



Inhoudsopgave

14	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 14, deel A (1-50).....	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	Voortplantingssnelheid, 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.....	14-20
14.4.1	Opgave 14-1	14-21
14.4.2	Opgave 14-2.....	14-23



14.4.3	Opgave 14-3	14-24
14.4.4	Opgave 14-4	14-25
14.4.5	Opgave 14-5	14-26
14.4.6	Opgave 14-6	14-27
14.4.7	Opgave 14-7	14-28
14.4.8	Opgave 14-8	14-29
14.4.9	Opgave 14-9	14-30
14.4.10	Opgave 14-10	14-31
14.4.11	Opgave 14-11	14-32
14.4.12	Opgave 14-12	14-33
14.4.13	Opgave 14-13	14-34
14.4.14	Opgave 14-14	14-35
14.4.15	Opgave 14-15	14-36
14.4.16	Opgave 14-16	14-37
14.4.17	Opgave 14-17	14-38
14.4.18	Opgave 14-18	14-39
14.4.19	Opgave 14-19	14-40
14.4.20	Opgave 14-20	14-41
14.4.21	Opgave 14-21	14-42
14.4.22	Opgave 14-22	14-43
14.4.23	Opgave 14-23	14-44
14.4.24	Opgave 14-24	14-45
14.4.25	Opgave 14-25	14-46
14.4.26	Opgave 14-26	14-47
14.4.27	Opgave 14-27	14-48
14.4.28	Opgave 14-28	14-49
14.4.29	Opgave 14-29	14-50
14.4.30	Opgave 14-30	14-51
14.4.31	Opgave 14-31	14-52
14.4.32	Opgave 14-32	14-53
14.4.33	Opgave 14-33	14-54



14.4.34	Opgave 14-34	14-55
14.4.35	Opgave 14-35	14-56
14.4.36	Opgave 14-36	14-57
14.4.37	Opgave 14-37	14-58
14.4.38	Opgave 14-38	14-59
14.4.39	Opgave 14-39	14-60
14.4.40	Opgave 14-40	14-61
14.4.41	Opgave 14-41	14-62
14.4.42	Opgave 14-42	14-63
14.4.43	Opgave 14-43	14-64
14.4.44	Opgave 14-44	14-65
14.4.45	Opgave 14-45	14-66
14.4.46	Opgave 14-46	14-67
14.4.47	Opgave 14-47	14-68
14.4.48	Opgave 14-48	14-69
14.4.49	Opgave 14-49	14-70
14.4.50	Opgave 14-50	14-71
14.5	Uitwerkingen	14-72
14.5.1	Uitwerking van Opgave 14-1	14-73
14.5.2	Uitwerking van Opgave 14-2	14-74
14.5.3	Uitwerking van Opgave 14-3	14-75
14.5.4	Uitwerking van Opgave 14-4	14-76
14.5.5	Uitwerking van Opgave 14-5	14-77
14.5.6	Uitwerking van Opgave 14-6	14-78
14.5.7	Uitwerking van Opgave 14-7	14-79
14.5.8	Uitwerking van Opgave 14-8	14-80
14.5.9	Uitwerking van Opgave 14-9	14-81
14.5.10	Uitwerking van Opgave 14-10	14-82
14.5.11	Uitwerking van Opgave 14-11	14-83
14.5.12	Uitwerking van Opgave 14-12	14-84
14.5.13	Uitwerking van Opgave 14-13	14-85



14.5.14	Uitwerking van Opgave 14-14.....	14-86
14.5.15	Uitwerking van Opgave 14-15.....	14-87
14.5.16	Uitwerking van Opgave 14-16.....	14-88
14.5.17	Uitwerking van Opgave 14-17.....	14-89
14.5.18	Uitwerking van Opgave 14-18.....	14-90
14.5.19	Uitwerking van Opgave 14-19.....	14-91
14.5.20	Uitwerking van Opgave 14-20.....	14-92
14.5.21	Uitwerking van Opgave 14-21.....	14-93
14.5.22	Uitwerking van Opgave 14-22.....	14-94
14.5.23	Uitwerking van Opgave 14-23.....	14-95
14.5.24	Uitwerking van Opgave 14-24.....	14-96
14.5.25	Uitwerking van Opgave 14-25.....	14-97
14.5.26	Uitwerking van Opgave 14-26.....	14-98
14.5.27	Uitwerking van Opgave 14-27.....	14-99
14.5.28	Uitwerking van Opgave 14-28.....	14-100
14.5.29	Uitwerking van Opgave 14-29.....	14-101
14.5.30	Uitwerking van Opgave 14-30.....	14-102
14.5.31	Uitwerking van Opgave 14-31.....	14-103
14.5.32	Uitwerking van Opgave 14-32.....	14-104
14.5.33	Uitwerking van Opgave 14-33.....	14-105
14.5.34	Uitwerking van Opgave 14-34.....	14-106
14.5.35	Uitwerking van Opgave 14-35.....	14-107
14.5.36	Uitwerking van Opgave 14-36.....	14-108
14.5.37	Uitwerking van Opgave 14-37.....	14-109
14.5.38	Uitwerking van Opgave 14-38.....	14-110
14.5.39	Uitwerking van Opgave 14-39.....	14-111
14.5.40	Uitwerking van Opgave 14-40.....	14-112
14.5.41	Uitwerking van Opgave 14-41.....	14-113
14.5.42	Uitwerking van Opgave 14-42.....	14-114
14.5.43	Uitwerking van Opgave 14-43.....	14-115
14.5.44	Uitwerking van Opgave 14-44.....	14-116



14.5.45	Uitwerking van Opgave 14-45.....	14-117
14.5.46	Uitwerking van Opgave 14-46.....	14-118
14.5.47	Uitwerking van Opgave 14-47.....	14-119
14.5.48	Uitwerking van Opgave 14-48.....	14-120
14.5.49	Uitwerking van Opgave 14-49.....	14-121
14.5.50	Uitwerking van Opgave 14-50.....	14-122



14 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 14, deel A (1-50)

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 44. Dit is deel A 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). Soms is dat zelfs (3). 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

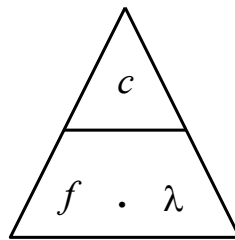
14.3.1 Elektromagnetisch veld

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 λ 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

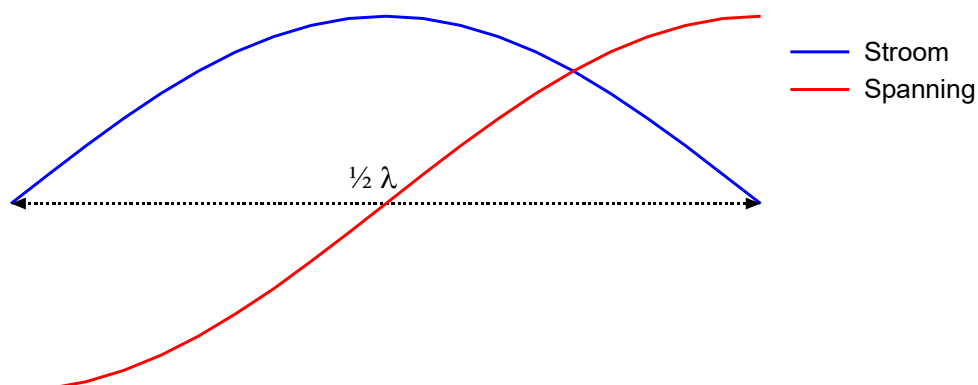
De snelheid waarmee een EM-golf een geleidende draad doorloopt, is ongeveer 0,96x de lichtsnelheid. Die 0,96 heet de *verkortingsfactor*. De golflengte in zo'n draad is de verkortingsfactor maal de lichtsnelheid in lucht of vacuüm. In transmissielijnen kan de verkortingsfactor aanzienlijk kleiner zijn.

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).



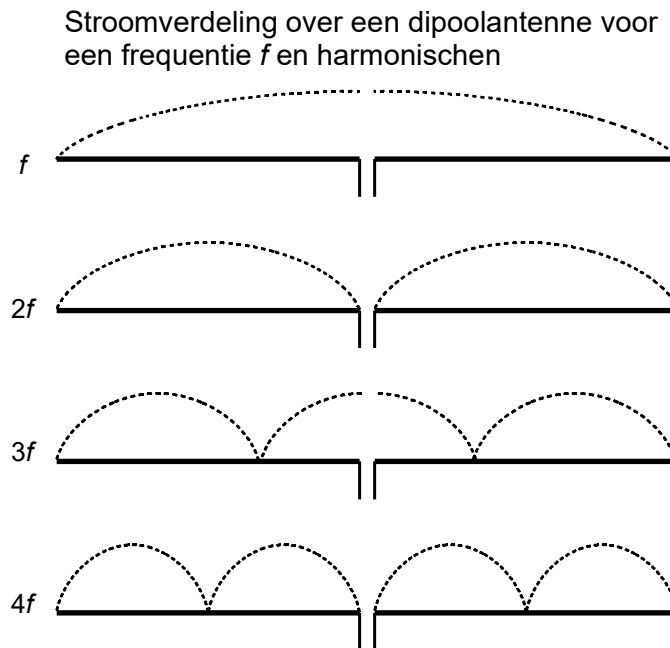
Een uiteinde is daarom (zeer) hoogohmig (niet oneindig omdat een uiteinde ook capaciteit heeft). Een kwart golflengte daarvandaan is de lijn laagohmig. Je kunt ook zeggen dat een

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.

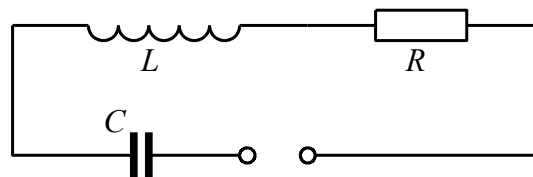


Op het aansluitpunt is de antenne afwisselend laagohmig (stroom maximaal) voor de oneven en hoogohmig (spanning maximaal) voor de even harmonischen.

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.

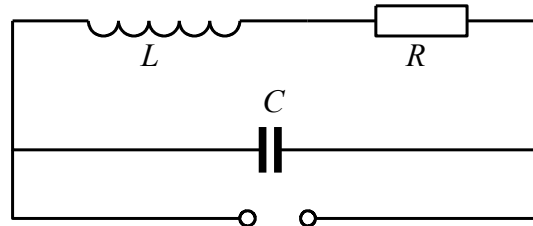
Het vervangingsschema van een antenne is dat van een afgestemde kring. Dat van een in het midden gevoede halvegolf dipool ziet eruit als in het schema hieronder.



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 hoofdsorten: 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.

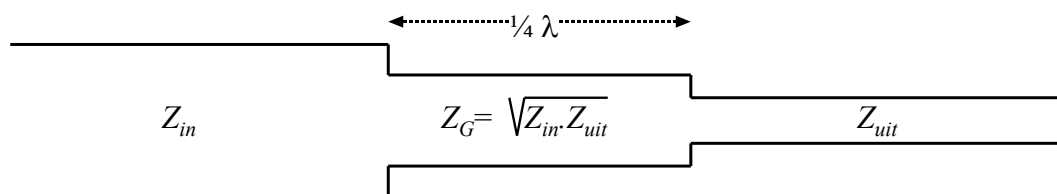
Het kan ook minder extreem. Daarbij moet rekening worden gehouden met de karakteristieke impedantie van de kabel, waarvan de stub is gemaakt. Voorbeeld: een kwartgolf stub met een karakteristieke impedantie van 70 ohm die aan één eind is verbonden met een coax-kabel met een karakteristieke impedantie 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

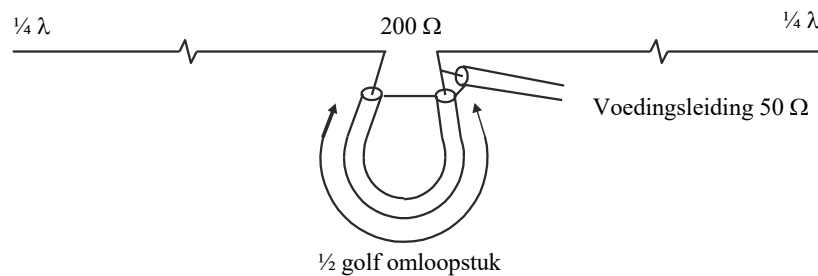
De driekwart golf stub is te zien als een kwartgolf en een halvegolf stub in serie. Die laatste vertoont aan beide uiteinden dezelfde impedantie, maar keert de fase om. Gevolg: impedantie-omzetting in de kwartgolf stub en fase-omkering in de halvegolf stub.

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 *karacteristieke 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 50Ω . 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 antenntuner (*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

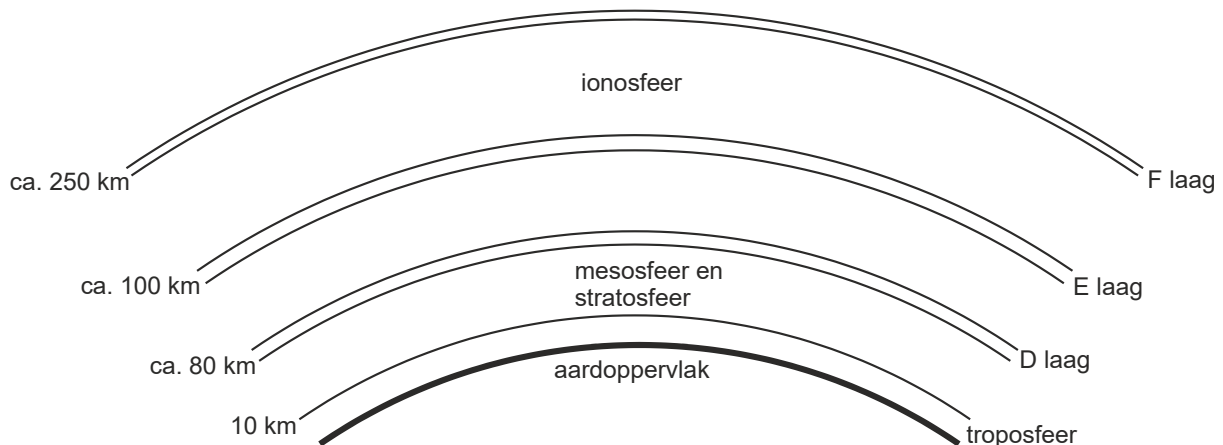
Directe golf: radiogolven die rechtstreeks van zend- naar ontvangstantenne gaan, eventueel geholpen door verstrooiing (*scatter*).

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.

