

## Hoofstuk 25 – Antennas

Antennas verander elektriese energie, wat geleiers benodig om dit te gelei, na elektromagnetiese energie, wat in die ruimte uitgestraal kan word.

'n Elektriese stroom wat in 'n geleier vloei wek 'n magnetiese veld op in die ruimte rondom die geleier. Hierdie is die verskynsel waarop die werking van elektromagnete gebaseer is. Indien die stroom in die geleier teenoor tyd verander, dan sal die magneetveld rondom die geleier ook teenoor tyd verander. Dus, in ooreenstemming met die beginsel van induksie, sal 'n wisselende magneetveld 'n wisselende elektriese veld tot gevolg hê, en, omgekeerd, sal 'n wisselende elektriese veld 'n wisselende magneetveld tot gevolg hê. Dus, vêrder, deur 'n stroom in 'n geleier te laat wissel, word 'n wisselende magneetveld geskep wat op sy beurt tot 'n wisselende elektriese veld aanleiding gee en op sy beurt weer 'n wisselende magneetveld skep ens. ens. Die resulterende interafhanklike wisselende elektriese en magnetiese velde word elektromagnetiese golwe genoem en kan oor groot afstande voortplant. Teen die frekwensies waarin ons geïnteresseerd is, is hierdie elektromagnetiese golwe radiogolwe, alhoewel hitte, lig, en X-strale ook voorbeelde van elektromagnetiese golwe, maar teen hoër frekwensies, is.

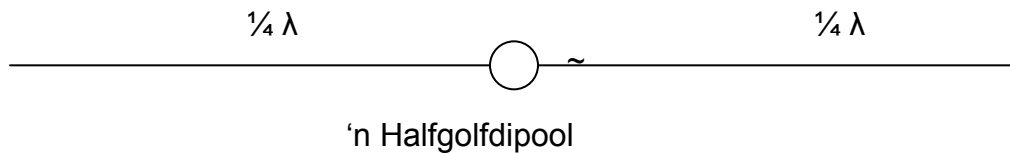
In elektromagnetiese golwe is die elektriese en magnetiese golwe reghoekig (of loodreg) teenoor mekaar, en beide is loodreg op die rigting van die beweging van die golf. Dus, as die rigting horisontaal met betrekking tot die oppervlakte van die aarde is, sal die magnetiese veld vertikaal wees, en as die elektriese veld vertikaal is, is die magnetiese veld horisontaal. Ons verwys na die *polarisasie* van die elektromagnetiese golwe in ooreenstemming met die oriëntasie van die elektriese veld. Dus, as die elektriese veld horisontaal georiënteerd is, dan is die golf horisontaal gepolariseer, terwyl as die elektriese veld vertikaal georiënteerd is, dan is die golf vertikaal gepolariseer. In die fisika word na die elektriese veld as die E-veld verwys en na die magnetiese veld as die H-veld.

Die oriëntasie van die elektriese veld (en dus die polarisasie van die radiogolwe) stem ooreen met die oriëntasie van die geleier wat die stroom dra wat die radiogolwe opwek, dus sal 'n antenna wat uit horisontale geleiers bestaan, horisontaal gepolariseerde radiogolwe opwek, terwyl 'n antenna wat uit vertikale geleiers bestaan, vertikaal gepolariseerde radiogolwe opwek.

Polarisasie is belangrik omdat 'n vertikaal gepolariseerde antenna nie op horisontaal gepolariseerde golwe sal reageer nie, en omgekeerd. Dus, vir siglynkommunikasie is dit belangrik dat die polarisasie van die sendantenna dieselfde as die ontvangsantenna sal wees.

### Die Halfgolfdipool

Die halfgolfdipool is 'n eenvoudige antenna wat bestaan uit 'n  $\frac{1}{2}$ -golflengte draad wat in die middel deur 'n radiofrekwensie spanningsbron gevoer word.



Veronderstel dat 'n wisselspanning teen die resonante frekwensie van die dipool, dit is die frekwensie waarvoor elke kant van die dipool presies een kwart golflengte lank is, aangewend word.

Beskou 'n tydstip in tyd wanneer een kant van die spanningsbron positief is, en die ander kant negatief is. Die effek sal wees om elektrone uit dié kant van die dipool te onttrek wat aan die positiewe terminaal van die spanningsbron verbind is, en om elektrone in te stoot in dié kant van die dipool wat aan die negatiewe terminaal van die spanningsbron verbind is. Aangesien elektrone mekaar afstoot soos jy elektrone in die draad aan die negatiewe kant van die spanningsbron inforseer, sal hulle die elektrone wat alreeds in die draad is ook afstoot en hulle dus na die einde van die draad aanstoot. Soos een elektron 'n bietjie aanbeweeg, sal dit sy buurman afstoot en dié forseer om ook aan te beweeg en so aan en op dié manier word veroorsaak dat 'n golf langs die draad af beweeg. Hierdie golf sal teen die spoed van lig beweeg tot dit die einde van die draad bereik, waar elektrone nie vêrder kan opbodel nie aangesien daar nie meer plek is om vêrder te beweeg nie. By hierdie punt sal die golf aan die einde van die draad weerkaats en terugbeweeg na die voerpunt.

Die effek is soortgelyk aan wat jy sal waarneem indien jy 'n aantal biljartballe in 'n reguit lyn sal opstel met een aan die einde van die lyn teenaan die kussing en jy dan die een vêrste van die kussing af na sy buurman skiet. Elke bal sal die volgende een tref, en so met die lyn af, tot by die laaste bal, wat teenaan die kussing is, en dus nie kan beweeg nie. Die "biljartbalgolf" word dan vanaf die kussing weerkaats en beweeg terug in die teenoorgestelde rigting. Die biljartbalgolf beweeg egter nie teen die spoed van lig nie!

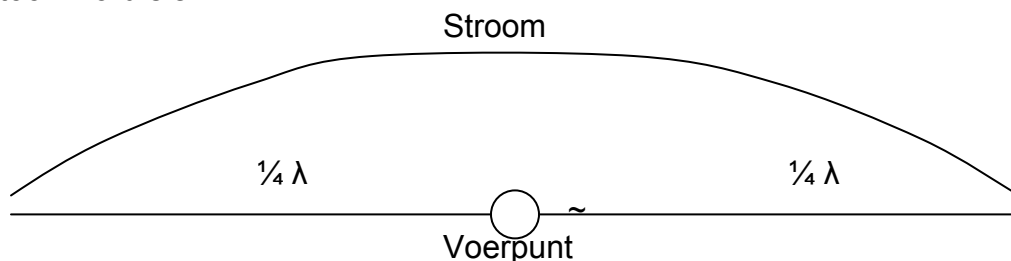
Soortgelyk in die dipool, wanneer 'n oombliklike potensiaalverskil by die voerpunt (die plek waar die spanningsbron aan die antenna verbind is) sal dit golwe veroorsaak wat vanaf die voerpunt na beide ente van die draad beweeg, waar hulle na die voerpunt teruggekaats sal word. Aan een kant, die kant waar die negatiewe potensiaal aangewend word, sal die golf bestaan uit 'n toename in die elektrondigtheid; "saamgeperste elektrone", soos die biljartbal-analogie. Aan die ander kant, die kant waar die positiewe potensiaal aangewend word, sal die golf bestaan uit 'n verminderde elektrondigtheid aangesien elektrone deur die positiewe potensiaal uit die draad onttrek word.

Hierdie golwe moet beide 'n kwart golflengte na die einde van die draad aflê, en nog 'n kwart golflengte in die teenoorgestelde rigting voordat hulle tot by die voerpunt terugkeer, 'n totale distansie van een halfgolf. Dus een halfgolf later keer die golwe na die voerpunt terug maar nou in die teenoorgestelde rigting. Maar, omdat dit 'n halfgolf later in tydskuur is, sal die spanningsbron omgekeerde polariteit hê en dus nou die elektrone in die omgekeerde rigting aanstoot. En, dit is nou dieselfde rigting wat die geweerkaatste golf in beweeg, dus sal die omgekeerde polariteit van die spanningsbron doe geweerkaatste golf versterk. Nog 'n halfgolf later sal die golwe weer van die ente van die draad geweerkaats word, en die spanningsbron sal weer polariteit omkeer en die golwe van verhoogde en verlaagde elektrondigtheid versterk wat heen en weer in die draad beweeg soos water wat heen en weer in 'n bad teen sy kante slaan.

Omdat die aangewende spanning altyd die golwe versterk, kan 'n redelik lae spanning (oor 'n klein aantal siklusse) 'n groot beweging van elektrone teweegbring, met ander woorde 'n groot stroom tot gevolg hê (aangesien die elektrone ladingdraers is wat heen en weer vloei, en dus 'n wisselstroom is wat in die antenna vloei). Onthou dat volgens Ohm se wet,  $R = V/I$ , merk ons dat die voerpuntweerstand laag is aangesien 'n klein  $V$  'n groot  $I$  veroorsaak. In werklikheid is die voerpuntweerstand van 'n halfgolfdipool ongeveer  $72 \Omega$ .

Die feit dat die weerstand nie nul is nie, beteken dat die antenna energie vrystel of krag lewer. Waar gaan hierdie krag heen? Dit word as radiogolwe vanaf die antenna uitgestraal. Hierdie skynbare weerstand van die antenna wat veroorsaak deur die uitstraling van energie daarvandaan veroorsaak word, word genoem die *uitstralingsweerstand* van die antenna.

