



Inhoudsopgave

14	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 14, deel C (101-150).....	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
14.4.101	Opgave 14-101	14-21
14.4.102	Opgave 14-102	14-22



14.4.103 Opgave 14-103	14-23
14.4.104 Opgave 14-104	14-24
14.4.105 Opgave 14-105	14-25
14.4.106 Opgave 14-106	14-26
14.4.107 Opgave 14-107	14-27
14.4.108 Opgave 14-108	14-28
14.4.109 Opgave 14-109	14-29
14.4.110 Opgave 14-110	14-30
14.4.111 Opgave 14-111	14-31
14.4.112 Opgave 14-112	14-32
14.4.113 Opgave 14-113	14-33
14.4.114 Opgave 14-114	14-34
14.4.115 Opgave 14-115	14-35
14.4.116 Opgave 14-116	14-36
14.4.117 Opgave 14-117	14-37
14.4.118 Opgave 14-118	14-38
14.4.119 Opgave 14-119	14-39
14.4.120 Opgave 14-120	14-40
14.4.121 Opgave 14-121	14-41
14.4.122 Opgave 14-122	14-42
14.4.123 Opgave 14-123	14-43
14.4.124 Opgave 14-124	14-44
14.4.125 Opgave 14-125	14-45
14.4.126 Opgave 14-126	14-46
14.4.127 Opgave 14-127	14-47
14.4.128 Opgave 14-128	14-48
14.4.129 Opgave 14-129	14-49
14.4.130 Opgave 14-130	14-50
14.4.131 Opgave 14-131	14-51
14.4.132 Opgave 14-132	14-52
14.4.133 Opgave 14-133	14-53



14.4.134 Opgave 14-134	14-54
14.4.135 Opgave 14-135	14-55
14.4.136 Opgave 14-136	14-56
14.4.137 Opgave 14-137	14-57
14.4.138 Opgave 14-138	14-58
14.4.139 Opgave 14-139	14-59
14.4.140 Opgave 14-140	14-60
14.4.141 Opgave 14-141	14-61
14.4.142 Opgave 14-142	14-62
14.4.143 Opgave 14-143	14-63
14.4.144 Opgave 14-144	14-64
14.4.145 Opgave 14-145	14-65
14.4.146 Opgave 14-146	14-66
14.4.147 Opgave 14-147	14-67
14.4.148 Opgave 14-148	14-68
14.4.149 Opgave 14-149	14-69
14.4.150 Opgave 14-150	14-70
14.5 Uitwerkingen	14-71
14.5.101 Uitwerking van Opgave 14-101	14-72
14.5.102 Uitwerking van Opgave 14-102	14-73
14.5.103 Uitwerking van Opgave 14-103	14-74
14.5.104 Uitwerking van Opgave 14-104	14-75
14.5.105 Uitwerking van Opgave 14-105	14-76
14.5.106 Uitwerking van Opgave 14-106	14-77
14.5.107 Uitwerking van Opgave 14-107	14-78
14.5.108 Uitwerking van Opgave 14-108	14-79
14.5.109 Uitwerking van Opgave 14-109	14-80
14.5.110 Uitwerking van Opgave 14-110	14-81
14.5.111 Uitwerking van Opgave 14-111	14-82
14.5.112 Uitwerking van Opgave 14-112	14-83
14.5.113 Uitwerking van Opgave 14-113	14-84



14.5.114	Uitwerking van Opgave 14-114.....	14-85
14.5.115	Uitwerking van Opgave 14-115.....	14-86
14.5.116	Uitwerking van Opgave 14-116.....	14-87
14.5.117	Uitwerking van Opgave 14-117.....	14-88
14.5.118	Uitwerking van Opgave 14-118.....	14-89
14.5.119	Uitwerking van Opgave 14-119.....	14-90
14.5.120	Uitwerking van Opgave 14-120.....	14-91
14.5.121	Uitwerking van Opgave 14-121.....	14-92
14.5.122	Uitwerking van Opgave 14-122.....	14-93
14.5.123	Uitwerking van Opgave 14-123.....	14-94
14.5.124	Uitwerking van Opgave 14-124.....	14-95
14.5.125	Uitwerking van Opgave 14-125.....	14-96
14.5.126	Uitwerking van Opgave 14-126.....	14-97
14.5.127	Uitwerking van Opgave 14-127.....	14-98
14.5.128	Uitwerking van Opgave 14-128.....	14-99
14.5.129	Uitwerking van Opgave 14-129.....	14-100
14.5.130	Uitwerking van Opgave 14-130.....	14-101
14.5.131	Uitwerking van Opgave 14-131.....	14-102
14.5.132	Uitwerking van Opgave 14-132.....	14-103
14.5.133	Uitwerking van Opgave 14-133.....	14-104
14.5.134	Uitwerking van Opgave 14-134.....	14-105
14.5.135	Uitwerking van Opgave 14-135.....	14-106
14.5.136	Uitwerking van Opgave 14-136.....	14-107
14.5.137	Uitwerking van Opgave 14-137.....	14-108
14.5.138	Uitwerking van Opgave 14-138.....	14-109
14.5.139	Uitwerking van Opgave 14-139.....	14-110
14.5.140	Uitwerking van Opgave 14-140.....	14-111
14.5.141	Uitwerking van Opgave 14-141.....	14-112
14.5.142	Uitwerking van Opgave 14-142.....	14-113
14.5.143	Uitwerking van Opgave 14-143.....	14-114
14.5.144	Uitwerking van Opgave 14-144.....	14-115



14.5.145	Uitwerking van Opgave 14-145.....	14-116
14.5.146	Uitwerking van Opgave 14-146.....	14-117
14.5.147	Uitwerking van Opgave 14-147.....	14-118
14.5.148	Uitwerking van Opgave 14-148.....	14-119
14.5.149	Uitwerking van Opgave 14-149.....	14-120
14.5.150	Uitwerking van Opgave 14-150.....	14-121

14 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 14, deel C (101-150)

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 13 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 bevat er 44. Dit is deel C met 50 opgaven.

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

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

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

14.3 Formularium

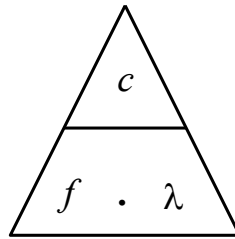
14.3.1 Elektromagnetisch veld

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

14.3.2 Voortplantingssnelheid, frequentie en golflengte

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

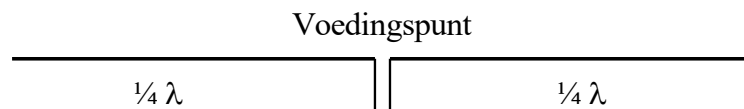


14.3.3 Verkortingsfactor

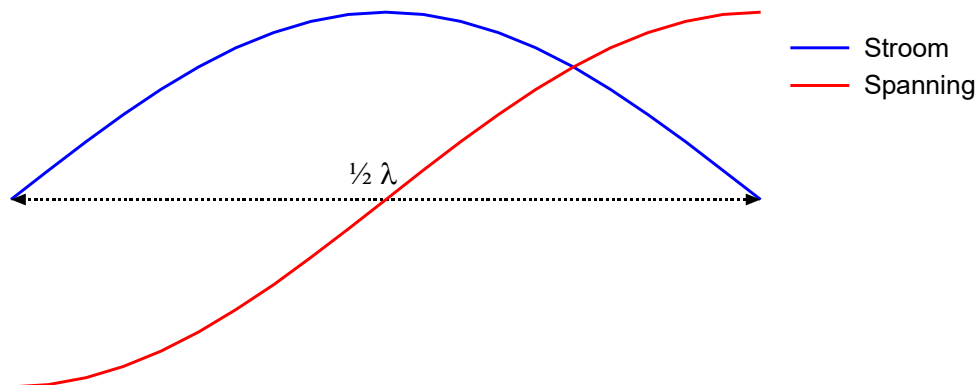
De snelheid waarmee een EM-golf een geleidende draad doorloopt, is ongeveer 0,96x de lichtsnelheid. Die 0,96 heet de *verkortingsfactor*. De golflengte in zo'n draad is de verkortingsfactor maal de lichtsnelheid in lucht of vacuüm. In transmissielijnen kan de verkortingsfactor aanzienlijk kleiner zijn.

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).



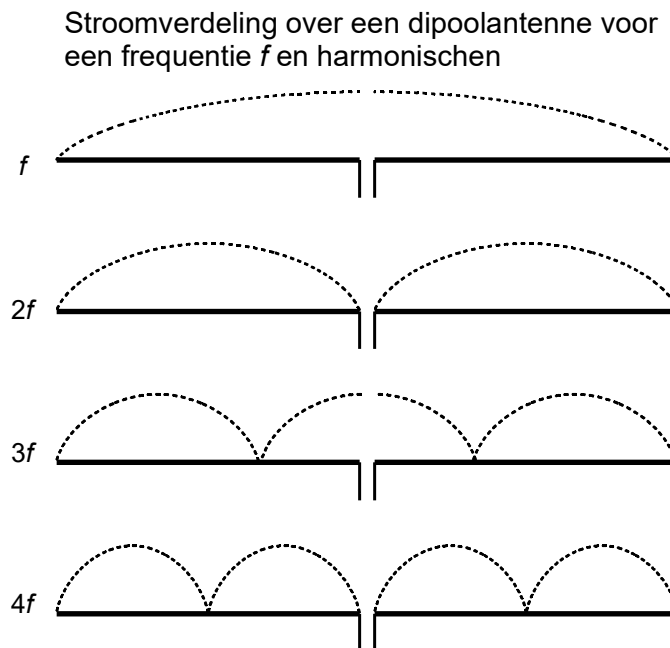
Een uiteinde is daarom (zeer) hoogohmig (niet oneindig omdat een uiteinde ook capaciteit heeft). Een kwart golflengte daarvandaan is de lijn laagohmig. Je kunt ook zeggen dat een

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.

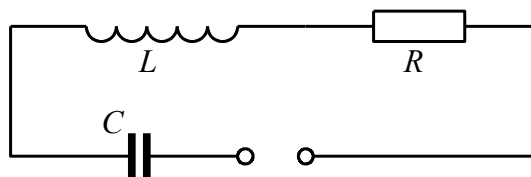


Op het aansluitpunt is de antenne afwisselend laagohmig (stroom maximaal) voor de oneven en hoogohmig (spanning maximaal) voor de even harmonischen.

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.

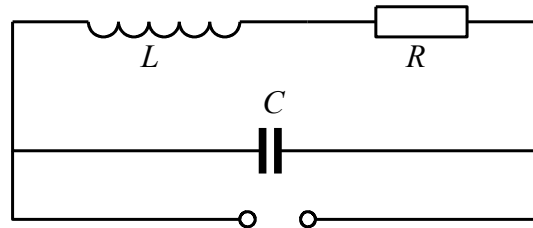
Het vervangingschema van een antenne is dat van een afgestemde kring. Dat van een in het midden gevoede halvegolf dipool ziet eruit als in het schema hieronder.



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

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

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



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

14.3.7 Transmissielijnen: belangrijkste eigenschappen

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

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

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

14.3.8 Transmissielijnen: soorten

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

De open transmissielijn

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

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

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

Gesloten transmissielijn (coax)

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

Golfgeleider (*golfpijp*)

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

14.3.9 Transmissielijn als afgestemde kring

Gebruik van de verkortingsfactor

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

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

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

De term *stub*

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

De kwartgolf leiding (kwartgolf stub)

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

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

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

De halvegolf leiding (halvegolf stub)

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

14.3.10 De kwartgolf impedantietransformator

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

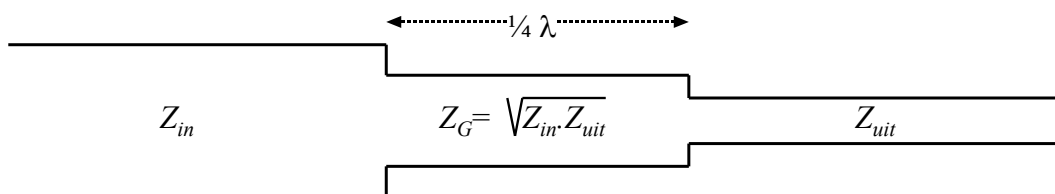
Het kan ook minder extreem. Daarbij moet rekening worden houden met de karakteristieke impedantie van de kabel, waarvan de stub is gemaakt. Voorbeeld: een kwartgolf stub met een karakteristieke impedantie van 70 ohm die aan één eind is verbonden met een coax-kabel met een karakteristieke impedantie van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

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

Of (wat hetzelfde is):

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

Het plaatje uit de cursustekst laat het zien:



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

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

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

De driekwart golf stub

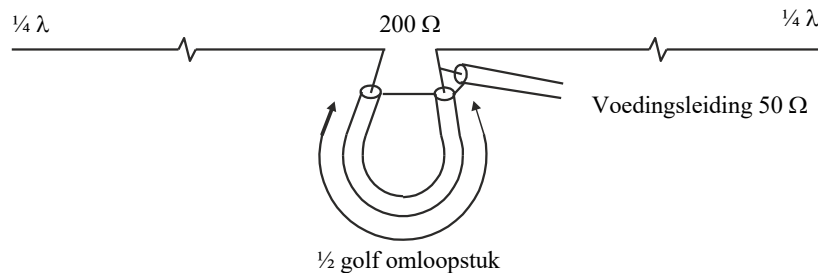
De driekwart golf stub is te zien als een kwartgolf en een halvegolf stub in serie. Die laatste vertoont aan beide uiteinden dezelfde impedantie, maar keert de fase om. Gevolg: impedantie-omzetting in de kwartgolf stub èn fase-omkering in de halvegolf stub.

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

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

14.3.12 De balun

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



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

14.3.13 Staandegolfverhouding (SWR)

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

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

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

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



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

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

14.3.14 Staandegolfmeter (SWR-meter)

Een staandegolfmeter, in examenvragen vaak aangeduid met SGM, maar soms ook als SWR-meter, meet de staandegolfverhouding op de kabel naar de schakeling die met zijn uitgang is verbonden. Een SWR-meter is gemaakt voor een bepaalde impedantie, in de amateurpraktijk 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 antennetuner (*ATU, antenne-aanpassingseenheid, tuner*) is de aanpassing tussen zenderuitgang en kabel plus antenne in te stellen. Vrijwel alle tuners hebben een ingebouwde SWR-meter. Meestal gebeurt dat instellen vrijwel meteen na de zenderuitgang, maar eigenlijk hoort de aanpassing van de voedingslijn aan de antenne tussen voedingslijn en antenne, dus in de mast, plaats te vinden. Dat stuit vrijwel altijd op praktische bezwaren.

14.3.15 Zichtafstand tussen antennes

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

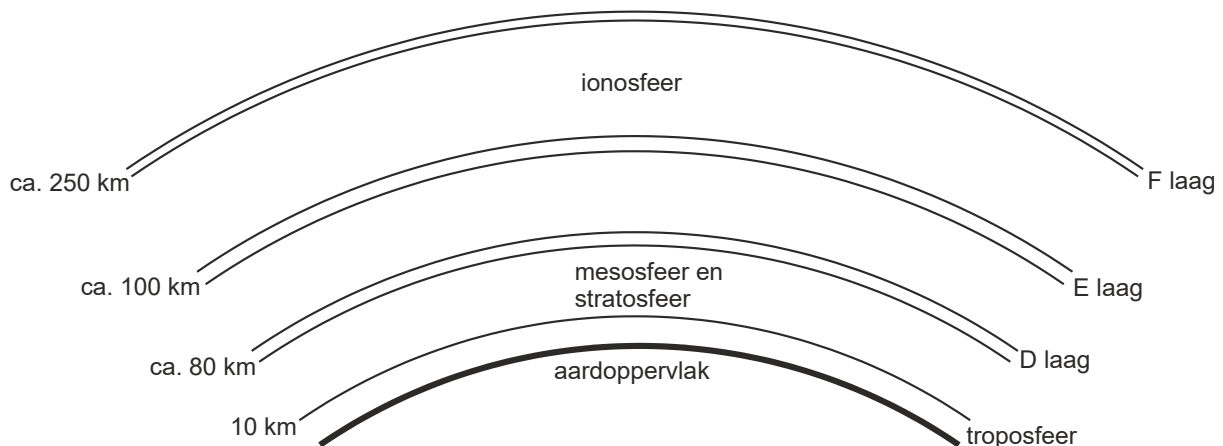
Directe golf: radiogolven die rechtstreeks van zend- naar ontvangstantenne gaan, eventueel geholpen door verstrooiing (*scatter*).