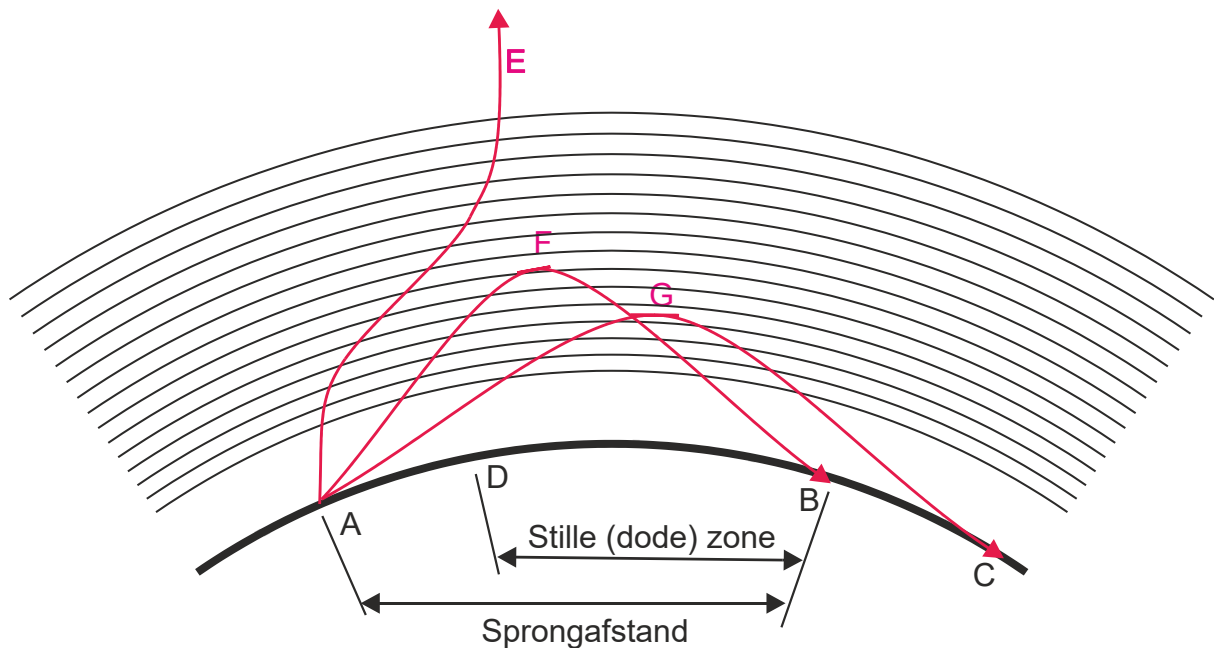
Worden die hogere frequenties onder een kleinere hoek dan 90 graden uitgezonden ("opgestraald"), dan worden ze nog wel gereflecteerd. Hoe hoger de frequentie, des te kleiner de benodigde hoek.

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.

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

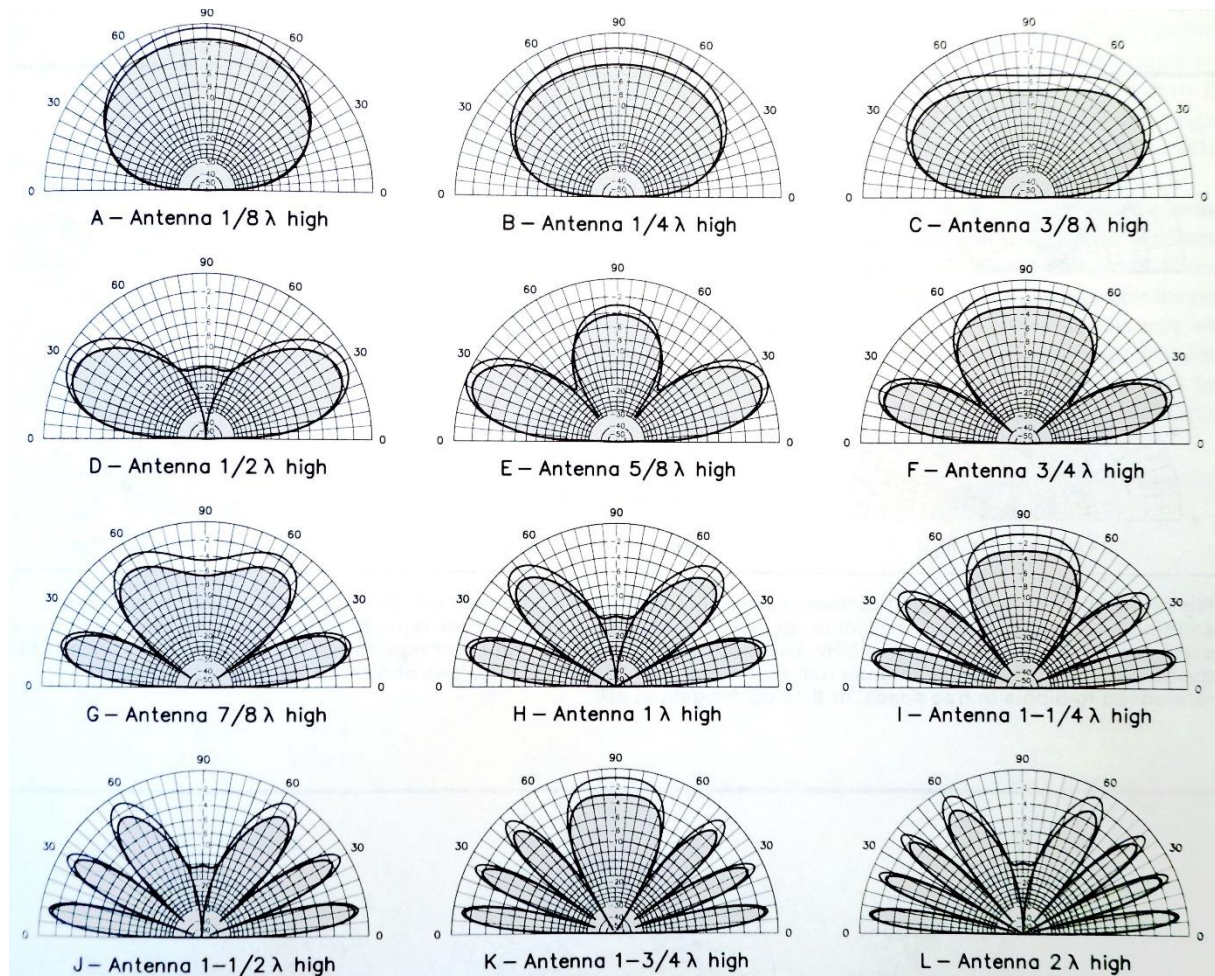
De *sprongafstand* of *skip distance* is de afstand over het aardoppervlak tussen de zendantenne die een ruimtegolf uitzendt en het punt waarop die golf het aardoppervlak weer bereikt. In de figuur hieronder is dat de afstand AB waarover golf F weer op aarde belandt.

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

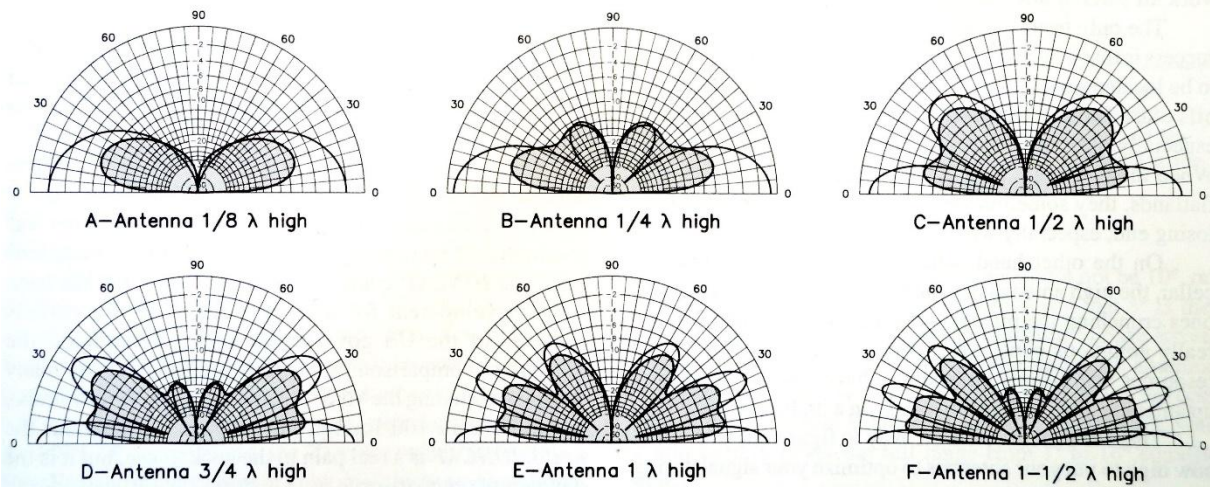
De volgende figuur uit het ARRL Antenna Book (2002) toont de stralingdiagrammen van een horizontaal geplaatste halvegolf-dipool in afhankelijkheid van de hoogte boven het aardoppervlak (in golflengten λ). De buitenste kromme geeft de situatie bij ideale geleidende grond (die niet bestaat), de binnenste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




14.4.1 Opgave 14-1

De elektrische component in elektromagnetische golven:

- A. Bepaalt de richting waarin de elektromagnetische golven zich voortplanten
- B. Is altijd verticaal gericht
- C. Kan zowel horizontaal als verticaal gericht zijn
- D. Is altijd horizontaal gericht

(F-examen voorjaar 2005, december 2011, mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 






14.4.2 Opgave 14-2

De polarisatierichting van een radiogolf:

- A. Wordt in eerste instantie bepaald door de ontvangantenne
- B. Is altijd loodrecht op de aarde
- C. Is altijd evenwijdig aan de aarde
- D. Wordt in eerste instantie bepaald door de zendantenne

(F-examen september 2006, oktober 2007, mei 2016 (1), januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.3 Opgave 14-3

De polarisatie van een radiogolf is gedefinieerd als:

- A. De hoofdstralingsrichting van de zendantenne
- B. De richting van het magnetisch veld
- C. De opstralingshoek van de zendantenne
- D. De richting van het elektrisch veld

(F-examen oktober 2009, maart 2018))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.4 Opgave 14-4

De polarisatie van een dipoolantenne wordt bepaald door de:

- A. Hoogte van de antenne boven het aardoppervlak
- B. Aanpassing van de antenne aan de voedingskabel
- C. Lengte van de antenne
- D. Hoek van de antenne ten opzichte van het aardoppervlak

(F-examen najaar 2004, oktober 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.5 Opgave 14-5

De polarisatierichting van een signaal uitgezonden door een draadantenne wordt bepaald door:

- A. De aanpassing van de antenne aan de zender
- B. De hoek van de antenne ten opzichte van het aardoppervlak
- C. Het al of niet symmetrisch voeden van de antenne
- D. Het aantal golven dat de antenne lang is

(F-examen december 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.6 Opgave 14-6

De golflengte van de derde harmonische van een 10 MHz-sigitaal is:

- A. 3,33 m
- B. 90 m
- C. 30 m
- D. 10 m

(F-examen voorjaar 2000, november 2008 (1), januari 2015, november 2017, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.7 Opgave 14-7

Een zender en ontvanger zijn 300 km van elkaar verwijderd. Wat is de kortste tijd waarin het zendersignaal de ontvanger kan bereiken?

- A. 0,01 milliseconde
- B. 0,1 milliseconde
- C. 1 milliseconde
- D. 10 milliseconde

(F-examen najaar 2001, januari 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.8 Opgave 14-8

De golflengte van een signaal wordt bepaald door

- A. De frequentie en de periodeduur
- B. De frequentie en de voortplantingssnelheid
- C. De amplitude en de frequentie
- D. De amplitude en de voortplantingssnelheid

(F-examen najaar 2004, maart 2011 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.9 Opgave 14-9

De voortplantingssnelheid voor radiogolven in een bepaald materiaal is 250 000 km/s. In dit materiaal is de golflengte van het signaal 2 meter.

De frequentie is dan:

- A. 150 kHz
- B. 125 MHz
- C. 125 kHz
- D. 150 MHz

(F-examen najaar 2007, juni 2011, mei 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.10 Opgave 14-10

De frequentie van een radiogolf is 3 GHz.

De golflengte is:

- A. 0,01 m
- B. 0,1 m
- C. 1 m
- D. 10 m

(F-examen april 2008, november 2017, mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.11 Opgave 14-11

Elektromagnetische golven planten zich voort met een snelheid van

- A. 50.000 km/s
- B. 300.000 km/h
- C. 300.000 km/s
- D. 1000 km/h

(F-examen september 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.12 Opgave 14-12

Radiozendamateurs met een F-registratie bij Agentschap Telecom mogen CW-verbindingen maken op 2197 meter.

De hiermee overeenkomende frequentie ligt in de band:

- A. 13,57 – 13,78 kHz
- B. 135,7 -137,8 kHz
- C. 13,57 – 13,78 MHz
- D. 1,357-1,378 MHz

(F-examen november 2009)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.13 Opgave 14-13

De ontvangst van 2-meter-signalen in een betonnen gebouw is slechter dan daarbuiten, doordat:

- A. Het betonijzer een min of meer gesloten ruimte vormt
- B. Het beton radiogolven niet doorlaat
- C. Beton een slechte geleider is
- D. Het betonijzer geaard is

(F-examen najaar 2003, september 2013 (1), mei 2015 (1), september 2017, januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.14 Opgave 14-14

Een nadeel van enkelzijbandmodulatie ten opzichte van amplitudemodulatie is:

- A. Meer vervorming door onjuiste afstemming
- B. Meer vervorming door selectieve fading
- C. Plaats voor minder zenders in de banden
- D. Meer vervorming door draaggolfinterferentie

(F-examen voorjaar 2007, september 2014 (2), mei 2015 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.15 Opgave 14-15

Een voordeel van enkelzijbandmodulatie vergeleken met amplitudemodulatie is:

- A. De frequentiestabiliteit van de ontvanger kan lager zijn
- B. De vervorming ten gevolge van selectieve fading is minder hinderlijk
- C. De zendereindtrap kan in klasse C worden ingesteld
- D. De bandbreedte van de ontvanger kan groter zijn.

(F-examen najaar 2003, oktober 2008 (1), september 2011 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.16 Opgave 14-16

Een voordeel van amplitudemodulatie ten opzichte van enkelzijbandmodulatie is:

- A. Minder vervorming door selectieve fading
- B. Minder vervorming door frequentie-afwijkingen
- C. Minder vervorming door draaggolfinterferentie
- D. Plaats voor meer zenders in de banden

(F-examens najaar 2002, november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.17 Opgave 14-17

Een 430 MHz-zender is door 25 meter coaxiale kabel (demping 16 dB/100 m) en een balun (demping 0,5 dB) verbonden met een Yagi-antenne (winst 14,5 dB). Het zendvermogen bedraagt 30 watt.

