



Inhoudsopgave

| | | |
|---------|---|-------|
| 15 | Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 15..... | 15-5 |
| 15.1 | Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het? | 15-5 |
| 15.2 | Enkele opmerkingen..... | 15-6 |
| 15.3 | Formularium/samenvatting cursustekst | 15-6 |
| 15.3.1 | Principes van meten | 15-6 |
| 15.3.2 | De universeelmeter of multimeter. 1. Wat meet hij en hoe?..... | 15-6 |
| 15.3.3 | De universeelmeter of multimeter. 2. Hoe kan dit met 1 meter?..... | 15-8 |
| 15.3.4 | De digitale universeelmeter | 15-10 |
| 15.3.5 | De kunstantenne of dummyload | 15-10 |
| 15.3.6 | De dipmeter | 15-11 |
| 15.3.7 | Frequentiemeting | 15-11 |
| 15.3.8 | De staandegolfmeter (SGM, SWR-meter)..... | 15-12 |
| 15.4 | Opgaven..... | 15-14 |
| 15.4.1 | Opgave 15-1 | 15-15 |
| 15.4.2 | Opgave 15-2 | 15-16 |
| 15.4.3 | Opgave 15-3 | 15-17 |
| 15.4.4 | Opgave 15-4..... | 15-18 |
| 15.4.5 | Opgave 15-5 | 15-19 |
| 15.4.6 | Opgave 15-6..... | 15-20 |
| 15.4.7 | Opgave 15-7 | 15-21 |
| 15.4.8 | Opgave 15-8..... | 15-22 |
| 15.4.9 | Opgave 15-9 | 15-23 |
| 15.4.10 | Opgave 15-10 | 15-24 |
| 15.4.11 | Opgave 15-11 | 15-25 |
| 15.4.12 | Opgave 15-12 | 15-26 |
| 15.4.13 | Opgave 15-13 | 15-27 |
| 15.4.14 | Opgave 15-14 | 15-28 |
| 15.4.15 | Opgave 15-15 | 15-29 |
| 15.4.16 | Opgave 15-16 | 15-30 |



| | | |
|---------|----------------------------------|-------|
| 15.4.17 | Opgave 15-17 | 15-31 |
| 15.4.18 | Opgave 15-18 | 15-32 |
| 15.4.19 | Opgave 15-19 | 15-33 |
| 15.4.20 | Opgave 15-20 | 15-34 |
| 15.4.21 | Opgave 15-21 | 15-35 |
| 15.4.22 | Opgave 15-22 | 15-36 |
| 15.4.23 | Opgave 15-23 | 15-37 |
| 15.4.24 | Opgave 15-24 | 15-38 |
| 15.4.25 | Opgave 15-25 | 15-39 |
| 15.4.26 | Opgave 15-26 | 15-40 |
| 15.4.27 | Opgave 15-27 | 15-41 |
| 15.4.28 | Opgave 15-28 | 15-42 |
| 15.4.29 | Opgave 15-29 | 15-43 |
| 15.4.30 | Opgave 15-30 | 15-44 |
| 15.4.31 | Opgave 15-31 | 15-45 |
| 15.4.32 | Opgave 15-32 | 15-46 |
| 15.4.33 | Opgave 15-33 | 15-47 |
| 15.4.34 | Opgave 15-34 | 15-48 |
| 15.4.35 | Opgave 15-35 | 15-49 |
| 15.4.36 | Opgave 15-36 | 15-50 |
| 15.4.37 | Opgave 15-37 | 15-51 |
| 15.4.38 | Opgave 15-38 | 15-52 |
| 15.4.39 | Opgave 15-39 | 15-53 |
| 15.4.40 | Opgave 15-40 | 15-54 |
| 15.5 | Uitwerkingen | 15-55 |
| 15.5.1 | Uitwerking van Opgave 15-1 | 15-56 |
| 15.5.2 | Uitwerking van Opgave 15-2 | 15-57 |
| 15.5.3 | Uitwerking van Opgave 15-3 | 15-58 |
| 15.5.4 | Uitwerking van Opgave 15-4 | 15-59 |
| 15.5.5 | Uitwerking van Opgave 15-5 | 15-60 |
| 15.5.6 | Uitwerking van Opgave 15-6 | 15-61 |



| | | |
|---------|----------------------------------|-------|
| 15.5.7 | Uitwerking van Opgave 15-7..... | 15-62 |
| 15.5.8 | Uitwerking van Opgave 15-8..... | 15-63 |
| 15.5.9 | Uitwerking van Opgave 15-9..... | 15-64 |
| 15.5.10 | Uitwerking van Opgave 15-10..... | 15-65 |
| 15.5.11 | Uitwerking van Opgave 15-11..... | 15-66 |
| 15.5.12 | Uitwerking van Opgave 15-12..... | 15-67 |
| 15.5.13 | Uitwerking van Opgave 15-13..... | 15-68 |
| 15.5.14 | Uitwerking van Opgave 15-14..... | 15-69 |
| 15.5.15 | Uitwerking van Opgave 15-15..... | 15-70 |
| 15.5.16 | Uitwerking van Opgave 15-16..... | 15-71 |
| 15.5.17 | Uitwerking van Opgave 15-17..... | 15-72 |
| 15.5.18 | Uitwerking van Opgave 15-18..... | 15-73 |
| 15.5.19 | Uitwerking van Opgave 15-19..... | 15-74 |
| 15.5.20 | Uitwerking van Opgave 15-20..... | 15-75 |
| 15.5.21 | Uitwerking van Opgave 15-21..... | 15-76 |
| 15.5.22 | Uitwerking van Opgave 15-22..... | 15-77 |
| 15.5.23 | Uitwerking van Opgave 15-23..... | 15-78 |
| 15.5.24 | Uitwerking van Opgave 15-24..... | 15-79 |
| 15.5.25 | Uitwerking van Opgave 15-25..... | 15-80 |
| 15.5.26 | Uitwerking van Opgave 15-26..... | 15-81 |
| 15.5.27 | Uitwerking van Opgave 15-27..... | 15-82 |
| 15.5.28 | Uitwerking van Opgave 15-28..... | 15-83 |
| 15.5.29 | Uitwerking van Opgave 15-29..... | 15-84 |
| 15.5.30 | Uitwerking van Opgave 15-30..... | 15-85 |
| 15.5.31 | Uitwerking van Opgave 15-31..... | 15-86 |
| 15.5.32 | Uitwerking van Opgave 15-32..... | 15-87 |
| 15.5.33 | Uitwerking van Opgave 15-33..... | 15-88 |
| 15.5.34 | Uitwerking van Opgave 15-34..... | 15-89 |
| 15.5.35 | Uitwerking van Opgave 15-35..... | 15-90 |
| 15.5.36 | Uitwerking van Opgave 15-36..... | 15-91 |
| 15.5.37 | Uitwerking van Opgave 15-37..... | 15-92 |



| | | |
|---------|----------------------------------|-------|
| 15.5.38 | Uitwerking van Opgave 15-38..... | 15-93 |
| 15.5.39 | Uitwerking van Opgave 15-39..... | 15-94 |
| 15.5.40 | Uitwerking van Opgave 15-40..... | 15-95 |

15 Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 15

15.1 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 15 van de N-cursus hebt opgedaan, kunt toetsen aan examenvragen. Het is dan ook een vorm van examentraining.

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

We moeten hierbij opmerken dat na 1 juli 2020 de examenopgaven niet langer na afloop van het examen door examenkandidaten mochten worden meegenomen, omdat de toenmalige verantwoordelijke instantie, Agentschap Telecom, zich niet in staat achtte, steeds voldoende nieuwe examenopgaven te produceren. Tegenwoordig worden examens door het CBR via een computer afgenomen. Daarvandaan valt weinig mee naar huis te nemen. Verwacht dus geen aanvulling op deze bundel; wel een geleidelijke veroudering.

Advies: maak eerst de opgaven die in de tekst van het eigenlijke leerhoofdstuk staan, loop daarna het hoofdstuk 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 van die opgave. Dat is deze:

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


De uitwerking begint met de opgave zelf en het goede antwoord **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, soms gevolgd door een of meer opmerkingen. De gegeven uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het kan gebeuren dat je op een andere manier ook tot een goed antwoord komt. Vergelijk in zo'n geval beide antwoorden met elkaar.

Soms 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 een groene pijl in een blauw veld kom je vanaf de uitwerking bij de volgende opgave. Dat is deze:

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt 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 iets anders te doen. Via de inhoudsopgave kom je er met één muisklik weer terug.

15.2 Enkele opmerkingen

In deze bundel staan 40 opgaven.

Bij elke opgave is vermeld, hoe vaak de opgave van 2000 tot midden 2020 is voorgekomen en wanneer de opgave in die periode voor het laatst in een examen zat. Bij enkele opgaven is dat niet bekend. Dat staat er dan bij.

Soms is een opgave jarenlang niet meer gebruikt, Desondanks is het niet uit te sluiten dat deze bijvoorbeeld na 10 jaar of langer weer opduikt. Denk dus niet dat een opgave die 15 jaar geleden voor het laatst in een examen zat, nu niet meer zal voorkomen. Wel zal een opgave die veel voorkomt, een grotere kans hebben om weer op te duiken dan één die jaren geleden maar één of twee keer is gevraagd. Daarom staat onder elke opgave het aantal keren dat deze is gevraagd en wanneer voor het laatst.

Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Dat is in alle bundels met examenvraagstukken in deze cursus een overzicht van vergelijkingen (“formules”) en begrippen, meestal met korte uitleg. We raden aan, dit eerst door te nemen.

15.3 Formularium/samenvatting cursustekst

15.3.1 Principes van meten

Dit hoofdstuk gaat over meten. Een algemene natuurwet zegt dat elke meting van invloed is op de te meten grootte. Goed meten betekent dat de meting zo weinig invloed op het meetresultaat heeft, dat de onvermijdelijke meetfout een verwaarloosbare invloed heeft op het meetresultaat in relatie tot het doel van de meting. We beginnen met de universeelmeter voor stroom, spanning en weerstand.

15.3.2 De universeelmeter of multimeter. 1. Wat meet hij en hoe?

Wat meet je met een universeelmeter

De multimeter die ook wel universeelmeter wordt genoemd, is gemaakt voor het meten van spanningen, stromen en weerstanden. Multimeters kunnen zowel analoog als digitaal zijn.

De kern van een analoge multimeter is de *draaispoelmeter*. Dat is een meter die kleine stromen kan meten, met bijvoorbeeld een meetbereik van 20 of 50 μA . Voor we bekijken, hoe je van zo'n ding een stroom-, spanning- of weerstandmeter maakt, een kort stukje over de vraag hoe je deze drie grootheden meet.