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

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

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

De figuur hieronder geeft de verschillende lagen van de atmosfeer.



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

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

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

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



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

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

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

14.3.18 Single hop, multihop, fading

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

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

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

14.3.19 Kritische frequente, Maximum Usable Frequency (MUF)

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

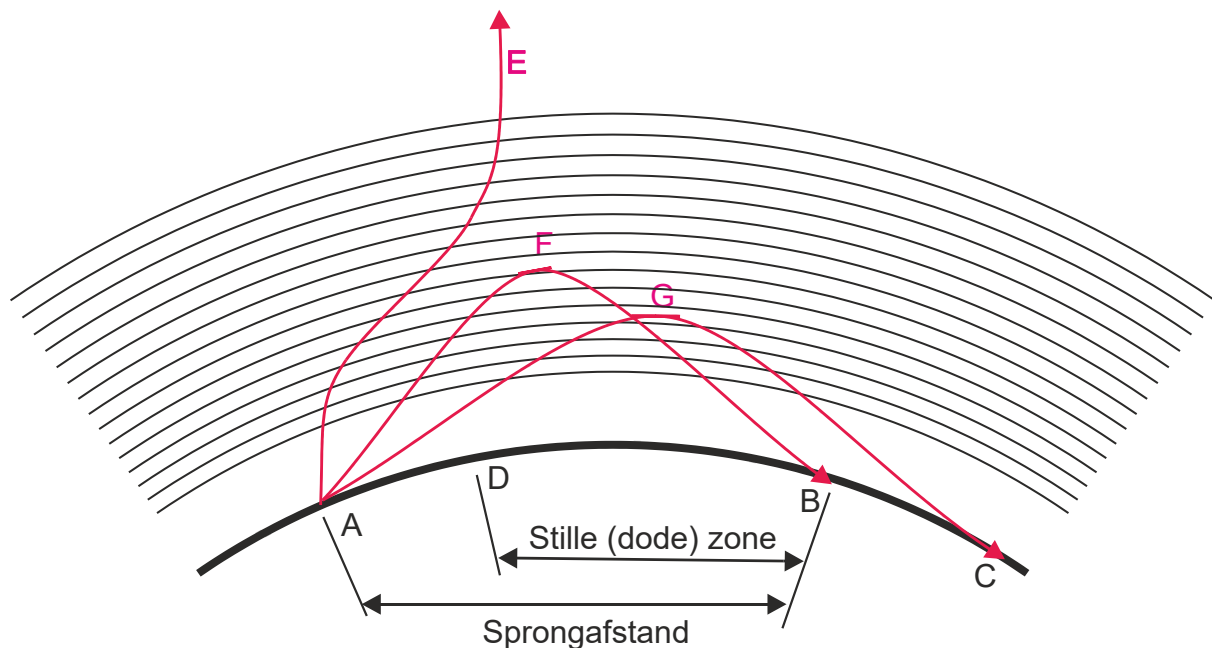
Worden die hogere frequenties onder een kleinere hoek dan 90 graden uitgezonden ("opgestraald"), dan worden ze nog wel gereflecteerd. Hoe hoger de frequentie, des te kleiner de benodigde hoek.

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

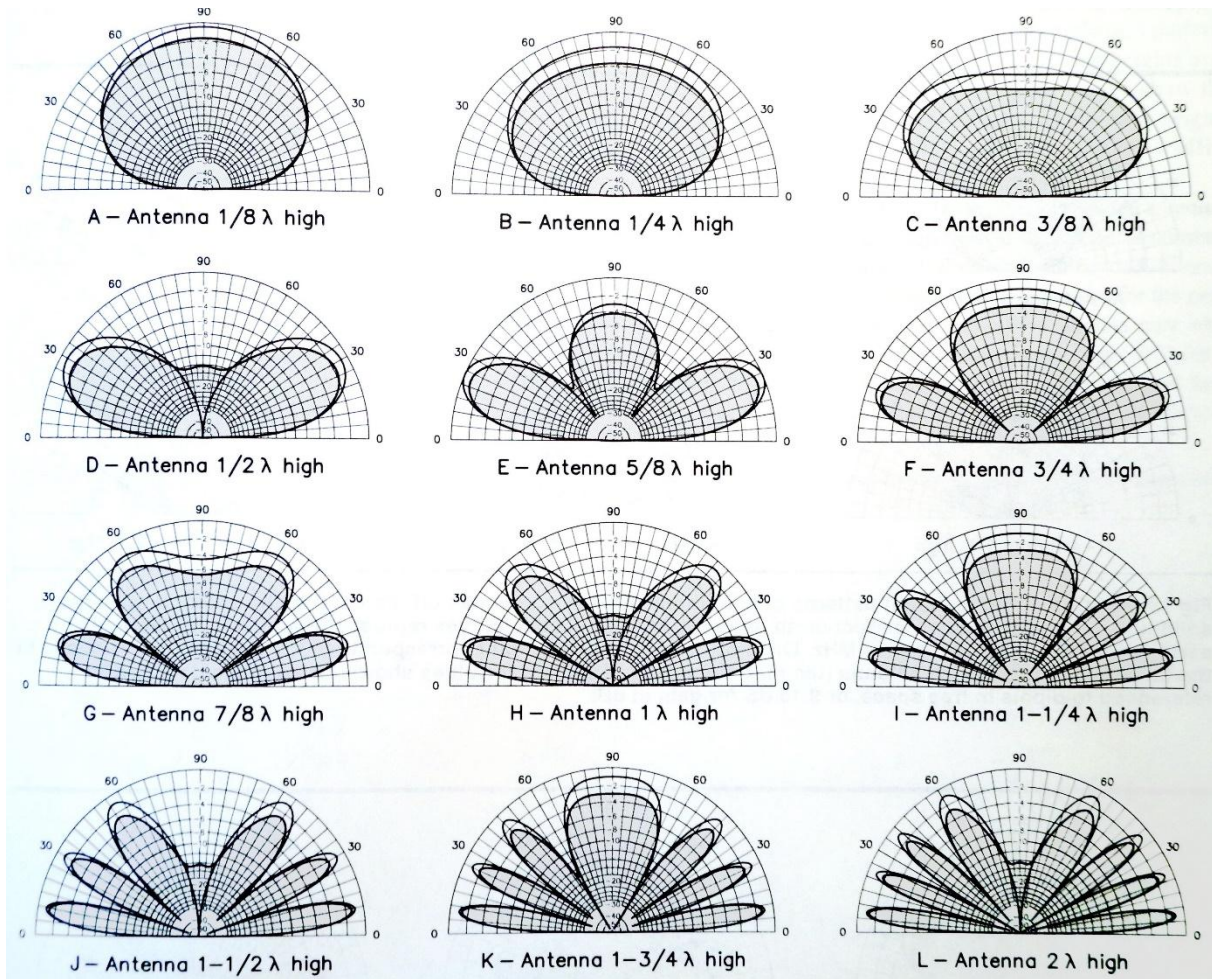
De *sprongafstand* of *skip distance* is de afstand over het aardoppervlak tussen de zendantenne die een ruimtegolf uitzendt en het punt waarop die golf het aardoppervlak weer bereikt. In de figuur hieronder is dat de afstand AB waarover golf F weer op aarde belandt.

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

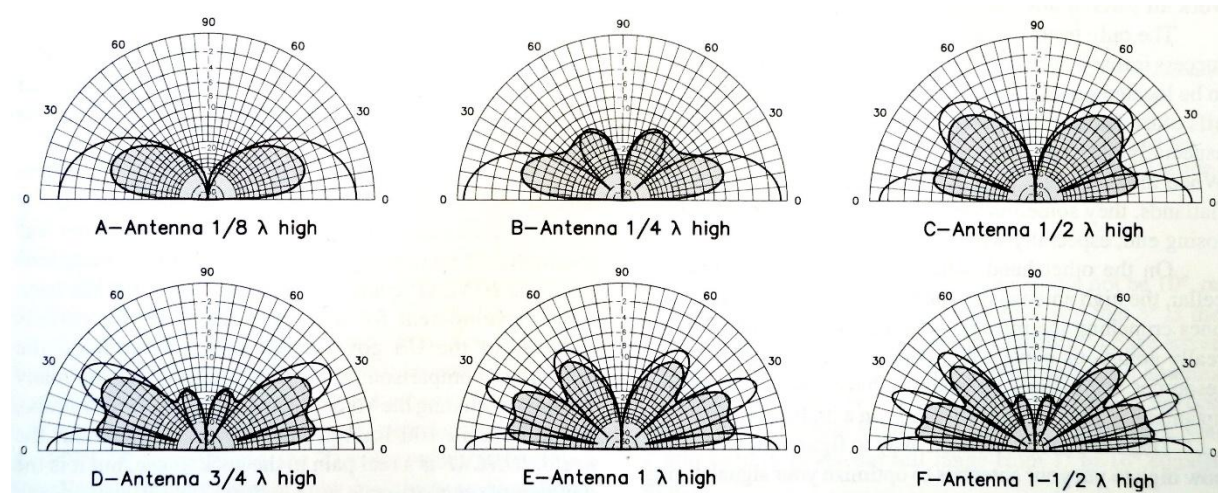
De volgende figuur uit het ARRL Antenna Book (2002) toont de stralingdiagrammen van een horizontaal geplaatste halvegolf-dipool in afhankelijkheid van de hoogte boven het aardoppervlak (in golflengten λ). De buitenste kromme geeft de situatie bij ideale geleidende grond (die niet bestaat), de binnenste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




14.4.101 Opgave 14-101

Een halvegolf gevouwen dipoolantenne voor de 40-meterband wordt gevoed door een lintlijn met een karakteristieke impedantie van 300Ω . De lengte van deze voedingslijn:

- A. Moet een aantal kwartgolf-lengten bedragen
- B. Mag iedere willekeurige lengte hebben
- C. Moet precies 20 meter zijn
- D. Moet een oneven aantal halve golflengten bedragen

(F-examen februari 2009, maart 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.102 Opgave 14-102

De juiste impedantie-aanpassing van een antennesysteem wordt gecontroleerd met een:

- A. Ohmmeter
- B. Ampèremeter
- C. Veldsterktemeter
- D. Staandegolfmeter

(F-examen voorjaar 2004, mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.103 Opgave 14-103

Om te bereiken dat de staandegolfverhouding op de voedingslijn van de zendantenne zo laag mogelijk is, dient:

- A. Als voedingslijn een coaxiale kabel te worden toegepast
- B. Een juiste aanpassing tussen zender en voedingslijn te worden gemaakt
- C. Een juiste aanpassing tussen antenne en voedingslijn te worden gemaakt
- D. De lengte van de voedingslijn zo kort mogelijk te zijn

(F-examen juli 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.104 Opgave 14-104

Een halvegolf-gevouwen dipool wordt gevoed door een 300 ohm lintlijn. De standegolfverhouding in de voedingslijn bij de zender bedraagt ongeveer

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

(F-examen januari 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.105 Opgave 14-105

Een staande golfmeter voor 50Ω is aangesloten tussen een zendontvanger en een 50Ω coaxiale kabel met antenne. De aanwijzing is 1. Dit betekent dat de:

- A. Voor/achterverhouding van de antenne goed is
- B. Antenne aangepast is aan de kabel
- C. Demping van de kabel minimaal is
- D. Uitgangsimpedantie van de zendontvanger 50Ω is

(F-examen mei 2009 (2), augustus 2011, November 2014 (1), November 2015, mei 2016 (1), mei 2017 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.106 Opgave 14-106

Het voornaamste doel van een aanpassingsnetwerk tussen zender en antennekabel is:

- A. Meting van de staandegolfverhouding in de antennekabel
- B. Optimale belasting van de zender
- C. Vermindering van de terugwerking op de zenderfrequentie
- D. Beveiliging tegen gevaar bij aanraking antennedraad

(F-examen maart 2010, maart 2013, maart 2018, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.107 Opgave 14-107

Het deel van een EZB-station dat zou kunnen bijdragen aan de onderdrukking van hogere harmonischen in het uitgangssignaal is:

- A. Het EZB-filter
- B. De antenne-aanpassingseenheid
- C. De spraakprocessor
- D. De staandegolfmeter

(F-examen mei 3013 (2), augustus 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.108 Opgave 14-108

Een zender is via een antenne-aanpassingseenheid en een kabel met de antenne verbonden. Door een juiste instelling van de aanpassingseenheid wordt:

- A. De combinatie van tuner, kabel en antenne aangepast aan de zender
- B. De staandegolfverhouding op de kabel naar de antenne afgeregeld
- C. Alleen de kabel in resonantie gebracht
- D. Alleen de antenne in resonantie gebracht

(F-examen augustus 2009, december 2010, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.109 Opgave 14-109

De staandegolfverhouding in een antennekabel wordt bepaald door:

- A. De som van het afgegeven vermogen van de zender en het aan de antenne toegevoerde vermogen
- B. Het afgegeven vermogen van de zender min het vermogen, toegevoerd aan de antenne
- C. De mate waarin de zendantenne-impedantie afwijkt van de karakteristieke impedantie van de kabel
- D. Het aan de antenne toegevoerde vermogen gedeeld door het afgegeven vermogen van de zender

(F-examen januari 2011, maart 2011 (1), januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.110 Opgave 14-110

Een voordeel van een open voedingslijn ten opzichte van een coaxkabel is dat bij de open lijn:

- A. De karakteristieke impedantie (golfweerstand) lager is
- B. Er geen staande golven kunnen optreden
- C. De verliezen lager zijn
- D. De lijn minder straalt

(F-examen voorjaar 2005, januari 2013, september 2014 (2), mei 2017 (2), november 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.111 Opgave 14-111

Het voordeel van een coaxiale kabel ten opzichte van een open voedingslijn is dat bij de coaxiale kabel:

- A. De karakteristieke impedantie (golfweerstand) hoger is
- B. Er geen staande golven kunnen optreden
- C. De verliezen lager zijn
- D. De kabel minder straalt

(F-examen najaar 2000, januari 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.112 Opgave 14-112

In vergelijking met een open voedingslijn geldt dat bij een coaxiale kabel:

- A. De verliezen in het algemeen lager zijn
- B. De karakteristieke impedantie in het algemeen lager is
- C. De kabel symmetrisch is
- D. Er geen staande golven kunnen optreden

(F-examen september 2011 (1), november 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.113 Opgave 14-113

De werkelijke lengte van een coaxiale kabel is korter dan de elektrische lengte doordat:

- A. De karakteristieke impedantie laag is
- B. Er buiten de kabel geen veld ontstaat
- C. Er huideffect optreedt
- D. De voortplantingssnelheid in coaxkabel lager is dan in lucht

(F-examen mei 2011 (3), september 2012)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.114 Opgave 14-114

De verkortingsfactor van een coaxiale kabel is afhankelijk van:

- A. De staandegolfverhouding
- B. Het diëlektricum
- C. De toegepaste frequentie
- D. De lengte van de kabel

(F-examen najaar 2002, november 2008 (2), november 2009 (1), maart 2011 (2), september 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.115 Opgave 14-115

De golflengte van een elektromagnetisch verschijnsel in een voedingslijn is altijd kleiner dan in lucht.

