



# Inhoudsopgave

14	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 14, deel B (51-100).....	14-6
14.1	Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het? .....	14-6
14.2	Enkele opmerkingen.....	14-7
14.3	Formularium .....	14-7
14.3.1	Elektromagnetisch veld.....	14-7
14.3.2	Voortplantingsnelheid, frequentie en golflengte .....	14-8
14.3.3	Verkortingsfactor.....	14-8
14.3.4	Antennes-1. De halve-golf-dipoolantenne met middenaansluiting.....	14-8
14.3.5	Antennes-2. De dipool en harmonischen van zijn resonantiefrequentie. ....	14-9
14.3.6	Een te korte of te lange antenne, stralings- en verliesweerstand. ....	14-9
14.3.7	Transmissielijnen: belangrijkste eigenschappen .....	14-10
14.3.8	Transmissielijnen: soorten .....	14-10
14.3.9	Transmissielijn als afgestemde kring .....	14-11
14.3.10	De kwartgolf impedantietransformator .....	14-12
14.3.11	Hoe werkt het met een symmetrische leiding in plaats van coax?.....	14-13
14.3.12	De balun .....	14-13
14.3.13	Staandegolfverhouding (SWR) .....	14-13
14.3.14	Staandegolfmeter (SWR-meter) .....	14-14
14.3.15	Zichtafstand tussen antennes.....	14-14
14.3.16	Afstraling van een antenne: directe golf, grondgolf en ruimtegolf .....	14-15
14.3.17	De atmosfeer: de lagen en hun rol bij de propagatie van radiogolven ....	14-15
14.3.18	Single hop, multihop, fading.....	14-16
14.3.19	Kritische frequente, Maximum Usable Frequency (MUF).....	14-16
14.3.20	Sprongafstand (skip distance) en dode (stille) zone.....	14-17
14.3.21	Antennehoogte en afstralingshoek: de horizontale halvegolf-dipool ....	14-17
14.3.22	Antennehoogte en afstralingshoek: de groundplane.....	14-18
14.4	Opgaven.....	14-19
14.4.51	Opgave 14-51 .....	14-20
14.4.52	Opgave 14-52 .....	14-21



14.4.53	Opgave 14-53 .....	14-22
14.4.54	Opgave 14-54 .....	14-23
14.4.55	Opgave 14-55 .....	14-24
14.4.56	Opgave 14-56 .....	14-25
14.4.57	Opgave 14-57 .....	14-26
14.4.58	Opgave 14-58 .....	14-27
14.4.59	Opgave 14-59 .....	14-28
14.4.60	Opgave 14-60 .....	14-29
14.4.61	Opgave 14-61 .....	14-30
14.4.62	Opgave 14-62 .....	14-31
14.4.63	Opgave 14-63 .....	14-32
14.4.64	Opgave 14-64 .....	14-33
14.4.65	Opgave 14-65 .....	14-34
14.4.66	Opgave 14-66 .....	14-35
14.4.67	Opgave 14-67 .....	14-36
14.4.68	Opgave 14-68 .....	14-37
14.4.69	Opgave 14-69 .....	14-38
14.4.70	Opgave 14-70 .....	14-39
14.4.71	Opgave 14-71 .....	14-40
14.4.72	Opgave 14-72 .....	14-41
14.4.73	Opgave 14-73 .....	14-42
14.4.74	Opgave 14-74 .....	14-43
14.4.75	Opgave 14-75 .....	14-44
14.4.76	Opgave 14-76 .....	14-45
14.4.77	Opgave 14-77 .....	14-46
14.4.78	Opgave 14-78 .....	14-47
14.4.79	Opgave 14-79 .....	14-48
14.4.80	Opgave 14-80 .....	14-49
14.4.81	Opgave 14-81 .....	14-50
14.4.82	Opgave 14-82 .....	14-51
14.4.83	Opgave 14-83 .....	14-52



14.4.84	Opgave 14-84 .....	14-53
14.4.85	Opgave 14-85 .....	14-54
14.4.86	Opgave 14-86 .....	14-55
14.4.87	Opgave 14-87 .....	14-56
14.4.88	Opgave 14-88 .....	14-57
14.4.89	Opgave 14-89 .....	14-58
14.4.90	Opgave 14-90 .....	14-59
14.4.91	Opgave 14-91 .....	14-60
14.4.92	Opgave 14-92 .....	14-61
14.4.93	Opgave 14-93 .....	14-62
14.4.94	Opgave 14-94 .....	14-63
14.4.95	Opgave 14-95 .....	14-64
14.4.96	Opgave 14-96 .....	14-65
14.4.97	Opgave 14-97 .....	14-66
14.4.98	Opgave 14-98 .....	14-67
14.4.99	Opgave 14-99 .....	14-68
14.4.100	Opgave 14-100 .....	14-69
14.5	Uitwerkingen .....	14-70
14.5.51	Uitwerking van Opgave 14-51 .....	14-71
14.5.52	Uitwerking van Opgave 14-52 .....	14-72
14.5.53	Uitwerking van Opgave 14-53 .....	14-73
14.5.54	Uitwerking van Opgave 14-54 .....	14-74
14.5.55	Uitwerking van Opgave 14-55 .....	14-75
14.5.56	Uitwerking van Opgave 14-56 .....	14-76
14.5.57	Uitwerking van Opgave 14-57 .....	14-77
14.5.58	Uitwerking van Opgave 14-58 .....	14-78
14.5.59	Uitwerking van Opgave 14-59 .....	14-79
14.5.60	Uitwerking van Opgave 14-60 .....	14-80
14.5.61	Uitwerking van Opgave 14-61 .....	14-81
14.5.62	Uitwerking van Opgave 14-62 .....	14-82
14.5.63	Uitwerking van Opgave 14-63 .....	14-83



14.5.64	Uitwerking van Opgave 14-64.....	14-84
14.5.65	Uitwerking van Opgave 14-65.....	14-85
14.5.66	Uitwerking van Opgave 14-66.....	14-86
14.5.67	Uitwerking van Opgave 14-67.....	14-87
14.5.68	Uitwerking van Opgave 14-68.....	14-88
14.5.69	Uitwerking van Opgave 14-69.....	14-89
14.5.70	Uitwerking van Opgave 14-70.....	14-90
14.5.71	Uitwerking van Opgave 14-71.....	14-91
14.5.72	Uitwerking van Opgave 14-72.....	14-92
14.5.73	Uitwerking van Opgave 14-73.....	14-93
14.5.74	Uitwerking van Opgave 14-74.....	14-94
14.5.75	Uitwerking van Opgave 14-75.....	14-95
14.5.76	Uitwerking van Opgave 14-76.....	14-96
14.5.77	Uitwerking van Opgave 14-77.....	14-97
14.5.78	Uitwerking van Opgave 14-78.....	14-98
14.5.79	Uitwerking van Opgave 14-79.....	14-99
14.5.80	Uitwerking van Opgave 14-80.....	14-100
14.5.81	Uitwerking van Opgave 14-81.....	14-101
14.5.82	Uitwerking van Opgave 14-82.....	14-102
14.5.83	Uitwerking van Opgave 14-83.....	14-103
14.5.84	Uitwerking van Opgave 14-84.....	14-104
14.5.85	Uitwerking van Opgave 14-85.....	14-105
14.5.86	Uitwerking van Opgave 14-86.....	14-106
14.5.87	Uitwerking van Opgave 14-87.....	14-107
14.5.88	Uitwerking van Opgave 14-88.....	14-108
14.5.89	Uitwerking van Opgave 14-89.....	14-109
14.5.90	Uitwerking van Opgave 14-90.....	14-110
14.5.91	Uitwerking van Opgave 14-91.....	14-111
14.5.92	Uitwerking van Opgave 14-92.....	14-112
14.5.93	Uitwerking van Opgave 14-93.....	14-113
14.5.94	Uitwerking van Opgave 14-94.....	14-114



14.5.95	Uitwerking van Opgave 14-95.....	14-115
14.5.96	Uitwerking van Opgave 14-96.....	14-116
14.5.97	Uitwerking van Opgave 14-97.....	14-117
14.5.98	Uitwerking van Opgave 14-98.....	14-118
14.5.99	Uitwerking van Opgave 14-99.....	14-119
14.5.100	Uitwerking van Opgave 14-100.....	14-120



## 14 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 14, deel B (51-100)

### 14.1 Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?


De voornaamste functie van deze bundel is dat je de kennis die je in cursushoofdstuk 14 hebt opgedaan, kunt toetsen aan echte examenvragen. Het is daarom een vorm van examentraining.

Het is niet de bedoeling, maar ook niet verboden, om te proberen het examen te halen door je enkel te trainen met examenvragen. Er bestaan mensen die op die manier het examen hebben gehaald. Bedenk dat sinds begin 2000 ongeveer 1400 examenvragen zijn gesteld. Die weg is daarom tijdrovend en de slagingskans niet groot. Bedenk ook dat examenvragen die op elkaar lijken, vaak niet precies gelijk zijn en dat de antwoorden op meerkeuzevragen niet altijd in dezelfde volgorde staan of precies gelijk zijn aan hun voorgangers. Of snappen sommigen de stof geleidelijk aan toch als ze maar heel veel examenvragen maken? Wie het weet, mag het zeggen.

Wel verwachten de schrijvers dat de opgedane kennis door het bestuderen en maken van de vragen scherper in je hoofd wordt geprent dan zonder examentraining. Want training is het natuurlijk wel.

Advies: maak in elk geval eerst de opgaven die in de tekst van het eigenlijke leerhoofdstuk staan, loop daarna de verkorte versie nog een keer door om te zien of alles bekend is en begin pas daarna aan de examenvragen in deze bundel.

De opgaven zitten in twee paragrafen. De eerste geeft alleen de opgaven. Zo kun je die maken zonder ongewild het antwoord toch te zien. Een gele pijl in een blauw veld aan het eind van elke opgave brengt je naar de uitwerking. Deze:

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

De uitwerking begint met de opgave en met het goede antwoord **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, soms gevolgd door een of meer opmerkingen. De uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het is niet ongewoon dat je via een andere weg ook tot een goed antwoord komt. Leg dan beide antwoorden naast elkaar en vergelijk.

Bij veel opgaven begint de uitwerking met een korte analyse. Tenslotte is de eerste vraag die een examenkandidaat zich bij elke examenvraag moet stellen er één van “hoe zit dit precies in elkaar?”. Kort gezegd: begrijp wat je doet.


Aan het eind van een uitwerking kun je via een rode pijl in een blauw veld terug naar de opgave.

Dat is deze:



Terug naar de opgave

Via eenzelfde pijl, maar dan groen, kom je vanaf de uitwerking bij de volgende opgave. Dat is deze:

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt elke cursist aan, de opgaven te maken langs de route van de pijlen. Dan weet je zeker dat je niets overslaat. Noteer het nummer van de laatst bekeken opgave als je stopt om wat anders te doen. Via de inhoudsopgave kun je er met één muisklik weer naartoe. Voor wie alleen geïnteresseerd is in de uitwerkingen: je kunt alle uitwerkingen ook achter elkaar doorlezen in paragraaf 14.5.

## 14.2 Enkele opmerkingen

Wegens het grote aantal beschikbare examenopgaven is de bundel bij hoofdstuk 14 gesplitst in deel A, B, C, D en E. De delen A-D bevatten er elk 50, deel E heeft er 44. Dit is deel B met 50 opgaven.

Bij elke opgave is vermeld, in welke examens deze is voorgekomen. Voorbeeld: F-examen mei 2011 (1). De opgave is dan onderdeel geweest van het eerste examen in mei 2011. Gaat het om het tweede examen, dan staat er (2) in plaats van (1). Als er in een maand maar één examen is geweest, is er geen aanduiding (1) of (2). Soms staat er in plaats daarvan een volledige datum. Vóór het jaar 2008, waren er maar twee examens per jaar, het voorjaars- en najaarsexamen.

Het kan zijn dat een opgave jarenlang niet meer is gebruikt en plotseling, bijvoorbeeld 10 jaar of nog meer later, weer opduikt. Denk dus niet dat een opgave die 15 jaar geleden voor het laatst in een examen zat, nu niet meer zal voorkomen. Maar een opgave die vaak voorkomt, zal een grotere kans hebben om weer op te duiken dan één die maar één of twee keer is voorgekomen.

Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Normaal is dat een overzicht van vergelijkingen (“formules”) met soms wat handigheidjes. In dit geval overheersen de beschrijvende teksten. We raden aan, het formularium eerst door te nemen.

## 14.3 Formularium

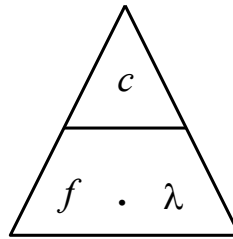
### 14.3.1 Elektromagnetisch veld

Radiogolven zijn een wisselend elektromagnetisch veld (EM-veld). Een EM-veld bestaat uit een elektrisch en een magnetisch veld met gelijke frequentie en golflengte. De golven in het elektrisch en het magnetisch deel staan loodrecht op elkaar. Het elektrische deel houdt verband met spanning, het magnetische met stroom. De elektrische veldsterkte wordt uitgedrukt in V/m, de magnetische in A/m.

### 14.3.2 Voortplantingssnelheid, frequentie en golflengte

De voortplantingssnelheid van EM-golven in vacuüm is gelijk aan de lichtsnelheid (ook licht is EM-straling), afgerond 300 000 km/s, symbool  $c$ , niet te verwarren met de hoofdletter  $C$  voor capaciteit. In lucht is de snelheid nauwelijks kleiner dan in vacuüm; in de radiopraktijk wordt het verschil verwaarloosd. Het verband tussen snelheid  $c$ , golflengte  $\lambda$  en frequentie  $f$  luidt:  $c = f \lambda$ .

Het kan ook in de vorm van de driehoek die we eerder gebruikten bij de wet van Ohm:

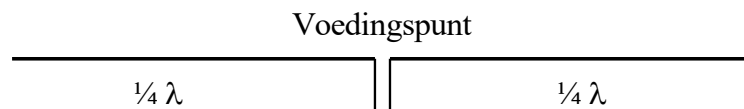


### 14.3.3 Verkortingsfactor

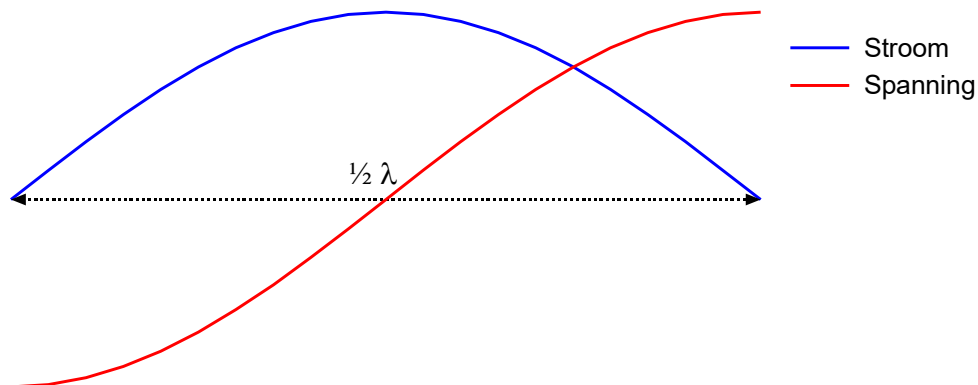
De snelheid waarmee een EM-golf een geleidende draad doorloopt, is ongeveer 0,96x de lichtsnelheid. Die 0,96 heet de *verkortingsfactor*. De golflengte in zo'n draad is de verkortingsfactor maal de lichtsnelheid in lucht of vacuüm. In transmissielijnen kan de verkortingsfactor aanzienlijk kleiner zijn.

### 14.3.4 Antennes-1. De halve-golf-dipoolantenne met middenaansluiting

Door het uiteinde van een geleidende draad of staaf loopt geen stroom. Een halve-golfdipool met middenaansluiting heeft twee van die uiteinden. Hij bestaat uit twee helften van  $\frac{1}{4}\lambda$  met het voedingspunt in het midden.



Op de uiteinden zijn de spanningen maximaal en tegengesteld; op het voedingspunt in het midden is de stroom maximaal (grafiek hieronder).



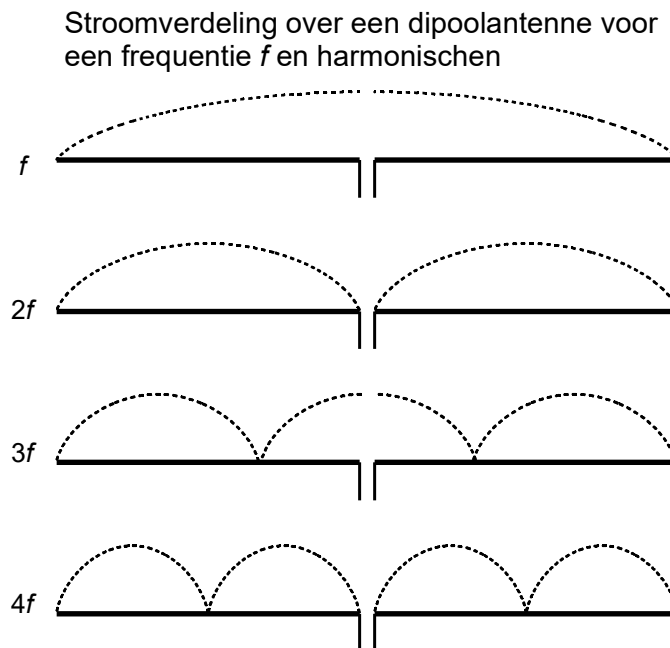
Een uiteinde is daarom (zeer) hoogohmig (niet oneindig omdat een uiteinde ook capaciteit heeft). Een kwart golflengte daarvandaan is de lijn laagohmig. Je kunt ook zeggen dat een

stuk lijn van een kwart golflengte de impedantie omzet van hoog- naar laagohmig of omgekeerd.