Het effectief uitgestraald vermogen (ERP) is:

- A. 1000 W
- B. 300 W
- C. 100 W
- D. 30 W

(F-examen juli 2009, oktober 2009, mei 2011 (2), mei 2012 (1), mei 2016 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.18 Opgave 14-18

Een 50 MHz zender is door 20 meter kabel (demping 20 dB/100 meter) en een balun (demping = 0,4 dB) verbonden met een Yagi-antenne (winst 10,4 dB). Het zendvermogen bedraagt 10 watt.

Het effectief uitgestraald vermogen (ERP) bedraagt

- A. 20 W
- B. 10 W
- C. 30 W
- D. 40 W

(F-examen juli 2009, september 2010 (2), november 2010 (2), januari 2013, maart 2013, maart 2017, September 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.19 Opgave 14-19

Van een coaxiale kabel is de demping bij 14 MHz 12 dB/100 meter. De lengte van de kabel is 25 meter.

Door de zender wordt bij 14 MHz een vermogen van 30 watt in de kabel gestuurd.

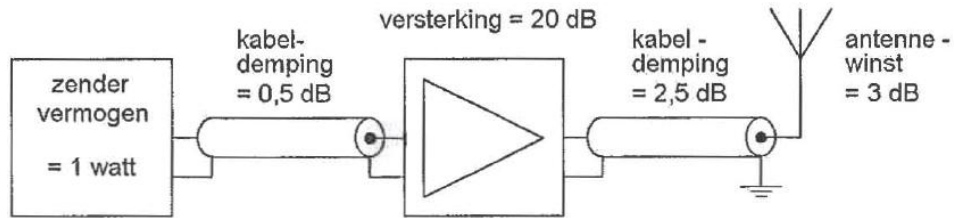
In de kabel gaat verloren:

- A. 1,5 W
- B. 7,5 W
- C. 3 W
- D. 15 W

(F-examen september 2010 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




14.4.20 Opgave 14-20

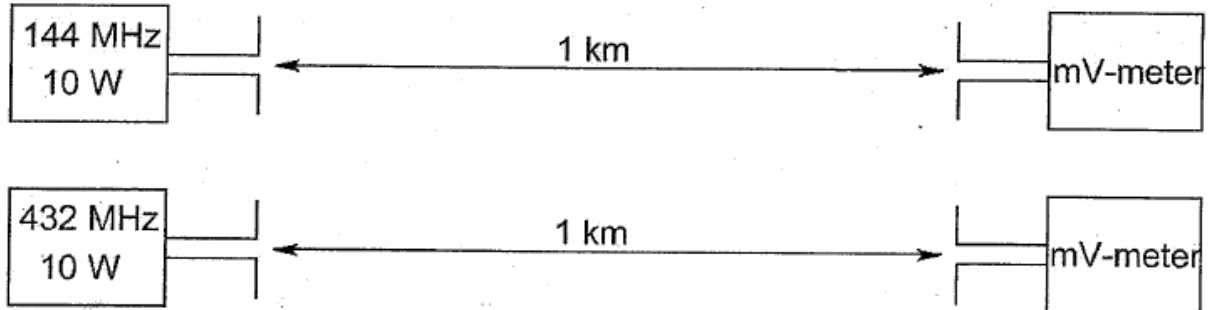
Het door de antenne effectief uitgestraald vermogen (ERP) is:

- A. 1 W
- B. 10 W
- C. 2 W
- D. 100 W

(F-examen april 2010, januari 2017, januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.21 Opgave 14-21



De antennes zijn opgesteld in de vrije ruimte. Met deze opstelling wordt de propagatieverzwakking op 432 MHz vergeleken met die op 144 MHz. De zend- en ontvangantennes zijn verticale halvegolf-dipolen voor de aangegeven frequenties.

De door de antenne afgegeven spanning is op 432 MHz ten opzichte van 144 MHz:

- A. Gelijk
- B. 3 maal zo groot
- C. 1/3
- D. 6 maal zo groot

(F-examen december 2008, februari 2010 (2), juni 2010, september 2010 (2), september 2011 (2), mei 2012, maart 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



**14.4.22 Opgave 14-22**

Tussen de antennes van een mobiele zender en een vaste ontvanger bestaat vrij zicht. Er treden geen reflecties op. Als de afstand van de zender tot de ontvanger wordt verdubbeld, dan zal de afgegeven spanning van de ontvangantenne

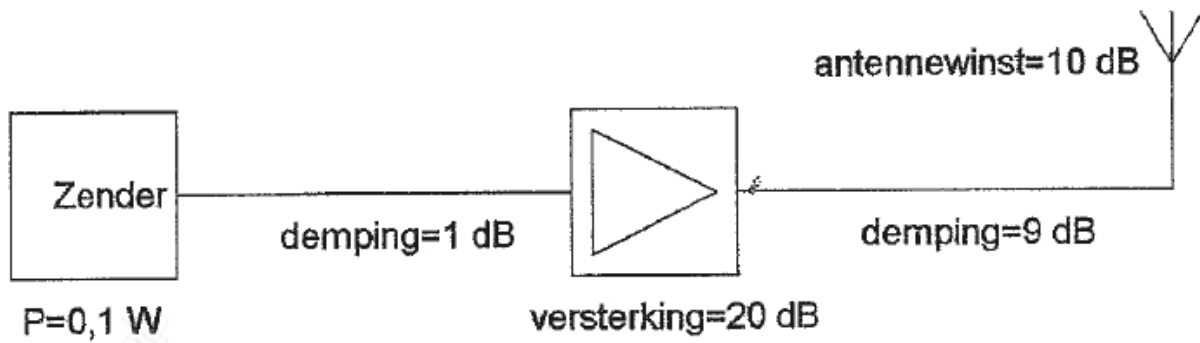
- A. Verminderen tot een kwart van zijn vorige waarde
- B. Variëren op een onvoorspelbare wijze
- C. Gelijk blijven zolang de zender in zicht is
- D. Verminderen tot de helft van zijn vorige waarde

(F-examen november 2010 (2), juni 2011, maart 2015, maart 2017, mei 2018 (1), september 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




14.4.23 Opgave 14-23



Het door de antenne effectief uitgestraalde vermogen (ERP) is

- A. 1 W erp
- B. 0,1 W erp
- C. 1000 W erp
- D. 10 W erp

(F-examen mei 2009 (1), november 2012, mei 2015 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.24 Opgave 14-24

De demping tussen twee verticale halvegolf-dipolen wordt gemeten op een bepaalde frequentie.

De antennes zijn opgesteld in de vrije ruimte. Als de frequentie wordt verdubbeld en de afmetingen van de halvegolf-dipolen hierop worden aangepast, dan zal de demping

- A. 6 dB toenemen
- B. Gelijk blijven
- C. 3 dB toenemen
- D. 3 dB afnemen

(F-examen augustus 2009, mei 2010 (2), maart 2011 (2), november 2013 (2), september 2014 (1), mei 2015 (2), november 2015, november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.25 Opgave 14-25

De demping bij vrije ruimte propagatie tussen twee rondstralende antennes wordt gemeten. Als de onderlinge afstand wordt verdubbeld, dan zal de demping

- A. Toenemen met 3 dB
- B. Gelijk blijven
- C. Toenemen met 6 dB
- D. Toenemen met 2 dB

(F-examen oktober 2009, februari 2011, maart 2011 (2), mei 2011 (3), september 2012, november 2013 (1 en 2), mei 2014 (2), mei 2016 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.26 Opgave 14-26

De antennewinst van een zendantenne is 6 dB. De zender levert een zendvermogen van 15 watt. De antenne is verliesvrij.

Het effectief uitgestraald vermogen is:

- A. 30 W
- B. 15 W
- C. 90 W
- D. 60 W

(F-examen november 2010 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.27 Opgave 14-27

De effectief opvangende oppervlakte van een halvegolf-dipool van 144 MHz is t.o.v. de effectief opvangende oppervlakte van een halvegolf dipool voor 432 MHz:

- A. Een derde deel
- B. Gelijk
- C. Negen maal zo groot
- D. Driemaal zo groot

(F-examen september 2011 (2), januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.28 Opgave 14-28

De effectief opvangende oppervlakte van een halvegolf-dipool is:

- A. Evenredig met λ
- B. Evenredig met λ^2
- C. Evenredig met $1/\lambda^2$
- D. Onafhankelijk van λ

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.29 Opgave 14-29

Een Yagi-antenne heeft een voor-achterverhouding van 10 dB. Het effectief uitgestraalde vermogen bedraagt 100 watt. Het effectief naar achteren uitgestraalde vermogen bedraagt ongeveer:

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

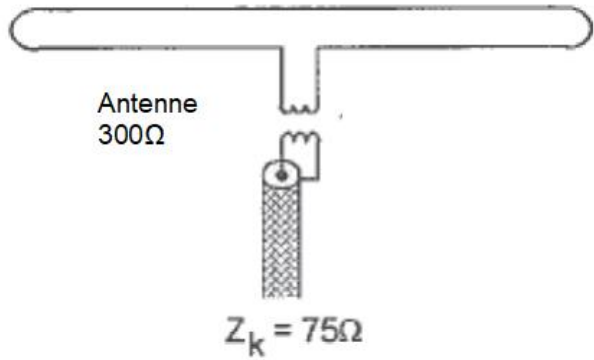
(F-examen september 2013 (1), mei 2017 (1), mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



14.4.30 Opgave 14-30

Een dipoolantenne met een impedantie van $300\ \Omega$ wordt met behulp van een transformator aangepast aan een coaxkabel van $75\ \Omega$.



De wikkilverhouding van de transformator is

- A. 1,4:1
- B. 4:1
- C. 2:1
- D. 1:1

(F-examen najaar 2002, januari 2011, november 2017, maart 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

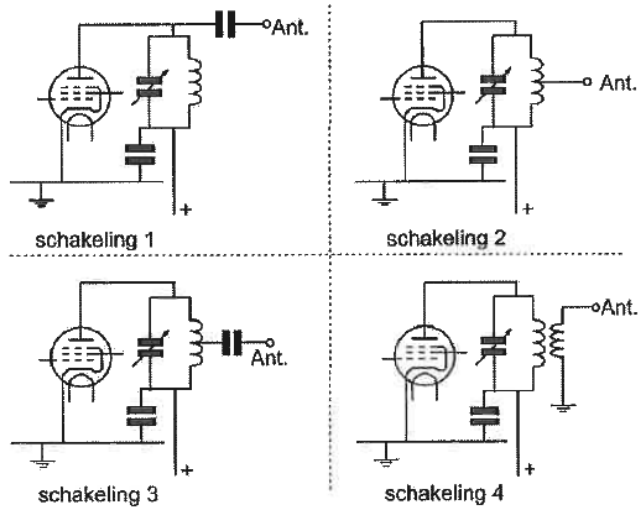


14.4.31 Opgave 14-31

Welke van de schakelingen geeft de meest veilige aankoppeling van de antenne aan de eindtrap van de zender?

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

(F-examen najaar 1975, maart 2009 (2), mei 2010 (2), september 2010 (1), april 2011, mei 2019 (1))



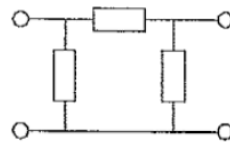
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



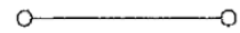
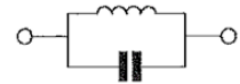
14.4.32 Opgave 14-32

Om een eindversterker aan de coaxkabel aan te passen is het meest bruikbare aanpassingsnetwerk:

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



netwerk 1



netwerk 2

(F-examen maart 2009 (1), mei 2017 (2))



netwerk 3



netwerk 4

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



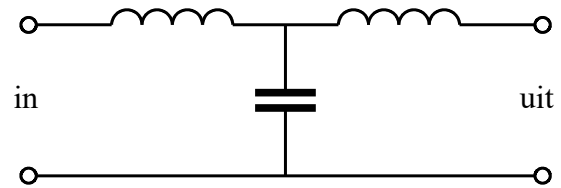
14.4.33 Opgave 14-33

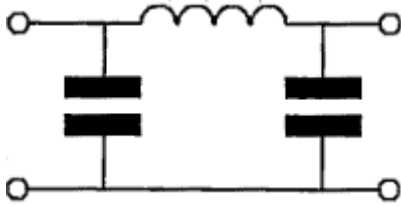
Dit type filter is een:

- A. π -filter
- B. T-filter
- C. Hoogdoorlaatfilter
- D. Bandsperfilter

(F-examen november 2012)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




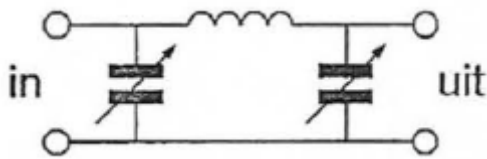
14.4.34 Opgave 14-34

Dit π -filter dat tussen de eindtrap van een zender en de antenne is geschakeld, heeft onder andere als effect dat:

- A. De eindtrap wordt geneutrodyniseerd
- B. Overmodulatie wordt voorkomen
- C. Harmonischen worden onderdrukt
- D. Het zendvermogen wordt gestabiliseerd

(F-examen najaar 2007, januari 2018, januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.35 Opgave 14-35

Tussen een zender en de coaxiale voedingslijn naar een meerbanden-antenne is een pi-filter opgenomen.

Het doel van dit filter is:

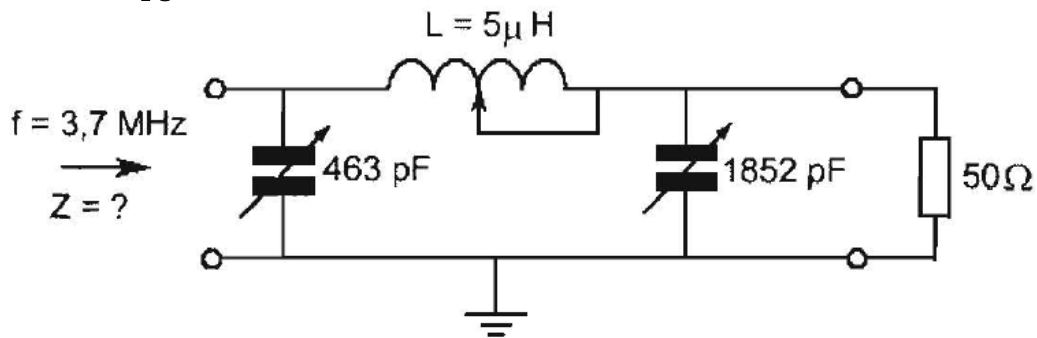
- A. Uitsluitend het verzwakken van harmonischen in het uitgezonden signaal
- B. Het aanpassen van de zenderuitgang op de belasting en het onderdrukken van harmonischen
- C. Uitsluitend het aanpassen van de zenderuitgang op de belasting
- D. Het galvanisch scheiden van de eindtrap van de zender en de voedingslijn.

