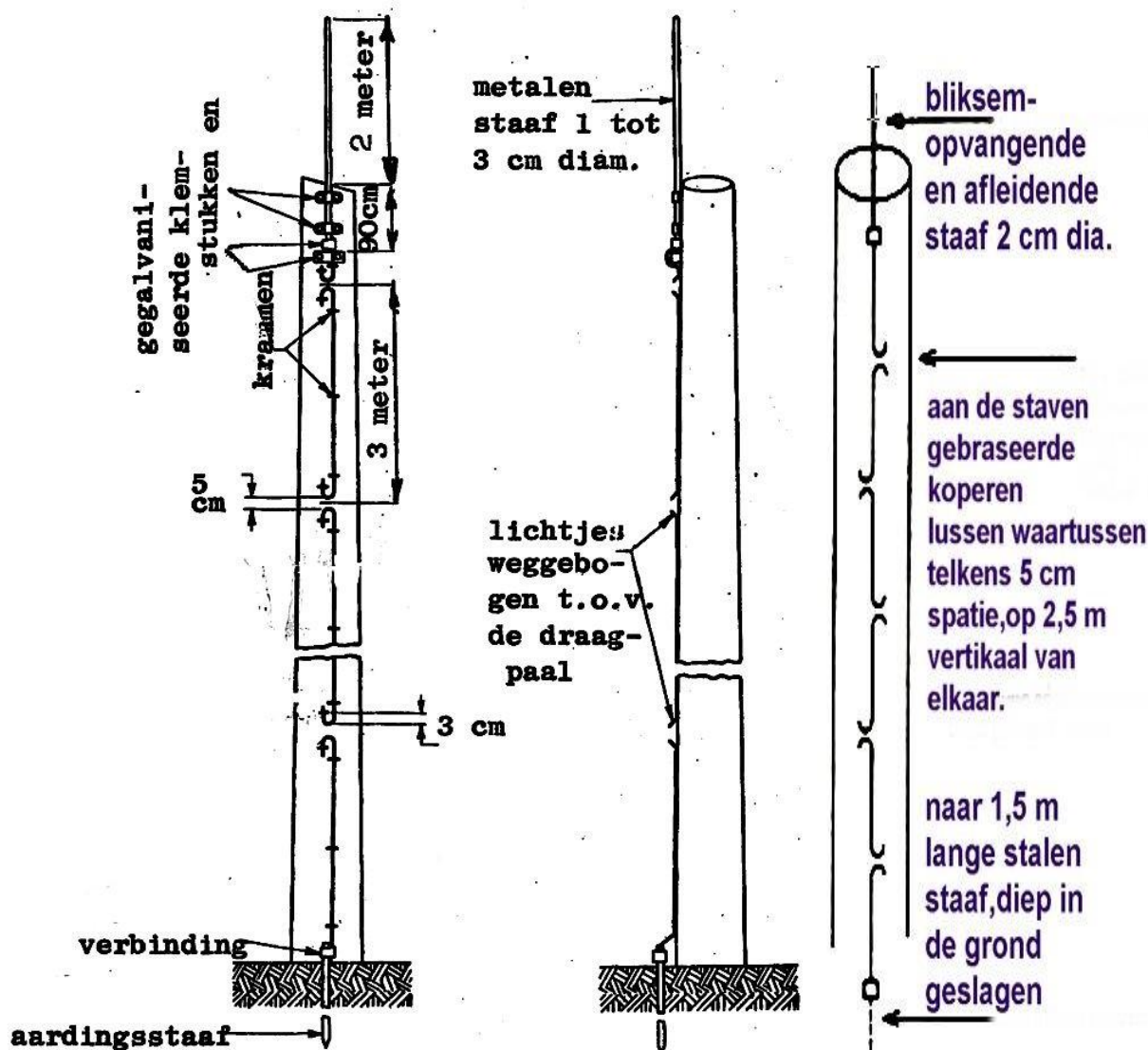
Hierdoor is de ontvanger of de zender-ontvanger voldoende beveiligd tegen bliksem-inslag.

De houten palen, waaraan de hoeken van de ruitantenne vastgemaakt zijn, kunnen ook beveiligd worden, door een geleider die in stukken onderverdeeld is (om de vonken welke overslaan te onderbreken en in kracht te laten afnemen), en van bovenaan de mast tot beneden naar de aarding doorloopt.

Het bovenste gedeelte van de geleider kan aangesloten worden aan een metalen staaf, ofwel rond het bovenstuk van de draagmast gewikkeld worden.

Meestal wordt de geleider onderverdeeld in stukken van drie meter, gescheiden door luchtspleten van 5 cm.

Hij loopt achteraan de palen naar beneden, om geen strooicapaciteit t.o.v. de benen van de ruitantenne in te voeren. Er bestaat een verbinding tussen de aardingsafvoergeleider en de aardingsstaaf. Dit is een metalen staaf met bv. 3 cm diameter, lichtjes weggebogen t.o.v. de draagpaal.



Opmerking door 'Joby', in "Welkom op de boerderij van Joby" (uit: Creek Net):

Ik installeerde een bougie- bliksemafleider boven een met koper beklede aardingsstaaf, goed elektrisch verbonden aan de onderkant van elke paal met een relaiskast. Ook daar waar de zelfgemaakte ladder-voedingslijn het huis binnenkomt. Dit is de hier ter plaatse aangebrachte bescherming tegen een directe blikseminslag.

### Winst of versterking van de ruitantenne.

Het is aanbevelenswaardig de ruitantenne enkel op te stellen in een niet heuvelachtig stuk land, zodat de draadantenne in een horizontaal vlak kan gespannen worden.

Enkele winstcijfers van de ruitantenne in functie van de beenlengte  $L$ , uitgedrukt in golflengten, zijn:

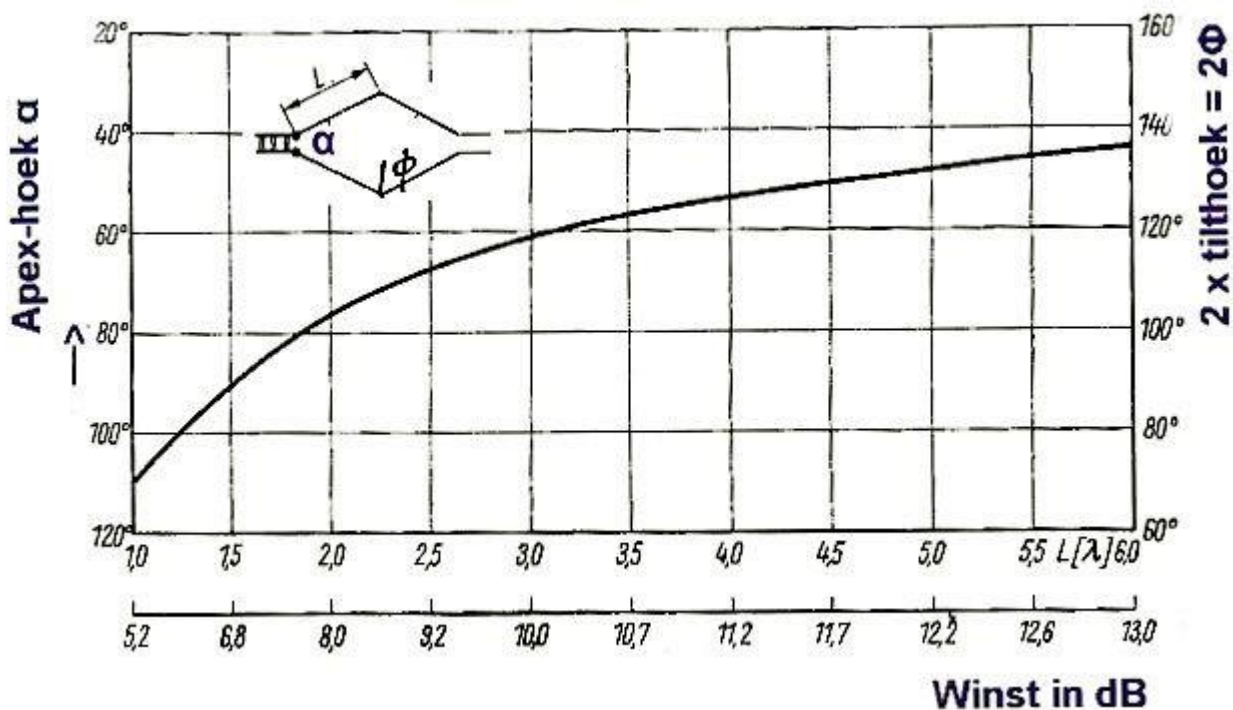
$L =$	2	3	4	5	7	8	9	10
Gain in decibels =	7,4	9	10,5	11,5	13	13,5	14	14,5

In de praktijk gaat men er van uit dat een beenlengte van 3 golflengten een strikt minimum vertegenwoordigt. We merken hierbij op, dat de vier getekende, even lange draden van de ruit in een horizontaal vlak liggen zodat er een horizontaal gepolariseerd stralingsdiagram ontstaat met een maximale uitstraling in een vlak dat een zekere hoek, de opstralingshoek  $\Delta$  maakt met het horizontaal vlak van de antenne.

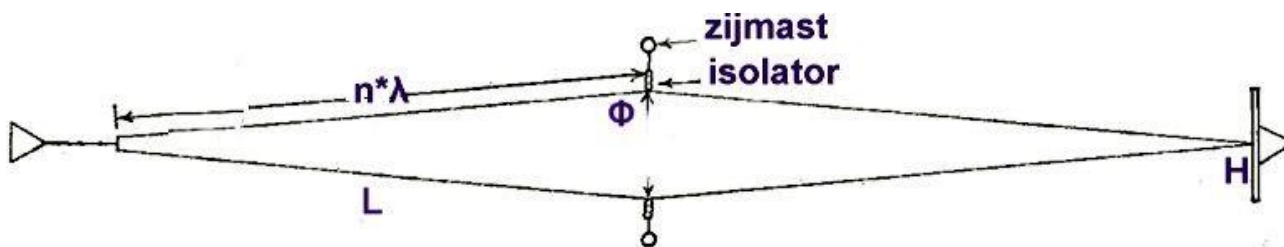
### Meer over winst of versterking.

Lange, smalle rhombics (grote) hebben een grotere versterking dan brede.

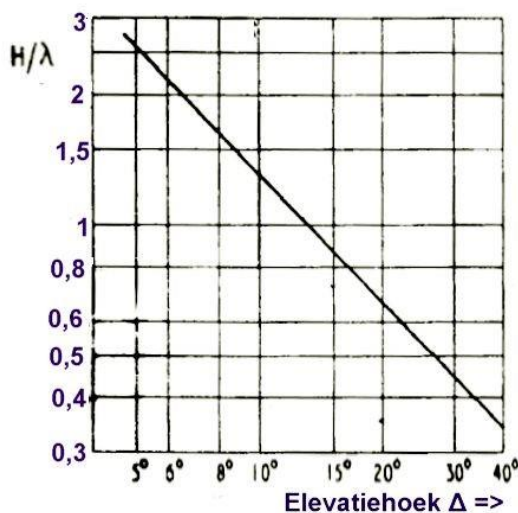
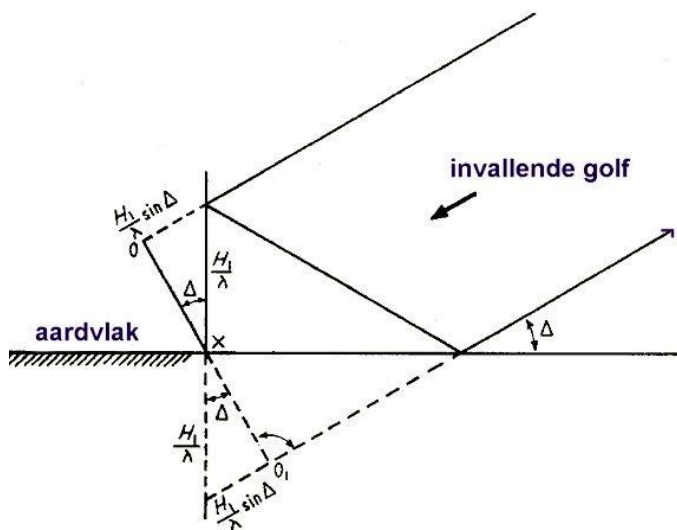
Voorbeeld:



De VK3ATN moonbounce rhombic, werd door W2NSD in 73 magazine en QST beschreven. Zowel VK3ATN als W1FZJ/KP4 hebben E.M.E. uitgevoerd op 2 meter met een langgerekte, spitse ruitantenne:

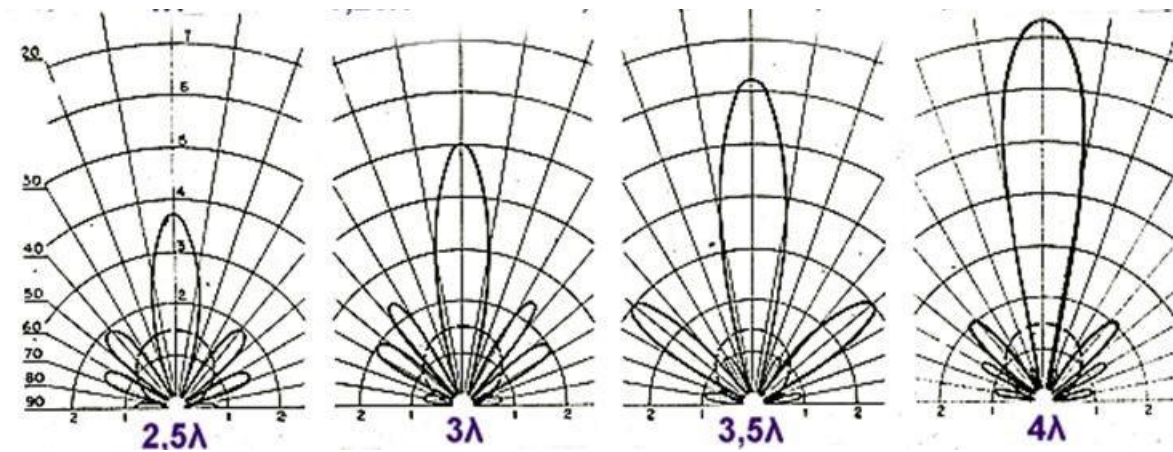


De beste waarde van  $H/\lambda$  is praktisch onafhankelijk van. Hoe kleiner  $H/\lambda$  is, des te hoger opstralend ( $\Delta$  groter) moet de ruitantenne opgesteld worden.



spiegeling onder de aardoppervlakte (en weerkaatsing op grond)

Hoe groter de beenlengte (en hoe groter  $\lambda$ ), hoe lager ook de stralingshoek  $\Delta$  van de antenne wordt, hetgeen interessant is voor DX-verbindingen.



De frequentie is evenredig met  $H/\lambda$  en als de frequentie stijgt, vergroot de winst tot een waarde, van waaraf ze snel daalt. De hier bovenstaande redenering veronderstelt een volmaakt geleidende aarde. De eindige weerstand, de geleidbaarheid en de diëlectrische constante van de aarde, voeren een verzwakking en een faseverschuiving in op de weerkaatste golf van de antennedraden, zodat het stralingsdiagram lichtjes van vorm verandert.

De winst van een rhombic met beenlengte 1,5 evenaart deze van een halve golf dipool, zodat de beenlengte van een ruitantenne toch beter minstens 2 of 3 golflengten moet bedragen om de ruitantenne als betere antenne interessanter te maken dan een dipool.

Hieronder volgt een grafiek waarin men de winst van een ruitantenne kan aflezen in functie van de voedings-of 'apex'-hoek en de tilthoek.

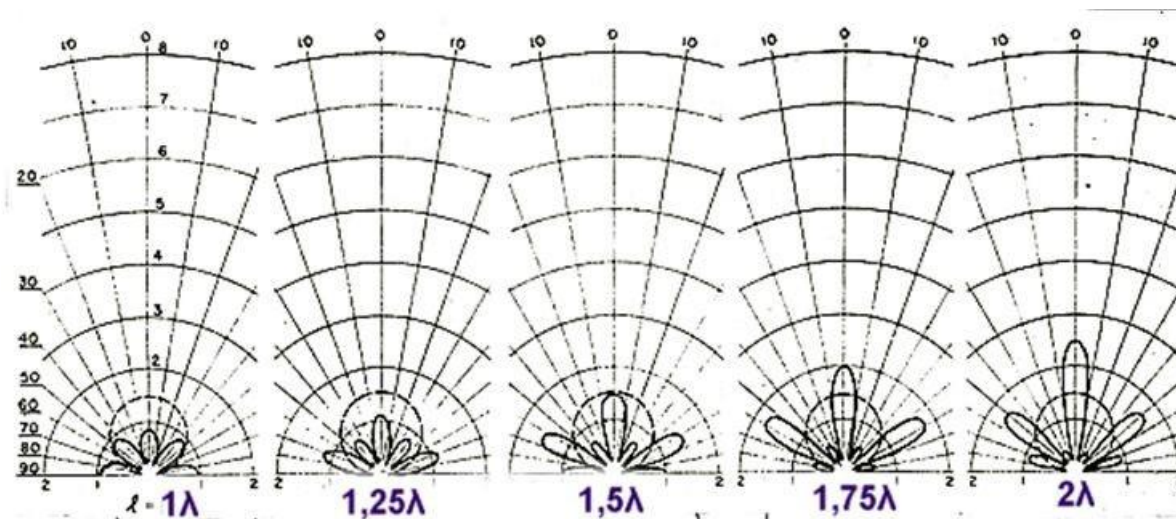
Wat de tilthoek betreft, blijkt dat de gain van de antenne evenredig is met de grootte van deze hoek. Grote hoeken vereisen echter een terrein met een grote oppervlakte om de ruitantenne nog te kunnen opstellen. Daarom zal men meestal niet boven de 50 tot 80 graden gaan hij een praktisch ontwerp.

Vergelijking van de winst (stralingsdiagram in een horizontaal vlak) van een rhombic antenne met een halve golf dipool:

Een eenvoudige manier om de goede werking van een dergelijke antenne na te gaan, is het vermogen dat men er moet aan toevoeren om een bepaalde veldsterkte in een ver afgelegen punt te verkrijgen, te vergelijken in grootte, met het vermogen dat men aan een referentiedipool, op dezelfde plaats opgesteld moet toevoeren, om dezelfde veldsterkte ter plaatse van de eerstgenoemde veldsterktemeter te verkrijgen.

De verhouding van deze vermogens in decibels uitgedrukt, geeft de winst van de antenne, gerefereerd naar deze van een dipool. Volgens de reciprociteitswet, is de winst van de antenne dezelfde als zend- of als ontvangst antenne.

De directiviteit van de antenne, kan in vergelijking met een helemaal niet directieve antenne, uitgedrukt worden, als de verhouding van het vermogen per eenheidshoek in de zin van de maximale straling, tot het gemiddeld vermogen per eenheidshoek in alle richtingen van (of bij ontvangst naar) de antenne. De eenheidshoek wordt gemeten op een boloppervlak met eenheidsstraal, getrokken rond de zend-of de ontvangstantenne.



**De ruitantenne is gekenmerkt door drie voordelen:**

- 1) Voordeel nummer één is de grote versterking of gain. Die versterking kan oplopen tot 27 dB boven deze van een op dezelfde frequentie afgestemde referentie-dipool. Om dat getal in een perspectief te plaatsen: => voor 27 dB gain met yagi antennes, heeft men niet minder dan 64 tien- element yagi's nodig, in fase verbonden.
- 2) Voordeel nummer twee is de onderdrukking van ongewenste signalen aan de achterkant van de antenne, met meer dan 34 dB over de sterkte van de gewenste voorwaartse stralingsrichtings-lob.
- 3) Ten derde is het zelf bouwen van een dergelijke antenne gemakkelijk met koperdraad die in een eenvoudige vorm horizontaal kan gespannen worden, en daar komen geen dure andere materialen aan te pas.

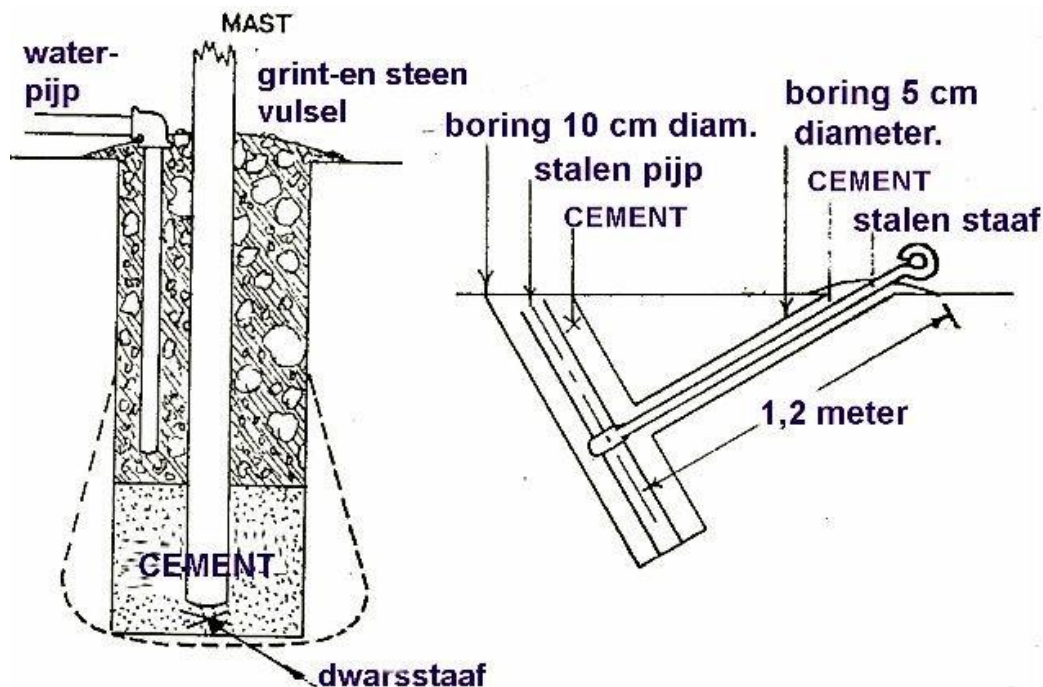
**Beperking:** Men moet over een terrein met een merkelijke oppervlakte kunnen beschikken (maar voor UHF en ZHF levert dat geen problemen op, en de afmetingen blijven klein, zodat men de antenne draaibaar op een dak of tegen een schoorsteen geschroefd kan opstellen). Een nadeel van de ruit is dat de horizontale en verticale stralingsdiagrammen van elkaar afhankelijk zijn.

Als een ruitantenne een smalle horizontale lob vertoont, is de lob in de verticale richting ook onder een lagere hoek gericht.

Daarom is het verkrijgen van een hoge verticale hoekopstraling voor een geschikte gekozen weerkaatsing op de ionosfeer moeilijk, behalve met een zeer breed horizontaal stralingsdiagram, dus een geringe versterking.

Voor DX-werking, dus communicatie over een grote afstand via een weerkaatste ruimtegolf, is op hoge frequenties een kleine verticale opstraalhoek  $\Delta$ , geringer dan 20 graden wenselijk.



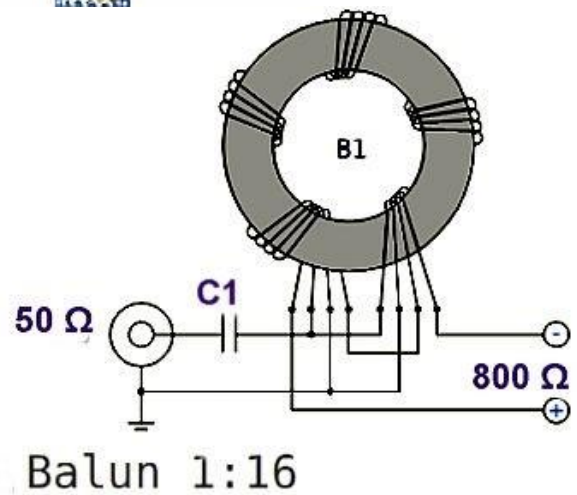
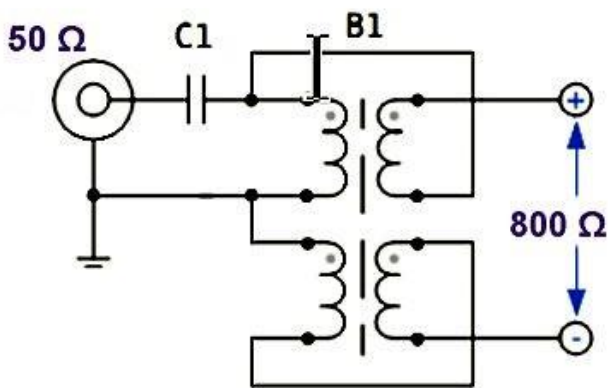
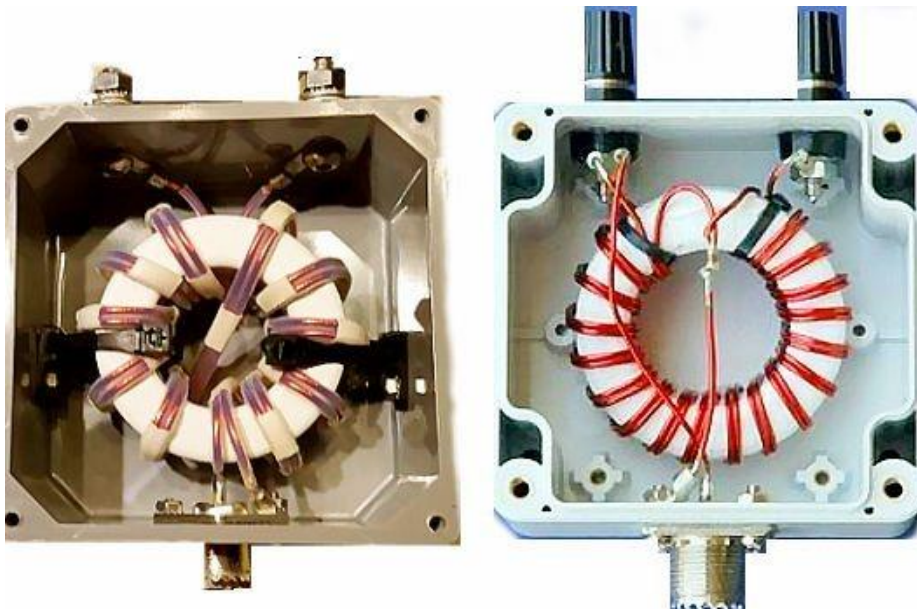


Wat de stalen of houten masten betreft, kunnen deze op de volgende wijze in beton gegoten worden. De auteur van de volgende oplossing, heeft met een waterpijp nog water toegevoerd naar de onderzijde van de cement, om een beter cement-zand-water mengsel te bekomen: Voor het haubanneren van de masten, d.m.v. tuidraden, kan men haken in beton in de grond gieten, die door een dwarsstaaf nog een grotere weerstand heeft tegen de trekkracht van de tuidraad.

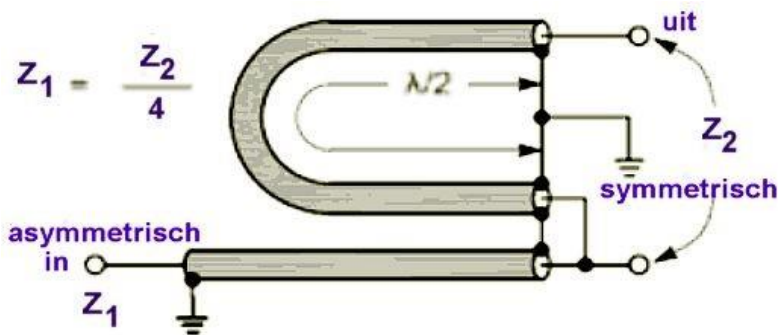
De antenne wordt eerst met isolatoren, afsluitweerstand, voedingslijn, enz. voorbereid en klaargemaakt op de grond. Op die wijze kan men rustig solderen, soleren, omwikkelen met plastieken plakband, enz. vooraleer het geheel echt opgericht wordt.

Men 4 bomen of houten telefoonpalen of stenen elektriciteitspalen met een isolator in de top, of vier andere bevestigingspunten nodig, bv. schoorstenen, of muren, ongeveer in een ruitvorm gelegen. De beste dragers zijn houten masten.