### 14.3.5 Antennes-2. De dipool en harmonischen van zijn resonantiefrequentie.

Een halvegolf dipool resonanceert niet alleen op de frequentie van de bijbehorende halve golf, maar ook op de harmonischen ervan.

De figuur hieronder toont diagrammen van de stroomverdeling over een dipool voor de grondfrequentie en zijn tweede, derde en vierde harmonische.

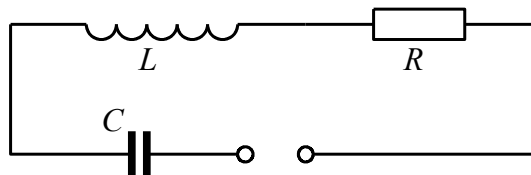


Op het aansluitpunt is de antenne afwisselend laagohmig (stroom maximaal) voor de oneven en hoogohmig (spanning maximaal) voor de even harmonischen.

Dat de frequenties van de klassieke amateurbanden op de korte golf (160 m, 80 m, 40 m, 20 m, 15 m en 10 m) vrijwel harmonischen zijn, is dan ook geen toeval. Met een antenne voor één band kun je met enig kunst- en vliegwerk alle hogere banden aan.

### 14.3.6 Een te korte of te lange antenne, stralings- en verliesweerstand.

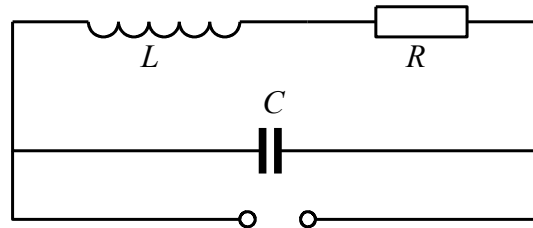
Het vervangingschema van een antenne is dat van een afgestemde kring. Dat van een in het midden gevoede halvegolf dipool ziet eruit als in het schema hieronder.



Bij resonantie vallen de reactanties van spoel en condensator tegen elkaar weg en blijft  $R$  over.  $R$  is de som van stralingsweerstand en verliesweerstand.

Is de aangeboden frequentie kleiner dan de resonantiefrequentie, dan is de spanning over  $C$  groter dan die over  $L$ . De antenne reageert als weerstand in serie met een condensator, ofwel *capacitief*. Ligt de aangeboden frequentie boven de resonantiefrequentie, dan is de antenne *inductief*.

Bij een helegolf-dipool is alles andersom. Die is bij resonantie hoogohmig op zijn middenaansluiting. Het vervangingscircuit is een parallelkring. Zie figuur.



Bij een frequentie hoger of lager dan de resonantiefrequentie ga je uit van de grootste stroom, niet van de hoogste spanning. Bij een frequentie kleiner dan de resonantiefrequentie: grootste stroom door  $L$ , dus inductief. Frequentie groter dan de resonantiefrequentie  $\rightarrow$  grootste stroom door  $C \rightarrow$  *capacitief*. Het omgekeerde van de middengevoede halvegolf halvegolf-dipool: de eindgevoerde halvegolf-dipool.

### 14.3.7 Transmissielijnen: belangrijkste eigenschappen

De verbindingslijn tussen een zender en een antenne is een transmissielijn. De verbindingslijn tussen een antenne en een ontvanger bij voorkeur ook. Bij een zendontvanger (*transceiver*) delen zender en ontvanger transmissielijn en antenne.

Een goede transmissielijn verliest onderweg zo min mogelijk energie via een EM-veld of anderszins en geeft een zo groot mogelijke overdracht van vermogen tussen bron en bestemming.

Een transmissielijn heeft een  *karakteristieke impedantie*. De vermogensoverdracht is het grootst als de karakteristieke impedantie gelijk is aan de impedantie van de zenderuitgang en die van de antenne.

### 14.3.8 Transmissielijnen: soorten

Er zijn drie hoofdsoorten: symmetrisch of “open”, asymmetrisch of “gesloten” en de golfgeleider of golfpijp.

#### De open transmissielijn

Is symmetrisch en bestaat uit twee evenwijdige draden. Het EM-veld van de ene draad is tegengesteld aan dat van het andere. Beide velden zouden elkaar opheffen als beide draden zouden samenvallen. In de praktijk geeft dat kortsluiting. Beide lijnen zijn daarom evenwijdig met korte afstand (centimeters). Er lekt dus altijd een beetje EM-veld weg.

Een open transmissielijn sluit door zijn symmetrie eenvoudig aan op een symmetrische antenne. Eén draad aan de ene antennehelft, de andere draad aan de andere helft.

De open transmissielijn “zweeft” elektrisch gezien. Hij heeft geen aarde- of massa-aansluiting. Spanning en stroom in beide draden zijn tegengesteld. De verkortingsfactor wijkt weinig af van die van een enkele draad. Vooral geschikt voor HF. Daar is de onderlinge afstand tussen beide geleiders verwaarloosbaar klein ten opzichte van de golflengte.

### **Gesloten transmissielijn (coax)**

De opbouw is asymmetrisch. De binnengeleider wordt omsloten door isolatiemateriaal en de buitengeleider die meestal toepasselijk wordt aangeduid met de term *mantel*. De mantel is gelijktijdig de tegengestelde geleider en aarde/massa. De verkortingsfactor kan veel lager zijn dan bij open transmissielijn: 0,6 of hoger. De waarde is vooral afhankelijk van de dikte van de isolatie en het soort materiaal. Hoe meer lucht erin zit, hoe dichter de waarde bij 1 komt. Geschikt voor alle frequenties waarvoor symmetrische lijn geschikt is en daarboven tot enkele GHz.

### **Golfgeleider (golfpijp)**

Buisvormig. Vierkant, rechthoekig of rond. Wordt gebruikt vanaf ongeveer 3 GHz, waar coax te veel verlies geeft. Geschikt voor golflengten die kleiner zijn dan of gelijk aan twee pijpbreedtes, of bij ronde pijp: diameters.

## **14.3.9 Transmissielijn als afgestemde kring**

### **Gebruik van de verkortingsfactor**

We hebben het hier over transmissielijnen waarvan de lengte is gegeven in golflengten. In die golflengten is of wordt de verkortingsfactor van de lijn verwerkt. Dat geldt in de eerste plaats coaxiale leidingen, omdat daarin de verkortingsfactor sterk van 1 kan afwijken.

Denk aan getallen tussen 0,6 en 0,8; 0,66 komt veel voor.

Bij symmetrische (open) leidingen wordt vaak niet met een verkortingsfactor gerekend, omdat die bij dit soort leidingen vlak bij 1 ligt.

### **De term *stub***

Een stuk leiding van een bepaalde lengte die een transformatiefunctie heeft, wordt vaak aangeduid met de term “stub”, bijvoorbeeld “een kwartgolf stub”.

### **De kwartgolf leiding (kwartgolf stub)**

Een kwartgolf stub **die aan één kant is kortgesloten**, gedraagt zich aan de andere kant als zeer hoge impedantie voor de betreffende frequentie, **dus als een parallelkring**. Voor **hogere frequenties** is het gedrag **capacitief**, voor **lagere frequenties inductief**.

Een kwartgolf stub **die aan één kant open is**, gedraagt zich aan de andere kant als lage impedantie voor de betreffende frequentie, **dus als een seriekring**. Voor **hogere frequenties** is het gedrag **inductief**, voor lagere frequenties **capacitief**, dus net andersom als bij de kortgesloten stub.

Hetzelfde gedrag doet zich voor bij antennes; zie bijvoorbeeld de middengevoede halvegolf-dipool die uit twee kwartgolfstukken bestaat: hoogohmig op de uiteinden, laagohmig in het midden.

### De halvegolf leiding (halvegolf stub)

Een halvegolf leiding heeft aan beide kanten dezelfde impedantie. Zet op één kant een willekeurige impedantie en de andere kant heeft dezelfde impedantie. De karakteristieke impedantie van de kabel, waarvan de stub is gemaakt, doet er niet toe. Wel is het signaal in een halvegolf stub aan de uitgang in tegenfase met dat op de ingang.

#### 14.3.10 De kwartgolf impedantietransformator

Een kwartgolf stub die aan één eind is kortgesloten, transformeert deze zeer lage impedantie tot een zeer hoge impedantie aan het andere eind. Omgekeerd leidt een zeer hoge impedantie (open einde) tot een zeer lage aan het andere eind.

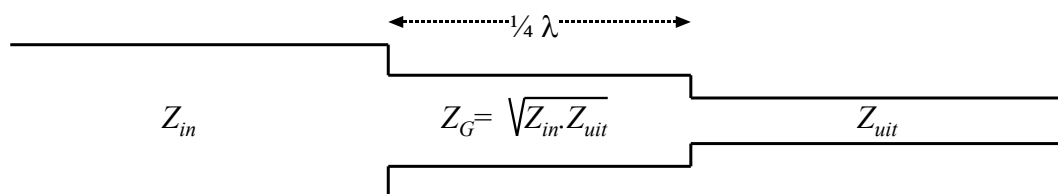
Het kan ook minder extreem. Daarbij moet rekening worden gehouden met de karakteristieke impedantie van de kabel, waarvan de stub is gemaakt. Voorbeeld: een kwartgolf stub met een karakteristieke impedantie van 70 ohm die aan één eind is verbonden met een coax-kabel met een karakteristieke impedantie van 50 ohm, heeft aan zijn andere eind een impedantie van bijna 100 ohm. Als we de karakteristieke impedantie van de stub  $Z_G$  noemen en die van de aan één kant gekoppelde kabel  $Z_{in}$ , dan vinden we aan de andere kant van de stub  $Z_{uit}$  volgens

$$Z_G^2 = Z_{in} \cdot Z_{uit}$$

Of (wat hetzelfde is):

$$Z_G = \sqrt{Z_{in} \cdot Z_{uit}}$$

Het plaatje uit de cursustekst laat het zien:



De vergelijking kan anders worden geschreven (voor sommigen wat gemakkelijker?):

$$Z_{in} : Z_G = Z_G : Z_{uit}$$

En in woorden: **als je  $Z_{in}$  moet vermenigvuldigen met een getal  $a$  om  $Z_G$  te krijgen, moet je  $Z_G$  met datzelfde getal  $a$  vermenigvuldigen om  $Z_{uit}$  te krijgen.**

### De driekwart golf stub

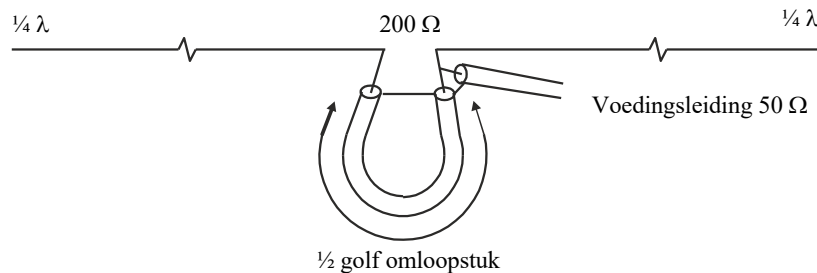
De driekwart golf stub is te zien als een kwartgolf en een halvegolf stub in serie. Die laatste vertoont aan beide uiteinden dezelfde impedantie, maar keert de fase om. Gevolg: impedantie-omzetting in de kwartgolf stub èn fase-omkering in de halvegolf stub.

### 14.3.11 Hoe werkt het met een symmetrische leiding in plaats van coax?

Alles werkt net zo. Gebruik alleen symmetrisch en asymmetrisch niet door elkaar zonder balun ertussen (zie volgende kopje).

### 14.3.12 De balun

Een balun zet een signaal om van symmetrisch (open lijn) naar asymmetrisch (coax) of omgekeerd. Dit laatste komt het meest voor. Hij voert tegelijk een impedantiëtransformatie uit. 1:1 is algemeen, evenals 1:4 (zie figuur uit de cursustekst hieronder).



Baluns hoeven niet uit coax te bestaan, maar kunnen ook gewikkeld worden. Daarvoor worden meestal ringkernen gebruikt omdat de verliezen beperkt zijn.

### 14.3.13 Staandegolfverhouding (SWR)

Een oneindig lange transmissielijn doet zich voor hoogfrequente spanning voor als een weerstand. Aangeboden vermogen wordt opgenomen volgens  $P = u^2/R$ . Die weerstand wordt aangeduid als  *karakteristieke impedantie*  van de lijn. Een transmissielijn die aan één kant wordt afgesloten met een weerstand ter grootte van zijn karakteristieke impedantie, doet zich vanaf de andere kant voor als een oneindig lange lijn. De golf in de lijn is een  *lopende golf* :

Heeft een lijn een open (niet afgesloten) uiteinde (weerstand oneindig), dan wordt het vermogen dat er aan de ene kant ingaat, aan het einde gereflecteerd (weerkaatst), want het kan nergens anders naar toe. Er ontstaat dan een  *staande golf* : spannings- en stroommaxima en -minima blijven op dezelfde plek. Hetzelfde geldt voor een lijn die aan het uiteinde wordt kortgesloten (weerstand = 0).

Is de lijn afgesloten met een weerstand ongelijk aan de karakteristieke impedantie, dan wordt het aangeboden vermogen deels gereflecteerd. Dat leidt tot een mengvorm van lopende en staande golven. Hoe verder de weerstanden of impedanties uiteen liggen, des te groter wordt het gereflecteerde deel. De bijbehorende grootte is de staande-golfverhouding, afgekort SWR ( *Standing Wave Ratio* ) of  *s* . Voor  *s*  gelden twee vergelijkingen. De eerste is op basis van de spanningen  $u_F$  van de voorwaartse golf en  $u_R$  van de gereflecteerde:

$$s = \frac{u_F + u_R}{u_F - u_R}$$

De tweede vergelijking die op hetzelfde neerkomt, maar gemakkelijker toepasbaar is, is:

$$s = \frac{\text{hoogste impedantie}}{\text{laagste impedantie}} = \frac{Z_{max}}{Z_{min}}$$

#### 14.3.14 Staandegolfmeter (SWR-meter)

Een staandegolfmeter, in examenvragen vaak aangeduid met SGM, maar soms ook als SWR-meter, meet de staandegolfverhouding op de kabel naar de schakeling die met zijn uitgang is verbonden. Een SWR-meter is gemaakt voor een bepaalde impedantie, in de amateurpraktijk  $50 \Omega$ . Op de SWR-meter is de verhouding daarvan en de impedantie die hij aan zijn uitgang “ziet”, af te lezen (vergelijking hierboven).

Met behulp van een antennetuner (*ATU, antenne-aanpassingseenheid, tuner*) is de aanpassing tussen zenderuitgang en kabel plus antenne in te stellen. Vrijwel alle tuners hebben een ingebouwde SWR-meter. Meestal gebeurt dat instellen vrijwel meteen na de zenderuitgang, maar eigenlijk hoort de aanpassing van de voedingslijn aan de antenne tussen voedingslijn en antenne, dus in de mast, plaats te vinden. Dat stuit vrijwel altijd op praktische bezwaren.

#### 14.3.15 Zichtafstand tussen antennes

Zonder allerlei atmosferische effecten zouden de meeste radioverbindingen beperkt blijven tot **zichtverbindingen**. Door de kromming van het aardoppervlak hangt die afstand af van de antennehoogte  $h$ . Voor de afstand  $d$  tot de zichthorizon kennen we de vergelijking

$$d \approx 3,57\sqrt{h}$$

**Let op: hier is  $h$  in m en  $d$  in km!**

Voor twee stations (1 en 2) wordt de maximale zichtafstand tussen de antennes de som van beide:

$$d_1 + d_2 \approx 3,57(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

Ook hier beide  $d$  in km en beide  $h$  in m.

**Een vuistregel:** rond 3,57 af op 4. Dit geeft een iets te hoge uitkomst.

**Een andere vuistregel:** een antenne van 10 m hoog “ziet” de horizon op 10 km afstand. Antenne  $n$  keer zo hoog betekent afstand tot de zichthorizon  $\sqrt{n}$  keer zo ver. Dit geeft een iets te lage uitkomst.

De iets te hoge of iets te lage uitkomsten maken op het examen weinig uit. De meerkeuze-antwoorden liggen zover uiteen dat het vinden van het juiste antwoord met behulp van de uitkomst van één van de vuistregels niet moeilijk is. Soms zijn meerkeuze-antwoorden er zelfs mee berekend.

Op VHF en UHF bereken je hiermee de niet de werkelijke maximale afstand van een verbinding. Op VHF/UHF en hoger treedt in de atmosfeer verstrooiing (*scatter*) op en wordt de golf door het naar boven toe ijler worden van de lucht iets afgebogen, waardoor de echte overbrugbare afstand groter is.

#### 14.3.16 Afstraling van een antenne: directe golf, grondgolf en ruimtegolf

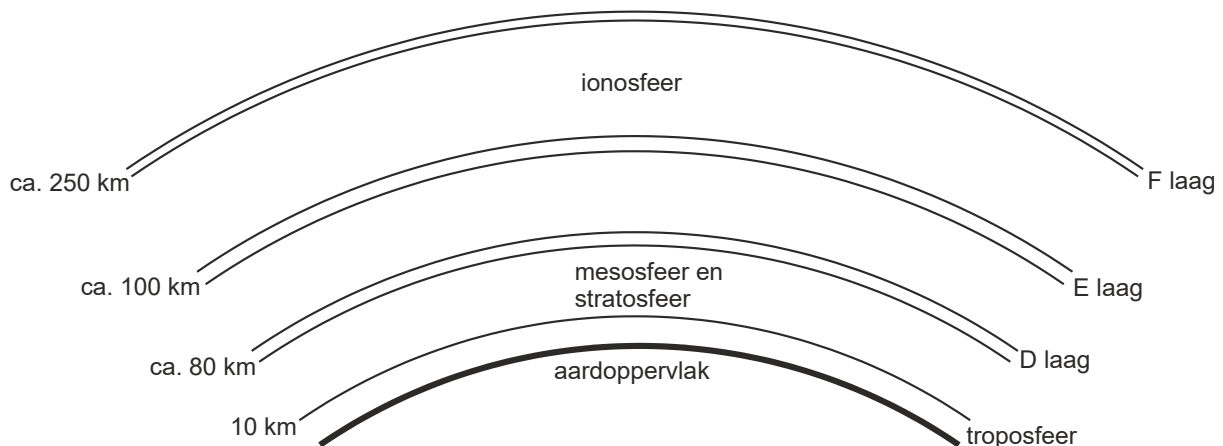
**Directe golf:** radiogolven die rechtstreeks van zend- naar ontvangstantenne gaan, eventueel geholpen door verstrooiing (*scatter*).