Spanning meet je altijd ten opzichte van een tweede punt. Spanning is dan ook een *verschil* en wordt ook wel *potentiaalverschil* genoemd. Dat mag je meteen vergeten, maar onthoud wel dat spanning altijd gemeten wordt ten opzichte van een ander punt.

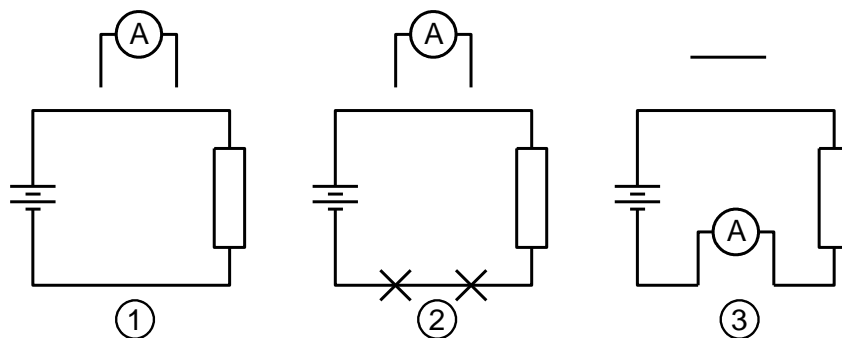
Stroom wordt gemeten *in* de leiding waar de stroom doorheen loopt.

Weerstand wordt gemeten als combinatiemeting van stroom en spanning.

We beginnen met:

Stroommeting

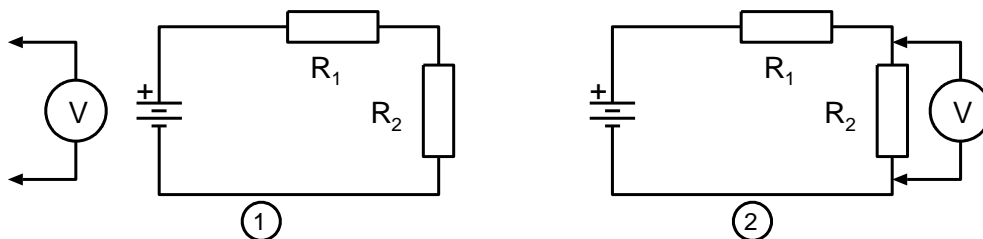
Voor stroommeting moet de meter, standaard naar de eenheid van stroomsterkte ampèremeter genoemd, in de stroomkring worden opgenomen. Zie het plaatje hieronder.



Tekening 1 geeft een simpele schakeling met een weerstand en een batterij. De stroom uit een batterij loopt door de weerstand en moet gemeten worden. De ampèremeter moet nog worden aangesloten. Daarvoor wordt de stroom onderbroken (kruisjes op tekening 2). De meter vult de onderbreking op (tekening 3). De stroom loopt nu door de weerstand en de meter. Het stukje uitgeknipte leiding staat in tekening 3 op de plek waar eerst de losse ampèremeter stond.

Spanningsmeting

Spanning moet worden gemeten tussen twee punten. Zie de figuur hieronder.

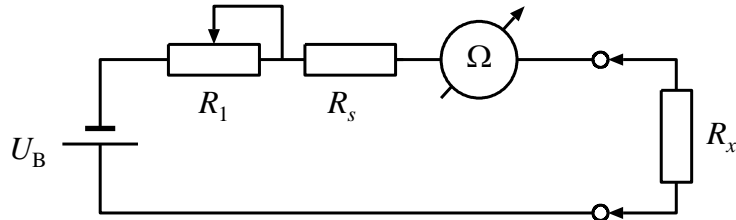


Gevraagd: de spanning over R_2 . Tekening 1: de schakeling met niet-aangesloten voltmeter. Tekening 2: de voltmeter aangesloten *over* R_2 . Zo wordt de spanning tussen de uiteinden van deze weerstand gemeten, Er hoeft geen leiding te worden onderbroken.

Spanning is dan ook gemakkelijker te meten dan stroom omdat voor een spanningsmeting de schakeling niet hoeft te worden 'opengeknipt'.

Weerstandsmeting

De schakeling van een analoge ohmmeter kun je voorstellen als het schema hieronder.



De batterij links levert de spanning U_B . R_x , helemaal rechts, is de onbekende weerstand. Vóór de meting worden de twee aansluitpunten kortgesloten. Met de instelbare weerstand R_1 wordt de meter op volle uitslag gebracht. Dat is de aanwijzing: 0Ω . De vaste weerstand R_s voorkomt dat de meter te veel stroom krijgt en stuk gaat. Dan wordt de kortsluiting vervangen door de onbekende weerstand R_x en wordt de weerstandswaarde afgelezen. De meter heeft daarvoor een speciale afleesschaal omdat je eigenlijk $1/\text{stroom}$ afleest. Op die speciale schaal lees je direct de weerstandswaarde af.

15.3.3 De universeelmeter of multimeter. 2. Hoe kan dit met 1 meter?

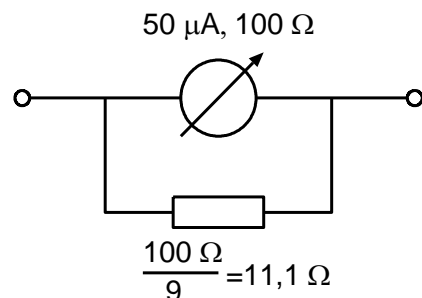
Aan het begin van 15.3.2 hadden we het kort over de draaispoelmeter als kern van het meetsysteem. Zo'n metertje voor kleine stromen moet voor elke soort meter verbouwd worden. Dat gebeurt met een schakelsysteem, waarvan we de details laten voor wat ze zijn, maar enkele zaken worden wel degelijk gevraagd. Die behandelen we dus. We beginnen met de ampèremeter.

Maak van een micro-ampèremeter een ampèremeter

Een draaispoelmetertje voor $50 \mu\text{A}$ is ongeschikt voor het meten van $500 \mu\text{A}$. Maar er is een oplossing. Zorg dat die $500 \mu\text{A}$ op $50 \mu\text{A}$ na buiten de meter om loopt. Dat betekent $450 \mu\text{A}$ langs de meter via een parallelweerstand (shunt) en $50 \mu\text{A}$ door de meter. $450 \mu\text{A}$ is $9x$ zoveel stroom als de $50 \mu\text{A}$ die door de meter loopt. Stel dat de meter een weerstand van 100Ω heeft. Dan moet de shunt $1/9$ zijn van de meterweerstand, dat is

$$\frac{100 \Omega}{9} = 11,1 \Omega$$

Het schema rechts brengt het in beeld.



Op dezelfde manier kun je meters voor allerlei stroombereiken maken, zolang ze maar groter zijn dan de $50 \mu\text{A}$ van de meter zelf. Voor 5 mA , $100x$ de meterstroom, moet 1 deel door de meter en 99 delen door de shunt die dan de waarde krijgt van

$$\frac{100 \Omega}{99} = 1,01 \Omega$$

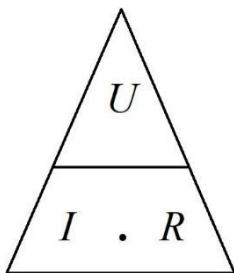
En zo komt er bij elke vergroting van het meetbereik met een factor 10 een 9 in de noemer bij.

Maak van een micro-ampèremeter een voltmeter

We gebruiken hetzelfde draaispoelmetertje voor $50 \mu\text{A}$ om een voltmeter te maken voor een bereik van 0-1 V.

Dan moet er bij een spanning van 1 V door de meter $50 \mu\text{A}$ lopen. Dat bereiken we met een serieweerstand. Het probleem wordt dan teruggebracht tot de vraag, door welke weerstand bij een spanning van 10 V een stroom van $50 \mu\text{A}$ loopt. Opnieuw een gevalletje voor de wet van Ohm. Als $U = I * R$, dan geldt:

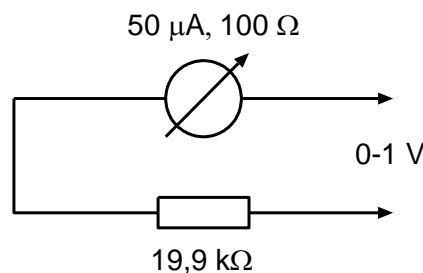
$$R = \frac{U}{I} = \frac{1}{0,0005} \Omega = \frac{10}{0,5} \text{ k}\Omega = 20 \text{ k}\Omega$$



Met de Ohmdriehoek (links) vind je dezelfde uitdrukking.

Om de echte serieweerstand te berekenen, moet van die $20 \text{ k}\Omega$ de weerstand van de meter nog af, want is onderdeel van de totale serieweerstand. Die weerstand is 100Ω . De voorzetweerstand wordt dan:

$20 \text{ k}\Omega - 100 \Omega = 20 \text{ k}\Omega - 0,1 \text{ k}\Omega = 19,9 \text{ k}\Omega$. Dan ziet de schakeling er zo uit:



Ook voor spanningsmeters zijn allerlei bereiken te maken. Voor een meetbereik van 0-10 V wordt de serieweerstand $200 \text{ k}\Omega - 0,1 \text{ k}\Omega = 199,9 \text{ k}\Omega$. In de praktijk zal dat meestal uitdraaien op $200 \text{ k}\Omega$. Voor een meetbereik van 0-100 V wordt dat in theorie $1999,9 \text{ k}\Omega$; in de praktijk zal dat $2000 \text{ k}\Omega$ ofwel $2 \text{ M}\Omega$ zijn.

We zien hieraan dat een analoge universeelmeter voor lage spanningsbereiken eigenlijk nauwelijks hoogohmig te noemen is. $20 \text{ k}\Omega$ voor een spanningsbereik is niet echt hoog te noemen. Hierbij moeten we wel opmerken dat er ook analoge meters zijn die voor een 0-1 V meetbereik tot $50 \text{ k}\Omega$ gaan. Dat is een stuk beter, maar ook niet heel goed. Voor hogere bereiken vanaf 10 V gaat het er al een stuk beter uitzien.

Wisselspanningsmeting is met vrijwel alle analoge universeelmeters mogelijk. De ingangsweerstand is dan lager dan bij gelijkspanningsmeting voor hetzelfde spanningsbereik.

15.3.4 De digitale universeelmeter

De digitale universeelmeter is wat het meten van spanning betreft een stuk hoogohmiger dan de analoge. De ingangswaerstand is niet afhankelijk van het meetbereik. Bij de huidige generatie meters (het jaar 2023) ligt die in de orde van $10\text{ M}\Omega$.

Alle digitale universeelmeters kunnen stroom, spanning en weerstand aan, inclusief wisselstroom en wisselspanning. Vaak, maar niet altijd, hebben ze extra's, zoals capaciteitsmeting of kun je er transistoren mee testen.