Hierbij speelt vooral een rol:

- A. Het skin-effect
- B. De verkortingsfactor
- C. De verliesfactor
- D. De reflectiecoëfficiënt

(F-examen maart 2013, november 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.116 Opgave 14-116

De verliezen in een coaxiale kabel

- A. Nemen toe bij hogere frequenties
- B. Nemen af bij toenemende lengte
- C. Zijn onafhankelijk van de frequentie
- D. Nemen af bij hogere frequenties

(F-examen maart 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.4.117 Opgave 14-117

Voor de koppeling van de zender met de antenne wordt vaak coaxiale kabel gebruikt. Een belangrijke reden hiervoor is:

- A. Lage prijs
- B. Goede staandegolfverhouding
- C. Lage demping
- D. Afscherming tegen ongewenste straling

(F-examen voorjaar 2002, maart 2010, mei 2010 (1), augustus 2010, mei 2011 (1 en 2), mei 2012 (1), september 2014 (2), september 2018, januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.118 Opgave 14-118

De verkortingsfactor is er bij een stuk coaxiale kabel de oorzaak van dat de verhouding werkelijke lengte/elektrische lengte (lengten uitgedrukt in dezelfde eenheid):

- A. Gelijk is aan 1
- B. Kleiner is dan 1
- C. Groter is dan 1
- D. Afhankelijk is van de kabelspanning

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.119 Opgave 14-119

De verkortingsfactor van gangbare coaxkabel is:

- A. 0,35
- B. 0,17
- C. 1,4
- D. 0,7

(F-examen maart 2011 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.120 Opgave 14-120

De karakteristieke impedantie van een coaxkabel wordt bepaald door:

- A. De lengte
- B. De afsluitimpedantie
- C. Het materiaal van de mantel
- D. De doorsnede van de binnengeleider en de afstand tot de mantel.

(F-examen voorjaar 2007, september 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.121 Opgave 14-121

De coaxiale kabel van een 2-meterantenne dient zo kort mogelijk te zijn in verband met de:

- A. Verliezen in de kabel
- B. Aanpassing van de antenne aan de kabel
- C. Optimale staandegolfverhouding
- D. Aanpassing van de kabel aan de zender

(F-examen juli 2009, januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.122 Opgave 14-122

De meest toegepaste coaxiale kabel tussen de zendontvanger en de antenne heeft een karakteristieke impedantie van

- A. 50 ohm
- B. 100 ohm
- C. 300 ohm
- D. 600 ohm

(F-examen najaar 2004)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.123 Opgave 14-123

De karakteristieke impedantie van een coaxkabel is onafhankelijk van:

- A. De materiaaldikte van de buitengeleider
- B. De binnendiameter van de buitengeleider
- C. Het diëlektricum tussen de binnen- en buitengeleider
- D. De buitendiameter van de binnengeleider

(F-examen mei 2015 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






14.4.124 Opgave 14-124

De karakteristieke impedantie van een stuk voedingslijn van 20 m lang is 52 ohm.
Wanneer er 10 meter wordt afgeknipt, is de karakteristieke impedantie

- A. 13 Ω
- B. 104 Ω
- C. 52 Ω
- D. 26 Ω

(F-examen september 2010 (1), mei 2016 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.125 Opgave 14-125

Een hoog opgehangen halvegolf gevouwen dipool voor de 20-meterband wordt gevoed door een lintlijn met een karakteristieke impedantie van 300 ohm.

De lengte van deze voedingslijn:

- A. Moet precies 20 meter zijn
- B. Moet een aantal kwartgolf lengten hebben
- C. Mag iedere willekeurige lengte hebben
- D. Moet een aantal halve golflengten hebben

(F-examen november 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.126 Opgave 14-126

De meest gebruikte impedantie van kunstantennes voor VHF is:

- A. 100 Ω
- B. 25 Ω
- C. 300 Ω
- D. 50 Ω

(F-examen november 2016, januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.127 Opgave 14-127

Een coaxiale kabel heeft een werkelijke lengte van 8 meter. De verkortingsfactor is 0,8. Bij een frequentie van 150 MHz is de werkelijke lengte:

- A. 2 golflengten
- B. 3,2 golflengten
- C. 5 golflengten
- D. 10 golflengten

(F-examen voorjaar 2001)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.128 Opgave 14-128

Een open (niet kortgesloten) stuk coaxiale kabel met een verkortingsfactor van circa 0,7 gedraagt zich op 144 MHz als een seriekring in resonantie. De met een meetlat gemeten lengte bedraagt ongeveer:

- A. 35 cm
- B. 52 cm
- C. 74 cm
- D. 144 cm

(F-examen najaar 2001)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



**14.4.129 Opgave 14-129**

Om de verkortingsfactor van een coaxiale kabel te bepalen, wordt een stuk kabel van 0,5 meter lengte aan een einde kortgesloten. Met een dipmeter wordt vastgesteld dat de eerste parallelresonantie optreedt bij 120 MHz. De verkortingsfactor van de kabel is:

- A. 0,97
- B. 0,7
- C. 0,8
- D. 0,67

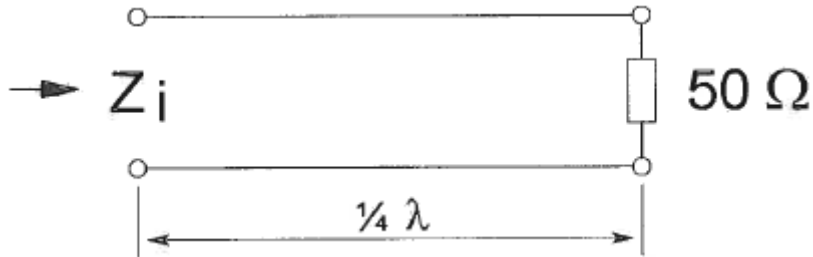
(F-examen augustus 2013, november 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



14.4.130 Opgave 14-130


De karakteristieke impedantie van de voedingslijn is 50Ω .



Deingangsimpedantie Z_i is:

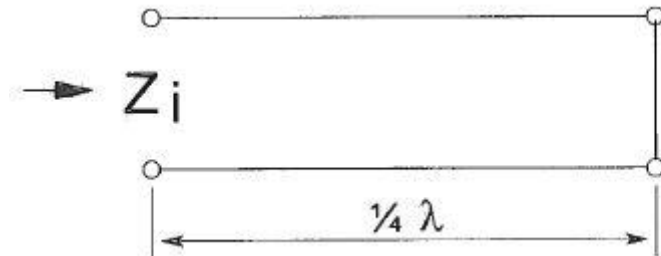
- A. 25Ω
- B. Zeer hoog
- C. 100Ω
- D. 50Ω

(F-examen augustus 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.131 Opgave 14-131


Een voedingslijn met een elektrische lengte van $\frac{1}{4}$ golflengte is aan het einde kortgesloten.



Deingangsimpedantie Z_i is:

- A. Zeer laag
- B. $12,5 \Omega$
- C. Zeer hoog
- D. 50Ω

(F-examen april 2008, september 2009 (1), september 2014 (1), januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**14.4.132 Opgave 14-132**

Een 50 ohm coaxiale kabel wil men aanpassen op een antenne van 72 ohm. Men gebruikt hiervoor een kwartgolf impedantietransformator. De transformator wordt gemaakt met coaxiale kabel met een karakteristieke impedantie van:

- A. 72 Ω
- B. 100 Ω
- C. 60 Ω
- D. 50 Ω

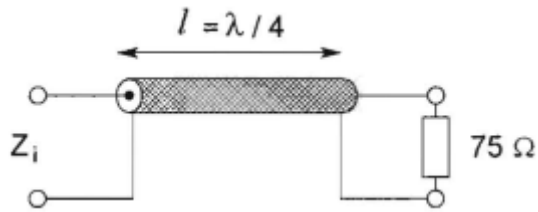
(F-examen februari 2010 (2), maart 2010, januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



14.4.133 Opgave 14-133


De karakteristieke impedantie (Z_k) van de coaxkabel is 50 ohm.



Z_i is ongeveer:

- A. 50Ω
- B. 33Ω
- C. 60Ω
- D. 75Ω

(F-examen voorjaar 2007, maart 2011 (1), augustus 2011, mei 2016 (1), januari 2017, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




14.4.134 Opgave 14-134

Een open (niet-kortgesloten) stuk coaxiale kabel kan gebruikt worden als parallel-resonantiekring indien de met een meetlat gemeten lengte:

- A. Ongeveer 30% korter is dan een halve golflengte
- B. Een kwartgolflengte lang is
- C. Ongeveer 30% langer is dan een halve golflengte
- D. Een halve golflengte lang is

(F-examen najaar 2000, februari 2009, maaer 2009 (2), september 2018)

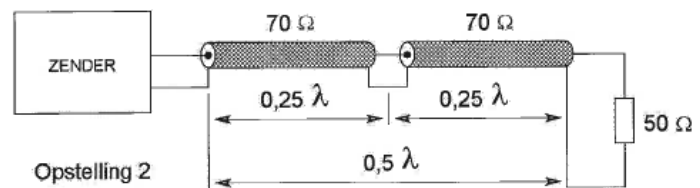
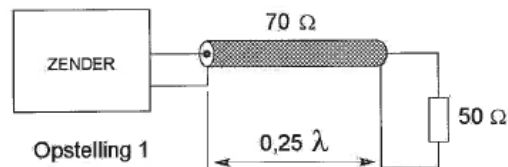
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.135 Opgave 14-135


De coaxiale kabels hebben een karakteristieke impedantie van 70Ω . De elektrische lengte is aangegeven. De zenders moeten met 50Ω worden belast.

Aanpassing wordt verkregen:

- A. Met opstelling 1 en 2
- B. Alleen met opstelling 2
- C. Met geen van beide opstellingen
- D. Alleen met opstelling 1.

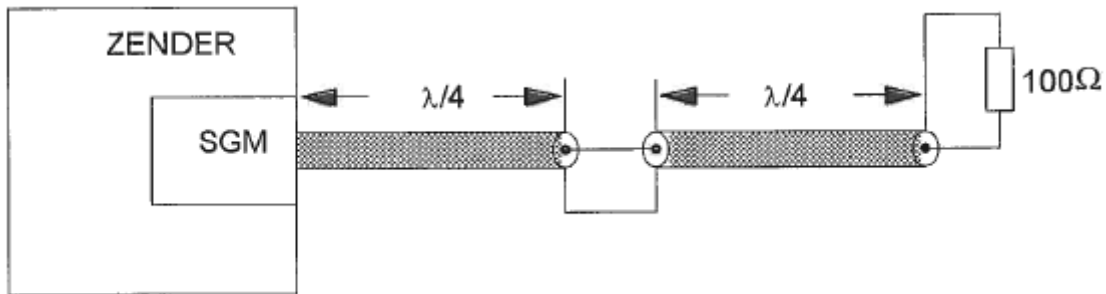


(F-examen oktober 2008, mei 2009 (2), februari 2010 (2), maart 2019, november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.136 Opgave 14-136

Twee stukken coaxkabel met een elektrische lengte elk van $0,25 \lambda$ en een karakteristieke impedantie van 70Ω , zijn in serie geschakeld. De staandegolfmeter (SGM), welke is gemaakt voor 50Ω , geeft een staandegolfverhouding aan van ongeveer



- A. 2,8
- B. 1,0
- C. 2,0
- D. 1,4

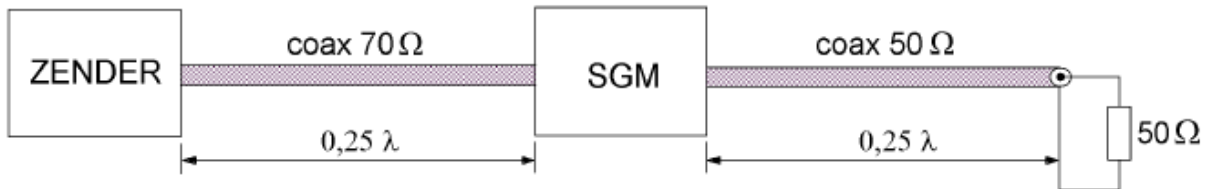
(F-examen voorjaar 2002, maart 2009 (2), november 2010 (2), april 2011, mei 2013 (2), januari 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




14.4.137 Opgave 14-137

Van elke coaxkabel is de karakteristieke impedantie en de elektrische lengte gegeven. De staandegolfmeter (SGM) welke is gemaakt voor $50\ \Omega$, geeft ongeveer aan:



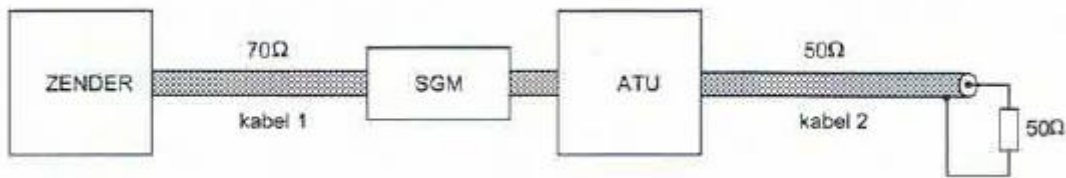
- A. 1,4
- B. 0,7
- C. 2,0
- D. 1,0

(F-examen voorjaar 2003, maart 2009 (1), mei 2014 (2), mei 2017 (2), mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.138 Opgave 14-138


De staandegolfmeter is gemaakt voor $50\ \Omega$. De antenne-aanpassingseenheid (ATU) wordt zo afgeregeld dat de staandegolfmeter (SGM) 1 aanwijst.



Er is nu een staandegolfverhouding van 1 bereikt in

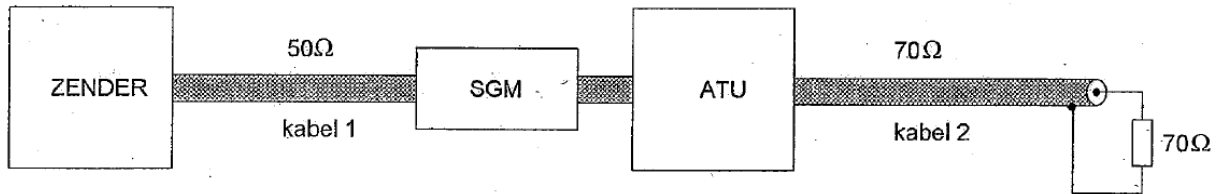
- A. Geen van beide kabels
- B. Kabel 1 en kabel 2
- C. Alleen kabel 1
- D. Alleen kabel 2

(F-examen najaar 2005, december 2008, november 2009, september 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.139 Opgave 14-139

De staandegolfmeter is gemaakt voor $50\ \Omega$. De antenne-aanpassingseenheid (ATU) wordt zo afgeregeld dat de staandegolfmeter (SGM) 1 aanwijst. Er is nu een staandegolfverhouding van 1 bereikt in



- A. Alleen kabel 2
- B. Alleen kabel 1
- C. Kabel 1 en kabel 2
- D. Geen van beide kabels

(F-examen maart 2017)

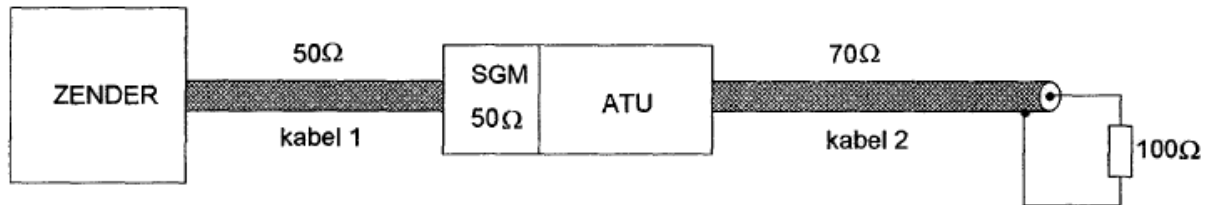
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



14.4.140 Opgave 14-140

De staandegolfmeter (SGM) is gemaakt voor $50\ \Omega$.