**Grondgolf:** heet ook *bodemgolf* en plant zich voort langs het aardoppervlak. Het bereik ervan is groter, naarmate de frequentie lager ligt. De golf volgt de kromming van de aarde. De verliezen in de aarde zijn groot; daarom zijn grote vermogens nodig voor een groot bereik.

**Ruimtegolf:** verdwijnt niet altijd de ruimte in, maar kan worden teruggebogen door reflecterende lagen in de atmosfeer.

#### 14.3.17 De atmosfeer: de lagen en hun rol bij de propagatie van radiogolven

De figuur hieronder geeft de verschillende lagen van de atmosfeer.



De onderste laag heet *troposfeer* en is op onze breedte ongeveer 10 km dik (16-18 km bij de evenaar, circa 6 km bij de polen).

De propagatie van radiogolven speelt zich op VHF en hogere frequenties voornamelijk af in de troposfeer. Bij *temperatuurinversies*, een warme luchtlaag op een koudere, kan op VHF/UHF reflectie optreden die verbindingen over honderden km mogelijk maakt.

De *stratosfeer* is niet van belang voor propagatie. EM-golven blijven er rechtdoor gaan. De laag komt voor in foute antwoorden bij multiple-choice examenvragen. Als wordt gezegd dat op EM-gebied in de stratosfeer weinig gebeurt, is dat juist. In de mesosfeer is het niet anders: er gebeurt op EM-gebied weinig tot niets.

De *D-laag* is de onderste laag van de ionosfeer op ongeveer 80 km hoogte. Hij is overdag geïoniseerd en absorbeert EM-golven meer dan dat hij ze reflecteert. Absorptie treedt



vooral op bij frequenties kleiner dan 2 MHz. Het gaat vooral om de lange- en middengolf en het minst hoogfrequente deel van de korte golf, zoals de 80-meterband. Daardoor is op die frequenties het bereik overdag niet groot, maar na zonsondergang wel, want dan verdwijnt de D-laag en doet de E-laag dienst als reflector.

De *E-laag* bevindt zich op ongeveer 100-125 km hoogte. De laag reflecteert EM-golven wel en kan overdag zelfs op VHF plotseling als reflector optreden. Dat laatste gebeurt vooral bij hoge zonneactiviteit en overdag, maar de voorspelbaarheid is gering. De naam: *sporadische E-reflectie*.

De *F-laag* ligt 's nachts op circa 250 km hoogte en wordt overdag onder invloed van de zon gesplitst in de F1-laag (circa 225 km hoog) en de F2-laag (circa 400 km hoog). Voor lange-afstandswerk (DX) is het de belangrijkste atmosferische laag.

#### 14.3.18 Single hop, multihop, fading

Radiogolven kunnen door een reflecterende laag in de atmosfeer éénmaal weerkaatst worden maar ook meermaals. Tussendoor kan een reflectie tegen het aardoppervlak optreden. Een verbinding met één reflectie heet *single hop*. Eén met meerdere reflecties heet *multihop*.

Het kan allemaal nog wel ingewikkelder, bijvoorbeeld met twee of meer achtereenvolgende reflecties tegen ionosferische lagen. Een signaal dat door een antenne wordt opgepikt kan daardoor meerdere *paden* hebben gevolgd. Gevolg: wisselende faseverschillen bij ontvangst en daaraan gekoppeld wisselende signaalsterkten, *fading* geheten. Fading heeft geen vaste snelheid doordat de veranderingen van padlengte traag of snel kunnen zijn. Zijn de radiosignalen in fase, dan betekent dat versterking, tegenfase betekent verzwakking. Fading kan daardoor verschillend van sterkte zijn. Bij sterke fading zijn de twee signalen ongeveer even sterk; bij zwakkere fading zijn ze verschillend van sterkte.

*Selectieve fading* kan optreden bij bijvoorbeeld AM. Dan wordt de ene zijband meer verzwakt/versterkt dan de andere. Dat kan oorzaak zijn van vervorming.

#### 14.3.19 Kritische frequente, Maximum Usable Frequency (MUF)

De kritische frequentie is de frequentie waarbij een verticaal uitgezonden golf nog net door de ionosfeer wordt gereflecteerd. Hogere frequenties die verticaal worden uitgezonden, worden doorgelaten en verdwijnen het heelal in.

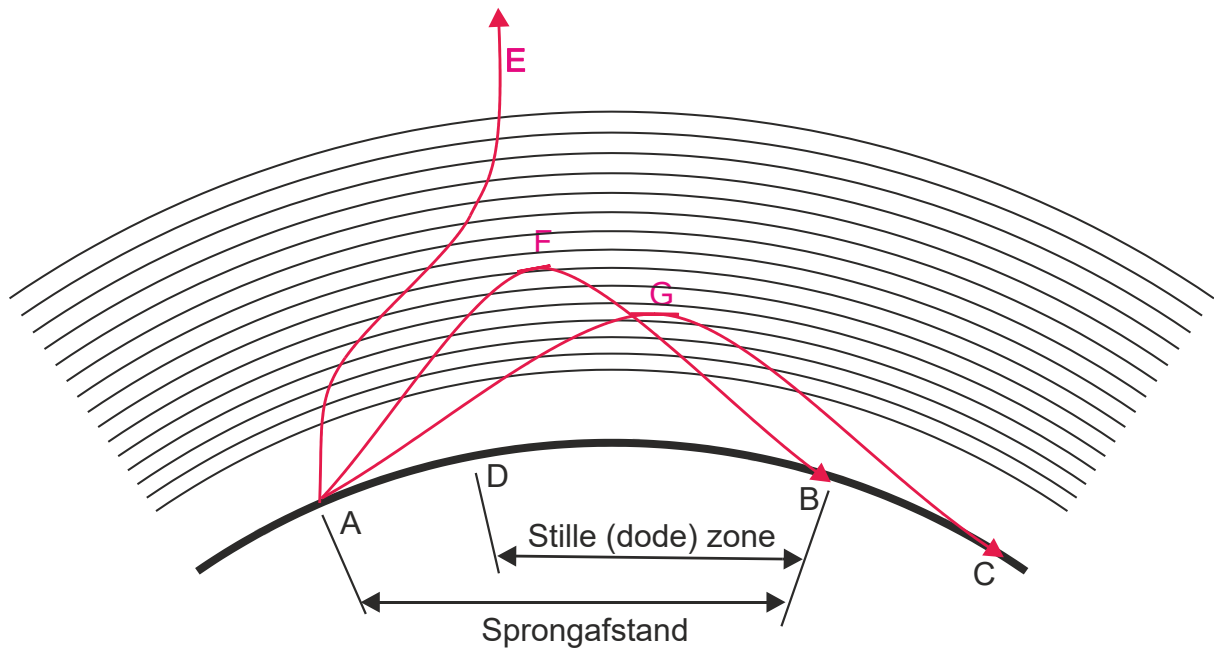
Bij de hoogste bruikbare frequentie (*Maximum Usable Frequency, MUF*) voor een verbinding wordt de uitgezonden golf nog net zodanig gereflecteerd dat hij bij het ontvangststation het aardoppervlak bereikt. De MUF ligt boven de kritische frequentie.

De hoogste bruikbare frequentie (*Maximum Usable Frequency, MUF*) voor een verbinding wordt nog net zodanig gereflecteerd dat hij bij het bedoelde ontvangststation het aardoppervlak bereikt.

### 14.3.20 Sprongafstand (skip distance) en dode (stille) zone

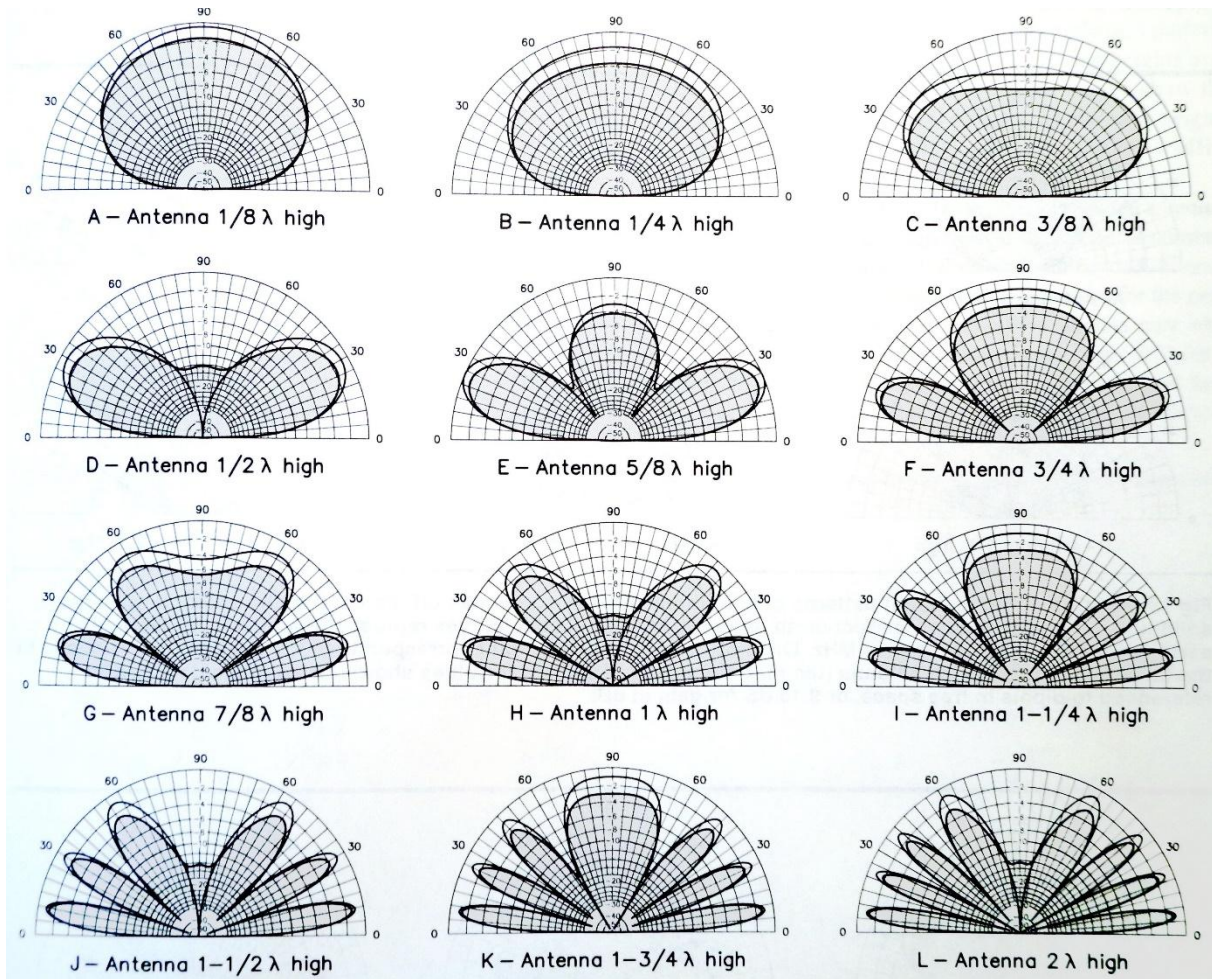
De *sprongafstand* of *skip distance* is de afstand over het aardoppervlak tussen de zendantenne die een ruimtegolf uitzendt en het punt waarop die golf het aardoppervlak weer bereikt. In de figuur hieronder is dat de afstand AB waarover golf F weer op aarde belandt.

De uit punt A uitgezonden grondgolf houdt bij punt D op, waarneembaar te zijn. De afstand tussen de punten D en B heet de *stille* of *dode zone* (*dead zone*).



### 14.3.21 Antennehoogte en afstralingshoek: de horizontale halvegolf-dipool

De volgende figuur uit het ARRL Antenna Book (2002) toont de stralingdiagrammen van een horizontaal geplaatste halvegolf-dipool in afhankelijkheid van de hoogte boven het aardoppervlak (in golflengten  $\lambda$ ). De buitenste kromme geeft de situatie bij ideale geleidende grond (die niet bestaat), de binnenste die met een gemiddelde bodemgesteldheid.



Het patroon van de opstraling hangt af van de antennehoogte, gemeten in golflengten. Een hoogte van een halve golflengte werkt meestal goed. Tot en met de 20-meterband, is dat vaak wel te realiseren; voor 40 m en hoger, zeker in een stadsomgeving, hoogst zelden.

#### 14.3.22 Antennehoogte en afstralingshoek: de groundplane

Voor een kwartgolf groundplane met vier radialen zien vergelijkbare diagrammen er anders uit (zie diagrammen hierna). Ze zijn horizontaler, vooral bij een lage opstellingshoogte. Met een groundplane op geringe hoogte zijn daardoor vaak op HF al leuke resultaten te boeken, al zijn de verliezen door de nabijheid van het aardoppervlak wel groter dan bij een horizontale antenne. De diagrammen komen net als die hierboven uit het ARRL Antenna Book (2002).

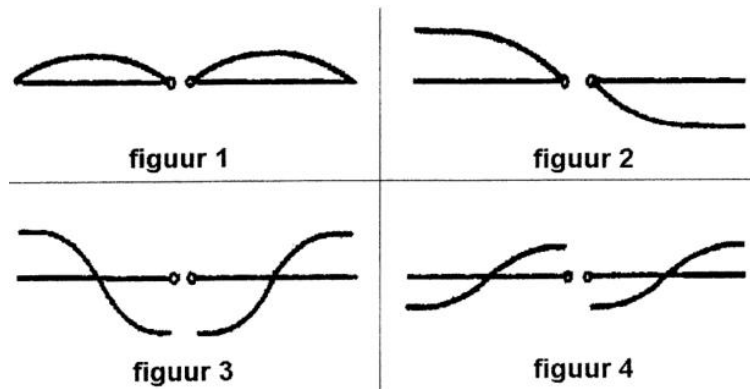


## 14.4 Opgaven

**14.4.51 Opgave 14-51**

Een zendantenne wordt in het midden gevoed. Welke figuur geeft de juiste stroomverdeling?

- A. Figuur 1
- B. Figuur 2
- C. Figuur 3
- D. Figuur 4



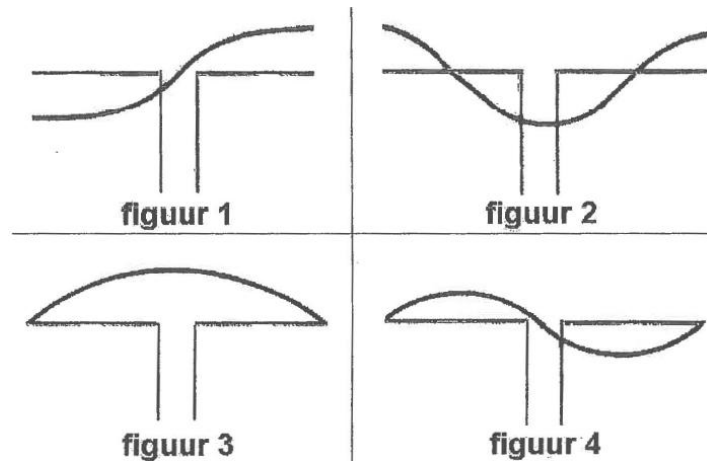
(F-examen mei 2017 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




**14.4.52 Opgave 14-52**

Een halvegolf dipool wordt in het midden gevoed. De stroomverdeling over de dipool is weergegeven in:



- A. Figuur 4
- B. Figuur 2
- C. Figuur 1
- D. Figuur 3

(F-examen juli 2010, juni 2011, augustus 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.53 Opgave 14-53

De resonantiefrequentie van een antenne wordt verhoogd door:

- A. De opstelhoogte van het stralende element te verkleinen
- B. Het stralende element te verkorten
- C. Een aardvlak aan te brengen
- D. Het stralende element te verlengen

(F-examen najaar 2000, oktober 2008, februari 2010 (2), februari 2011, augustus 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



#### 14.4.54 Opgave 14-54

Als het stralende deel van een antenne langer wordt gemaakt, dan zal zijn resonantiefrequentie:

- A. Geheel verdwijnen
- B. Hoger worden
- C. Gelijk blijven
- D. Lager worden

(F-examen juni 2009)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 14.4.55 Opgave 14-55

Een open halvegolf-dipool in de vrije ruimte heeft in het midden een impedantie van ongeveer

- A.  $600 \Omega$
- B.  $72 \Omega$
- C.  $36 \Omega$
- D.  $240 \Omega$

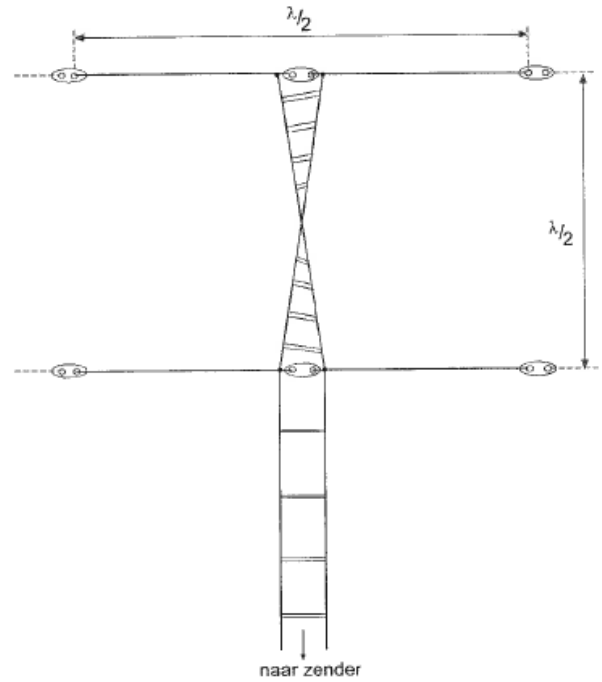
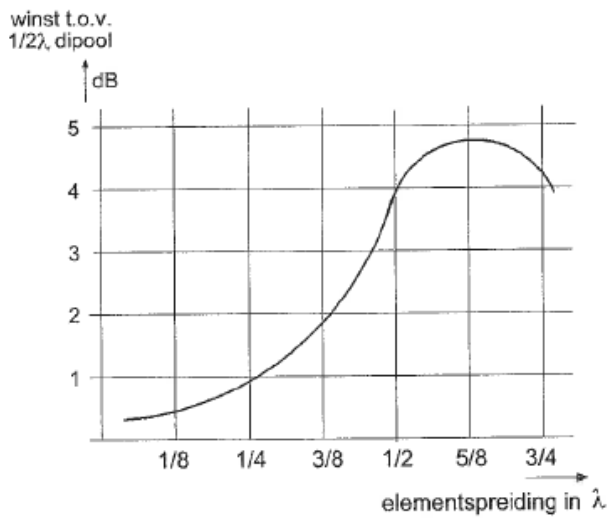
(F-examen najaar 2002, december 2008)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**14.4.56 Opgave 14-56**

Twee dipolen zijn via een open voedingslijn verbonden met een 14 MHz zender. Het zendvermogen is 100 W. De demping van de voedingslijn naar de zender is 1 dB. Het effectief uitgestraalde vermogen (ERP) bedraagt

- A. 200 W
- B. 400 W
- C. 50 W
- D. 100 W



(F-examen januari 2010, september 2010 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.57 Opgave 14-57

Door het aanbrengen van seriespoelen in een dipoolantenne zal de

- A. Resonantiefrequentie hoger worden
- B. Opstraalhoek veranderen
- C. Resonantiefrequentie lager worden
- D. Resonantiefrequentie niet veranderen

)F-examen januari 2009, februari 2011, maart 2012, november 2015, mei 2018 (1), januari 2020.