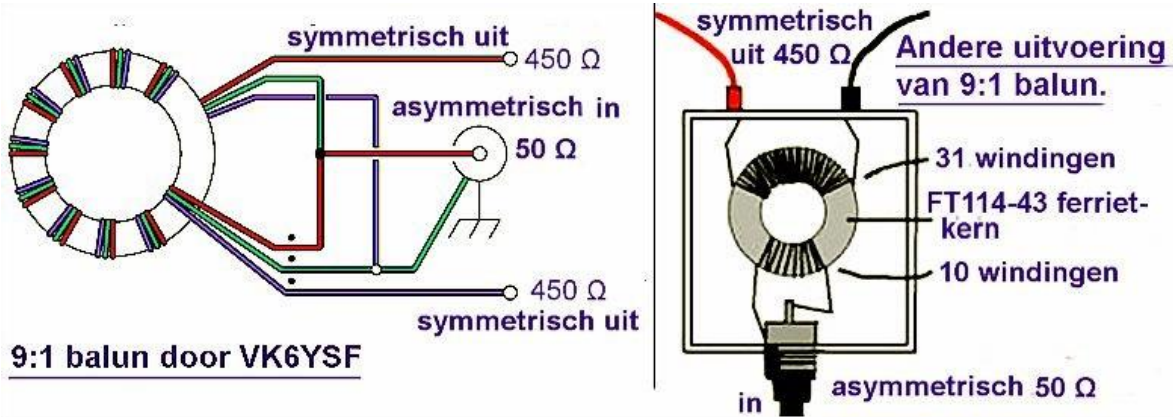
Elke ruitantenne is afgesloten op 800 ohm en wordt gevoed over een 800 ohm symmetrische lijn, die door een symmetrie aanpasser of balun wordt omgezet naar een 50 ohm coaxiale kabel.: a) Balun 1:16:



Mogelijke nette montage van baluns in een beschermend en weerbestendig kastje:  
 Baluns met stukken voedingslijn: [zie ook de 2 voorbeelden in de paragraaf die hieronder volgt, (na d):

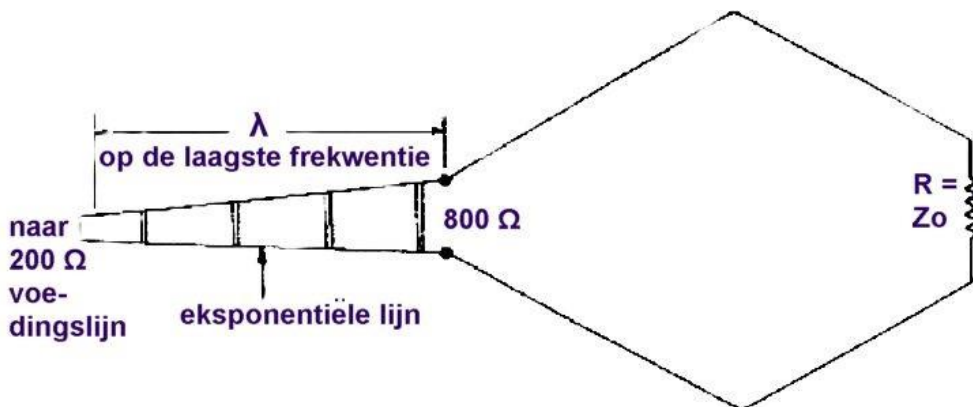


b) 1:9 balun (soms geschikt als) 50-450 Ω bestaat ook:



c)Aanpassen (algemeen voor alle soorten ruitantennen).

Teneinde de eindtrap van de zender, of de ingang van de ontvanger aan te passen aan de hoge stralingsweerstand van de ruitantenne, kan men een exponentiële lijn toepassen.



Dit is een aanpassingssectie, gemaakt uit koperdraad, waarop aan de smalle zijde een coaxiale kabel kan aangesloten worden van 75 ohm of 50 ohm via een 200 Ω symmetriseer-balun zoals hieronder voorgesteld, [of eventueel een lintlijn van 300 ohm, afhankelijk van de onderlinge afstand tussen de twee koperen geleiders op die plaats]. Zoals we weten bepaalt deze onderlinge afstand alsook de diameter van de koperen geleiders de karakteristieke impedantie van deze zelfgemaakte voedingslijn. Aan het brede einde is deze golfweerstand veel groter en moet daar gelijk gemaakt worden aan 800 ohm, door de tussenafstand tussen de koperen draden goed te kiezen.

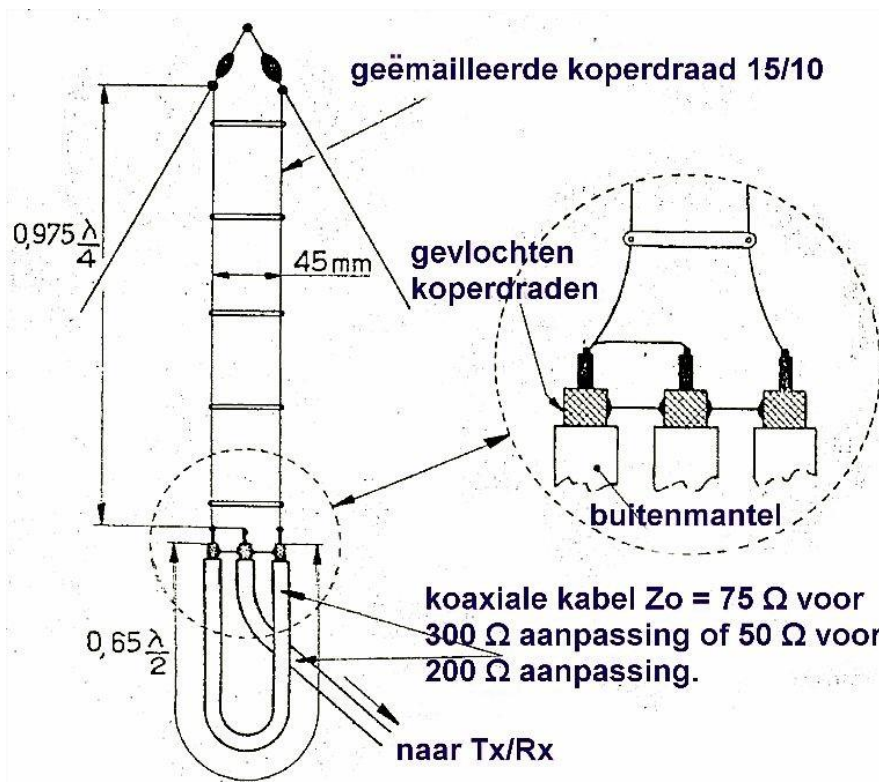
Een beenlengte van 8 golflengten op 20 meter vertegenwoordigt 16 golflengten op 10 meter, zodat een ruitantenne uitermate geschikt is om op een goedkope wijze meerdere frequentiebanden te bestrijken die in een harmonisch verband liggen. Meestal kiest men een frequentiebereik van 4:1. Dit betekent bv. 80m,40m, 20m,10m, alles met 1 en dezelfde antenne met ongewijzigde afmetingen. Dit voordeel gaat wel verloren indien men een aanpassingssectie gebruikt die slechts goed werkt op 1 frequentie. Men is soms genoodzaakt een aanpassing te vinden tussen 600 of 800 ohm in een rhombic, naar een symmetrische voeding van 300 ohm (lintlijn) en dat kan dan met een Q

$$\sqrt{(800 \cdot 300)} = 490 \Omega$$

aanpassingssectie van die men uitvoert als een kwart golf ladderlijn (kippenladder).

Dit heeft meestal plaats in twee stappen waarbij eerst van 800 ohm d.m.v. een kwartgolf 490 Ω ladderlijn naar 300 ohm, en vervolgens van 300 ohm naar een 50 ohm coaxiale kabel naar de Tx/Rx via een balun.

Dit kan een symmetriseerder zijn die een halve golflengte lang is, vermenigvuldigd met de snelheidscoëfficiënt vf van de kabel:



Als men zo te werk gaat, verliest men natuurlijk weer het voordeel van multiband werken in harmonisch verband.

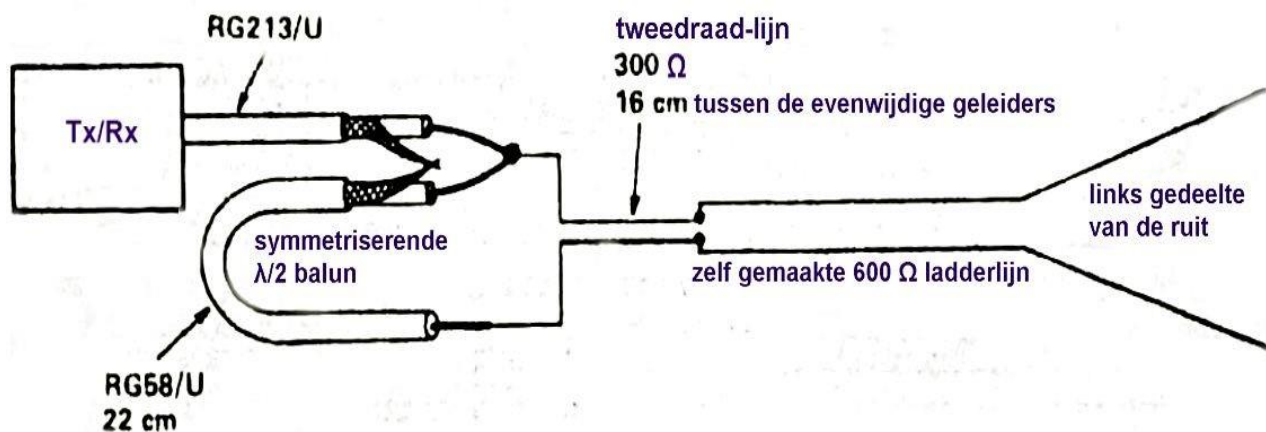
I.p.v. een kwart golf transformator te gebruiken kan men in dit geval beter een breedband ferrietringtransfo toepassen om over te gaan van 800 ohm symmetrisch naar 50 ohm of 75 ohm asymmetrisch.

Overall waar gesoldeerd werd, moet een regenafstotend vet met goede dielectrische eigenschappen aangebracht worden, of een andere vorm van mechanische bescherming tegen vocht en buiten-invloeden. Ook zijn alle vormen van uitvoeringen met mechanische sterkte bij de bouw van een ruit, welkom.

De Rhombic is de Koningin van de antennes' (Antena Rombica, Rainha das Antenas), door Iwan Th. HalÁas, PY2AH.

UHF toepassing: 70 cm ruitantenne.

De rhombische antenne begint echt interessant te worden vanaf VHF en UHF-waarin men zich dus best specialiseert. Voorbeeld:



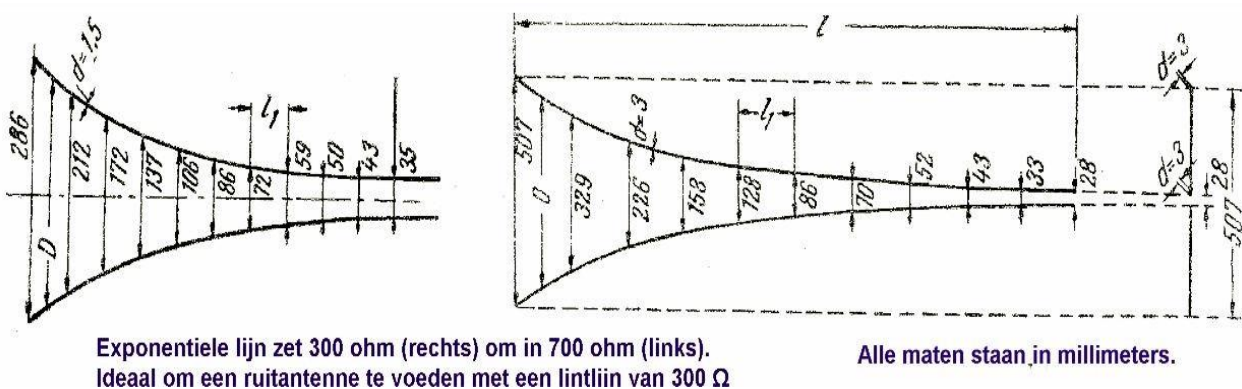
Uitvoering op 433 MHz =>  $\lambda = 300/433 = 0,69284$  meter. 17 golflengten per been =  $17 \times 0,69284 = 11,7783$  m.

Men legt het best een goede grond aan onder de antenne door enkele waaivormige uitlopende metalen draden te installeren, die vertrekken vanuit een geaard punt van onder het midden v.d. ruit. Een potentiometer van 1000ohm vervangt voorlopig (tijdens het afregelen v.d. ruit voor de beste resultaten) een vaste weerstand. De afsluitweerstand, die tenslotte op 600 ohm ingesteld is, kan in een beschermende behuizing worden ondergebracht.

De winst van 49,4 dBi, gepresteerd door deze ruit, is niet te onderschatten. Elke watt die in de antenne wordt ingebracht, en uitgestraald via de hoofdlob, vertegenwoordigt het equivalent van 87,096 W. of 87 kW. Zelfs een lager vermogen kan gevaarlijk zijn. Daarom nooit met het lichaam en vooral niet met het gezicht voor een ruitantenne gaan staan op het ogenblik dat ze bekrachtigd wordt door een Tx. Een zender van slechts 10 W moet al met zorg behandeld worden, wanneer de antenne straalt op 430 MHz. De prestaties van deze ruitantenne zijn spectaculair. Signalen van 0,1 microvolt per meter verschijnen op een DX-ontvanger, alsof een antenne van 6 dB werd geplaatst in een 8,7 mV/m veld, of een dipool in een veld van 6,6 mV/m. Om de juiste oriëntatie van de ruitantenne te garanderen, heeft men een goed kompas nodig in de cirkel rond de magnetische locatie van het QTH.

Op elke 100 km afstand, bestrijkt de hoofdlob van de antenne een breedte van 1 km. Antennes van 8 tot 10 golflengten (19 dBi tot 30 dBi) zijn op UHF ideaal voor het gemak van montage en orientatie.

Nauwkeuriger, maar ook ingewikkelder exponentiele of logarithmische aanpassingslijn:



Tussen de twee koperen draden van de exponentiele aanpassingssectie worden op regelmatige afstanden polysterene afstandstukken aangebracht, in noodgeval waar geen lange stukken voorhanden zijn, plasticen bic's (omhulsel van balpen) of hardhouten latten, gekookt in de paraffine. De lengte van de aanpassingssectie kan oplopen tot 3 meter.

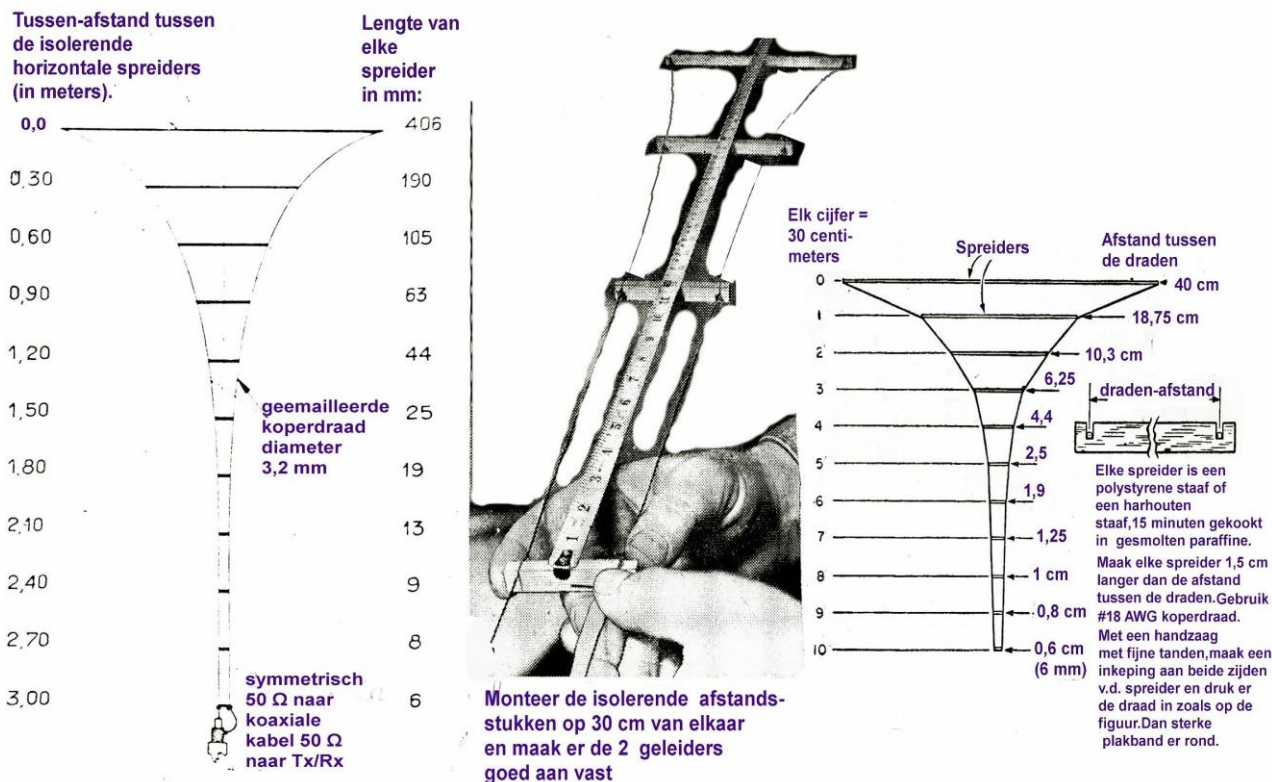
Wenst men deze vrij ingewikkelde constructie niet te maken, dan kan men het proberen met een kwart golf transformator, die dan echter slechts op 1 frequentie werkt en waarvan de golfweerstand moet zijn  $Z_0 = (800 \cdot 75)^{1/2} = 240$  ohm. (2 evenwijdige geleiders, elk 2 mm diameter op een onderlinge afstand van 8 mm).

Er gaat dan wel een belangrijk voordeel van de ruitantenne verloren, namelijk met 1 antenne werken op verschillende frequenties die in harmonisch verband liggen.

Tussen de twee koperen draden van de exponentiële aanpassingssectie worden op regelmatige afstanden polystyrene afstandstukken aangebracht. In een noodgeval, wanneer geen voldoende lange stukken voorhanden zijn, kan men deze vervangen door plasticen balpennen zoals Bic's (omhulsel van de balpen) of hardhouten latten, 15 minuten gekookt in gesmolten paraffine.

De lengte van zo'n exponentiële aanpassingssectie kan in sommige gevallen oplopen tot 3 meter, vooral als men met een eindversterker een groter vermogen naar de ruit wenst te sturen.

## Enkele algemene eigenschappen van een ruitantenne.

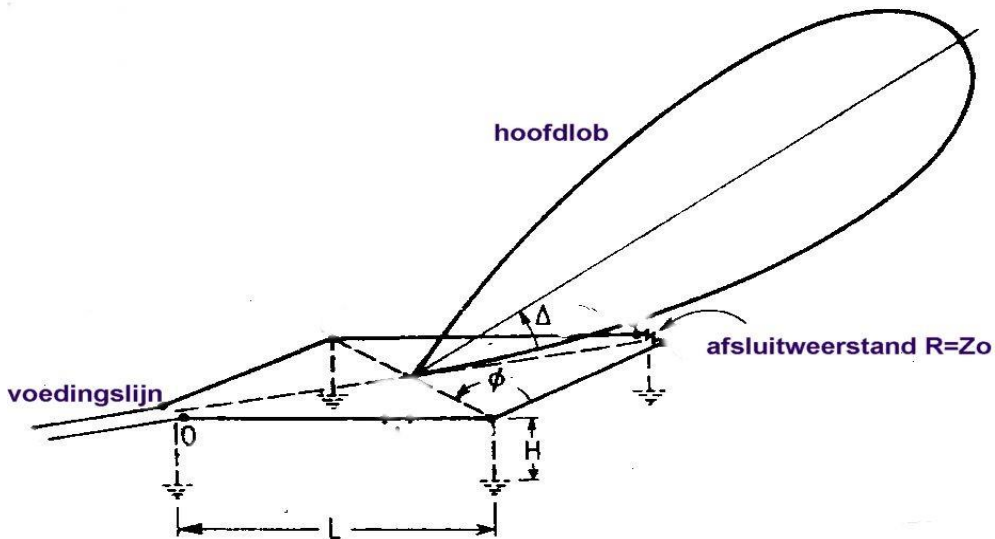


De ruitantenne is zo directief, dat de richting waarin ze geplaatst wordt, geen 10 graden mag afwijken van de richting (en zin) waarin het tegenstation ligt. Daarom is het best bij het opstellen van een ruitantenne voor vaste radioverbindingen, een kompas en een landkaart te gebruiken en twee piketten in de grond te slaan, die de lijn bepalen, waarop de voorste en de achterste punten van de antenne zullen komen. Twee andere piketten op de middelloodlijn van de eerst bepaalde lijn, geven dan de plaats aan van de twee andere hoeken van de ruit. Tussen de piketten kan voorlopig een plasticen waslijn gespannen worden, teneinde één en ander uit te lijnen, en de afmetingen van de draden te bepalen. Dezelfde plasticen waslijn kan later dienen om de echte draden van de ruitantenne, via een katrol aan de bevestigingspalen vastgemaakt, naar omhoog te trekken. Men kan de uiteinden van de ruitantenne bevestigen aan een koord, die over een katrol aan de steunpaal bevestigd, loopt naar de isolator, en de antenne op deze wijze aanspannen. De afstand tussen de steunpaal-of mast en de antenne, kiest men meestal gelijk aan ongeveer 1 meter.

### Verduidelijking.

Wanneer men vier lange draad of Beverage lopende golf antennen in ruitvorm opstelt, dan is het stralingsdiagram daarvan reeds uit de hierboven gemaakte beschouwingen bepaald door de beenlengte. Kiezen we een hoek  $\Delta$  zoals in de volgende figuur, tilthoek of kantel-hoek of inclinatiehoek genoemd. De tilthoek is zodanig gekozen dat de niet nuttig geachte lobben elkaar opheffen, terwijl lobben die in de voorkeurrichting liggen evenwijdig met de hoofddiagonaal van de ruit naar de afsluitweerstand toe, in faze optellen.

Om een lagere opstraalhoek  $\Delta$  te verkrijgen t.o.v. de ionosfeer, kan men de hoogte van de steunpalen variëren, zodat de ruit niet meer evenwijdig, maar onder een zekere hoek t.o.v. de aarde staat, zoals DL5UW dat deed met zijn 20 m rhombic:

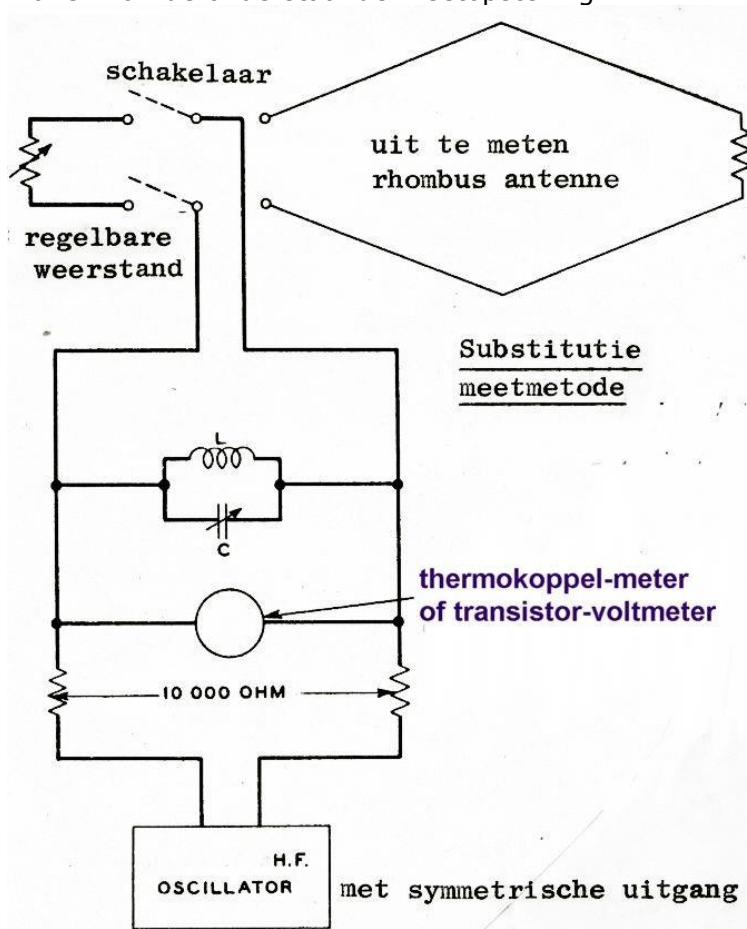


De antenne wordt zo hoog mogelijk opgehangen tussen bomen, of beter tussen houten of metalen palen of pylonen. 10 meter hoog is een minimum. => Dit geldt voor de DX-decametrische frequentiebanden.

### Het meten van de voedingsimpedantie.

Een transmissielijn, die op het einde afgesloten is op haar karakteristieke impedantie heeft een eenvormige impedantie-frequentie- karakteristiek, over een breed frequentiebereik.

Indien de lijn niet juist is afgesloten, dan ziet men aan de ingang geen oneindig lange lijn, en treden er weerkaatsingen op, welke op de lijn staande golven veroorzaken met maxima en minima, niet alleen in de golfvorm op de lijn, maar ook de waarde van de karakteristieke impedantie wijzigen. Voor het meten van de karakteristieke impedantie, kan men gebruik maken van de onderstaande meetopstelling:



De LC-kring wordt zo afgestemd, dat hij gepiekt wordt op maximum spanning, die afgelezen wordt op een gevoelige thermokoppel meter, of op een buis-of transistor-voltmeter.

Deze meting wordt uitgevoerd met de schakelaar naar rechts, dus aangesloten op de ingangsklemmen van de antenne. Vervolgens legt men de schakelaar om naar links, over een ohmse weerstand die regelbaar is in grootte, dus een (5000  $\Omega$ ) potentiometer.

De waarde van deze potentiometer wordt dan gewijzigd, tot men dezelfde waarde van de aflezing op de meter bekommt, als wanneer de antenne was aangesloten.

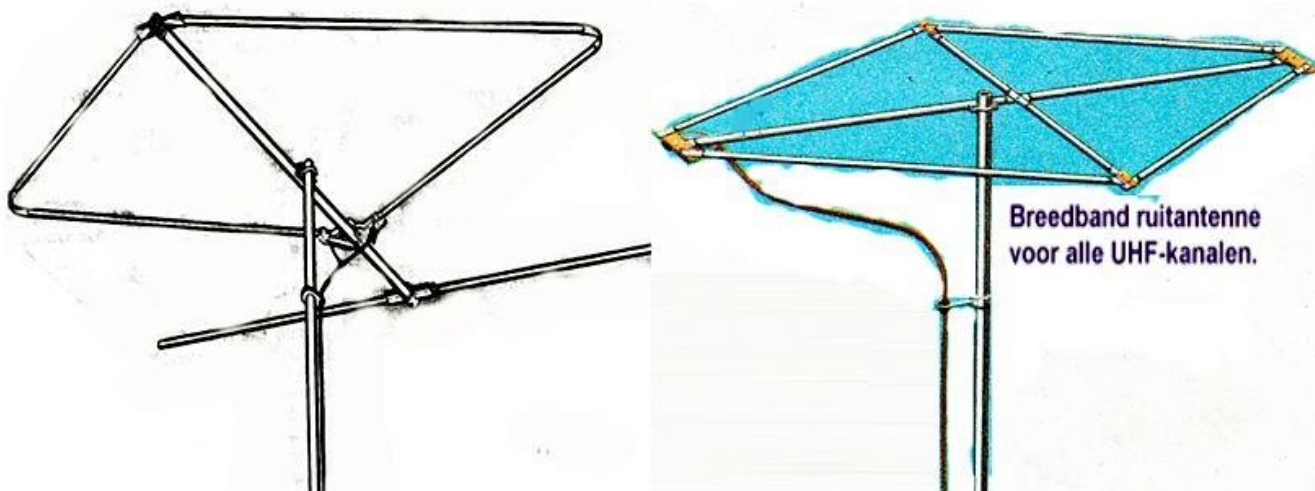
Deze potentiometerinstelling heeft echter slechts plaats nadat de waarde van de regelbare condensator C eerst opnieuw werd bijgesteld, om op de meter een maximum uitslag te bekomen, en dit met de schakelaar in de linkse stand.

De juiste weerstandswaarde, op de potentiometer, wordt dan met een brug van wheatstone, of een andere nauwkeurige weerstandsmetbrug of met een digitale ohmmeter, gemeten, en deze waarde is gelijk aan de karakteristieke weerstand van de antenne.

De reactieve component van de antenne-impedantie kan berekend worden uit de wijziging die men aan de instelling van C moet aanbrengen voor een bepaalde verandering in frequentie van de aangesloten hoogfrequente oscillator. De OM's die al gemeten hebben met bv. de Q meter van Marconi, zullen daarmee geen last hebben. De hier toegepaste oscillator dient een hoge uitgangsimpedantie te bezitten, bij een voldoende groot uitgangsvermogen, om de thermokoppelmeter tot een volle uitslag uit te sturen, wanneer de (antenne met) onbekende impedantie op de meetopstelling wordt aangesloten.

Men kan echter ook een ruitantenne bouwen voor zenden en ontvangen op de twee meter band en voor (amateur-) televisie - en FM - ontvangst, en in dat geval kan men veel geringere afmetingen hanteren.