De antenne-aanpassingseenheid (ATU) wordt zo afgeregeld dat de staandegolfmeter 1 aanwijst.



In welke kabel is nu een staandegolfverhouding van 1 bereikt?

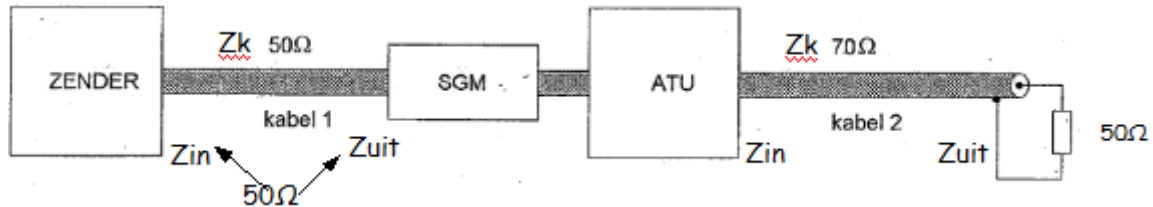
- A. Alleen kabel 1
- B. Geen van beide kabels
- C. Alleen kabel 2
- D. Kabel 1 en kabel 2

(F-examen april 2008, september 2011 (2), mei 2012 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.141 Opgave 14-141


De staandegolfmeter (SGM) is gemaakt voor $50\ \Omega$. De antenne-aanpassingseenheid (ATU) wordt zo afgeregeld dat de staandegolfmeter 1 aanwijst.



Er is nu een staandegolfverhouding van 1 bereikt in:

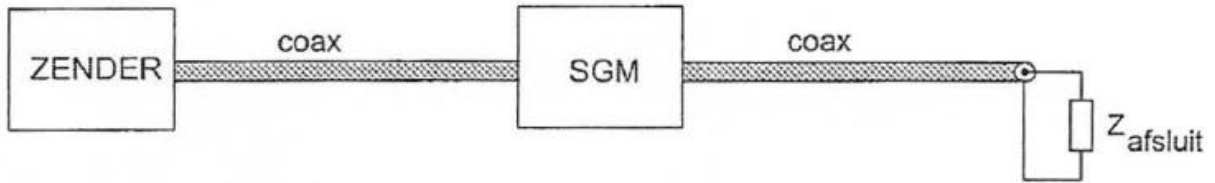
- A. Kabel 1 en kabel 2
- B. Alleen kabel 1
- C. Alleen kabel 2
- D. Geen van beide kabels

(F-examen november 2008 (1), maart 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


14.4.142 Opgave 14-142

Een staandegolfmeter voor 70Ω is opgenomen in een antennekabel van 70Ω . Bij welke afsluitimpedantie wijst de meter 1 aan?



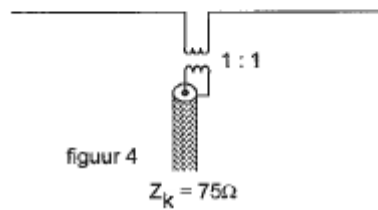
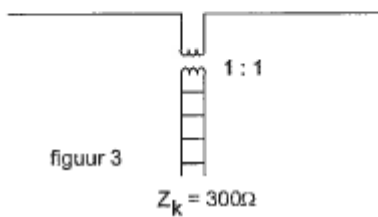
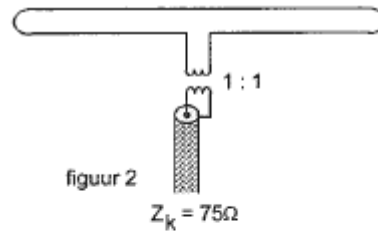
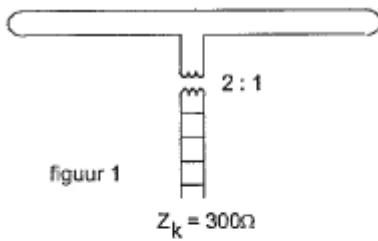
- A. 50Ω
- B. 70Ω
- C. Niet afgesloten
- D. Kortsluiting

(F-examen september 2009 (2), mei 2010 (1), mei 2014 (2), mei 2018 (2), januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


14.4.143 Opgave 14-143

In welke figuur is de aanpassing bij de halve-golfantenne juist?



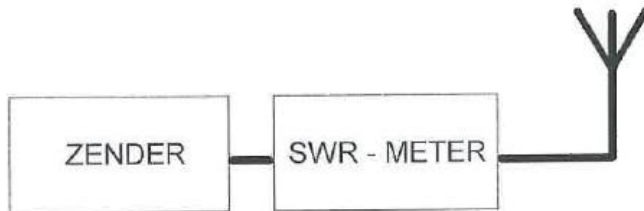
- A. Figuur 1
- B. Figuur 3
- C. Figuur 2
- D. Figuur 4

(F-examen najaar 2005, april 2009, November 2010 (2), mei 2015 (2), maart 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.144 Opgave 14-144

Een 50Ω staandegolfmeter is met coaxiale kabels van 50Ω opgenomen tussen een zender en een antenne. Deze meter geeft een SWR van 1:20 aan.



Dit betekent dat de:

- A. Antenne juist is aangepast
- B. Zender juist is aangepast
- C. Antenne zeer slecht is aangepast
- D. Zender veel vermogen levert

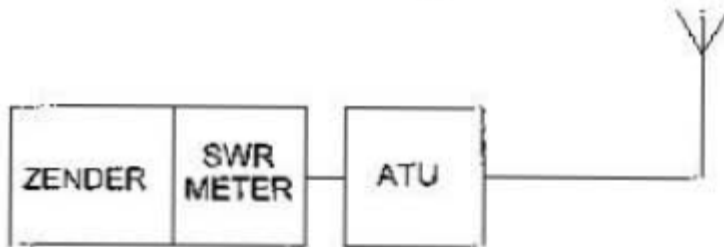
(F-examen voorjaar 2005, februari 2010 (2), juni 2010, september 2010 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



14.4.145 Opgave 14-145


De zender heeft een ingebouwde staandegolfmeter (SWR-meter). Door afregeling van de antenne-aanpassingseenheid (ATU) wijst de staandegolfmeter 1 aan.



Door het afregelen van de ATU:

- A. Is de zender juist belast
- B. Is de SWR in de antennekabel veranderd
- C. Zijn de verliezen in de antennekabel verminderd
- D. Is het stralingsdiagram van de antennekabel verminderd

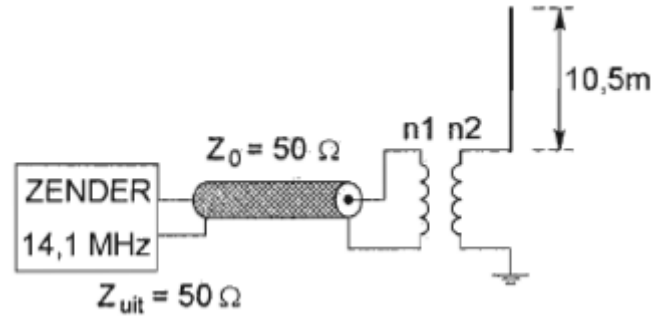
(F-examen najaar 2007, november 2009, mei 2011 (1), mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


14.4.146 Opgave 14-146

De combinatie van transformator en antenne is het best aangepast aan de coaxiale kabel bij een wikkelverhouding n_1/n_2 :

- A. 1:6
- B. 1:2
- C. 2:1
- D. 1:1

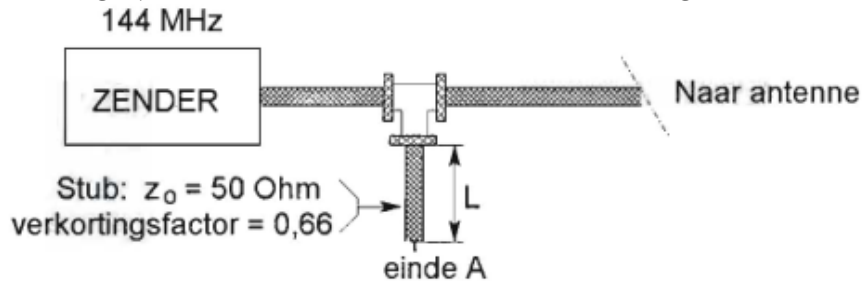


(F-examen februari 2010, januari 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


14.4.147 Opgave 14-147

Om harmonischen van de zendfrequentie te onderdrukken, wordt aan de coaxiale voedingslijn naar de antenne een coaxiale stub aangebracht. Wat is juist:



- A. $L = 33 \text{ cm}$; einde A is kortgesloten
- B. $L = 33 \text{ cm}$; einde A is open
- C. $L = 66 \text{ cm}$; einde A is kortgesloten
- D. $L = 99 \text{ cm}$; einde A is open

(F-examen april 2010, november 2010 (1), juni 2011, september 2018)

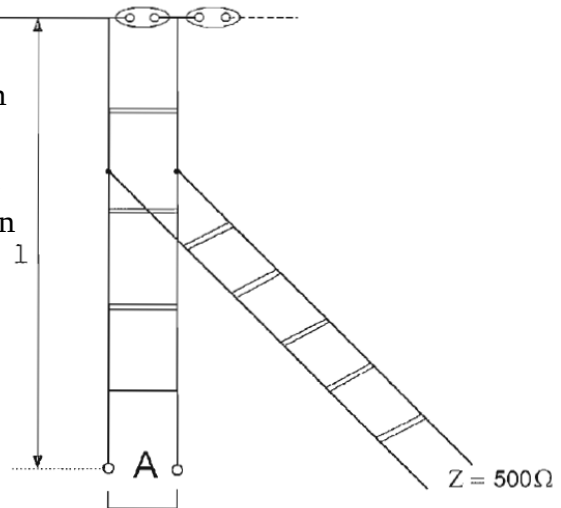
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

14.4.148 Opgave 14-148

Om een hoogohmige antenne aan te passen aan een voedingslijn met lage impedantie wordt een “stub” toegepast. Wat is juist:

- A. Lengte l : $\frac{1}{2}$ lambda, einde A kortgesloten
- B. Lengte l : $\frac{1}{4}$ lambda,; einde A open
- C. Lengte l : $\frac{1}{4}$ lambda; einde A kortgesloten
- D. Lengte l : $\frac{1}{8}$ lambda; einde A kortgesloten

(F-examen mei 2009 (1), november 2010 (1), november 2013)



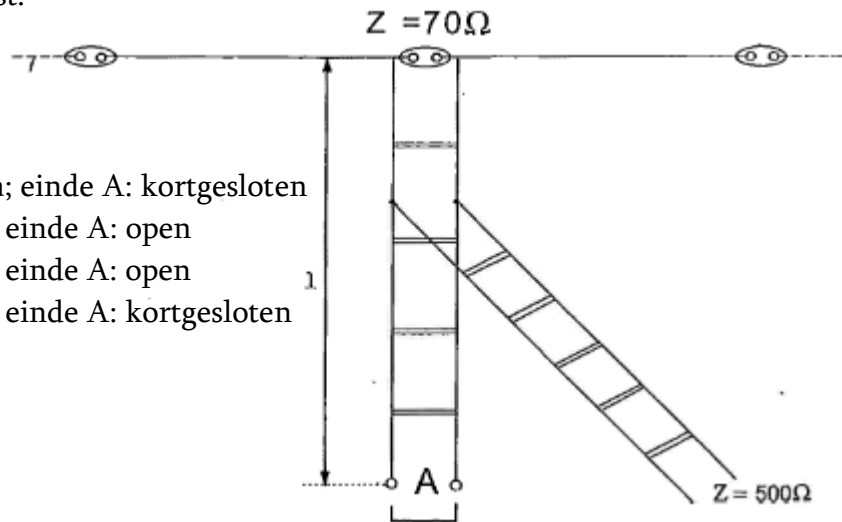
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




14.4.149 Opgave 14-149

Om een laagohmige antenne aan te passen aan een hoogohmige voedingslijn wordt een “stub” toegepast. Wat is juist:

- A. Lengte l : $1/8$ lambda; einde A: kortgesloten
- B. Lengte l : $1/4$ lambda; einde A: open
- C. Lengte l : $1/2$ lambda; einde A: open
- D. Lengte l : $1/4$ lambda; einde A: kortgesloten



(F-examen juni 2009, januari 2011, september 2011 (1). mei 2014 (2), januari 2018, september 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



14.4.150 Opgave 14-150

Een staandegolfmeter voor 50Ω meet een staandegolfverhouding van 1 op een coaxiale kabel van 50Ω wanneer deze is afgesloten met een

- A. Weerstand van 50Ω
- B. Hoge impedantie
- C. Reactantie
- D. Kortsluiting

(F-examen juni 2010, maart 2011 (1), maart 2012, september 2014 (1 en 2), maart 2015, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





14.5 Uitwerkingen

**14.5.101 Uitwerking van Opgave 14-101**

Een halvegolf gevouwen dipoolantenne voor de 40-meterband wordt gevoed door een lintlijn met een karakteristieke impedantie van 300Ω . De lengte van deze voedingslijn:

- A. Moet een aantal kwartgolf-lengten bedragen
- B. Mag iedere willekeurige lengte hebben**
- C. Moet precies 20 meter zijn
- D. Moet een oneven aantal halve golflengten bedragen

Uitwerking

De impedantie op het voedingspunt van een halvegolf gevouwen dipoolantenne bedraagt vrijwel 300Ω . De transmissielijn en de antenne zijn daarom aan elkaar aangepast. Er zijn dan (praktisch) alleen lopende golven op de transmissielijn en dan mag deze elke willekeurige lengte hebben. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.102 Uitwerking van Opgave 14-102

De juiste impedantie-aanpassing van een antennesysteem wordt gecontroleerd met een:

- A. Ohmmeter
- B. Ampèremeter
- C. Veldsterktemeter
- D. **Standaardgolfmeter**

Uitwerking

Deze meting wordt gedaan met een standaardgolfmeter. Eigenlijk zou die tussen voedingslijn en antenne geplaatst moeten zijn, maar in de praktijk is dat om praktische redenen zelden of nooit uitvoerbaar en zit de meter tussen zenderuitgang en voedingslijn naar de antenne.

Opmerkingen

Met een ohmmeter bereik je bij het bepalen van karakteristieke impedanties helemaal niets; die dingen zijn geschikt voor gelijkstroom. Met een veldsterktemeter meet je veldsterkte en dat kan alleen voorbij de antenne. Ook ampèremeters zijn gemaakt voor andersoortige metingen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.103 Uitwerking van Opgave 14-103

Om te bereiken dat de staandegolfverhouding op de voedingslijn van de zendantenne zo laag mogelijk is, dient:

- A. Als voedingslijn een coaxiale kabel te worden toegepast
- B. Een juiste aanpassing tussen zender en voedingslijn te worden gemaakt
- C. Een juiste aanpassing tussen antenne en voedingslijn te worden gemaakt**
- D. De lengte van de voedingslijn zo kort mogelijk te zijn

Uitwerking

Om een zo laag mogelijke SWR op de voedingslijn naar de antenne te krijgen, moet de aanpassing tussen antenne en voedingslijn zo goed mogelijk zijn. Antwoord C.