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.58 Opgave 14-58

Een halvegolf -enkele- dipool wordt op dezelfde plaats vervangen door een halvegolf -gevouwen- dipool. In beide gevallen is het door de antenne uitgestraalde vermogen 100 watt op 14,1 MHz. Het op 1000 km afstand ontvangen signaal:

- A. Verandert niet
- B. Wordt zwakker
- C. Wordt sterker
- D. Wordt onneembaar

(F-examen voorjaar 2001, maart 2013, mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.59 Opgave 14-59

Een gevouwen dipool heeft ten opzichte van een open dipool

- A. Kleinere afmetingen
- B. Een sterker richteffect
- C. Een lagere aansluitimpedantie
- D. Een hogere aansluitimpedantie

(F-examen najaar 2004, november 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.60 Opgave 14-60

De ingangsimpedantie van een open halvegolf-dipoolantenne gedraagt zich beneden de resonantiefrequentie:

- A. Inductief
- B. Reëel en laagohmig
- C. Capacitief
- D. Reëel en hoogohmig

(F-examen voorjaar 2002, januari 2009, mei 2010 (2), januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




#### 14.4.61 Opgave 14-61

Een in het midden gevoede halvegolfantenne is in resonantie op 7 MHz. Bij gebruik van deze antenne op 14 MHz is de impedantie in het voedingspunt:

- A. Veel hoger
- B. Sterk capacitief
- C. Sterk inductief
- D. Veel lager

(F-examen voorjaar 2000, maart 2010, mei 2011 (2), mei 2012 (1), juni 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 14.4.62 Opgave 14-62

Stelling 1: de antennewinst van een gevouwen dipool is groter dan die van een enkele

Stelling 2: de antennewinst van een 12-elements Yagi-antenne is groter dan die van een 6-elements Yagi-antenne.

Wat is juist?

- A. Stelling 1 en 2
- B. Alleen stelling 1
- C. Alleen stelling 2
- D. Geen van beide stellingen

(F-examen voorjaar 2004)

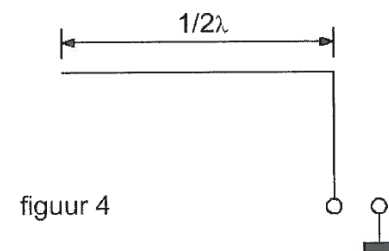
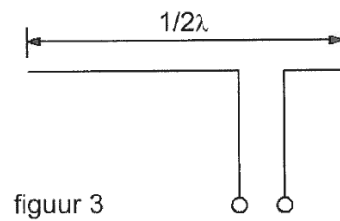
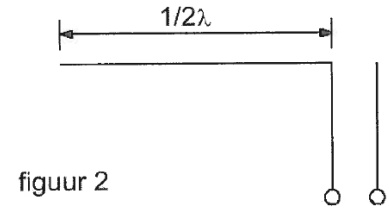
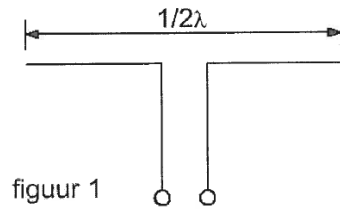
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




**14.4.63 Opgave 14-63**

Welke figuur stelt een eindgevoede halvegolfantenne voor?

- A. Figuur 2
- B. Figuur 3
- C. Figuur 1
- D. Figuur 4



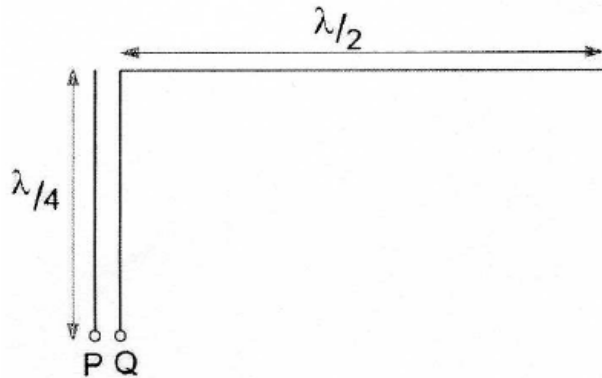
(F=examen mei 2010 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**14.4.64 Opgave 14-64**

Een halvegolf-antenne wordt aan het einde gevoed via een voedingslijn met een lengte van een kwart golf. De impedantie, gemeten tussen P en Q is:

- A. Nul
- B. Laag
- C. Oneindig
- D. Hoog



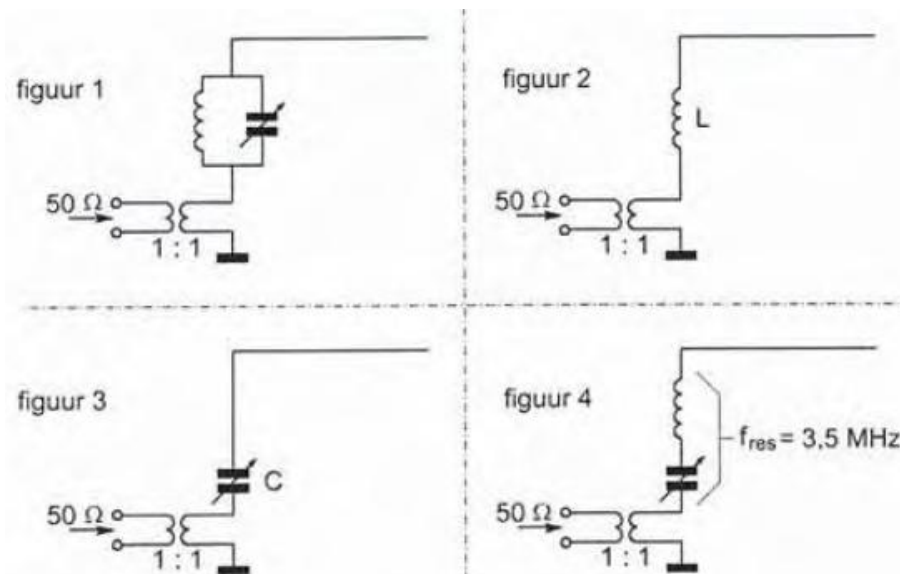
(F-examen najaar 2001, mei 2010 (1), november 2014 (2), mei 2015 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**14.4.65 Opgave 14-65**

Een zender, werkend op 3,5 MHz wordt aangesloten op een antenne, bestaande uit een draad met een lengte van 25 meter. Welke aankoppeling is het meest geschikt?

- A. Figuur 1
- B. Figuur 3
- C. Figuur 4
- D. Figuur 2



(F-examen voorjaar 2000, november 2012, september 2013 (1), mei 2015 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




#### 14.4.66 Opgave 14-66

Een halvegolf dipool voor 80 m hangt op 9 m hoogte. De elektromagnetische energie wordt hoofdzakelijk afgestraald

- A. Onder een opstraalhoek van ongeveer 45 graden
- B. In de lengterichting van de dipool
- C. Onder een opstraalhoek van ongeveer 15 graden
- D. Onder een opstraalhoek van ongeveer 90 graden

(F-examen februari 2010 (2), juni 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 14.4.67 Opgave 14-67

Stelling 1: het aan de voorzijde van een gevouwen dipool uitgezonden vermogen is groter dan het aan de achterzijde uitgezonden vermogen;

Stelling 2: de voor/achterverhouding van een gevouwen dipool is groter dan die van een Yagi -antenne.

Wat is juist:

- A. Stelling 1 en 2
- B. Geen van beide stellingen
- C. Alleen stelling 1
- D. Alleen stelling 2

(F-examen najaar 2002, april 2009)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 14.4.68 Opgave 14-68

Een eindgevoede antenne heeft een lengte van 20 m. De aansluitweerstand van de antenne is hoogohmig.

De resonantiefrequentie is ongeveer:

- A. 18,75 MHz
- B. 11,25 MHz
- C. 7,5 MHz
- D. 3,75 MHz

(F-examen voorjaar 2004)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.69 Opgave 14-69

Welke antenne heeft in het horizontale vlak een cirkelvormig stralingsdiagram?

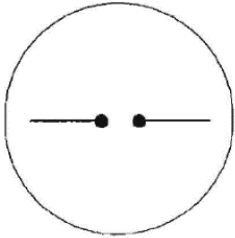
- A. Een horizontale antenne
- B. Een cubical quad
- C. Een Yagi-antenne
- D. Een groundplane

(F-examen september 2009 (2))

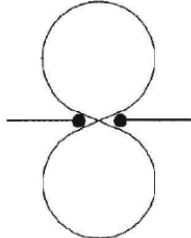
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**14.4.70 Opgave 14-70**

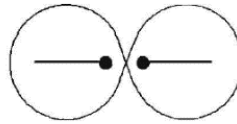
Welke figuur geeft het stralingsdiagram van een halvegolf dipoolantenne weer?



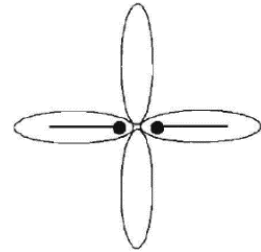
Figuur 1



Figuur 2




Figuur 3



Figuur 4

- A. Figuur 1
- B. Figuur 2
- C. Figuur 4
- D. Figuur 3

(F-examen september 2009 (1), september 2015, November 2016, maart 2018, maart 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.71 Opgave 14-71

De straling van een halvegolf dipool in de vrije ruimte is maximaal:

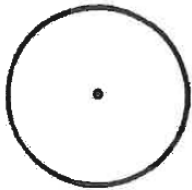
- A. In een richting loodrecht op de straler
- B. In de lengterichting van de straler
- C. Onder een hoek van  $30^\circ$  met de straler
- D. Onder een hoek van  $45^\circ$  met de straler

(F-examen september 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**14.4.72 Opgave 14-72**

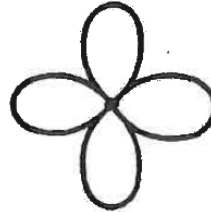
Een groundplane antenne heeft in het horizontale vlak het volgende stralingsdiagram:



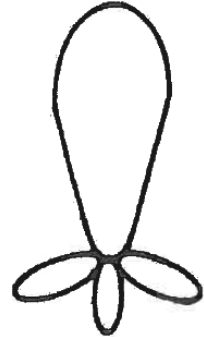
Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3



Figuur 4

- A. Figuur 4
- B. Figuur 1
- C. Figuur 3
- D. Figuur 2

(F-examen voorjaar 2001, november 2008 (1)),

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 14.4.73 Opgave 14-73

Een antenne straalt in het horizontale vlak gelijkmatig in alle richtingen. Deze antenne kan zijn een:

- A. Middengevoede horizontale dipool
- B. Paraboolantenne
- C. Groundplane
- D. Yagi

(F-examen maart 2009 (1), mei 2010 (1), jul1 2010, mei 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




#### 14.4.74 Opgave 14-74

Bij een groundplane antenne staan de radialen vaak onder een hoek van ongeveer 120 graden ten opzichte van de straler. Dit wordt gedaan om:

- A. De voerpunt-impedantie bij 50 ohm te brengen\
- B. De voerpunt-impedantie bij 300 ohm te brengen
- C. Het optreden van mantelstromen te voorkomen
- D. De stralingshoek te vergroten

(F-examen januari 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.75 Opgave 14-75

De voetpuntimpedantie van een groundplane antenne waarvan de radialen naar beneden worden gebogen, zal:

- A. Lager worden
- B. Zuiver capacitief worden
- C. Hoger worden
- D. Gelijk blijven

(F-examen najaar 2007, april 2010, maart 2011 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.76 Opgave 14-76

De voetpuntimpedantie van een kwartgolf verticale HF-antenne op een goed geleidend horizontaal grondvlak is ongeveer:

- A.  $52 \Omega$
- B.  $36 \Omega$
- C.  $18 \Omega$
- D.  $75 \Omega$

(F-examen najaar 2005, juli 2009, december 2010, september 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.77 Opgave 14-77

Een verticale antenne heeft een lengte van 10 meter. De impedantie van de antenne is ongeveer 36 ohm. De zendfrequentie is ongeveer:

- A. 15 MHz
- B. 30 MHz
- C. 10 MHz
- D. 7,5 MHz

(F-examen voorjaar 2002, juli 2011, november 2014, maart 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 14.4.78 Opgave 14-78

Het gevolg van het naar beneden buigen van de radialen van een groundplane-antenne is:

- A. Het verhoogt de stralingshoek
- B. Het brengt de voerpuntimpedantie dicht bij 50 ohm
- C. Het brengt de voerpuntimpedantie dicht bij 300 ohm
- D. Dat er geen mantelstromen kunnen lopen

(F-examen voorjaar 2003)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 14.4.79 Opgave 14-79

Een antenne met traps:

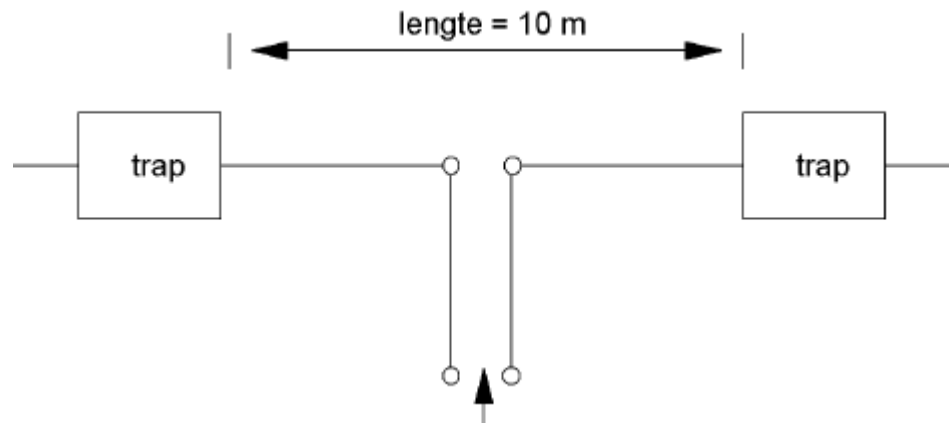
- A. Kan op meer dan één band worden gebruikt
- B. Heeft maximale winst in alle richtingen
- C. Onderdrukt stoorsignalen
- D. Is een helix-antenne

(F-examen voorjaar 2003, september 2011 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**14.4.80 Opgave 14-80**

De antenne met de “traps” werkt op 7 en 14 MHz als halvegolf-dipool. De traps bevatten elk een:



- A. Spoel
- B. Seriëkring, afgestemd op 7 MHz
- C. Parallelkring, afgestemd op 14 MHz
- D. Capaciteit

(F-examen najaar 2004, december 2008, mei 2013 (1), september 2013 (2), maart 2016, maart 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 14.4.81 Opgave 14-81

Het nadeel van een antenne met traps ten opzichte van een gewone antenne is dat hij:

- A. Harmonische frequenties sterk zal uitstralen
- B. Geneutrodyniseerd dient te worden\
- C. Slechts op één band gebruikt kan worden
- D. Te breedbandig is voor het werken op hogere frequenties

(F-examen september 2015, maart 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

### 14.4.82 Opgave 14-82

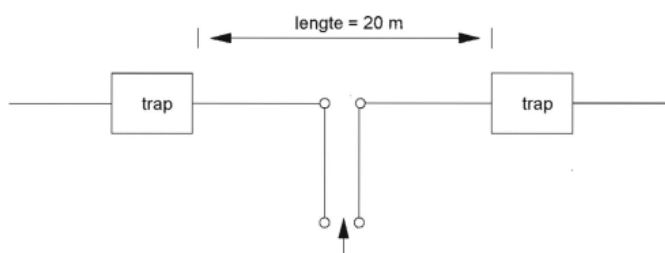
De antenne is ontworpen voor de 80- en 40-meter amateurband. In de antenne zijn 2 gelijke “traps” opgenomen.