(F-examen februari 2011, juli 2011, september 2014 (1), november 2015, mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




14.4.36 Opgave 14-36



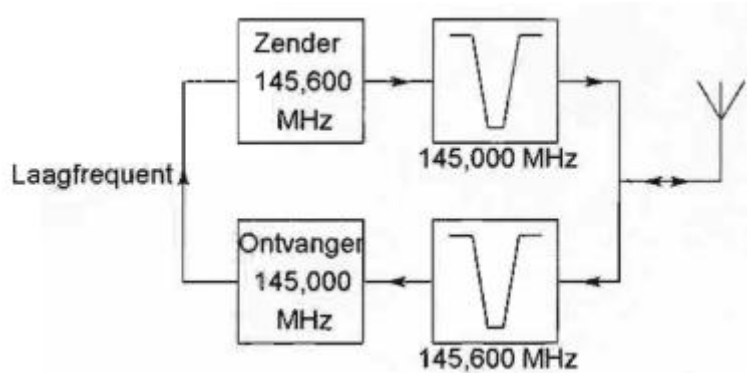
Dit filter behoort tot een 3,7 MHz zendereindtrap. Bij een aangesloten belasting van 50Ω is Z ongeveer:

- A. 50Ω
- B. $10\,000 \Omega$
- C. $1\,000 \Omega$
- D. 10Ω

(F-examen september 2009, februari 2011, November 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


14.4.37 Opgave 14-37



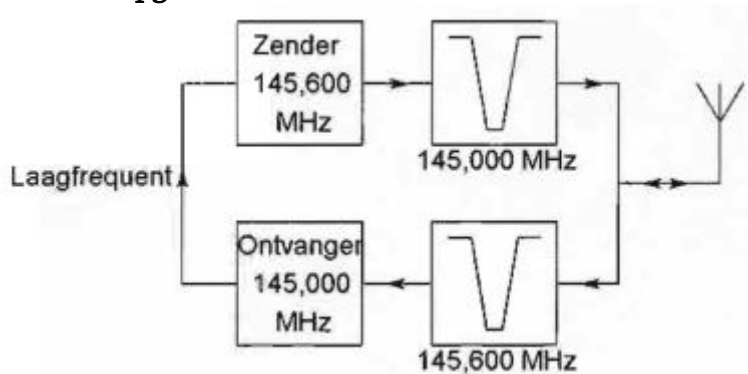
Dit is het blokschema van een FM-relaisstation. Het filter aan de ontvangeringang voorkomt:

- A. Blokkering van de draaggolf op 145,6 MHz
- B. Ontvangststoring door faseruis van de zender
- C. Ontvangst op de spiegelfrequentie
- D. Lekken van oscillatorsignaal van de ontvanger

(F-examen november 2008 (1), november 2010 (1), maart 2011, juni 2011, maart 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


14.4.38 Opgave 14-38



Dit is het blokschema van een FM-relaisstation. Het filter aan de zenderuitgang voorkomt:

- A. Het uitzenden van harmonischen
- B. Een te grote frequentiezwai
- C. Blokkering door de draaggolf op 145,6 MHz
- D. Ontvangststoring door faseruis van de zender

(F-examen juli 2010, juni 2011, maart 2012, november 2015, september 2016, mei 2018 (1), januari 2019, maart 2019, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.39 Opgave 14-39

Een pi-filter in een lineaire eindtrap met een buis wordt vooral toegepast voor:

- A. Lineariteit
- B. Impedantietransformatie
- C. Isolatie van de anodespanning
- D. Frequentiestabiliteit

(F-examen mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.40 Opgave 14-40

Een weerstand van 10Ω met aansluitdraden van ongeveer 5 cm gedraagt zich in de 70-cm amateurband voornamelijk als een

- A. Condensator
- B. Parallelkring
- C. Spoel
- D. Weerstand met condensator in serie

(F-examen maart 2011 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.41 Opgave 14-41

Tussen een zender en een voedingslijn is een laagdoorlaatfilter geplaatst. Het meest waarschijnlijke gevolg van het gebruik van niet-ideale componenten voor dit filter is dat er:

- A. Ruis op de uitzending ontstaat
- B. Laagfrequent detectie in audio-apparatuur optreedt
- C. Parasitair oscilleren in de eindtrap optreedt
- D. Minder onderdrukking van harmonischen wordt bereikt

(F-examen juli 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.42 Opgave 14-42

In de uitgang van een FM-zender is een pi-filter geplaatst. Dit filter heeft als doel:

- A. Het verkleinen van de frequentiezwaai
- B. Het verhogen van de antennewinst
- C. Het aanpassen van de zender aan de antennekabel
- D. Het verkleinen van de staande-golf-verhouding op de kabel

(F-examen voorjaar 2002, januari 2009, februari 2011, maart 2012, mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.43 Opgave 14-43

Een afgestemde draadantenne is aan één eind met een aanpaseenheid op een werkende zender aangesloten. Aan het andere eind van de antenne is er een:

- A. Spanningsminimum en een stroommaximum
- B. Spanningsmaximum en een stroommaximum
- C. Spanningsmaximum en een stroomminimum
- D. Spanningsminimum en een stroomminimum

(F-examen april 2008, mei 2009 (2), maart 2011 (1), November 2014 (1), januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.44 Opgave 14-44

De polarisatie van de door een Yagi-antenne uitgestraalde golf wordt bepaald door:

- A. De stand van de straler
- B. Het aantal elementen
- C. De antennehoogte
- D. De afstand tussen de elementen

(F-examen najaar 2007, januari 2010, november 2010 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.45 Opgave 14-45

Circulaire polarisatie van een elektromagnetische golf kan worden opgewekt met:

- A. Een Yagi-antenne
- B. Twee dipolen loodrecht op elkaar
- C. Een gevouwen dipool
- D. Een tot een cirkel gebogen dipool

(F-examen najaar 2001)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.46 Opgave 14-46

Stelling 1: met een antenne draad evenwijdig aan het aardoppervlak wordt een verticaal gepolariseerde golf opgewekt

Stelling 2: met een antenne draad evenwijdig aan het aardoppervlak wordt een horizontaal gepolariseerde golf opgewekt

Wat is juist?

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

(F-examen mei 2009 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



**14.4.47 Opgave 14-47**

Een koperdraad wordt voldoende hoog en vrij opgehangen als antenne. Eén kant eindigt op een isolator. De andere kant van de antenne heeft ten opzichte van de aarde een lage impedantie voor een zendsignaal indien de koperdraadlengte elektrisch gelijk is aan:

- A. $1/4$ golflengte
- B. $1/8$ golflengte
- C. $1/2$ golflengte
- D. 1 golflengte

(F-examen maart 2009 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.48 Opgave 14-48

De lengte van een halvegolf dipool voor de 7-MHz band is ongeveer:

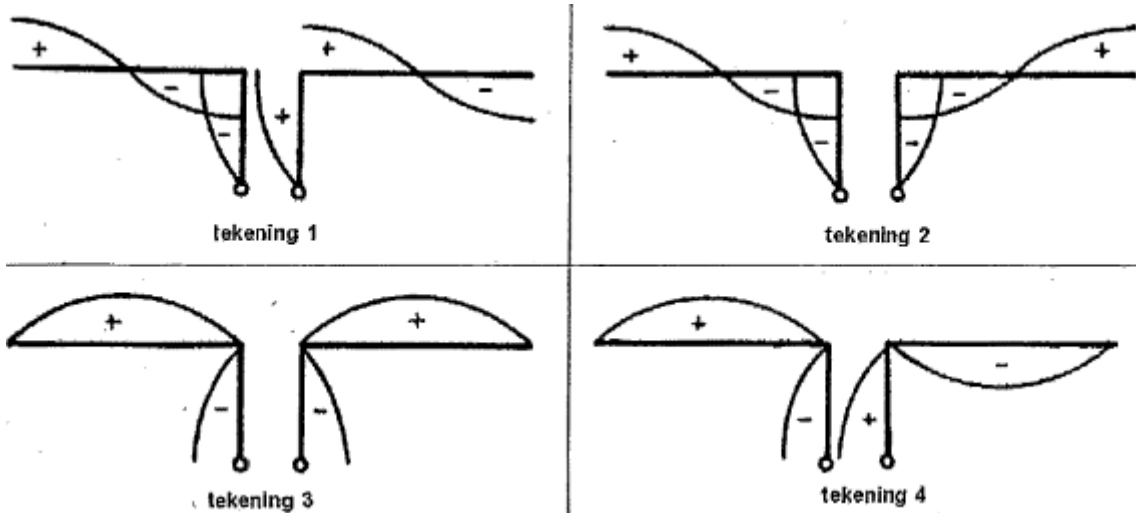
- A. 20,4 m
- B. 7,0 m
- C. 10,2 m
- D. 40,8 m

(F-examen voorjaar 2007, juni 2009, september 2009 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.49 Opgave 14-49

Een antenne wordt in het midden symmetrisch gevoed met een open kwartgolflijn. Welke tekening geeft de juiste spanningsverdeling op straler en voedingslijn weer?



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

(F-examen najaar 2003, september 2014 (2), januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.50 Opgave 14-50

Een halve-golfantenne wordt in het midden gevoed. Dit is het punt van maximale:

- A. Resonantie
- B. Impedantie
- C. Spanning
- D. Stroom

(F-examen augustus 2010, mei 2016 (1), september 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.5 Uitwerkingen



14.5.1 Uitwerking van Opgave 14-1

De elektrische component in elektromagnetische golven:

- A. Bepaalt de richting waarin de elektromagnetische golven zich voortplanten
- B. Is altijd verticaal gericht
- C. Kan zowel horizontaal als verticaal gericht zijn**
- D. Is altijd horizontaal gericht

Uitwerking

Bij de uitzending van een elektromagnetische golf vormt zich een elektrisch en een magnetisch veld. Die staan loodrecht op elkaar. Beide richtingen zijn afhankelijk van de stand van de zendantenne. De antenne kan in theorie iedere stand hebben, maar de elementen staan meestal horizontaal of verticaal. De elektrische component heeft de richting van de antenne en kan dan ook zowel horizontaal als verticaal zijn. Antwoord C is goed.

Opmerking

Het staat elke zendamateer vrij om zijn/haar antenne schuin te zetten. Dan is de uitgezonden golf schuin gepolariseerd. Er bestaat ook circulaire polarisatie. Daarbij draait de polarisatie rond. Deze polarisatie wordt bijvoorbeeld gebruikt voor satellietcommunicatie. Een satelliet heeft in de ruimte geen vaste stand en dan is het goed om op alle polarisatierichtingen voorbereid te zijn.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.2 Uitwerking van Opgave 14-2

De polarisatierichting van een radiogolf:

- A. Wordt in eerste instantie bepaald door de ontvangantenne
- B. Is altijd loodrecht op de aarde
- C. Is altijd evenwijdig aan de aarde
- D. **Wordt in eerste instantie bepaald door de zendantenne**

Uitwerking

Bij de uitwerking van Opgave 14-1 is gezegd dat de polarisatierichting afhangt van de stand van de zendantenne. Bij deze opgave leidt dat tot antwoord D.

Opmerking

Zie ook de Uitwerking van Opgave 14-5 voor een wat uitvoeriger antwoord



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.3 Uitwerking van Opgave 14-3

De polarisatie van een radiogolf is gedefinieerd als:

- A. De hoofdstralingsrichting van de zendantenne
- B. De richting van het magnetisch veld
- C. De opstralingshoek van de zendantenne
- D. De richting van het elektrisch veld

Uitwerking

De polarisatierichting van een antenne is de richting van het elektrisch veld. Antwoord D is daarom het juiste antwoord.

Opmerking

Zie ook Uitwerking van Opgave 14-5 voor een wat uitvoeriger antwoord



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.4 Uitwerking van Opgave 14-4

De polarisatie van een dipoolantenne wordt bepaald door de:

- A. Hoogte van de antenne boven het aardoppervlak
- B. Aanpassing van de antenne aan de voedingskabel
- C. Lengte van de antenne
- D. **Hoek van de antenne ten opzichte van het aardoppervlak**

Uitwerking

De polarisatie van een horizontale antenne is horizontaal, die van een verticale antenne verticaal. Dan kan het niet anders of het juiste antwoord is D.

Opmerking

Zie ook Uitwerking van Opgave 14-5 voor een wat uitvoeriger antwoord



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



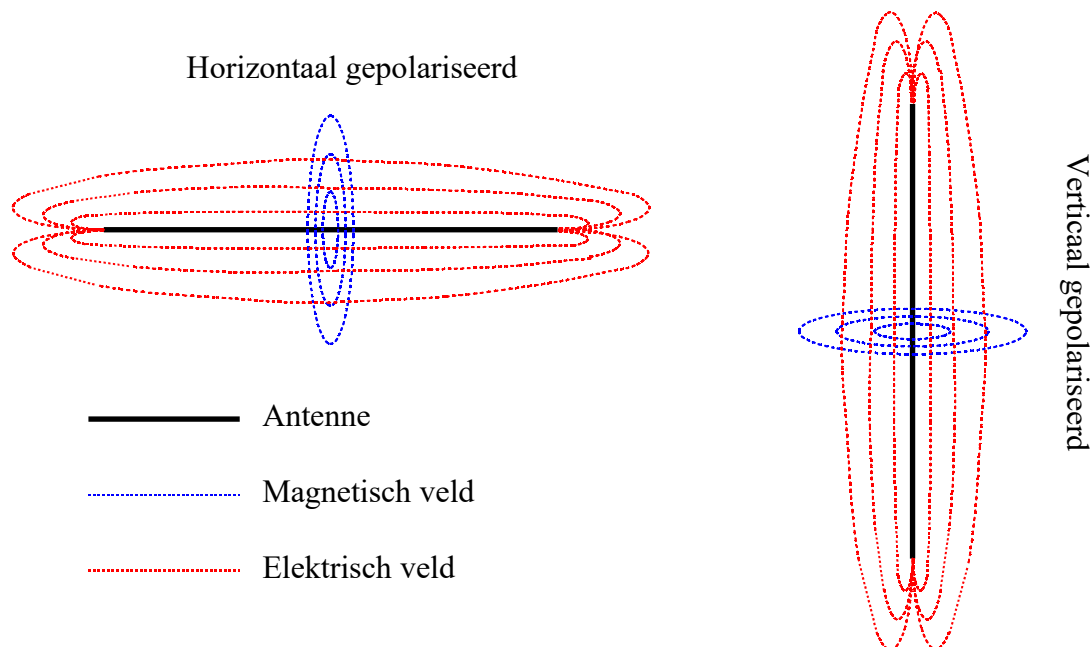
14.5.5 Uitwerking van Opgave 14-5

De polarisatierichting van een signaal uitgezonden door een draadantenne wordt bepaald door:

- A. De aanpassing van de antenne aan de zender
- B. De hoek van de antenne ten opzichte van het aardoppervlak**
- C. Het al of niet symmetrisch voeden van de antenne
- D. Het aantal golven dat de antenne lang is

Uitwerking

De polarisatierichting is de hoofdrichting van het elektrische deel van het elektromagnetische veld. Die loopt van antennepunt naar antennepunt. De illustratie hieronder laat dat zien.