Jy sal ook opmerk dat by die middelpunt van die antenna die elektrone baie vry is om te beweeg, dus sal 'n groot stroom vloei. Hoe nader jy egter na die ente van die antenna beweeg, hoe minder vry is die elektrone om te beweeg en by die ente van die antenna kan die elektrone feitlik nie meer beweeg nie. Dit beteken dat daar 'n groter stroom in die middel van die antenna vloei as by die ente. Indien jy 'n grafiek van stroomvloei in die antenna superponeer op die diagram van die antenna, dan sal jy iets soortgelyk aan wat hier onder getoon word sien:



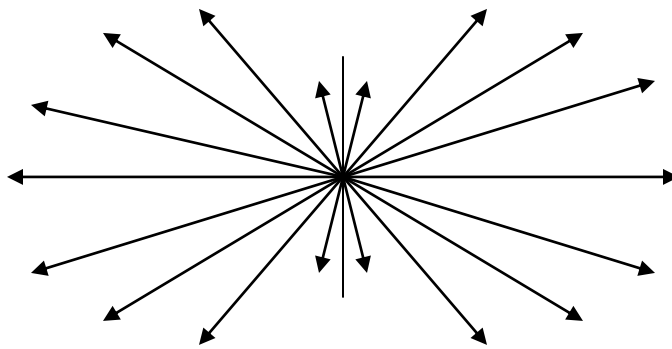
*Die Stroomverspreiding in 'n Halfgolfdipool*

Soos jy sal opmerk, is die stroom die grootste in die middel van die dipool en verminder dit na die endpunte daarvan. Omdat dit die stroom wat in die antenna vloei is wat primêr verantwoordelik is vir die opwekking van radiogolwe, kan hulle gevisualiseer word as dat hulle van die punt van die grootste stroom ontspring, dit word die *stroomlus* by die senter van die antenna genoem. Dit het 'n aantal praktiese implikasies, by voorbeeld, die ente van 'n antenna kan gebuig word sonder dat dit die eienskappe van 'n antenna veel sal beïnvloed, aangesien die ente relatief onbelangrik is in soverre as wat dit op uitstraling 'n invloed het.

Alhoewel die stroom na die punte toe afneem, gebeur die teenoorgestelde met die spanning, dit is die hoogste aan elke punt van die dipool. In die algemeen, stem punte van hoë stroom (*stroomlusse*) ooreen met punte van lae spanning (*spanningsnodusse*), en punte van lae stroom (*stroomnodusse*) ooreen met punte van hoë spanning (*spanningslusse*). Wees dus versigtig vir oop ente van antennas, waar daar geen stroom vloei nie aangesien daar altyd hoë spannings teenwoordig is.

Die stroomverdeling, en die ooreenstemmende spanningsverdeling, word genoem “staande golwe” aangesien hulle 'n golftipe vorm het (naastenby soos 'n sinusgolf), maar die punte van hoogste en laagste strome en spannings beweeg nie, hulle staan stil. 'n Ander manier om aan staande golwe te dink, is dat hulle veroorsaak word deur die interaksie tussen die golwe wat vanaf die voerpunt na die punte van die antenna beweeg en die weerkaatste golwe wat na die voerpunt terugbeweeg.

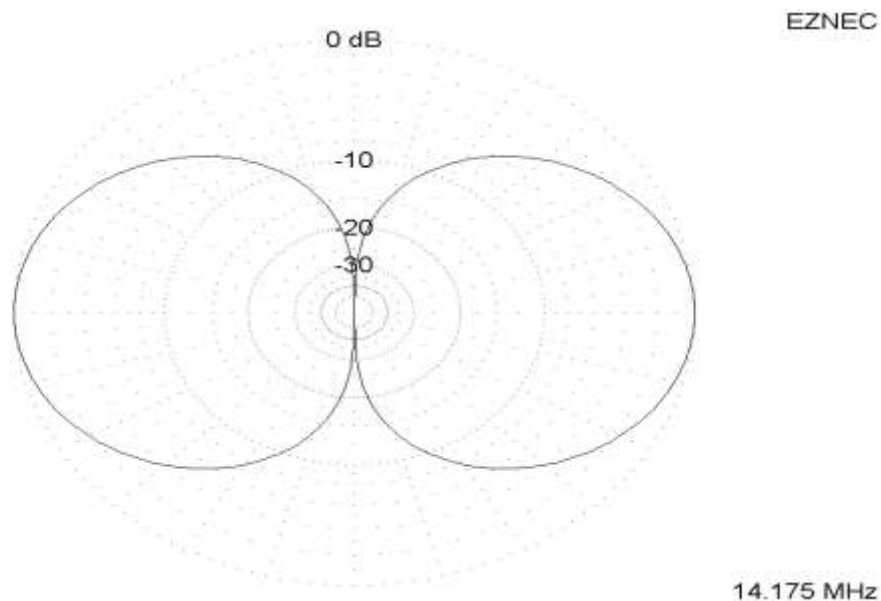
Ons volgende taak is om te bereken in watter rigting die dipool sal uitstraal, dit word genoem die *uitstralingspatroon* van die antenna. Dit is baie maklik vir 'n antenna wat slegs 'n enkele punt van maksimum stroom, soos 'n dipool, het. Wanneer 'n wisselstroom in 'n draad vloei, straal dit die sterkste in 'n rigting loodreg met die draad uit, en al swakker hoe vêrder jy van die loodregte rigting afwyk. Dit word hier onder getoon, waar die lengte van elke pyl die sterkte van die uitstraling wat van die draad af kom in elke rigting voorstel.



*Uitstralingspatroon van 'n Dipool*

In hierdie geval is die dipool die vertikale lyn in die middel van die diagram. Let op hoe die sterkste uitstraling loodreg (teen 'n reghoek) met die draad is, en die sterkte van uitstraling afneem hoe vêrder die hoek van die loodregte afwyk. Daar is geen uitstraling in die rigting van die as van die draad nie (dus vertikaal op of af in die diagram op hierdie bladsy nie).

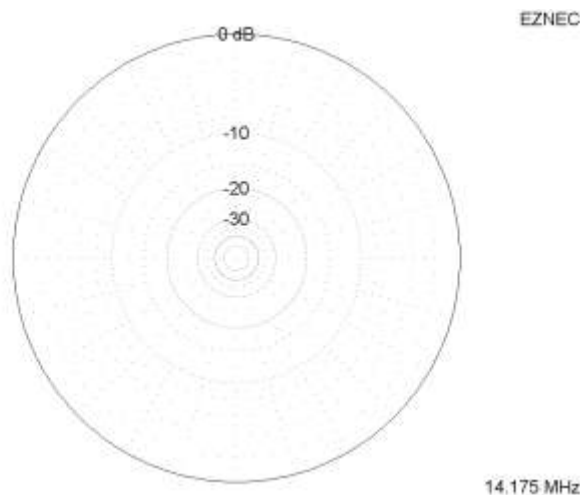
In werklikheid teken ons nie uitstralingspatrone soos hierdie met pyle nie. In teendeel, ons trek net 'n lyn wat die punte van die pyle met mekaar sal verbind. Met ander woorde, die afstand van die senter van die diagram tot by die lyn stel die sterkte van die uitstraling in daardie rigting voor. Die volgende diagram is die uitstralingspatroon vir 'n dipool wat op hierdie manier, die gewone, geteken is:



*Uitstralingspatroon van 'n Dipool in Vry Ruimte*

Alhoewel die dipool nie aangetoon word nie, is dit ook soos in die vorige diagram ge-oriënteer, vertikaal op die papier in die senter van die diagram. Die kurwes verteenwoordig die relatiewe sterkte van die veld in elke rigting,

hoe groter die afstand van die middelpunt van die diagram na die lyn, hoe sterker is die uitstraling in daardie rigting. Let op die nulle (punte van minimum uitstraling) aan die ente van die dipool (vertikaal op en af in die tekening). Die dipool sal natuurlik ewe sterk in alle rigtings loodreg daarop uitstraal, nie net in twee rigtings (na links en regs) soos in die diagram getoon nie. Indien jy driedimensioneel daaraan dink, sal dit soos 'n kar se buiteband lyk met die draad in die middel. As ons van 'n lyn op die verlengde as van die draad terugkyk, sal die patroon lyk soos hier onder aangetoon:

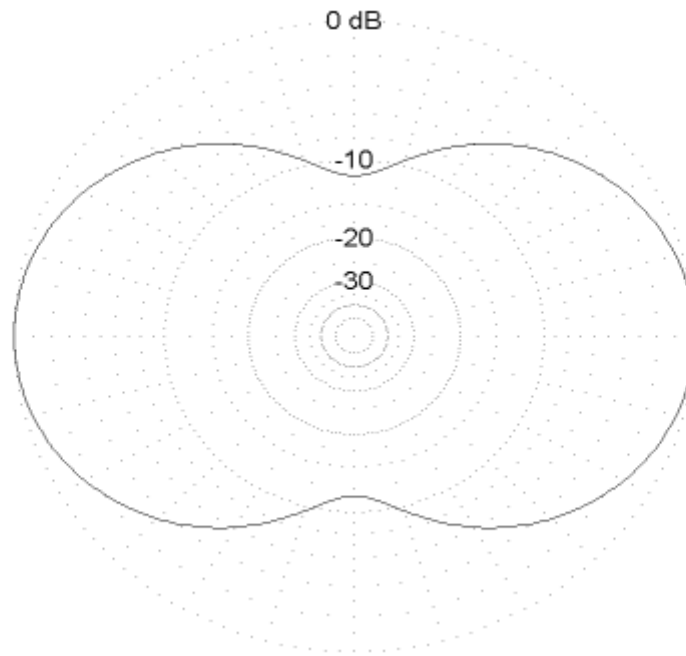


#### *Uitstralingspatroon van 'n Dipool in vry ruimte van 'n punt in lyn gesien*

Die punt in die middel stel die draad voor soos inlyn gesien, en die sirkelvormige uitstralingspatroon toon aan dat dit ewe goed in alle rigtings uitsaai.

Hierdie diagramme toon die uitstralingspatroon van 'n dipool in die vry ruimte, dit is ver weg van die grond. Die grond weerkaats radiogolwe, dus om die uitstralingspatrone van antennas wat in die nabyheid van die grond is (soos alle normale amateurantennas), moet ons ook die invloed van hierdie weerkaatsings in ag neem. In die algemeen ontstaan die golwe wat vêrafgeleë punte bereik by twee punte, 'n direkte golf vanaf die antenna en 'n golf wat deur die grond weerkaats is. Afhangende van die verskil tussen die distansies wat deur die golwe afgelê word, mag hulle mekaar versterk, of hulle mag mekaar uitkanselleer.