De rhombic is een uitstekende antenne voor VHF en UHF met grote winst tot 20 db, als men de benen voldoende lang maakt, bv. elk 6 tot 8 golflengten. De ruitantenne is uitstekend geschikt om er een draaibare beam mee te maken voor alle VHF en UHF-banden en frequenties. Voorbeelden, (zelfs met een director of reflector):



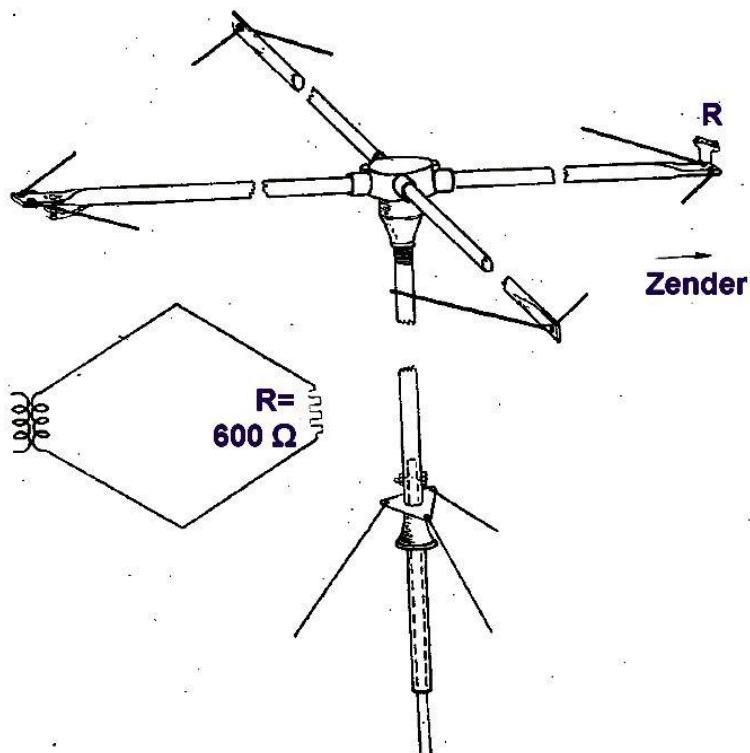
De bandbreedte is groot, net zoals de directiviteit. Op VHF kan men de benen maken met 300 ohm twin, hetgeen beter is dan het gebruik van enkelvoudige dikke koperen geleiders, omdat de meerdere dunne geleiders in de lintlijn gunstiger zijn op gebied van huid-of skin-effect en de bandbreedte van de antenne vergroten. Als men de tilt -hoek gelijk kiest aan 65 graden, bekomt men een goedgerichte straling en -ontvangst. De gain is dan tweemaal zo groot als wanneer men gelijk zou kiezen aan 45 graden ('diamant'-vorm).

Ruitantenne voor ATV -frequenties rond de 470 MHz (70 cm).

De dragers kunnen bv. bamboestokken zijn of bezemstelen, pannelatten, enz., allen ingestreken met beschermende scheepsvernis. Natuurlijk ook lichtgewicht duraluminium buizen, wel onderbroken met isolatoren (met de gepaste vorm, bv. pvc -pijpen) om niet in resonantie te komen.

De winst van de voorgestelde ruitantenne bedraagt bv. 14 dB, en is dus groter dan deze van een 5 elementen Yagi.





Wenst men de  $600 \Omega$  voedingsimpedantie naar te transformeren door een aftakking te nemen op een kwartgolf op het uiteinde kortgesloten stub, dan wordt de bandbreedte van de antenne door dit afgestemde element beperkt, en wordt de aanpassing boven de frequentie van deze stub inductief, en beneden deze frequentie capaciteef, hetgeen een fasefout veroorzaakt.

Een betere oplossing wordt geboden door een transformator-koppeling, met ofwel een ringkerntransfo, ofwel een transformator, gewikkeld op een spoellichaam met ferrietkern: primair 6 windingen en secundair 2 windingen voor aansluiting op een  $50 \Omega$  coaxiale kabel.

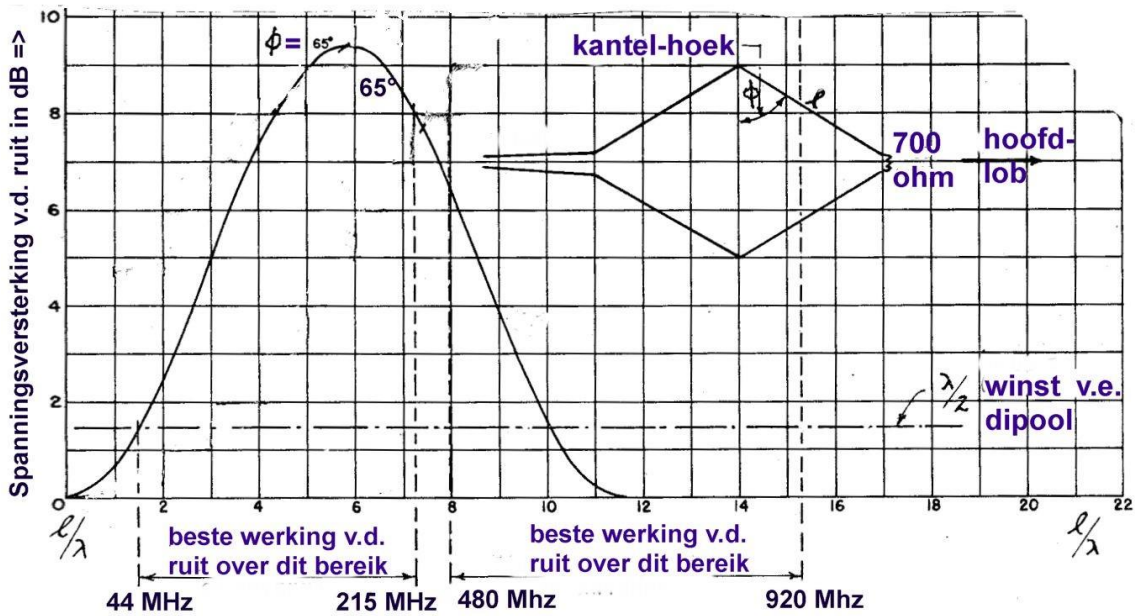
De beenlengte is 3 golflengten lang op de laagste frequentie, zodat de antenne nog draaibaar is.

Als draagsteun op de bovenkant van een antenne-rotor kan men metalen of PVC-buizen vastschroeven met een diameter van minstens enkele centimeters voor de mechanische sterkte. Deze buizen sluiten bovenaan aan in het midden van een zelfgemaakt koperen kruis [zoals we dat ook zelf maken voor een quadantenne- spinnekop] gelast of gebraseerd is, en onderaan in het klemstuk van de antennemotor.

De dragerpijpen voor de 4 ruitdraden kunnen ook gestoken worden door de 4 openingen van een metalen vierweg-doos voor metalen Peschel-buizen [om de elektriciteitsdraden in de muren van nieuwe appartementsgebouwen in onder te brengen], en in die gaten gelast of gebraseerd.

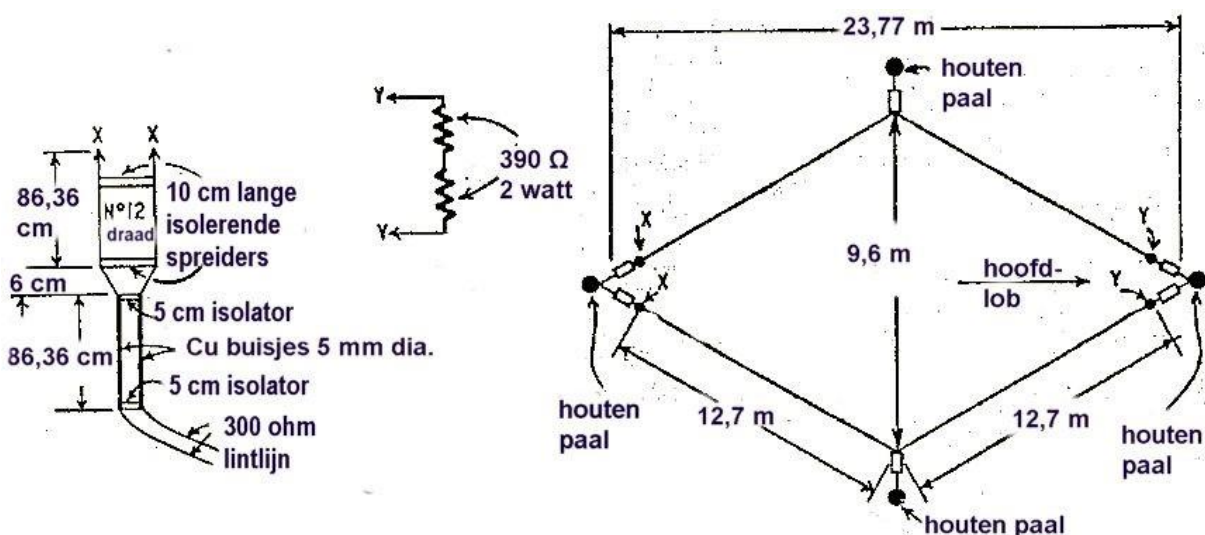
De draad van de ruitantenne kan 1 mm dik zijn of dikker, en vertind.

**TV-ruitantenne:** versterking in functie van de beenlengte (gedeeld door  $\lambda$ )



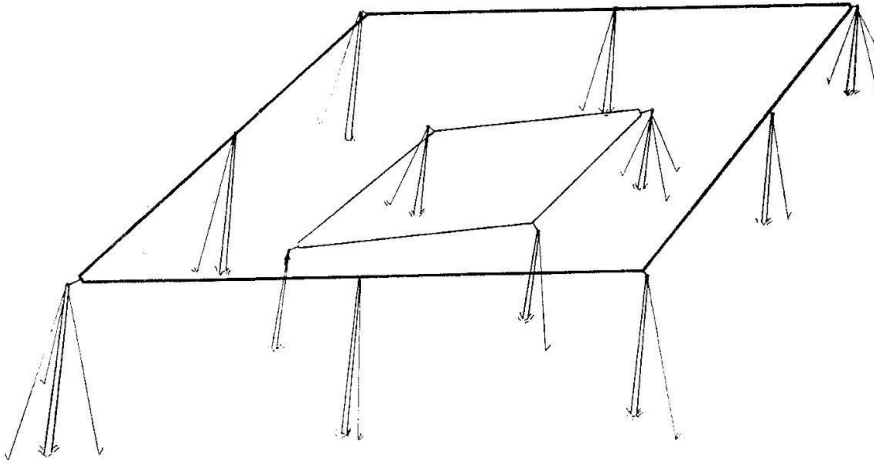
De ruitantenne kan evengoed voor TV-als FM-en 2 m -en de 70 cm-band dienen. De antenne heeft bv. een beenlengte van 6 golflengten op de frequentie van een voorkeur TV-kanaal en is gemonteerd op 15 meter boven de begane grond. De ruitantenne moet steeds minstens een halve golflengte tot 1,5 golflengte boven de aardoppervlakte staan, op de laagste frequentie van de TV-band of bv. van de 2 m band, anders zal de nabijheid van de aarde de karakteristieken te sterk wijzigen. Met een dipool antenne of een yagi antenne, aangesloten op een veldsterktemeter, kunnen metingen uitgevoerd worden, die dit aantonen. Men bekomt de beste resultaten met volle, niet getorsadeerde draad (deze laatste is mechanisch niet sterk genoeg) of koperdraad rond een stalen kern. De draden worden aan vier steunpalen, of aan een met motor draaibare constructie opgehangen, met hardgebakken keramische isolatoren.

De antenne wordt afgesloten op twee 390 ohm, 2 watt in serie gesoldeerde gemetalliseerde weerstanden. Een 300 ohm transmissielijn voedt de antenne aan de linkerzijde d.m.v. de hieronder voorgestelde aanpassingssectie, gemaakt uit draad en buisjes met een gekozen diameter en op een hart in hart afstand van respectievelijk 10 cm en 5 cm van elkaar. De voorgestelde ruit toont enkele mogelijke afmetingen, maar die kan men uiteraard zelf kiezen.

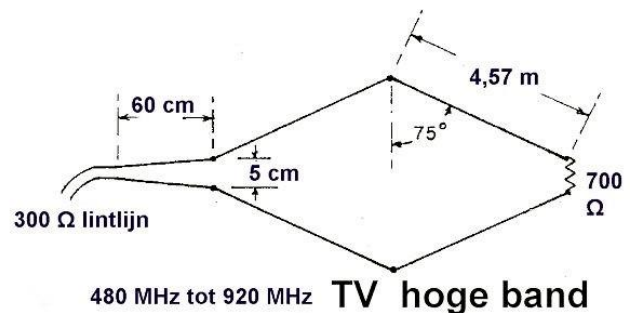
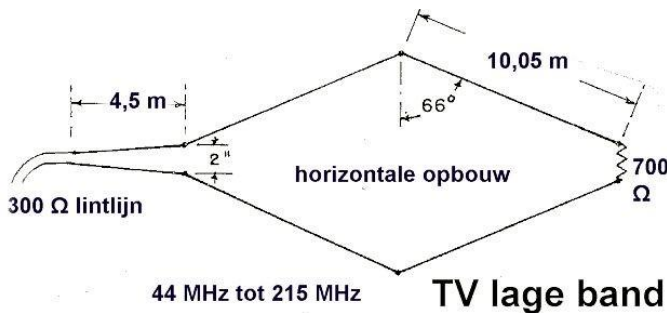


Over de ontvangst van TV-kanalen sprak men vroeger bij de UHF kleuren-TV over de lage band met de kanalen 2 tot 6 en de hoge band met de kanalen 7 tot 13.

Eens dat de masten, torens, bomen of andere bevestigingspunten op voldoende hoogte voorhanden zijn, is het een eenvoudige zaak om een hoge band-ruitantenne op te hangen binnen een lage band ruitantenne (deze laatste dient ook voor de 2 meter band), met eventueel dezelfde vier palen als steunen.



Als de beschikbare ruimte het toelaat is het aanbevelenswaardig de beenlengte gelijk te nemen aan 6 golflengten of groter.



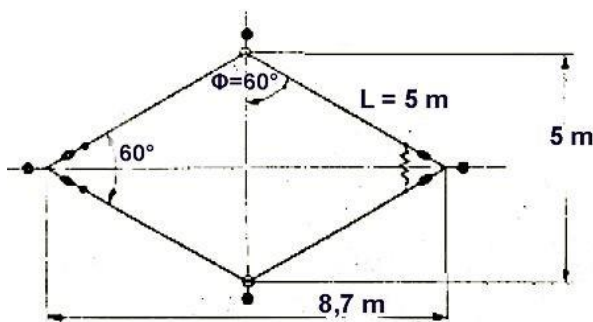
Andere ZHF -frequenties:

Vooral twee verranderlijken bepalen de constructie van een ruitantenne: de beenlengte en de tilthoek  $\Phi$ . Hieronder zijn voor eenzelfde frequentie van bv. 193 MHz enkele mogelijkheden aangegeven. (= > afmetingen kunnen herberekenen worden voor 145 MHz).

De antennewinst bedraagt met de op de figuren aangeduide afmetingen, in het geval van de breedste rhombic 9,5 dB en in het geval van de smalste, dus meest directieve 14 dB, dat is beter dan een 5 element yagi.

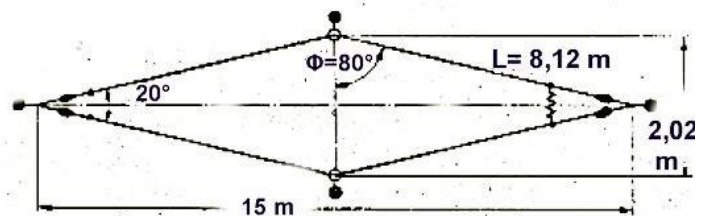
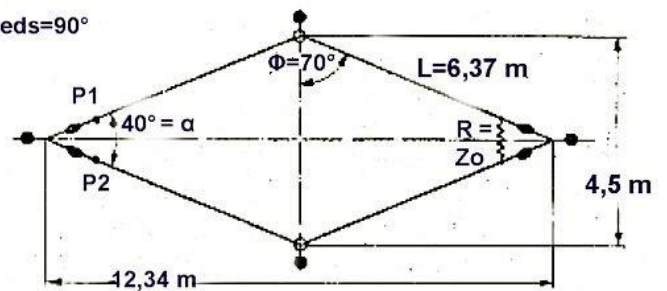
Hieronder volgen nog drie voorbeelden voor TV-ontvangst op 193 MHz maar telkens met een andere tilthoek.

De som van de tilthoek  $\Phi$  en de halve apex-hoek  $\alpha/2$  is steeds  $=90^\circ$



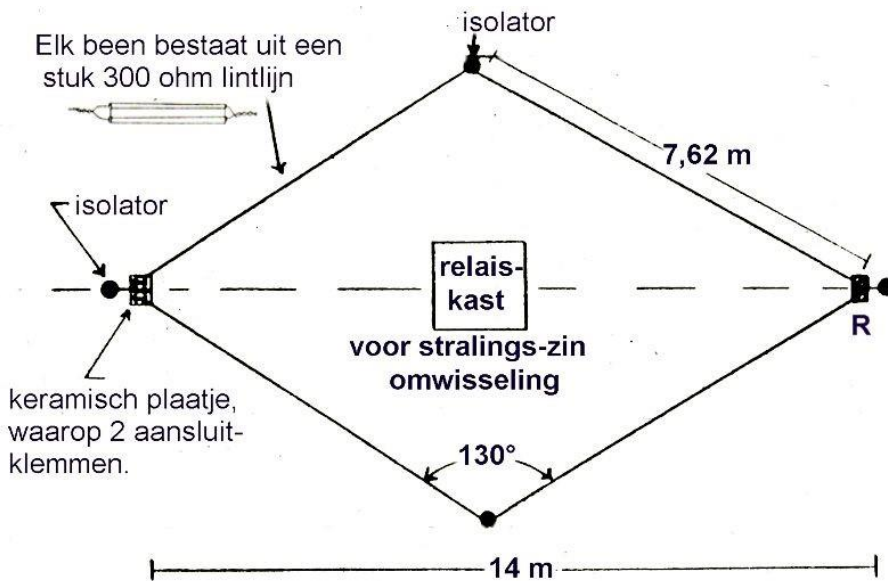
Centerfrequentie van alle drie de ruitantennes = 193 MHz

P1 en P2: voedingspunten. Links daarvan een isolator.



Nog meer VHF en UHF uit: 'Build a high-gain rhombic antenna', door G.L Monser, in Popular Electronics, okt. 1975:

Als men elke zijde van de antenne vrij lang kiest, bv. 12 meter, dan kan de antenne niet alleen dienen voor de 2 meter band (6 golflengten per been) maar ook om de muziek FM-band mee te ontvangen (4 golflengten per been), of voor een ganse reeks televisiekanalen, als men een draagbare TV heeft met slechts een sprietantenne, maar die ook voorzien is van een aansluiting voor een uitwendige antenne. Dan zal 12 meter lengte, op de UHF-kleurentelevisieband op 600 MHz zelfs 24 golflengten vertegenwoordigen.



7,62 m meter per been is geen overdreven eis als men bedenkt dat men in de vroegere Tandy-winkels die nu van naam veranderd zijn, nog rollen met 300 ohm lintlijn kon kopen, waarop per rol 100 meter zat, aan 5 frank/m (prijs 1994). Wat de benen van de antenne zelf betreft, worden de uiteinden van de twin zuiver gemaakt en aan elkaar gesoldeerd.

De hoeken van de ruit kunnen met nylon koorden naar bomen, masten of steunen in muren gelegd worden en daaraan bevestigd.

Alle verbindingen worden tegen de weersomstandigheden in epoxy of bitumen gegoten.

De weerstand R kan een 680 Ohm, koolweerstand zijn met een dissipatie die afhankelijk is van het vermogen van de zender. Afhankelijk van de frequentie heeft deze rhombic een winst van 14 db of meer boven deze van een dipool.

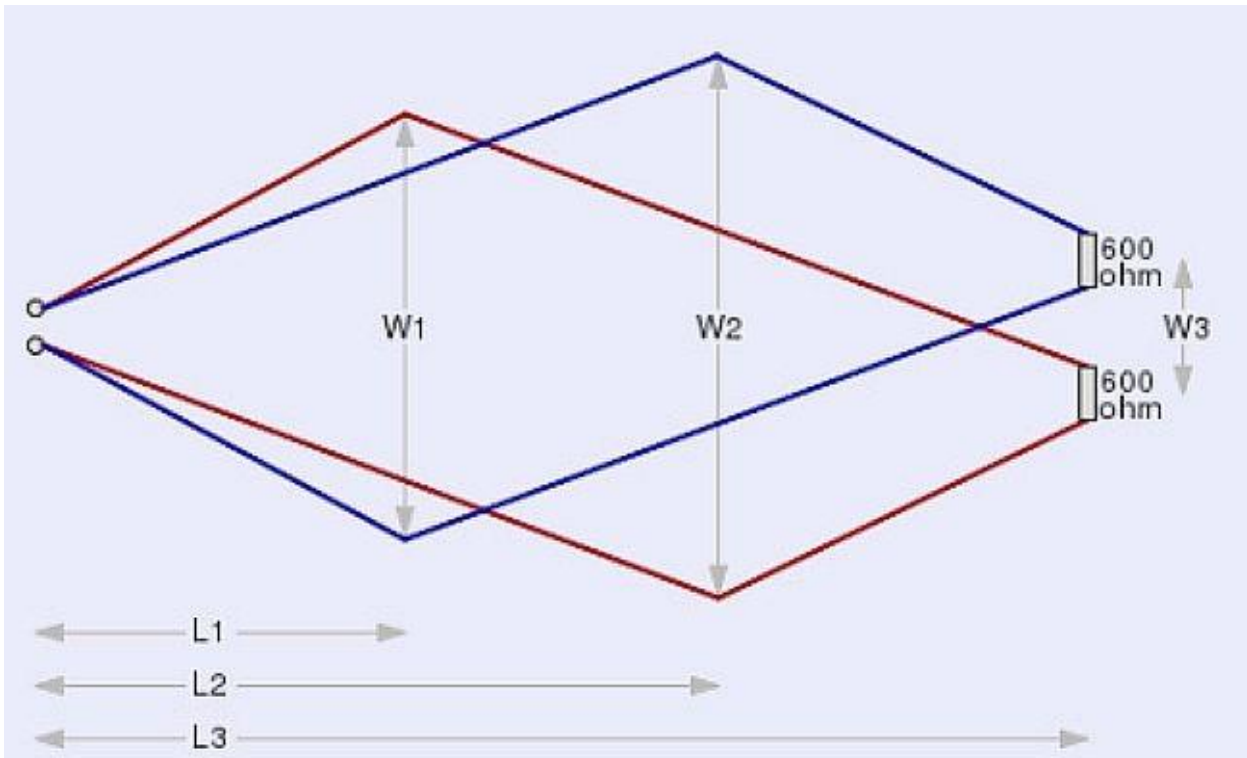
Klassiek (dubbel) ruit-antenne-ontwerp voor UHF en de microgolven, door Bob Cromwell, februari 2013. (23 cm ruit).

Ruitantennes waren de belangrijkste antennes voor punt-tot-punt-verbindingen tot het einde van de Tweede Wereldoorlog 1940-1945, en dat mag wel eens beklemtoond worden.

Sindsdien zijn logaritmisch-periodische- en gordijn-antennes zoals de Bruce en Sterba-gordijnen populairder geworden. Maar vandaag, met UHF-en microgolfbanden met golflengten van minder dan een meter, hebben rhombics een in de praktijk verwezenlijkbare grootte gekregen en zijn gemakkelijker te bouwen dan praktisch alle andere bestaande soorten antennes die gewoonlijk op die UHF-banden toegepast worden.

### Voorbeeld van een dubbele ruitantenne voor 23 cm:

Het resultaat voor 1296 MHz is een vrij eenvoudige antenne met niet-kritische afmetingen en een versterking van ongeveer 20 dB over een dipool.



De totale grootte is redelijk beheersbaar, namelijk ongeveer  $L_3 = 196$  cm en  $W_2 = 108$  cm. Andere afmetingen zijn:

$W_1 = 77,5$  cm,  $W_3 = 30,5$  cm,  $L_1 = 70$  cm,  $L_2 = 127$  cm. Deze antenne zou kunnen gevoed worden met een  $300 \Omega$  lintlijn met grote rechthoekige gaten, dus weinig verliezen, of beter met een zelfgemaakte  $300$  ohm ladderlijn, die leidt naar een halve golf balun opgebouwd uit  $75 \Omega$  coaxiale kabel, waardoor de  $300 \Omega$  symmetrisch, getransformeerd wordt naar  $75 \Omega$  asymmetrisch. Goedkope  $75 \Omega$  coaxkabel kan ook worden toegepast, samen met een kwart-golf bijpassende transformator om  $75 \Omega$  te converteren naar de  $50 \Omega$  connector van de Tx/Rx.

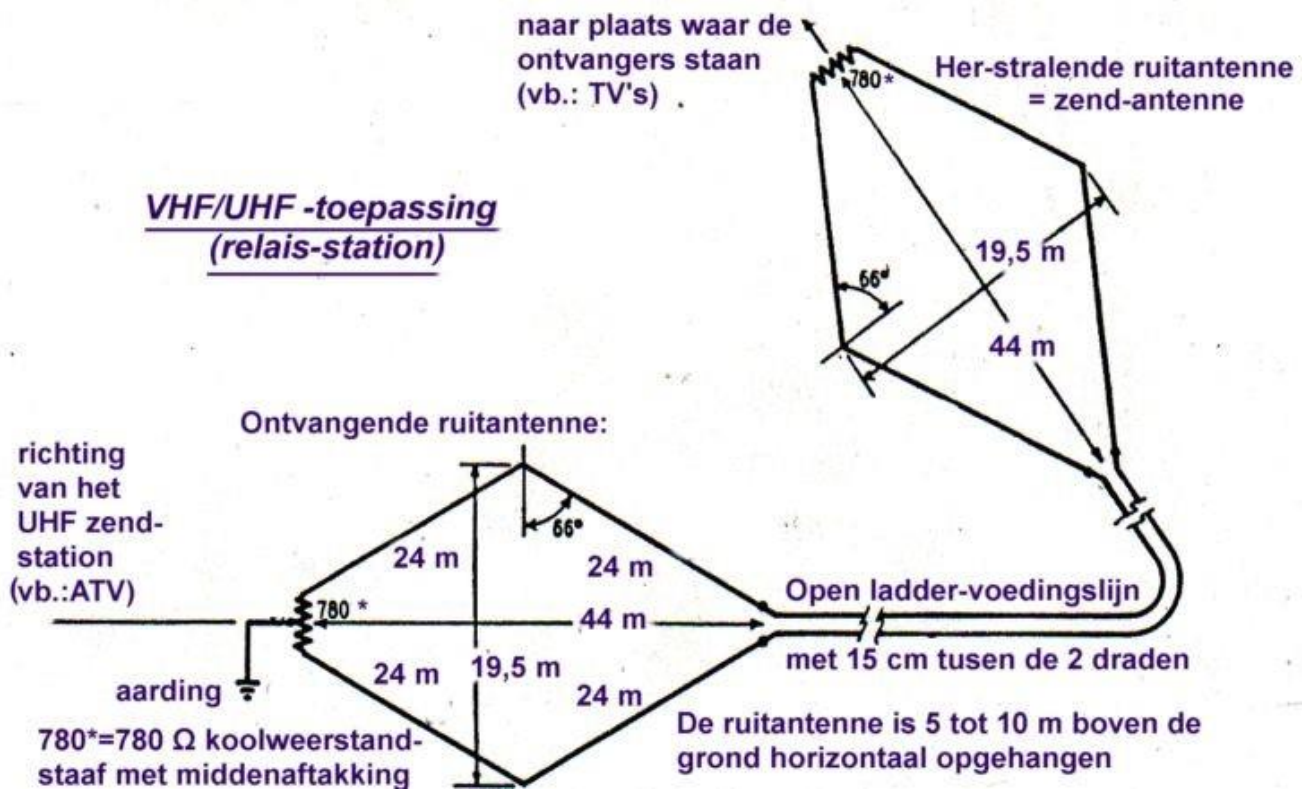
Antenne voor gewone TV-kanalen of voor het zenden en ontvangen van ATV Amateur Televisie: Aan de universiteit van Denver, ontvangt een eerste ruitantenne TV signalen op de top van een berg. Ze is d.m.v. een open voedingslijn van 100 meter verbonden met een tweede ruitantenne die de door de eerste rhombic ontvangen informatie terug uitstraalt (als zendantenne) naar de huizen in een dal op ongeveer een kilometer afstand. Op deze huizen mag elk type antenne, op de gepaste frequentie afgestemd, gebruikt worden, maar de betere oplossing bestaat er in dat de daar opgestelde ontvangers ook aangesloten zijn op een ruitantenne. Als men de tilthoek in de figuur vergroot van  $66^\circ$  tot  $70^\circ$ , dan verbetert de ontvangst op de televisiekanalen 7 tot 13. Hetzelfde principe kan natuurlijk toegepast worden op alle VHF en UHF-frequenties, zoals op de 2 meter en de 70 cm banden. Meer uitleg:

Ruitantenne-systeem met twee rhombic's zorgt voor een goede TV-ontvangst in een dal tussen bergen. (door Wigman).

Men heeft de kans gezien om in dalen achter bergen toch van goede TV-ontvangst te genieten, alhoewel de bergtop zich tussen zender en ontvanger bevindt.

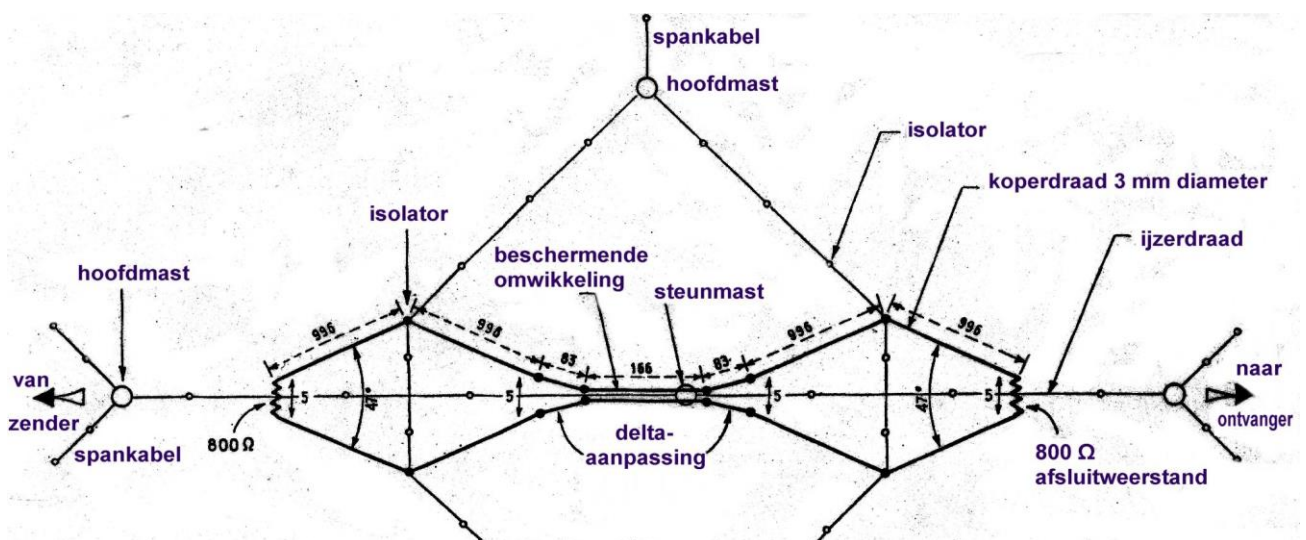
De universiteit van Denver, Colorado, heeft voor dit doel een dubbele Rhombic antenne ontwikkeld.