Stelling 1: de “traps” gedragen zich op 40 meter als een sperfilter waardoor de eindstukken van de antenne niet meewerken.


Stelling 2: de “traps” gedragen zich op 80 meter als een capacitieve reactantie, waardoor beide eindstukken worden aangekoppeld.

Wat is juist:

- A. Geen van beide stellingen
- B. Alleen stelling 1
- C. Alleen stelling 2
- D. Stelling 1 en 2



(F-examen voorjaar 2006, november 2008 (2), mei 2010 (2), juli 2010, december 2011, september 2014 (2), januari 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 14.4.83 Opgave 14-83

Yagi-antennes bevatten zogenoemde parasitaire elementen. Als ze op de juiste manier geplaatst zijn:

- A. Verhogen ze de versterking en de voor/achter-verhouding
- B. Verhogen ze alleen de voor/achter-verhouding
- C. Verhogen ze alleen de versterking (gain)
- D. Verbeteren ze alleen de voetspunt-impedantie

(F-examen februari 2009, mei 2009 (1), mei 2010 (2), juli 2010, maart 2012, november 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






#### 14.4.84 Opgave 14-84

Een richtantenne met parasitaire elementen (Yagi) voor 28 MHz heeft:

- A. Een reflector van 4 meter
- B. Een reflector langer dan de straler
- C. Één of meer directors tussen de straler en de reflector
- D. Één stralend element van ongeveer 5 meter

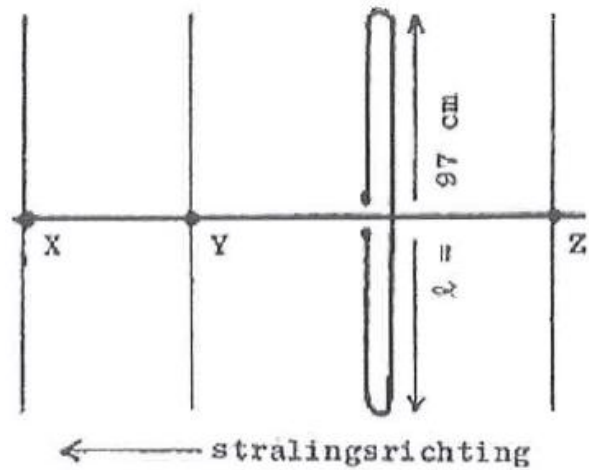
(F-examen najaar 2000, november 2008 (2), november 2009)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**14.4.85 Opgave 14-85**

Hoe lang moeten de parasitaire elementen X, Y en Z zijn?

- A. X=105 cm; Y=102 cm; Z=92 cm
- B. X=92 cm; Y=102 cm; Z=105 cm
- C. X=91 cm; Y=102 cm; Z=105 cm
- D. X=91 cm; Y=92 cm; Z=102 cm



(F-examen juni 2010, april 2011, maart 2016, november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 14.4.86 Opgave 14-86

De reikwijdte van een UHF-zender wordt het meest vergroot door:

- A. Het overgaan van enkelzijbandmodulatie op frequentiemodulatie
- B. Het overgaan van horizontale op verticale polarisatie
- C. Een open dipool te voorzien van een reflector
- D. Het vervangen van een open dipool door een gevouwen dipool

(F-examen januari 2009)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 14.4.87 Opgave 14-87

Een zendantenne met richtwerking wordt toegepast:

- A. Om uitstraling van harmonischen te voorkomen
- B. Om een goede aanpassing aan de zender te krijgen
- C. Om een grotere afstand te kunnen overbruggen
- D. Om een groter frequentiebereik te krijgen

(F-examen voorjaar 2006)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.88 Opgave 14-88

Een Yagi-antenne heeft een voor/achterverhouding van 10 dB. Aan deze antenne wordt 100 W toegevoerd. Het naar achteren uitgestraalde vermogen bedraagt ongeveer:

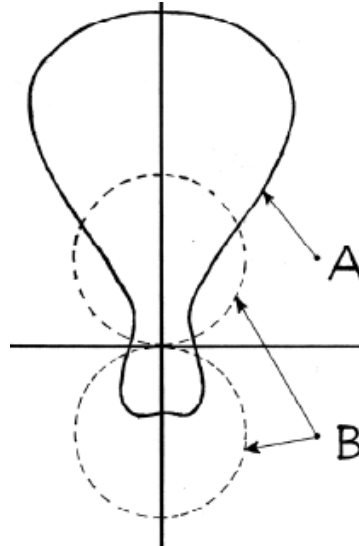
- A. 10 W
- B. 0,1 W
- C. 50 W
- D. 1 W

(F-examen augustus 2009, mei 2017 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**14.4.89 Opgave 14-89**

Getekend zijn het stralingsdiagram van een enkele dipool en dat van een dipool met parasitaire reflector.



Stelling 1: Diagram A is van een dipool met parasitaire reflector. Diagram B is van een enkele dipool.

Stelling 2: De voor/achterverhouding van de dipool met reflector is groter dan die van de dipool.

Wat is juist:

- A. Stelling 1 en 2
- B. Stelling 1
- C. Stelling 2
- D. Geen van beide stellingen

(F-examen najaar 2005)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 14.4.90 Opgave 14-90

Paraboolantennes worden vaak gebruikt in de amateurband:

- A. 1,83 - 1,85 MHz
- B. 10 000,0 MHz – 10 5000,0 MHz
- C. 144,0 – 146,0 MHz
- D. 21,0 – 21,45 MHz

(F-examen januari 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 14.4.91 Opgave 14-91

Paraboolantennes worden hoofdzakelijk toegepast in de frequentieband:

- A. 1000 MHz en hoger
- B. 30-100 MHz
- C. 300-1000 MHz
- D. 100-300 MHz

(F-examen voorjaar 2000, mei 2011 (3), september 2012, november 2014 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 14.4.92 Opgave 14-92

Een parabolantenne met een schoteldiameter van 1 meter wordt gebruikt op een frequentie van 5,6 GHz. Indien de schotel vervolgens wordt gebruikt voor een frequentie van 10,5 GHz, wordt de:

- A. Antennewinst groter en de openingshoek (bundelbreedte) groter
- B. Antennewinst groter en de openingshoek (bundelbreedte) kleiner
- C. Antennewinst kleiner en de openingshoek (bundelbreedte) kleiner
- D. Antennewinst kleiner en de openingshoek (bundelbreedte) groter

(F-examen najaar 2002, november 2011, september 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 14.4.93 Opgave 14-93

Een parabolische reflector wordt met een ideale belichter gebruikt op 24 GHz en heeft daarbij een gain van 30 dBi. Als dezelfde parabolische reflector met eveneens een ideale belichter wordt gebruikt op 47 GHz, dan wordt de gain:

- A. 30 dBi
- B. 60 dBi
- C. 24 dBi
- D. 36 dBi

F-examen september 2009 (1), maart 2012, maart 2014)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






#### 14.4.94 Opgave 14-94

Een parabolische reflector met een diameter van 30 cm werkt het beste in het frequentiegebied:

- A. Ruim boven 3000 MHz
- B. 3-30 MHz
- C. 300-3000 MHz
- D. 30-300 MHz

(F-examen februari 2010 (2), april 2010, januari 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.95 Opgave 14-95

De diameter van parabolantennes is:

- A. Veel kleiner dan de gebruikte golflengte
- B. Ongeveer gelijk aan de gebruikte golflengte
- C. Veel groter dan de gebruikte golflengte
- D. 2x de gebruikte golflengte

(F-examen september 2014 (1), mei 2017 (2), januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.96 Opgave 14-96

De afstand die met een amateur UHF -verbinding met parabolantennes onder goede omstandigheden rechtstreeks kan worden overbrugd, bedraagt:

- A. 2,5 km
- B. Meer dan 50 km
- C. 1 km
- D. 25 km

(F-examen mei 2014 (2), mei 2017 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




#### 14.4.97 Opgave 14-97

Het effectief uitgestraald vermogen uitgedrukt in EIRP is ten opzichte van de ERP van dezelfde zender en antenne:

- A. Gelijk
- B. 2,15 dB hoger
- C. 2,15 dB lager
- D. 4,3 dB hoger

(F-examen mei 2013 (1), maart 2014, mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.98 Opgave 14-98

Een transmissielijn dient om:

- A. De antenneweerstand te verlagen
- B. De juiste aanpassing tussen de antenne en de zender te verkrijgen
- C. Hoogfrequente energie over te dragen
- D. De antenneweerstand te verlagen

(F-examen voorjaar 2000, augustus 2009, mei 2011 (1), september 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.99 Opgave 14-99

Een open voedingslijn naar een zendantenne dient zelf zo weinig mogelijk te stralen. De straling van een open voedingslijn kan worden verminderd door:

- A. De draden dikker te maken
- B. De afstand tussen de draden groter te maken
- C. De draden van beter geleidend materiaal te maken
- D. De afstand tussen de draden kleiner te maken

(F-examen februari 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 14.4.100 Opgave 14-100

De karakteristieke impedantie van een open voedingslijn met parallelle geleiders hangt af van:

- A. De frequentie van het signaal en de draaddikte van de geleiders
- B. Frequentie van het signaal en de lijnlengte
- C. Afstand tussen de draden en de lijnlengte
- D. Afstand tussen de draden en de draaddikte

(F-examen augustus 2011, maart 2012, mei 2016 (1), mei 2016 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

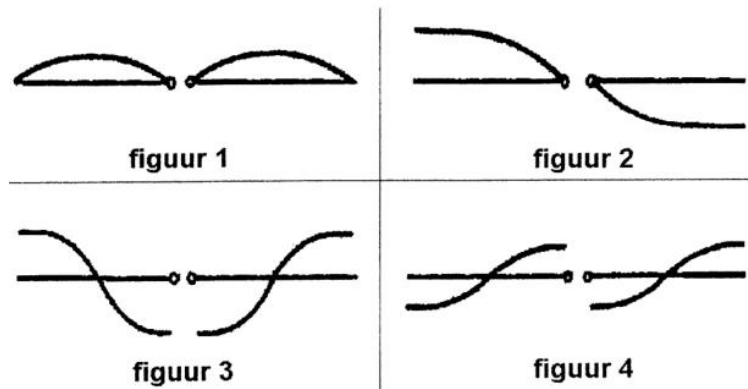


## 14.5 Uitwerkingen

### 14.5.51 Uitwerking van Opgave 14-51

Een zendantenne wordt in het midden gevoed. Welke figuur geeft de juiste stroomverdeling?

- A. Figuur 1
- B. Figuur 2
- C. Figuur 3
- D. Figuur 4



#### Uitwerking

Merk op dat het hier gaat om de verdeling van de stroom, niet om die van de spanning. In dit geval is de oplossing in één oogopslag te zien, want op elk niet-gevoed uiteinde van een antenne moet de stroom 0 zijn. Dat is voor maar één plaatje het geval en dat is figuur 1. Antwoord A.

#### Opmerkingen

Je kunt aan figuur 1 ook zien dat het gaat om een hele-golf-antenne. Op elke helft zit een halve periode. De impedantie in het midden van de antenne is dan ook heel hoog.



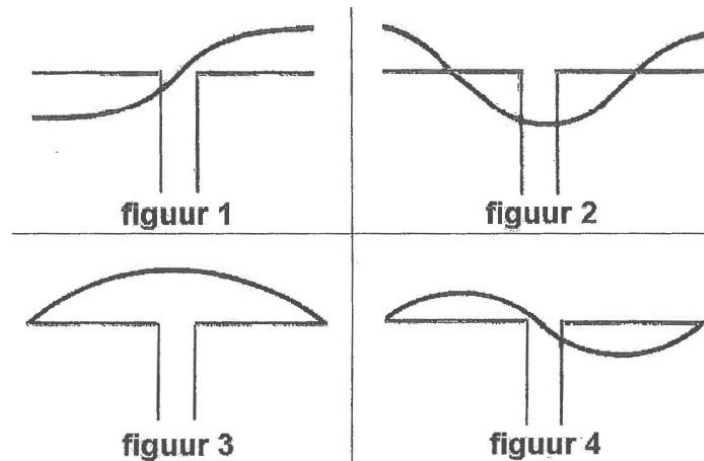
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.52 Uitwerking van Opgave 14-52

Een halvegolf dipool wordt in het midden gevoed. De stroomverdeling over de dipool is weergegeven in:



- A. Figuur 4
- B. Figuur 2
- C. Figuur 1
- D. Figuur 3

#### Uitwerking

Het gaat over de stroomverdeling. Op een niet-gevoed uiteinde is de stroom 0 ( $Z$  is daar heel hoog). Daarmee vallen de antwoorden B en C af. Bij een halvegolf-dipool is de stroom in het midden maximaal ( $Z$  is er laag). Daarmee valt antwoord A af en voldoet alleen antwoord D (figuur 3).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.53 Uitwerking van Opgave 14-53

De resonantiefrequentie van een antenne wordt verhoogd door:

- A. De opstelhoogte van het stralende element te verkleinen
- B. Het stralende element te verkorten**
- C. Een aardvlak aan te brengen
- D. Het stralende element te verlengen

#### Uitwerking

Een vaste regel bij antennes is: hoe hoger de frequentie, des te kleiner de golflengte en des te kleiner moet het stralende element zijn. Dat betekent antwoord B.

#### Opmerkingen

Hoe langer de straler, des te groter de golflengte en des te groter moet het stralende element zijn. Dat heeft betrekking op het hier foute antwoord D.

De andere twee antwoorden leiden beide tot een hogere capaciteit ten opzichte van een al dan niet kunstmatige aarde en dat betekent ook dat de resonantiefrequentie van de antenne (ietsje) kleiner wordt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.54 Uitwerking van Opgave 14-54

Als het stralende deel van een antenne langer wordt gemaakt, dan zal zijn resonantiefrequentie:

- A. Geheel verdwijnen
- B. Hoger worden
- C. Gelijk blijven
- D. **Lager worden**

#### Uitwerking

Deze opgave heeft met Opgave 14-53 de verlenging/verkorting van het stralende deel gemeen. Wordt dat deel verlengd, dan wordt de resonantiefrequentie lager, wordt het verkort, dan wordt de resonantiefrequentie hoger. Antwoord D.

#### Opmerkingen

Een resonantiefrequentie is er bij een stuk draad of staaf altijd. Daarom is antwoord A niet goed.

Bij verlenging of verkorting zal de resonantiefrequentie nooit gelijk blijven, tenzij er nog meer zaken veranderen, maar daarover wordt in de opgave niet gerept.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.55 Uitwerking van Opgave 14-55**

Een open halvegolf-dipool in de vrije ruimte heeft in het midden een impedantie van ongeveer

- A.  $600 \Omega$
- B.  $72 \Omega$**
- C.  $36 \Omega$
- D.  $240 \Omega$

**Uitwerking**

Een open halvegolf-dipool heeft in het midden een lage impedantie van  $72$  à  $73 \Omega$ . Daar is de spanning laag en de stroom het hoogst. Op de uiteinden is het andersom: daar is de stroom  $0$  en de spanning hoog. Antwoord B.

Deze impedantie is een weetje, maar wel een belangrijk weetje.



Terug naar de opgave

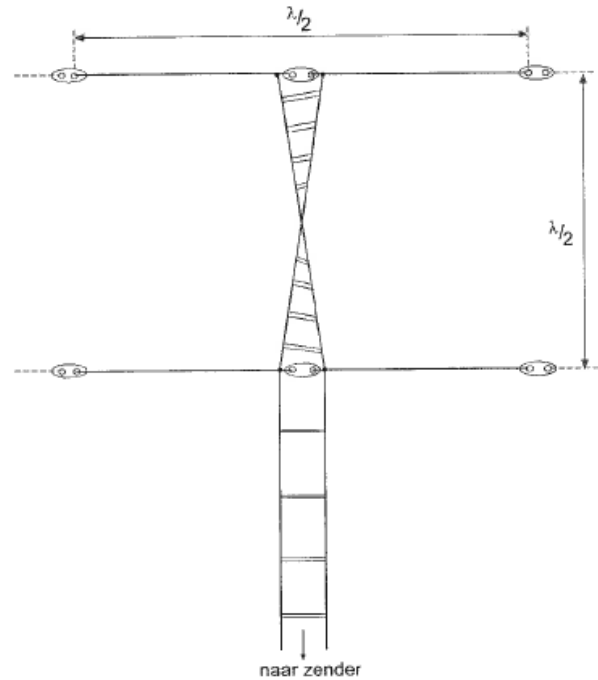
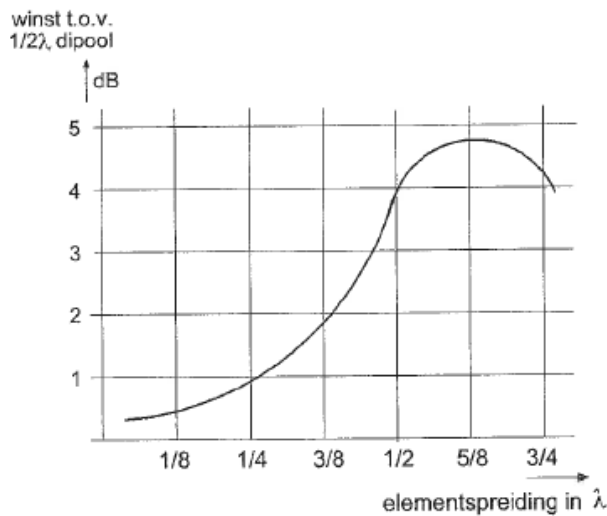
Naar de volgende opgave



### 14.5.56 Uitwerking van Opgave 14-56

Twee dipolen zijn via een open voedingslijn verbonden met een 14 MHz zender. Het zendvermogen is 100 W. De demping van de voedingslijn naar de zender is 1 dB. Het effectief uitgestraalde vermogen (ERP) bedraagt

- A. 200 W
- B. 400 W
- C. 50 W
- D. 100 W



### Uitwerking

Wat gebeurt hier? We kennen het Yagi-principe van antenneversterking met behulp van parasitaire elementen. Het benodigde faseverschil ontstaat uit de afstand tussen de elementen en hun verschil in lengte.