Veronderstel dat ons die dipool horisontaal en op 'n sekere hoogte bokant die grond gemonteer is, dan sal die patroon soos van bo gesien baie soos die patroon in vry ruimte daar uitsien.



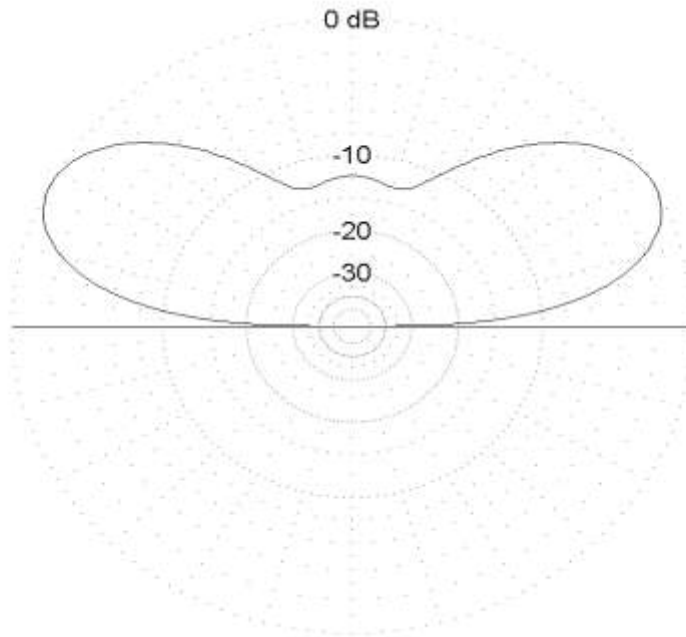
14.175 MHz

*Horisontale uitstralingspatroon van 'n horisontaalgemonteerde halfgolfdipool naby die grond soos van bo gesien*

Die dipool is weereens van bo na onder in die vlak van die bladsy georiënteer en ons kyk loodreg na die bladsy. Hierdie is wat ons 'n horisontale uitstralingspatroon noem. Die hoofeffek van die grondweerkaatsings is dat die "nulle" aan die ente van die dipool (rigtings van geen uitstraling) nou ingevul is, maar daar is steeds baie minder uitstraling van die ente van die dipool as reghoekig met die draad, ongeveer 13 dB minder volgens die skaal van die diagram. Om hierdie rede praat ons van 'n horisontale dipool as 'n bi-direksionele antenna, wat twee rigtings bevoordeel (links en regs in die diagram hierbo) ten koste van die ander rigtings.

Die nabygeleë grondoppervlak het 'n baie groter invloed op die vertikale uitstralingspatroon van die antenna, as wanneer daar geen grondoppervlak sou wees nie. Ons vind die volgende uitstralingspatroon:

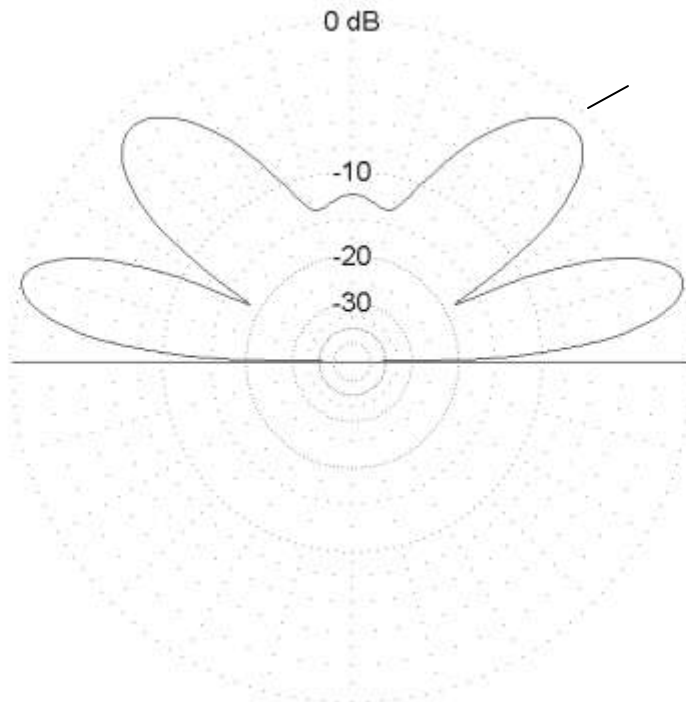
EZNEC



14.175 MHz

Die weerkaatsings deur die grond het meeste van die laehoek- en hoëhoekuitstralings uitgekanselleer wat net een lus aan elke kant laat oorbly, met 'n hoek van maksimumuitstraling van ongeveer  $27^\circ$  in hierdie geval. Die presiese patroon hang af van die hoogte van die antenna bokant die grond. In hierdie geval is dit een halfgolflengte bokant die grond. Indien ons dit tot een volgolflengte lig, sal die patroon lyk soos hier onder getoon:

EZNEC



14.175 MHz

Daar is nou twee lusse in elke rigting , een teen 'n redelik lae hoek, ( $14^\circ$ ), en een teen 'n hoër hoek ( $47^\circ$ ). In die algemeen, hoe hoër ons die dipool bokant die grond lig, hoe meer lusse kom te voorskyn en hoe laer word die elevasiehoek van die laagste lus.

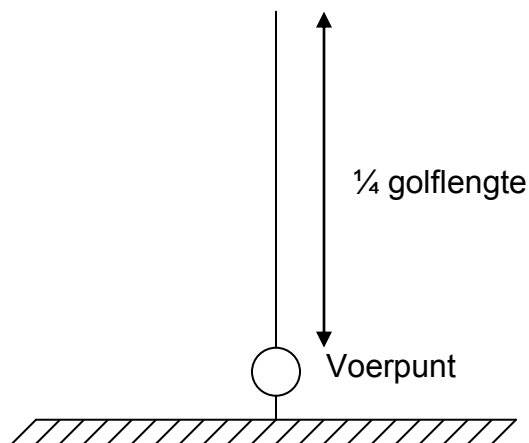
Laehoekuitstraling is baie wenslik vir langafstandkontakte, dus as die maak van langafstandkontakte 'n prioriteit is, dan is hoe hoër jou antenna, hoe beter, ten minste vir horisontaal gepolariseerde antennas soos hierdie dipool.

Die dipool word normaalweg as 'n horisontale antenna gebruik, maar dit kan ook as 'n vertikale antenna gemaak word indien verkieslik, veral vir die BHF- en UHF-bande waar die golflengte korter is en die hoogte wat benodig word meer redelik is. 'n Vertikale dipool het dieselfde uitstralingspatroon as die kwartgolf vertikale antenna wat hier onder bespreek word.

'n Horisontale halfgolfdipool word soms 'n "Hertzantenna" genoem aangesien hierdie tipe antenna die eerste was wat deur Gustav Hertz, die Duitse fisikus wie se naam ook vir die frekwensie-eenheid gebruik word, gebruik is.

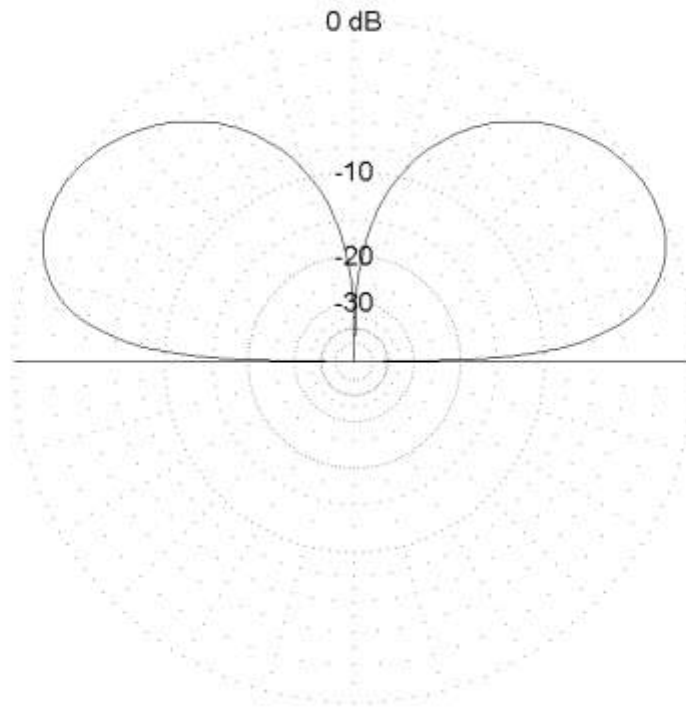
### **Die Kwartgolf Vertikale Antenna**

'n Ander populêre antenna is die kwartgolf vertikaal. Dit bestaan uit 'n kwart golflengte draad wat vertikaal gemonteer is en by sy basis gevoer word, met die ander kant van die aandryfspanning aan die aarde verbind. Dit werk soos "een helfte van 'n dipool", met die terugkeerpad vir die stroom deur die grond.



*'n Kwartgolf Vertikale Antenna*

Daar is nie veel sin daarin om van die uitstralingspatroon van 'n kwartgolf vertikale antenna in die vry ruimte te praat nie, aangesien dit die grond as een van sy verbindingspunte benodig! Die vertikale uitstralingspatroon vir die vertikale kwartgolf oor die grond is soos hier onder aangetoon:



14.175 MHz

*Vertikale uitstralingspatroon van 'n kwartgolf vertikale antenna*

Die horisontale patroon, soos van bo gesien, sal net 'n sirkel wees, aangesien die antenna in alle rigtings eners uitsaai wanneer van bo daarna gekyk word. Antennas wat in alle horisontale rigtings ewe sterk uitsaai, word alomgerigte antennes genoem.