15.3.5 De kunstantenne of dummyload

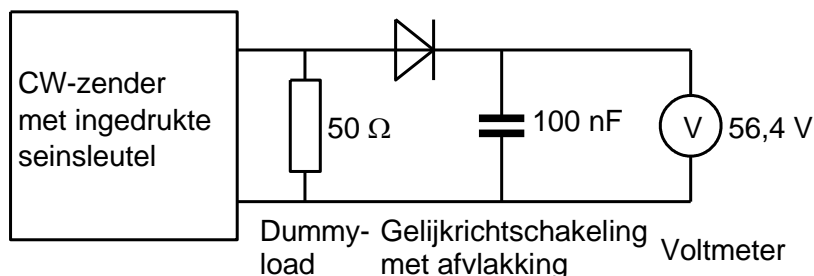
Een dummyload of kunstantenne is eigenlijk niet meer dan een weerstand met zo min mogelijk capaciteit en zelfinductie en geschikt voor een flink vermogen. Hij dient voor het vervangen van de antenne als er aan de output van de eindtrap moet worden gemeten. In principe wordt alle vermogen dat de kunstantenne ingaat, omgezet in warmte en dus niet uitgestraald. De omgeving heeft daarom geen last van ongewenste uitstraling en degene die de metingen uitvoert, ook niet.

De dummyload wordt in schema's dan ook meestal afgebeeld als weerstand. Hij moet dan wel goed aansluiten op de zenderuitgang die bij amateurs vrijwel altijd $50\ \Omega$ is. Dat betekent dat de kunstantenne ook $50\ \Omega$ moet zijn.

Uit de spanning over de kunstantenne vallen bij bekende weerstand ook de stroom I en het afgegeven vermogen P af te leiden:

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{en} \quad P = \frac{U^2}{R}$$

Denk erom, dat bij een gelijkrichtschakeling achter de kunstantenne de gemeten spanning na gelijkrichting en afvlakking met een condensator de gemeten gelijkspanning moet worden gedeeld door $\sqrt{2}$ (hetzelfde als vermenigvuldigen met 0,71) om de effectieve spanning te vinden (hoofdstuk 6). Reken daarmee en niet met de gemeten waarde. Zie plaatje hieronder.



Bereken het vermogen P zo:

Handeling 1: vermenigvuldig de waarde op de voltmeter met 0,71. Afgerond komt dat uit op $40\ \text{V}$.

Handeling 2: $P = \frac{U^2}{R} = \frac{40 * 40}{50}\ \text{W} \approx 32\ \text{W}$

Als meteen de effectieve spanning gegeven wordt, volsta dan met handeling 2.

15.3.6 De dipmeter

Een dipmeter of kortweg dipper is gemaakt om de resonantiefrequentie van een LC-kring te bepalen. Die kring kan in een apparaat zitten of losgekoppeld zijn.

Het apparaat zelf bestaat uit een afstembare oscillator met een naar buiten uitgevoerde spoel en een meter die de spanning op de basis van de transistor of de gate van de FET in de oscillatorschakeling meet.

De meeste dippers hebben een verwisselbare spoel, waardoor hun frequentiebereik groot kan zijn, bijvoorbeeld van 1,5 MHz tot meer dan 150 MHz.

Bij de meting wordt de dipperspoel in de buurt van de spoel van de kring gebracht, waarvan de resonantiefrequentie moet worden gemeten. Via het magnetisch veld van de dipperspoel wordt vermogen overgebracht op de spoel van de onbekende kring. Zolang de frequentie van de dipper ongelijk is aan de resonantiefrequentie van de onbekende kring, gebeurt er weinig. Maar valt de resonantiefrequentie van de onbekende kring samen met die van de dipper, dan neemt de onbekende kring vermogen op van de dipperspoel. Dat is merkbaar op de basis of gate van de transistor of FET van de dipperoscillator en de meteraanwijzing van de dipper verandert daardoor. We hebben dan een 'dip'.

Nu is het zaak, de dipper op wat grotere afstand van de spoel van de onbekende kring te brengen, zodat er nog net een zichtbare dip over is. De reden daarvoor is dat dipper en kring elkaar zo min mogelijk mogen beïnvloeden. Dat heet ook wel *het zo los mogelijk maken van de koppeling*. Dan kan de dipper eventueel iets worden bijgesteld en de frequentie worden afgelezen. Daarmee is de meting klaar.

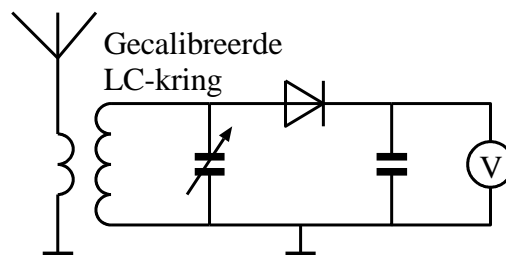
Een dipmeter is geen precisie-instrument, maar kan vooral voor de zelfbouwer nuttig zijn.

15.3.7 Frequentiemeting

De absorptiefrequentiemeter

De absorptiefrequentiemeter zou je een soort omgekeerde dipmeter kunnen noemen. Het apparaat 'pikt een signaal op' via een kleine antenne of een 'oppiklus' dat is een draadlus die in de buurt van een spoeltje wordt gehouden en zo een frequentie 'oppikt'.

We nemen hieronder het voorbeeldschema over uit de cursustekst.





We zien een afgestemde kring die inductief is gekoppeld met een antenne. De diode richt het ontvangen signaal gelijk en de voltmeter wijst de ontstane spanning aan. De afstemming wordt veranderd tot de aanwijzing van de voltmeter maximaal is. Dan kan de frequentie worden afgelezen. Sommige dipmeters kunnen worden omgeschakeld naar frequentiemeter. Net als de dipmeter is dit geen precisie-instrument.

De frequentieteller

De frequentieteller meet frequenties digitaal. Het systeem komt erop neer dat alle perioden van een aangeboden signaal worden geteld gedurende een vastgestelde tijd. Die tijd wordt bepaald met behulp van een kristalgestuurde oscillator, de tijdbasis. De nauwkeurigheid van de tijdbasis bepaalt de nauwkeurigheid van de frequentieteller. Een frequentieteller is in tegenstelling tot de absorptiefrequentiemeter wel een precisie-instrument.

15.3.8 De staandegolfmeter (SGM, SWR-meter)

Wat doet een SGM?

De staandegolfmeter meet de kwaliteit van de aanpassing van zender aan antennesysteem en is daarmee een bijna onmisbaar instrument voor de zendamateurs.

Als de aanpassing niet helemaal in orde is, wordt een deel van het vermogen dat de zender naar de antenne stuurt, gereflecteerd. We hebben dan te maken met een heengaande en een (als het goed is, veel kleinere) terugkerende golf. Een heengaande en terugkerende golf maken samen een staande golf. Daar komt de naam van de meter vandaan. Voor plaatjes, zie de cursustekst.

De gemeten staandegolfverhouding (SGV of de Engelse afkorting SWR van Standing Wave Ratio, wat hetzelfde betekent) geeft de verhouding van de impedanties van zenderuitgang en van het antennesysteem dat de uitgang 'ziet'.

Wat betekenen SGV-waarden?

Is de gemeten waarde 1 of 1:1, dan is de aansluiting uitstekend, want beide impedanties zijn gelijk. Is bijvoorbeeld de impedantie van de zenderuitgang 50 ohm en die van het antennesysteem (=antenne met aansluitkabel) 100 ohm, dan lees je op de SWR-meter het getal 2 of 1:2 af. Beide betekenen hetzelfde.

In het omgekeerde geval, zender 100 ohm, antennesysteem 50 ohm, krijg je dezelfde aflezing. Het is dus de grootste gedeeld door de kleinste.

Een waarde van 2 is nog wel acceptabel, 3 bedenkelijk. Meer dan dat moet het niet worden. In zulke gevallen is het verstandig, de zaak uit te schakelen en eerst de oorzaak van de slechte aanpassing te vinden. De teruggekaatste golf wordt namelijk niet uitgezonden en het bijbehorende vermogen moet elders worden gedissipeerd. 'Elders' zal doorgaans de zendereindtrap zijn. Die kan daardoor kapotgaan.



Nu heeft een serieuze zender wel een soort reddingsboei: de ALC, Automatic Level Control. Die regelt bij een te hoge SGV het vermogen van de eindtrap terug, maar het is beter om daar niet bij voorbaat op te vertrouwen.

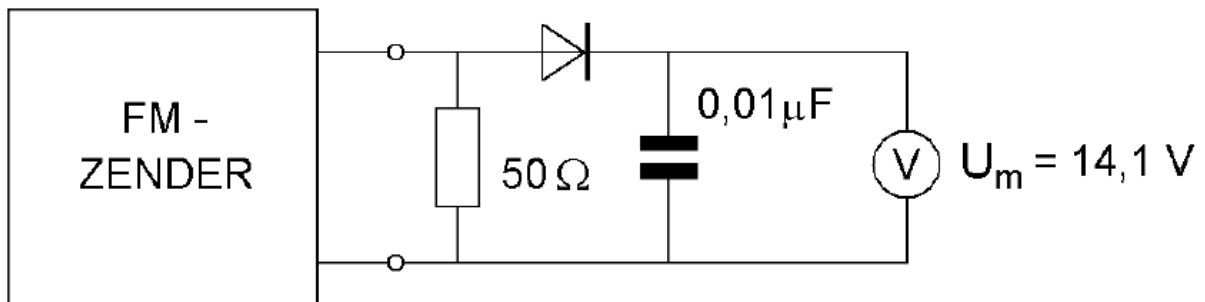
Waar installeer je een staandegolfmeter?

Een SGM moet de vermogensoverdracht naar de antenne meten. De ideale positie van een SGM is daarom op de antenne-aansluiting. Omdat die doorgaans buitenshuis is en meestal ook nog eens ergens boven in een mast zit, is dat geen handige plek. De compromisplek is tussen zenderuitgang en antennekabel. Meestal zie je de SGM met een kort kabeltje met dezelfde karakteristieke impedantie als de antennekabel tussen de zenderuitgang en de zenderaansluiting van de meter en de voedingskabel van de antenne aan de antennekant (staat er altijd bij). Ook een SGM heeft een karakteristieke impedantie. Voor amateurgebruik is dat normaal gesproken 50 Ω .




15.4 Opgaven

15.4.1 Opgave 15-1



Het uitgangsvermogen van de zender is:

- A. 200 mW
- B. 2 W
- C. 4 W

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst 24 mei 2017.