Het magnetische deel heeft veldlijnen in de vorm van cirkels waarbij de antenne door hun middelpunt loopt. Het elektrische deel van het veld heeft veldlijnen evenwijdig aan de antenne. Is de antenne verticaal, dan lopen de elektrische veldlijnen ook verticaal; is de antenne horizontaal, dan lopen de elektrische veldlijnen horizontaal. Overigens gaan de elektrische veldlijnen op grotere afstand steeds meer op cirkels lijken, maar ook die blijven hun oorspronkelijke stand houden. Door de kromming van het aardoppervlak staan ze na een flinke afstand wel schuin ten opzichte van het aardoppervlak, maar magnetische en elektrische veldlijnen blijven altijd loodrecht op elkaar staan.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.6 Uitwerking van Opgave 14-6**

De golflengte van de derde harmonische van een 10 MHz-sigitaal is:

- A. 3,33 m
- B. 90 m
- C. 30 m
- D. 10 m

Uitwerking

De derde harmonische van 10 MHz is $3 * 10 \text{ MHz} = 30 \text{ MHz}$. De golflengte is lichtsnelheid gedeeld door frequentie:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300 \cdot 10^6}{30 \cdot 10^6} \text{ m} = 10 \text{ m}$$

Dat is dus antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.7 Uitwerking van Opgave 14-7

Een zender en ontvanger zijn 300 km van elkaar verwijderd. Wat is de kortste tijd waarin het zendersignaal de ontvanger kan bereiken?

- A. 0,01 milliseconde
- B. 0,1 milliseconde
- C. 1 milliseconde**
- D. 10 milliseconde

Uitwerking

De vraag komt neer op: in hoeveel tijd leg je met 300 000 km/s een afstand van 300 km af?

Omdat het gevraagde antwoord in milliseconden (ms) is, is het handig om de lichtsnelheid meteen maar om te rekenen van km/s naar km/ms. $1 \text{ ms} = 1/1000 \text{ s}$. Delen door 1000 levert 300 km/ms. Dan hoeven we al niet meer verder, want licht en andere EM-golven leggen die 300 km af in 1 ms. Antwoord C is goed.

Opmerking

Laat je niet in de war brengen door gedachten over ionosferische of troposferische reflecties. Die kunnen wel of niet optreden, maar worden niet genoemd en dan doen ze in de opgave niet mee. Maak het niet ingewikkelder dan nodig!



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





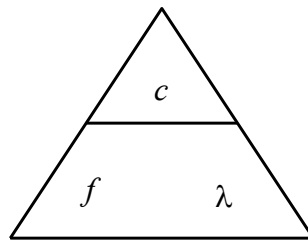
14.5.8 Uitwerking van Opgave 14-8

De golflengte van een signaal wordt bepaald door

- A. De frequentie en de periodeduur
- B. De frequentie en de voortplantingssnelheid**
- C. De amplitude en de frequentie
- D. De amplitude en de voortplantingssnelheid

Uitwerking

We gebruiken ook hier de vermenigvuldig-driehoek die we ook gebruikten in Hoofdstuk 3 bij de Wet van Ohm en aanverwante zaken:



De c staat voor de voortplantingssnelheid van licht- en andere EM-golven, f voor frequentie en λ voor golflengte.

Voor de golflengte λ geldt dan: $\lambda = c/f$, voortplantingssnelheid c gedeeld door frequentie f . Daarmee hebben we meteen het juiste antwoord; dat is B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.9 Uitwerking van Opgave 14-9

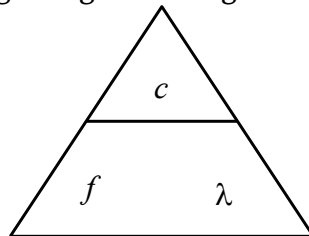
De voortplantingssnelheid voor radiogolven in een bepaald materiaal is 250 000 km/s. In dit materiaal is de golflengte van het signaal 2 meter.

De frequentie is dan:

- A. 150 kHz
- B. 125 MHz**
- C. 125 kHz
- D. 150 MHz

Uitwerking:

Ook hier kunnen we de vermenigvuldigdriehoek gebruiken.



We lezen af: $f = c/\lambda$. In dit geval is $c=250\,000$ km/s en $\lambda = 2$ m.

In dit soort situaties kunnen we soms spelen met eenheden. Druk c uit in Mm/s (megameters per seconde). Dan is $c=250$ Mm/s en geldt dat $f = 250/2$ MHz. Antwoord B is juist.

Opmerking 1

Als je megameters/s (Mm/s) gebruikt en λ in meters neemt, krijg je de uitkomst in MHz. Spelen met eenheden kan rekenwerk schelen! Verwar de megameter (Mm, 1 miljoen meter) niet met de mm, want die staat voor millimeter, 1/1000 m.

Opmerking 2

Verwar het goede antwoord niet met het foute antwoord C, want dat staat in kHz.

Antwoord D ontstaat bij wie ondanks de tekst van de opgave toch uitgaat van de licht- en EM-voortplantingssnelheid in vacuüm van 300 000 km/s.

Voortplantingssnelheden van 250 000 km/s kunnen bijvoorbeeld optreden in transmissielijnen met een verkortingsfactor. In dit geval zou die factor $250/300 \approx 0,83$ bedragen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.10 Uitwerking van Opgave 14-10**

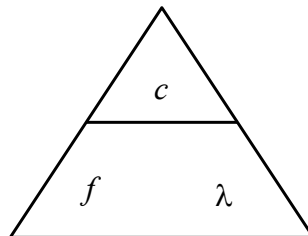
De frequentie van een radiogolf is 3 GHz.

De golflengte is:

- A. 0,01 m
- B. 0,1 m**
- C. 1 m
- D. 10 m

Uitwerking

We gaan weer uit van de bekende driehoek



We moeten van frequentie f naar golflengte λ . We passen hetzelfde trucje met de eenheden toe als in de Uitwerking van Opgave 14-9. Gebruik MHz en Mm en je krijgt de uitkomst in m:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300 \text{ Mm/s}}{3\,000 \text{ MHz}} = \frac{3}{30} \text{ m} = 0,1 \text{ m}$$

Antwoord B is goed.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.11 Uitwerking van Opgave 14-11**

Elektromagnetische golven planten zich voort met een snelheid van

- A. 50.000 km/s
- B. 300.000 km/h
- C. 300.000 km/s
- D. 1000 km/h

Uitwerking

Dit is gewoon een weetje. De voortplantingssnelheid van EM-golven (in de atmosfeer) is 300 000 km/s. Antwoord C.

Opmerking

In de opgave wordt niet vermeld waarin de EM-golven zich moeten voortplanten. De snelheid in lucht of vacuüm ligt dan voor de hand (die verschillen weinig).

Verkortingsfactoren zijn ook altijd ten opzichte van diezelfde 300 000 km/s.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.12 Uitwerking van Opgave 14-12

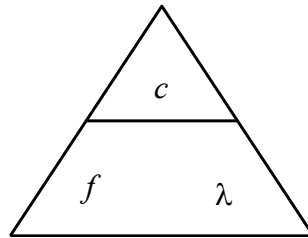
Radiozendamateurs met een F-registratie bij Agentschap Telecom mogen CW-verbindingen maken op 2197 meter.

De hiermee overeenkomende frequentie ligt in de band:

- A. 13,57 – 13,78 kHz
- B. 135,7 -137,8 kHz**
- C. 13,57 – 13,78 MHz
- D. 1,357-1,378 MHz

Uitwerking

We pakken de vermenigvuldigdriehoek erbij



Daaruit volgt $f = c/\lambda = 300\,000 \text{ km/s} / 2197 \text{ m} \approx 136,5 \text{ kHz}$. Dat is antwoord B.

Opmerking

Deel km/s (geen Mm/s zoals eerder) door meters en je krijgt kHz. Zo kun je ook bij kHz spelen met voorvoegsels.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.13 Uitwerking van Opgave 14-13

De ontvangst van 2-meter-signalen in een betonnen gebouw is slechter dan daarbuiten, doordat:

- A. Het betonijzer een min of meer gesloten ruimte vormt
- B. Het beton radiogolven niet doorlaat
- C. Beton een slechte geleider is
- D. Het betonijzer geaard is

Uitwerking

Het ligt voor de hand dat er een afscherming moet zijn. Die is er in de vorm van het betonijzer dat een metalen kooi om het inwendige van het gebouw vormt. Zo'n kooi heeft zelfs een naam: *Kooi van Faraday*, genoemd naar de Britse natuurkundige Michael Faraday ([Michael Faraday - Wikipedia](#)). De kooi van Faraday werd en wordt gebruikt voor experimenten die niet verstoord mogen worden door EM-velden. Staven betonijzer in een betonconstructie kunnen zover uit elkaar liggen dat een golflengte van 2 m niet volledig wordt afgeschermd. Vandaar dat wordt gesproken over een slechtere ontvangst en niet over geen ontvangst. Antwoord A is hier de winnaar.

Opmerking 1

Het metaal van een kooi van Faraday hoeft niet noodzakelijkerwijs te zijn geaard. Een auto op rubber banden is bijvoorbeeld door zijn kooikarakter een veilige schuilplaats voor blikseminslag.

Opmerking 2

Een kooi van Faraday sluit niet alleen 2-meter-signalen buiten, maar alles wat min of meer hoogfrequent is.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.14 Uitwerking van Opgave 14-14

Een nadeel van enkelzijbandmodulatie ten opzichte van amplitudemodulatie is:

- A. Meer vervorming door onjuiste afstemming
- B. Meer vervorming door selectieve fading
- C. Plaats voor minder zenders in de banden
- D. Meer vervorming door draaggolfinterferentie

Uitwerking

Door het ontbreken van een draaggolf bij EZB is het moeilijker om vervormingsvrij af te stemmen dan bij AM. Dat betekent antwoord A.

Opmerking 1

Selectieve fading kan optreden bij AM, als de ene zijband door fading anders wordt versterkt/verzwakt dan de andere. Dat geeft vervorming. Bij EZB is er maar één zijband. Dat is dus eerder een voordeel dan een nadeel van EZB. Het begrip *fading* in de antwoorden was overigens de reden op de opgave pas bij hoofdstuk 14 te behandelen.

Opmerking 2

Met EZB is er ten opzichte van AM juist plaats voor meer zenders in de banden. Draaggolfinterferentie is een begrip dat buiten de stof voor amateurexamens ligt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.15 Uitwerking van Opgave 14-15

Een voordeel van enkelzijbandmodulatie vergeleken met amplitudemodulatie is:

- A. De frequentiestabiliteit van de ontvanger kan lager zijn
- B. De vervorming ten gevolge van selectieve fading is minder hinderlijk**
- C. De zendereindtrap kan in klasse C worden ingesteld
- D. De bandbreedte van de ontvanger kan groter zijn.

Uitwerking

Voordelen van EZB ten opzichte van AM zijn een kleinere bandbreedte en daardoor meer zenders op de band, minder ruis, effectiever met vermogen en een kleinere bandbreedte, waardoor selectieve fading (zie ook de opmerking bij de Uitwerking van Opgave 14-14) minder kans krijgt. Antwoord B.

Opmerkingen

De frequentiestabiliteit van een EZB-ontvanger moet beter zijn dan die van een AM-exemplaar omdat de afstemming bij AM minder kritisch is

De eindtrap mag bij zowel EZB als AM juist niet in klasse C worden ingesteld en de bandbreedte van de ontvanger kan bij EZB-ontvangst juist kleiner dan bij AM.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.16 Uitwerking van Opgave 14-16

Een voordeel van amplitudemodulatie ten opzichte van enkelzijbandmodulatie is:

- A. Minder vervorming door selectieve fading
- B. Minder vervorming door frequentie-afwijkingen**
- C. Minder vervorming door draaggolfinterferentie
- D. Plaats voor meer zenders in de banden

Uitwerking

Omdat AM zijn eigen draaggolf “meebrengt” in plaats van die te moeten ontlenen aan een BFO, kan AM wat minder precies worden afgestemd dan EZB zonder dat er hinderlijke vervorming optreedt. Antwoord B is dan ook goed.

Opmerking

Minder vervorming door selectieve fading (zie opmerking bij de Uitwerking van Opgave 14-14) en plaats voor meer zenders in een band zijn juist een voordeel van EZB.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.17 Uitwerking van Opgave 14-17**

Een 430 MHz-zender is door 25 meter coaxiale kabel (demping 16 dB/100 m) en een balun (demping 0,5 dB) verbonden met een Yagi-antenne (winst 14,5 dB). Het zendvermogen bedraagt 30 watt.

Het effectief uitgestraald vermogen (ERP) is:

- A. 1000 W
- B. 300 W**
- C. 100 W
- D. 30 W

Uitwerking

Begin met het maken van de “verlies- en winstrekening” van zender tot afstraling.

Antennekabel: 25/100 * 16 dB is	-4,0 dB
Balunverlies:	-0,5 dB
Yagi-winst	<u>+14,5 dB</u>
Totaal	+10,0 dB

De ERP is +10 dB ten opzichte van 30 W = $10^1 * 30 \text{ W} = 300 \text{ W}$. Antwoord B is prijswinnaar.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.18 Uitwerking van Opgave 14-18**

Een 50 MHz zender is door 20 meter kabel (demping 20 dB/100 meter) en een balun (demping = 0,4 dB) verbonden met een Yagi-antenne (winst 10,4 dB). Het zendvermogen bedraagt 10 watt.