Opmerkingen

Of een coax-kabel of een symmetrische lijn wordt toegepast, is van minder belang dan de karakteristieke impedantie. Eventueel kan een balun worden ingezet als kabel en antenneaansluiting ongelijk van symmetrie zijn. Een zo kort mogelijke voedingslijn is altijd zinvol, maar heeft niets met de SWR te maken en als het gaat om de voedingslijn van de zendantenne, is de aanpassing van de lijn aan de antenne aan de orde, niet die aan de zenderuitgang.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.104 Uitwerking van Opgave 14-104**

Een halvegolf gevouwen dipool wordt gevoed door een 300 ohm lintlijn. De staandegolfverhouding in de voedingslijn bij de zender bedraagt ongeveer

- A. 2
- B. 1**
- C. 4
- D. 8

Uitwerking

Een halvegolf gevouwen dipoolantenne heeft op het voedingspunt een symmetrische aansluiting met een impedantie van bijna 300 ohm. De voedingslijn (lintlijn) is symmetrisch en is volgens de gegevens een exemplaar met een karakteristieke impedantie van eveneens 300 ohm. Dat betekent een SWR van 1. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.105 Uitwerking van Opgave 14-105

Een staande golfmeter voor 50Ω is aangesloten tussen een zendontvanger en een 50Ω coaxiale kabel met antenne. De aanwijzing is 1. Dit betekent dat de:

- A. Voor/achterverhouding van de antenne goed is
- B. Antenne aangepast is aan de kabel**
- C. Damping van de kabel minimaal is
- D. Uitgangsimpedantie van de zendontvanger 50Ω is

Uitwerking

De SWR-meter (staandegolfmeter) meet de verhouding tussen uitgaande spanning en de door eventuele misaanpassing aan de antenne richting zender teruggestuurde (gereflecteerde) spanning op de kabel. Als de kabel geen verliezen geeft door (bijvoorbeeld) een impedantieverschil, mag je ervan uitgaan dat je de aanpassing tussen zender en antenne meet.

Opmerking

Het meten van de SWR tussen zenderuitgang en antennekabel (voedingslijn) is onder zendamateurs normale praktijk, maar eigenlijk zou de aanpassing op het voedingspunt van de antenne moeten worden gemeten. In de praktijk is dat bijna nooit praktisch uitvoerbaar.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.106 Uitwerking van Opgave 14-106

Het voornaamste doel van een aanpassingsnetwerk tussen zender en antennekabel is:

- A. Meting van de staandegolfverhouding in de antennekabel
- B. Optimale belasting van de zender**
- C. Vermindering van de terugwerking op de zenderfrequentie
- D. Beveiliging tegen gevaar bij aanraking antennedraad

Uitwerking

Het eerste doel van aanpassingsnetwerken tussen zendereindtrap en antennekabel is aanpassing van de uitgangsimpedantie van de zender aan de impedantie van de kabel, zodat zoveel mogelijk vermogen van de zender de kabel ingaat. Dat mag ook *optimale belasting* worden genoemd. Antwoord B.

Opmerkingen

Het gaat hier om het beginsel dat aan een vermogensbron het maximale vermogen wordt onttrokken als hij wordt belast met een weerstand die even groot is als zijn eigen inwendige weerstand.

Dat een aanpassingsnetwerk in een zendereindtrap meestal ook werkt als laagdoorlaatfilter is niet het hoofddoel, maar wel mooi meegenomen bij het onderdrukken van harmonischen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.107 Uitwerking van Opgave 14-107

Het deel van een EZB-station dat zou kunnen bijdragen aan de onderdrukking van hogere harmonischen in het uitgangssignaal is:

- A. Het EZB-filter
- B. De antenne-aanpassingseenheid**
- C. De spraakprocessor
- D. De staandegolfmeter

Uitwerking

Let op dat hier *EZB-station* staat en niet *EZB-zender*. Het station omvat alle betrokken apparatuur die met het uitzenden van EZB te maken heeft, niet alleen de zender.

Dat betekent dat we de apparatuur die in de antwoorden wordt genoemd, moeten betrekken in het vinden van het juiste antwoord. Een antenne-aanpassingseenheid heet in het spraakgebruik kortweg *tuner* of iets langer: *antennetuner*. Het apparaat is bedoeld voor impedantie-aanpassing tussen zender en antennekabel. Vaak, maar niet altijd, is dit apparaat behalve impedantie-omzetter ook laagdoorlaatfilter. Een daarmee mag duidelijk zijn, welke kant deze uitwerking opgaat: antwoord B.

Opmerkingen

De term “hogere harmonischen” zou misschien doen vermoeden dat er ook lagere harmonischen bestaan. Lager dan wat? De grondfrequentie? Die bestaan niet.

Een spraakprocessor is een apparaatje dat het spraaksignaal zo behandelt dat het amplitudeverschil tussen harde en zachte stukjes spraak wordt verminderd. Daarmee wordt het gemiddelde uitgezonden vermogen wat opgekrikt. Dat helpt soms bij de verstaanbaarheid, mits de processor het spraaksignaal niet te veel in elkaar drukt, want dan wordt de verstaanbaarheid er eerder slechter dan beter van. Géén examenstof, dus eigenlijk hoort de term niet thuis in het rijtje antwoorden.

De staandegolfmeter en het EZB-filter kenden we al van eerder behandelde opgaven en die onderdrukt geen harmonischen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.108 Uitwerking van Opgave 14-108

Een zender is via een antenne-aanpassingseenheid en een kabel met de antenne verbonden. Door een juiste instelling van de aanpassingseenheid wordt:

- A. De combinatie van tuner, kabel en antenne aangepast aan de zender
- B. De staandegolfverhouding op de kabel naar de antenne afgeregeld
- C. Alleen de kabel in resonantie gebracht
- D. Alleen de antenne in resonantie gebracht

Uitwerking

De combinatie aanpassingseenheid (ATU), kabel en antenne wordt door een goede instelling aangepast aan de zender. Bij de zender lijkt dan alles in orde, maar dat zegt niet alles over het deel kabel/antenne. Maar dat wordt niet gevraagd, dus toch: antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.109 Uitwerking van Opgave 14-109

De staandegolfverhouding in een antennekabel wordt bepaald door:

- A. De som van het afgegeven vermogen van de zender en het aan de antenne toegevoerde vermogen
- B. Het afgegeven vermogen van de zender min het vermogen, toegevoerd aan de antenne
- C. De mate waarin de zendantenne-impedantie afwijkt van de karakteristieke impedantie van de kabel**
- D. Het aan de antenne toegevoerde vermogen gedeeld door het afgegeven vermogen van de zender

Uitwerking

In principe geeft de staandegolfverhouding de (mis)aanpassing tussen kabel en zendantenne aan. Omdat een staandegolfmeter om praktische redenen niet tussen antenne-aansluiting en kabel, maar tussen zenderuitgang (of ATU-uitgang) en antennevoedingskabel zit, kan een SWR-aflezing wel eens afwijken van de werkelijke situatie tussen kabel en antenne. Maar toch: antwoord C.

Opmerkingen

Antwoord A ziet er indrukwekkend uit, net als B. Maar ze gaan beide uit van een optelling, waarvan één met een minteken, terwijl bij een verhouding altijd sprake is van een deling.

Antwoord D zou je met enige goede wil kunnen zien als een soort rendement.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.110 Uitwerking van Opgave 14-110

Een voordeel van een open voedingslijn ten opzichte van een coaxkabel is dat bij de open lijn:

- A. De karakteristieke impedantie (golfweerstand) lager is
- B. Er geen staande golven kunnen optreden
- C. De verliezen lager zijn**
- D. De lijn minder straalt

Uitwerking

Bij de open voedingslijn zijn de verliezen gemiddeld kleiner dan bij coaxkabel. Daar staat tegenover dat de open lijn wat meer straalt en zo meer storing veroorzaakt (en ook ontvangt). Antwoord C.

Opmerkingen

De karakteristieke impedantie van open lijn is in het algemeen hoger dan bij coax. In elke transmissielijn kunnen staande golven optreden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.111 Uitwerking van Opgave 14-111

Het voordeel van een coaxiale kabel ten opzichte van een open voedingslijn is dat bij de coaxiale kabel:

- A. De karakteristieke impedantie (golfweerstand) hoger is
- B. Er geen staande golven kunnen optreden
- C. De verliezen lager zijn
- D. De kabel minder straalt**

Uitwerking

Deze opgave lijkt op Opgave 14-110, maar met een rolwisseling tussen coax en open lijn. Doordat bij coax de ene geleider volledig is omsloten door de andere en daardoor het EM-veld zich beperkt tot het omsloten gebied, is er geen sprake van straling (tenzij er door een of ander gebrek mantelstromen lopen). Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.112 Uitwerking van Opgave 14-112**

In vergelijking met een open voedingslijn geldt dat bij een coaxiale kabel:

- A. De verliezen in het algemeen lager zijn
- B. De karakteristieke impedantie in het algemeen lager is**
- C. De kabel symmetrisch is
- D. Er geen staande golven kunnen optreden

Uitwerking

Een coaxiale kabel is niet symmetrisch, heeft in het algemeen wat hogere verliezen en er kunnen wel degelijk staande golven in optreden. Dan blijft antwoord B over en dat klopt ook, want de karakteristieke impedantie van coax is in het algemeen lager dan die van open lijn. Denk aan 100Ω of minder bij coax tegenover honderden Ω bij open lijn.

Antwoord B dus.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.113 Uitwerking van Opgave 14-113

De werkelijke lengte van een coaxiale kabel is korter dan de elektrische lengte doordat:

- A. De karakteristieke impedantie laag is
- B. Er buiten de kabel geen veld ontstaat
- C. Er huideffect optreedt
- D. De voortplantingssnelheid in coaxkabel lager is dan in lucht**

Uitwerking

De voortplantingssnelheid van golven in coaxkabel is lager dan die van EM-golven in lucht. De verhouding van beide snelheden heet de *verkortingsfactor*. Die ligt ongeveer tussen 0,66 en 0,86, afhankelijk van de diameters van binnengeleider en buitenmantel en van de diëlektrische constante (permittiviteit) van het isolatiemateriaal tussen die twee. Een signaal plant zich in een coaxkabel langzamer voort dan in lucht en de golflengte bij gelijke frequentie in coax is kleiner dan in lucht. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.114 Uitwerking van Opgave 14-114

De verkortingsfactor van een coaxiale kabel is afhankelijk van:

- A. De staandegolfverhouding
- B. Het diëlektricum**
- C. De toegepaste frequentie
- D. De lengte van de kabel

Uitwerking

In de uitwerking van Opgave 14-113 is het al ter sprake geweest: het diëlektricum.
Antwoord B.

Opmerking

Staandegolfverhouding, frequentie en kabellengte hebben geen enkele invloed op de verkortingsfactor.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.115 Uitwerking van Opgave 14-115

De golflengte van een elektromagnetisch verschijnsel in een voedingslijn is altijd kleiner dan in lucht.

Hierbij speelt vooral een rol:

- A. Het skineffect
- B. De verkortingsfactor**
- C. De verliesfactor
- D. De reflectiecoëfficiënt

Uitwerking

Eigenlijk is deze vraagstelling niet juist. Het officiële juiste antwoord is B. De verkortingsfactor speelt hier echter geen rol, maar is de naam van de verhouding van de snelheid in de voedingslijn en die in lucht..



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.116 Uitwerking van Opgave 14-116

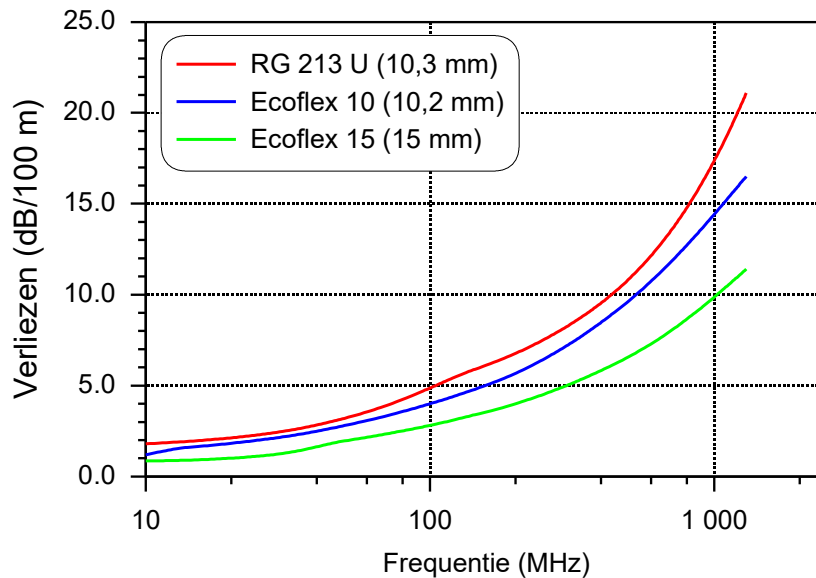
De verliezen in een coaxiale kabel

- A. Nemen toe bij hogere frequenties
- B. Nemen af bij toenemende lengte
- C. Zijn onafhankelijk van de frequentie
- D. Nemen af bij hogere frequenties

Uitwerking

De verliezen van coax nemen toe bij hogere frequenties en zijn evenredig met de lengte: kabel n maal zo lang, verliezen n maal zo groot. Antwoord A.

Ter illustratie een figuur uit de cursustekst voor drie verschillende soorten coax.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.117 Uitwerking van Opgave 14-117

Voor de koppeling van de zender met de antenne wordt vaak coaxiale kabel gebruikt. Een belangrijke reden hiervoor is:

- A. Lage prijs
- B. Goede staandegolfverhouding
- C. Lage demping
- D. Afscherming tegen ongewenste straling**

Uitwerking

De belangrijkste reden voor het gebruik van coax als antenneleiding is de geringe uitstraling (bijna 0) en omgekeerd de ongevoeligheid voor (ongewenste) instraling. Antwoord D.

Opmerkingen

Coax is niet heel goedkoop. De staandegolfverhouding hangt af van impedantieverhoudingen en niet van het soort transmissielijn.

Relatief verliesarme coax heeft veel lucht in het diëlektricum, bv. kunststofschuim of een diëlektricum van kunststof ringetjes tussen buitenisolatie en mantel met lucht tussen de ringetjes. Demping is niet alleen hiervan afhankelijk, maar ook van de frequentie. Zie bijvoorbeeld de grafiek in de uitwerking van Opgave 14-117.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.118 Uitwerking van Opgave 14-118**

De verkortingsfactor is er bij een stuk coaxiale kabel de oorzaak van dat de verhouding werkelijke lengte/elektrische lengte (lengten uitgedrukt in dezelfde eenheid):

- A. Gelijk is aan 1
- B. Kleiner is dan 1**
- C. Groter is dan 1
- D. Afhankelijk is van de kabelspanning

Uitwerking

De verkortingsfactor bij een eind coax is kleiner dan 1, omdat de voortplantingssnelheid van een golf daarin lager is dan die in vacuüm of lucht. Dat komt neer op antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.119 Uitwerking van Opgave 14-119**

De verkortingsfactor van gangbare coaxkabel is:

- A. 0,35
- B. 0,17
- C. 1,4
- D. **0,7**

Uitwerking

Een verkortingsfactor is nooit groter dan 1. Daarmee vervalt antwoord C. 0,35 en 0,17 zijn wel erg klein en komen in de praktijk niet voor. Dan blijft 0,7 over. Het is een weetje, dat wel. In de cursustekst zijn wat meer waarden te vinden, vanaf 0,65. Daar past 0,7 vrij goed bij. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.120 Uitwerking van Opgave 14-120**

De karakteristieke impedantie van een coaxkabel wordt bepaald door:

- A. De lengte
- B. De afsluitimpedantie
- C. Het materiaal van de mantel
- D. De doorsnede van de binnengeleider en de afstand tot de mantel.**

Uitwerking

Er zijn drie dingen die de karakteristieke impedantie van coax bepalen:

- De doorsnede van de binnengeleider
- De afstand tussen binnengeleider en mantel
- De diëlektrische constante (permittiviteit) van het isolatiemateriaal tussen binnengeleider en mantel.