15.4.2 Opgave 15-2

Een kunstantenne (dummy load) wordt gebruikt om:

- A. De kans op televisiestoring (TVI) te verminderen
- B. Een zender te belasten zonder signalen uit te stralen
- C. Lange afstand verbindingen te maken

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst november 2018




15.4.3 Opgave 15-3

Bij het bepalen van het zendvermogen gebruikt men een kunstbelasting (dummyload).

Deze kunstbelasting bevat altijd een:

- A. Weerstand
- B. Zelfinductie
- C. Capaciteit

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op 12 april 2013.



15.4.4 Opgave 15-4

De meest gebruikte impedantie van kunstantennes voor VHF is:

- A. 25 Ω
- B. 50 Ω
- C. 100 Ω

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst april 2010.



15.4.5 Opgave 15-5

De belangrijkste component van een breedband-kunstantenne is een:

- A. Luchtspoel
- B. Draadgewonden weerstand
- C. Niet-inductieve weerstand

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst januari 2018



15.4.6 Opgave 15-6

Een staandegolfmeter, opgenomen in de antennekabel van een zender, geeft een indicatie van de:

- A. Gereflecteerde energie
- B. Uitgangsimpedantie van de zender
- C. Antenneversterking

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst september 2019



15.4.7 Opgave 15-7

Elektrische stroom wordt gemeten met een:

- A. Ohmmeter
- B. Voltmeter
- C. Ampèremeter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd en wel in maart 2020.




15.4.8 Opgave 15-8

De stroom die een gelijkstroomvoeding levert wordt met een universeelmeter gemeten.

De meter gedraagt zich als een:

- A. Isolator
- B. Weerstand met lage waarde
- C. Weerstand met hoge waarde

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 13 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2019.



15.4.9 Opgave 15-9

Drie stroommeters hebben een meetgebied van 1 ampère. De beste stroommeter is de meter:

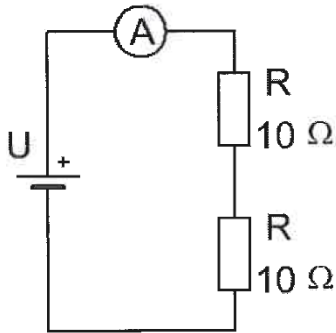
- A. Waarover bij een stroom van 1 A een spanning van 0,1 Volt staat
- B. Die een inwendige weerstand van 1Ω heeft
- C. Die een inwendige weerstand van $1 M\Omega$ heeft

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

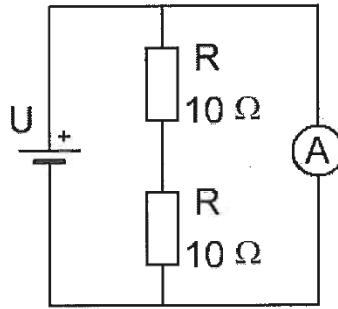
Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst 12 mei 2010

15.4.10 Opgave 15-10

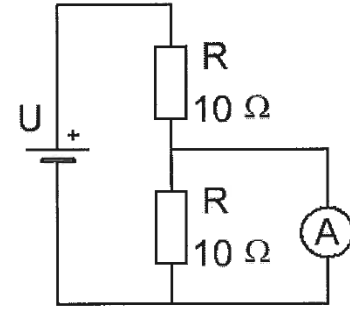
In een schakeling, bestaande uit een batterij en twee in serie geschakelde weerstanden, moet de stroom door de weerstanden gemeten worden.



schakeling 1



schakeling 2



schakeling 3

Wat is de juiste schakeling?

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 5keer gevraagd; voor het laatst januari 2015



15.4.11 Opgave 15-11

Elektrische spanning wordt gemeten met een:

- A. Ampèremeter
- B. Voltmeter
- C. Ohmmeter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen van 2003.




15.4.12 Opgave 15-12

Een belasting is aangesloten op een spanningsbron.

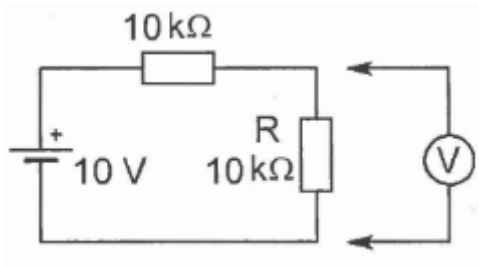
Wat is de juiste plaats voor een spanningsmeter waarmee we de klemspanning van de spanningsbron willen meten?

- A. In serie met de belasting
- B. Parallel aan de belasting
- C. In serie met de spanningsbron

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst maart 2019

15.4.13 Opgave 15-13



Men wil de gelijkspanning over de weerstand R met een voltmeter meten. De aanwijzing is het nauwkeurigst, indien de weerstand van de meter:

- A. Zo hoog mogelijk is
- B. Zo laag mogelijk is
- C. 10 kΩ bedraagt

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst maart 2016.



15.4.14 Opgave 15-14

De spanning die een gelijkstroomvoeding levert wordt met een universeelmeter gemeten.
De meter gedraagt zich als een:

- A. Isolator
- B. Weerstand met een hoge waarde
- C. Weerstand met een lage waarde

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd in februari 2011



15.4.15 Opgave 15-15

Een micro-ampèremeter kan geschikt worden gemaakt voor het meten van een spanning van enige volts door:

- A. Een hoge weerstand parallel te schakelen
- B. Een hoge weerstand in serie te schakelen
- C. Een lage weerstand in serie te schakelen
- D. Een lage weerstand parallel te schakelen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst september 2016



15.4.16 Opgave 15-16

Als een digitale universeelmeter als spanningmeter wordt gebruikt is de ingangswaerstand:

- A. Zeer hoog
- B. 10 k Ω
- C. Laag

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst augustus 2010




15.4.17 Opgave 15-17

Een draaispoelmeter geeft bij 0,1 milli-Ampère volle uitslag. De spanning over de meter bedraagt dan 0,2 Volt.

Om het meetgebied 10 Volt te maken is een voorschakelweerstand nodig van:

- A. 100 k Ω
- B. 98 k Ω
- C. 20 k Ω

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst 13 januari 2011.



15.4.18 Opgave 15-18

Om het meetbereik van een ampèremeter te vergroten moet men een:

- A. Kleine weerstand in serie met de meter schakelen
- B. Kleine weerstand parallel aan de meter schakelen
- C. Grote weerstand in serie met de meter schakelen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst 3 mei 2011.



15.4.19 Opgave 15-19

Een milliampèremeter kan geschikt worden gemaakt voor het meten van ampères door een:

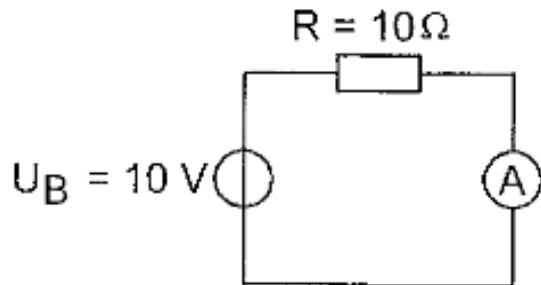
- A. Lage weerstand in serie te schakelen
- B. Hoge weerstand parallel te schakelen
- C. Lage weerstand parallel te schakelen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst november 2015.


15.4.20 Opgave 15-20

De inwendige weerstand van de ampèremeter bedraagt 1 ohm.



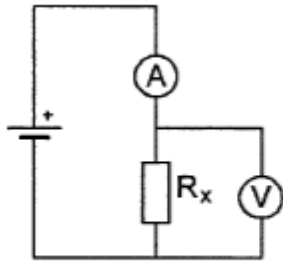
De stroom door de weerstand R is gelijk aan:

- A. 10 A
- B. 11/10 A
- C. 10/11 A

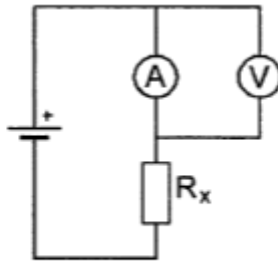
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 1 november 2019.

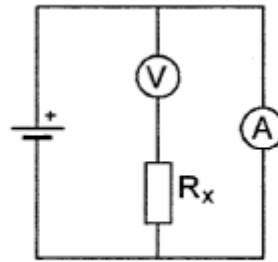
15.4.21 Opgave 15-21



schakeling 1




schakeling 2



schakeling 3

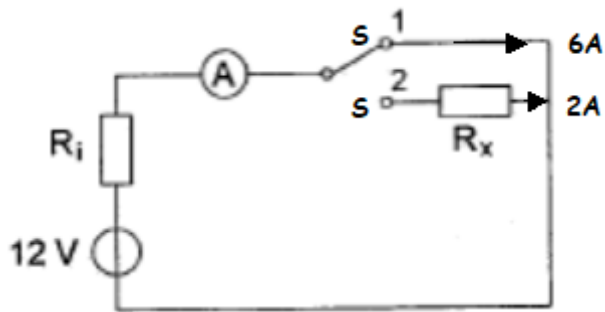
De juiste schakeling voor het meten van de weerstand R_x is:

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst 22 mei 2013.

15.4.22 Opgave 15-22



De meter wijst aan:

- in stand 1: 6 ampère
- in stand 2: 2 ampère

De juiste waarde van R_x is

- A. 4Ω
- B. 2Ω
- C. 6Ω

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst januari 2012

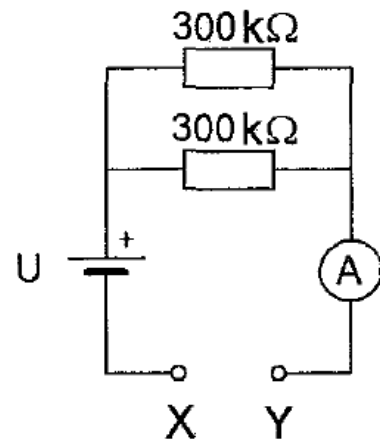
15.4.23 Opgave 15-23

Bij het doorverbinden van de klemmen X en Y wijst de draaispoelmeter volle uitslag aan.

De uitslag halveert bij aansluiten van een weerstand tussen X en Y met een waarde van:

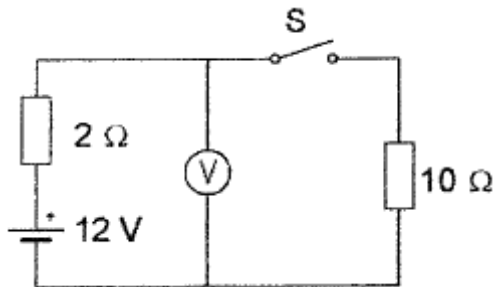
- A. $300\text{ k}\Omega$
- B. $150\text{ k}\Omega$
- C. $75\text{ k}\Omega$

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.