Het effectief uitgestraald vermogen (ERP) bedraagt

- A. 20 W
- B. 10 W
- C. 30 W
- D. 40 W

Uitwerking

Een overzichtelijke manier van oplossen is de optelsom

Demping kabel is $20/100 = 1/5$ van 20 dB -4,0 dB

Demping balun is -0,4 dB

Antennewinst +10,4 dB

Totaal + 6,0 dB

6 dB is een factor 4 ($10^{0,6}$) die moet worden vermenigvuldigd met het toegevoerde vermogen van 10 W. Daarmee vinden we een ERP van 40 W. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.19 Uitwerking van Opgave 14-19**

Van een coaxiale kabel is de demping bij 14 MHz 12 dB/100 meter. De lengte van de kabel is 25 meter.

Door de zender wordt bij 14 MHz een vermogen van 30 watt in de kabel gestuurd.

In de kabel gaat verloren:

- A. 1,5 W
- B. 7,5 W
- C. 3 W
- D. 15 W

Uitwerking

De demping van de kabel is $25/100 * 12 \text{ dB} = 3 \text{ dB}$; de “versterking” is -3 dB. -3 dB betekent dat de helft van het vermogen overblijft ($10^{-0,3} \approx 0,5$). $0,5 * 30 \text{ W} = 15 \text{ W}$.

Aan het eind van de kabel is $30 \text{ W} - 15 \text{ W} = 15 \text{ W}$ verloren gegaan. Antwoord D.

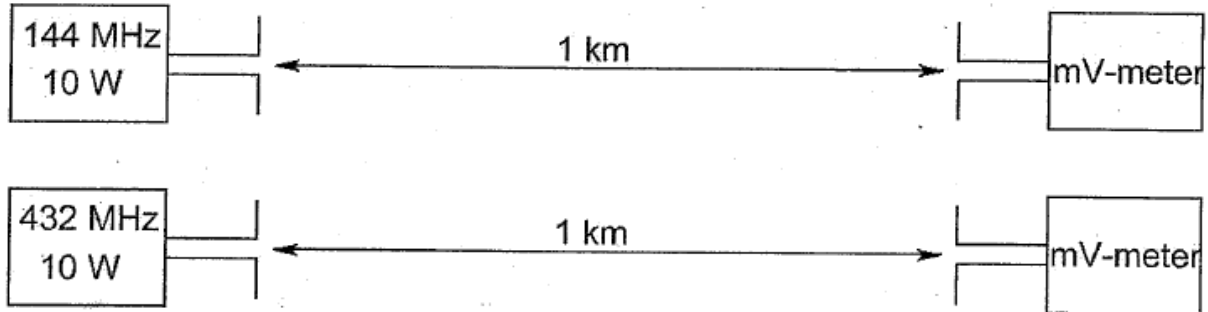


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.21 Uitwerking van Opgave 14-21



De antennes zijn opgesteld in de vrije ruimte. Met deze opstelling wordt de propagatieverzwakking op 432 MHz vergeleken met die op 144 MHz. De zend- en ontvangantennes zijn verticale halvegolf-dipolen voor de aangegeven frequenties. De door de antenne afgegeven spanning is op 432 MHz ten opzichte van 144 MHz:

- A. Gelijk
- B. 3 maal zo groot
- C. 1/3
- D. 6 maal zo groot

Uitwerking

Deze opgave toetst kennis van de effectief opvangende oppervlakte. Die is evenredig met het kwadraat van de golflengte en evenredig met het ontvangen vermogen. Omdat de opgave over verhoudingen gaat, kunnen we ons daartoe beperken. Daar gaat-ie.

De frequentie 432 MHz is precies 3x zo groot als 144 MHz. Dan is de golflengte van 432 MHz precies 3x zo klein als die van 144 MHz. Golflengteverhouding 1 eenheid voor 432 MHz en 3 voor 144 MHz.

De effectief opvangende oppervlakte is evenredig met het kwadraat van de golflengte. Dan verhouden de oppervlakten op 432 MHz en 144 MHz zich als 1:9. De ontvangen vermogens op 144 en 432 MHz verhouden zich net zo: 1:9.

Hier wordt de spanning gevraagd, niet het vermogen. Vermogen is evenredig met het kwadraat van de spanning, want $P = U^2/R$. Dan is U op de antennes evenredig met de wortel uit de vermogensverhouding, dus 1:3. Dat is antwoord C.

De les hieruit:

De afgegeven spanning van een ontvangantenne is bij gelijke vermogensdichtheid van het ontvangen signaal en gelijke antennevorm en aan de golflengte aangepaste grootte **evenredig met de golflengte** en **omgekeerd evenredig met de frequentie**.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.22 Uitwerking van Opgave 14-22

Tussen de antennes van een mobiele zender en een vaste ontvanger bestaat vrij zicht. Er treden geen reflecties op. Als de afstand van de zender tot de ontvanger wordt verdubbeld, dan zal de afgegeven spanning van de ontvangantenne

- A. Verminderen tot een kwart van zijn vorige waarde
- B. Variëren op een onvoorspelbare wijze
- C. Gelijk blijven zolang de zender in zicht is
- D. **Verminderen tot de helft van zijn vorige waarde**

Uitwerking

Het ontvangen vermogen is in dit geval omgekeerd evenredig met de afstand. Afstand 2x zo groot, vermogen 4x zo klein.

Maar.... hier wordt gevraagd naar de spanning op de ontvangantenne, niet naar vermogen. Omdat vermogen P evenredig is met het kwadraat van spanning U , is U evenredig met de wortel uit P en omgekeerd evenredig met de afstand met de afstand.

Om kort te gaan: afstand 2x zo groot \rightarrow vermogen 4x zo klein \rightarrow spanning 2x zo klein.

Dat leidt tot antwoord D.

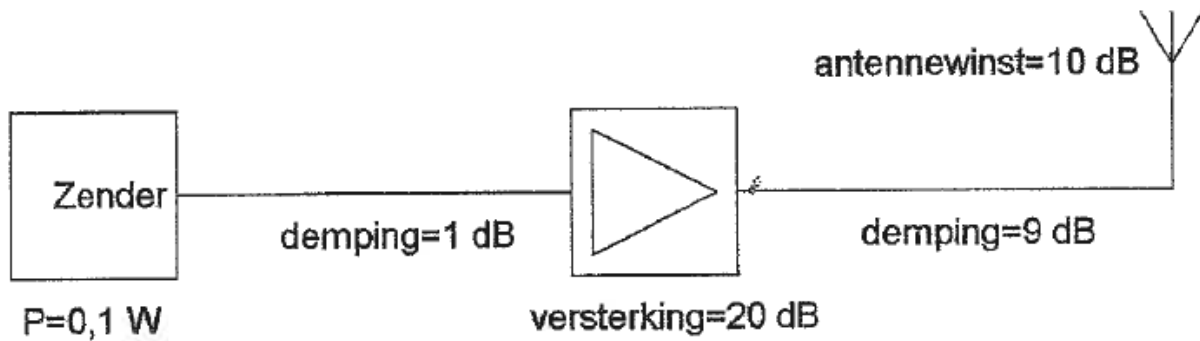


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.23 Uitwerking van Opgave 14-23



Het door de antenne effectief uitgestraalde vermogen (ERP) is

- A. 1 W erp
- B. 0,1 W erp
- C. 1000 W erp
- D. 10 W erp

Uitwerking

We maken eerst weer een optelling van winst en verlies in dB.

Kabel zender naar versterker	-1 dB
Versterker	+20 dB
Antennekabel	- 9 dB
Antennewinst	<u>+10 dB</u>
Totaal	+20 dB

+20 dB is een vermenigvuldigingsfactor van $10^2 = 100$. $100 * 0,1 \text{ W} = 10 \text{ W}$. Antwoord D is juist.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.24 Uitwerking van Opgave 14-24

De demping tussen twee verticale halvegolf-dipolen wordt gemeten op een bepaalde frequentie.

De antennes zijn opgesteld in de vrije ruimte. Als de frequentie wordt verdubbeld en de afmetingen van de halvegolf-dipolen hierop worden aangepast, dan zal de demping

- A. 6 dB toenemen
- B. Gelijk blijven
- C. 3 dB toenemen
- D. 3 dB afnemen

Uitwerking

Het gaat hier weer om de effectief opvangende oppervlakte. Als de frequentie wordt verdubbeld, wordt de golflengte 2x zo klein. Omdat de effectief opvangende oppervlakte evenredig is met het kwadraat van de golflengte, wordt die 4x zo klein en het ontvangen vermogen ook. Dat is hetzelfde als demping die 4x zo groot wordt en dat is 6 dB.

Antwoord A klopt daarom.

Opmerking

Als je een verzwakking van 6 dB hebt vastgesteld, ben je met de examenstress misschien snel geneigd, -6 dB als uitkomst te nemen. Maar die min zit al verwerkt in de term “demping”. Als demping toeneemt, neemt vermogen evenveel af.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.25 Uitwerking van Opgave 14-25

De demping bij vrije ruimte propagatie tussen twee rondstralende antennes wordt gemeten. Als de onderlinge afstand wordt verdubbeld, dan zal de demping

- A. Toenemen met 3 dB
- B. Gelijk blijven
- C. Toenemen met 6 dB**
- D. Toenemen met 2 dB

Uitwerking

Eigenlijk is dit praktisch dezelfde opgave als Opgave 14-24. De antennes verschillen, maar zolang het alleen om afstandsveranderingen gaat, maakt dat niets uit. De verandering van afstand zelf natuurlijk wel. Het inmiddels wel enigszins bekende verhaal: afstand 2x zo groot, vermogen 4x zo klein en dus demping 4x zo groot.

4x is bij vermogen 6 dB ($\log 4 = 0,6$). Eigenlijk is het vermogen 4x zo klein, dus de verandering is -6 dB. Maar in de vraag wordt gesproken over demping en daar zit die min al in. Toename van de demping met 6 dB is dus goed. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.26 Uitwerking van Opgave 14-26**

De antennewinst van een zendantenne is 6 dB. De zender levert een zendvermogen van 15 watt. De antenne is verliesvrij.

Het effectief uitgestraald vermogen is:

- A. 30 W
- B. 15 W
- C. 90 W
- D. 60 W

Uitwerking

Na de dB-boekhoudingen die we eerder hadden, zou dit een makkie moeten zijn.

6 dB is een vermogenswinst van 4x. $4 * 15 \text{ W} = 60 \text{ W}$. Antwoord D is goed.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.27 Uitwerking van Opgave 14-27**

De effectief opvangende oppervlakte van een halvegolf-dipool van 144 MHz is t.o.v. de effectief opvangende oppervlakte van een halvegolf dipool voor 432 MHz:

- A. Een derde deel
- B. Gelijk
- C. **Negen maal zo groot**
- D. Driemaal zo groot

Uitwerking

De effectief opvangende oppervlakte is evenredig met het kwadraat van de golflengte.

De golflengte bij 144 MHz is drie keer zo groot als die bij 432 MHz, want de verhouding van de frequenties is 1:3 en dan is die van de golflengtes 3:1. Voor de effectief ontvangende oppervlaktes wordt die verhouding $3^2:1^2 = 9:1$. Dat betekent dat antwoord C het goede antwoord is.

[Terug naar de opgave](#)[Naar de volgende opgave](#)

**14.5.28 Uitwerking van Opgave 14-28**

De effectief opvangende oppervlakte van een halvegolf-dipool is:

- A. Evenredig met λ
- B. Evenredig met λ^2
- C. Evenredig met $1/\lambda^2$
- D. Onafhankelijk van λ

Uitwerking

De effectief ontvangende oppervlakte A hangt af van de antennewinst G en de golflengte λ volgens

$$A = \frac{G \lambda^2}{4\pi}$$

Geen twijfel mogelijk: antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.29 Uitwerking van Opgave 14-29**

Een Yagi-antenne heeft een voor-achterverhouding van 10 dB. Het effectief uitgestraalde vermogen bedraagt 100 watt. Het effectief naar achteren uitgestraalde vermogen bedraagt ongeveer:

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

Uitwerking

Als de voor-achterverhouding 10 dB is, dan is de voor-achterverhouding in vermogens 10:1. Als er 100 W naar voren gaat, gaat er 1/10 daarvan, 10 W dus, naar achteren. Antwoord C is goed.



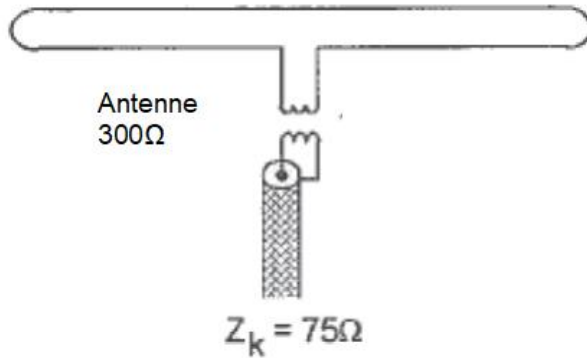
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.30 Uitwerking van Opgave 14-30

Een dipoolantenne met een impedantie van $300\ \Omega$ wordt met behulp van een transformator aangepast aan een coaxkabel van $75\ \Omega$.



De wikkilverhouding van de transformator is

- A. 1,4:1
- B. 4:1
- C. 2:1
- D. 1:1

Uitwerking

Bij een transformator is de impedantieverhouding gelijk aan het kwadraat van de wikkilverhouding. In de opgave is de impedantieverhouding $300:75 = 4:1$. Dan moet de wikkilverhouding $\sqrt{4}:\sqrt{1} = 2:1$ zijn. Dat is antwoord C.

Opmerking/bedenking

Bij een symmetrische antenne zoals deze met coaxiale transmissielijn is deze symmetrische manier van transformeren niet aan te raden, want hij leidt tot mantelstromen. Gebruik in plaats van deze symmetrische trafo een 1:4 balun (zie cursustekst, hoofdstuk 14). Die onderdrukt mantelstromen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

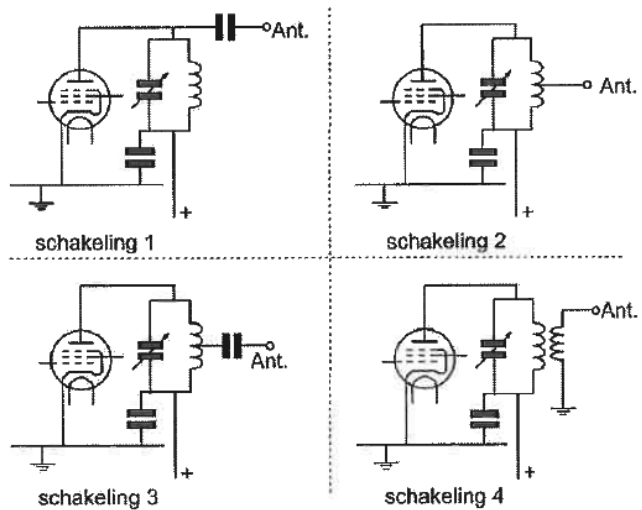


14.5.31 Uitwerking van Opgave 14-31

Welke van de schakelingen geeft de meest veilige aankoppeling van de antenne aan de eindtrap van de zender?