De ene helft van dit systeem staat boven op de bergtop en is met wetenschappelijke nauwkeurigheid gericht op een zender, die op ongeveer 77 km afstand ligt. Deze eerste ruitantenne is met een open voedingslijn verbonden met een tweede rhombic die gericht staat op het ontvangstgebied dat 1,5 kilometers verder ligt. De gebruikte draden mogen niet dunner zijn dan 3 mm diameter.



De ontvangsttoestellen kunnen met normale antennes uitgerust zijn en deze worden op de rechtse ruit gericht. Het is duidelijk dat het afgebeeld systeem toegepast kan worden voor alle mogelijke televisie-frequenties en FM-kanalen, de 2 m band, de 70 cm band, de 23 cm band, enz.

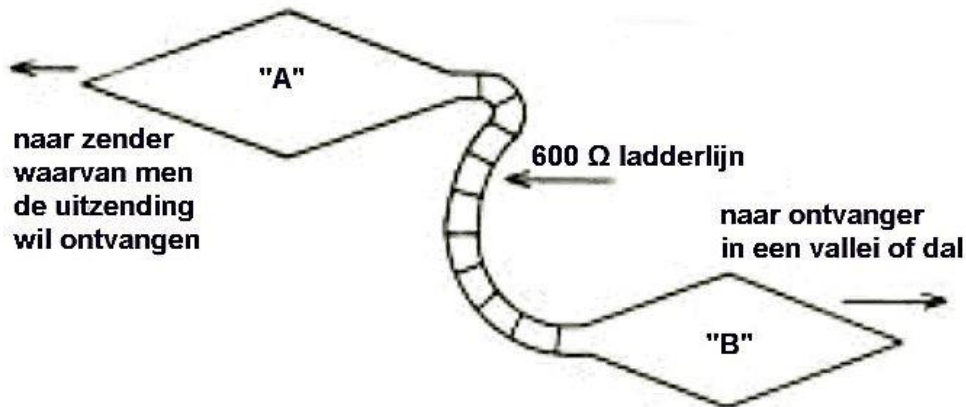
De volgende opstelling is gelijkaardig en doet dienst in het twintigste arrondissement te Parijs als relais-station.



**Variante:** Relais -Rhombic (uit 'RCA Review' en het tijdschrift 'Radio Electronics').

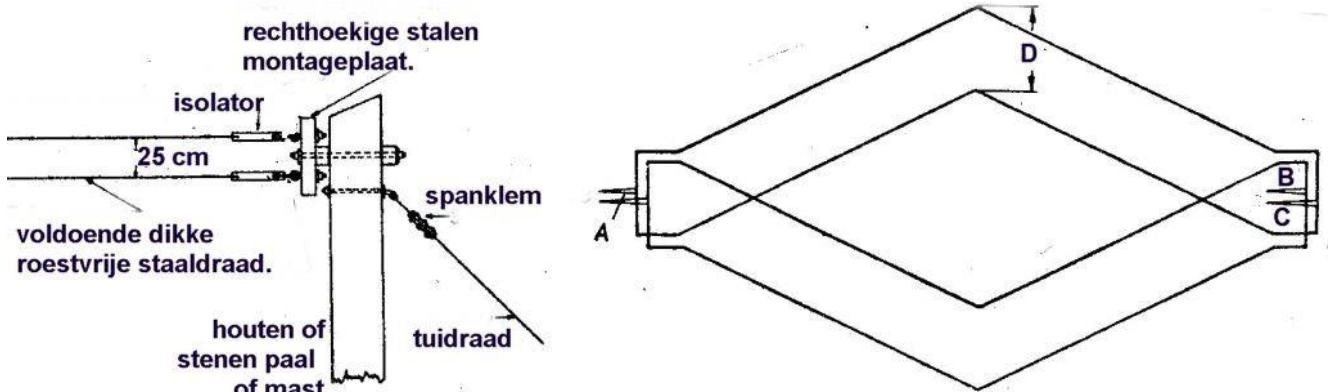
Twee ruitantennes, elk 4,5 golflengten per been, werden "rug aan rug" verbonden met een zekere lengte van een 600 ohm open draadlijn.

Het belangrijkste was dat de aanzienlijke signaalspanningen die werden ontwikkeld binnen de ontvangende ruitantenne ("A") werden overgedragen (met zo weinig mogelijk lijnverlies en aanpassingsverlies), naar de voedingsaansluitingen van een tweede ruit ("B"), die de signalen, [bijvoorbeeld per televisie-kanaal] opnieuw uitstraalde naar een derde antenne ("C") enkele kilometers verderop.



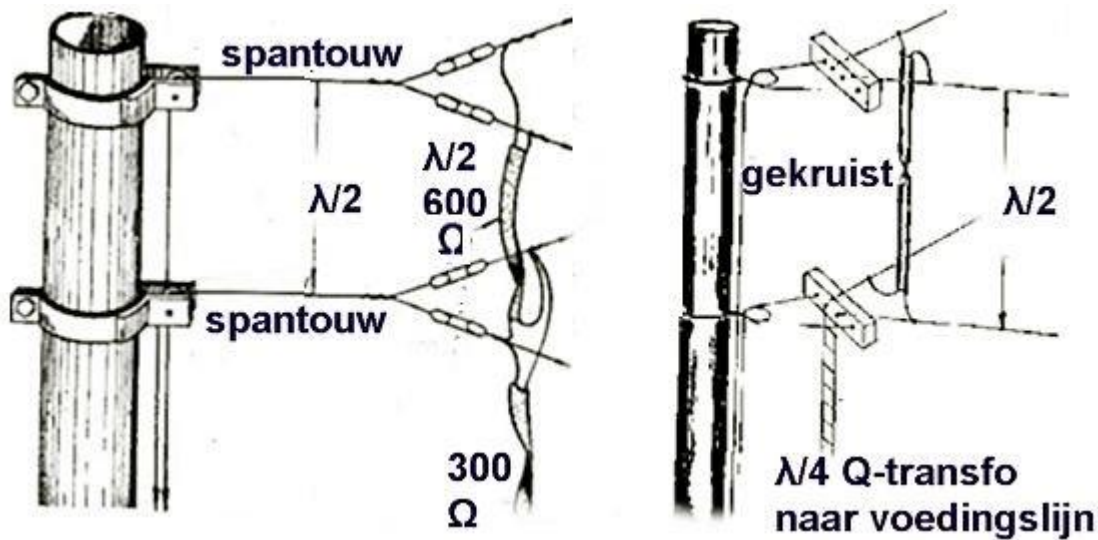
De signaalspanning die werd opgebouwd in de ontvangende antenne ("A" in het schema) bleek voldoende om een ontvangst mogelijk te maken tot minstens 2 kilometers verder in een derde ruit ("C") van +10 dBmV. Dit resultaat was het gevolg van het feit dat de ruit ("B") als opnieuw uitstralende zendantenne in staat bleek een +20 dBmV vermogen te produceren, rekening gehouden met alle gespreide verliezen. Dit is mogelijk omdat de tweede ruit ook een versterking heeft, die door een geschikte bouw soms wel kan oplopen tot 29 dB. Er bestond geen vereiste dat de drie antennes identiek waren.

De dubbele ruitantenne.  
Ze bestaat uit twee evenwijdig opgestelde ruitantennen.



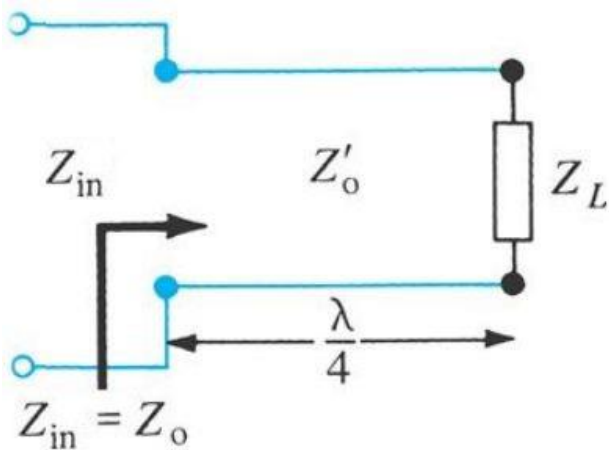
- A:** vierdradige exponentiële aanpassing aan de voedingsleiding.
- B:** idem als A, maar aanpassend aan de roestvrije ijzerdraad-  
leiding die dient als afsluitweerstand van de ruit.
- C:** verstrekt ook de mogelijkheid om op een andere wijze de ruit  
af te sluiten, bv. met een koolweerstand.
- D:** onderlinge afstand tussen de twee ruiten met als beste waarde  $\lambda/2$ .

Voedt men twee evenwijdige ruitantennen op een halve golflengte van elkaar, dan kan men de voedingspunten verbinden met een voedingslijn die een halve slag gedraaid is. Dan voedt men verder met een lintlijn van 400 Ω. Daardoor vergroot de winst met 4 dB boven deze van een enkelvlaks ruitantenne, en de fading vermindert sterk. Voorbeeld:



Als men de twee voedingsuiteinden van de bovenste ruitantenne verbindt met de twee voedingsuiteinden van de onderste, dan moet de afstand D tussen de twee horizontale antennen, een halve golflengte bedragen.

De kwart golf (1/4) transformator, ook Q-aanpassing genoemd. Bekijken we de volgende transmissielijn-opstelling:



In de transmissielijn-theorie bewijst men, dat voor deze opstelling geldt:

$$Z_{in} = Z'_0 \left[ \frac{Z_L + jZ'_0 \tan \beta l}{Z'_0 + jZ_L \tan \beta l} \right] \quad \text{Hierin is } \beta = 2\pi/\lambda$$

$\beta$  is de faseconstante van de desbetreffende lijn, en  $\beta \cdot l$  is de fasehoek die een lopende golf ondergaat wanneer ze een lengte  $l = \lambda/4$  op haar doorgang door de lijn van de ingang naar de uitgang tot de belasting  $Z_L$  aflegt.

Delen we teller en noemer door  $\tan(\beta \cdot l)$  om in hetgeen volgt, het delen door  $\infty$  mogelijk te maken (anders zou men moeten delen door nul):



$$\beta l = \left( \frac{2\pi}{\lambda} \right) \left( \frac{\lambda}{4} \right) = \frac{\pi}{2}, \quad \tan \beta l = \infty \quad \rightarrow \quad Z_{in} = \frac{(Z_0')^2}{Z_L}$$

Voor een juiste aanpassing, moet  $Z_{in} = Z_0$  Dus is

$$Z_{in} = \frac{(Z_0')^2}{Z_L} = Z_0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Z_0' = \sqrt{Z_0 Z_L}}$$

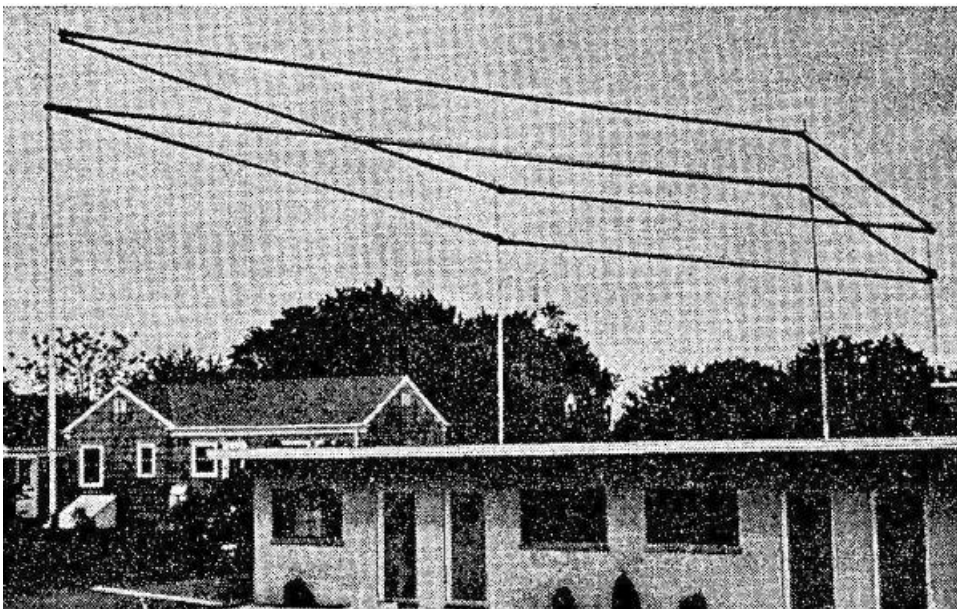
of

$$\boxed{Z_0' = \sqrt{Z_{in} * Z_L}}$$

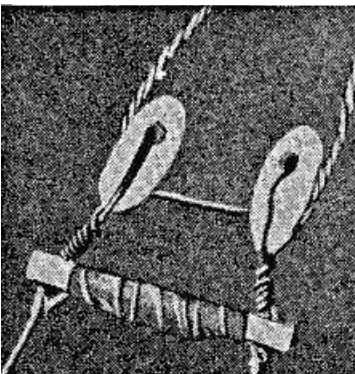
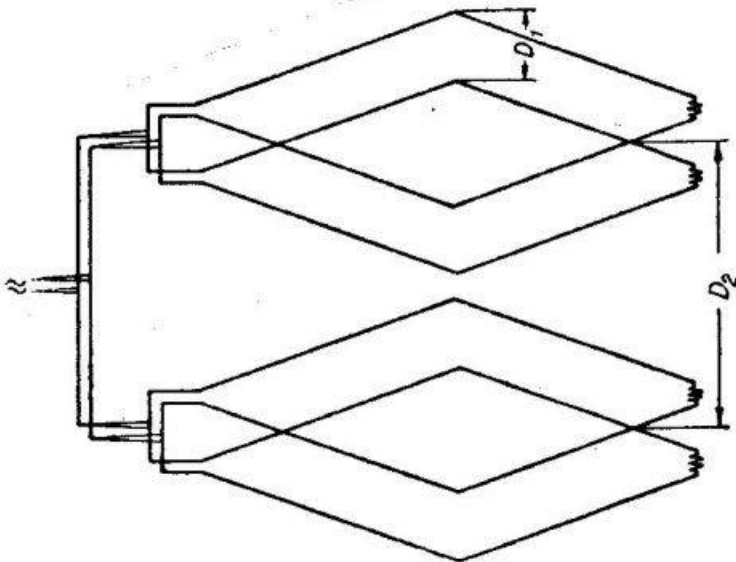
Toepassingsvoorbeeld: hoe groot moet de  $Z'$ o zijn van een zelf gemaakt stuk  $\lambda/4$  ladderlijn als Qtransfo, om een  $300 \Omega$  symmetrische lijn [laatste figuur  $300 * 200 = 60000 = 245 \Omega$ .

Praktisch voorbeeld van een dubbele ruit, met een uitvoering voor het zenden en ontvangen van amateur-televisie ATV:

Wanneer men twee ruitantennen boven elkaar plaatst (stacking genoemd) en in fase voedt, dan »vergroot de winst met 3 decibels t.o.v. een enkelvoudige ruitantenne. De winst van de antenne blijkt dan te liggen tussen de 15 en de 20 decibels en vergroot met de frequentie van het ontvangen signaal.



De afsluitweerstand wordt  $300 \text{ ohm}$  i.p.v.  $600 \text{ ohm}$  of  $400 \text{ ohm}$  in plaats van transmissielijn, of een zelfgemaakte  $400 \text{ ohm}$  ladder lijn, die betere resultaten, minder verliezen op die hoge frequenties, en een kleinere staande golf verhouding zal opleveren. De volgende figuur geeft aan hoe een afsluitende koolweerstand kan gemonteerd worden tussen twee eivormige isolatoren.



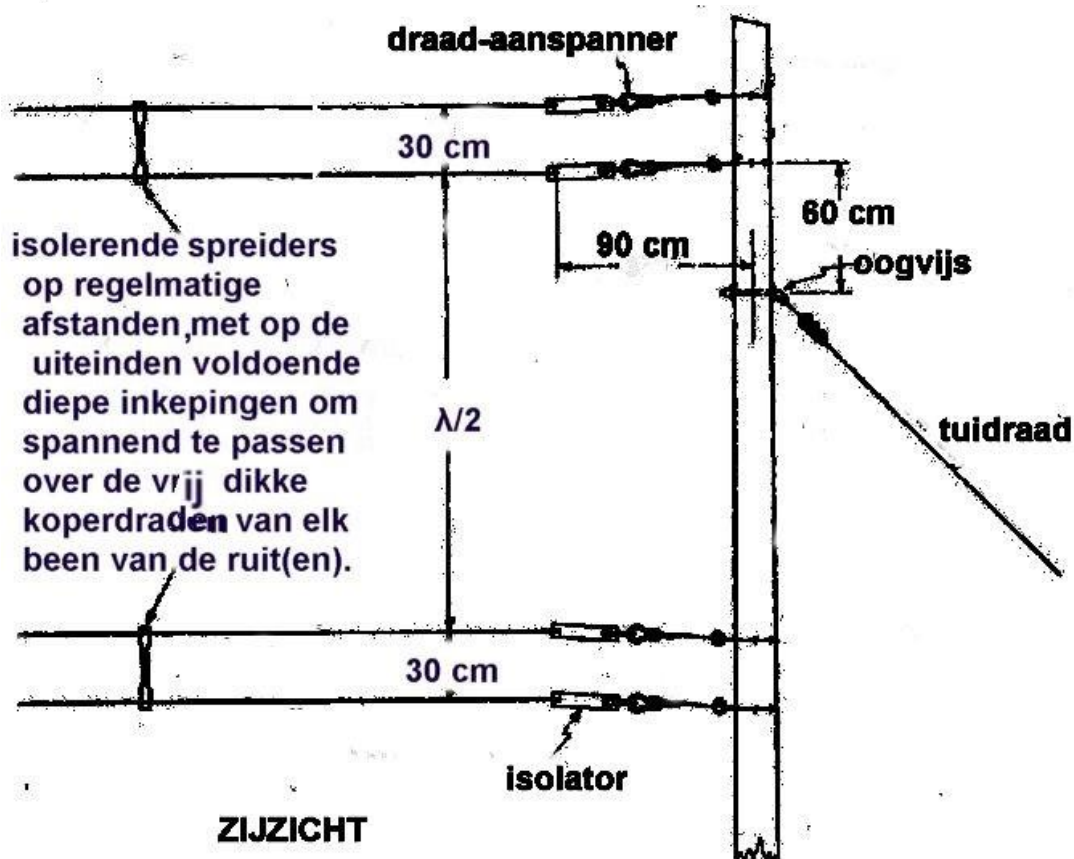
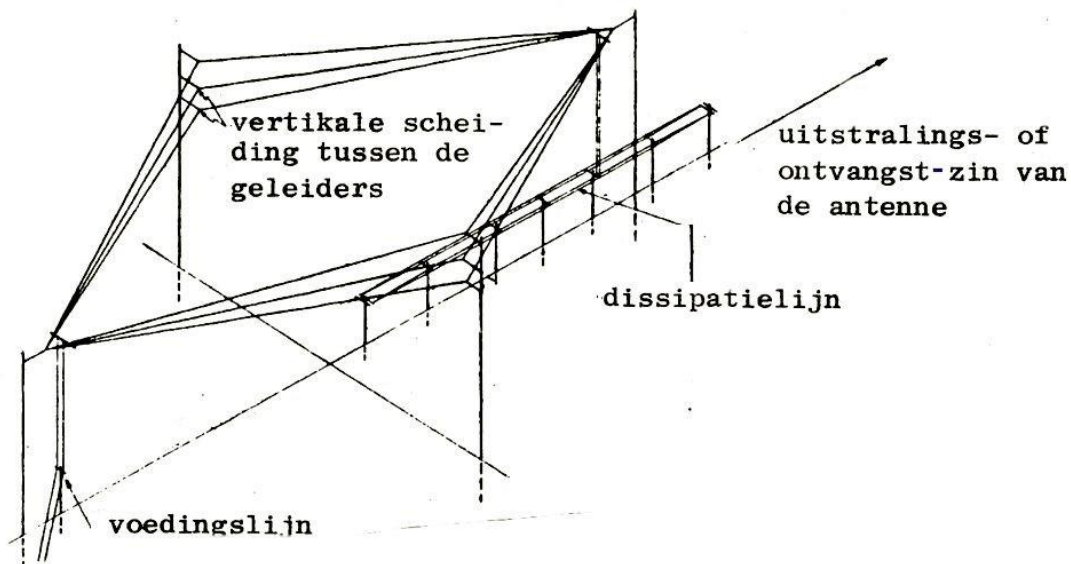
De 1 tot 5 watt weerstandis gesoldeerd aan de twee uiteinden van de ruitantenne, ondersteund door een keramisch plaatje, en omwikkeld met isolerend plaklint teneinde hem beter bestand te maken tegen de weersomstandigheden en de regen. Daarboven kan dan nog een plastieken laag gespoten worden, d.m.v. een spuitbus teneinde het geheel nog weerbestendiger te maken.

De afstand tussen de twee horizontale vlakken waarin de ruitantennen liggen, bedraagt in het voorgesteld geval, 1,80 meter, dit is een halve golflengte op de frequentie van het meest ontvangen ATV-televisiekanaal. Elk been is 26 meter, dit is 5 golflengten op kanaal 2 en 18 golflengten op kanaal 13.

Men kan ook twee dergelijke dubbele ruitantennen in fase voeden:

De versterkings- en richtwerkingsfactor van deze antenne, is bij benadering tweemaal zo groot als van de vorige, en drie tot viermaal zo groot als van een enkelvoudige ruitantenne.

Mogelijke praktische uitvoering:



Ruitantennen met meerdere geleiders per been.

De onderstaande figuur geeft een goed idee van een dergelijke antenne d.m.v. een Isometrisch zicht van de antenne:

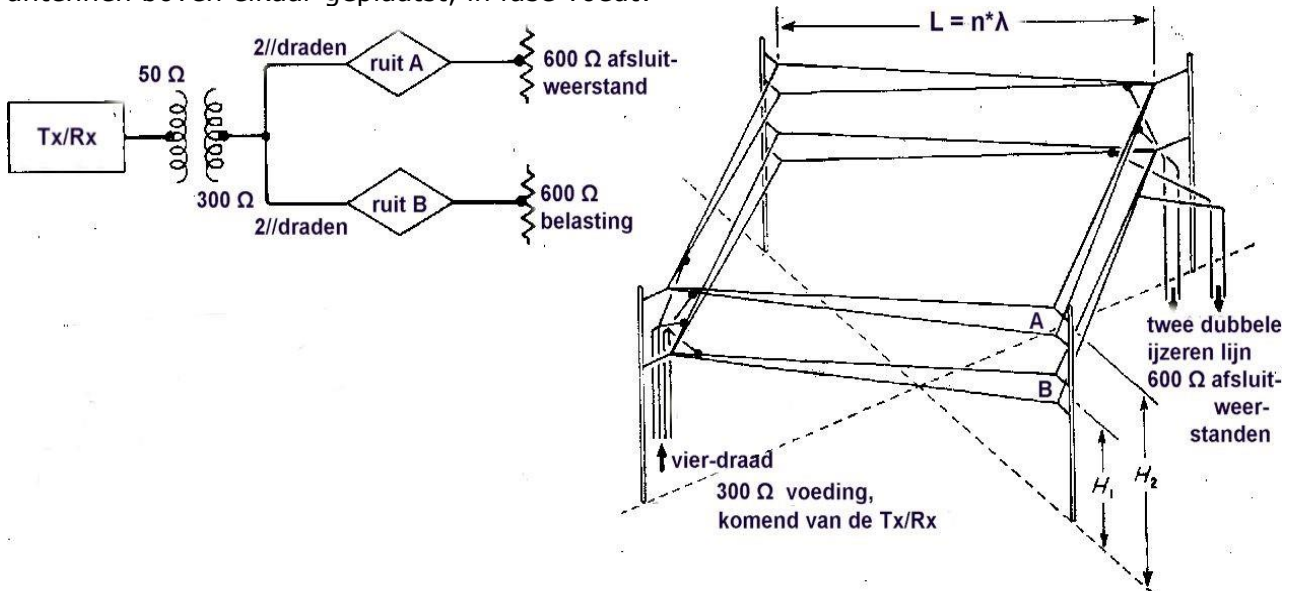
Door meerdere geleiders (hard getrokken koper # nr.12) per been te gebruiken, blijft de voedingsimpedantie constant bij een wijziging van de frequentie, en dit over een breed frequentiebereik. Bovendien wordt de voedings- $Z_0$  van de antenne ongeveer  $600 \Omega$ , terwijl deze waarde bij een gewone rhombic met benen met 1 draad rond de  $800 \Omega$  ligt. Deze ruitantennen worden best gevoed met een zelfgemaakte open tweedraadstransmissielijn, dus een ladderlijn die uitmondt in een antenne-aanpasser ter plaatse van de Tx/Rx in de shack.

Bij ruitantennen waarvan elk been uit drie geleiders bestaat, stelt men een 1,5 dB grotere winst vast op bijvoorbeeld 21 MHz, dan bij dezelfde antenne, welke maar voorzien is van één

geleider per been. Dit is te wijten aan de kleinere weerstand van de drie parallelgeschakelde geleiders en de eenvormiger verdeelde strooicapaciteit van de meervoudige geleider-antenne. Deze laatste antenne blijkt ook een betere sein: ruis verhouding te bezitten, te wijten aan het radikaler onderdrukken van het storingsniveau, tot 10 dB beter dan bij de enkelvoudige draad-ruitantenne. Bij een antenne met meerdere geleiders per been, is bij de daarop aangesloten ontvangstantenne, ook het fading-verschijnsel veel geringer. Voedt men twee rhombische antennen in parallel, dan bekomt men een bijkomende verbetering in winst van 3 dB, en een verbetering van de sein: ruis verhouding met 2 db.

Meer over de dubbele (meerdere draden per been-) ruitantenne.

De ruitantenne als de goedkoopste, en eenvoudigste breedband H.F.-antenne, in een horizontaal vlak gelegen, heeft een nadeel door het ontstaan van een aantal zijlobben, achteraan het stralingsdiagram, die men nochtans kan verminderen door de ruitantenne uit te voeren met dubbele draden. Daardoor wordt ook de ingangsimpedantie van de antenne konstanter. de versterking van de antenne groter en de hoofd-lob breder in het vertikaal vlak. De zijlobben verkleinen in amplitude. Deze toestand verbetert nog als men twee dergelijke antennen boven elkaar geplaatst, in fase voedt:

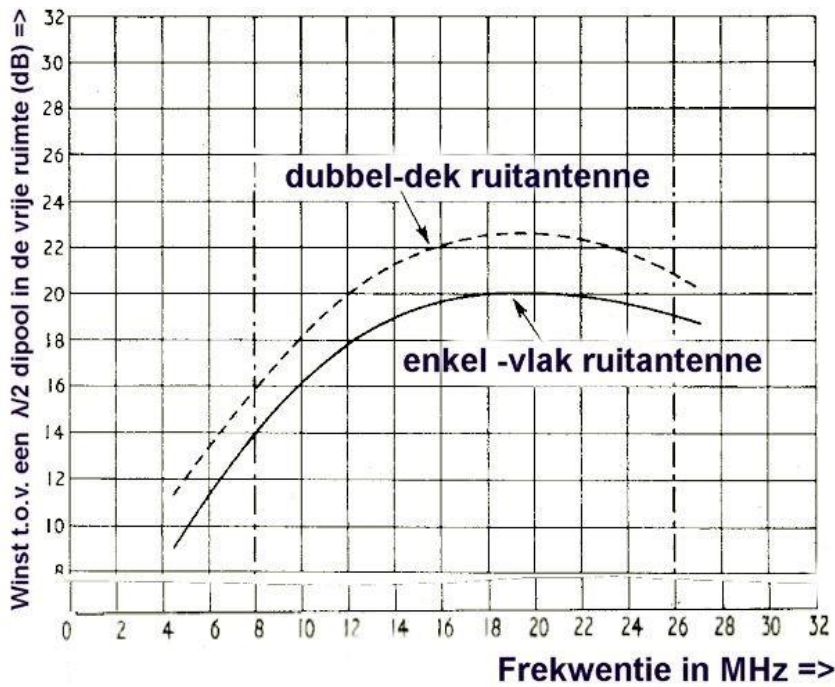


De ingangsweerstand wordt dan tweemaal 600 Ω in parallel = 300 Ω en elk van de afsluitweerstand aan de andere uiteinden, 600 Ω (twee dissipatieve lijnen, gemaakt uit roestvrij-stalen draden, en eindigend in een kortsluiting, als het gaat over grote vermogens.