Hier zijn de elementen even lang. Door hun onderlinge afstand van  $\frac{1}{2}\lambda$  wordt een faseverschil van  $180^\circ$  bewerkstelligd. Door de draaiing van de voedingslijn komt daar nog eens  $180^\circ$  bij, samen  $360^\circ = 0^\circ$ . Beide elementen versterken elkaars afstraling loodrecht op hun richting.

In de grafiek lees je af, hoeveel: bij  $\frac{1}{2}\lambda$  is dat 4 dB. De voedingsleiding “morst” 1 dB, zodat er 3 dB overblijft. Bij 100 W voeding dus een ERP van  $2 * 100 \text{ W} = 200 \text{ W}$ . Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



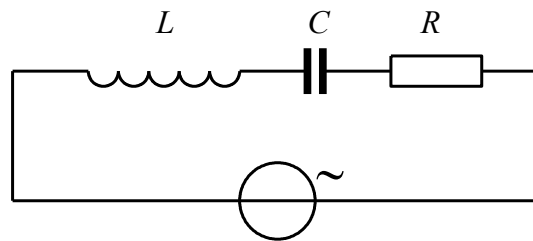
### 14.5.57 Uitwerking van Opgave 14-57

Door het aanbrengen van seriespoelen in een dipoolantenne zal de

- A. Resonantiefrequentie hoger worden
- B. Opstraalhoek veranderen
- C. Resonantiefrequentie lager worden**
- D. Resonantiefrequentie niet veranderen

#### Uitwerking

Het aanbrengen van seriespoelen in een dipoolantenne is een bekende manier om de antenne elektrisch te verlengen en zo de golflengte waarbij resonantie optreedt, te vergroten (= de resonantiefrequentie te verlagen). Kijk naar het vervangingsschema van de dipool uit de cursustekst: als je  $L$  vergroot, verlaag je de resonantiefrequentie.



Dat kan nuttig zijn als de beschikbare ruimte te klein is om een *full size* dipool aan te brengen. Dat gaat echter ten koste van het uitgestraalde vermogen, vooral bij dipool lengtes onder circa  $\frac{1}{4} \lambda$ .

Met deze uiteenzetting is het antwoord al gegeven: antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.58 Uitwerking van Opgave 14-58**

Een halvegolf -enkele- dipool wordt op dezelfde plaats vervangen door een halvegolf -gevouwen- dipool. In beide gevallen is het door de antenne uitgestraalde vermogen 100 watt op 14,1 MHz. Het op 1000 km afstand ontvangen signaal:

- A. Verandert niet
- B. Wordt zwakker
- C. Wordt sterker
- D. Wordt onneembaar

**Uitwerking**

De twee dingen die veranderen, zijn

1. de impedantie van de dipool, van (afgerond)  $75 \Omega$  van de enkele dipool gaat die naar (afgerond)  $300 \Omega$  bij de gevouwen dipool
2. de bandbreedte die bij de gevouwen dipool wat groter is, maar daarnaar wordt niet gevraagd.

Meer niet. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.59 Uitwerking van Opgave 14-59

Een gevouwen dipool heeft ten opzichte van een open dipool

- A. Kleinere afmetingen
- B. Een sterker richteffect
- C. Een lagere aansluitimpedantie
- D. **Een hogere aansluitimpedantie**

#### **Uitwerking**

De aansluitimpedantie van een gevouwen dipool is 4x zo hoog als die van een open dipool (bijna 300 ohm tegen bijna 75 ohm). Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



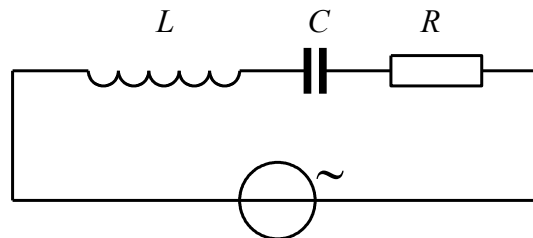
### 14.5.60 Uitwerking van Opgave 14-60

Deingangsimpedantie van een open halvegolf-dipoolantenne gedraagt zich beneden de resonantiefrequentie:

- A. Inductief
- B. Reëel en laagohmig
- C. **Capacitief**
- D. Reëel en hoogohmig

#### Uitwerking

We kijken naar het vervangingschema van de halvegolf-dipool uit de cursustekst en het formularium.



Op de resonantiefrequentie zijn de reactanties van  $L$  en  $C$  gelijk en tegengesteld. Dan blijft alleen de weerstand  $R$  over. Dan gedraagt de impedantie zich reëel, dat wil zeggen zonder dat er een reactantie aan te pas komt.

Is de aangeboden frequentie lager dan de resonantiefrequentie, dan is de reactantie van  $C$  groter dan die van  $L$  en gedraagt de antenne zich als een schakeling met een weerstand in serie met een capaciteit, dus capacitief. Antwoord C.

#### Opmerking

De term *reëel* komt voort uit een manier van rekenen aan dit soort schakelingen die de afschrikwekkende naam *complexe rekenwijze* draagt. Die is voor de kenners een handige benadering, maar geen onderdeel van de examenstof voor zendamateurs. *Reëel* betekent bij een antenne of een schakelingen dat deze zich gedraagt als weerstand zonder capaciteit of zelfinductie. Makers van amateurexamens zouden zich van het gebruik van dit soort termen moeten onthouden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.61 Uitwerking van Opgave 14-61

Een in het midden gevoede halvegolfantenne is in resonantie op 7 MHz. Bij gebruik van deze antenne op 14 MHz is de impedantie in het voedingspunt:

- A. Veel hoger
- B. Sterk capacitief
- C. Sterk inductief
- D. Veel lager

#### Uitwerking

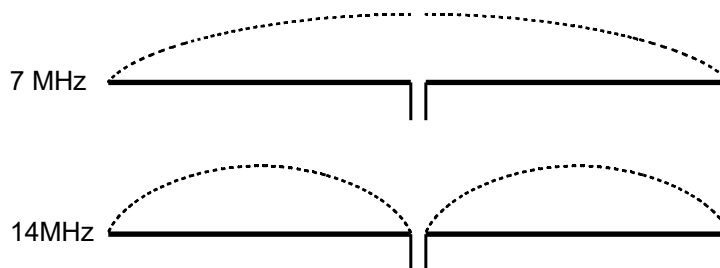
Als een halvegolfantenne voor 7 MHz wordt gebruikt op 14 MHz, is het voor 14 MHz een helegolfantenne, want de golflengte is op 14 MHz de helft van die op 7 MHz.

De antenne resonanceert daarom op beide frequenties. Dat sluit de antwoorden B en C uit, want doordat bij resonantie van een dipoolantenne capacitieve en inductieve invloeden elkaar opheffen, blijft er alleen een weerstand over.

**Onthoud** dat een halvegolf-dipoolantenne resonanceert op alle harmonischen van de frequentie waarvoor hij een halvegolf-dipool is. Een halvegolf-dipool voor 7 MHz resonanceert op 14, 21, 28 MHz, enz. Zie ook sub-paragraaf 14.3.5 in het formularium. De “klassieke” korte golf-amateurfrequenties vallen niet voor niets in dat rijtje.

Wat is dan het verschil? Dat is de impedantie op het voedingspunt. Het stroomverdelingsdiagram hieronder laat het zien.

Stroomverdeling over een 7 MHz halve golf-dipoolantenne bij 7 en 14 MHz



De halvegolf-dipool voor 7 MHz heeft zijn laagste impedantie in het midden. Als je die antenne 14 MHz aanbiedt, is de impedantie daar juist heel hoog, want de stroom is er minimaal. Oorzaak: het punt ligt dan  $\frac{1}{2}\lambda$  van het antenne-uiteinde. Daarmee hebben we het juiste antwoord te pakken: antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.62 Uitwerking van Opgave 14-62

Stelling 1: de antennewinst van een gevouwen dipool is groter dan die van een enkele

Stelling 2: de antennewinst van een 12-elements Yagi-antenne is groter dan die van een 6-elements Yagi-antenne.

Wat is juist?

- A. Stelling 1 en 2
- B. Alleen stelling 1
- C. Alleen stelling 2**
- D. Geen van beide stellingen

### Uitwerking

Stelling 1 is fout, want de antennewinst van beide is gelijk. Daarmee vervallen de antwoorden A en B en houden we C en D over.

Stelling 2 is in principe juist, mits alle elementen op de juiste afstanden van de straler zijn gemonteerd, maar laten we daarvan uitgaan. Daarmee komen we uit op antwoord C.



Terug naar de opgave

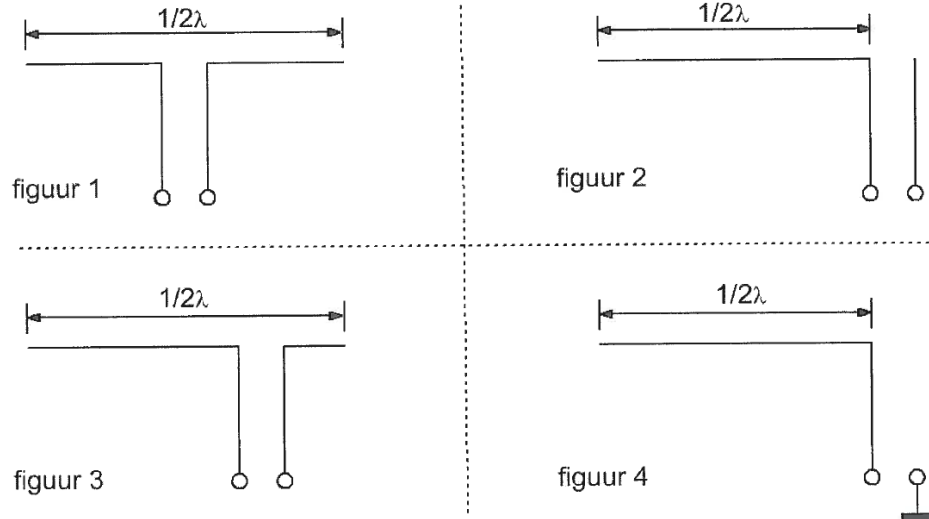
Naar de volgende opgave



### 14.5.63 Uitwerking van Opgave 14-63

Welke figuur stelt een eindgevoede halvegolfantenne voor?

- A. Figuur 2
- B. Figuur 3
- C. Figuur 1
- D. Figuur 4



### Uitwerking

De juiste antenne moet een voeding met een symmetrische (open) transmissielijn hebben. Figuur 4 heeft een enkele lijn en die valt daarom af. Figuur 1 valt ook af, want die is in het midden gevoed. De antenne van Figuur 3 is net niet aan het eind gevoed en valt dus ook af. Blijft over figuur 2, de echte eindgevoede antenne met symmetrische transmissielijn, waarvan één lijn in het niets (zeer hoogohmig) eindigt en de andere op het hoogohmige uiteinde van de antenne. Antwoord A.



Terug naar de opgave

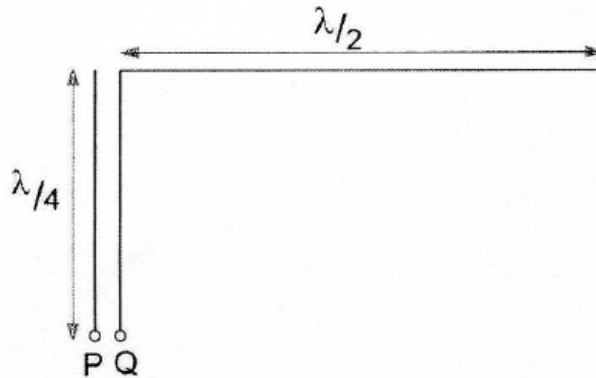
Naar de volgende opgave



**14.5.64 Uitwerking van Opgave 14-64**

Een halvegolf-antenne wordt aan het einde gevoed via een voedingslijn met een lengte van een kwart golf. De impedantie, gemeten tussen P en Q is:

- A. Nul
- B. Laag
- C. Oneindig
- D. Hoog

**Uitwerking**

Het rechter uiteinde van de antenne voert geen stroom, want die kan nergens heen of nergens vandaan komen. Daarmee is dat uiteinde (zeer) hoogohmig. Een lijn met een lengte van een halve golf heeft op beide uiteinden dezelfde impedantie. Daarmee is de impedantie op het aansluitpunt links dus ook hoog. De voedingslijn met een lengte van een kwart golf ontmoet daar diezelfde hoge impedantie, maar transformeert die tussen het aansluitpunt en het uiteinde bij P en Q beneden, zoals het een kwartgolf-lijn betaamt, naar een lage impedantie. Antwoord B.



Terug naar de opgave

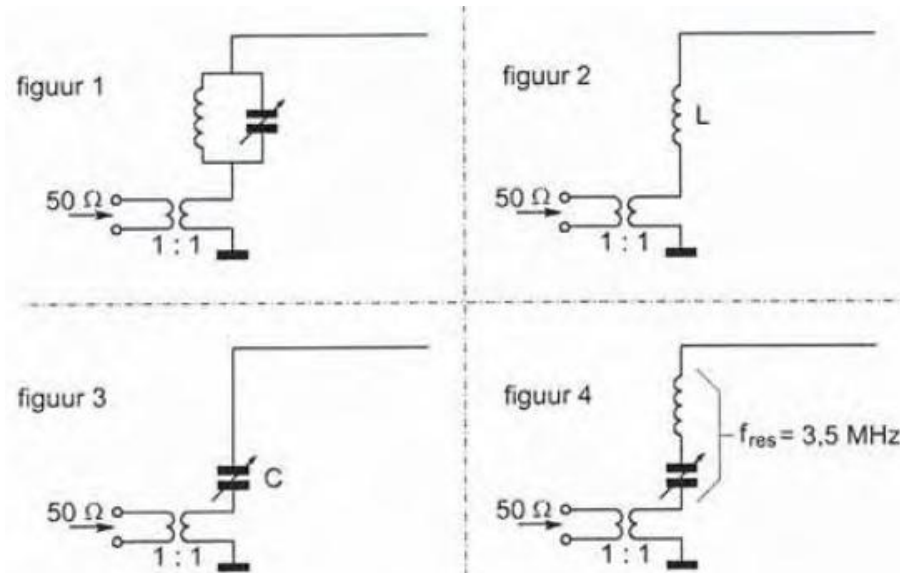
Naar de volgende opgave



### 14.5.65 Uitwerking van Opgave 14-65

Een zender, werkend op 3,5 MHz wordt aangesloten op een antenne, bestaande uit een draad met een lengte van 25 meter. Welke aankoppeling is het meest geschikt?

- A. Figuur 1
- B. **Figuur 3**
- C. Figuur 4
- D. Figuur 2



### Uitwerking

De aansluitimpedantie is volgens de tekeningen 50 ohm. Het andere uiteinde van de antenne is nergens mee verbonden en heeft daarom een zeer hoge impedantie. Om aan het andere eind ongeveer 50 ohm te krijgen, moet de antenne  $\frac{1}{4} \lambda$  lang zijn. Bij 3,5 MHz is de volle golflengte  $\frac{300\text{m}}{3,5} \approx 86\text{m}$ . Een kwart golflengte is dan ongeveer 21,5 m. Dan is 25 m te lang en moet elektrisch worden ingekort. Een te lange antenne reageert inductief. Inkorten betekent daarom een capaciteit in serie met de draad. De enige figuur waarin dat gebeurt, is figuur 3. Aan alle andere komt (ook) zelfinductie te pas. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



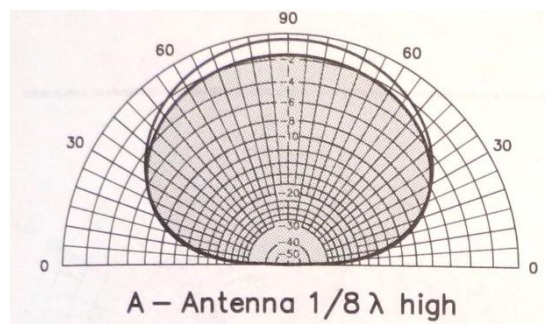
### 14.5.66 Uitwerking van Opgave 14-66

Een halvegolf dipool voor 80 m hangt op 9 m hoogte. De elektromagnetische energie wordt hoofdzakelijk afgestraald

- A. Onder een opstraalhoek van ongeveer 45 graden
- B. In de lengterichting van de dipool
- C. Onder een opstraalhoek van ongeveer 15 graden
- D. **Onder een opstraalhoek van ongeveer 90 graden**

#### Uitwerking

De antennehoogte is met 9 m iets kleiner dan  $1/8 \lambda$ . Uit de stralingsdiagrammen in hoofdstuk 14 of het formularium selecteren we het diagram voor een antennehoogte van  $1/8 \lambda$  hoog.



Daaruit blijkt dat de grootste afstraling verticaal is, dus onder een hoek van 90 graden, ook al is het verschil met 60 graden niet groot. Dat geldt voor zowel de ideale geleidende grond (buitenste ring) als de gemiddelde grond (binnenste ring). Antwoord D komt het dichtste bij.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.67 Uitwerking van Opgave 14-67

Stelling 1: het aan de voorzijde van een gevouwen dipool uitgezonden vermogen is groter dan het aan de achterzijde uitgezonden vermogen;

Stelling 2: de voor/achterverhouding van een gevouwen dipool is groter dan die van een Yagi -antenne.