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

(F-examen najaar 1975, maart 2009 (2), mei 2010 (2), september 2010 (1), april 2011, mei 2019 (1))



Uitwerking

Bij buizenschakelingen zijn de spanningen hoog. Daarom moet worden voorkomen dat mens of dier in aanraking kan komen met die hoge spanningen. Een galvanische scheiding is daar het beste middel voor. Een condensator kan doorslaan. Inductief gekoppelde spoelen zullen nooit gelijkspanning/stroom doorlaten. De enige schakeling met inductieve koppeling is schakeling 4. Die is daarom de meest veilige. Antwoord C.



Terug naar de opgave

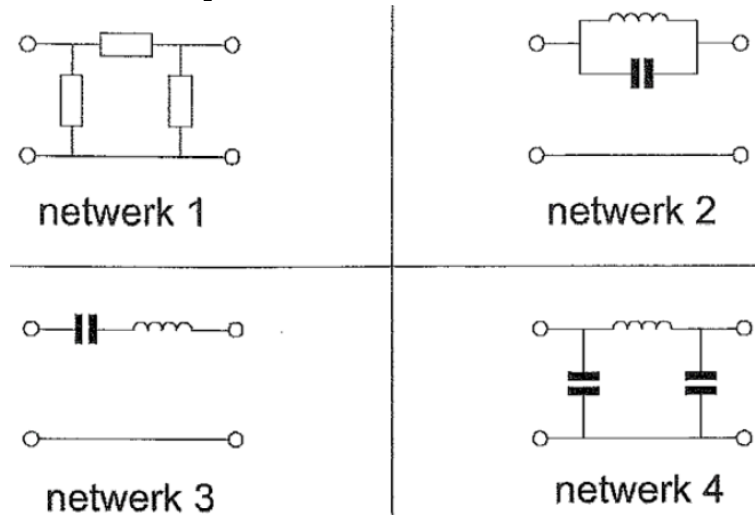
Naar de volgende opgave



14.5.32 Uitwerking van Opgave 14-32

Om een eindversterker aan de coaxkabel aan te passen is het meest bruikbare aanpassingsnetwerk:

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



Uitwerking

Het meest bruikbare netwerk is het pi-filter van Netwerk 4. Dat is tegelijk impedantietransformator en laagdoorlaatfilter, wat goed is tegen harmonischen.

Dat wordt antwoord D.

Opmerkingen over de andere antwoorden

Netwerk 1 bestaat uit weerstanden. Die geven alleen verliezen en dragen daardoor vooral bij aan de verwarming van de shack.

Netwerk 2 is een parallelle LC-kring. Goed als sperfilter, maar niet als impedantietransformator.

Netwerk 3 is een serie-LC-kring. Goed om een smalle frequentieband door te laten, maar ongeschikt als impedantietransformator.



Terug naar de opgave

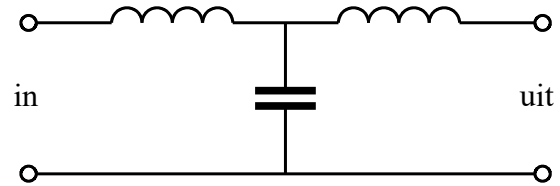
Naar de volgende opgave



14.5.33 Uitwerking van Opgave 14-33

Dit type filter is een:

- A. π -filter
- B. T-filter**
- C. Hoogdoorlaatfilter
- D. Bandsperfilter

**Uitwerking**

Dit is onmiskenbaar een T-filter. Het is laagdoorlaatfilter en impedantietransformator tegelijk. Het wordt vooral ingezet als impedantietransformator in zendereindtrappen. Je kunt het ook zien als twee LC-seriekringen met gemeenschappelijke C. Antwoord B is het juiste antwoord.

Opmerking

Dat dit een laagdoorlaatfilter is, is te zien aan de route voor het signaal: twee spoelen waarvan de reactantie oploopt met toenemende frequentie en de “ontsnappingsroute” via de C die bij toenemende frequentie een afnemende reactantie heeft.

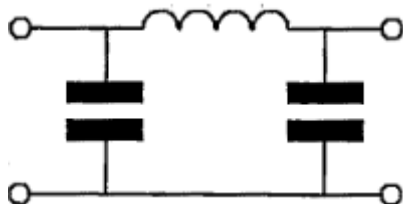


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.34 Uitwerking van Opgave 14-34



Dit π -filter dat tussen de eindtrap van een zender en de antenne is geschakeld, heeft onder andere als effect dat:

- A. De eindtrap wordt geneutrodyniseerd
- B. Overmodulatie wordt voorkomen
- C. Harmonischen worden onderdrukt**
- D. Het zendvermogen wordt gestabiliseerd

Uitwerking

Een pi-filter tussen zendereindtrap en antenne heeft in de eerste plaats tot doel, voor een goede impedantie-aanpassing tussen die twee te zorgen. Die functie staat niet in het rijtje. Maar een pi-filter doet nog iets. Kijk naar het schema. De weg van in- naar uitgang voor het signaal is via de spoel. De reactantie van een spoel neemt toe bij stijgende frequentie en in dit geval is de spoel de doorvoerroute voor het signaal van in- naar uitgang.

Bij de condensatoren gebeurt het omgekeerde: hoe hoger de frequentie, des te lager de reactantie. De condensatoren vormen een soort ontsnappingsroute voor hogere frequenties dan die van het signaal, weg van de doorvoerroute. Dit moet dus een laagdoorlaatfilter zijn en dat is het. Een laagdoorlaatfilter laat harmonischen slechter door dan de grondfrequentie. Het onderdrukt dus harmonischen. Antwoord C is daarom het juiste.

Opmerking

Neutrodynisatie valt tegenwoordig niet meer onder de exameneisen. Het is een listige truc die voorkomt dat een versterkertrap met een afgestemde kring op de ingang en eenzelfde afgestemde kring op de uitgang gaat oscilleren. Dat laatste komt door terugkoppeling via de interne capaciteit van het versterkende element, het Miller-effect (Hoofdstuk 10). Neutrodynisatie komt erop neer dat een tweede terugkoppeling buiten het versterkende element om wordt gelegd die net genoeg signaal in tegenfase terugvoert om het Miller-effect teniet te doen.

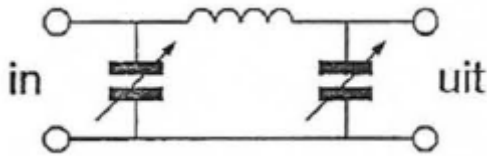


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.35 Uitwerking van Opgave 14-35



Tussen een zender en de coaxiale voedingslijn naar een meerbanden-antenne is een pi-filter opgenomen.

Het doel van dit filter is:

- A. Uitsluitend het verzwakken van harmonischen in het uitgezonden signaal
- B. Het aanpassen van de zenderuitgang op de belasting en het onderdrukken van harmonischen**
- C. Uitsluitend het aanpassen van de zenderuitgang op de belasting
- D. Het galvanisch scheiden van de eindtrap van de zender en de voedingslijn.

Uitwerking

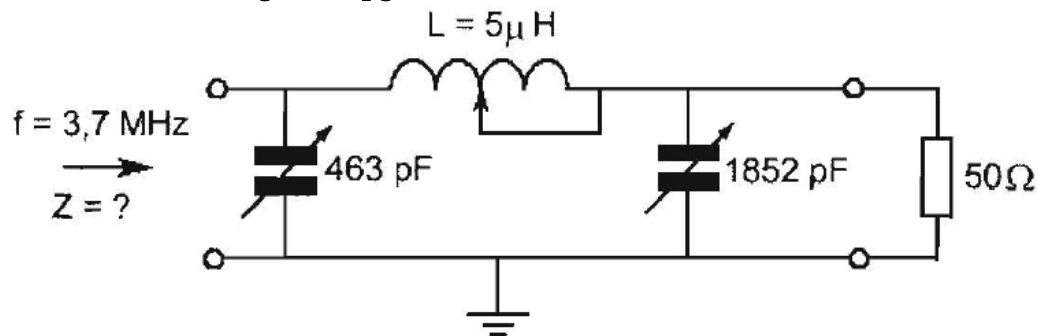
De functies van een pi-filter zijn in de Uitwerking van Opgave 14-34 al uiteengezet. Dat zijn in de eerste plaats het aanpassen van de zenderuitgang op de belasting en in de tweede plaats het onderdrukken van harmonischen. Dat is antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.36 Uitwerking van Opgave 14-36


Dit filter behoort tot een 3,7 MHz zendereindtrap. Bij een aangesloten belasting van 50Ω is Z ongeveer:

- A. 50Ω
- B. $10\,000 \Omega$
- C. $1\,000 \Omega$
- D. 10Ω

Uitwerking

Eigenlijk is dit een opgave die wat moeilijkheidsgraad betreft, niet in een zendexamen thuishoort. Wie dit goed wil uitwerken, zal dat met complexe getallen moeten doen. Complexe getallen zijn een stukje wiskunde waarmee je onder andere aan vectordiagrammen kunt rekenen. Er kan nog veel meer mee, maar ze zijn (gelukkig) geen onderdeel van het zendexamen. Daarom geven we een houtje-touwtje-benadering. Je weet maar nooit of dit geval niet toch weer in een examen opduikt. Hier komt-ie.

De ingangscondensator van 463 pF is $\frac{1}{4}$ van de uitgangscondensator. Bij een condensator is de reactantie omgekeerd evenredig met de capaciteit. Dan moet de ingangsimpedantie Z ruim groter zijn dan de uitgangsimpedantie van 50 ohm , Daarmee vallen de antwoorden A en D af. De $10\,000 \text{ ohm}$ van antwoord B is met een verhouding van de condensatorwaarden van 1:4 wel erg veel meer dan de 50 ohm op de uitgang. Geen waarschijnlijke waarde dus. Dan blijft antwoord C met 1000 ohm over. Met een beetje inzicht kun je altijd proberen, zo een ogenschijnlijk onoplosbaar vraagstuk toch op te lossen.

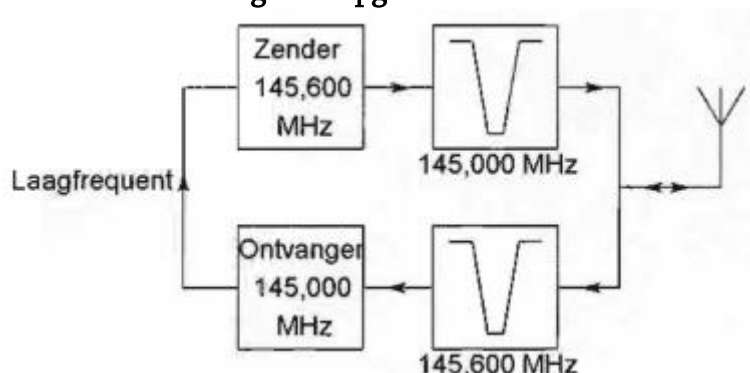


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.37 Uitwerking van Opgave 14-37



Dit is het blokschema van een FM-relaisstation. Het filter aan de ontvangeringang voorkomt:

- A. Blokkering van de draaggolf op 145,6 MHz
- B. Ontvangststoring door faseruis van de zender
- C. Ontvangst op de spiegelrequentie
- D. Lekken van oscillatorsignaal van de ontvanger

Uitwerking

Bij een relaisstation wordt een ontvangen signaal op kleine frequentie-afstand heruitgezonden. In dit geval gaat het om een verschil van 0,6 MHz op een frequentie van 145 MHz. Dat stelt bijzondere eisen aan de ontvanger, want de ontvangeringang moet niet worden dichtgedrukt (geblokkeerd) door de zender die gebruik maakt van dezelfde antenne. Het sperfilter voor 145,600 MHz aan de ontvangeringang onderdrukt de zendfrequentie om blokkering te voorkomen. Antwoord A.

Opmerking

Dat onderdrukken van de zendfrequentie moet heel rigoureu. Het ontwerpen van zulke filters is dan ook specialistenwerk.

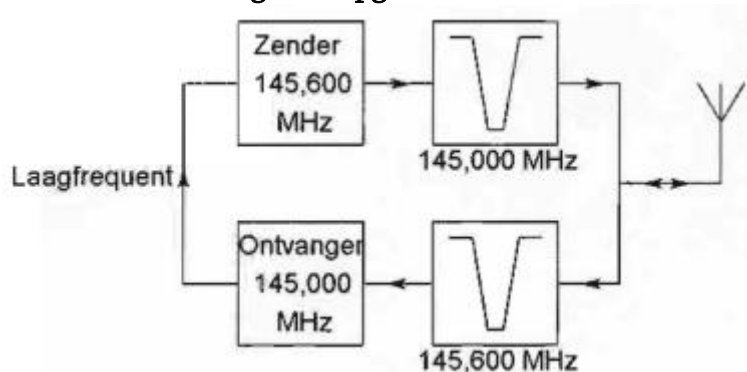


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.38 Uitwerking van Opgave 14-38

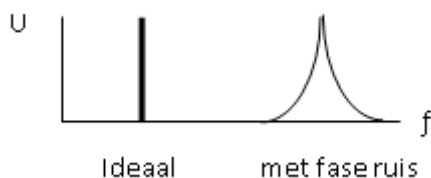


Dit is het blokschema van een FM-relaisstation. Het filter aan de zenderuitgang voorkomt:

- A. Het uitzenden van harmonischen
- B. Een te grote frequentiezwaai
- C. Blokkering door de draaggolf op 145,6 MHz
- D. Ontvangststoring door faseruis van de zender**

Uitwerking

Dit is hetzelfde plaatje als in Opgave 14-37, maar nu gaat het om het filter achter de zender. De ontvangsfrequentie ligt zo dicht bij de zendfrequentie, dat er een risico is dat de ontvanger last krijgt van faseruis van de zender. Het plaatje hieronder geeft een indruk van het verschil tussen een ideaal signaal zonder faseruis (de verticale streep) en een signaal met fase ruis (de gekromde figuur).