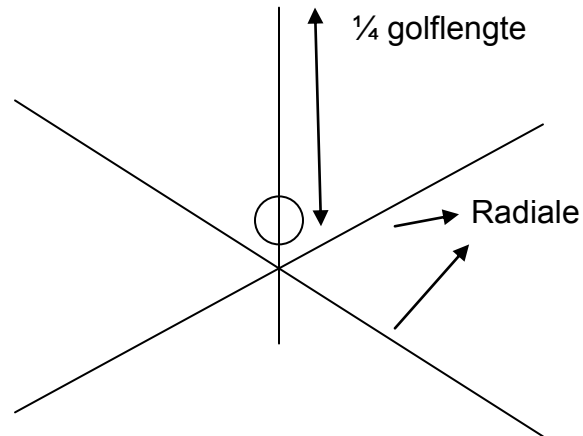
Alhoewel die kwartgolf vertikale antenna in teorie eenvoudig is, het dit 'n praktiese probleem wat moeilik is om te oorkom: dit is moeilik om lae impedansie grondverbindings teen radiofrekwensies te bewerkstellig. 'n Aardpen soos die wat vir huishoudelike elektriese installasies gebruik word, sal gewoonlik nie 'n lae impedansie by radiofrekwensie bied nie en die weerstand van die gevolglike grondverbinding sal veroorsaak dat krag as hitte in die grond vrygestel word eerder as wat dit deur die antenna uitgestraal word. Alhoewel 'n vertikale kwartgolf sal werk, sal jy vind dat maklik tot 75% of meer van die krag wat aangewend word vermors sal word deur die grond te verhit eerder as om uitgestraal te word.

Die stralingsweerstand van 'n kwartgolf vertikale antenna is ongeveer  $36 \Omega$ . Die effektiewe grondweerstand dra egter ook by tot die impedansie wat by die voerpunt gesien word, wat gewoonlik heelwat hoër as hierdie waarde is.

'n Kwartgolf vertikale antenna word partykeer 'n "Marconi-antenna" genoem aangesien hierdie tipe antenna eerste deur Guglielmo Marconi, die uitvinder van draadlose telegrafie en pionier van transatlantiese kommunikasie, gebruik is.

## Die “Grondvlakantenna”

Een oplossing vir die probleem om 'n lae impedansie RF-grondverbinding te bewerkstellig is om die vertikale antenna  $1/8$  golflengte of meer bokant die grond te lig en dit teen 3 of 4 kwartgolflengte radiale, eerder as teen die grond, te voer. Die radiale ageer effektief as die “ontbrekende kant” van die dipool, maar omdat hulle in teenoorgestelde rigtings wys, kanselleer die uitstralings deur hulle en die uitstraling deur die vertikale draad, genoem die *uitstraler*, bly alleen oor.



“n  $1/4$  Golflengte “Grondvlak” Antenna

Die radiale in 'n grondvlak mag plat uitgelê word (soos in die diagram getoon) of hulle kan skuins na onder gerangskik word. Met plat radiale sal die uitstralingsweerstand tussen  $20 \Omega$  en  $26 \Omega$  wees, afhangende van hoe hoog die antenna bokant die grond gemonteer word. Skuins radiale sal die voerpuntweerstand verhoog, dus met die regte skuinshoek (ongeveer  $45^\circ$ ) kan die impedansie tot  $50 \Omega$  verhoog word, wat 'n goeie aanpassing vir koaksiale kables bied wat gewoonlik gebruik word om sulke antennes mee te voer. Die uitstarlingspatroon van 'n “grondvlak”-antenna is identies aan dié van 'n kwartgolf vertikaal.

## Kort Antennas

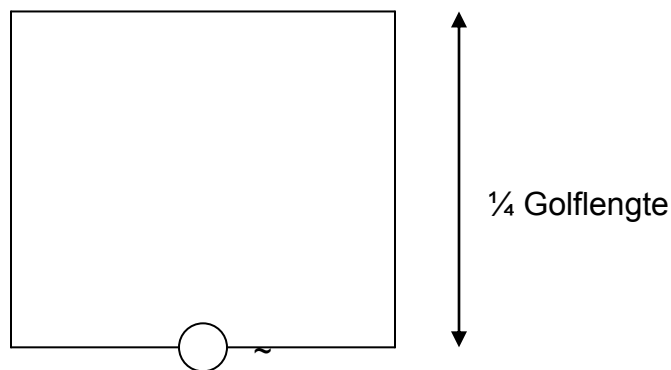
'n Antenna wat korter is as die lengte wat vir resonansie benodig word sal ietwat kapasitiewe reaktansie toon. By voorbeeld, 'n vertikale antenna wat ietwat korter as 'n kwart golflengte is, sal 'n hoeveelheid kapasitiewe reaktansie hê. Dit kan uitgekanselleer word deur 'n ekwivalente hoeveelheid induktiewe reaktansie in serie met die antenna in te voeg. Dit kan gedoen word met die gebruik van 'n induktor wat 'n *laaispoel* genoem word, wat by die basis (*basislading*) of in die middelpunt (*senterlading*) van die antenna geplaas word. Senterlading is meer effektief as basislading maar dit

bemoelijk die meganiese ontwerp van die antenna aangesien die antenna ook die gewig van die laaispoel moet dra.

Soortgelyk sal antennas wat effens langer as dit wat vir resonansie benodig word induktiewe reaktansie vertoon, wat uitgekanselleer kan word met die gebruik van 'n serieverbinde kapasitor, maar hierdie gevalle is minder algemeen.

## Lusantennas

'n Vol golflengte lus is 'n ander eenvoudige antenna. Lusse kom in alle vorms voor: vierkante, reghoekige en driehoekige om net 'n aantal te noem. Die diagram hieronder toon 'n "vierkantlus", wat 'n vierkantvorm het. Alle kante is een kwart golflengte lank.



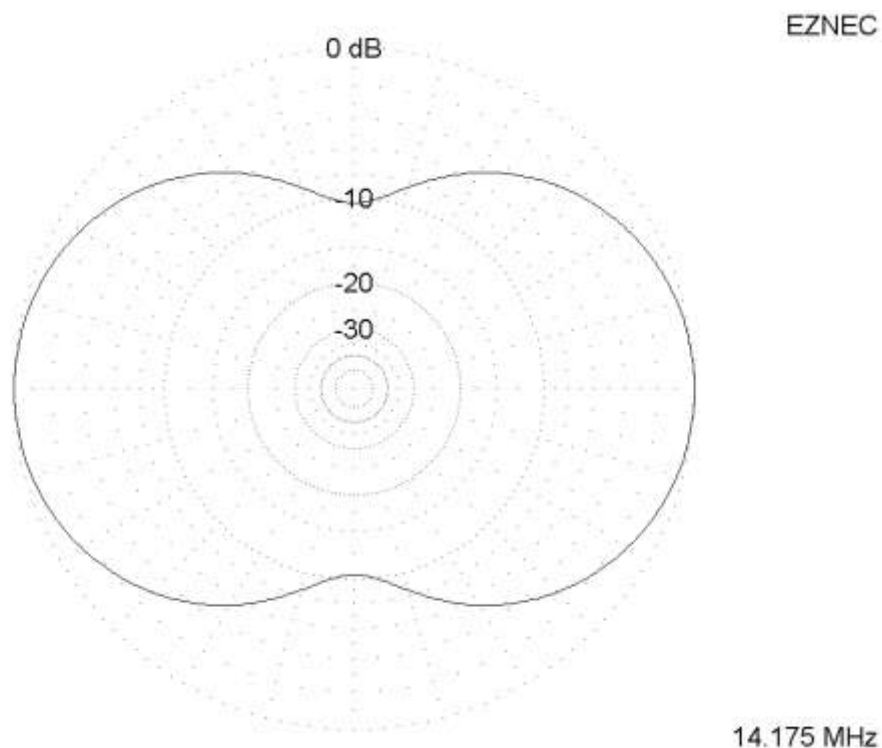
*'n Vierkantlus*

Aangesien elke kant van die lus een kwart golflengte lank is, is die totale lengte van die lus een golflengte. In lusse is daar geen ent in die antenna waarvandaan die golf weerkaats kan word nie, dus hou dit aan om rondom die lus te gaan totdat dit by die voerpunt terugkom en steeds in dieselfde rigting gaan. Indien die lengte van die lus een golflengte lank is, dan sal die aangewende spanning weer in dieselfde rigting wees en dus sal die golf wat in die rondte in die lus sirkuleer, versterk word, wat aan die lus 'n relatief lae en suiwer weerstand voerpuntimpedansie besorg. Die stralingsweerstand van 'n lus is 'n bietjie meer as dié van 'n dipool aangesien daar meer draad is om elektromagnetiese golwe uit te straal (onthou dat die stralingsweerstand die skynbare weerstand is wat veroorsaak word deur die uitstraling van elektromagnetiese golwe vanuit die antenna), tipies ongeveer  $130 \Omega$ .

Die lus word gewoonlik vertikaal opgerig. Daar is twee punte van hoë stroom in die lus, een by die voerpunt en die ander een halfpad rondom die lus. Indien die voerpunt in die middel van een van die horisontale drade (soos in die diagram getoon) is, dan sal beide punte van hoë stroom horisontale strome dra en die resulterende uitstraling sal horisontaal gepolariseerd wes.

Aan die ander kant, as die lus by die middelpunt van een van die vertikale drade gevoer word, dan sal die punte van maksimum stroom dra wat in 'n vertikale rigting vloei en die resulterende uitstraling sal vertikaal gepolariseerd wees.

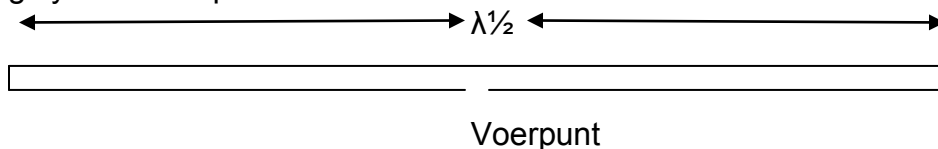
Die uitstralingspatroon van 'n horisontaal gepolariseerde, een golflengte lus is soortgelyk aan die van 'n dipool, met die sterkste uitstraling reghoekig op die horisontale drade van die lus. Dit kon verwag word want die lus is in effek twee horisontale dipole wat vertikaal op 'n afstand van een kwart golflengte tussen mekaar gespasieer is.