15.4.24 Opgave 15-24



In de schakeling is een hoogohmige voltmeter toegepast. Nadat schakelaar S is gesloten geeft de voltmeter een spanning aan van:

- A. 12 V
- B. 2 V
- C. 10 V

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst 29 mei 2018



15.4.25 Opgave 15-25

Weerstand wordt gemeten met een:

- A. Ampèremeter
- B. Ohmmeter
- C. Voltmeter

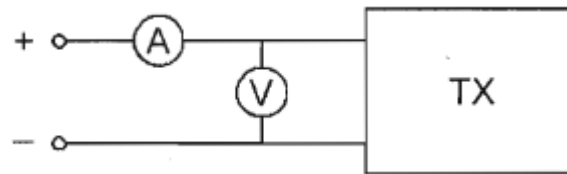
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Aantal keren gevraagd: onbekend.

15.4.26 Opgave 15-26

Voor het meten van het door een zender opgenomen gelijkstroomvermogen wordt gebruik gemaakt van:

- A. Alleen een voltmeter
- B. Alleen een ampèremeter
- C. Een ampèremeter en een voltmeter



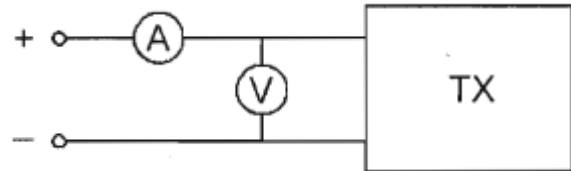
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


1 keer gevraagd in maart 2013.

15.4.27 Opgave 15-27

Om het opgenomen vermogen van de zender zo nauwkeurig mogelijk te meten, dient de weerstand van de respectievelijke meetinstrumenten te zijn:

- A. A-meter hoog; V-meter hoog
- B. A-meter hoog; V-meter laag
- C. A-meter laag; V-meter hoog

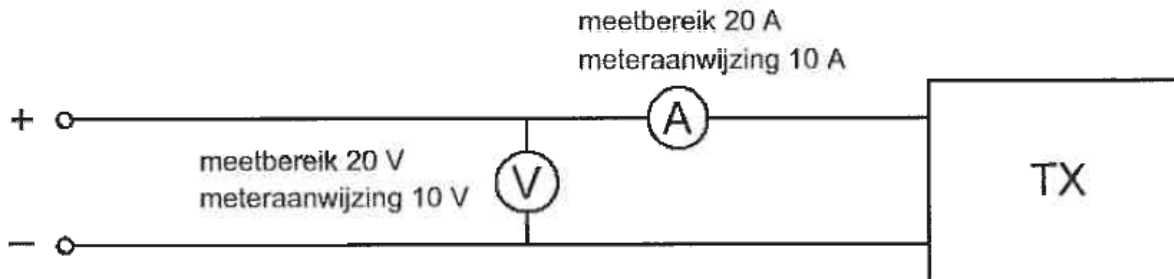


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.


15.4.28 Opgave 15-28

Om het opgenomen vermogen van de zender te meten gebruikt men een voltmeter en een ampèremeter. De meetinstrumenten worden ideaal verondersteld.



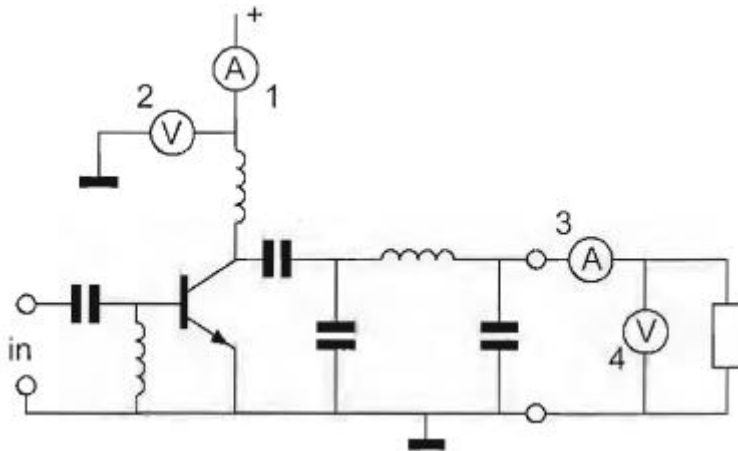
Het opgenomen vermogen bedraagt:

- A. 95 W
- B. 99,95 W
- C. 100 W

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst januari 2017.

15.4.29 Opgave 15-29



Een zenderindtrap is afgesloten met een belastingsweerstand. Het afgegeven hoogfrequent vermogen wordt bepaald door vermenigvuldiging van de waarden aangewezen door de meters:

- A. 1 en 4
- B. 1 en 2
- C. 3 en 4

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

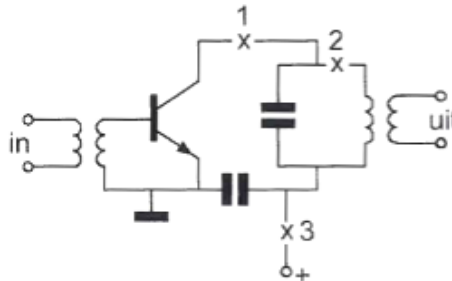
Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op 15 mei 2013.

15.4.30 Opgave 15-30

De schakeling stelt de eindtrap van een zender voor. Men wil de gelijkstroom door de eindtrap meten met een universeelmeter.

De juiste plaats voor de meter is:

- A. Plaats 1
- B. Plaats 2
- C. Plaats 3

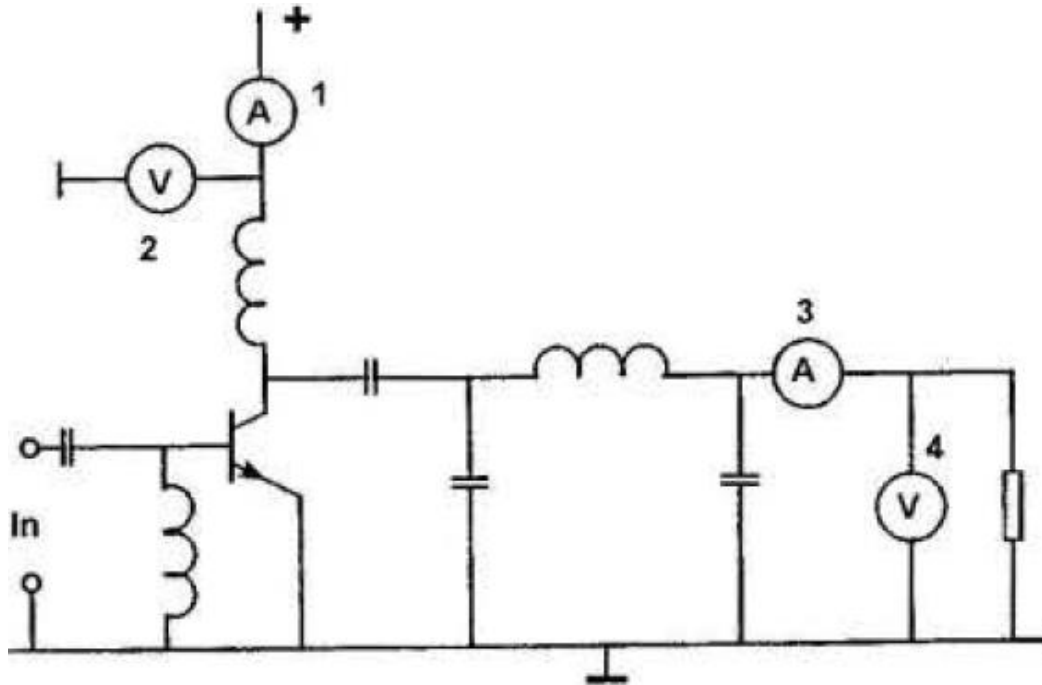


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst 10 maart 2011.


15.4.31 Opgave 15-31

Een zendereindtrap is afgesloten met een belastingsweerstand.



Het afgegeven hoogfrequentvermogen wordt bepaald door vermenigvuldiging van de waarden van de aanwijzingen van de meters:

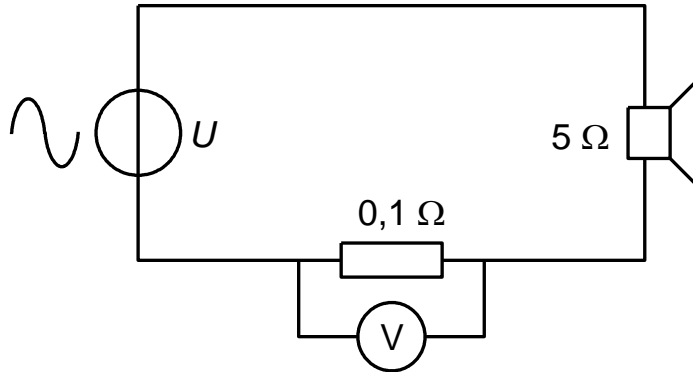
- A. 1 en 2
- B. 3 en 4
- C. 1 en 4

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Aantal keren gevraagd: onbekend


15.4.32 Opgave 15-32

Het aan de luidspreker toegevoerde vermogen is 200 mW.



De aanwijzing van de voltmeter is:

- A. 2 mV
- B. 20 mV
- C. 100 mV

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd in september 2014.



15.4.33 Opgave 15-33

Van een niet aangesloten kring is de resonantiefrequentie te bepalen met een:

- A. Universeelmeter
- B. Dipmeter
- C. Frequentieteller

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst maart 2014



15.4.34 Opgave 15-34

Met een dipmeter bepaalt men:

- A. De resonantiefrequentie van een kring
- B. De frequentiezwaaai van een FM-zender
- C. De staandegolfverhouding

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst maart 2014



15.4.35 Opgave 15-35

De nauwkeurigheid van een digitale frequentiemeter wordt bepaald door:

- A. De tijdbasis-oscillator
- B. De ingangsimpedantie van de meetprobe
- C. De ingangsversterkertrap

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Aantal keren gevraagd: onbekend.



15.4.36 Opgave 15-36

Om de resonantiefrequentie van een afgestemde kring met één instrument te bepalen wordt gebruik gemaakt van een:

- A. Oscilloscoop
- B. Frequentieteller
- C. Dipmeter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 samen met de volgende opgave die hier sterk op lijkt, 4 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2014.



15.4.37 Opgave 15-37

Het specifieke instrument om de resonantiefrequentie van een afgestemde kring te bepalen is een:

- A. Oscilloscoop
- B. Frequentieteller
- C. Dipmeter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 samen met de vorige opgave die hier sterk op lijkt, 4 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2014.



15.4.38 Opgave 15-38

Om de resonantiefrequentie van een kring te bepalen koppelt men een dipmeter:

- A. Inductief met de spoel, met een zeer vaste koppeling
- B. Inductief met de spoel, met een zeer losse koppeling
- C. Capacitief met de condensator, met serie capaciteit

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst januari 2013.