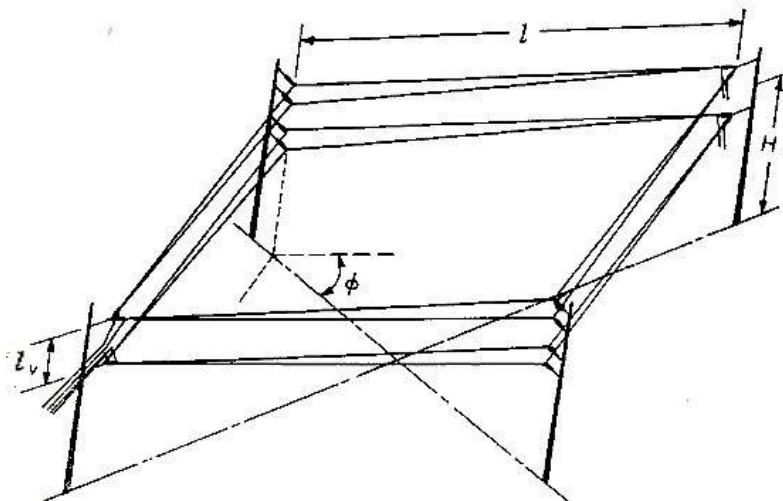
De lengte van deze lijnen wordt zo bemeaten, dat ze 15 dB verzwakken. De voedingslijn aan de ingang is een 300 Ω symmetrische lijn, die via een H.F. aanpassingstransformator, bv. met ringkern, overgaat naar een asymmetrische 50 Ω coaxiale kabel.

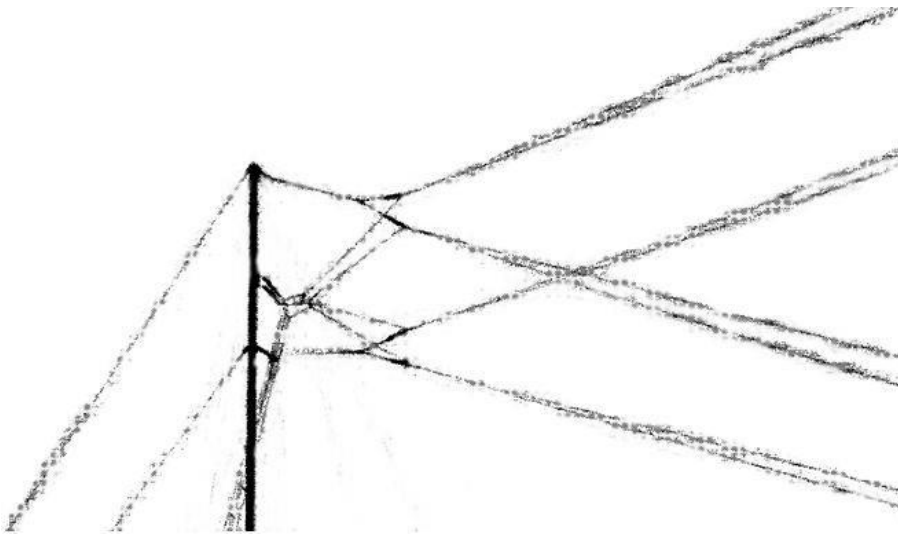
De volgende grafiek toont aan dat de winst van een ruitantenne met twee vlakken, 2 dB groter is dan van deze met één vlak. en dit over de ganse frequentieband van 3,5 MHz tot 32 MHz.

De dubbeldek rhombic kan bij een kleinere staande golf verhouding dan een antenne met 1 ruit, ook grotere vermogens verwerken dan een ruitantenne met 1 vlak.



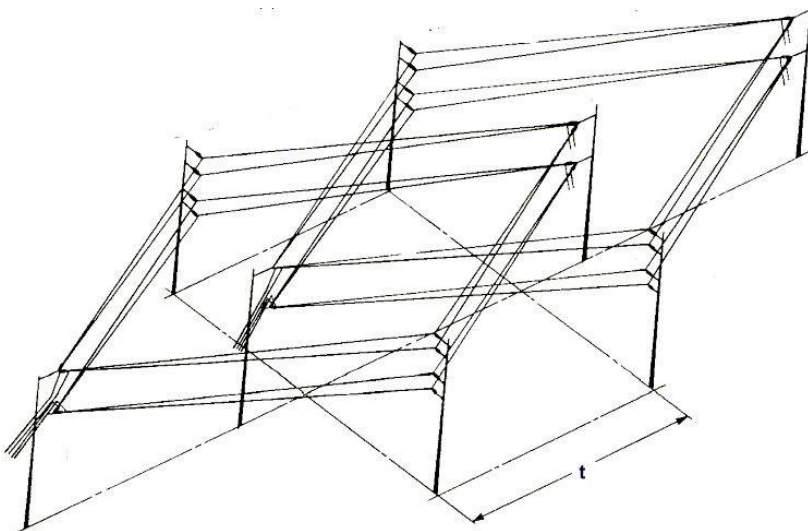
Als men twee ruitantennen boven elkaar plaatst (= 'stacking'), dan kan men de verticale tussenafstand tussen de twee antennen bepalen. Alhoewel deze vaak gelijk gekozen wordt aan een halve golflengte op de frequentie waarop men het meest werkt, kiezen sommigen een grotere tussenafstand, gelijk aan 30 procent van de lengte van de hoofd diagonaal van de ruit. Twee 600 Ω ruitantennen kunnen dan (in parallel) gevoed worden met een 300 Ω symmetrische voedingslijn.





De twee boven elkaar geplaatste ruitantennen kan men best elk afzonderlijk afsluiten met een 600 tot 800  $\Omega$  weerstand. Deze kan zitten aan het einde van een dissipatieve lijn, bv. een exponentiële, waarvan de draaddiameter (van de staaddraad) afneemt vanaf het uiteinde van de antenne (waar nog een groter vermogen aanwezig is) tot aan de afsluitweerstand. Als twee ruitantennen boven elkaar gehangen worden en in fase gevoed, beïnvloeden ze elkaar door wederzijdse inductie. Dat is bijna onvermijdbaar en zal ook de impedanties binnen dit systeem lichtjes kunnen wijzigen.

Dergelijke dubbele ruitantennen kunnen ook binnen elkaar geplaatst worden. Wenst men deze 2 ruitantennen in fase te voeden, zodat het stralingsdiagram van de achterste antenne dat van de voorste versterkt dan begint men te voeden vanuit een punt van waaruit twee voedingslijnen vertrekken, waarop de staande golf verhouding zo dicht mogelijk tegen de waarde 1 moet gebracht worden. Deze voedingslijnen moeten daarom een karakteristieke impedantie hebben van tussen de 450  $\Omega$  en 300  $\Omega$  en doordat de lengte van de voedingslijnen een aantal meters ( $t$ ) verschilt, zal daardoor een fasevertraging ontstaan van de golf die vanuit het voedingspunt de afstand meer moet afleggen dan op de kortste voedingslijn naar ingang van de links voorgestelde antenne. De wederzijdse impedantie tussen de twee antennen heeft een verwaarloosbare invloed op de uitstraling.



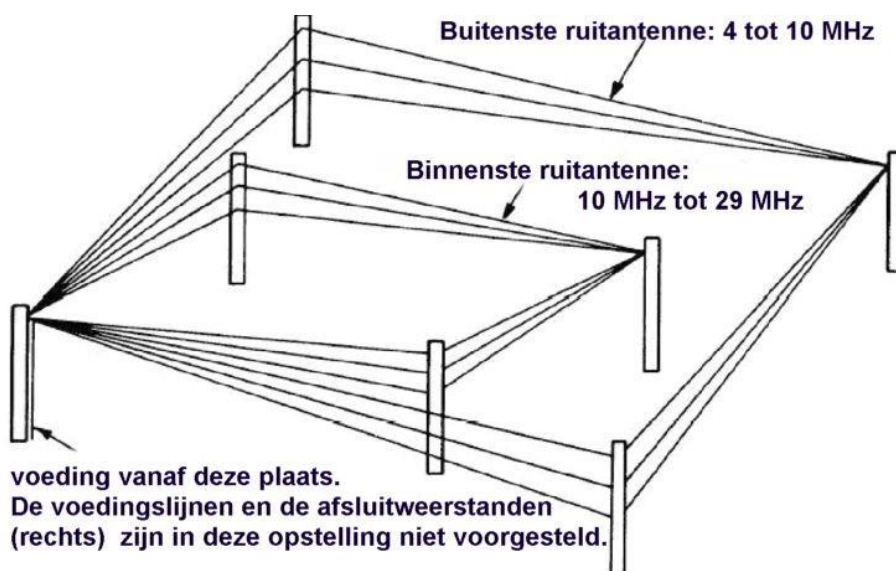
Deze combinatie-antenne heeft 6 dB meer versterking dan een gewone enkelvoudige ruitantenne omdat er een grotere concentratie bestaat van het uitgestraald H.F. vermogen volgens de hoofdas van de ruit, dus in de hoofdlob, met een daarmee gepaard gaande verkleining van de secundaire lobben.

Het vermogen dat opgeslorpt wordt in de niet voorgestelde afsluitweerstand van de twee ruitantennen is kleiner dan bij een gewone eenvlak's-rhombic. De openingshoek van de hoofdlob ligt tussen de 15° en 20°. De versterking ligt [6+(10 tot15)] dB boven die van een horizontaal opgestelde dipool en [6+(20 tot 25)] dB boven deze van een hypothetisch opgestelde isotrope antenne in de vrije ruimte. Om de hoogte H van een ruitantenne, boven de grond te berekenen, voert men de gewenste waarde van de opstraalhoek  $\Delta$  (gegeven door de richting waarmee men de ionosfeer wenst te treffen) in de volgende uitdrukking in, die men gelijk stelt aan 1:  $FH(\Delta) = [\sin(2 \cdot n \cdot \sin(\Delta))] / \lambda$ , en voor een golflengte, neemt men:  $\lambda = (2 \cdot \lambda_{\min} \cdot \lambda_{\max}) / (\lambda_{\min} + \lambda_{\max})$ .

Onder deze omstandigheden zal de waarde  $FH(\Delta)$  even groot zijn voor de twee uiterste frequenties van het frequentiebereik dat de antenne bestrijkt, en dan is  $H = \lambda / [4 \cdot \sin(\Delta)]$  gelijk aan de hoogte waarop de ruit het best gespannen wordt.

### **Twee in één.**

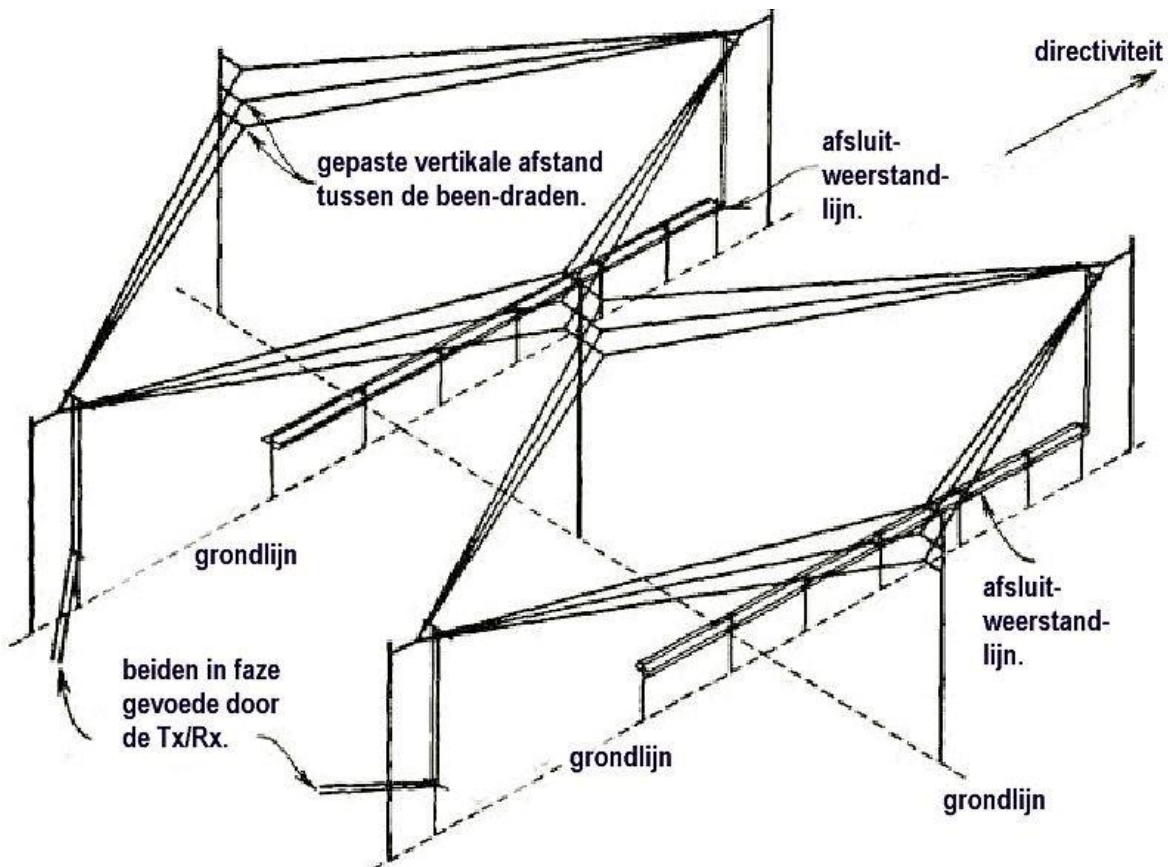
Een frequentiebereik van 2:1 of 3:1 is nog goed bereikbaar met een enkele ruitantenne met voldoende lange benen, maar als men een 4:1 verhouding wenst (bv. 80 m, 40 m, 20 m, 10 m), dan verkiest men soms twee ruitantennen binnen elkaar te bouwen.



Zo werkt bv. de Duitse Rijkspost met een antenne op 10 Mhz en 20 MHz met een beenlengte van 300 meter, 30 meter hoog opgehangen, terwijl daar binnen nog een kleinere ruitantenne staat opgesteld voor hogere frequenties, met 100 meter beenlengte en 20 meter hoog boven de grond.

### **Twee ruiten naast elkaar:**

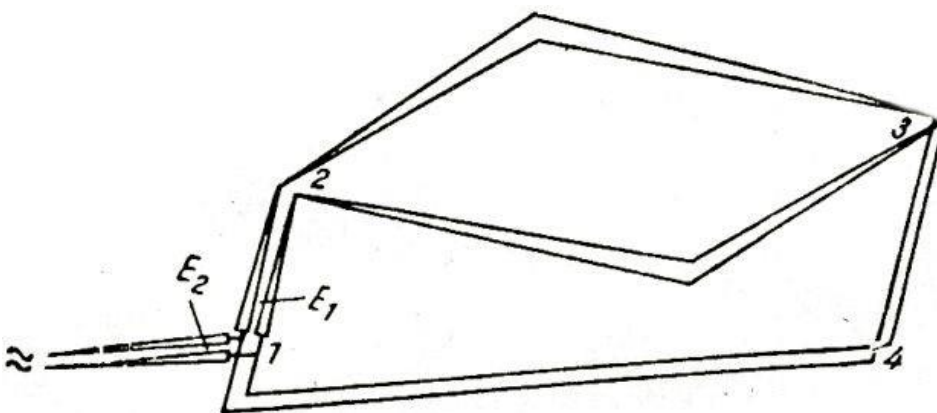
Dual-rhombic antenne=twee ruitvormige antennes met een links en rechts- opstelling, en in fase gevoed. Het delen van de absorptieweerstand in twee afzonderlijke, zal de zijspiegels van het antenne-stralingsdiagram (met de hoofdlob) verminderen, en de antenne-versterkings-coëfficiënt met 3 dB of meer verbeteren.



Dubbele in fase gevoede, sterk directionele ruitantenne(n) voor de 5 tot 25 MHz band, in werking gesteld door A.T.&T. voor transatlantische radio-telefonie gesprekken.

### De teruggekoppelde ruitantenne:

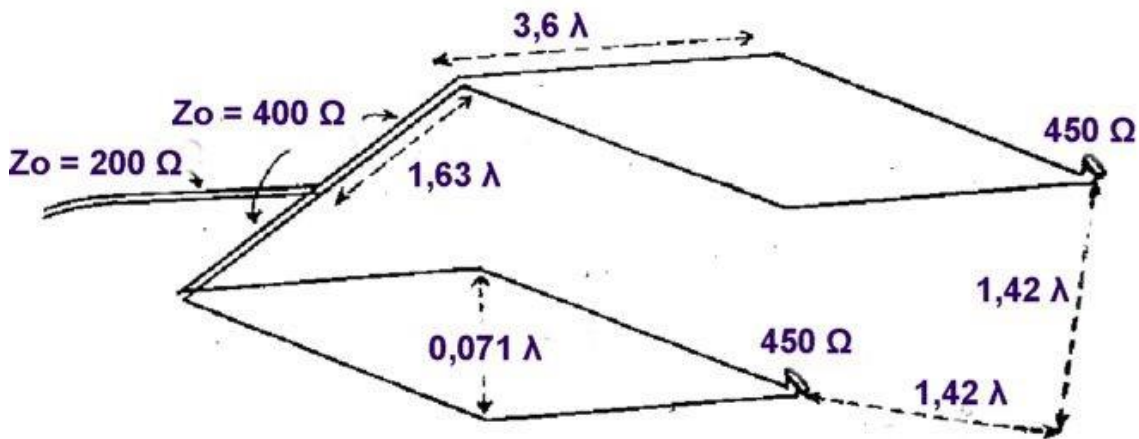
De elektromagnetische energie van de lopende golven gaat hier niet verloren in een afsluitweerstand van 600 of 800  $\Omega$ , maar wordt na het doorlopen van de stralende benen van de ruitantenne. teruggevoerd naar de ingangsklemmen:



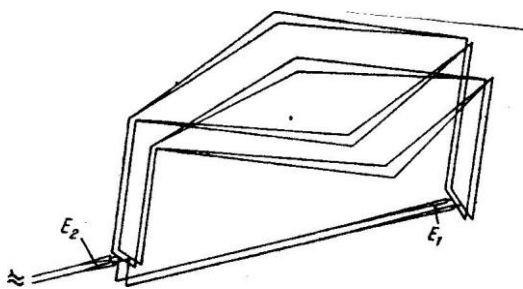
De totale lengte van de weg 12341 moet gelijk zijn aan  $L = n \cdot \lambda$  waarin  $n$  een geheel getal 1, 2, 3, is.



**Teruggekoppelde ruitantenne voor ZHF en UHF:**

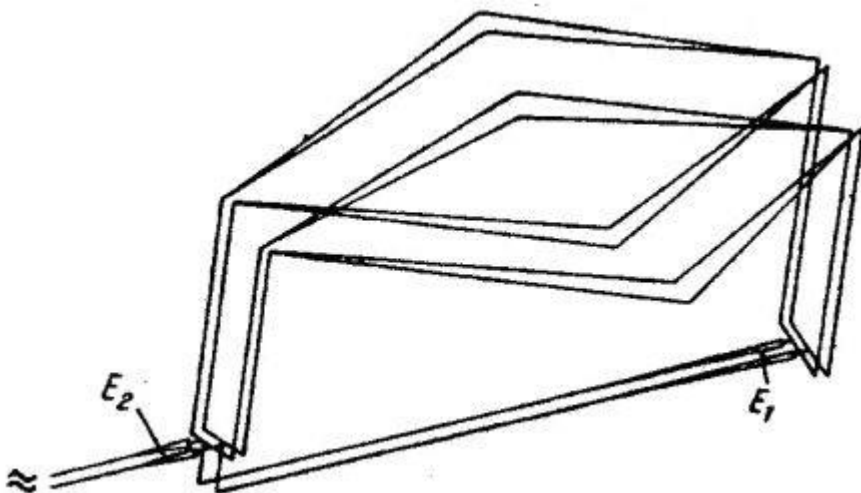


De terugkoppelleiding moet dezelfde karakteristieke impedantie hebben als de afsluitweerstand van de uitantenne (800 Ω).



Volgens berekeningen die door M. Neiman (duitser) gemaakt zijn, daalt de ingangsweerstand door het parallelschakelen van de terugvoerleiding met de ingang van de ruitantenne, in het geval van 1 vlak tot  $0.57 \times 800 \Omega$  (456 Ω) en in het geval van de volgende figuur, bij het parallelschakelen van twee vlakken met terugvoerleiding, tot  $0,37 \times 800 \Omega = 296 \Omega$  (voeden met 300 Ω lintlijn).

Men kan deze antenne dus ook dubbel uitvoeren, met twee evenwijdige vlakken:

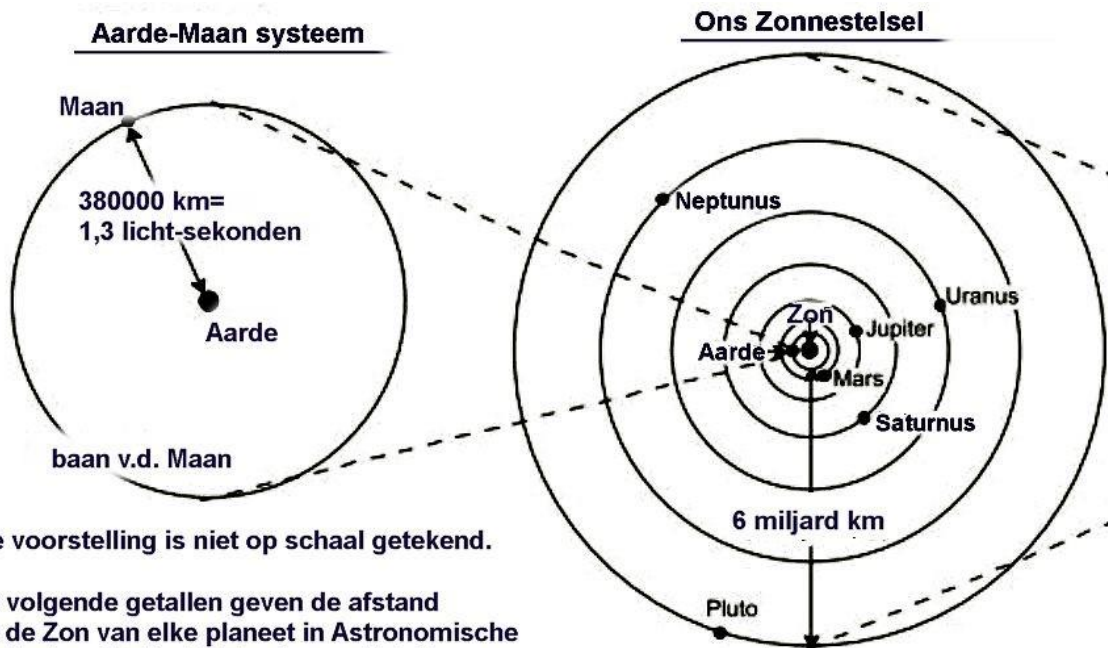


**Moonbouncing, onder meer op 1296 MHz of 23 cm, met ruitantennes.**

Amateur-radio-operatoren hebben de Rhombic gebruikt om 144 MHz-signalen naar de maan te sturen, waarbij de maan werd gebruikt als een passieve reflector voor communicatie met andere amateurs, hier op aarde.

Zeer lange afstand spraak- en data-betrouwbare 'troposferische ['scatter' of] verstrooiings-opstellingen, maken gebruik van een ruitantenne voor het overbruggen van paden tot 750 kilometers op 200 MHz, in verschillende delen van de wereld.

Op kortegolffrequenties, werden ze voor het eerst gebruikt door 'RCA Communications' op 4 GHz- transatlantisch. Ter gelegenheid van een totale zonsverduistering, kozen verschillende V.H.F./U.H.F.-Club's, voor 1296 MHz om het maanoppervlak te onderzoeken. G3LTF deed dit met een vermogen van 100 watt en HB9RG met 300 watt. Op 220 Mhz werd het maanoppervlak verkend door een VHF-club in Minneapolis, waarbij WA0DWM koos voor een groter vermogen met een paar 4CX250B's als vereiste, met een fase-vergrendeld ontvangststelsel, en zenden- en -ontvangen met een spiraalvormige antenne (helix). Al de vernoemden gebruikten parametrische versterkers voor de ontvangst. Deze OM's waren en blijven geïnteresseerd in contacten met anderen, wat moonbouncing



De voorstelling is niet op schaal getekend.

De volgende getallen geven de afstand tot de Zon van elke planeet in Astronomische Eenheden (A.E.). 1 A.E.= de gemiddelde afstand van de Aarde tot de Zon.

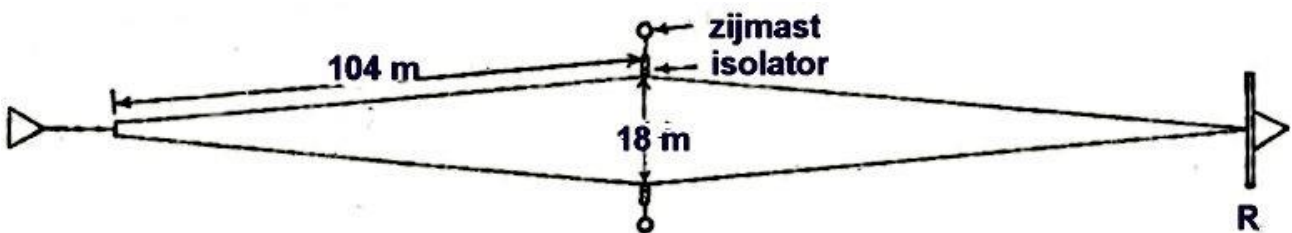
Mercurius 0,39; Venus 0,72; Aarde 1; Mars 1,52; Jupiter 5,2; Saturnus 9,54; Uranus 19,19; Neptunus 30,06; Pluto 39,53.

6 miljard km = 5,5 licht-uren.  
De snelheid van het licht= 300000 km/sek.

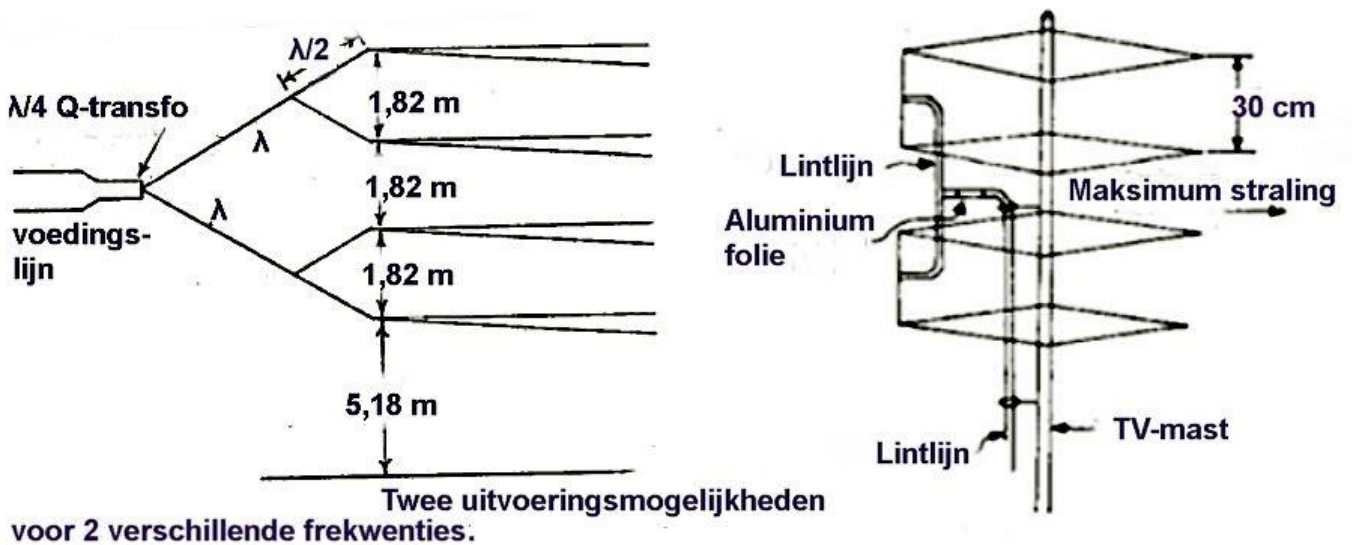
Naar de maan met een ruitantenne met vier boven elkaar geplaatste vlakken.

Als één van vele, werd de VK3ATN moonbounce rhombic, door W2NSD in 73 magazine en QST beschreven.

Zowel VK3ATN als W1FZJ/KP4 hebben E.M.E. (=Earth-Moon-Earth - weerkaatsing) uitgevoerd op 2 meter met een langgerekte, spitse ruitantenne:

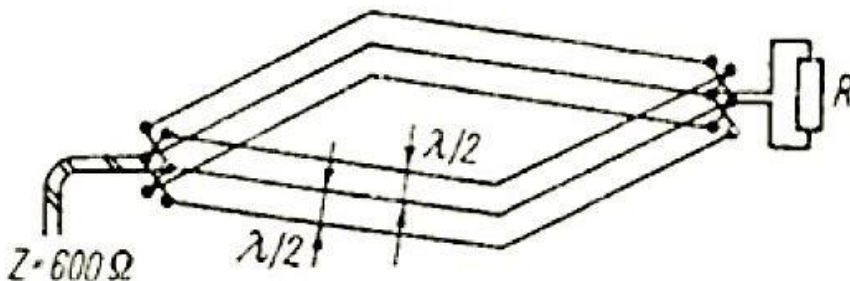


Ze bestond wel uit vier boven elkaar geplaatste vlakken, die op de volgende manier gevoed werden:



De in de figuur aangegeven 1,82 m vertegenwoordigt een volledige golflengte ( $f=165$  MHz). In het rechtse geval met  $30\text{ cm} = \lambda/2$  betreft het een  $f= 500$  MHz. Alle in de figuur door enkele draden voorgestelde voedingslijnen, zijn in feite symmetrische lijnen gemaakt uit hardgetrokken, dikke koperdraad, volgens de auteur (W2NSD) slechts over een 2,5 centimeters gespaciseerd, maar dat lijkt te weinig. De antenne wordt aangespannen, door er een betonnen tegengewicht aan te hangen. Volgens de opvatting van de constructie, kan het gebeuren dat 1 tegengewicht niet voldoende is, maar dat men er vier nodig heeft aan elk uiteinde van de antenne.