*Horisontale uitstralingspatroon van 'n horisontaal gepolariseerde vierkantlus*

### **Gevoude Dipool**

Die gevoude dipool is 'n volgolflengte lus wat "platgedruk" is in 'n vorm soortgelyk aan 'n dipool



## 'n Gevoude Dipool

Sy uitstralingspatroon is dieselfde as die van 'n dipool, maar sy uitstralingsweerstand is ongeveer  $300 \Omega$ . Dit is hoër as die van 'n normale dipool omdat daar meer draad is wat uitstraal.

## Multi-element Antennas

Tot dusvêr het ons antennas beskou wat almal uit net een uitstralende element bestaan het. Hierdie antennas is prakties en maklik om te bou maar het beperkte rigtingeenskappe, dit is, die vermoë om meer energie in een rigting, ten koste van ander rigtings, uit te straal. Enkelelement vertikale antennas is alomgerig, dit is hulle straal ewe goed in alle rigtings uit, terwyl die dipool en vierkantlus *bidireksioneel* is, twee rigtings word ten koste van ander rigtings begunstig.

As die ligging van 'n radiostasie wat ons wil kontak egter aan ons bekend is, dan sal dit beter wees indien ons 'n antenna het wat so veel as moontlik krag in een rigting kan uitstraal en ons dan die antenna so kan rig dat die maksimum uitstraling na daardie stasie sal geskied sonder dat veel krag in ongewenste rigtings uitgestraal word. Dit sou 'n gerigte antenna wees, een wat een rigting bevoordeel.

Dit blyk dat ten einde 'n gerigte antenna te maak ons ten minste twee uitstralende elemente benodig wat uit fase uitstraal. Dit kan op twee maniere bereik word. In *aangedrewe opstellings* word al die elemente aangedryf, dit is krag word aan hulle voorsien in die korrekte faseverhouding deur middel van 'n faseringsnetwerk. In *parasitiese opstellings* word slegs een element aangedryf, maar die antenna is so ontwerp dat die aangedrewe element strome in die ander *parasitiese* elemente opwek.

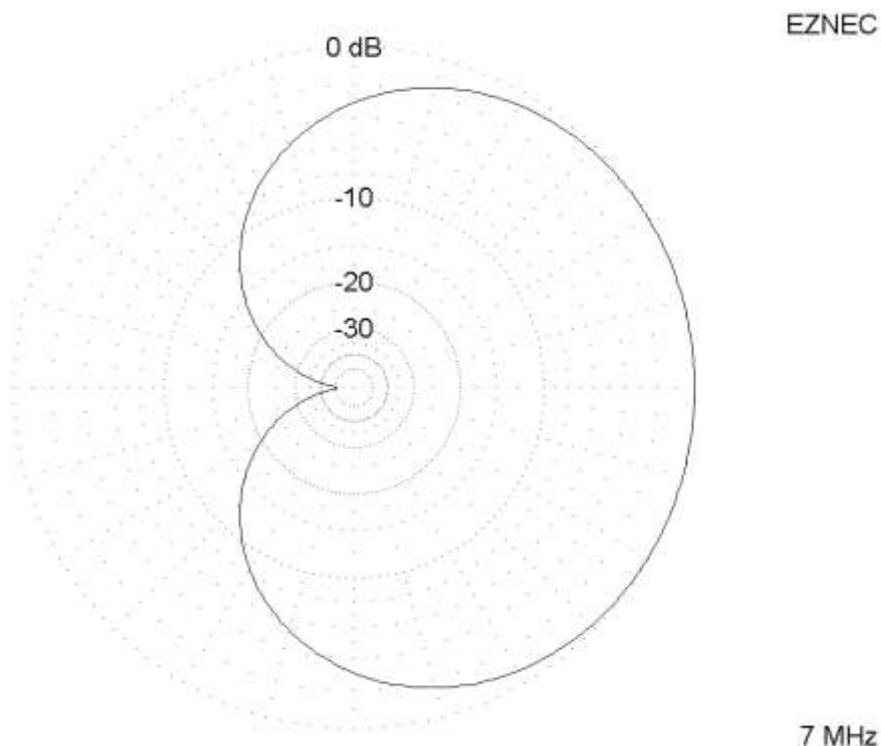
'n Eenvoudige aangedrewe opstelling bestaan uit twee vertikale elemente wat een kwart golflengte uitmekaar is en teen  $90^\circ$  uit fase aangedryf word. Die volgende diagram toon so 'n opstelling aan soos van bo gesien:



Beskou die geval waar die golf in element A, die linkerhandse element, dié in element B aan die regterhand met  $90^\circ$  lei; of omgekeerd, die golf in element B yl met  $90^\circ$  agter dié in element A. Beskou dat radiogolwe element B verlaat

en in die rigting van A beweeg. Aangesien die elemente 'n kwart golflengte uitmekaar gespasieer is, sal dit radiogolwe een kwart van 'n siklus neem om van B na A te beweeg en teen daardie tyd sal die fase van element A reeds 'n kwartsiklus gevorderd het, of 'n volgende  $90^\circ$ , dus addisioneel tot die  $90^\circ$  faseverskil wat alreeds tussen die elemente bestaan. Dus teen die tyd dat radiogolwe van B by A aankom, is hulle  $180^\circ$  uit fase met die radiogolwe wat A in dieselfde rigting verlaat (dus van regs na links) en sal hulle dus uitkanselleer.

Beskou egter radiogolwe wat A in rigting B verlaat. Teen die tyd dat hulle B bereik, sal die fase van B  $90^\circ$  vooruitgegaan het, wat opmaak vir die  $90^\circ$  fasevertraging van die sein wat element B aandryf. Dus, wanneer radiogolwe van A by B aankom, sal hulle *in fase* wees met die radiogolwe wat by element B ontstaan, en sal hulle dus mekaar versterk in die rigting van links na regs in die diagram. Dus sal golwe wat van regs na links beweeg uitgekanselleer word terwyl golwe van links na regs versterk sal word en golwe in ander rigtings sal gedeeltelik gekanselleer of gedeeltelik versterk word, volgens wiskundige beginsels wat te ingewikkeld is om hier daarop in te gaan. Die resulterende uitstralingspatroon word hier onder aangetoon:



Hierdie besondere vorm word 'n "kardioïde" genoem en is 'n voorbeeld van 'n gerigte uitstralingspatroon. Let op die uitstekende nuluitstraling van regs na links, waar die twee seine mekaar presies uitkanselleer.

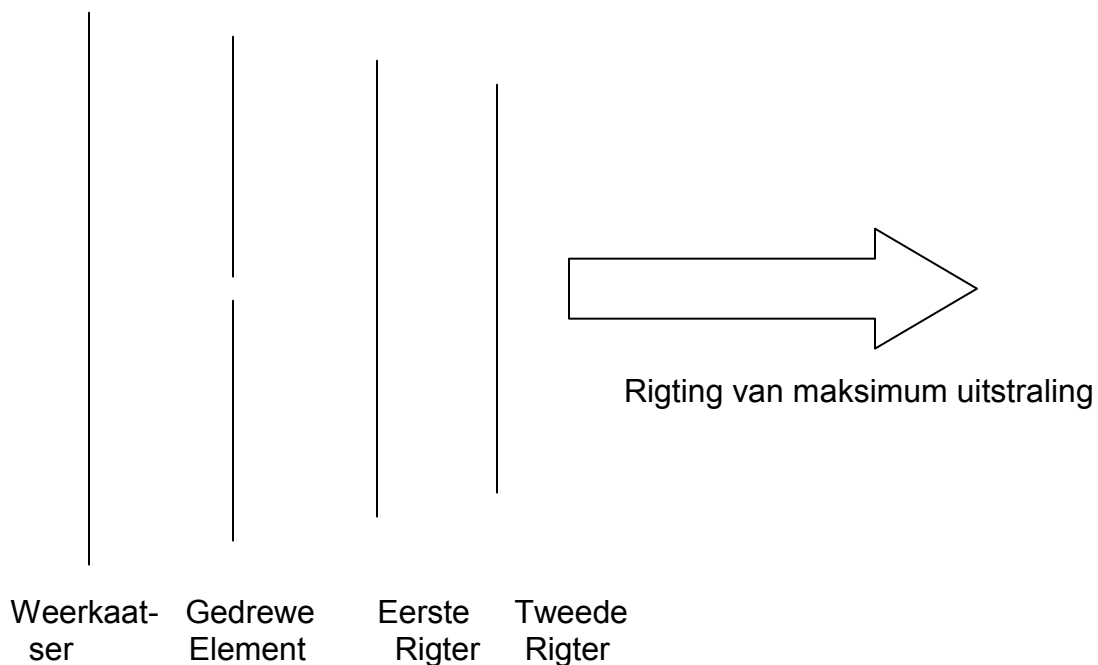
Alhoewel dit lyk of die aangedrewe opstelling lyk of dit 'n eenvoudige manier is om 'n gerigte patroon te verkry, is daar praktiese komplikasies. In

besonder, dit is nie so eenvoudig as wat dit voorkom om die nodige  $90^\circ$  faseverskil tussen die twee seine te verkry nie aangesien die elemente wat aangedryf word verskillende impedansies sal hê weens interaksie tussen hulle. Nogtans het hulle 'n voordeel deurdat eenvoudig die faseverhouding tussen die elemente te verander, die uitstralingsrigting verander kan word sonder dat dit nodig is om fisies die antenna te roteer.