15.4.39 Opgave 15-39

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

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst september 2017.



15.4.40 Opgave 15-40

Indien een 3-30 MHz standegolfmeter op UHF wordt toegepast dan zullen aflezing en nauwkeurigheid:

- A. Geheel niet betrouwbaar zijn
- B. Alleen kloppen indien de aanwijswaarden met 10 vermenigvuldigd worden
- C. Voldoende betrouwbaar zijn

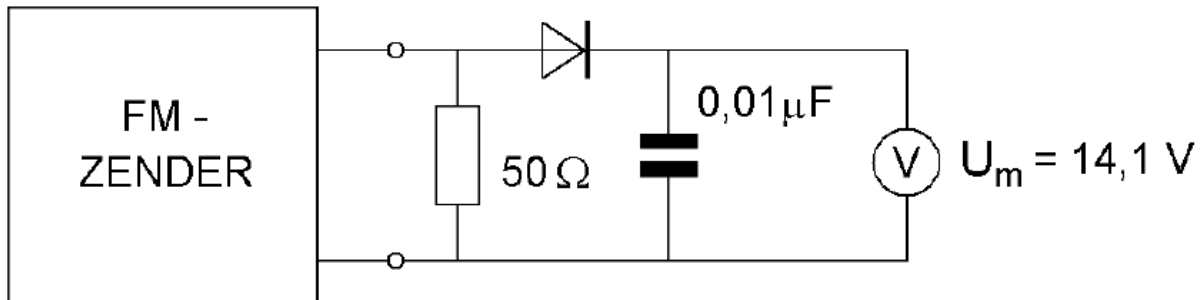
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op 9 november 2011.



15.5 Uitwerkingen

15.5.1 Uitwerking van Opgave 15-1



Het uitgangsvermogen van de zender is:

- A. 200 mW
- B. 2 W
- C. 4 W

Uitwerking

We verwaarlozen de voorwaartse spanning over de gelijkrichtdiode, want die wordt niet gegeven. De gelijkgerichte spanning van 14,1 V is de maximale spanning U_{max} over de weerstand van 50 Ω . Dan is de effectieve spanning U_{eff} te vinden met

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{14,1 \text{ V}}{1,41} = 10 \text{ V}$$

Er staat dus 10 V effectief over 50 Ω . De vergelijking voor het bepalen van vermogen P uit spanning en weerstand is:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{10^2}{50} \text{ W} = \frac{100}{50} \text{ W} = 2 \text{ W}$$

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.2 Uitwerking van Opgave 15-2

Een kunstantenne (dummy load) wordt gebruikt om:

- A. De kans op televisiestoring (TVI) te verminderen
- B. Een zender te belasten zonder signalen uit te stralen**
- C. Lange afstand verbindingen te maken

Uitwerking

Een kunstantenne wordt gebruikt om metingen aan het uitgangssignaal van een zender te doen, zonder het signaal uit te zenden. Het uitgangsvermogen van de zender wordt in de kunstantenne volledig gedissipeerd. Zo wordt voorkomen dat de meting leidt tot overlast bij anderen.

Antwoord B.

Opmerkingen

Antwoord A: het gaat niet alleen om TV-storingen, maar om alle storingen als gevolg van het uitzenden van een zendersignaal.

Antwoord C: omdat een kunstantenne niet (in de praktijk: verwaarloosbaar) straalt, zijn verbindingen niet aan de orde en al helemaal niet over lange afstanden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.3 Uitwerking van Opgave 15-3

Bij het bepalen van het zendvermogen gebruikt men een kunstbelasting (dummyload).

Deze kunstbelasting bevat altijd een:

- A. Weerstand
- B. Zelfinductie
- C. Capaciteit

Uitwerking

Het vermogen uit de zender mag niet worden uitgestraald en moet daarom volledig worden gedissipeerd. Dat kan alleen met een zuivere weerstand. Die is praktisch gesproken zelfinductie- en capaciteitsvrij.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.4 Uitwerking van Opgave 15-4

De meest gebruikte impedantie van kunstantennes voor VHF is:

- A. 25 Ω
- B. 50 Ω
- C. 100 Ω

Uitwerking

Kunstantennes of dummyloads hebben meestal een impedantie van 50 Ω . Dat geldt niet alleen voor VHF, maar voor alle amateurbanden.

Antwoord B.

Opmerking

De dummyload wordt gebruikt om het uitgangsvermogen van een zender te bepalen en om te controleren of deze geen ongewenste (storende) frequenties produceert.

De impedantie van de dummyload moet gelijk zijn aan de impedantie van de zenderuitgang en de karakteristieke impedantie van de eventuele kabel. Een dummyload moet een zuivere weerstand zijn, capaciteits- en inductievrij. In plaats van *impedantie* zou je daarom ook kunnen spreken van *weerstand*, maar bijna niemand doet dat.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.5 Uitwerking van Opgave 15-5

De belangrijkste component van een breedband-kunstantenne is een:

- A. Luchtspoel
- B. Draadgewonden weerstand
- C. **Niet-inductieve weerstand**

Uitwerking

Condensatoren en spoelen hebben een impedantie die varieert met de frequentie. Dat geldt ook voor een draadgewonden weerstand, want een gewonden draad is eigenlijk een spoel en heeft dus zelfinductie. De enige component die in een dummyload wel goed werkt, is een niet-inductieve weerstand (hopelijk is die ook niet-capacitief, want daarvoor geldt hetzelfde als voor inductie).

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.6 Uitwerking van Opgave 15-6

Een staandegolfmeter, opgenomen in de antennekabel van een zender, geeft een indicatie van de:

- A. Gereflecteerde energie
- B. Uitgangsimpedantie van de zender
- C. Antenneversterking

Uitwerking

De staandegolfmeter geeft een indicatie van de kwaliteit van de aanpassing van een zender aan het antennesysteem. De gemeten waarde heeft een rechtstreekse relatie met het gereflecteerde vermogen (vermogen is energie per tijd).

Antwoord A.

Opmerkingen

Als kabel en antenne in impedantie verschillen, wordt op de aansluiting aan de antenne een deel van het toegevoerde vermogen (energie per tijd) gereflecteerd en reist terug naar de zender. De SWR-meter meet de impedantieverhouding. Zijn de impedanties gelijk, dan is de afgelezen waarde 1. Zijn ze ongelijk, dan geeft de meter de verhouding in de vorm van de grootste gedeeld door de kleinste.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



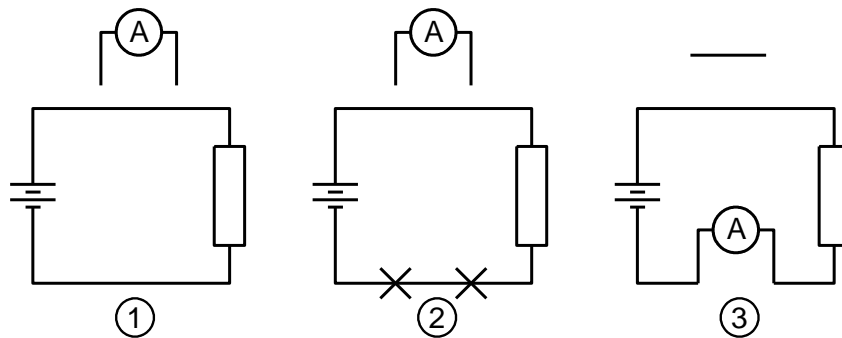
15.5.7 Uitwerking van Opgave 15-7

Elektrische stroom wordt gemeten met een:

- A. Ohmmeter
- B. Voltmeter
- C. **Ampèremeter**

Uitwerking

Stroom meet je met een ampèremeter. Het schemasymbool is een cirkel met een A erin. Die moet in de schakeling worden opgenomen. De tekening hieronder (staat ook in het formularium) laat het zien.



Tekening 1 (links) toont de schakeling. De ampèremeter met aansluitdraden staat er los bij. **Tekening 2**: de schakeling wordt onderbroken om de meter te monteren. **Tekening 3**: de meter is in de schakeling opgenomen. Hij komt in de plaats van één verbinding, afgebeeld boven de tekening, tussen batterij en weerstand. Boven- of onderin het schema maakt niets uit.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.8 Uitwerking van Opgave 15-8

De stroom die een gelijkstroomvoeding levert wordt met een universeelmeter gemeten.

De meter gedraagt zich als een:

- A. Isolator
- B. Weerstand met lage waarde**
- C. Weerstand met hoge waarde

Uitwerking

Een meter moet zo min mogelijk invloed hebben op de te meten grootte, in dit geval de stroom. Omdat de stroom voor de meting door de meter moet lopen, moet de weerstand van de meter veel lager zijn dan die van de weerstand van de schakeling. Dan wordt bij de meting de totale weerstand niet noemenswaardig verhoogd.

Antwoord B.

Opmerking

Voor spanningsmeting moet de meter juist een (veel) hogere weerstand hebben dan die van de schakeling. De voltmeter staat **over** (parallel aan) en niet **in** de te bemeten schakeling.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



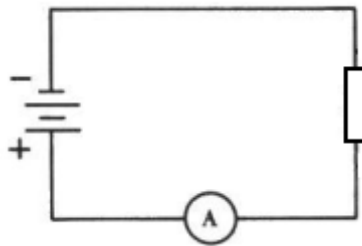
15.5.9 Uitwerking van Opgave 15-9

Drie stroommeters hebben een meetgebied van 1 Ampère. De beste stroommeter is de meter:

- A. Waarover bij een stroom van 1 A een spanning van 0,1 Volt staat
- B. Die een inwendige weerstand van 1Ω heeft
- C. Die een inwendige weerstand van $1 \text{ M}\Omega$ heeft

Uitwerking

Spanning wordt gemeten **over** de schakeling, stroom **in** de schakeling (zie tekening).



Een stroommeter moet de te meten stroom zo min mogelijk beïnvloeden. Dat betekent bij het meten zo min mogelijk weerstand toevoegen. Bij een spanningsmeter geldt hetzelfde voor de spanning die zo min mogelijk moet worden beïnvloed. Daarom moet de inwendige weerstand van een spanningsmeter zo hoog mogelijk zijn.

Dan is nu de kern van de vraag: welke van de drie meters heeft de laagste inwendige weerstand?

De meter van antwoord A heeft een weerstand van $1 \text{ A} * 0,1 \text{ V} = 0,1 \Omega$

De meter van antwoord B heeft een weerstand van 1Ω

De meter van antwoord C heeft een weerstand van $1 \text{ M}\Omega$

De winnaar van deze competitie is de meter van (tromgeroffel):

Antwoord A.