#### Andere uitvoering: ruitantenne met drie vlakken boven elkaar.



Drie vlakken boven elkaar zijn ook mogelijk voor E.M.E.

#### De ruit als ontvangstantenne.

De veranderingen in de karakteristieke impedantie van de ruitantenne over het ganse te ontvangen frequentiebereik, kunnen, zoals we nu reeds weten, sterk verminderd worden door het installeren van meerdere geleiders per been van de antenne.

Waar bij enkele draad antennen schommelingen voorkomen tussen  $850$  en  $650\ \Omega$ , blijven deze bij driedraads (per been) antennen beperkt tot ongeveer  $660$  en  $590\ \Omega$ , hetgeen te wijten is aan het op deze wijze vergroten van de doorsnede der beendraden, waarbij de lengte van alle geleiders echter identisch dezelfde moet blijven. Daarom mogen de drie geleiders op een niet al te grote afstand boven elkaar opgehangen worden aan de steunpalen van de ruit, omdat men dan door de niet optimale opstelling, lengteverschillen zou krijgen.

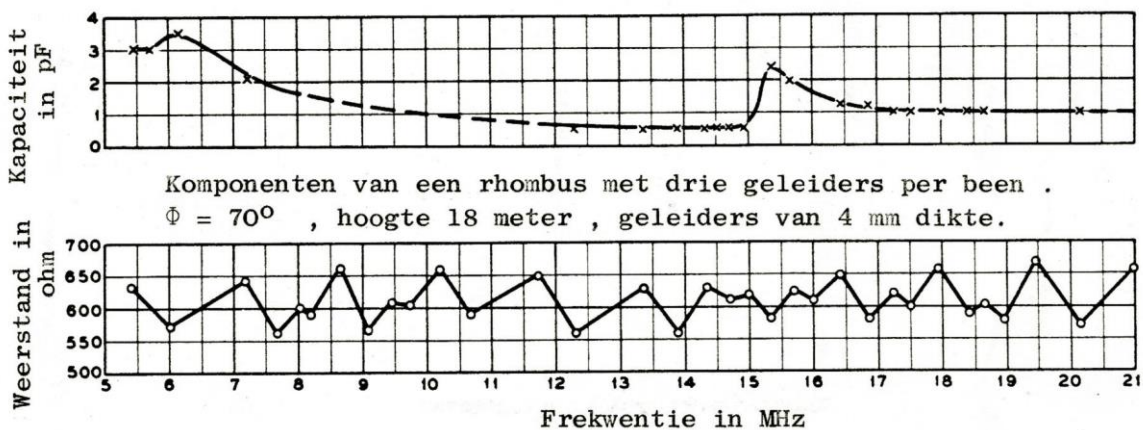
De strooicapaciteiten van de draden, de massieve verbindingstukken, de isolatorbevestigingen, enz., moeten ook gelijkmatig en eenvormig verdeeld zijn.

Indien de steunpalen op de hoeken van de ruit uit metaal bestaan dient men er ver genoeg van af te blijven op de hoeken van de ruitantenne. ( $\approx$  één meter).

De afsluitweerstand wordt op het uiteinde van de ruitantennedraden aangesloten op een plaats waar deze 2 geleiders nog niet te dicht tot elkaar genaderd zijn, anders staat er een te grote parasitaire capaciteit over de afsluitweerstand. Deze strooicapaciteit wordt verkleind door de afsluitweerstand onder te verdelen in meerdere in serie geschakelde weerstanden.

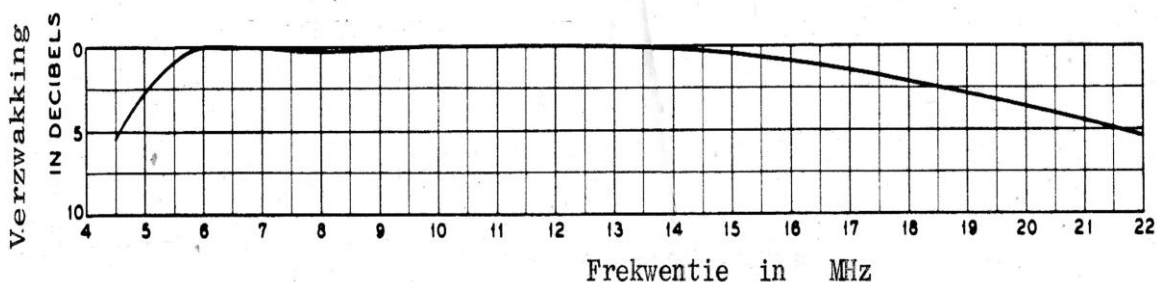


Sluit men deze combinatie op het uiteinde van de antenne aan op punten tussen de twee benen van de ruit, die op 20 cm van elkaar liggen, dan staat daartussen een andere soort weerstand dan tussen twee meer naar het midden v.d. ruit gelegen punten op bv. 60 cm van elkaar of meer. Men zal bijgevolg wat moeten experimenteren om de juiste aansluitplaats te vinden, bv. door de antenne even op een zender aan te sluiten met gering vermogen, en de beste staande golf verhouding in te stellen door het verplaatsen van de bevestigingspunten van de afsluitweerstand.

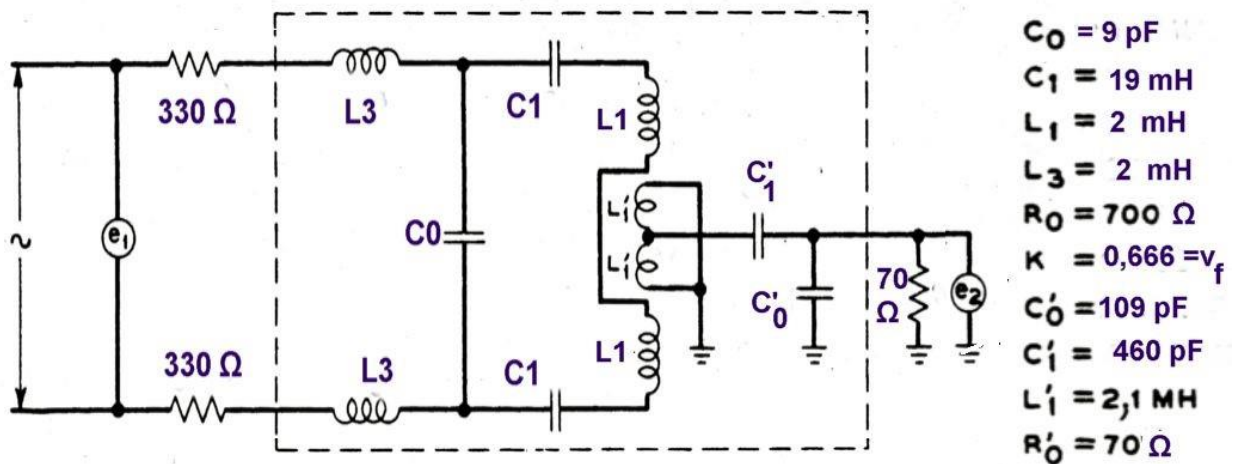


### Antenne impedantie aanpassingsnetwerk.

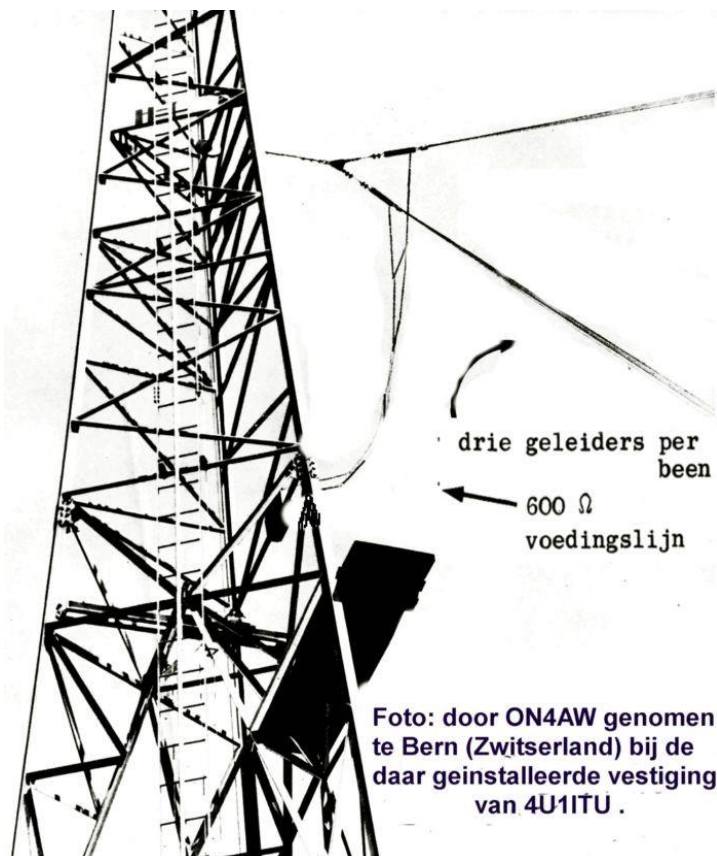
Bij ontvangstantennen die nogal ver van de ontvanger afstaan, kan men vlakbij de antenne een aanpassingsnetwerk opstellen, dat met een coaxiale kabel aangesloten is op de antenneingang van de ontvanger. Op deze wijze wordt het oppikken van storingen tussen de antenne en ontvanger voorkomen. De coaxiale kabel werd vroeger aan een steendraad opgehangen. Tegenwoordig delft men hem in de aarde op een diepte van bijvoorbeeld 1 meter, waardoor temperatuur-wijzigingen, de uitzetting van de kabel met verandering van de afmetingen en de wijziging van de karakteristieke impedantie voorkomen worden. De ingegraven kabel wordt vooraf met een asfalt-, teer- (of andere bitumeuse bedekking -) laag ingestreken, teneinde corrosie door water te verhinderen.



Hieronder volgt een voorbeeld van een mogelijk aanpassingsnetwerk tussen een 70 ohm coaxiale kabel en een 700 Ω ruitantenne.: (een 70 Ω kabel veroorzaakt minder verliezen dan een 50 Ω coaxiale kabel). Het afgebeelde netwerk heeft de hier boventaande verzwakking= $f$ (frequentie) – karakteristiek.



Een ruitantenne van 600Ω met meerdere geleiders per been mag rechtstreeks met een 600 Ω symmetrische tweedraadslijn gevoed worden, terwijl twee dergelijke ruitantennen, boven elkaar gehangen, en in fase gevoed (tussenafstand  $\lambda/2$  indien dit praktisch uitvoerbaar is) twee parallelgeschakelde voedingsimpedanties van 600 Ω opleveren, en aldus rechtstreeks met een gewone 300 Ω lintlijn kunnen gevoed worden voor niet al te grote vermogens als zendantenne, en alleszins zeker als ontvangstantenne. Ook kan men verkiezen deze 300 Ω lintlijn te vervangen door een 75 Ω coaxiale kabel die ter plaatse van de 2 voedingsklemmen der antenne eindigt op een ferrietring- balun voor een overgang van 75 Ω asymmetrisch naar 300 Ω symmetrisch, welke men zelf gemakkelijk kan maken. Voor geringe vermogens zijn daarvoor ferrietringen met 3,6 cm diameter geschikt. Men vraagt daarvoor in de handel naar breedbandige met zeer geringe verliezen op de frequentiebanden van 3 tot 30 MHz.



### **Referenties, geraadpleegde werken: De ruitantenne - of rhombic.**

- 1) On the design of some rhombic antenna arrays door A. De Carvalho Fernandes, Electrical communication volume 36, nr.1,1959.
- 2) Über das Verhalten zweier ineinandergestellter Rombusantennen door Kronjäger, W. en Vogt.K. (NTZ 1957, Heft 10).
- 3) Rhombic Aerial Design door Norman F., Electronic Technology, september 1962.
- 4) Rhombic antennas for TV. Radio & TV News. februari 1958, door Cooper.R. DX with Rhombic antennae door W6AM (uit het ITU tijdschrift van 1963).
- 5) Rhombic aerial design chart door R.H. Barker, Wireless Engineer, november 1948.
- 6) Rombusantennen door Grosskopf. Elektrotechnische Zeitschrift, aug. 1943.
- 7) Ruitantenne voor TV-kanaal 5 t/m 12 door Hoekstra, J (Electron 1955) Relay rhombic brings TV to shadow area (geen schrijver vermeld)
- 8) Rhombic antennas door Jerry Minter, Electronic Industries, oktober 1946.
- 9) Low Noise Receiving Antennas door Doug DeMaw, QST van december 1977 biz. 36 e.v.
- 10) Het antennebuch van Rothammel.
- 11) Rhombic antenne voor VHF en UHF door PAOQC Kursus Antennen door Mommens Joseph, ON4TD
- 12) Edmund Laport's textbook on Radio Antenna Engineering, 1952.
- 13) "Achieving Near Perfection with the Imperfect Rhombic", Joel Hallas, W1ZR, QST, Nov 2004.
- 14) "Dual Rhombic for VHF-UHF", door Bill Parker, W8DMR, 73 magazine, Aug 1977.
- 15) Dayton Johnson, W0OZI, built an antenna for the 1296 MHz (23 cm) band, in "The World Above 50MHz", door Emil Pocock, W3EP, QST, Maart, 1997,
- 16) "A Practical Guide to the Design of Rhombic Aerials", Domenic Mallozi, N1DM, QEX, Dec 1988.
- 17) "The Invisible Rhombic", J Gregg Stephenson W20BX/W1DGC, QST, Nov 1977.
- 18) Mutual impedance of stacked rhombic antennas, door J.G. Chaney, in I.R.E. Transactions on antennas and propagation, 1964.
- 19) Video: V.I.K- bezoek aan Ruiselede/Oudenburg:  
<https://myalbum.com/album/M4CAIwJMff9t>

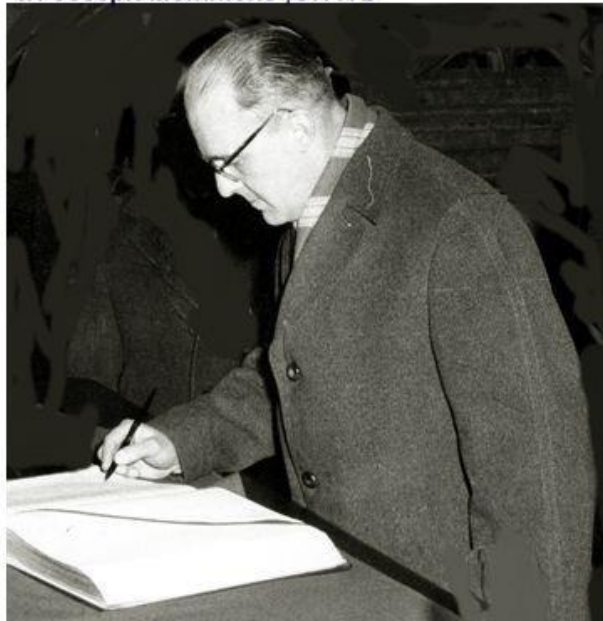
### **Tenslotte drukken we onze dank uit aan:**

- 1) De Heer ir. Vandewalle, voormalig laatste ir.-directeur van het zendstation Ruiselede, die ons de meeste documentatie over rhombic's bezorgde (er staan 10 ruitantennes in het zendpark te Ruiselede/Oudenburg), en
- 2) Zijn voorganger ir. De Beule die eveneens de rhombic toelichtte en ons documentatie bezorgde. Hij was de voorlaatste directeur te Ruiselede. Van ir. De Beule kreeg ON4AW lessen over hoogfrequent techniek, en over zenders (ook SSB/EZB) en modulatoren.
- 3) ing. Lievens, assistent en waarnemend laatste beheerder te Ruiselede na ir. Vandewalle, waarna het station met afstandsbediening gecontroleerd werd vanuit Oostende.



ir. De Beule (links) en ir. VandeWalle,

ir. Joseph Mommens, ON4TD



ing.  
Jozef  
Claus



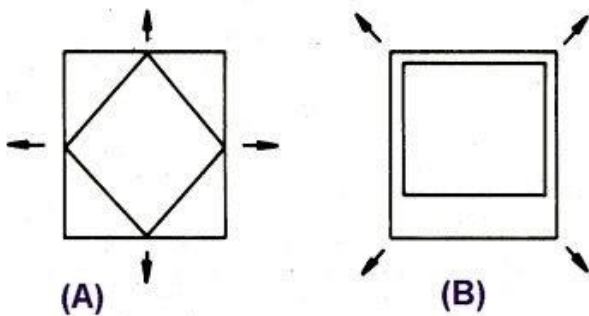
4)ir. Joseph Mommens (silent key 92 jaar), voormalig voorzitter van de UBA gedurende vele jaren, van wie we een cursus elektronica, antennes, en HF metingen kregen en konden volgen. (+ vele tijdschriften en boeken van hem gekregen, en twee 'Sickles' 10,7 MHz middenfrequent transformatoren, met de raad "bouw daarmee nu maar eens een FM-superhet ontvanger)" [hetgeen gebeurde].

4)ing. Jozef Claus, technisch directeur van de telecomunicaties van Interpol + van de Rijkswacht, in de Acadabrastraat te Brussel, en van het vlak daarbij gelegen justitiepaleis op het hoogste punt van de hoofdstad. Van hem kregen we de sleutel van de grote dubbele ijzeren ingangspoort die toegang verleende tot het park met ruitantennen van Interpol en van de Rijkswacht te Ninove, alsook toegang tot de gebouwen aldaar, met onder meer de op afstand gestuurde Interpol -zendapparatuur van Rohde & Schwarz.

**Aanvulling met enkele artikels over ruitantennen door verschillende auteurs:**

1)Een zelfgemaakte ruitantenne voor FM-ontvangst in een appartement, door Richard Kaufman en Veldhuis, "Antennes van de Rhombic Klasse".

Er zijn twee manieren om een ruitvormige antenne in een kamer van een appartement te plaatsen, de ruit tegen de muur of het plafond te bevestigen zoals in figuur A of een gedeelte van de ruimte te bedekken zoals in figuur B.

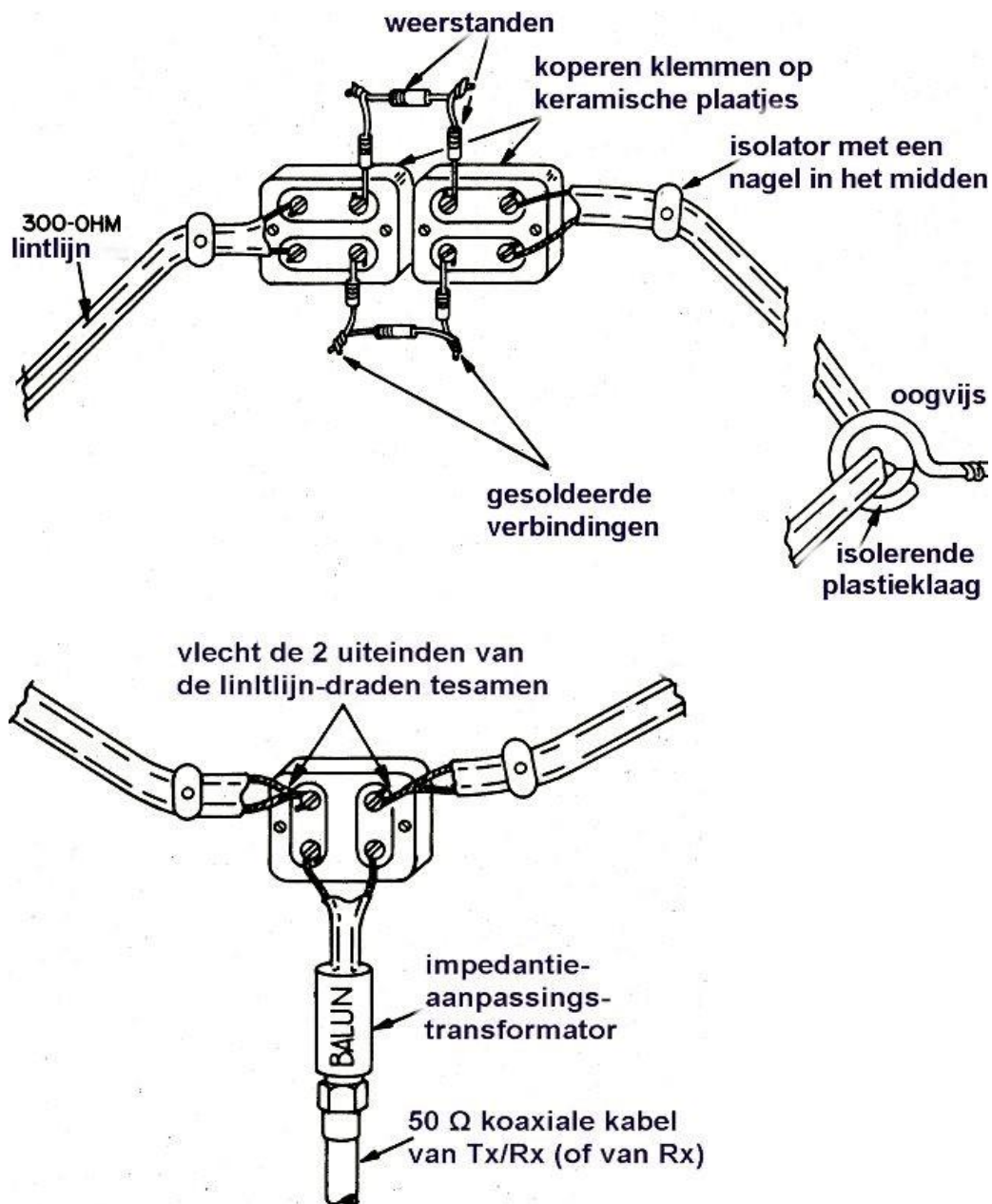


Gebruik een landkaart om de richting van de zender ten opzichte van de kamer te bepalen, zelfs als u zeker bent van de juiste richting. Ik heb ooit een antenne geïnstalleerd voordat ik naar een kaart keek en na herinstallatie was de ontvangst veel beter. Een alternatief bestaat er in, om de richting te controleren waarin de FM-antennes op de daken in uw buurt wijzen.

De afmetingen van de ruit aanpassen tot ze goede resultaten oplevert. 2,4 meter is ongeveer de kortste beenlengte die waarschijnlijk bruikbaar zal zijn. (De golflengte van 88 MHz is 3,38 m; die van 108 MHz is 2,74 m. Een beenlengte van iets minder dan één golflengte zal werken, hoewel niet zo goed als één golflengte of groter.

De luisterresultaten zullen veel beter zijn, dan met een binnen in een kamer opgestelde dipool of gevouwen dipool., zelfs in gebouwen met een stalen raamwerk, of gebouwd met gewapend beton waarin ijzerstaven binnen de cement zitten als een kooi van Faraday. Een log-periodieke TVFM-antenne doet het ook niet zo goed, ook al is ze op een dak gemonteerd. Met de ruit is stereo niet vervormd, en is zonder ruis te ontvangen. Een vierkante ruit met een beenlengte van 3,38 m zal een versterking van ongeveer 6 dB of meer vertonen boven een halve golf dipool in de FM-band. (Dit is ongeveer 8 dB ten opzichte van een isotrope antenne.)

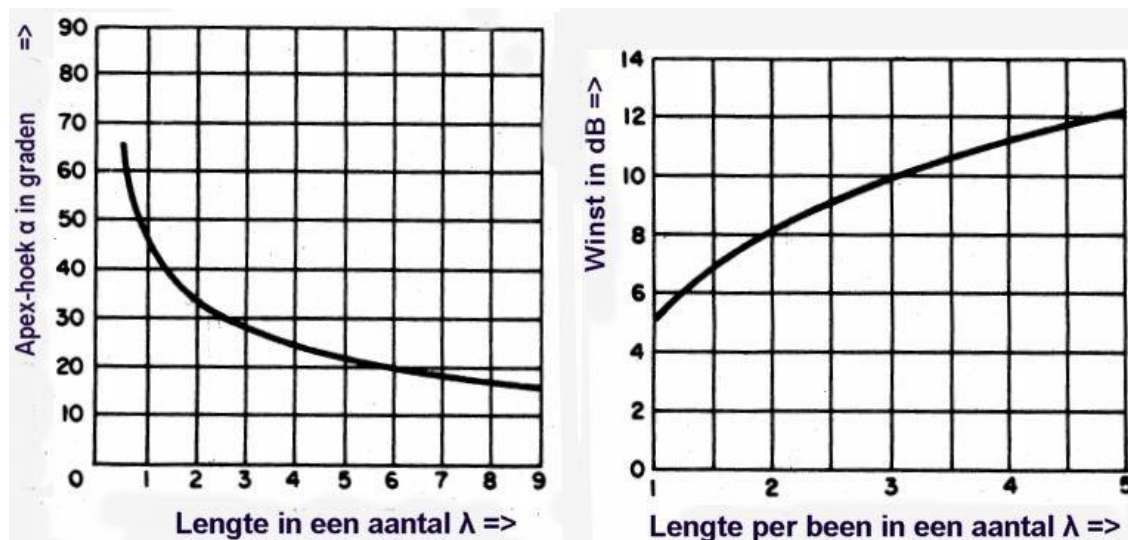
Gebruik geen te dunne bronsdraad (verliezen!) voor de benen van de ruit, en dan zitten we nog met het probleem dat de voedingslijn tussen de ingang van de FM stereo ontvanger naar de 2 ingangsklemmen van de ruit, 600 ohm moet zijn, terwijl we meestal slechts beschikken over 300 ohm lintlijn, verkrijgbaar in de handel. Een mogelijke oplossing is hieronder voorgesteld, waarbij de benen van de ruit ook met deze lintlijn gemaakt worden:



De ruitantenne wordt in dit geval gevoed met een 50  $\Omega$  of 75  $\Omega$  coaxiale kabel die vertrekt van de antenneklemmen van de FM-ontvanger en uitmondt in een zelfgemaakte ferrietring-balun die de 50  $\Omega$  of 75  $\Omega$  omzet naar 600  $\Omega$ . Als afsluitweerstand zijn niet-actieve koolstof- of metaalfilmweerstand, 1/2 tot 3-watt geschikt, maar de capaciteit van een enkele weerstand is te hoog. Gebruik daarom twee (330  $\Omega$ ) of beter, soldeer drie weerstanden van 220  $\Omega$  in serie tot 660 ohm bekomen wordt.



De andere benodigde materialen zijn kopspijkers of nietjes, mogelijk geïsoleerde afstandhouders en klemmenstroken. De weerstanden moeten aan elkaar worden gesoldeerd tenzij extra klemmenstroken worden toegepast. Er is veel flexibiliteit mogelijk tijdens de montage. Pas de voorhanden zijnde technieken en materialen toe die u liggen heeft. Zorg ervoor dat u de dubbele lintlijn die de antenne vormt niet een slag verdraait, anders wordt een ongewenste fasedraaiing van 180° op die plaats ingevoerd. Het bepalen van de optimale tophoek voor de gekozen beenlengte zal het volledige potentieel van de ruit realiseren d.m.v. een grafiek met betrekking tot de tophoek in functie van de beenlengte in golflengten. Naarmate de beenlengte toeneemt, wordt de tophoek (Apex) kleiner.



Het FM- frequentiebereik ligt tussen 88 MHz [ $\lambda=3,38$  m] en 108 MHz (U.S.) (of 106 MHz [Europa]). Welke golflengte moet worden gekozen bij het ontwerpen van de antenne?

Onder de meeste omstandigheden is dat de langere. Dus voor een beenlengte van 2 golflengten =  $2 \times 3,38$  m = 6,8 m per been, moet de tophoek gelijk zijn aan 38° (ongeveer, volgens de linkse grafiek). Eigenlijk is het bereik van hoeken in dit voorbeeld 35° tot 38°.

De reden voor het verkiezen van de langere golflengte is, dat naarmate de beenlengte toeneemt, ook de winst vergroot zoals op de rechtse grafiek. Een te grote tophoek zal de versterking op de hogere frequenties verminderen, maar de grotere beenlengte in functie van de golflengte, verhoogt de versterking.

2) Hoe een UHF rhombische antenne te bouwen binnen een appartement of tuinhuis, [How to build a rhombic UHF antenna], door Adam Quinn

Een UHF-rhombische antenne versterkt zwakke en verre tv-signalen en biedt een betere ontvangst van digitale of hoge-definitie TV. De ruitvormige antenne kan aan uw plafond of in uw ruimte met kuisgerief worden gemonteerd, waardoor in dit laatste geval lelijke antennestaven en draden uit het zicht van bezoekers en eigen bewoners worden gehouden.

De ruitantenne biedt verbeterde signaalkwaliteit. Zaken of onderdelen die u nodig heeft:

Lintlijn 300 ohm, 10 m.