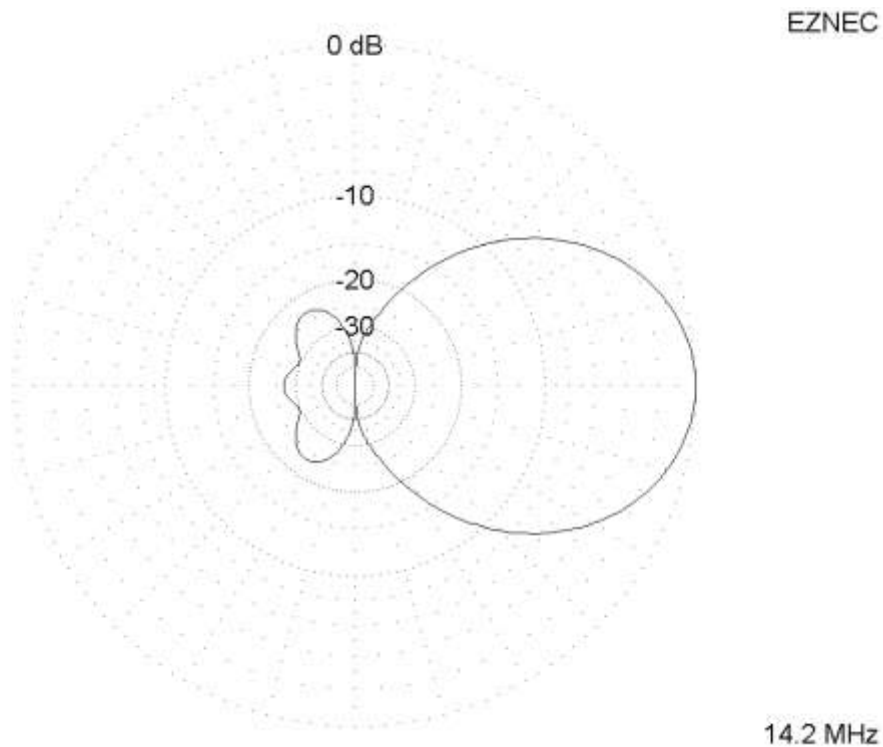
## Die Yagi

Die volle naam vir hierdie antenna is die "Yagi-Uda-opstelling", en is genoem na Yagi en sy opsiener Uda wat dit in 1926 ontwikkel het. Maar die geskiedenis was 'n bietjie onvriendelik teenoor Professor Uda, en normaalweg word slegs na die antenna as 'n Yagi verwys.

Die Yagi bestaan uit twee of meer halfgolf-dipool-elemente waarvan een, die *aangedrewe element*, aan die sender gekoppel, word. Die ander element, of elemente, is *parasitiese elemente*. Dit beteken dat strome deur middel van induksie in hulle geïnduseer word. Een van die parasitiese elemente is gewoonlik 'n *weerkaatser*, wat beteken dat dit 'n element is wat aan die anderkant van die aangedrewe element is as wat die verlangde rigting van uitstraling is, en dat die ander elemente (indien enige) *rigters* sal wees, dus elemente geplaas in die verlangde rigting van uitstraling. Die weerkaatser is gewoonlik effens langer as 'n aangedrewe element ten einde die verlangde fasering te verkry, terwyl die rigters gewoonlik effens korter as die aangedrewe element sal wees. Die uitleg van 'n tipiese vierelement Yagi word hier onder aangetoon:



Die gaping in die aangedrewe element is die voerpunt waar die voerlyn vanaf die sender verbind sal word. Die fasering tussen die elemente word bereik deur 'n versigtige keuse van elementlengtes en spasiërings sodat die uitstraling versterk word in die verlangde uitstralingsrigting en in ander rigtings gekanselleer word. Die uitstralingspatroon van 'n vyfelement Yagi word hier onder aangetoon:



Let daarop hoe gerig die patroon is, dit is hoeveel uitstraling in die verlangde rigting gaan (van links na regs) teenoor uitstraling in ander rigtings.

Hierdie eienskap maak dit 'n uitstekende antenna vir amateurgebruik, aangesien soveel uitstraling as moontlik op 'n vêrafgeleë ontvanger gerig kan word. Yagis is populêr onder amateurs op die hoër amateurbande veral die 20, 15 en 10 meterbande en hoër. Hulle word gewoonlik op torings gemonteer tesame met 'n elektriese roteerder sodat hulle in enige kompasrigting gerig kan word. Op die laer bande skep hulle groot afmetings probleme.

Ander elementopstellings kan ook gebruik word om aangedrewe of parasitiese opstellings te maak. Byvoorbeeld die vierkantlus, gewoonlik kortweg net die "lus" genoem, is 'n parasitiese opstelling wat uit twee of meer vierkantluselemente bestaan. Gerigte antennas, insluitende Yagis en lusse, word dikwels "rigstralers" genoem.

## Antennawins

Antennas versterk nie seine nie, dit verhoog nie die krag van seine nie. 'n Rigstraler, soos 'n Yagi, sal eger meer van die beskikbare krag in 'n spesifieke rigting uitstraal. Ons praat van die *wins* van 'n antenna en bedoel daarmee die mate waartoe dit daarin slaag om sy uitstraling in 'n bepaalde rigting te konsentreer. Wins word in desibel uitgedruk, en dit is 'n maatstaf van hoeveel meer krag die antenna in die mees gunstige rigting uitstraal in vergelyking met die krag wat 'n verwysingsantenna in sy mees gunstige rigting uitstraal.

Twee verskillende verwysings is in algemene gebruik. Die een is die halfgolfdipool, in welke geval die eenheid van wins dBd is (desibel met verwysing na 'n dipool). By voorbeeld, indien dit gevind word dat 'n Yagi vier keer meer krag in sy mees gunstige rigting as 'n dipool uitstraal, met ewe veel insetkrag in beide gevalle, dan het dit 'n wins van 6 dBd.

Die ander verwysing is die *isotropiese antenna*. Dit is 'n denkbeeldige antenna wat ewe goed in alle rigtings uitstraal, nie net in alle horisontale rigtings nie (dit sou 'n alomgerigte antenna soos 'n vertikaal kon wees), maar in alle rigtings, ook boontoe en ondertoe. Alhoewel dit baie moeilik sou wees om so 'n antenna te kan bou, is dit maklik om te bereken wat sy uitstralingssterkte sou wees indien dit gebou kon word, dus deur die sterkte van die uitstraling van 'n werklike antenna te meet, kan dit vergelyk word met die berekende uitstralingsterkte van 'n isotropiese antenna, wat 'n winssyfer in die eenhede dBi (dB met verwysing na 'n isotropiese antenna) gee.

In vry ruimte, dit is sonder inagneming van aardweerkaatsings, het 'n dipool 'n wins van 2,1 dBi. Dus, indien die winssyfer van 'n antenna in die vry ruimte in dBd bekend is, kan dit na dBi verander word deur net 2,1 by te tel. Indien aardweerkaatsings eger in ag geneem word, dan kan die wins van 'n dipool tot soveel as 8,2 dBi wees. So, wees dus baie versigtig met die interpretering van winssyfers wat in dBd uitgedruk word, jy moet weet of die verwysingsdipool op dieselfde hoogte bokant die grond as die van die antenna is, of die grondeienskappe dieselfde is en of dit in die vry ruimte is.

'n Winsantenna gee wins wanneer dit ontvang sowel as wanneer dit uitstraal. 'n Antenna met 'n wins van 3 dBd sal seine vanuit die gewenste rigting met tweemaal soveel krag by die antennaterminale lewer as wat 'n dipool sou lewer. Hierdie eienskap is nie op sigself in die besonder bruikbaar nie aangesien die beperkende faktor in ontvangerprestasie gewoonlik atmosferiese geraas is. Maar, gerigte antennas reageer ook nie op geraas wat uit ander rigtings as die gunstige rigting kom nie, en hierdie vermindering in geraas (beide van menslike oorsprong en wat natuurlik ontstaan) verleen aan gerigte antennas 'n aansienlike voordeel met ontvangs.

Wees op jou hoede met die aanvaarding van gepubliseerde syfers vir antennawins. Dit is baie moeilik om die werklike wins van 'n antenna te meet, en vervaardigers weet dat aankoopsbesluite dikwels gebaseer word op die winssyfer vir 'n antenna en hulle maak van allerhande kunsgrepe gebruik om die winssyfers van hulle antennas op te blaas. Kommersiële firmas is nie

alleen te blameer nie, en ontwerpe gepubliseer in amateurradio-publikasies mag ook ooptimistiese syfers kwoteer. Wees ook suspisies wanneer die winssyfer vir 'n antenna in "dB" aangegee word, sonder om die verwysingsantenna te kwoteer. 'n Syfer in desibel sonder 'n verwysing is betekenisloos, en enigiemand wat dit nie verstaan nie moet nie as 'n outoriteit op inligting aangaande antennawins beskou word nie.

### **Effektiewe Isotropies Uitgestraalde Krag**

Veronderstel dat 'n Yagi en 'n dipool opgestel is sodat maksimum krag in die rigting van dieselfde ontvanger uigestraal word, en dat die Yagi 'n wins van 6 dBd het. Dan, as 100 W aan die dipool gelewer word, en slegs 25 W aan die Yagi, sal die seinsterkte in die gewenste rigting dieselfde wees aangesien die wins van die Yagi opmaak vir sy laer insetkrag.

Partykeer is dit handig, of wenslik, om te weet wat die hoeveelheid krag is wat in die gewenste rigting uitgestraal word, ongeag wat die insetkrag is, of wat die wins van die antenna is. Dit kan uitgedruk word in terme van die Effektiewe Isotropiese Uitgestraalde Krag, (EIUK), (in Engels "Effective Isotropic Radiated Power" (EIRP), wat die krag is wat jy sou benodig om met 'n isotropiese antenna die hoeveelheid energie in die verlangde rigting uit te stuur. EIUK kan bereken word deur die krag wat werklik voorsien word te vermenigvuldig met die antennawins met verwysing na 'n isotropiese uitstraler.

By voorbeeld, veronderstel ons Yagi het 'n wins van 13 dBi, dws. 'n wins van 20 teenoor dié van 'n isotropiese uitstraler, en die insetkrag is 25 W. Dan sal die EIUK wees  $= 20 * 25 \text{ W} = 500 \text{ W}$ . Dit beteken ten einde dieselfde hoeveelheid uitstraling in die verlangde rigting vanaf 'n isotropiese uitstraler te verkry, jy dit met 500 W sou moes voorsien het.

EIUK kan gebruik word om te spesifiseer hoeveel krag benodig word om oor 'n sekere afstand te kan werk. By voorbeeld, die krag benodig om 'n satelliet te bereik mag as 1 000 W EIUK gespesifiseer wees. Dit kan bereik word deur 100 W inset aan 'n antenna met 'n wins van 4 dBi te lewer, of 100 W aan 'n antenna met 'n 10 dBi wins of 10 W aan 'n antenna met 'n 20 dBi wins.