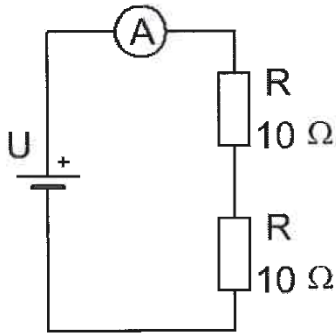
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

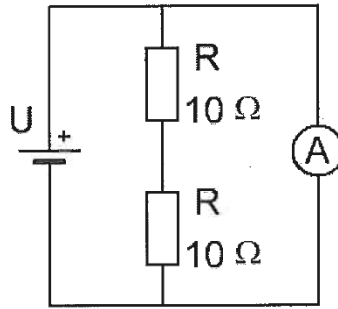


15.5.10 Uitwerking van Opgave 15-10

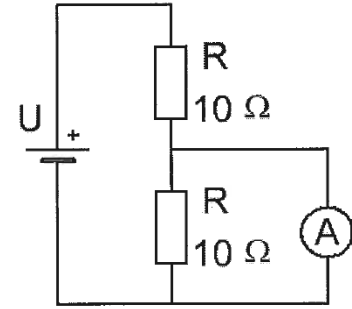
In een schakeling, bestaande uit een batterij en twee in serie geschakelde weerstanden, moet de stroom door de weerstanden gemeten worden.



schakeling 1



schakeling 2



schakeling 3

Wat is de juiste schakeling?

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

Uitwerking

Door een stroommeter moet de stroom lopen die ook door de schakeling zonder meter loopt. In schakeling 1 is dat het geval.

In schakeling 2 staat de meter in de positie waar je een voltmeter zou verwachten. In het schema sluit de meter de schakeling kort. Hopelijk overleeft hij dat.

In schakeling 3 zien we ongeveer hetzelfde als bij schakeling 2, maar nu sluit hij alleen de tweede weerstand kort. Ook fout.

Schakeling 1 is goed, de rest niet.

Antwoord C



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.11 Uitwerking van Opgave 15-11

Elektrische spanning wordt gemeten met een:

- A. Ampèremeter
- B. Voltmeter**
- C. Ohmmeter

Uitwerking

Elektrische spanning meet je met een voltmeter. De eenheid van spanning is de volt. Spanning is een potentiaalverschil tussen twee punten. Je meet dan ook op die twee punten. Om de spanning bij de meting zo min mogelijk te beïnvloeden, moet de inwendige weerstand van de voltmeter zo hoog mogelijk zijn.

Antwoord B.

Opmerking

Stroom meet je met een ampèremeter en de eenheid van stroom is de ampère. Weerstand meet je met een ohmmeter. De eenheid van weerstand is de ohm.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.12 Uitwerking van Opgave 15-12

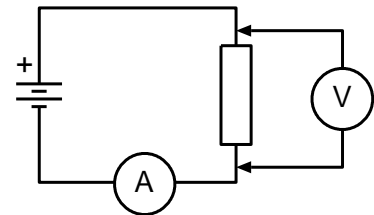
Een belasting is aangesloten op een spanningsbron.

Wat is de juiste plaats voor een spanningsmeter waarmee we de klemspanning van de spanningsbron willen meten?

- A. In serie met de belasting
- B. Parallel aan de belasting**
- C. In serie met de spanningsbron

Uitwerking

De positie van de voltmeter is parallel aan de belasting (en dus ook parallel aan de batterij). Zie het schema rechts. Om nog eens het verschil tussen stroom- en spanningsmeting duidelijk te maken, is in het schema ook een ampèremeter opgenomen.



Antwoord B.

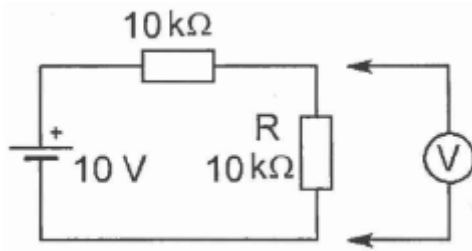


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.13 Uitwerking van Opgave 15-13



Men wil de gelijkspanning over de weerstand R met een voltmeter meten. De aanwijzing is het nauwkeurigst, indien de weerstand van de meter:

- A. Zo hoog mogelijk is
- B. Zo laag mogelijk is
- C. 10 kΩ bedraagt

Uitwerking

Een voltmeter moet een zo groot mogelijke inwendige weerstand hebben. Dan beïnvloedt hij de meting het minst. De voltmeter staat hier parallel aan de weerstand R. De weerstand van de parallelschakeling van R en de meter is gelijk aan R als de weerstand van de meter oneindig is. Dan is de schakeling wat de spanningen betreft gelijk aan de schakeling zonder meter. Omdat oneindig niet kan, wordt dat *zo hoog mogelijk*.

Antwoord A.

Opmerking

Zou de meterweerstand 10 kΩ zijn (antwoord C), dan maken R en de meter samen de helft, 5 kΩ en is de spanning over R een stuk kleiner (3,3 V in plaats van 5 V, reken maar na). En dan hebben we het nog niet eens over het nog ergere antwoord B: een zo laag mogelijke meterweerstand.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.14 Uitwerking van Opgave 15-14

De spanning die een gelijkstroomvoeding levert wordt met een universeelmeter gemeten. De meter gedraagt zich als een:

- A. Isolator
- B. Weerstand met een hoge waarde**
- C. Weerstand met een lage waarde

Uitwerking

Als de meter zich gedraagt als een isolator, dan zouden we een ideale meter te pakken hebben. Helaas bestaat die niet. We zullen ons dus tevreden moeten stellen met antwoord B. Antwoord C zou goed zijn als er stroom had moeten worden gemeten.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.15 Uitwerking van Opgave 15-15

Een micro-ampèremeter kan geschikt worden gemaakt voor het meten van een spanning van enige volts door:

- A. Een hoge weerstand parallel te schakelen
- B. Een hoge weerstand in serie te schakelen**
- C. Een lage weerstand in serie te schakelen
- D. Een lage weerstand parallel te schakelen

Opmerking vooraf

Deze opgave is iets veranderd ten opzichte van het origineel dat drie antwoorden heeft. Met vier antwoorden kunnen we de twee tegenstellingen die met dit onderwerp te maken hebben, volledig laten zien.

Uitwerking

Een micro-ampèremeter is een meetapparaat voor kleine stromen (micro-ampères, μA). Om van een micro-ampèremeter een voltmeter te maken, moet de meter in serie staan met een weerstand. Stel, de meter geeft volle uitslag bij een stroom van $50 \mu\text{A}$. We willen een spanning van 5 V meten. Dat vraagt om een serieweerstand. Bij een spanning van 5 V moet door de meter en de weerstand $50 \mu\text{A} = 0,05 \text{ mA}$ lopen. We houden de mA aan. Dan komt de weerstand R in $\text{k}\Omega$ uit de wet van Ohm:

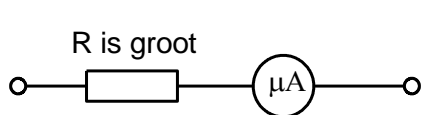
$$R = \frac{U}{I} = \frac{5}{0,05} \text{ k}\Omega = 100 \text{ k}\Omega$$

Dat betekent een (vrij) hoge weerstand in serie met de meter.

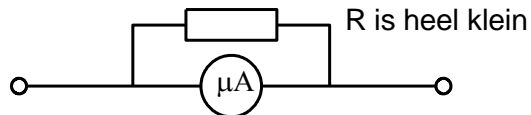
Antwoord B.

Opmerking achteraf

Nu de rest van de antwoorden. We kunnen een micro-ampèremeter ook verbouwen tot een meter voor een veel hogere stroom. Dan moet het grootste deel van de stroom er omheen geleid worden met een parallelweerstand die ook wel *shunt* wordt genoemd. Stel, we willen 5 mA meten. Dan moet van die stroom $50 \mu\text{A} = 0,05 \text{ mA}$ door de meter en $5 \text{ mA} - 0,05 \text{ mA} = 4,95 \text{ mA}$ moet er omheen worden geleid. Dat wordt dus een shunt met een heel laag weerstandje (antwoord D). Zie het plaatje hieronder.



μA -meter verbouwd tot voltmeter



μA -meter verbouwd tot ampère- of milliampèremeter

Lage serieweerstanden en hoge parallelweerstand zijn hier niet aan de orde.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.16 Uitwerking van Opgave 15-16

Als een digitale universeelmeter als spanningmeter wordt gebruikt is de ingangsweerstand:

- A. Zeer hoog
- B. $10\text{ k}\Omega$
- C. Laag

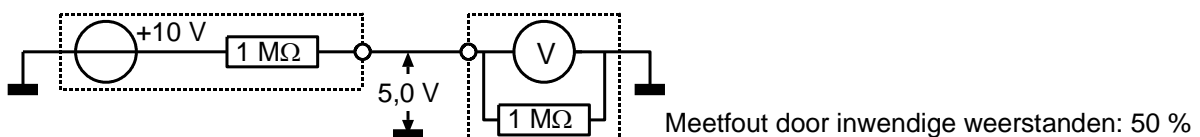
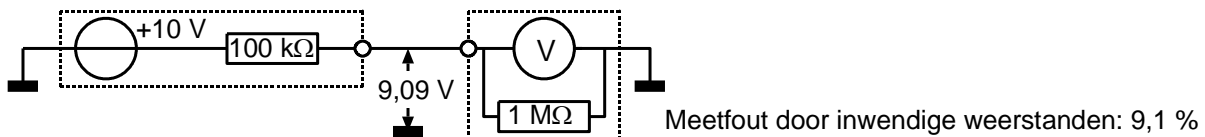
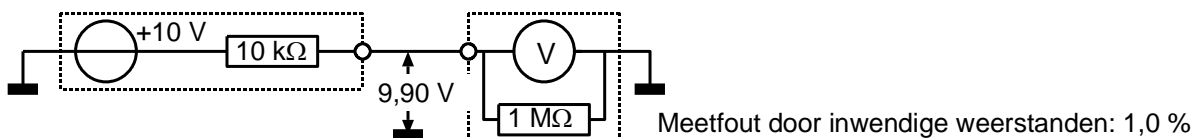
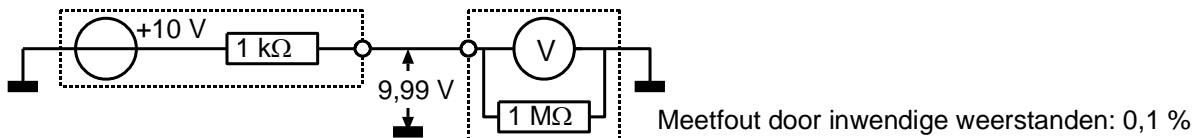
Uitwerking

Een goede meting beïnvloedt de werking van het te bemeten object zo min mogelijk. Dat kan alleen als de ingangsweerstand van een voltmeter veel hoger is dan de weerstand van het te bemeten object. Bij moderne digitale universeelmeters is $10\text{ M}\Omega$ is vrij normaal.