Coaxiale kabel, 75 ohm, 3 m, met bijbehorende connectoren.

Een balun of symmetriepasser met een overgang van 75 ohm coaxiaal naar 300 Ohm symmetrisch. 2 weerstanden, 1/4-watt, 470 ohm. 4 isolatoren.

a) Snij de (dubbele draad- lintlijn in vier lengten van 2,5 m. Verwijder 1,5 cm isolatie van elk uiteinde van de vier lijnen. Verbindt twee lijnlengten met behulp van schroeven en moeren, zorg ervoor dat u de draden niet kruist. Op het verbindingspunt, verwijder de isolatie aan de uiteinden van de lijnen en verenig de 4 blankgemaakte draden tot één elektrisch geleidend geheel. Soldeer deze verbinding.

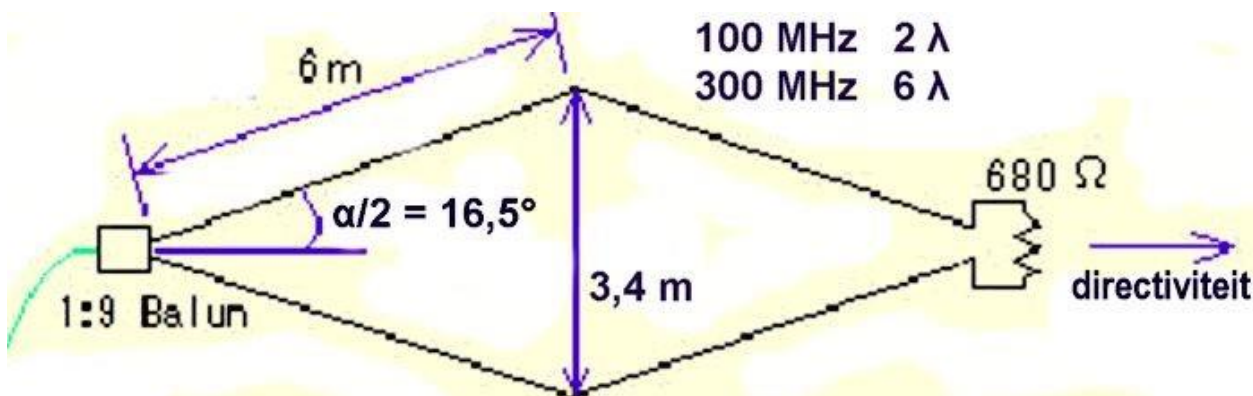
b) Bevestig daaraan een isolator. Verbindt de resterende twee lijnlengten op dezelfde manier. U moet twee kabels van 5 m over houden, elk met een middenste knooppunt van waaruit een vastmakingspunt vertrekt naar een plaats op het plafond in de huiskamer of in de bergkamer.

c) Bevestig de aansluitklemmen van de balun-transformator aan de onderste (of linkse) kant van de ruit, met de daartoe voorziene schroeven. Dit wordt de invoerlijn-hoek van de antenne.

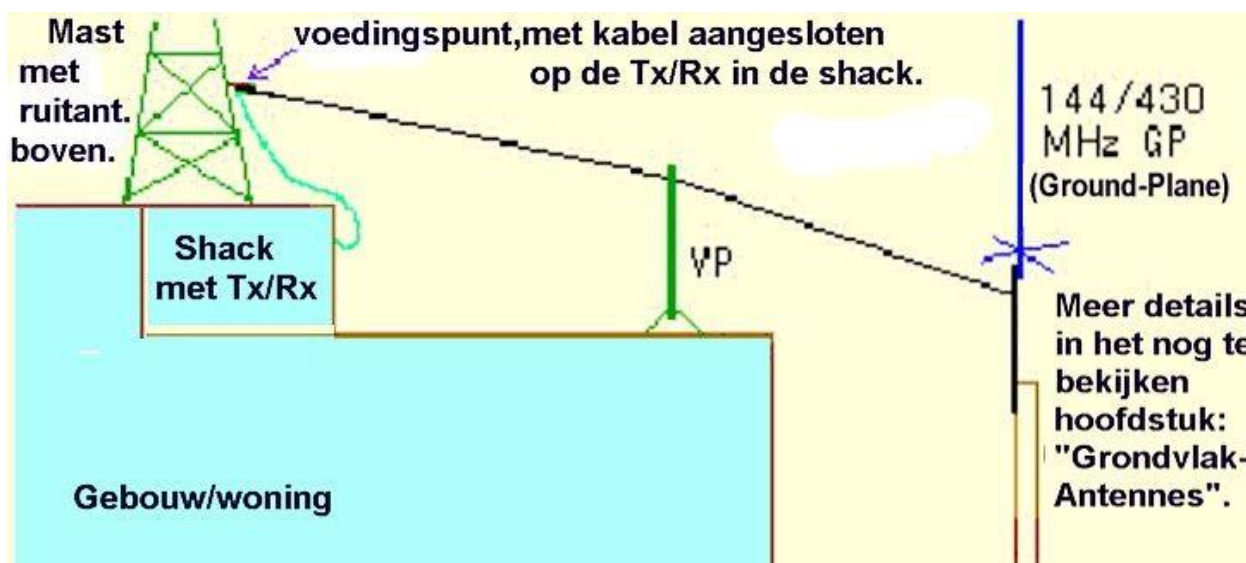
- d) Verbindt de vrije 2 uiteinden van de rechtse of bovenste kant van de ruit aan de twee klemmen van de twee in serie gesoldeerde weerstanden over de eindhoek van de antenne
- e) Spreidt de antenne nog eens goed uit om een juiste ruitvorm te vormen. Hang de antenne aan het plafond op met punaises of kleine kopnageltjes.
- f) pas de antennehoeken aan zodat de toevoerlijn en de aansluithoeken een hoek van 50 graden maken, en de zijhoeken een hoek van 130 graden. Gebruik extra spijkers rond de hoeken om de draadverbindingen onder de gepaste aanspanning te brengen.
- g) Zodra de antenne correct is uitgelijnd, sluit de antenne met behulp van de coaxiale kabel via de onderkant van de balun aan op de antenne- aansluiting van uw TV.

### 3) UHF/VHF Rhombic-antenna

De lengte van 1 been van de ruit is  $6\lambda$ , of 6 m op 300 MHz en  $6\text{ m} = 2\lambda$  op 100 MHz. De totale lengte van de ruit bedraagt ongeveer 12 m. Voor kleine uitgangsvermogens kan deze antenne worden gebruikt om amateurradio uit te zenden op 145 MHz, 430 MHz. Deze aperiodische ruitantenne straalt dan een vertikaal gepolariseerde golf uit als ze vertikaal wordt opgesteld, en een horizontaal gepolariseerde golf als ze horizontaal wordt geplaatst. In dit laatste geval is de ruit zeer breedband en daardoor geschikt voor televisieontvangst op grote afstand (DX-ATV).

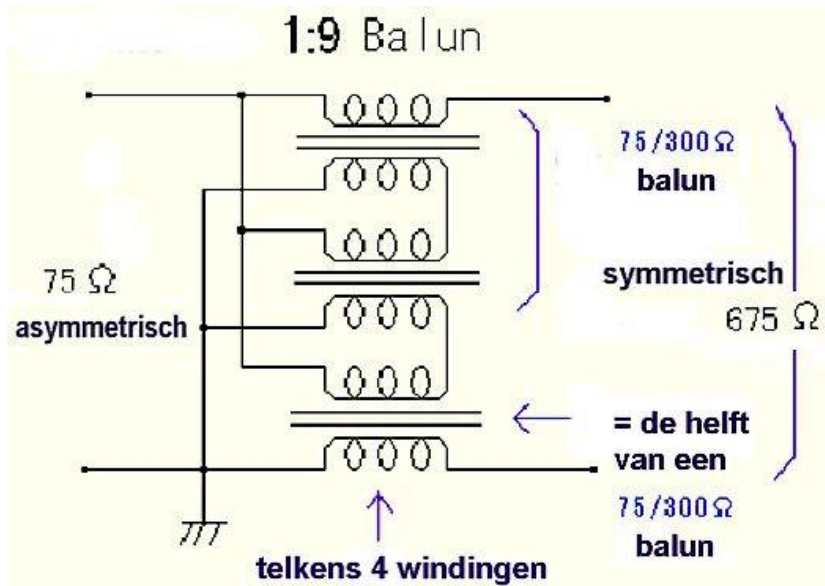


Deze afbeelding is een bovenaanzicht en de volgende is een schematisch aanzicht. De mast, links op het dak van het gebouw bevat een voedingspunt, en ongeveer het middelste deel van de voedingskabel wordt ondersteund door een vinylpijp VP van 2 m lang. Deze kabel loopt naar een grondvlak antenne als rondstraler, waarop eerst geluisterd wordt, vooraleer over te schakelen naar de rhombic. De hoogte waarop de kabel boven de grond hangt, is ongeveer 7 tot 10m.



De auteur van dit artikel voedt de ruitantenne via een 1:9 balun, achter een coaxiale kabel van  $75\ \Omega$ , aan de andere kant gevoed door de uitgang van de TX/Rx.

Mits enige aanpassing kan men evengoed voeden met een 50 Ω coax. Zowel de balun als de 680 Ω afsluitweerstand (in een 1,25 mm<sup>2</sup> wanddikte vinyl buis), zijn (op verschillende plaatsen) ondergebracht in een plastieken waterdichte behuizing. De balun kan gewikkeld worden op een ferrietstaaf, maar misschien beter op een ferrietring.



#### Resultaten, bekomen met deze antenne:

Ze presteert 3 dB beter dan een Yagi met acht elementen in het 100 MHz tot 200 MHz bereik, en 6 dB beter dan een Yagi met 14 elementen in het 500 MHz tot 600 MHz bereik.

In één woord samengevat, is de winst gemiddeld beter dan van een tien elementen Yagi, ontworpen voor dezelfde frequentiebanden. Wanneer de hoek  $\alpha$  wordt verkleind, tot lager dan 40 graden, presteert de ruit beter in de nabijheid van 200 MHz, en nog meer in de nabijheid van 600 MHz, indien  $\alpha/2 = 16,5$  graden.

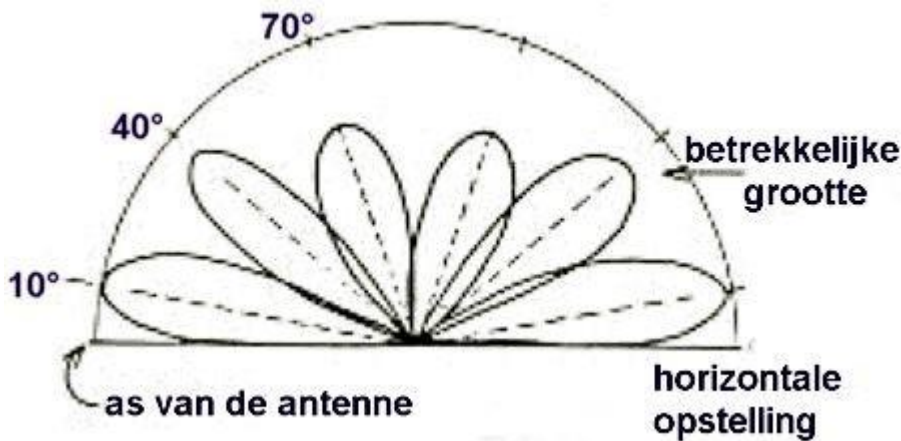
Als men de prestaties in het bereik 100 MHz tot 600 MHz tot op zekere hoogte wat opoffert, presteert deze ruitantenne goed tussen 50 MHz en 1000 MHz.

#### 3) C.A.T.J. (in 'State Communications', oktober 1976).

Kortegolfvoortplanting maakt gebruik van het reflectie-/ brekingsmedium van de ionosfeer, en zodra een kortegolfsignaal (meestal 3-30 MHz) de zendantenne verlaat, wordt het naar de beoogde ontvangstlocatie gestuurd onder een hoek groter dan nul graden ten opzichte van de werkelijke horizon, om de ionosfeer op het juiste punt tussen de zend- en ontvangstlocatie te raken en door signaal-weerkaatsing/breking het gewenste ontvangtpunt te bereiken.

Dit na de antenne verlaten te hebben met een hoofdlob onder een opstraalhoek  $\Delta$  van bv. 12,5 graden boven de horizon of 8 graden boven de horizon. In elk aangrenzend half golfsegment van de draadantenne stroomt het signaal naar binnen en dit feit zorgt ervoor dat het antennepatroon wordt opgesplitst in een aantal antennelobben op de antennedraadas.

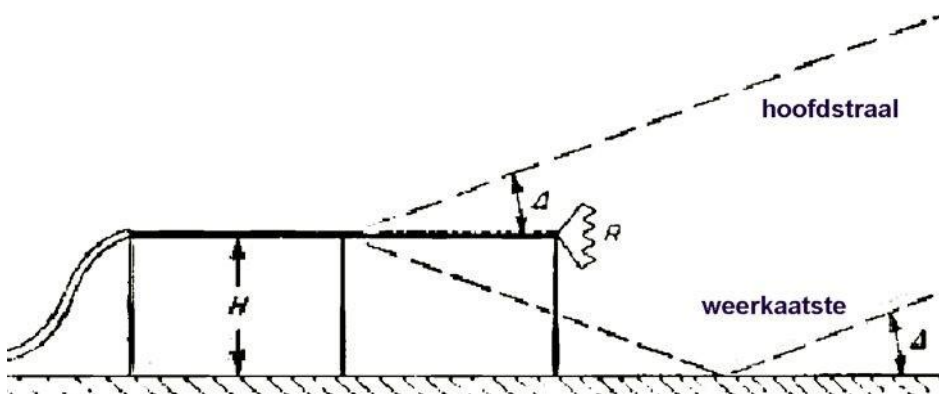
De vorm van de lobben zal verschillen als er een even of oneven aantal halve golfsegmenten in de draad zit.



Hoe meer halve golfsegmenten in een draad voorkomen, des te meer lobben er ontstaan. De lobben zijn niet strikt de functie van afzonderlijke halve golfsegmenten, maar eerder het samengestelde resultaat van het totale aantal halve golfsegmenten in de draad, waarbij sommige segmenten fase toevoegen en andere fase annuleren.

Ten slotte is het de sterkste of krachtigste lob in een antenne die met meerdere halve golflengten van de antenne de kleinste hoek vormt met de as van de draad. Deze "hoofdlob" komt steeds dichterbij de as van de antenne naarmate het aantal halve golflengten toeneemt of naarmate de antenne langer wordt. Hoe groter de beenlengte, des te lager wordt de opstraalhoek van de antenne, hetgeen interessant is voor betere DX-verbindingen. De grootste stijging van de winst wordt geboekt bij de overgang per beenlengte van 1 naar 3. Verlengt men per been nog meer tot 4, 5, dan stijgt de winst slechts met 1 dB per bijgevoegde golflengte.

Wanneer een lengte draad (of vier coherente draadlengtes zoals in een ruit) boven een grondreflectie-oppervlak wordt geplaatst, ontstaat er door de aanwezigheid van de grond een bijna "spiegelbeeld"-lobpatroon of stralingsdiagram, dat de rechtstreekse antennestraling met de hoofdlob aan de bovenkant, aanvult van de onderkant.



De prestaties van de ruit, met name met betrekking tot de richt-eigenschappen, wordt daardoor vaak aanzienlijk gewijzigd door de aanwezigheid van de aarde eronder. Een moeras, of een (konstant niveau-) wateroppervlak zoals een meer, kan een voorbeeld zijn van een betrouwbare en toevallige echte elektrische aarde. Grondweerkaatsingen wijzigen de zuivere lobstructuur. Ze creëren zijlobben waar voorheen geen zijlobben bestonden. Vanwege de weerkaatsingen op de grond, en de invloed van de scherpe (Apex-)hoek  $\alpha$  en van de beenlengte in functie van de frequentie, bestaat er een optimale ontwerpfrequentie voor elke ruitvorm. Deingangsimpedantie van de ruit blijft daarbij vrij constant, zelfs als de frequentie verandert, dit vanwege het aperiodisch karakter van de ruitantenne. De tophoek  $\alpha$  wordt erg kritisch wanneer de rhombische ontwerper een zeer lage opstralingshoek  $\Delta$  probeert te bereiken.

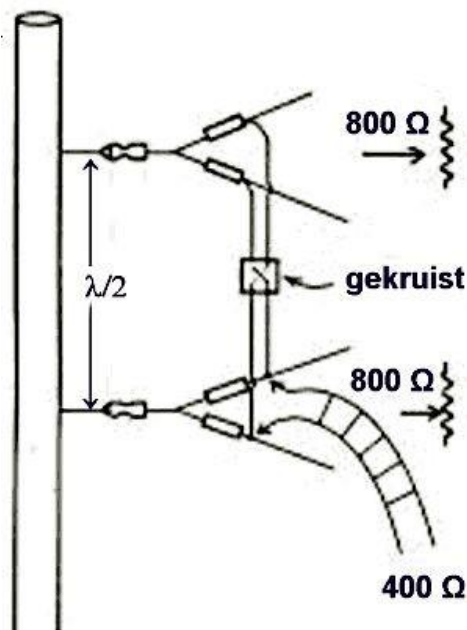
Het is een evenwichtsoefening die moet worden uitgevoerd tussen de elektrische beenlengte en de tophoek.

Op deze manier handhaaft men een enkelvoudige lob (= niet-gesplitst) door het gebruikersbereik van de antenne, met maximale versterking, en het kleinste aantal zijlobben op het laagste niveau op de gekozen frequentie te handhaven, maar daarbij een lagere versterking op de koop te nemen. Op de laagste frequentie ontstaan er grotere, en ook een groter aantal zijlobben. Een voortschrijdende golf op de draden wordt door een afsluitweerstand geabsorbeerd, zodat er geen weerkaatste golven kunnen ontstaan, of plaatsvinden of reflecteren. Het is mogelijk om een oneindige front-to-backverhouding te bekomen (dus geen ongewenste lobben achteraan, en enkel een hoofdlob vooraan) met een op een weerstand  $R=Z_0$  afgesloten ruitantenne. Dit blijkt echter alleen mogelijk op een ontwerp-frequentie met beenlengten die een oneven veelvoud van een kwart golflengte zijn:  $1/4, 3/4, 1,25$ , enzovoort worden als oneven veelvouden beschouwd. Stelt men de  $-3$  dB bundelbreedte van de hoofdlob aan de voorzijde in op 11 graden, dan is dat ongeveer 4 keer zo "scherp" als een yagi-antenne met tien elementen, en 2 keer zo scherp als twee yagi-antennes met tien elementen die naast elkaar gestapeld zijn in een horizontale opstelling.

De afsluitweerstand aan het einde van de ruit kan bestaan uit twee  $390$  ohm  $2$  watt koolweerstanden in serie. Het wordt aanbevolen om, nadat de afsluitende weerstanden op hun plaats gesoldeerd zitten, een stuk krimpkous of plasteiken slang over de weerstand(en) te plaatsen om vocht en corrosie uit de verbinding te houden. Een bedekking met een isolerende pasta (zoals Dow-chemical, of een badkuip-afdichting) zal bijkomend nuttig zijn.

#### 4) Rhombic's stapelen.

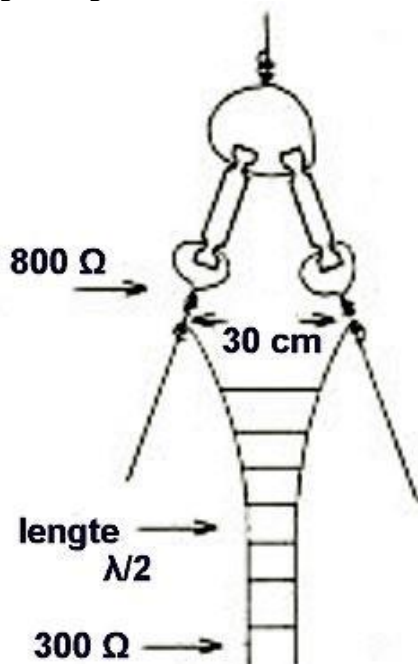
Twee  $800$  ohm rhombic's, die parallel in fase werkend zijn verbonden, hebben een voedingsimpedantie van  $400$  ohm.



Door de antennes op een halve golflengte uit elkaar te stapelen, of veelvouden daarvan (1 golflengte, 1,5 golflengten, enz.), en de voedingspunten van de twee met een  $\lambda/2$  lijn onderling te verbinden, levert deze combinatie van twee  $800$  ohm impedanties parallel:  $400$  ohm op. Indien men drie identieke rhombic's op een afstand van  $1/2$  golflengte (of veelvouden daarvan) stapelt, staan er drie  $800$  ohm impedanties parallel, hetgeen resulteert in een voedingsimpedantie van  $267$  ohm (voldoende voor een  $300$  ohm lintlijn). Een vierstapelserie resulteert in een voedingsimpedantie van ongeveer  $200$  ohm (symmetrisch).

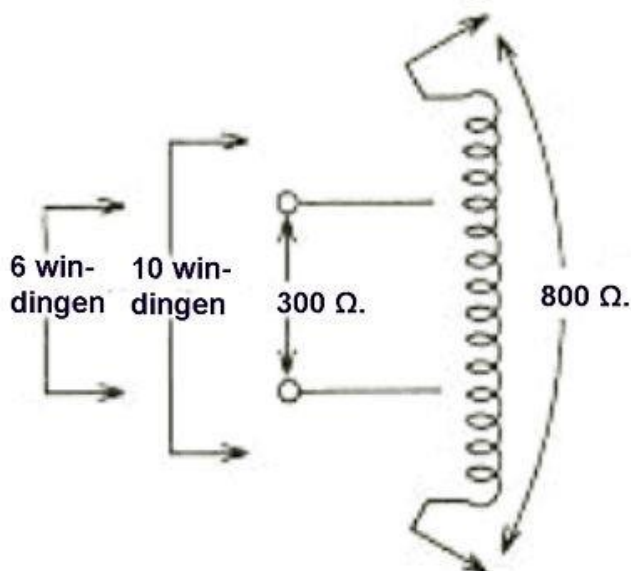
Laten we de  $800$  ohm-impedantie-basis- ruit bekijken. Een benadering bestaat er in, om een lengte van  $300$  ohm twin (niet-afgeschermd variëteit) te nemen. Met een scherp mes, snij de dubbele draad open, zodat u bij het ruitvormige toevoerpunt, de uiteinden v.d. twee helften van de dubbele draad, gespreid uit elkaar over een breedte van  $30$  cm, aansluit.

Maak hiervan een taps verlopend gedeelte met isolerende spacieerders tussen de twee geïsoleerde draden volgens het model van de volgende tekening, en dan terug naar de normale (nietgesplitste) 300 ohm breedte. Deze uitwaaiing over een lengte van  $1/2$  golflengte uitvoeren om de 800 ohm antenne-impedantie om te zetten naar 300 ohm:



Er bestaat ook een autotransformatorbenadering, die geschikt is voor VHF-gebruik of UHF-gebruik. De autotransformator ziet 800 ohm aan de uiteinden van de spoel.

**Voor VHF: 10 windingen nr. 14 vertinde koperdraad op 1 cm diameter wikkellichaam, 3 cm lang, afgetakt op 2 windingen van elk uiteinde voor een 300 ohm symmetrie.**



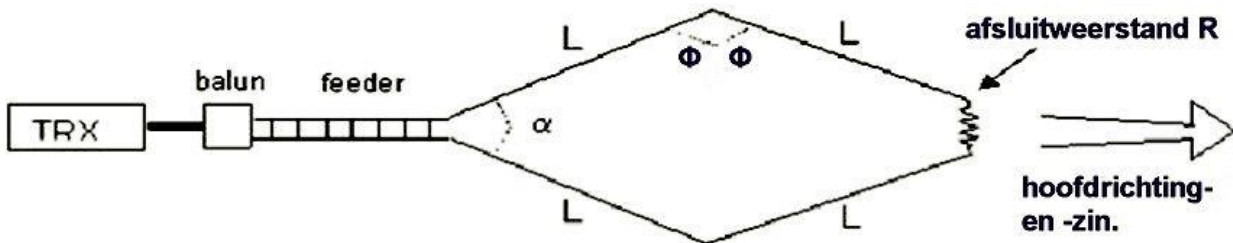
**Voor UHF: 10 windingen nr. 14 vertinde koperdraad op 6 mm diameter wikkellichaam, 3 cm lang, afgetakt op 2 windingen van elk uiteinde voor een 300 ohm symmetrie.**

De auto-transformator moet in een afgeschermd busje opgesteld worden.

Over de afgetakte 6 windingen wordt een balun aangesloten die de  $300 \Omega$  symmetrisch omzet naar de  $50 \Omega$  asymmetrisch van een coaxiale kabel.

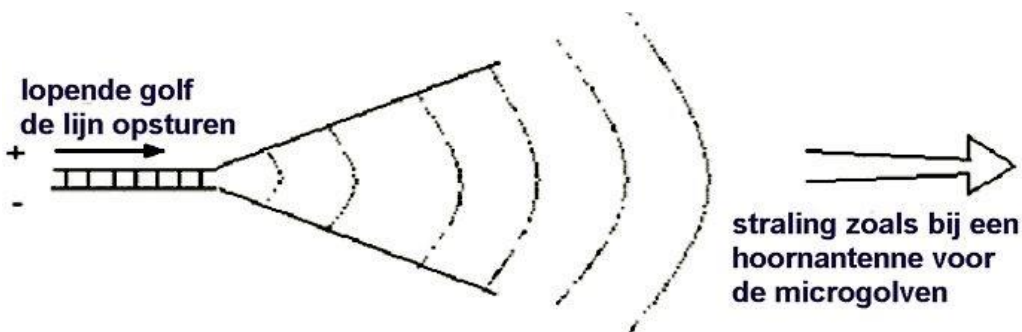
### 5) Rhombic-antenne-experimenten door Jelmer PA6R.

De breedte van de hoofdkwab (lob) van de antenne wordt bepaald door de hoeken  $\theta$  of  $\alpha$  en  $\alpha$  vaak aangeduid als kantel- en tophoek. Over het algemeen geldt dat hoe breder de ruit (grotere  $\alpha$  en kleinere  $\theta$  of), hoe breder de hoofdkwab is van het stralingsdiagram en vice versa. Eigenschap:  $\theta$  en  $\alpha$  zijn gekoppeld omdat de som van de helft van de kantelhoek en de tophoek altijd 90 graden is:  $\theta + \alpha/2 = 90^\circ$



Rhombic bovenaanzicht

De ruit wordt een lopende golf of niet-resonante antenne genoemd, in plaats van een staande golf of resonante antenne zoals een dipool. Een balun zet het asymmetrisch HF-signaal om in een symmetrisch signaal dat op de antenne-invoer wordt toegepast. Wanneer het signaal de ruit binnenkomt, wordt de transmissielijn breder uitlopend. Tijdens de verplaatsing langs de verbredende draden wordt de energie geleidelijk uitgestraald. In wezen is de rhombic een taps verlopende voedingslijn, net zoals een hoornantenne die dient als breedbandantenne in microgolftoepassingen.



Dit verklaart waarom de antenne alleen werkt wanneer  $L$  lang genoeg is, in het algemeen een paar golflengten minstens, want hoe langer  $L$ , des te meer de uitgestraalde energie in één richting optelt. Om te voorkomen dat energie wordt teruggekaatst in de richting van de zender en interfereert met de voorwaarts lopende golf tot opbouw van een staande golf, waardoor het antennepatroon wordt verstoord, moet men de antenne afsluiten met behulp van een aangepaste weerstand naar de aarde op het einde van elk der twee laatste benen, ofwel met een enkele afsluitweerstand op het einde van de ruit, met een middenaftakking naar de aarde.

### Bouw van de ruit bij PA6R:

Voor de grootte van de ruit heb ik bij PA6R, 80 m per zijde gekozen, dus is in totaal was 320 m dikke koperdraad nodig. Dunne draad kan niet worden gebruikt omdat deze te veel uitrekt en doorhangt bij warm weer. Ik heb 3 verschillende soorten draad geprobeerd: gegalvaniseerd staal, militaire telefoondraad (staal met 3 koperen draden erin) en fosforbronsdraad (verkrijgbaar bij ijzerwinkels). Deze laatste heeft het voordeel dat hij zo sterk is als staal, maar zonder de hoge weerstand. Welk type draad men ook kiest, is dun en licht verkiesbaar (dus in tegenspraak met de zojuist vermelde keuzen: misschien ook aluminium lint), anders kan de benodigde kracht om de volledige antenne omhoog te trekken, na voorgemonteerd te zijn op de grond, te zwaar worden voor de ondersteunende structuren.

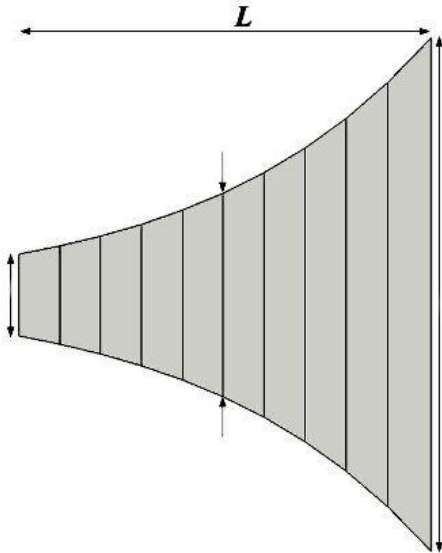
De hoogte werd ingesteld op 18 m boven een gemiddelde grond, waardoor de antenne vooral goed zal werken op 40 m en 20 m.