Wat is juist:

- A. Stelling 1 en 2
- B. Geen van beide stellingen**
- C. Alleen stelling 1
- D. Alleen stelling 2

### Uitwerking

Eerst stelling 1. Een gevouwen dipool zendt naar de ene kant evenveel vermogen uit als naar de tegenoverliggende kant. Er is daarom geen voor of achter. Deze stelling kan overboord.

Dan stelling 2. Als er bij een gevouwen dipool geen duidelijk voor of achter is, kun je hoogstens zeggen dat de voor/achterverhouding 1 is of 0 dB. Bij een Yagi is die verhouding groter dan 1, ofwel meer dan 0 dB. Ook stelling 2 deugt daarom niet, want die beweert het omgekeerde.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.68 Uitwerking van Opgave 14-68

Een eindgevoede antenne heeft een lengte van 20 m. De aansluitweerstand van de antenne is hoogohmig.

De resonantiefrequentie is ongeveer:

- A. 18,75 MHz
- B. 11,25 MHz
- C. 7,5 MHz
- D. 3,75 MHz

#### Uitwerking

Het niet-gevoede uiteinde is altijd hoogohmig. Bij een hoogohmige eindgevoede antenne zijn er twee hoogohmige uiteinden en is het een halvegolf-antenne (of misschien wel een helegolf) Laten we uitgaan van het eerste. Als een halve golflengte 20 m is, is een hele golflengte 40 m. Daarvoor geldt de vergelijking (zie cursustekst)

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

De grootte  $c$  is de lichtsnelheid. Die bedraagt  $3 \cdot 10^8$  m/s.  $\lambda$  is de golflengte van 40 m. Dan komt uit de vergelijking

$$f = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^1} \text{ Hz} = 7,5 \cdot 10^6 \text{ Hz} = 7,5 \text{ MHz}$$

Dat betekent antwoord C.

#### Opmerking

In de uitwerking hebben we het al aangestipt: er kan in zo'n antenne ook een hele golf passen. Of twee hele golven. Die ene hele golf zou dan horen bij een frequentie van  $2 * 7,5 = 15$  MHz en de twee hele golven bij 30 MHz. Anderhalve golf kan ook. Er zijn dan ook meer goede antwoorden mogelijk, allemaal harmonischen van 7,5 MHz. Dat maakt dit type antenne bruikbaar voor diezelfde frequenties.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.69 Uitwerking van Opgave 14-69

Welke antenne heeft in het horizontale vlak een cirkelvormig stralingsdiagram?

- A. Een horizontale antenne
- B. Een cubical quad
- C. Een Yagi-antenne
- D. Een **groundplane**

#### Uitwerking

Geen enkele horizontale antenne heeft in het horizontale vlak een zuiver cirkelvormig stralingsdiagram. Daarvoor heb je een verticale antenne nodig. Hiermee vallen de antwoorden A, B en C af en blijft D over.

Inderdaad heeft een groundplane als verticale antenne in het horizontale vlak een cirkelvormig stralingsdiagram. Hij straalt daarom even sterk in alle kompasrichtingen.

#### Opmerking

De cubical quad staat niet in de exameneisen. Het is een vierkante antenne met een omtrek van een hele golflengte en een eveneens vierkante reflector. Misschien is daarom deze vraag maar één keer gesteld.



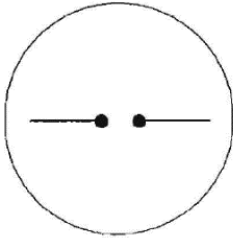
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

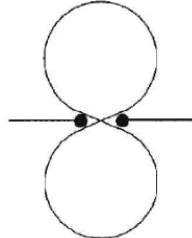


**14.5.70 Uitwerking van Opgave 14-70**

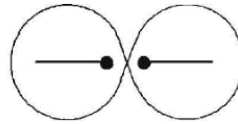
Welke figuur geeft het stralingsdiagram van een halvegolf dipoolantenne weer?



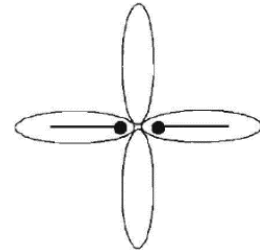
Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3



Figuur 4

- A. Figuur 1
- B. Figuur 2**
- C. Figuur 4
- D. Figuur 3

**Uitwerking**

Het horizontale stralingsdiagram van een dipool heeft ongeveer de vorm van het cijfer 8. De richting van de sterkste straling is loodrecht op de dipool en de straling is naar beide kanten even sterk.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.71 Uitwerking van Opgave 14-71

De straling van een halvegolf dipool in de vrije ruimte is maximaal:

- A. In een richting loodrecht op de straler
- B. In de lengterichting van de straler
- C. Onder een hoek van  $30^\circ$  met de straler
- D. Onder een hoek van  $45^\circ$  met de straler

#### **Uitwerking**

De richting van maximale straling is loodrecht op de straler. Dat komt overeen met antwoord A. Zie ook de uitwerking van Opgave 14-70.



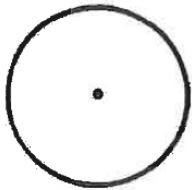
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.72 Uitwerking van Opgave 14-72**

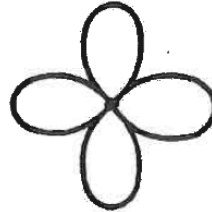
Een groundplane antenne heeft in het horizontale vlak het volgende stralingsdiagram:



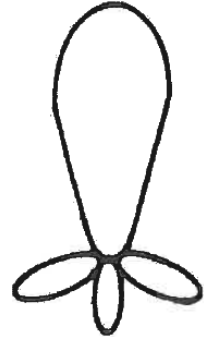
Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3



Figuur 4

- A. Figuur 4
- B. Figuur 1**
- C. Figuur 3
- D. Figuur 2

**Uitwerking**

De afstraling van een groundplane in het horizontale vlak is in alle richtingen gelijk. Dat betekent dat het stralingsdiagram cirkelvormig moet zijn. Daaraan voldoet figuur 1.

Antwoord B.

**Opmerking**

Deze vraag is te zien als een variant van Opgave 14-69.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.73 Uitwerking van Opgave 14-73

Een antenne straalt in het horizontale vlak gelijkmatig in alle richtingen. Deze antenne kan zijn een:

- A. Middengevoede horizontale dipool
- B. Paraboolantenne
- C. Groundplane**
- D. Yagi

#### Uitwerking

Deze opgave heeft trekjes van onder meer Opgave 14-69. De enige van dit viertal antennes dat gelijkmatig rondom straalt, is een groundplane. Antwoord C.

#### Opmerking

Dit had ook een verticaal opgestelde halvegolf-dipool mogen zijn. Eigenlijk is de groundplane te beschouwen als een nauwe verwant daarvan. De kwartgolf straler is de helft van een halvegolf-dipool. De andere helft (de radialen) vormt een kunstmatig aardvlak dat het andere kwartgolfdeel er als het ware bij spiegelt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.74 Uitwerking van Opgave 14-74

Bij een groundplane antenne staan de radialen vaak onder een hoek van ongeveer 120 graden ten opzichte van de straler. Dit wordt gedaan om:

- A. De voetpunt-impedantie bij 50 ohm te brengen
- B. De voetpunt-impedantie bij 300 ohm te brengen
- C. Het optreden van mantelstromen te voorkomen
- D. De stralingshoek te vergroten

#### Uitwerking

Een groundplane is een asymmetrische antenne. Die wordt op het voetpunt gevoed via een asymmetrische voedingslijn, coax dus. Met een voetpuntimpedantie van 50 ohm sluit zo'n antenne probleemloos aan op gebruikelijke coax met een karakteristieke impedantie van 50 ohm. Antwoord A.

#### Opmerking

Als de radialen loodrecht op de straler staan, dan is de impedantie aan het voetpunt ongeveer 36 ohm. Staan ze in het verlengde van de straler, dan ontstaat een halvegolf dipool met een impedantie van 75 ohm. Met dit laatste lopen we vooruit op de volgende opgave.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.75 Uitwerking van Opgave 14-75

De voetpuntimpedantie van een groundplane-antenne waarvan de radialen naar beneden worden gebogen, zal:

- A. Lager worden
- B. Zuiver capacitief worden
- C. Hoger worden**
- D. Gelijk blijven

#### Uitwerking

Bij het naar beneden buigen van de radialen van een groundplane-antenne komt de constructie dichterbij die van een halvegolf open dipool. Die heeft op het voedingspunt een impedantie van  $75 \Omega$ . Vormen de radialen een hoek van 120 graden met de straler, dan is diezelfde impedantie  $50 \Omega$  en bij een hoek van 36 graden is dat  $90 \Omega$ . Conclusie: hoe groter de hoek, des te groter is ook de impedantie. Antwoord C.

#### Opmerking

Zie ook de uitwerking van Opgave 14-74.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.76 Uitwerking van Opgave 14-76**

De voetpuntimpedantie van een kwartgolf verticale HF-antenne op een goed geleidend horizontaal grondvlak is ongeveer:

- A.  $52 \Omega$
- B.  $36 \Omega$**
- C.  $18 \Omega$
- D.  $75 \Omega$

**Uitwerking**

Of het grondvlak van een groundplane (GP) nu uit radialen bestaat of uit een geleidend vlak (denk aan een metalen plaat of heel goed geleidende grond), maakt voor de voetpuntimpedantie weinig uit. De waarde is bij de uitwerkingen van Opgave 14-74 en Opgave 14-75 al vermeld:  $36 \Omega$ . Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.77 Uitwerking van Opgave 14-77

Een verticale antenne heeft een lengte van 10 meter. De impedantie van de antenne is ongeveer 36 ohm. De zendfrequentie is ongeveer:

- A. 15 MHz
- B. 30 MHz
- C. 10 MHz
- D. 7,5 MHz

#### Uitwerking

Een verticale antenne heeft meestal een lengte van  $\frac{1}{4}$  golflengte ( $\frac{1}{4} \lambda$ ). Uit de impedantie van 36 ohm (zie ook de uitwerkingen van Opgave 14-74, Opgave 14-75 en Opgave 14-76) valt af te leiden dat het hier gaat om een groundplane met een goed geleidend horizontaal grondvlak. Inderdaad een kwartgolfantenne. Dan is de golflengte  $4 * 10\text{m} = 40\text{m}$  is. Dit getal delen op 300 Mm/s levert 7,5 MHz op. Antwoord D.

#### Opmerking

Ook hier hebben we met lichtsnelheid en frequentie het trucje uitgehaald, waarbij de lichtsnelheid in Mm/s (megameter/seconde) gaat en de frequentie in MHz. Daarbij hoort de golflengte in meters.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.78 Uitwerking van Opgave 14-78

Het gevolg van het naar beneden buigen van de radialen van een groundplane-antenne is:

- A. Het verhoogt de stralingshoek
- B. Het brengt de voetpuntimpedantie dicht bij 50 ohm**
- C. Het brengt de voetpuntimpedantie dicht bij 300 ohm
- D. Dat er geen mantelstromen kunnen lopen

#### Uitwerking

Dit is een oude bekende (zie Opgave 14-75) met andere antwoorden. Met horizontale radialen is de impedantie 36 ohm, met radialen onder een hoek van 120 graden met de straler wordt dat 50 ohm en bij nog verder naar beneden buigen komt de 75 ohm in zicht.

Het “officiële” antwoord is antwoord B. Blijkbaar gaat het hier om een groundplane met horizontaal geplaatste radialen, maar dat staat niet in de opgave.

#### Opmerking

Deze opgave is maar één keer gebruikt. De gebrekkige vraagstelling kon daarvoor wel eens de reden zijn geweest. Opgave 14-75 is blijkbaar jonger is (zie de examendata bij de opgaven) en vaker gebruikt en lijkt de vervanger te zijn voor de hier besproken opgave.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.79 Uitwerking van Opgave 14-79

Een antenne met traps:

- A. Kan op meer dan één band worden gebruikt
- B. Heeft maximale winst in alle richtingen
- C. Onderdrukt stoorsignalen
- D. Is een helix-antenne

#### **Uitwerking**

Traps (parallelkringen) in een antenne dienen maar één doel: de antenne geschikt maken voor meer dan één band. Antwoord A.

#### **Opmerking**

Alle andere antwoorden komen uit de dikke duim. De helix-antenne bestaat, maar is gemaakt om circulaire polarisatie te geven.



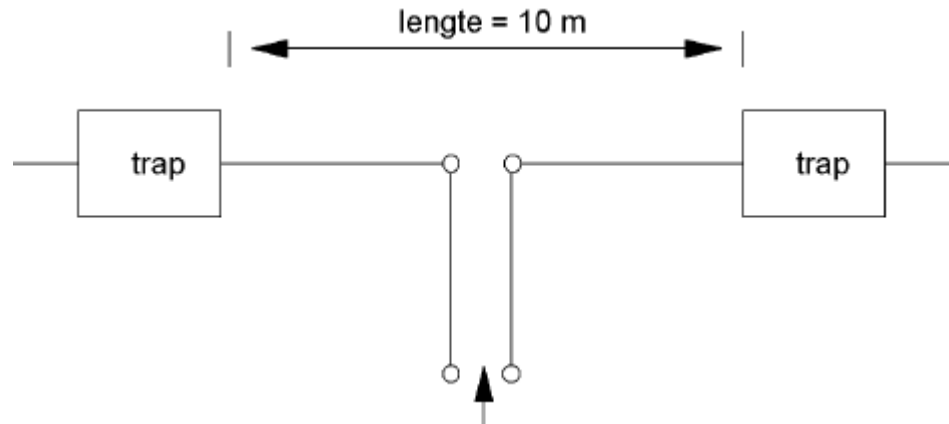
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.80 Uitwerking van Opgave 14-80

De antenne met de “traps” werkt op 7 en 14 MHz als halvegolf-dipool. De traps bevatten elk een:



- A. Spoel
- B. Seriëkring, afgestemd op 7 MHz
- C. **Parallelkring, afgestemd op 14 MHz**
- D. Capaciteit

#### Uitwerking

Dit soort antenne wordt onder amateurs veel gebruikt, omdat het de mogelijkheid biedt om met één antenne op verschillende banden te werken. Met de grootste lengte is het doorgaans een halvegolf-dipool voor de laagste frequentie, tenzij de traps nog iets aan de elektrische lengte toe- of afdoen.

Elke trap bevat een parallelkring (sperkring) voor 14 MHz. De lengte van voedingspunt naar trap is dan  $\frac{1}{4} \lambda$  op beide antennehelften, samen  $\frac{1}{2} \lambda$ .

Op 7 MHz functioneert de parallelkring als zelfinductie die de elektrische lengte van de antenne vergroot. Vandaar de opmerking over het toevoegen van lengte door de traps.

Al met al is antwoord C juist, maar kijk toch even onder de opmerking.

#### Opmerking

Misschien een beetje flauw, maar zijn de antwoorden A en D echt onjuist? In een afgestemde kring zitten een C en een L..... In elk geval zijn ze onvolledig. Antwoord B is zonder meer fout, want die seriëkring op 7 MHz maakt de antenne niet geschikt voor 14 MHz.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.81 Uitwerking van Opgave 14-81

Het nadeel van een antenne met traps ten opzichte van een gewone antenne is dat hij:

- A. Harmonische frequenties sterk zal uitstralen
- B. Geneutrodyniseerd diemt te worden\
- C. Slechts op één band gebruikt kan worden
- D. Te breedbandig is voor het werken op hogere frequenties

#### **Uitwerking**

Traps maken een antenne geschikt voor meer dan één frequentie. De meeste amateurbanden op de korte golf zijn bij benadering elkaars harmonischen (denk aan 160 m, 80 m, 40 m, 20 m, enz). Een antenne voor 7 MHz en 14 MHz bijvoorbeeld, zal daarom bij een uitzending op 7 MHz ook de even harmonischen van de gebruikte frequentie onverzwakt uitstralen.

Antwoord A.

#### **Opmerkingen**

Neutrodynisatie zijn we eerder tegengekomen. Het is een manier om te voorkomen dat sommige HF-versterkers parasitair gaan oscilleren. Met antennes heeft het niets te maken en het staat al sinds 2008 niet meer in de exameneisen (wel vreemd dat het dan in 2015 en 2017 nog in examens zit, al is het als fout antwoord).

Antwoord C is onzin, want traps zijn nu juist bedoeld om met één antenne op meer dan één band te kunnen uitzenden.

Ook antwoord D is onzin; ook op hogere frequenties kun je héél breedbandig uitzenden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.82 Uitwerking van Opgave 14-82

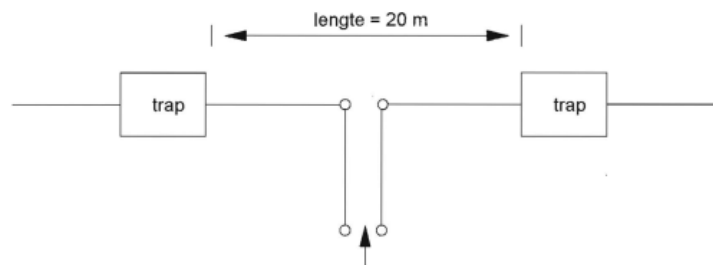
De antenne is ontworpen voor de 80- en 40-meter amateurband. In de antenne zijn 2 gelijke “traps” opgenomen.

Stelling 1: de “traps” gedragen zich op 40 meter als een sperfilter waardoor de eindstukken van de antenne niet meewerken.

Stelling 2: de “traps” gedragen zich op 80 meter als een capacitieve reactantie, waardoor beide eindstukken worden aangekoppeld.

Wat is juist:

- A. Geen van beide stellingen
- B. **Alleen stelling 1**
- C. Alleen stelling 2
- D. Stelling 1 en 2



#### Uitwerking

Stelling 1 is juist, want de traps bevatten een op 40 meter afgestemde parallelkring die de eindstukken voor die band afsluiten van het stuk tussen trap en voedingspunt.