### **Benuttigingsgraad**

Die benuttigingsgraad van 'n antenna is die hoeveelheid krag uitgesaai (in enige rigting) uitgedruk as 'n persentasie van die krag wat aan die antenna gelewer word. Dus, indien 100 W aan 'n antenna gelewer word, maar slegs 40 W in die vorm van radiogolwe uitgesaai word, dan is die benuttigingsgraad 40%. Die oorblywende energie word as hitte in die antenna-elemente en die grond naby die antenna vrygestel.

Aangesien die stralingsweerstand van 'n element vinnig afneem soos die lengte van 'n element verminder word tot minder as 'n kwartgolflengte (vir 'n dipool), mag antennes wat baie korter as hierdie standaardlengtes ook baie lae benuttigingsgrade hê. Dit beteken nie dat dit nie sal werk nie, radiogolfvoortplanting is so dat dit baie min uitgestraalde krag benodig vir 'n suksesvolle kontak, maar 'n oneffektiewe antenne sal nie goed genoeg wees wanneer toestande swak is nie.

## **Multibandantennas**

Dit is dikwels handig om net een antenne op verskeie bande te kan gebruik. Met agt bandtoekennings in net die HF-spektrum alleen (3 tot 30 MHz), is dit vir baie min amateurs moontlik om 'n aparte antenne vir elke band op te rig. Daar is twee belangrike aspekte aangaande multibandantennas wat in oorweging geneem moet word nl.: uitstralingspatroon en impedansie-aanpassing.

In hierdie afdeling sal nie in diepte op die uitstralingspatrone van multibandantennas ingegaan word nie, behalwe om daarop te wys dat die patrone baie op verskeie bande kan verskil en dat dit 'n belangrike aspek is om te oorweeg met die ontwerp van multiband gerigte antennes.

Sendontvangers vir amateurs word gewoonlik ontwerp vir 'n antennaimpedansie van  $50 \Omega$ , en die gebruiklike koaksiale kables word ook met 'n impedansie van  $50 \Omega$  vervaardig, dus sou dit verkieslik wees dat die ideale antenne ook 'n impedansie van naby  $50 \Omega$  sal hê, of dan 'n impedansie wat maklik aan  $50 \Omega$  aangepas kan word. Hierdie vereiste is nie moeilik om met enkelbandantennas te bereik nie. Die impedansie van 'n dipool is ongeveer  $72 \Omega$ , en dié van 'n vertikaal ongeveer  $36 \Omega$ , beide wat aanvaarbaar is om sonder probleme direk met  $50 \Omega$  koaksiale kabel gevoer te word. Op ander bande mag die impedansie egter heeltemaal verskillend wees. By voorbeeld, indien 'n 20 m dipool op 10 m gebruik sou word, sal die impedansie in die omgewing van  $5\,000 \Omega$  wees, wat nie 'n goeie aanpassing vir  $50 \Omega$  sal wees nie.

Daar is vier gebruiklike oplossings vir die impedansie-aanpassingsprobleem.

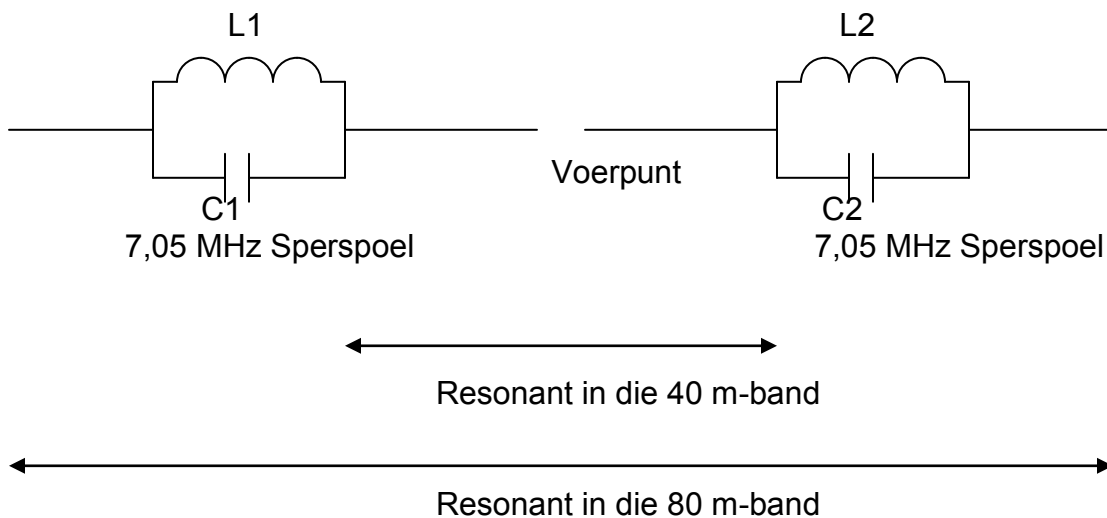
Eerstens, jy kan 'n antenne-aanpassingseenheid gebruik. In baie literatuur word dit verkeerdelik 'n "Antenna Tuning Unit" genoem, maar dit word ook "antenna coupler" of "Transmatch" genoem en hierdie twee terme is nader aan die waarheid. Die apparaat se funksie is om 'n laeverlies verbinding tussen twee dele van 'n installasie met verskillende impedansies te bewerkstellig, soos tussen 'n voerlyn en 'n antenne of 'n sendontvanger en 'n voerlyn. Ons sal die term *antenna-aanpasser* vir hierdie apparaat gebruik.

Jy kan 'n eenvoudige enkelelementantenne soos 'n dipool gebruik en dit op enige frekwensie van belang aanpas met die gebruik van 'n antenne-

aanpasser. Vir hierdie opset om effektief te kan werk, moet óf die aanpasser naby die antenna ge-installeer word óf 'n laeverlies, hoë-impedansie voerlyn (oopdraadlyn) gebruik word om die aanpasser aan die antenna te koppel. Jy kan nie enige graad van effektiwiteit verwag indien jy 50 m van 50  $\Omega$  koaksiale kabel na die antenna aanlê nie met die aanpasser aan die sendontvanger se kant nie, dus nie aan die antennakant van die voerkabel nie.

Tweedens kan jy verskillende antennas in parallel verbind met die voorbehoud dat vir elke frekwensieband een, en net een antenna 'n lae, impedansie van suiwer weerstand sal bied. By voorbeeld, drie dipole gesny vir die 20, 15 en 10 m-bande (14, 21 en 28 MHz) mag in parallel verbind word, almal deel dus dieselfde voerpunt. Indien hierdie opstelling met 14 MHz-sein gevoer word, sal slegs die 20 m-dipool 'n lae impedansie hê en dus feitlik al die energie na die 20 m-dipool gaan. Soortgelyk indien 'n 21 of 28 MHz- sein na die antennas gestuur word sal slegs een dipool 'n lae impedansie vir daardie frekwensie vertoon en sal feitlik al die energie na daardie dipool gaan.

Derdens, kan jy sperspoele gebruik om die antenna effektief vir die hoër frekwensie te verkort. 'n Sperspoel is eenvoudig 'n parallel ingestemde kring wat 'n hoë impedansie by sy resonansfrekwensie vertoon, en 'n lae impedansie by ander frekwensies het. Die diagram hier onder wys 'n sperspoelantenna vir gebruik in die 40 m- en 80 m-bande.



*'n Sperspoelantenna vir 40 m and 80 m*

Die binnegedeelte van die antenna sal in die 40 m-band (7,0 – 7,1 MHz) resonant wees. Die sperspoele is ook in hierdie frekwensieband resonant, dus bied hulle 'n hoë impedansie en isoleer dus die buitenste gedeeltes van die antenna by hierdie frekwensie. Wanneer die antenna egter teen 'n

frekwensie in die 80 m-band gevoer word, bied die sperspoele hier lae impedansies en laat dus toe dat die hele antenna aktief is, en die totale lengte is ontwerp om in die 80 m-band resonant te wees. In die 80 m-band sal die sperspoele induktief wees, en dus as laaispoele reageer. Dit beteken dat die totale lengte van die antenna ietwat korter as 'n normale 80 m-dipool sonder sperspoele sal wees.

Sperspoelantennas kan ontwerp word vir meer as twee bande deur nog 'n sperspoel (of 'n paar sperspoele vir dipole) vir elke addisionele band by te voeg. Aangesien elke sperspoel egter 'n mate van verlies het, mag 'n antenna vir baie bande heel oneffektief op die laer bande wees, waar antennastroom deur meervoudige sperspoele vloei.

Verder kan jy van die feit gebruik maak dat meeste antennas natuurlike resonansies by meer as een frekwensie vertoon. By voorbeeld, oopeinde-antennas soos dipole en vertikales is resonant by onewe harmonieke van die fundamentele frekwensies, dit is 3, 5 en 7 maal die oorspronklike ontwerpfrekwensie. By voorbeeld, 'n antenna ontwerp vir die 40 m-band (7 MHz) mag ook resonant wees in die 15 m (21 MHz) –band, wat die derde harmoniek van die ontwerpfrekwensie is. Volgolf lengte geslote lusantennas, soos die vierkantlusantenna, is resonant op alle harmonieke, dus in teorie, moet 'n 80 m-vierkantlus ook in die 40, 20 en 10 m-bande resonant wees. Terwyl dit baie goed klink, mag jy in die praktyk vind dat die resonante-frekwensies nie presies is waar jy dit graag wil hê nie, en dit is moeilik om hulle vir die vereiste frekwensies in te stel sonder om ook die ander frekwensies te affekteer.

## Opsomming

Antennas verander elektriese energie in radiogolwe wat oor lang distansies uitgestraal kan word. Elektromagnetiese golwe bestaan uit 'n magnetiese veld en 'n elektriese veld wat loodreg teenoor mekaar is en ook reghoekig teenoor die voortplantingsrigting is. Die *polarisasie* van radiogolwe word bepaal deur die oriëntasie van die elektriese veld, indien die elektriese veld horisontaal is, is die veld *horisontaal gepolariseerd*, en indien dit vertikaal is, is die golf *vertikaal gepolariseerd*. Antennas reageer nie op seine met die “verkeerde” polarisasie nie.