Van deze drie zitten er twee in antwoord D en geen in de andere drie antwoorden.
Antwoord D dus.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.121 Uitwerking van Opgave 14-121

De coaxiale kabel van een 2-meterantenne dient zo kort mogelijk te zijn in verband met de:

- A. Verliezen in de kabel
- B. Aanpassing van de antenne aan de kabel
- C. Optimale staandegolfverhouding
- D. Aanpassing van de kabel aan de zender

Uitwerking

Kabelverliezen uitgedrukt in dB zijn evenredig met de kabellengte. Kabel n keer zo lang, verliezen in dB n keer zo groot. Antwoord A.

Opmerkingen

Dit is niet iets specifiek voor 2-meterantennes, het geldt voor alle frequenties. Dat is dus overbodige informatie. Wel nemen kabelverliezen in het algemeen toe met toenemende frequentie.

De lengte van een coaxkabel heeft niets te maken met staandegolfverhouding of impedantieaanpassingen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





14.5.122 Uitwerking van Opgave 14-122

De meest toegepaste coaxiale kabel tussen de zendontvanger en de antenne heeft een karakteristieke impedantie van

- A. 50 ohm
- B. 100 ohm
- C. 300 ohm
- D. 600 ohm

Uitwerking

Coaxkabel tussen zendontvanger en antenne heeft vrijwel altijd een karakteristieke impedantie van 50 Ω . Niet meer dan een weetje. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.123 Uitwerking van Opgave 14-123

De karakteristieke impedantie van een coaxkabel is onafhankelijk van:

- A. De materiaaldikte van de buitengeleider
- B. De binnendiameter van de buitengeleider
- C. Het diëlektricum tussen de binnen- en buitengeleider
- D. De buitendiameter van de binnengeleider

Uitwerking

In de uitwerking van Opgave 14-120 onderscheiden we drie dingen die de karakteristieke impedantie van coax bepalen:

- De doorsnede van de binnengeleider
- De afstand tussen binnengeleider en mantel
- De diëlektrische constante (permittiviteit) van het isolatiemateriaal tussen binnengeleider en mantel.

De antwoorden B, C en D geven allemaal zaken die direct of een beetje vermoed in die drie punten voorkomen. Zo gaat het niet letterlijk om de doorsnede van de binnengeleider, maar om de afstand tussen binnen- en buitengeleider. Die afstand bereken je uit de buitendiameter van de binnengeleider en de binnendiameter van de buitengeleider.

Alleen de materiaaldikte van de buitengeleider valt buiten het rijtje van Opgave 14-120. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.124 Uitwerking van Opgave 14-124**

De karakteristieke impedantie van een stuk voedingslijn van 20 m lang is 52 ohm. Wanneer er 10 meter wordt afgeknipt, is de karakteristieke impedantie

- A. 13 Ω
- B. 104 Ω
- C. 52 Ω
- D. 26 Ω

Uitwerking

De karakteristieke weerstand van een stuk transmissielijn is onafhankelijk van de lengte. Als je er een stuk van afknipt, blijft de karakteristieke impedantie van de voedingslijn (en die van het afgeknipte stuk!) onveranderd. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.125 Uitwerking van Opgave 14-125

Een hoog opgehangen halvegolf gevouwen dipool voor de 20-meterband wordt gevoed door een lintlijn met een karakteristieke impedantie van 300 ohm.

De lengte van deze voedingslijn:

- A. Moet precies 20 meter zijn
- B. Moet een aantal kwartgolf lengten hebben
- C. Mag iedere willekeurige lengte hebben**
- D. Moet een aantal halve golflengten hebben

Uitwerking

Een lintlijn is een symmetrische (open) lijn. De impedantie op de aansluiting van een gevouwen dipoolantenne is 300 ohm. De karakteristieke impedantie van de voedingslijn is ook 300 ohm, zodat voedingslijn en antenne goed zijn aangepast. In zo'n geval maakt de lengte van de voedingslijn niets uit (behalve voor verliezen die wel afhankelijk zijn van de lijnlengte). Antwoord C.

Opmerking

Een vergelijkbare opgave is Opgave 14-101. Daar gaat het om een antenne voor 40 m, maar voor het principe maakt dat niets uit.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.126 Uitwerking van Opgave 14-126**

De meest gebruikte impedantie van kunstantennes voor VHF is:

- A. 100 Ω
- B. 25 Ω
- C. 300 Ω
- D. 50 Ω

Uitwerking

Kunstantennes (dummyloads) zijn praktisch allemaal ingericht op de meest voorkomende voedingskabel, coax met een karakteristieke impedantie van 50 Ω . En dat geldt niet in het bijzonder voor VHF, maar ook voor HF en UHF. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**14.5.127 Uitwerking van Opgave 14-127**

Een coaxiale kabel heeft een werkelijke lengte van 8 meter. De verkortingsfactor is 0,8. Bij een frequentie van 150 MHz is de werkelijke lengte:

- A. 2 golflengten
- B. 3,2 golflengten
- C. 5 golflengten**
- D. 10 golflengten

Uitwerking

Voor de verandering geven we twee oplossingen.

1. We beginnen met het bepalen van de elektrische lengte. Die is $8 \text{ m} / 0,8 = 10 \text{ m}$.
De golflengte bij 150 MHz is $300 \text{ m} / 150 = 2 \text{ m}$. Die past 5 keer in 10 meter.
Antwoord C.
2. De golflengte bij 150 MHz is $300 \text{ m} / 150 = 2 \text{ m}$. Bij een verkortingsfactor van 0,8 wordt dat $2 * 0,8 \text{ m} = 1,6 \text{ m}$. 1,6 m past 5 keer in 8 m.
Antwoord C.

Beide oplossingen geven (zoals het hoort) dezelfde uitkomst.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.128 Uitwerking van Opgave 14-128

Een open (niet kortgesloten) stuk coaxiale kabel met een verkortingsfactor van circa 0,7 gedraagt zich op 144 MHz als een seriekring in resonantie. De met een meetlat gemeten lengte bedraagt ongeveer:

- A. 35 cm
- B. 52 cm
- C. 74 cm
- D. 144 cm

Uitwerking

Een open (= niet-kortgesloten) stuk coax van een kwart golflengte lang gedraagt zich als een laagohmige kring, dat wil zeggen een seriekring in resonantie. Daarom moeten we eerst achter de golflengte op 144 MHz zien te komen. Die bedraagt $300 \text{ m}/144 \approx 2,08 \text{ m}$. Met een verkortingsfactor van 0,7 wordt dat $0,7 * 2,08 \text{ m} \approx 1,46 \text{ m}$. Een kwart daarvan is $1,46 \text{ m}/4 \approx 0,36 \text{ m} = 36 \text{ cm}$.

Dat ligt van de vier antwoorden veruit het dichtst in de buurt van de met een meetlat -dus niet heel nauwkeurig- gemeten 35 cm. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.129 Uitwerking van Opgave 14-129

Om de verkortingsfactor van een coaxiale kabel te bepalen, wordt een stuk kabel van 0,5 meter lengte aan een einde kortgesloten. Met een dipmeter wordt vastgesteld dat de eerste parallelresonantie optreedt bij 120 MHz. De verkortingsfactor van de kabel is:

- A. 0,97
- B. 0,7
- C. **0,8**
- D. 0,67

Uitwerking

Dat stuk coax met moet -rekening gehouden met de verkortingsfactor- een kwart golflengte lang zijn, want het zet een zeer lage impedantie (kortsluiting) aan het ene eind om in een zeer hoge aan het andere, waardoor het geheel het karakter krijgt van een parallelle resonantiekering.

We beginnen weer met de golflengte zonder verkortingsfactor, nu bij 120 MHz. Die bedraagt $300 \text{ m}/120 = 2,5 \text{ m}$. Een kwartgolflengte is dan $2,5 \text{ m}/4 = 0,625 \text{ m}$.

0,625 m wordt dus verkort naar 0,5 m, zodat de verkortingsfactor $0,5/0,625 = 0,8$ bedraagt.



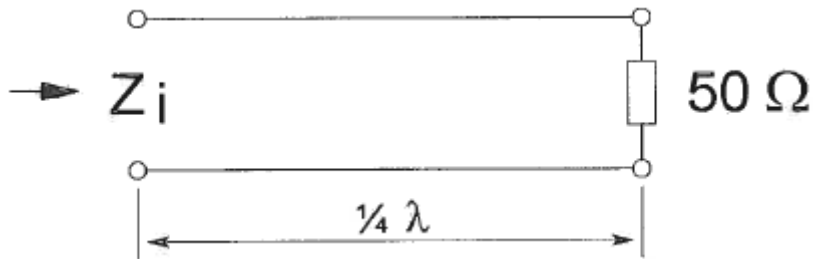
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.130 Uitwerking van Opgave 14-130

De karakteristieke impedantie van de voedingslijn is 50Ω .



Deingangsimpedantie Z_i is:

- A. 25Ω
- B. Zeer hoog
- C. 100Ω
- D. 50Ω

Uitwerking

Als een transmissielijn (voedingslijn) met zijn eigen karakteristieke impedantie wordt afgesloten, is deingangsimpedantie bij iedere lengte gelijk aan die karakteristieke impedantie, dus ook bij een lengte van $\frac{1}{4} \lambda$. Antwoord D.



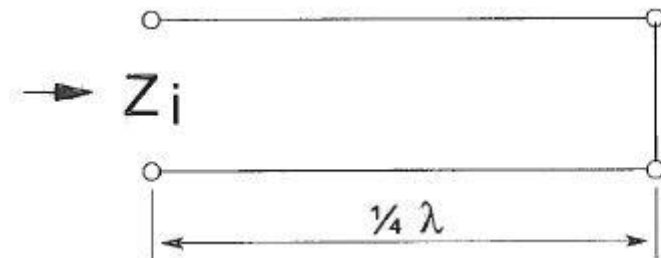
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.131 Uitwerking van Opgave 14-131

Een voedingslijn met een elektrische lengte van $\frac{1}{4}$ golflengte is aan het einde kortgesloten.



Deingangsimpedantie Z_i is:

- A. Zeer laag
- B. $12,5 \Omega$
- C. **Zeer hoog**
- D. 50Ω

Uitwerking

Een aan één eind kortgesloten transmissielijn van $\frac{1}{4}$ golflengte lang gedraagt zich aan het andere einde als een parallelkring. De impedantie daarvan is altijd zeer hoog. Antwoord C.

Opmerking

Voor elke kwartgolf voedingslijn, coax of open, geldt: is de impedantie heel laag aan de ene kant, dan is hij heel hoog aan de andere. Eigenlijk is dit een extreem geval van de kwartgolf impedantietransformator in de volgende opgave (Opgave 14-132).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.132 Uitwerking van Opgave 14-132

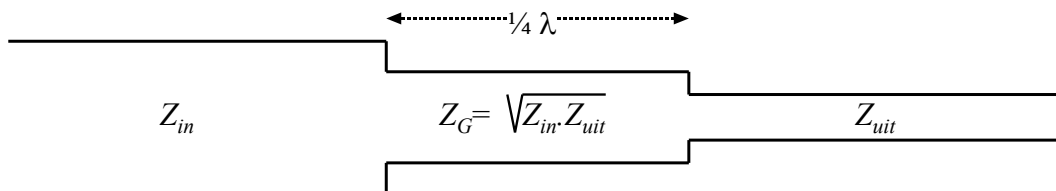
Een 50 ohm coaxiale kabel wil men aanpassen op een antenne van 72 ohm. Men gebruikt hiervoor een kwartgolf impedantietransformator. De transformator wordt gemaakt met coaxiale kabel met een karakteristieke impedantie van:

- A. 72 Ω
- B. 100 Ω
- C. **60 Ω**
- D. 50 Ω

Uitwerking

Een kwartgolf impedantietransformator moet een karakteristieke impedantie hebben die het *geometrisch gemiddelde* is van de karakteristieke impedanties, waartussen hij de transformatie verzorgt. De vergelijking voor het geometrisch gemiddelde c van twee getallen a en b is $c = \sqrt{a \cdot b}$. Duidelijk iets anders dan wat we meestal onder *gemiddelde* verstaan. Dat laatste heet voluit *rekenkundig gemiddelde*.

Om een beeld te krijgen van de kwartgolftransformator voor de karakteristieke ingangsimpedantie Z_{in} naar de karakteristieke uitgangsimpedantie Z_{uit} door middel van een kwartgolf stub met karakteristieke impedantie Z_G gebruiken we de figuur uit de cursustekst:



Z_G is het geometrisch gemiddelde van Z_{in} en Z_{uit} : $Z_G = \sqrt{Z_{in} \cdot Z_{uit}}$.

Invullen van de karakteristieke impedanties levert $Z_G = \sqrt{50 \cdot 72} \Omega = \sqrt{3600} \Omega = 60 \Omega$.
Antwoord C.



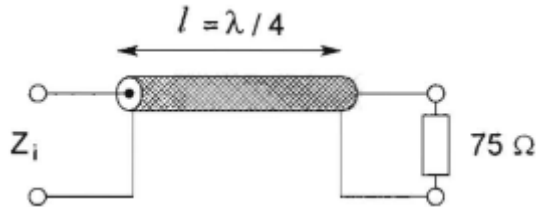
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.133 Uitwerking van Opgave 14-133

De karakteristieke impedantie (Z_k) van de coaxkabel is 50 ohm.



Z_i is ongeveer:

- A. 50 Ω
- B. 33 Ω
- C. 60 Ω
- D. 75 Ω

Uitwerking 1

De vergelijking uit de uitwerking van Opgave 14-132 kunnen we hier weer gebruiken:

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

$Z_K = 50 \Omega$ en $Z_{uit} = 75 \Omega$. Invullen levert

$$50 \Omega = \sqrt{Z_{in} \cdot 75 \Omega}$$

Kwadrateren om van het wortelteken af te komen:

$$50 \Omega \cdot 50 \Omega = Z_{in} \cdot 75 \Omega \rightarrow Z_{in} = 50 \Omega \cdot 50 \Omega / 75 \Omega \approx 33 \Omega$$

Antwoord B.

Uitwerking 2 voor wie een hekel heeft aan dit soort algebra:

Omdat de karakteristieke impedantie van 50 Ω van de transformerende stub (zo heet zo'n stuk coax) een soort gemiddelde is van de 75 Ω aan de uitgang en de impedantie aan de ingang, kan het niet anders of Z_i is kleiner dan 50 Ω . In het rijtje antwoorden staat maar één kleinere waarde: de 33 ohm van antwoord B.