Voor de vermogensbelasting (=afsluitweerstand) nam ik 3 niet-inductieve vermogensweerstand van 220 ohm in serie. De weerstanden zijn flensgemonteerde 100 Wtypen die werden vastgeschroefd op een aluminium koellichaam.

Om de vermogensverwerkende capaciteit verder te verhogen, werden de weerstanden en het koellichaam in een blik met olie geplaatst.

Het aanpassen van de antenne aan de 50 ohm van de Tx/Rx had plaats in twee stappen: eerst met een 1: 4 balun, om de 50 ohm ongebalanceerd om te zetten naar 200 ohm gebalanceerd. Vervolgens volgt een 20 m lange taps toelopende open draad- aanvoerlijn, beginnend met een afstand van 10 mm tussen de twee draden en op het einde taps uitlopend tot 300 mm tussenafstand. Het verloop is logaritmisch gemaakt, maar ik vermoed dat een lineair verloop net zo goed zou werken. Deze aanpassingslijn was gemaakt van geïsoleerde koperen litzedraad en met behulp van dunne PVC-buizen als afstandhouders. Belangrijk is dat deze lijn minstens 16 lambda moet zijn op de laagste te werken frequentie. Op ZHF of UHF zal dit geen probleem opleveren, maar in dit geval is dat een moeilijker te voldoende vereiste. Voorbeeld van:

### 6) Logaritmisch-taps toelopende impedantie-aanpassingslijn:



Het opstellen en testen van zo'n grote antenne is bijna een project op zich. De ruit is 135 m lang en 60 m breed. De vier steunmasten moeten nauwkeurig worden geplaatst om een zuivere symmetrische romboïde vorm van de antenne te garanderen. We gebruikten een meetlint van 50 meter en werkten vanuit het midden van de antenne. Beginnend met de voorste en achterste masten, werd de afstand vanaf het midden van de steunmasten gemarkeerd door een in de grond geslagen stang. We konden dan optisch over het midden en ook loodrecht op die richting uitlijnen. Alle masten waren voorzien van een isolator.

Wanneer de antenne omhoog staat, ziet men onmiddellijk of deze symmetrisch is, alleen dan zijn de isolatoren en katrollen allemaal recht naar het midden van de antenne gericht.

De krachten die de masten ervaren zijn vrij groot. De windbelasting op al die draad is enorm! Vanaf de eerste tests vond ik de prestaties van de antenne leuk. De VSWR was lager dan 1,5: 1 van 3 tot 30 MHz. Na het plaatsen van de afsluitweerstand, vertoonde de antenne extreem weinig ruis en had een constante lage VSWR op elke frequentie: een echte niet-resonante antenne! Bij het weglaten van de afsluitweerstand, en het kortsluiten van de twee eindbenen, ging het ruisniveau een beetje omhoog.

Dit komt omdat de antenne dan vanuit twee richtingen ontvangt, dus in theorie zou het ruisniveau met 3 dB moeten toenemen. Door de afsluitweerstand te verwijderen, wordt de antenne een resonante antenne, zodat de VSWR niet laag zal zijn voor het gehele frequentiebereik.

Ik ontdekte dat wanneer een kant van de ruit een veelvoud is van  $\lambda/4$  (oneven of even), de antenne resoneert en een goede VSWR vertoont op de banden die een golflengte hebben, gelijk aan een veelvoud van  $\lambda/4$ .



Wanneer u de coaxkabel kort houdt of een symmetrische antenneafstemmer gebruikt, is de SGV geen probleem. Gedurende de tijd dat we de antenne voor het testen hadden opgesteld, kon ik er vanaf 80 meter tot 10 meter goed mee werken.

De beste prestaties vertoonden de 20 en 15 meter, richting de VS waren de signalen echt booming. Op 10 m toonden de QSO's aan dat de bundelbreedte erg smal wordt, dus we 'verlichten' slechts een klein deel van de VS. Op 40 m en 80 m wordt de bundelbreedte veel breder en vanwege de beperkte hoogte van de palen straalt de meeste energie veel te hoog voor echt DX-werk.

Wel kan men zeer zwakke signalen horen. We hebben ervaren tijdens het testen, dat de ruit enorm veel statische elektriciteit oplaadt als de antenne niet is geaard. Als men niet zendt of ontvangt met de Tx/Rx is het daarom best de antenne los te maken van de zendontvanger om de ingangskring van de ontvanger te sparen. Tijdens een storm vonkte de antennestekker letterlijk, en vernietigt je rig zeker als je de antenne aangesloten laat.

### Contest gebruik:

Veel signalen die met andere soorten antennes niet hoorbaar zijn, zijn perfect leesbaar op de ruit. Zelfs als DXstations niet in de richting van de hoofdbundel van het stralingsdiagram waren, konden ze met de rhombic worden gewerkt.

Een vergelijkbare yagi- of quad-beam-antenne (minimaal 3 tot 10 elementen van 80 tot 10 m) zou veel duurder uitvallen om te kopen, of veel moeilijker om te bouwen.

Door een relais en een extra open feeder aan te brengen, kan men de ruitantenne in twee richtingen laten stralen en ontvangen. Een nadeel van de ruit is wel dat tijdens een contest je station gevoelig is voor interferenties, veroorzaakt door de zenders die op de andere banden (in harmonisch verband) werken, dan de door ons voor de wedstrijd gekozen frequentieband.

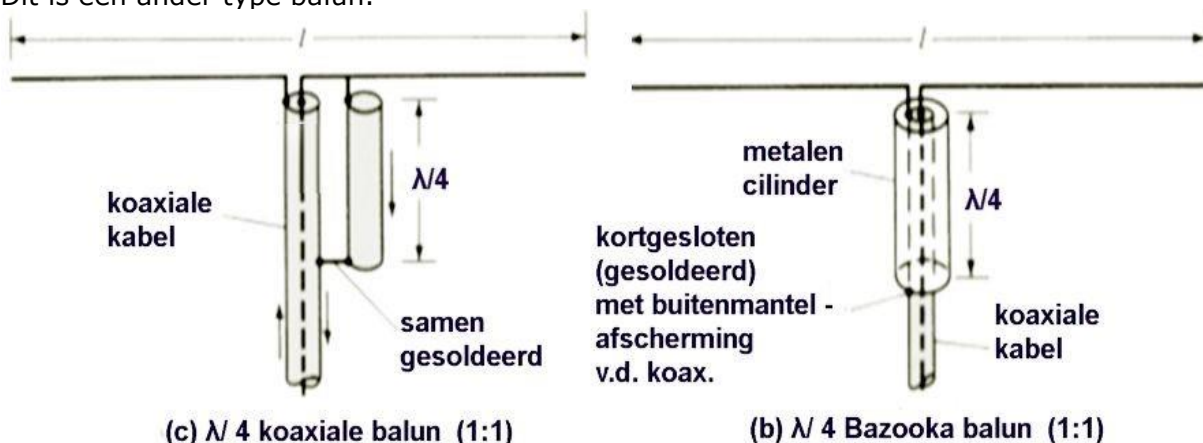
7) de KB1SG VHF en UHF Rhombics-pagina door Ian W. Cummings, KB1 SG, VHF en UHF Rhombic Antenna.

(KBISG's UHF Rhombic Pages), 30-05-2011.

Het grootste probleem is de impedantie-aanpassing en de mechanische constructie, Dayton Johnson, WOOZI van Minnesota zijn Dual Rhomboid UHF rhombisch ontwerp is een 27 dBd antenne. Het ontwerp maakt gebruik van geveerd timmerhout en # 12 geëmailleerde draad, vijf plexiglas isolatoren met 6-32 bout/moer schroeven aan de uiteinden van de ruitantenne. De eindafsluitingen zijn 800 ohm niet-inductieve weerstanden (4 stuks 3300 ohm 2 watt weerstanden in parallel die 70 W op 440 MHz (ATV) dissipeert, prima omdat in dit ontwerp elke weerstand 1/4 van het vermogen verwerkt (waar in de meeste andere ontwerpen, een enkele afsluitweerstand de helft van het HF vermogen in warmte omzet. De balun is gemaakt van een sectie van 1 cm diameter koperen buis, een kwart golf lange Bazooka.

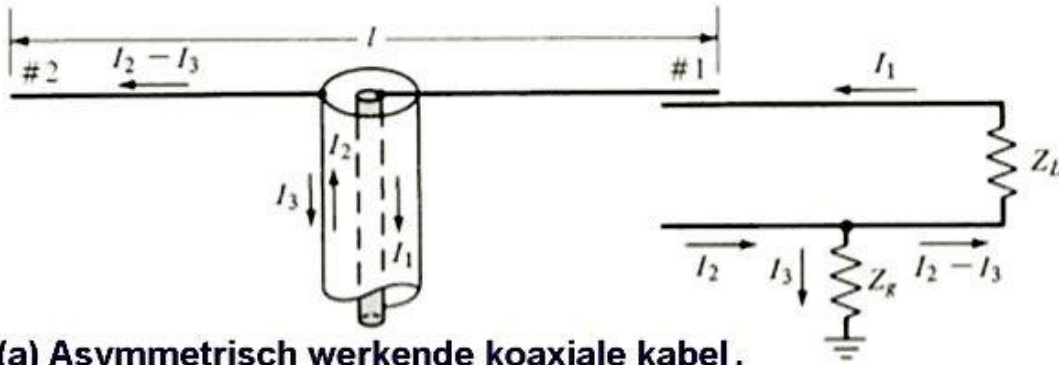
### De kwart golf bazooka.

Dit is een ander type balun.



De uitvoering van een bazooka vereist dat het ene uiteinde van een  $\lambda/4$  sectie van een transmissielijn wordt verbonden met de buitenste afscherming van de hoofd-coaxiale lijn, terwijl het andere uiteinde wordt verbonden met de zijde van de symmetrische antenne die bevestigd is aan de centrale geleider.

De werking ervan kan als volgt [met (a)] worden verklaard:



**(a) Asymmetrisch werkende coaxiale kabel.**

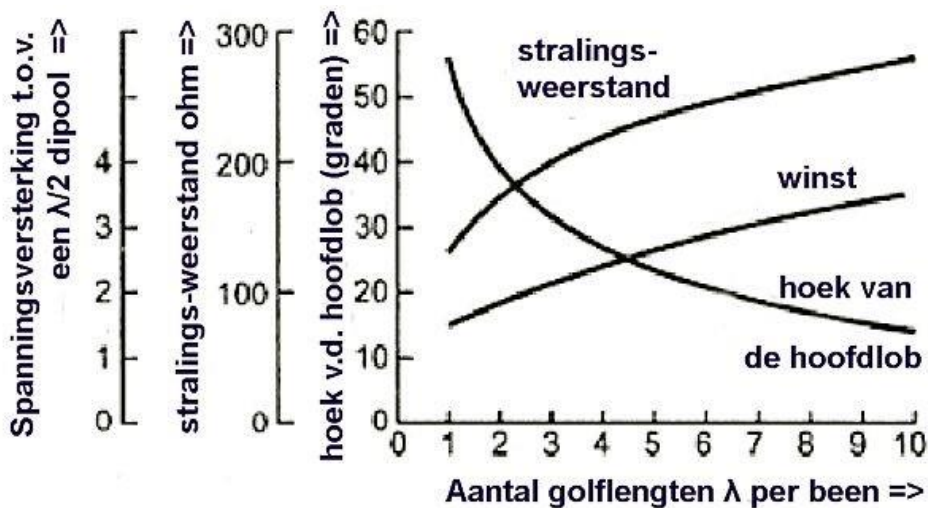
Deze balun of Bazooka wordt gebruikt om de stroom  $I_3$  die in de afschermbende buitenmantel v.d. coaxiale kabel vloeit te annuleren. In de figuur (a) zijn de spanningen tussen elke zijde van een antenne, en de aarde gelijk in grootte maar  $180^\circ$  uit fase, waardoor een stroom aan de buitenkant van de coaxkabel wordt geproduceerd, en deze buitenkant ongewild en ongewenst hoogfrequent uitstraalt. => Men wenst dat de antenne HF straalt, maar niet de voedingskabel. Als de twee stromen  $I_1$  en  $I_2$  even groot zijn, heffen de door hen veroorzaakte stralingsvelden elkaar op. Dan zou  $I_3$  nul zijn, en de ongewenste HF-straling zou niet bestaan. Omdat arm # 2 van de antenne rechtstreeks verbonden is met de buitencilinder van de coax, terwijl arm # 1 er zwak aan gekoppeld is, ontstaat er een veel grotere stroom  $I_2$  dan  $I_1$ . Er is dus relatief weinig opheffing tussen de twee stromen. De twee stromen,  $I_1$  en  $I_2$ , kunnen in grootte echter wel aan elkaar gelijk gemaakt worden.

De indirecte parallelle geleiderverbinding van figuur (c) biedt de gewenste stroomonderdrukking. De stroom op het buitenste schild of afscherming van de hoofdlijn wordt geannuleerd aan de onderkant van de  $\lambda/4$  sectie (waar de twee samenverbonden zijn) door een gelijke in grootte, maar tegengestelde in fase stroom in de  $\lambda/4$  sectie van de hulplijn. Idealiter bestaat er daardoor geen stroom in het buitenoppervlak van de buitenste afscherming van het resterende deel van de hoofdcoaxiale lijn. Op te merken is, dat de  $\lambda/4$  parallelle hulplijn vermenigvuldigd moet worden met de verkortingsfactor  $v_f$  van de kabel, bv.  $0,88 = v_f$  om de balans te bereiken. Een compacte constructie van de balun in figuur (c) is die van figuur (b). Herinneren we aan de eigenschap uit de transmissielijn-theorie, dat wanneer een kortsluiting wordt gemaakt aan 1 uiteinde van een  $\lambda/4$  stuk transmissielijn, de andere kant dan een oneindige impedantie ziet. De bijgevoegde  $\lambda/4$  delen in de figuren (c) en (b) verstoren dus de werking niet van het deel van de symmetrische antenne, waar ze aan vastgemaakt worden. De lekkende stroom wordt teruggekaatst met een faseverschuiving van  $180$  graden, hetgeen resulteert in de annulering van de ongewenste stroom aan de buitenkant van de kabel. De Bazooka balun werkt geweldig goed in UHF-toepassingen.

8) Ontwerp, (onder meer) voor de 2 m band, door Paul Bittner, W0AIH. (juni 2010).

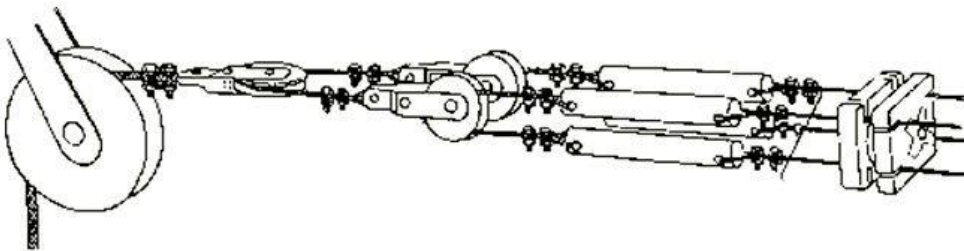
Dit ontwerp is op maat gesneden voor 145 Mhz en heeft een lengte van minder dan 26 m, groot maar beheersbaar voor een typische ruitantenne, samengesteld uit draden van elk 4 golflengten  $\lambda$  lang, en horizontaal één golflengte boven de aarde opgesteld.

De lengte van de benen kan 2 golflengten zijn op de laagste frequentie en 4 golflengten op de hoogste frequentie. Indien men de beenlengte gelijk kiest aan één golflengte, dan geldt de volgende grafiek om de eigenschappen van de ruit te illustreren. De antenne zal nog steeds efficiënt werken over een aanzienlijke bandbreedte.



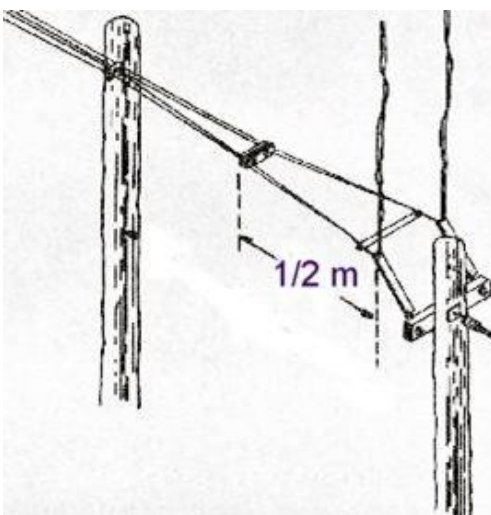
Hoek van de hoofdlob, stralingsweerstand, en winst van de ruitantenne.

Het is praktisch gebleken om een dissipatielijns te gebruiken die bestaat uit een geschikte lengte roestvrijstalen draad, als afsluitimpedantie voor vermogens tussen 1 kw en 40 kw. Staal draad met een gegalvaniseerd oppervlak kan ook worden gebruikt, maar deze zal in de loop van de tijd veranderen als gevolg van roest op punten waar de gegalvaniseerde bedekkingsslaag openbarst.



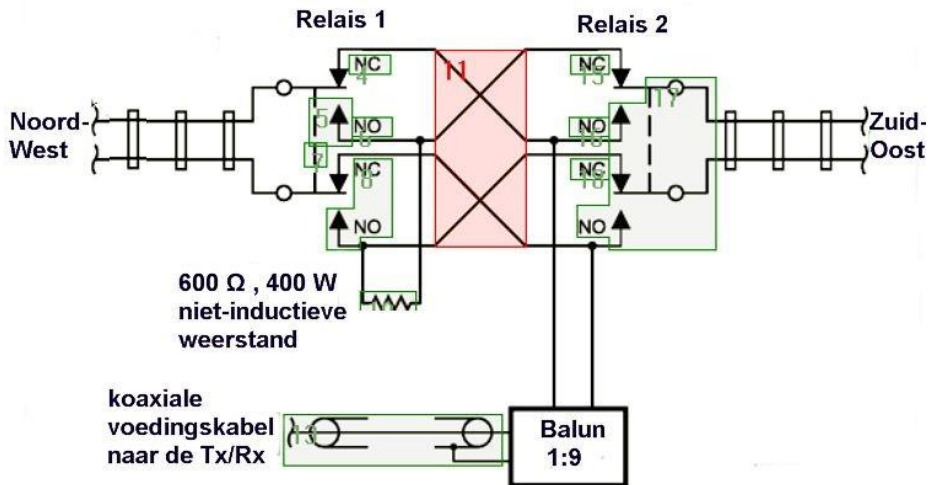
De dissipatielijns is opgebouwd uit nr. 14 A.W.G. gegloeid, roestvrijstalen draad. De 2-draads omlaagleiding wordt getransformeerd in een 4-draads dissipatielijns zonder de noodzaak van verbinden of splitsen.

Het gewijzigde exponentiële deel van de dissipatielijns transformeert de ongeveer 650 ohm impedantie van de naar beneden lopende lijn naar ongeveer 200 ohm. Het gelijkmatig verdeelde 4-draads gedeelte van de dissipatielijns bestaat in wezen uit twee parallelle 400 ohm lijnen, één die wordt afgesloten in een open kring (nergens op aangesloten) en het andere op een kortsluiting en geaard. Exponentieel gedeelte van de dissipatielijns:



De dissipatielijn van nikkel-chroomdraad of roestvrij staaldraad is meestal geaard in het elektrische centrum, als voorzorgsmaatregel tegen bliksemgevaar.

### Omschakeling van stralingszin:



W0AIH werkwijze met DPDT relais om de stralingszin van zijn ruitantenne om te keren door het van plaats verwisselen van de voedingsingang van de ruit met de 600 ohm afsluitweerstand.

### 9) Ruitantennes door PA6Z.

Op de PA6Z Rhombic-antennepagina, vinden we de volgende versterkingswaarden voor een ruitantenne met een totale draadlengte van 320 meter uit #8AWG blanke koperdraad: op 14 MHz=> 15,95 dBi en op 7 MHz=> 10,79 dBi. Deze getallen bevatten ook de gunstige weerkaatsing op en door een goed geleidende grond onder de antenne. Een dipool heeft in vergelijking daarmee 2,15 dBi winst of een werkelijke numerieke versterking van 1,64.

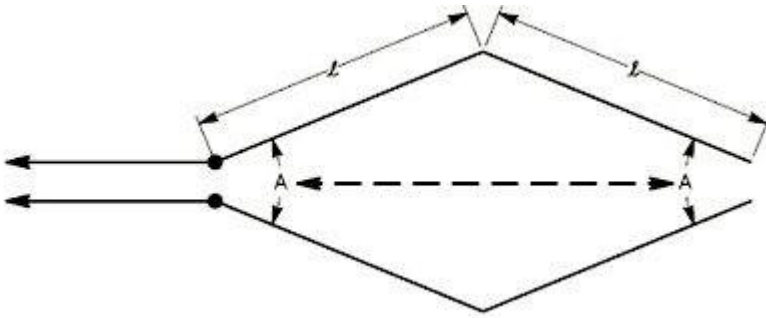
Als men de dBi-versterkingswaarden vertaalt naar een standaard dBd, vindt men  $\text{dBd} = \text{dBi} - 2,15$ . Ander voorbeeld van een ruitantenne op 7 MHz, met 90 graden azimuth-hoek.

Deze rhombic heeft 16,64 dBi gain. Vergelijken we deze winst met een paar boven elkaar gestapelde en in fase verbonden yagi-antennes met elk 3 elementen voor 40 meter. In vergelijking is het stralingsdiagram en de winst van een twee-antennes boven elkaar gestapelde 40 meter uitvoering van drie element-Yagi-antennes=7,73 dBi. Men zal dus zeker vier drie-elementen yagi's met elk 3 elementen in fase boven elkaar moeten stapelen om min of meer in de buurt van de gain van de ruitantenne te komen. Het enige voordeel dat men de 40 meter yagi-antennes combinatie kan toekennen, is een bredere hoofdlob van het stralingsdiagram, leidend tot een betere dekking en het bestrijken van een groter aantal correspondenten, dus stations in het doelgebied met wie men mogelijk een verbinding zal kunnen maken, meer dus dan met de dunne scherpe hoofdlobstraal van de ruit. De beste prestatie:

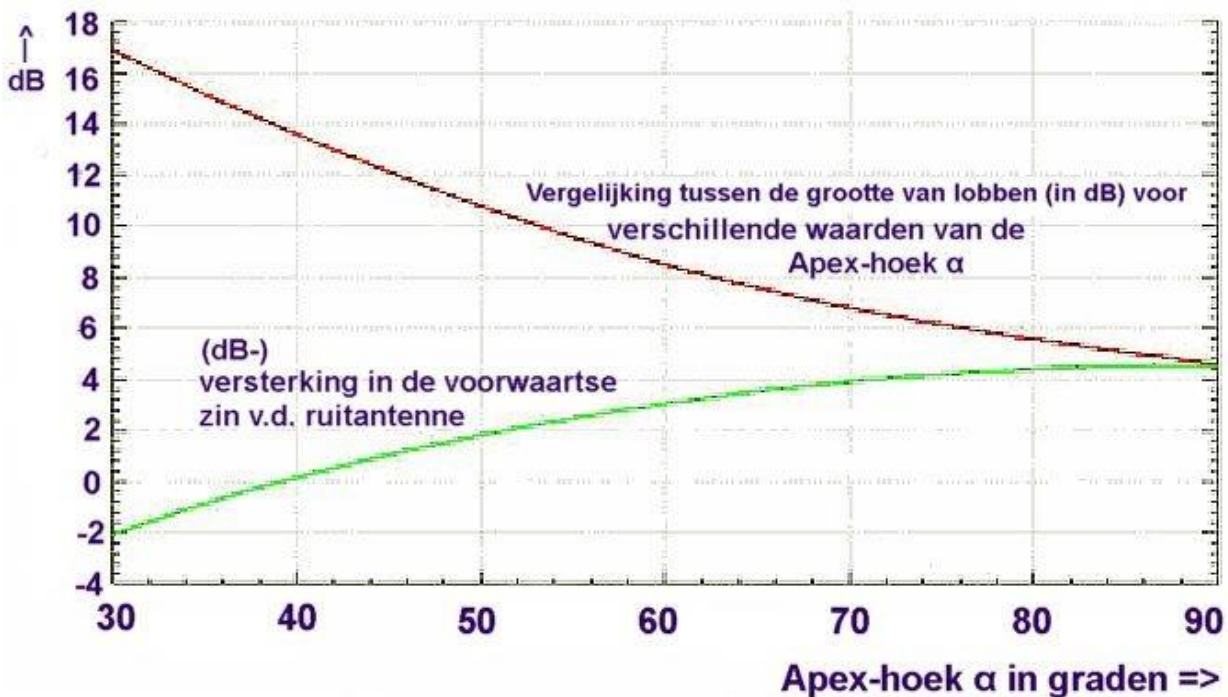
Wanneer de hellingshoek van de hoofdlob gelijk is aan de maximale elevatiehoek van de rhombische antenne, verkrijgt men de beste prestaties (meer dan 2qwo dB).

10) Twee-richtingen ruitantenne zonder afsluitweerstand, door Ismael Pellejero Ib nez - EA4FSI (bijgewerkt 2010-2013).

We ontwerpen een rhombische antenne die eindigt in een open kring, zonder enige vorm van belasting. Het resultaat is een bidirectionele antenne.



De grootte van "L" moet een geheel aantal halve golflengten zijn op de ontwerpfrequentie. Versterking en vergelijking tussen lobben voor verschillende waarden van de Apex hoek  $\alpha$ , soms 'A' genoemd.



### Ruitantenne-versterking en vergelijking tussen lobben voor verschillende waarden van de punthoek $\alpha$ .

Voor kleine waarden van de hoek "A" zijn de ongewenste secundaire lobben vrij klein, een feit dat behoorlijk interessant is voor een directionele antenne. Met  $A = 30^\circ$  is de verhouding tussen de hoofdlob en de secundaire lobben 17 dB. De antenne vertoont echter verliezen van 2 dBi in de voorwaartse richting. Anderzijds is, als we  $A = 90^\circ$  stellen (vierkante antenne), de voorwaartse versterking de beste (ongeveer 4,5 dBi), maar de verhouding tussen de gewenste en ongewenste lobben het slechtst (4,5 dB). We kunnen zien dat, voor waarden rond  $A = 60^\circ$ , de antenne een voorwaartse versterking van 3 dBi heeft en de verhouding tussen lobben 9 dB is, dus kunnen we dit geval als optimaal beschouwen.

Een niet op een weerstand afgesloten rhombische antenne is bidirectioneel en vertoont een aanvaardbare SGV op alle HF-banden, terwijl de afgesloten ruitantenne directioneel is en de SGV verbetert, maar een slechtere winst heeft dan de vorige. Wat de SGV=SWR betreft, bestaat er nauwelijks een verband met de variaties van " $A=\alpha$ ". De algemene trend is: voor grotere hoogten H, bestaan er hogere waarden van de antennewinst, alhoewel de opstraalhoek van de hoofdstralingslob zal variëren. Tot op een hoogte van 11,2 m bestaan er geen secundaire lobben. Vanaf deze hoogte wordt een secundaire lob gecreëerd, die op 14,2 m, 7 dB onder de hoofdlob ligt en op 24,4 m slechts 3,7 dB kleiner is. Vanaf 27,5 m wordt een nieuwe niet te verwaarlozen secundaire lob gecreëerd. Vanaf 33,6 m wordt deze secundaire lob de hoofdlob. Ten slotte ontstaan er vanaf 39,2 m drie belangrijke secundaire lobben.

11) Technische en electromagnetische eigenschappen van een ruitantenne, door Frank W3LPL (RCA-ingenieur). Een ruitantenne die op haar uiteinde niet afgesloten is op een weerstand met als waarde haar karakteristieke impedantie werkt goed, maar heeft een kleinere bruikbare bandbreedte en is bidirectioneel (=>niet-resonante of niet op een bepaalde frequentie afgestemde rhombics worden aan het ene uiteinde gevoed en het andere uiteinde blijft open). Naar mijn ervaring werken zowel niet-resonante als resonante rhombics vrij goed.

Alle lange draadantennes zoals de rhombic zijn antennes met zeer weinig ruis.

Daartegenover staat als nadeel dat ze door hun omvang tijdens onweders statisch opladen hetgeen gevaarlijk kan zijn voor de ingangskring van de ontvanger die er op het voedingseinde op aangesloten is, want deze kan verbranden. Neerslag (sneeuw en regen) voegen kleine ladingen toe aan de ruit en men krijgt toch ruis en gekraak tijdens de ontvangstonder dergelijke omstandigheden) Statische neerslag kan geminimaliseerd worden door afsluitweerstand te gebruiken met een gearde middenaftakking (lekt statische lading continu naar de aarding/massa). De zijanten van de ruit sluiten de breedste hoek in waarvan helft de "kantelhoek"[tilt-hoek] genoemd wordt, en indien men de grootte van die hoek wijzigt, zal de opstralingshoek  $\Delta$  ook veranderen. Over het algemeen kiest men de kantelhoek  $\Phi$  tussen 65 en 75 graden. De tophoek (Apex) is de hoek die wordt ingesloten door de twee draden die vertrekken vanuit het toevoeruiteinde van de ruit, en is tussen 30 en 50 graden. Hij varieert met de kantelhoek (de som van de helft van de tophoek en de kantelhoek zal  $90^\circ$  bedragen).

De versterking van een rhombic bedraagt in doorsnede 9 dB voor een enkelvoudige ruit, maar combineert men in fase naast elkaar of boven elkaar stapelend, dan is een gain van 20 tot 30 dB geen uitzondering voor een gegeven golfhoek  $\Delta$  en een fysisch stevige constructie.