Die halfgolf dipool bestaan uit 'n element wat een halfgolf lengte lank is en by sy middelpunt gevoer word. Sy uistralingsweerstand is ongeveer  $72 \Omega$  en 'n horisontale dipool bokant die grond se uitstralingspatroon is bidireksioneel wat soos 'n figuur 8 lyk. Die kwartgolf vertikale antenna bestaan uit 'n vertikale kwartgolfelement wat óf teen grond óf teen 'n “grondvlak” gevoer word. Die het 'n alomgerigte uitstralingspatroon, dit saai ewe sterk in alle horisontale rigtings uit.

'n Enkeldireksionele patroon kan verkry word deur die gebruik van 'n multi-elementantenna, óf 'n gefaseerde konstruksie, waar elke element deur 'n

faseringsnetwerk gevoer word, óf 'n *parasitiese konstruksie*, waar die sender net een element voer en die ander elemente deur induktiewe koppeling vanaf ander elemente bekragtig word. Die mees algemene parasitiese antenna is die Yagi, wat uit twee of meer dipolelemente bestaan, 'n aangedrewe element, 'n weerkaatser en een of meer rigters.

Die wins van 'n antenna dui aan hoeveel meer krag in die mees gewenste rigting uitgestraal word in vergelyking met een of ander verwysingsantenna. Wins kan in dBd (dB met verwysing na 'n dipool) of in dBi (dB met verwysing na 'n isotropiese antenna), uitgedruk word. Die benuttigingsgraad van 'n antenna is die hoeveelheid krag uitgestraal uitgedruk as 'n persentasie van die totale krag wat aan die antenna gelewer word. Die effektiewe isotropies uitgestraalde krag is die krag wat aan die antenna gelewer word vermenigvuldig met die wins van die antenna met verwysing na 'n isotropiese antenna.

'n Antenna mag impedansie-aangepas wees op verskeie bande met gebruik van 'n antenna-aanpasser, deur meertallige antennes in parallel te voer, deur van sperspoele gebruik te maak of natuurlik verskynende harmonieke resonansies te benut.

## Hersieningsvrae

### 1 Elektromagnetiese golwe word geskep deur:

- a. Die wisselende RF-strome in 'n antenna.
- b. Magnetiese solenoïdes.
- c. Audio luidsprekers.
- d. GS-spannings.

### 2 In elektromagnetiese uitstraling, watter van die volgende is waar?

- a. E en H is  $180^\circ$  teenoor mekaar.
- b. E, H en die rigting van voortplanting is almal reghoekig teenoor mekaar.
- c. Die hoek tussen E en H is  $0^\circ$ .
- d. Die voortplantingspoed is teen  $180^\circ$  met die E -veld maar in lyn met die H-veld.

### 3 Ten te kan uitstraal, moet 'n elektromagnetiese veld die volgende hê:

- a. 'n E-veld alleen.
- b. 'n H-veld alleen.
- c. 'n E- en H-veld.
- d. Lug om in te beweeg.

- 4 Polarisasie van 'n elektromagnetiese golf word bepaal deur:**
- Die rigting van die H-veld.
  - Die rigting van voortplanting.
  - Deur 'n teenfase sein.
  - Die orientasie van die sendantenna.
- 5 Die golflengte van 'n 100 MHz-sein in die vry ruimte is:**
- 30 mm.
  - 0,3 m.
  - 3,0 m.
  - 30,00 m.
- 6 Wanneer die resonante lengte van 'n antenna by die sendfrekwensie aanpas sal:**
- Maksimum krag gereflekteer word.
  - 'n Goeie SGV verkry word.
  - Die SGV swak wees.
  - 'n SGV-lesing sal betekenisloos wees.
- 7 Waarna verwys die terme vertikaal en horisontaal, soos toegepas met polarisasie?**
- Oriëntasie van die elektriese veldlyne.
  - Oriëntasie van die magnetiese veldlyne.
  - Oriëntasie van die gelaaide partikels in die voortplantingsmedium.
  - Lanseringshoek van die golf met betrekking tot die aardoppervlakte.
- 8 Watter uitstralingspatroon sal 'n ideale halfgolf dipool hê indien dit parallel aan die aardoppervlakte geïnstalleer word?**
- Dit straal goed in beide rigtings parallel aan die aardoppervlakte en loodreg op die dipool uit;
  - Dit straal swak uit in rigtings parallel aan die aardoppervlakte en parallel aan die dipool.
  - Dit straal ewe goed in alle rigtings parallel aan die aardoppervlakte uit.
  - Dit straal swak in alle rigtings parallel aan die aardoppervlakte, maar straal goed uit in rigtings loodreg op die aardoppervlakte.
- 9 Hoe affekteer nabyheid aan die grond die uitstralingspatroon van 'n horisontaal gepolariseerde dipoolantenne?**
- Indien die antenna te ver van die grond af is, raak die patroon onvoorspelbaar.
  - Indien die antenna minder as een halfgolf van die grond af is, vervorm weerkaatste golwe van die grond die uitstralingspatroon van die antenna.
  - Die uitstralingspatroon van 'n dipoolantenna word nie deur die afstand van die grond geaffekteer nie.
  - Indien die antenna minder as een halfgolf vanaf die grond is, word uitstraling vanaf die ente van die draad verminder.

**10 Watter soort van antenna sal die minste geaffekteer word deur seine wat vanuit 'n spesifieke rigting kom, terwyl seine wat uit 'n verkose rigting kom bevoordeel sal word?**

- a. 'n Monopoolantenna.
- b. 'n Isotropiese antenna.
- c. 'n Vertikale antenna.
- d. 'n Rigstraler.

**11 Wat is a rigstraalantenna?**

- a. 'n Antenna waarvan die parasitiese elemente almal as rigters gemaak is.
- b. 'n Antenna wat in direkte siglynvoortplanting uitstraal, maar nie volgens luggolf- of oorsprongvoortplanting nie.
- c. 'n Antenna wat permanent gemonteer is om slegs in een rigting uit te straal.
- d. 'n Antenna wat sterker in een rigting as ander rigtings uitstraal.

**12 Wat is die doel van 'n antenna-aanpassingskring?**

- a. Om die impedansie van die antenna te meet.
- b. Om die uitstralingspatrone van twee antennes te vergelyk.
- c. Om die SGV van 'n antenna te meet.
- d. Om impedansies binne antennastelsels aan te pas.

**13 Wanneer sal 'n kragbron maksimum uitset lewer?**

- a. Wanneer die impedansie van die las gelyk is aan die impedansie van die bron.
- b. Wanneer die SGV 'n maksimum waarde bereik het.
- c. Wanneer die kragbron se toevoersekeringaanslag dieselfde as die primêre winding se stroom is.
- d. Wanneer lugkerntransformators in plaas van ysterkern-transformators gebruik word.

**14 Wat is 'n Yagi antenna?**

- a. Halfgolflengte elemente wat vertikaal gestapel is en in fase aangedryf word.
- b. Kwartgolflengte elemente horisontaal opgerig en uit fase aangedryf.
- c. Halfgolflengte liniêr aangedrewe element(e) parasities aangedrewe parallelle liniêre elemente.
- d. Kwartgolflengte, driehoekige luselemente.

**15 Waarom word 'n Yagi-antenna dikwels vir amateurradio-kommunikasie op die 20 meterband gebruik?**

- a. Dit voorsien uitstekende alomgerigte dekking in die horisontale vlak.
- b. Dit is kleiner, goedkoper en makliker om op te rig as 'n dipool of 'n vertikale antenna.
- c. Dit diskrimineer teen steuring van ander stasies aan die kant of agter.
- d. Dit voorsien die hoogste moontlike hoek van uitstraling vir die HF-bande.

- 16 Kies 'n fisiese beskrywing van die uitstralerelemente van 'n horisontaal gepolariseerde Yagi-antenna.**
- Twee of meer reguit, parallelle elemente in dieselfde horisontale vlak gerangskik.
  - Vertikaal gestapelde vierkantige of sirkelvormige lusse in parallelle horisontale vlakke.
  - Twee of meer draadlusse in parallelle vertikale vlakke gerangskik.
  - 'n Vertikale uitstraler gerangskik in die senter van 'n effektiewe RF-grondvlak.
- 17 Wat is die naam van die parasitiese rigstraler bestaande uit twee of meer reguit metaalbuiselemente fisies parallel met mekaar opgestel?**
- Vierkantlusantenna.
  - 'n Deltalusantenna.
  - 'n Zeppantenna.
  - 'n Yagi-antenna.
- 18 Hoeveel aangedrewe elemente besit 'n Yagi-antenna?**
- Geen; hulle is almal parasities.
  - Een.
  - Twee.
  - Alle elemente is aangedrewe.
- 19 Watter soort antenna is 'n konstruksie bestaande uit 'n vierkant- of diamantvormige, volgolf, geslote lus aangedrewe element met parallel parasitiese element(e)?**
- Dubbel rhombus.
  - Kubieke vierpool.
  - Gestapelde Yagi.
  - Deltalus.
- 20 Wat is die polarisasie van die sein vanaf 'n halfgolfantenna wie se elemente loodreg op die aardoppervlakte is?**
- Sirkelvormig gepolariseerde golwe.
  - Horisontaal gepolariseerde golwe.
  - Parabolies gepolariseerde golwe.
  - Vertikaal gepolariseerde golwe.
- 21 'n Tweesperspoeldipool sal bedryf toelaat op:**
- Een band.
  - Alle bande.
  - Drie bande.
  - Twee bande.
- 22 'n Gevoude dipool se benaderde impedansie is:**
- 50 Ohm.
  - 72 Ohm.
  - 150 Ohm.

d. 300 Ohm.

**23 'n Vertikale antenna maak staat op :**

- a. 'n Goeie aard en aardverbinding.
- b. Geen be-aarding.
- c. 'n Sensitiewe ontvanger.
- d. Die D-laag.

**24 Die term Zepp, Yagi, Vierkant en Log-periodies verwys na:**

- a. Ossillators.
- b. Transistors.
- c. Antennas.
- d. Diodes.