Uitwerking 3

Nog een vorm die voor veel mensen prettiger werkt dan uitwerking 1: Om van 75 Ω naar 50 Ω te komen, moet je delen door $75/50 = 1,5$. Om vanaf 50 Ω Z_i te vinden, moet je nog een keer delen door diezelfde 1,5. Dat levert afgerond 33 Ω op. Alweer antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.134 Uitwerking van Opgave 14-134

Een open (niet-kortgesloten) stuk coaxiale kabel kan gebruikt worden als parallel-resonantiekring indien de met een meetlat gemeten lengte:

- A. Ongeveer 30% korter is dan een halve golflengte
- B. Een kwartgolflengte lang is
- C. Ongeveer 30% langer is dan een halve golflengte
- D. Een halve golflengte lang is

Uitwerking

Een parallel-resonantiekring is aan zijn uiteinden hoogohmig. Dat moet dus ook gelden voor het stuk coax met open eind in deze opgave. Dat kan met een stuk coax ter lengte van een halve golflengte maal de verkortingsfactor. Daarvan zijn de impedanties aan beide uiteinden gelijk.

Het rijtje antwoorden levert hier (zoals het hoort!) één antwoord dat rekening houdt met een verkortingsfactor en dat is antwoord A. Antwoord C geeft een verlengingsfactor. Het eerste stuk coax met zoiets moet nog gemaakt worden.

Opmerking

Het spreekt natuurlijk niet vanzelf dat elk willekeurig stuk coaxkabel een verkortingsfactor van 0,7 heeft, zoals hier wordt verondersteld. Kijk in een voorkomend praktisch geval of er op de kabel een typenummer staat en probeer daarmee op internet of elders de bijbehorende verkortingsfactor te vinden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

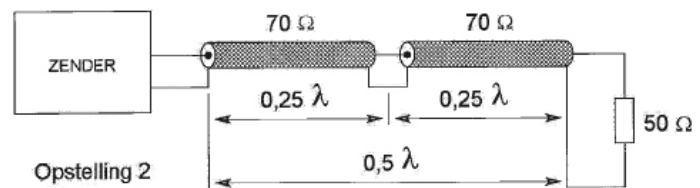
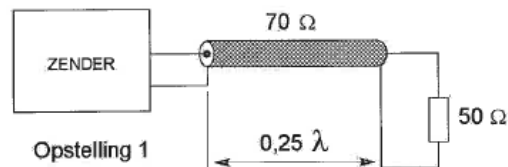


14.5.135 Uitwerking van Opgave 14-135

De coaxiale kabels hebben een karakteristieke impedantie van 70Ω . De elektrische lengte is aangegeven. De zenders moeten met 50Ω worden belast.

Aanpassing wordt verkregen:

- A. Met opstelling 1 en 2
- B. Alleen met opstelling 2**
- C. Met geen van beide opstellingen
- D. Alleen met opstelling 1.



Uitwerking

In opstelling 1 wordt 1 kwartgolflengte coax gebruikt. Die transformeert de belastingsweerstand van naar een hogere waarde dan 70Ω (Voor de geïnteresseerden: 98Ω . Volg uitwerking 3 van Opgave 14-133) Dat is dus geen goede aanpassing aan 50Ω

In opstelling 2 zien we twee kwartgolflengtes coax in serie, samen $\frac{1}{2}$ golflengte. Bij $\frac{1}{2}$ golflengte is ingangsimpedantie = uitgangsimpedantie De karakteristieke impedantie van de coaxkabel doet er dan niet toe. We zien dus aan beide kanten 50Ω , precies wat nodig is voor de zenderbelasting Dat betekent dat antwoord B goed is.



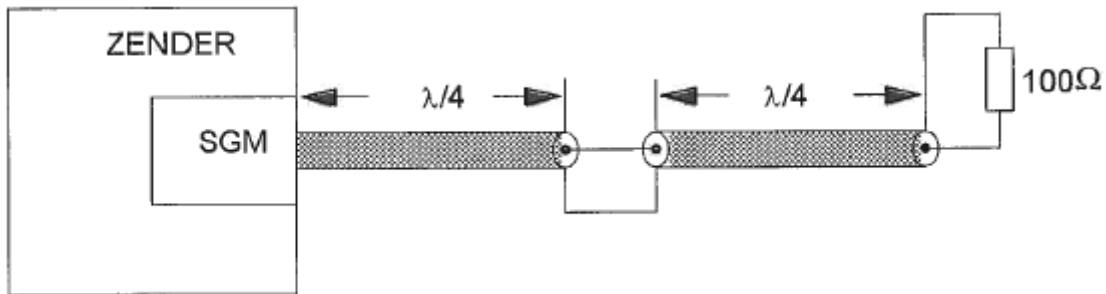
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.136 Uitwerking van Opgave 14-136

Twee stukken coaxkabel met een elektrische lengte elk van $0,25 \lambda$ en een karakteristieke impedantie van 70Ω , zijn in serie geschakeld. De staandegolfmeter (SGM), welke is gemaakt voor 50Ω , geeft een staandegolfverhouding aan van ongeveer



- A. 2,8
- B. 1,0
- C. 2,0
- D. 1,4

Uitwerking

Deze twee stukken kwartgolflengte zijn samen een halve golflengte. Eigenschap van een $\frac{1}{2}$ golflengte lang stuk coax is dat de ingangsimpedantie en de uitgangsimpedantie gelijk zijn. De SGM voor 50 ohm "ziet" dus 100 ohm . In de cursustekst en het formularium staat de vergelijking

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

En dat komt neer op $s = 100/50 = 2$. Antwoord C.



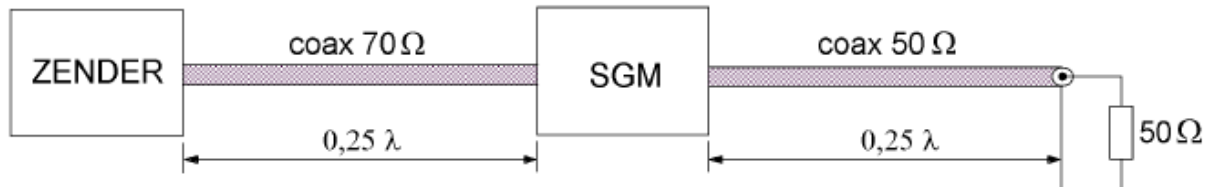
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.137 Uitwerking van Opgave 14-137

Van elke coaxkabel is de karakteristieke impedantie en de elektrische lengte gegeven. De staandegolfmeter (SGM) welke is gemaakt voor 50Ω , geeft ongeveer aan:



- A. 1,4
- B. 0,7
- C. 2,0
- D. 1,0

Uitwerking

De SGM meet de SWR in de coax naar de belasting, niet die in de kabel van 70Ω tussen SGM en zender. Daarover wordt dan ook niets gevraagd. Rechts van de SGM is alles 50Ω . De SGM is ook gemaakt voor 50Ω , zodat de meting van de SWR ongeveer het getal 1,0 moet opleveren. Antwoord D.



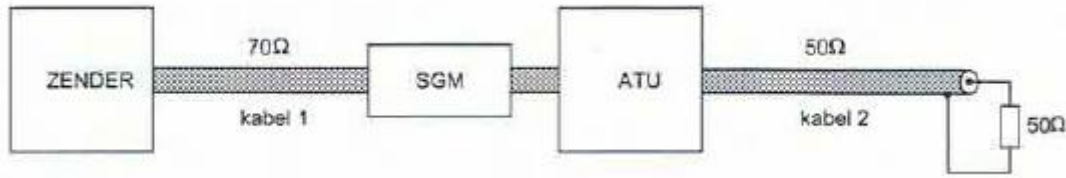
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.138 Uitwerking van Opgave 14-138

De staandegolfmeter is gemaakt voor $50\ \Omega$. De antenne-aanpassingseenheid (ATU) wordt zo afgeregeld dat de staandegolfmeter (SGM) 1 aanwijst.



Er is nu een staandegolfverhouding van 1 bereikt in

- A. Geen van beide kabels
- B. Kabel 1 en kabel 2
- C. Alleen kabel 1
- D. Alleen kabel 2

Uitwerking

Kabel 1 met karakteristieke impedantie van $70\ \Omega$ en onbekende lengte is verbonden met een zender die vermoedelijk een uitgangsimpedantie van $50\ \Omega$ heeft. Die zal geen staandegolfverhouding van 1 hebben.

De ATU regelt de aanpassing aan kabel 2 ($50\ \Omega$) en de belasting van $50\ \Omega$. De SGM "ziet" een staandegolfverhouding van 1, dus ook een impedantie van $50\ \Omega$.

Conclusie: de staandegolfverhouding van 1 zit alleen op kabel 2. Antwoord D.



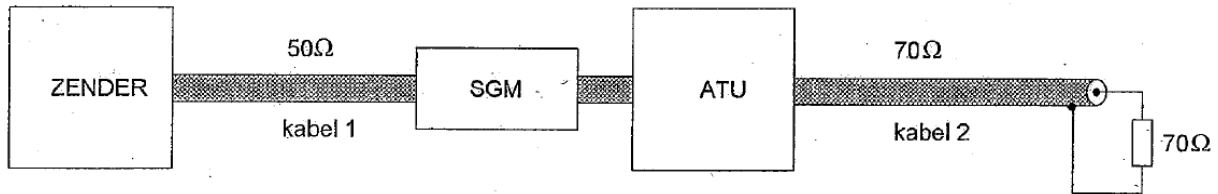
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.139 Uitwerking van Opgave 14-139

De staandegolfmeter is gemaakt voor $50\ \Omega$. De antenne-aanpassingseenheid (ATU) wordt zo afgeregeld dat de staandegolfmeter (SGM) 1 aanwijst. Er is nu een staandegolfverhouding van 1 bereikt in



- A. Alleen kabel 2
- B. Alleen kabel 1
- C. Kabel 1 en kabel 2
- D. Geen van beide kabels

Uitwerking

Op kabel 1 ziet de zender (met $50\ \Omega$) een kabel van $50\ \Omega$, gevolgd door een SGM voor $50\ \Omega$, zodat daar de staandegolfverhouding (SWR) 1 is.

Op kabel 2 regelt de ATU een uitgangsimpedantie van $70\ \Omega$ voor de kabel van $70\ \Omega$ en de belasting van $70\ \Omega$. Dat betekent een SWR van $70/70 = 1$, zodat in beide kabels de SWR 1 is.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

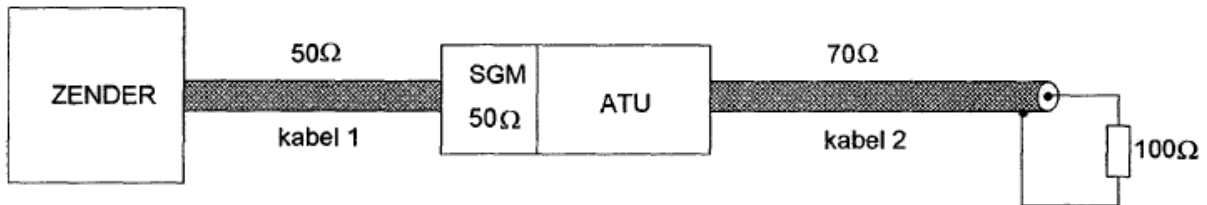
Naar de volgende opgave



14.5.140 Uitwerking van Opgave 14-140

De staandegolfmeter (SGM) is gemaakt voor 50 ohm.

De antenne-aanpassingseenheid (ATU) wordt zo afgeregeld dat de staandegolfmeter 1 aanwijst.



In welke kabel is nu een staandegolfverhouding van 1 bereikt?

- A. Alleen kabel 1
- B. Geen van beide kabels
- C. Alleen kabel 2
- D. Kabel 1 en kabel 2

Uitwerking

Als de staandegolfmeter 1 aanwijst, “ziet” hij op de aansluiting met de ATU 50 Ω. Dan heeft het geheel vanaf zender tot ATU alleen lopende golven en geldt voor kabel 1 dat de staandegolfverhouding 1 is.

Op kabel 2 liggen de zaken anders. De karakteristieke impedantie van de kabel is 70 Ω en de belasting 100 Ω. Dan is de conclusie snel getrokken: hier is de impedantieverhouding tussen kabel en belasting $100/70$ en dat is ongelijk aan 1.

Dit alles komt neer op antwoord A.



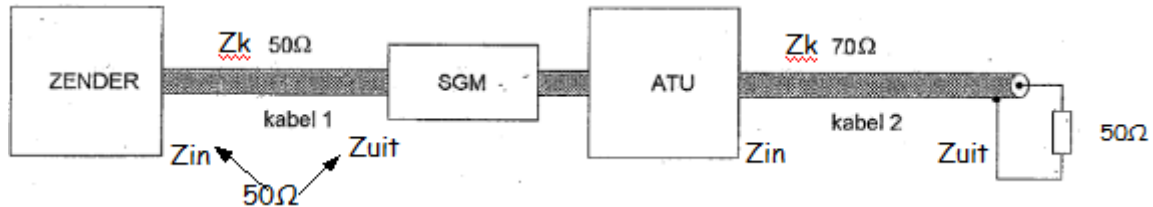
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.141 Uitwerking van Opgave 14-141

De staandegolfmeter (SGM) is gemaakt voor $50\ \Omega$. De antenne-aanpassingseenheid (ATU) wordt zo afgeregeld dat de staandegolfmeter 1 aanwijst.



Er is nu een staandegolfverhouding van 1 bereikt in:

- A. Kabel 1 en kabel 2
- B. Alleen kabel 1**
- C. Alleen kabel 2
- D. Geen van beide kabels

Uitwerking

In kabel 1 waar alles $50\ \Omega$ is, is de SGV 1. In kabel 2 met een karakteristieke impedantie van $70\ \Omega$ en een belasting van $50\ \Omega$ is dat niet zo. De karakteristieke kabelimpedantie is $70\ \Omega$ en de belasting is $50\ \Omega$. Dan hoef je al niet meer verder te kijken. Hier is de SGV niet 1. Conclusie: kabel 1 heeft een SGV van 1, kabel 2 niet. Antwoord B.



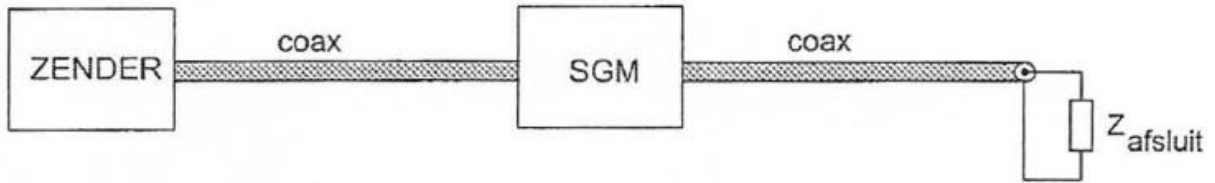
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.142 Uitwerking van Opgave 14-142

Een staandegolfmeter (SGM) voor 70Ω is opgenomen in een antennekabel van 70Ω . Bij welke afsluitimpedantie wijst de meter 1 aan?



- A. 50Ω
- B. 70Ω**
- C. Niet afgesloten
- D. Kortsluiting

Uitwerking

Bij een karakteristieke kabelimpedantie van 70Ω en een SGM voor 70Ω hoort bij een staandegolfverhouding van 1 een afsluitimpedantie van eveneens 70Ω . Antwoord B.