Stelling 2 is niet juist, want de traps die een parallelkring voor 40 m zijn, gedragen zich voor lagere frequenties dan hun resonantiefrequentie, zoals de 80-m band, niet capacitief, maar inductief.

Dat komt neer op antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.83 Uitwerking van Opgave 14-83

Yagi-antennes bevatten zogenoemde parasitaire elementen. Als ze op de juiste manier geplaatst zijn:

- A. **Verhogen ze de versterking en de voor/achter-verhouding**
- B. Verhogen ze alleen de voor/achter-verhouding
- C. Verhogen ze alleen de versterking (gain)
- D. Verbeteren ze alleen de voetspunt-impedantie

#### **Uitwerking**

Alle Yagi-elementen op de straler na zijn parasitaire elementen. Meestal is er één reflector achter de straler en meerdere directoren ervoor. Bijplaatsen van elementen van de juiste lengte en op de juiste plek leidt tot een grotere antennewinst (versterking) en een grotere voor/achter-verhouding. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.84 Uitwerking van Opgave 14-84**

Een richtantenne met parasitaire elementen (Yagi) voor 28 MHz heeft:

- A. Een reflector van 4 meter
- B. Een director langer dan de straler
- C. Één of meer directors tussen de straler en de reflector
- D. **Één stralend element van ongeveer 5 meter**

**Uitwerking**

28 MHz komt overeen met een golflengte van ruim 10 meter. De straler van een yagi is net als een halvegolf-dipool een halve golf lang, in dit geval ongeveer 5 meter. Dat komt overeen met antwoord D.

**Opmerkingen**

Een reflector is iets langer dan de straler en een director iets korter. Daarmee valt antwoord B af. Directors zitten nooit tussen straler en reflector. Dus ook antwoord C deugt niet.



Terug naar de opgave

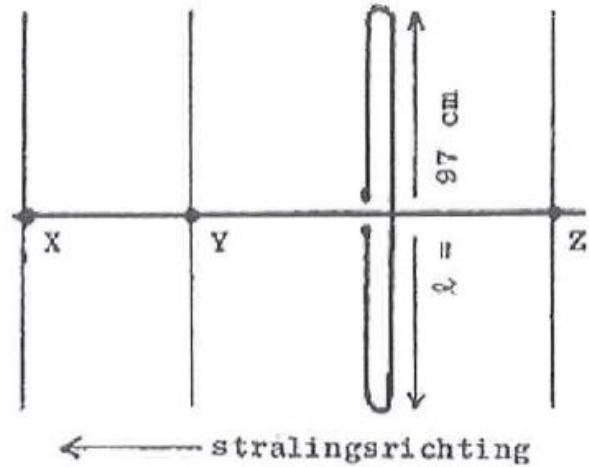
Naar de volgende opgave



### 14.5.85 Uitwerking van Opgave 14-85

Hoe lang moeten de parasitaire elementen X, Y en Z zijn?

- A. X=105 cm; Y=102 cm; Z=92 cm
- B. X=92 cm; Y=102 cm; Z=105 cm
- C. X=91 cm; Y=102 cm; Z=105 cm
- D. X=91 cm; Y=92 cm; Z=102 cm



#### Uitwerking

Waar de straler zit is duidelijk: de gevouwen dipool met een lengte van 97 cm. Er is niets mis met gevouwen dipolen als straler in een yagi.

Met een stralingsrichting naar links is Z de reflector en X en Y twee directoren.

De lengte van Z moet groter zijn dan de 97 cm van de straler. Daarmee valt antwoord A af.

X moet korter zijn dan Y en Y korter dan de 97 cm van de straler. Daaraan voldoet alleen antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.86 Uitwerking van Opgave 14-86

De reikwijdte van een UHF-zender wordt het meest vergroot door:

- A. Het overgaan van enkelzijbandmodulatie op frequentiemodulatie
- B. Het overgaan van horizontale op verticale polarisatie
- C. Een open dipool te voorzien van een reflector**
- D. Het vervangen van een open dipool door een gevouwen dipool

#### Uitwerking

Door het aanbrengen van een reflector zal de antennewinst (“gain”) verbeteren en de ERP dus ook. Antwoord C.

#### Opmerkingen

Overgaan van EZB naar FM zal door de toegenomen bandbreedte niet bevorderlijk zijn voor de reikwijdte (antwoord A) ; het overgaan van horizontale op verticale polarisatie (antwoord B) kan als gevolg van de positie van omringende objecten iets, maar niet veel uitmaken, zeker als sprake is van alleen maar een open dipool. Het vervangen van een open dipool door een gevouwen exemplaar haalt wat reikwijdte betreft niets uit (antwoord D).

Door de hoge frequentie en daarmee samenhangende kleine golflengte is niet alleen de effectief ontvangende oppervlakte, maar ook de effectief uitzendende oppervlakte op UHF klein. Dat leidt tot een kleinere vermogensdichtheid dan bijvoorbeeld op HF. Ook om die reden is werken met niet alleen een reflector maar ook met veel directoren op UHF algemeen, want bevorderlijk voor de reikwijdte.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.87 Uitwerking van Opgave 14-87

Een zendantenne met richtwerking wordt toegepast:

- A. Om uitstraling van harmonischen te voorkomen
- B. Om een goede aanpassing aan de zender te krijgen
- C. Om een grotere afstand te kunnen overbruggen**
- D. Om een groter frequentiebereik te krijgen

#### Uitwerking

Hier staat maar één zinnig antwoord in het rijtje. Het nut van richtwerking is de bundeling van zendvermogen in één bepaalde richting met als voornaamste doel het overbruggen van een zo groot mogelijke afstand. Antwoord C.

#### Opmerking

Richtwerking kan ook heel nuttig zijn als het erom gaat, hinderlijke invloed van stations op de ontvangst te verminderen. Draai de antenne totdat het storende station voldoende zwak is en het beluisterde station nog voldoende hard. Dat lukt niet altijd, want de stations moeten wel in ongelijke richtingen liggen en de antenne moet voldoende bundelen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.88 Uitwerking van Opgave 14-88**

Een Yagi-antenne heeft een voor/achterverhouding van 10 dB. Aan deze antenne wordt 100 W toegevoerd. Het naar achteren uitgestraalde vermogen bedraagt ongeveer:

- A. 10 W
- B. 0,1 W
- C. 50 W
- D. 1 W

**Uitwerking**

10 dB betekent een vermogensverhouding van 10:1. 10 naar voren, 1 naar achteren, samen 11 delen. Anders gezegd: 10/11 van 100 W naar voren, 1/11 van 100 watt naar achteren. Dat komt neer op resp. 91 W en 9,1 W. Die achterwaartse 9,1 W staat niet in het rijtje antwoorden; de dichtstbijzijnde waarde is 10 W. Gelukkig staat in de vraag het woordje *ongeveer*. Antwoord A.



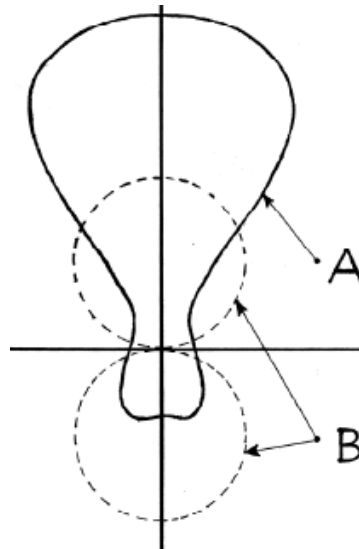
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.89 Uitwerking van Opgave 14-89

Getekend zijn het stralingsdiagram van een enkele dipool en dat van een dipool met parasitaire reflector.



Stelling 1: Diagram A is van een dipool met parasitaire reflector. Diagram B is van een enkele dipool.

Stelling 2: De voor/achterverhouding van de dipool met reflector is groter dan die van de dipool.

Wat is juist:

- A. Stelling 1 en 2
- B. Stelling 1
- C. Stelling 2
- D. Geen van beide stellingen

### Uitwerking

Stelling 1 is juist, want de antenne van diagram A straalt naar voren veel meer vermogen uit dan naar achteren, terwijl de antenne van diagram B naar voren en naar achteren evenveel uitstraalt (eigenlijk is er bij B geen voor of achter).

Stelling 2 is juist. Dat volgt uit de uitleg bij stelling 1.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.90 Uitwerking van Opgave 14-90**

Paraboolantennes worden vaak gebruikt in de amateurband:

- A. 1,83 - 1,85 MHz
- B. 10 000,0 MHz – 10 5000,0 MHz**
- C. 144,0 – 146,0 MHz
- D. 21,0 – 21,45 MHz

**Uitwerking**

Paraboolantennes worden vooral toegepast in het GHz-gebied waar de golflengten heel klein zijn. (10 GHz = 10 000 MHz → golflengte 3 cm). In het rijtje antwoorden staat er maar één: antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.91 Uitwerking van Opgave 14-91

Paraboolantennes worden hoofdzakelijk toegepast in de frequentieband:

- A. 1000 MHz en hoger
- B. 30-100 MHz
- C. 300-1000 MHz
- D. 100-300 MHz

#### **Uitwerking**

Zie ook de uitwerking van Opgave 14-90. Dan is antwoord A het beste antwoord.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.92 Uitwerking van Opgave 14-92

Een parabolantenne met een schoteldiameter van 1 meter wordt gebruikt op een frequentie van 5,6 GHz. Indien de schotel vervolgens wordt gebruikt voor een frequentie van 10,5 GHz, wordt de:

- A. Antennewinst groter en de openingshoek (bundelbreedte) groter
- B. Antennewinst groter en de openingshoek (bundelbreedte) kleiner**
- C. Antennewinst kleiner en de openingshoek (bundelbreedte) kleiner
- D. Antennewinst kleiner en de openingshoek (bundelbreedte) groter

#### Uitwerking

Neem de antennewinst ten opzichte van een dipool op dezelfde frequentie. Hoe kleiner de dipool en de bijbehorende golflengte, des te kleiner wordt ook het effectief ontvangend oppervlak. De parabool blijft echter in deze opgave dezelfde afmeting houden. In vergelijking met een kleiner effectief ontvangend oppervlak wordt de parabool dus groter. Je kunt ook zeggen dat er bij 10,5 GHz bijna 2x zoveel golflengtes in de diameter van 1 meter passen dan bij 5,6 GHz. De antennewinst wordt dus groter.

Tegelijkertijd wordt de bundeling bij toenemende frequentie scherper. Die extra antennewinst moet tenslotte ergens vandaan komen, namelijk uit een smallere bundel.

Dat komt neer op antwoord B.

#### Opmerking

Eigenlijk komt hier een algemeen natuurkundig verschijnsel aan de orde. Hoe kleiner de golflengte van een EM-veld, des te nauwkeuriger kun je er dingen mee waarnemen en hoe smaller het veld zich laat bundelen. Een golflengte van 1000 m neem je (vrijwel) niet waar met een antennetje van 10 cm; met een golflengte van 20 cm gaat dat uitstekend.

Hoe korter de golflengte, des te meer gaan radiogolven in hun gedrag op licht lijken. De golflengte van zichtbare licht ligt tussen 0,4 en 0,7  $\mu\text{m}$ . Daarmee kunnen we via een microscoop voorwerpen met afmetingen van minder dan 1  $\mu\text{m}$  waarnemen. Bij nog kleinere golflengten blijft dit verband in stand: hoe kleiner de golflengte, hoe kleiner de dingen die je ermee kunt waarnemen.

Die halvegolf-dipool heeft dan ook een veel bredere achtergrond dan we in deze cursus beschrijven.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.93 Uitwerking van Opgave 14-93

Een parabolische reflector wordt met een ideale belichter gebruikt op 24 GHz en heeft daarbij een gain van 30 dBi. Als dezelfde parabolische reflector met eveneens een ideale belichter wordt gebruikt op 47 GHz, dan wordt de gain:

- A. 30 dBi
- B. 60 dBi
- C. 24 dBi
- D. **36 dBi**

#### Uitwerking

Een verdubbeling van de frequentie leidt tot een verkleining van het effectief ontvangend en uitstralend oppervlak met een factor 4. Dat geldt ook voor de (theoretische) isotrope straler, waarmee de antennewinst hier wordt vergeleken. De oppervlakte van de parabool blijft even groot, zodat de antennewinst ten opzichte van de isotrope straler 4x zo groot wordt. Dat is 6 dB. Opgeteld bij de oorspronkelijke gain van 30 dBi wordt dat 36 dBi.

Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.94 Uitwerking van Opgave 14-94**

Een parabolische reflector met een diameter van 30 cm werkt het beste in het frequentiegebied:

- A. Ruim boven 3000 MHz
- B. 3-30 MHz
- C. 300-3000 MHz
- D. 30-300 MHz

**Uitwerking**

Wil een parabolische reflector effectiever zijn dan een Yagi, dan moet bij wijze van vuistregel de golflengte meer dan drie keer in de diameter passen. 3000 MHz komt neer op een golflengte van  $\frac{300}{3000} \text{ m} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$ , dus die parabool van 30 cm diameter begint bij een frequentie boven omstreeks 3000 MHz zinvol te worden.

Antwoord A.

**Opmerking**

Bij dit type vragen is de meest geschikte frequentie voor de parabool altijd de hoogste.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.95 Uitwerking van Opgave 14-95

De diameter van parabolantennes is:

- A. Veel kleiner dan de gebruikte golflengte
- B. Ongeveer gelijk aan de gebruikte golflengte
- C. Veel groter dan de gebruikte golflengte**
- D. 2x de gebruikte golflengte

#### **Uitwerking**

De diameter van een parabolantenne moet flink (om de gedachten te bepalen: meer dan 3x) groter zijn dan de gebruikte golflengte. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.96 Uitwerking van Opgave 14-96

De afstand die met een amateur UHF -verbinding met parabolantennes onder goede omstandigheden rechtstreeks kan worden overbrugd, bedraagt:

- A. 2,5 km
- B. Meer dan 50 km**
- C. 1 km
- D. 25 km

#### Uitwerking

We gaan ervan uit dat onder “goede omstandigheden” wordt verstaan een plaatsing van de antenne ruim boven de grond (denk aan minimaal een meter of 12) en een redelijke diameter, bijvoorbeeld 3x de golflengte. Dan kom je op UHF nog steeds verder dan een zichtverbinding, onder meer doordat de lucht naar boven toe ijler wordt, de verplaatsingssnelheid van EM-golven daarmee iets toeneemt en dus afbuiging optreedt en door scatter. Een reikwijdte van meer dan 50 km is op UHF een vrij normale zaak.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.97 Uitwerking van Opgave 14-97

Het effectief uitgestraald vermogen uitgedrukt in EIRP is ten opzichte van de ERP van dezelfde zender en antenne:

- A. Gelijk
- B. 2,15 dB hoger**
- C. 2,15 dB lager
- D. 4,3 dB hoger

#### Uitwerking

EIRP is het effectief uitgestraald vermogen van een antenne ten opzichte van een isotrope straler, ook wel *bolstraler* genoemd. ERP is ten opzichte van een halvegolf-dipool. Het antwoord is een weetje: EIRP komt voor gelijke vermogens en antennes 2,15 dB hoger uit dan ERP, wat neerkomt op 1,64x. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.98 Uitwerking van Opgave 14-98

Een transmissielijn dient om:

- A. De antenneweerstand te verlagen
- B. De juiste aanpassing tussen de antenne en de zender te verkrijgen
- C. Hoogfrequente energie over te dragen**
- D. De antenneweerstand te verhogen

#### Uitwerking

Een transmissielijn moet vermogen overbrengen van zender naar antenne en van antenne naar ontvanger (al is dat laatste zelden meer dan een micro-vermogen), met zo min mogelijk verlies. Voor dat laatste moeten de impedanties van zender, transmissielijn en antenne zo goed mogelijk op elkaar zijn afgestemd. De aanpassing van zender naar transmissielijn kan worden geregeld met een ATU (*Antenna Tuning Unit*), kortweg een *tuner*. Het komt allemaal neer op antwoord C.

#### Opmerking

Een transmissielijn doet niets met de antenneweerstand.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 14.5.99 Uitwerking van Opgave 14-99

Een open voedingslijn naar een zendantenne dient zelf zo weinig mogelijk te stralen. De straling van een open voedingslijn kan worden verminderd door:

- A. De draden dikker te maken
- B. De afstand tussen de draden groter te maken
- C. De draden van beter geleidend materiaal te maken
- D. De afstand tussen de draden kleiner te maken**

#### Uitwerking

De velden van de twee draden van een open transmissielijn zijn in principe gelijk en tegengesteld. Als beide draden zouden samenvallen, zouden ze elkaars velden volledig opheffen en dus niet stralen. In werkelijkheid is dat niet mogelijk omdat het kortsluiting betekent. Dan zit er weinig anders op dan de afstand tussen beide zo klein mogelijk te maken. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 14.5.100 Uitwerking van Opgave 14-100

De karakteristieke impedantie van een open voedingslijn met parallelle geleiders hangt af van:

- A. De frequentie van het signaal en de draaddikte van de geleiders
- B. Frequentie van het signaal en de lijnlengte
- C. Afstand tussen de draden en de lijnlengte
- D. Afstand tussen de draden en de draaddikte**

#### **Uitwerking**

Karakteristieke impedantie is onafhankelijk van de signaalfrequentie en de lijnlengte. Daarmee vallen de antwoorden A, B en C af en blijft D over.

Daarin staan wel twee zaken die allebei invloed hebben op de karakteristieke impedantie, namelijk draadafstand en draaddikte. Bij verkleining van de draadafstand neemt de straling van de lijn af, want de beide EM-velden overlappen elkaar beter. Echter, de capacatieve verliezen nemen toe (de ene draad “lekt” naar de andere via de onderlinge capaciteit) en de karakteristieke impedantie neemt af. Ook toename van de draaddikte leidt tot een lagere impedantie.



Terug naar de opgave

*Kom mee naar deel C*