Het juiste antwoord is dan ook D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.39 Uitwerking van Opgave 14-39**

Een pi-filter in een lineaire eindtrap met een buis wordt vooral toegepast voor:

- A. Lineariteit
- B. Impedantietransformatie**
- C. Isolatie van de anodespanning
- D. Frequentiestabiliteit

Uitwerking

Dit is een (belangrijk) weetje. Filters in een zendereindtrap zijn vooral bedoeld voor impedantietransformatie om de eindtrap aan te passen aan antenneleiding en antenne. Dat betekent antwoord B.

Opmerkingen

Met lineariteit en frequentiestabiliteit heeft zo'n filter niets te maken, want die verschijnselen treden op vóór of in de eindversterker. Een pi-filter staat erachter.

Een pi-filter isoleert ook geen anodespanning, want de spoel is voor gelijkspanning/stroom een gewone geleider.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.40 Uitwerking van Opgave 14-40

Een weerstand van $10\ \Omega$ met aansluitdraden van ongeveer 5 cm gedraagt zich in de 70-cm amateurband voornamelijk als een

- A. Condensator
- B. Parallelkring
- C. Spoel
- D. Weerstand met condensator in serie

Uitwerking

Een rechte draad van 1 meter lang heeft een zelfinductie van ongeveer $0.12\ \mu\text{H}$. Voor 5 cm wordt dat $0,12\ \mu\text{H} / 20 = 0,06\ \mu\text{H} = 6\ \text{nH}$.

Omdat een weerstand 2 aansluitdraden heeft, wordt dat in totaal $12\ \text{nH}$. De 70-cm band ligt tussen 430 en 440 MHz. We gaan uit van 430 MHz. De reactantie van een spoel is $2\pi fL$. In dit geval wordt dat $2\pi \cdot 430 \cdot 10^6 \cdot 12 \cdot 10^{-9}\ \Omega \approx 32\ \Omega$.

Dat is aanzienlijk meer dan $10\ \Omega$. De weerstand van $10\ \Omega$ gedraagt zich met zijn aansluitdraden van 5 cm daardoor meer als spoel dan als weerstand. Kortom: antwoord C is juist.

Opmerking

Dit is een weetje. Het laat zien, waarom in schakelingen voor 70 cm en kleinere golflengten verbindingen tussen onderdelen zo kort mogelijk gehouden moeten worden. Eigenlijk is dat al zo op 2 m (144-146 MHz).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.41 Uitwerking van Opgave 14-41

Tussen een zender en een voedingslijn is een laagdoorlaatfilter geplaatst. Het meest waarschijnlijke gevolg van het gebruik van niet-ideale componenten voor dit filter is dat er:

- A. Ruis op de uitzending ontstaat
- B. Laagfrequent detectie in audio-apparatuur optreedt
- C. Parasitair oscilleren in de eindtrap optreedt
- D. **Minder onderdrukking van harmonischen wordt bereikt**

Uitwerking

Een laagdoorlaatfilter moet zo min mogelijk verliezen geven. Daarom moeten spoelen en condensatoren in zo'n filter zo min mogelijk weerstand bevatten. Weerstand betekent altijd vermogensverlies, maar ook minder scherpe filtering. Daarnaast moet de waarde van spoelen en condensatoren niet te veel verlopen, bijvoorbeeld door warm worden.

Antwoord D.

Opmerking

Laagfrequent detectie is een vorm van storing op LF-apparatuur of een LF-trap in een ontvanger. Meer hierover komt aan de orde in hoofdstuk 16, want het is examenstof.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.42 Uitwerking van Opgave 14-42**

In de uitgang van een FM-zender is een pi-filter geplaatst. Dit filter heeft als doel:

- A. Het verkleinen van de frequentiezwaai
- B. Het verhogen van de antennewinst
- C. Het aanpassen van de zender aan de antennekabel**
- D. Het verkleinen van de staande-golf-verhouding op de kabel

Uitwerking

De hoofdfunctie van een pi-filter is het aanpassen van de zender aan de kabel. De zenderuitgang moet een impedantie -eigenlijk een weerstand zonder reactantie- “zien” die gelijk is aan de zijne. Dan is de energie-overdracht naar de antenneleiding maximaal en is de $SGV=SWR$ gelijk aan 1:1.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.43 Uitwerking van Opgave 14-43**

Een afgestemde draadantenne is aan één eind met een aanpaseenheid op een werkende zender aangesloten. Aan het andere eind van de antenne is er een:

- A. Spanningsminimum en een stroommaximum
- B. Spanningsmaximum en een stroommaximum
- C. Spanningsmaximum en een stroomminimum**
- D. Spanningsminimum en een stroomminimum

Uitwerking

Aan het eind van een antenne draad kan geen stroom lopen. Op de uiteinden is er daarom altijd een stroomminimum. Daarmee vallen de antwoorden A en B af. Een stroomminimum moet samenvallen met een spanningsmaximum en stroommaximum met een spanningsminimum. Dan kan alleen antwoord C goed zijn.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.44 Uitwerking van Opgave 14-44

De polarisatie van de door een Yagi-antenne uitgestraalde golf wordt bepaald door:

- A. De stand van de straler
- B. Het aantal elementen
- C. De antennehoogte
- D. De afstand tussen de elementen

Uitwerking

De polarisatierichting is de richting van het elektrische deel van het EM- veld en dat deel loopt op een afstand van enkele golflengten praktisch evenwijdig aan de straler. Dat betekent antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.45 Uitwerking van Opgave 14-45

Circulaire polarisatie van een elektromagnetische golf kan worden opgewekt met:

- A. Een Yagi-antenne
- B. Twee dipolen loodrecht op elkaar
- C. Een gevouwen dipool
- D. Een tot een cirkel gebogen dipool

Uitwerking

Circulaire polarisatie kan worden opgewekt met een helix-antenne (helical), zie cursustekst. Een andere mogelijkheid is twee halve golf-dipolen loodrecht op elkaar.

Antwoord B.

Opmerking

De antennes kruisen elkaar in het midden en worden ook in het midden gevoed en wel met een faseverschil van 90 graden. Voor dit doel kunnen ook twee gelijke Yagi-antennes worden gebruikt, waarvan de elementen loodrecht op elkaar zijn gemonteerd. Zo'n antenne heet *kruisyagi*. Zulke antennes worden vaak gebruikt bij satellietverbindingen (zie cursustekst).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.46 Uitwerking van Opgave 14-46

Stelling 1: met een antenne draad evenwijdig aan het aardoppervlak wordt een verticaal gepolariseerde golf opgewekt

Stelling 2: met een antenne draad evenwijdig aan het aardoppervlak wordt een horizontaal gepolariseerde golf opgewekt

Wat is juist?

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

Uitwerking

De polarisatie richting van een door een draadantenne uitgestraald EM-veld is evenwijdig aan de richting van de antenne. In dit geval is dat evenwijdig aan het aardoppervlak en dat heet *horizontaal*. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



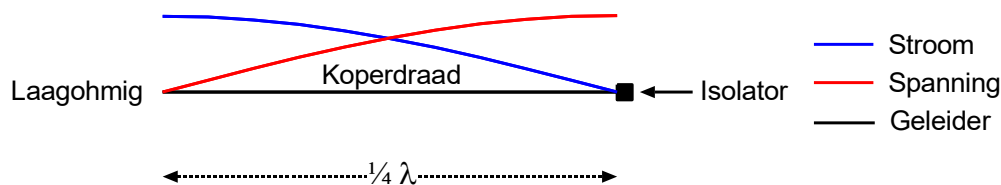
14.5.47 Uitwerking van Opgave 14-47

Een koperdraad wordt voldoende hoog en vrij opgehangen als antenne. Eén kant eindigt op een isolator. De andere kant van de antenne heeft ten opzichte van de aarde een lage impedantie voor een zendsignaal indien de koperdraadlengte elektrisch gelijk is aan:

- A. 1/4 golflengte
- B. 1/8 golflengte
- C. 1/2 golflengte
- D. 1 golflengte

Uitwerking

We lopen eerst de antwoorden na. Een draad van een kwart golflengte is een helft van een halve-golfdipool. Zo'n dipool is op de twee uiteinden hoogohmig en in het midden laagohmig. Dat geldt ook voor twee afzonderlijke dipoolhelften. Dat het goede antwoord te zijn, maar we lopen toch de andere antwoorden na. Een plaatje kan helpen:



Met 1/8 golflengte kom je in het midden uit, maar daar zijn zowel stroom als spanning vrij hoog. Niks laagohmig dus.

Met 1/2 golflengte hebben een tweede kwartgolfstuk links van het plaatje en komen we aan het eind hoogohmig uit.

Bij een hele golflengte hebben we twee halve golflengtes achter elkaar en dan komen we ook hoogohmig uit.

Dan is de kwart golflengte het enige goede antwoord: antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.48 Uitwerking van Opgave 14-48**

De lengte van een halvegolf dipool voor de 7MHz-band is ongeveer:

- A. 20,4 m
- B. 7,0 m
- C. 10,2 m
- D. 40,8 m

Uitwerking

We beginnen met de golflengte λ . Golflengte is lichtsnelheid gedeeld door frequentie:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300}{7} \text{ m} \approx 42,9 \text{ m}$$

Merk op dat als je de lichtsnelheid c in Mm/s (megameter/s; 1 Mm=1000 km) uitdrukt en de frequentie in MHz, de uitkomst in meters is. Onthouden dus, want het scheelt gehannes met nullen.

Een halve golflengte komt dan op ongeveer 21,45 m, af te ronden op 21,4 m. Antwoord A.

Opmerking

In werkelijkheid zal de lengte iets korter zijn omdat we bij een enkele draad rekening moeten houden met een verkortingsfactor van ongeveer 0,96. Die ontstaat doordat de verplaatsingssnelheid van een golf in een draad van goed geleidend materiaal iets kleiner is dan in lucht of vacuüm. Dan gaat er iets minder dan 90 cm van de uitkomst af, maar in de praktijk heeft dat niet veel effect.



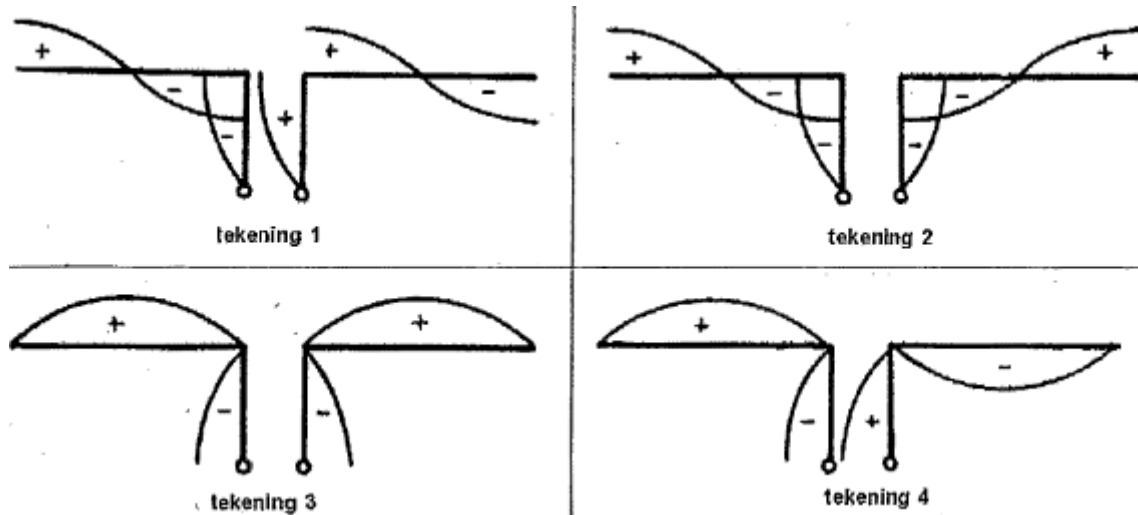
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.49 Uitwerking van Opgave 14-49

Een antenne wordt in het midden symmetrisch gevoed met een open kwartgolflijn. Welke tekening geeft de juiste spanningsverdeling op straler en voedingslijn weer?



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

Uitwerking

Op de uiteinden van een dipool moet de stroom 0 en de spanning maximaal zijn. De stroom is niet aangegeven, de spanning wel. De tekeningen 3 en 4 voldoen hier niet aan, want daar is de spanning op de uiteinden 0.

Dan resteren de antwoorden A en B. De polariteiten op de aansluitingen moeten tegengesteld zijn. Daaraan voldoet alleen tekening 1, dat is antwoord A.

Opmerking

Voor wie deze tekeningen wat onwennig overkomen: kijk eens goed. Het gaat hier niet om een halve-, maar om een hele-golfdipool. Een hele-golfdipool is niet alleen op de uiteinden hoogohmig, maar ook in het midden. Vandaar de hoge spanning op het voedingspunt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



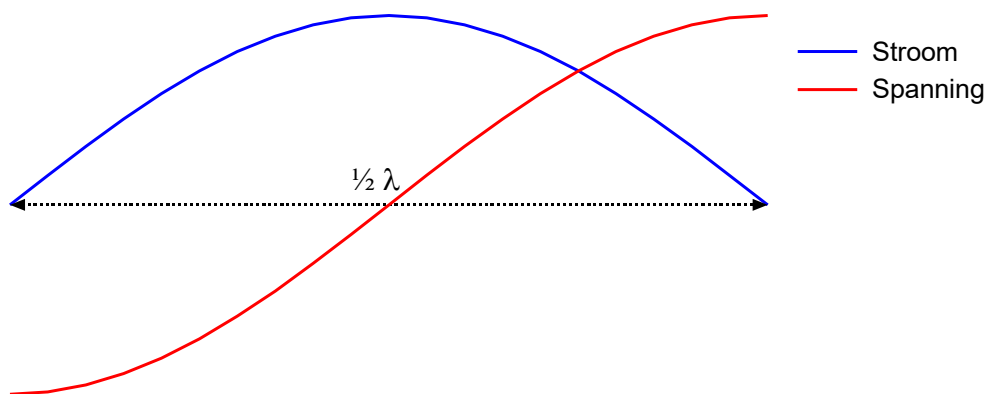
14.5.50 Uitwerking van Opgave 14-50

Een halve-golfantenne wordt in het midden gevoed. Dit is het punt van maximale:

- A. Resonantie
- B. Impedantie
- C. Spanning
- D. **Stroom**

Uitwerking

Eerst een plaatje uit de cursustekst:



Hier krijgen we het antwoord op een presenteerblaadje: de stroom is in het midden maximaal. Antwoord D.

Opmerkingen

Als er sprake is van resonantie, geldt dat voor de hele antenne, niet alleen voor het midden.

In het midden van een halvegolf-antenne is de impedantie het laagst, op de uiteinden het hoogst

De maximale spanning wordt gevonden op de uiteinden.



Terug naar de opgave

Kom mee naar deel B