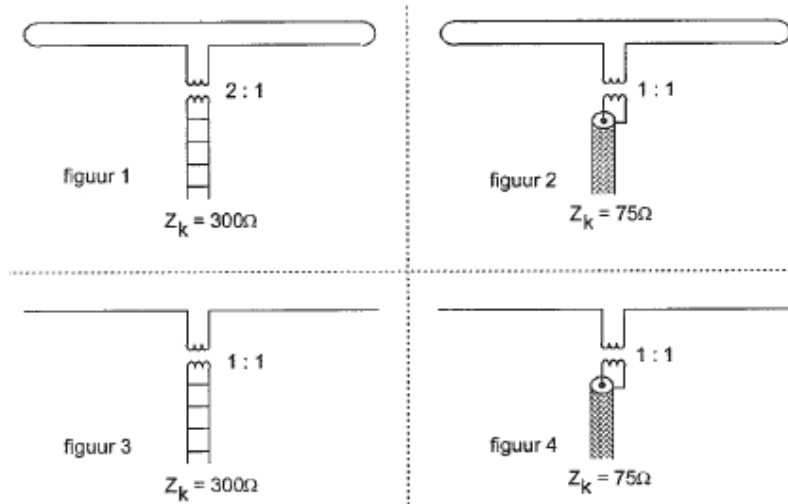
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.143 Uitwerking van Opgave 14-143

In welke figuur is de aanpassing bij de halve-golfantenne juist?



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

Uitwerking

Een halvegolf gevouwen dipool heeft op het voedingspunt een impedantie van afgerond 300 ohm, een enkeldraads dipool afgerond 75 ohm. We beperken ons tot de impedantie; over de vraag symmetrisch/asymmetrisch staat iets in de opmerking.

We gaan de figuren na.

Figuur 1 heeft een wikkilverhouding van 2:1, is een impedantieverhouding van 4:1. De impedantie van de kippenladder (open lijn) is al 300 ohm. Dan had de wikkilverhouding 1:1 in plaats van 2:1 moeten zijn.

Figuur 2 heeft een 75-ohms leiding 1:1 aan een 300-ohms antenne. Fout dus.

Figuur 3 heeft een 300-ohms kippenladder aan een 75-ohms enkeldraads dipool. Ook fout.

Figuur 4 heeft 75 ohm aan 75 ohm. Goed. Antwoord D.

Opmerking

De coax-lijnen zijn van nature asymmetrisch. Ze zijn via een symmetrische koppeling met de antennes verbonden. Dat zou je voor een examenopgave bedenkelijk kunnen noemen, want eigenlijk hoort daar een 1:1 balun tussen.



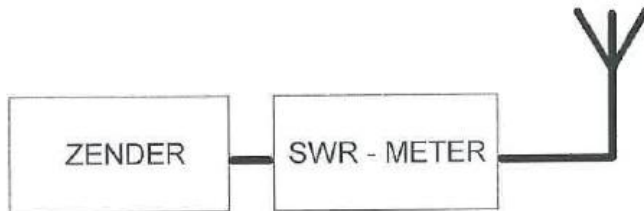
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.144 Uitwerking van Opgave 14-144

Een 50Ω staandegolfmeter is met coaxiale kabels van 50Ω opgenomen tussen een zender en een antenne. Deze meter geeft een SWR van 1:20 aan.



Dit betekent dat de:

- A. Antenne juist is aangepast
- B. Zender juist is aangepast
- C. Antenne zeer slecht is aangepast**
- D. Zender veel vermogen levert

Uitwerking

Bij een SGV van 20 (of 1:20) is de aanpassing allerbelabberdst. Dan valt er weinig te discussiëren: antwoord C.



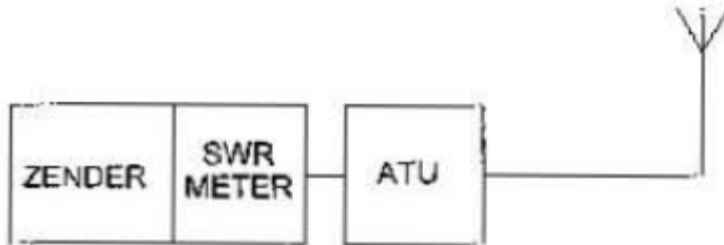
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.145 Uitwerking van Opgave 14-145

De zender heeft een ingebouwde staandegolfmeter (SWR-meter). Door afregeling van de antenne-aanpassingseenheid (ATU) wijst de staandegolfmeter 1 aan.



Door het afregelen van de ATU:

- A. Is de zender juist belast
- B. Is de SWR in de antennekabel veranderd
- C. Zijn de verliezen in de antennekabel verminderd
- D. Is het stralingsdiagram van de antennekabel verminderd

Uitwerking

De SWR-meter wijst de staandegolfverhouding op de aansluiting naar de ATU aan. De SWR-meter “ziet” naar rechts in het schema de juiste impedantie, want hij geeft een waarde van 1 aan. Dan is er geen gereflecteerd vermogen dat terug de zender ingaat en is de zender juist belast. Antwoord A.



Terug naar de opgave

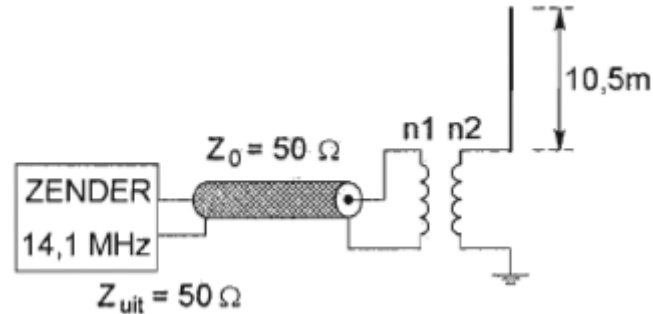
Naar de volgende opgave



14.5.146 Uitwerking van Opgave 14-146

De combinatie van transformator en antenne is het best aangepast aan de coaxiale kabel bij een wikkilverhouding n_1/n_2 :

- A. 1:6
- B. 1:2
- C. 2:1
- D. 1:1



Uitwerking

De golflengte bij 14,1 MHz is $300 \text{ m} / 14,1 \approx 21 \text{ m}$. De verticale antenne is daarmee ongeveer een halve golflengte lang. Het bovenste uiteinde is nergens mee verbonden en heeft een zeer hoge impedantie. Door de lengte ($\frac{1}{2} \lambda$) heeft ook het onderste uiteinde een zeer hoge impedantie. Dan is de beste (of de minst slechte?) aanpassing de hoogste in het rijtje, maar of dat met een wikkilverhouding 1:6 = impedantieverhouding van 1:36 genoeg is? Antwoord A (met een beetje tegenzin).

Opmerking

Als je zo'n antenne vervangt door een groundplane van $\frac{1}{4} \lambda$, werkt die minstens even goed en kun je de 50 ohms kabel zonder poespas aansluiten. Wel zo praktisch.



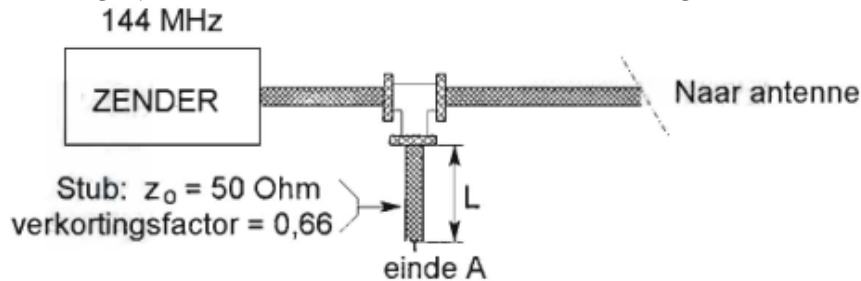
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.147 Uitwerking van Opgave 14-147

Om harmonischen van de zendfrequentie te onderdrukken, wordt aan de coaxiale voedingslijn naar de antenne een coaxiale stub aangebracht. Wat is juist:



- A. $L = 33 \text{ cm}$; einde A is kortgesloten
- B. $L = 33 \text{ cm}$; einde A is open
- C. $L = 66 \text{ cm}$; einde A is kortgesloten
- D. $L = 99 \text{ cm}$; einde A is open

Uitwerking

We beginnen met de golflengte. Voor 144 MHz is die $300 \text{ m}/144 \approx 2,08 \text{ m}$. Maar die 33, 66 en 99 cm lijken “familie” van de verkortingsfactor van 0,66. Daarom lijkt het verstandig, die 2,08 m eerst maar eens af te ronden op 2 m.

Als we de frequentie zelf willen doorlaten en de harmonischen verzwakken, moet de stub zich gedragen als een parallelkring. Dat lukt met een kwartgolf stub die aan het andere eind is kortgesloten. Een kwart golf is 50 cm; vermenigvuldigen met 0,66 geeft 33 cm. Dat riekt naar antwoord A. Voor de zekerheid lopen we de rest ook even langs. (op het examen alleen doen als je tijd hebt!):

Antwoord B is een zuigkring die de zendfrequentie weghaalt. Antwoord C ook (halve golflengte: aan beide kanten dezelfde impedantie) en antwoord D is $\frac{3}{4}$ golflengte met open uiteinde. Die gedraagt zich ongeveer als $\frac{1}{4}$ golflengte met open eind (antwoord B) en valt dus ook af.

Inderdaad antwoord A.



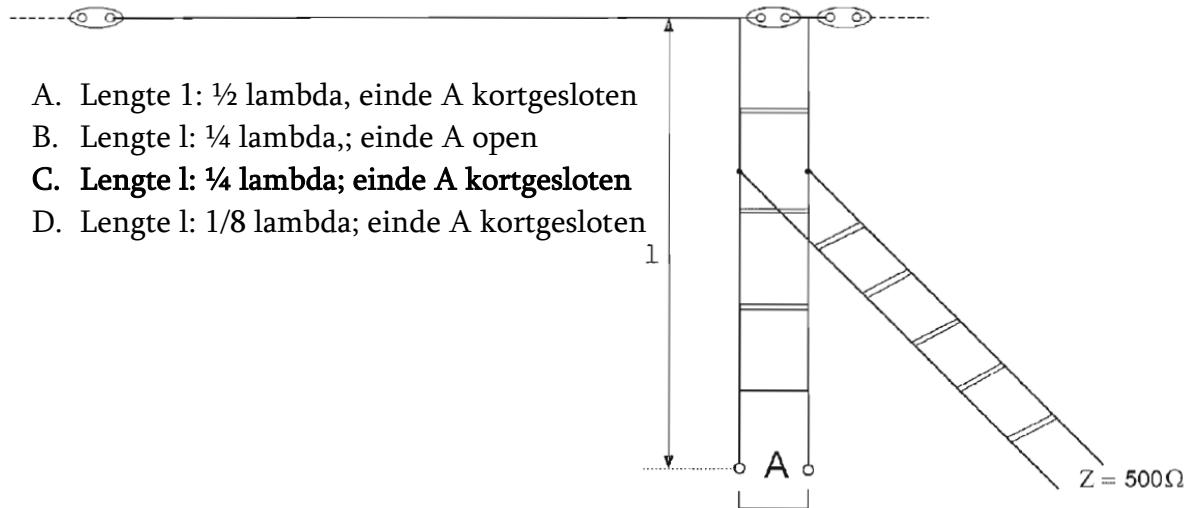
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.148 Uitwerking van Opgave 14-148

Om een hoogohmige antenne aan te passen aan een voedingslijn met lage impedantie wordt een “stub” toegepast. Wat is juist:



- A. Lengte l: $\frac{1}{2}$ lambda, einde A kortgesloten
- B. Lengte l: $\frac{1}{4}$ lambda,; einde A open
- C. Lengte l: $\frac{1}{4}$ lambda; einde A kortgesloten**
- D. Lengte l: $\frac{1}{8}$ lambda; einde A kortgesloten

Uitwerking

Dit is een eindgevoede horizontale antenne; denk aan een eindgevoede halvegolf-dipool (Zepp), al staat dat er niet bij. Lambda staat voor de Griekse letter λ die op zijn beurt voor golflengte staat. Voor de verandering zien we een open (symmetrische) voedingslijn en dito stub.

De stub zelf wordt gevoed door de voedingslijn rechts (met “ $Z = 500\Omega$ ”). Als de stub op het eind bij de antenne (zeer) hoogohmig moet zijn, moet hij een kwart golflengte ($\frac{1}{4} \lambda$) verderop laagohmig zijn. Dat is mogelijk door de stub $\frac{1}{4} \lambda$ lang te maken en hem op het uiteinde bij A kort te sluiten. Dat is antwoord C.

Opmerkingen

Antwoord B geeft net als antwoord A een laagohmige aanpassing die dus geen aanpassing is (let op: bij antwoord A wordt een halve golf- in plaats van een kwartgolf stub gebruikt)

De $\frac{1}{8}$ golf werkt niet: te kort.



Terug naar de opgave

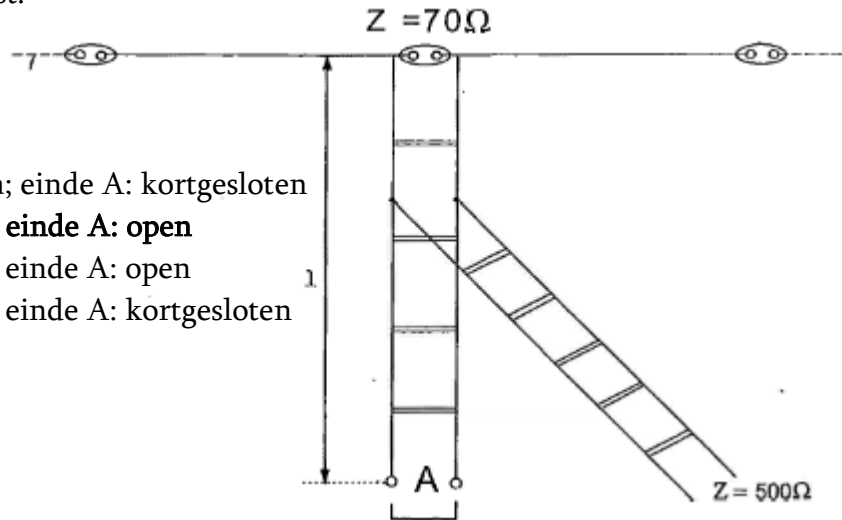
Naar de volgende opgave



14.5.149 Uitwerking van Opgave 14-149

Om een laagohmige antenne aan te passen aan een hoogohmige voedingslijn wordt een “stub” toegepast. Wat is juist:

- A. Lengte l : $1/8$ lambda; einde A: kortgesloten
- B. Lengte l : $1/4$ lambda; einde A: open**
- C. Lengte l : $1/2$ lambda; einde A: open
- D. Lengte l : $1/4$ lambda; einde A: kortgesloten



Uitwerking

We hebben te maken met een in het midden gevoede dipool met een aansluitimpedantie van 70 ohm. Om op het aansluitpunt laagohmig te zijn, moet de stub een lengte hebben van $1/4$ golflengte en op uiteinde A hoogohmig, dus open zijn. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



14.5.150 Uitwerking van Opgave 14-150

Een staandegolfmeter voor 50Ω meet een staandegolfverhouding van 1 op een coaxiale kabel van 50Ω wanneer deze is afgesloten met een

- A. Weerstand van 50Ω
- B. Hoge impedantie
- C. Reactantie
- D. Kortsluiting

Uitwerking

Als een staandegolfmeter 1 aanwijst, is de aanpassing die hij meet, perfect. Dat is het geval als een kabel met een karakteristieke impedantie gelijk aan die waarvoor de SWR-meter is gemaakt en is afgesloten met een weerstand van dezelfde grootte. In dit geval gaat het om 50Ω . Antwoord A.

Opmerking

Een hoge impedantie is bij 50Ω en $s=1$ niet aan de orde, evenmin als een reactantie (de belesting moet ohms zijn) of een kortsluiting. Die laatste reflecteert in dit geval alles.



Terug naar de opgave

Kom mee naar deel D