Antwoord A.

Voorbeelden

Hieronder een viertal voorbeelden van meetfouten als gevolg van inwendige weerstanden. De voltmeter heeft steeds een inwendige weerstand van $1\text{ M}\Omega$. De inwendige weerstand van de spanningsbron loopt op van $1\text{ k}\Omega$ naar $1\text{ M}\Omega$ en de meetfout als gevolg van het niet-ideaal zijn van bron en meetinstrument van 0,1% tot 50%. Daaruit blijkt dat de weerstand van een voltmeter minimaal 10x zo groot moet zijn als die van het te bemeten apparaat om een enigszins bruikbare meting (meetfout 10% of minder) te krijgen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.17 Uitwerking van Opgave 15-17

Een draaispoelmeter geeft bij 0,1 milli Ampère volle uitslag. De spanning over de meter bedraagt dan 0,2 Volt.

Om het meetgebied 10 Volt te maken is een voorschakelweerstand nodig van:

- A. 100 k Ω
- B. 98 k Ω
- C. 20 k Ω

Uitwerking

Bereken eerst de weerstand R_m van de draaispoelmeter. Die vinden we met de wet van Ohm: $U = I * R$, dus:

$$R_m = \frac{U}{I} = \frac{0,2}{0,1} \text{ k}\Omega = 2 \text{ k}\Omega$$

Bereken nu de weerstand R die nodig is om bij een spanning van 10 V een stroom van 0,1 mA te krijgen, Net als hiervoor geldt $U = I * R$, dus

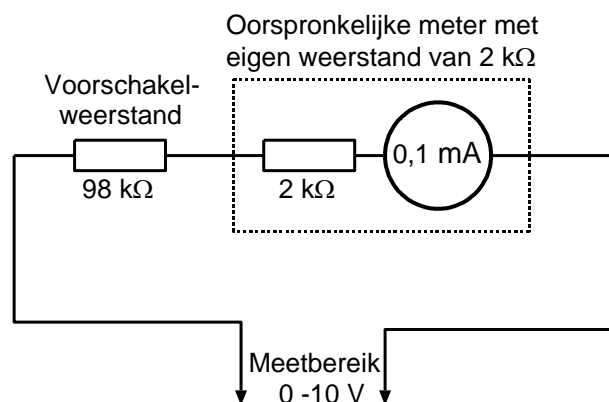
$$R = \frac{U}{I} = \frac{10}{0,1} \text{ k}\Omega = 100 \text{ k}\Omega$$

In beide vergelijkingen hebben we weer de truc toegepast om stroom in mA uit te drukken, zodat we de weerstand in k Ω krijgen. De meter had al een weerstand van 2 k Ω . Die komt in serie met de voorschakelweerstand. Die is dan ook geen 100 k Ω , maar 2 k Ω minder, want die weerstandswaarde zat al in de meter. Bij dit soort berekeningen is dat een bekende valkuil. De voorschakelweerstand R_v wordt dus $100 \text{ k}\Omega - 2 \text{ k}\Omega = 98 \text{ k}\Omega$.

Antwoord B.

Opmerking

Het totale plaatje ziet er dan zo uit:



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.18 Uitwerking van Opgave 15-18

Om het meetbereik van een ampèremeter te vergroten moet men een:

- A. Kleine weerstand in serie met de meter schakelen
- B. Kleine weerstand parallel aan de meter schakelen**
- C. Grote weerstand in serie met de meter schakelen

Uitwerking

Wie het meetbereik van een ampèremeter wil vergroten, moet zorgen dat de te meten stroom (groten)deels om de meter heen loopt, want aan het bereik van de meter zelf valt niets te veranderen. Dat betekent een kleine weerstand parallel aan de meter, zoals beschreven in de uitwerking van Opgave 15-15 .

Antwoord B.

Opmerking

Een grote weerstand in serie met de meter (antwoord C) leidt tot een voltmeter (zie de uitwerking van Opgave 15-15 en die van Opgave 15-17) en een kleine weerstand in serie met de meter (antwoord A) tot een slechtere ampèremeter.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.19 Uitwerking van Opgave 15-19

Een milliampèremeter kan geschikt worden gemaakt voor het meten van ampères door een:

- A. Lage weerstand in serie te schakelen
- B. Hoge weerstand parallel te schakelen
- C. **Lage weerstand parallel te schakelen**

Uitwerking

Hier geldt hetzelfde verhaal als in de uitwerking van Opgave 15-18. Door de meter mag niet meer stroom lopen dan de maximale waarde van het meetbereik van de meter zelf. Wat er meer aan stroom is, moet om de meter heen worden geleid door middel van een lage parallelweerstand. Een plaatje daarvan staat onderaan de uitwerking van Opgave 15-15.

Antwoord C.



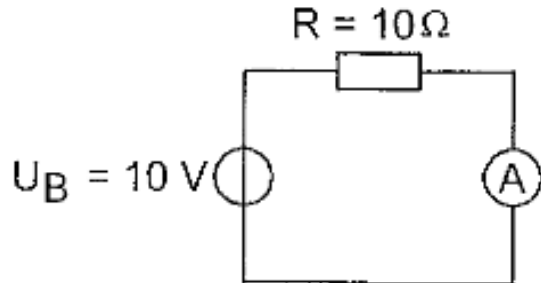
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.20 Uitwerking van Opgave 15-20

De inwendige weerstand van de ampèremeter bedraagt 1 ohm.

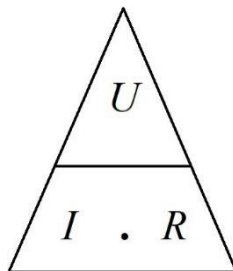


De stroom door de weerstand R is gelijk aan:

- A. 10 A
- B. 11/10 A
- C. 10/11 A

Uitwerking

De totale weerstand in de schakeling is de $10\ \Omega$ van weerstand R plus de $1\ \Omega$ van de ampèremeter, samen $11\ \Omega$. De stroom is omgekeerd evenredig met de weerstand van $11\ \Omega$ en evenredig met de spanning van $10\ \text{volt}$. Dat wordt dan $10/11\ \text{A}$.



Het kan ook met de Ohm=driehoek van hoofdstuk 3. We halen hem nog een keer van stal:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{10}{11}\ \text{A}$$

Antwoord C.

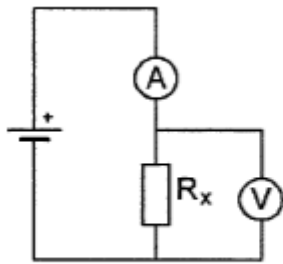


Terug naar de opgave

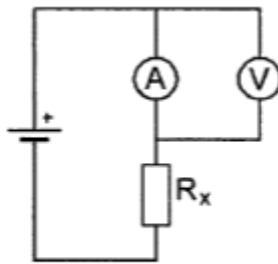
Naar de volgende opgave



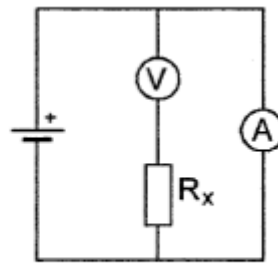
15.5.21 Uitwerking van Opgave 15-21



schakeling 1



schakeling 2



schakeling 3

De juiste schakeling voor het meten van de weerstand R_x is:

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

Uitwerking

Om de grootte van een weerstand te kunnen vaststellen, zijn twee grootheden nodig:

1. De stroom door de weerstand
2. De spanning over de weerstand

Beide grootheden moeten op de juiste manier zijn gemeten. In schakeling 1 is dat in orde: de ampèremeter **in** de stroomketen en de voltmeter **over** (= **parallel aan**) de weerstand.

In schakeling 2 zit de ampèremeter goed, maar de voltmeter meet de spanning over de ampèremeter in plaats van over de weerstand.

In schakeling 3 staan beide meters verkeerd: de voltmeter in serie met de weerstand in plaats van parallel en de ampèremeter parallel aan deze serieschakeling. Mogelijk overleeft de ampèremeter dit niet.

Dat betekent dat schakeling 1 goed is.

Antwoord C.

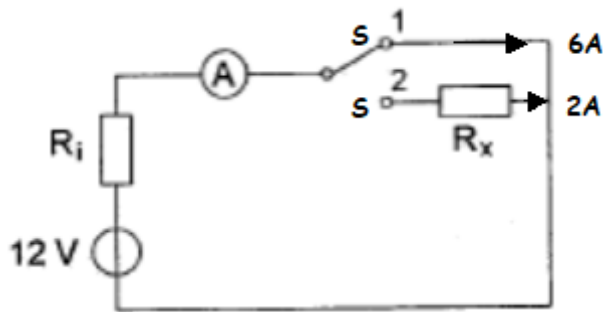


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.22 Uitwerking van Opgave 15-22



De meter wijst aan:

- in stand 1: 6 ampère
- in stand 2: 2 ampère

De juiste waarde van R_x is

- A. 4Ω
- B. 2Ω
- C. 6Ω

Uitwerking

De spanningsbron heeft een bronspanning van 12 V en een onbekende inwendige weerstand R_i . De waarde van R_i is te bepalen uit de stroom die optreedt als de meter in stand 1 staat. 6 A bij een spanning van 12 V betekent een weerstand van 2Ω . Uitrekenen? Daar gaat-ie. $U = I \cdot R$; $U = 12 \text{ V}$ en $I = 6 \text{ A}$.

$$U = I \cdot R \rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{12}{6} \Omega = 2 \Omega$$

De vervolgvraag is dan: hoeveel ohm extra heb ik nodig om de stroom te beperken tot 2 A?

De hoofdrekenaars onder ons zullen zeggen: "6". Voor wie het bewijs toch maar liever via een vergelijking krijgt:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12}{2} \Omega = 6 \Omega$$

Maar we zijn er nog niet, want van die 6Ω zit al 2Ω als inwendige weerstand in de spanningsbron. Dan blijft 4Ω over voor R_x .

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.23 Uitwerking van Opgave 15-23

Bij het doorverbinden van de klemmen X en Y wijst de draaispoelmeter volle uitslag aan.

De uitslag halveert bij aansluiten van een weerstand tussen X en Y met een waarde van:

- A. $300\text{ k}\Omega$
- B. $150\text{ k}\Omega$
- C. $75\text{ k}\Omega$

Uitwerking

Hier staan twee weerstanden van $300\text{ k}\Omega$ parallel, samen $150\text{ k}\Omega$.

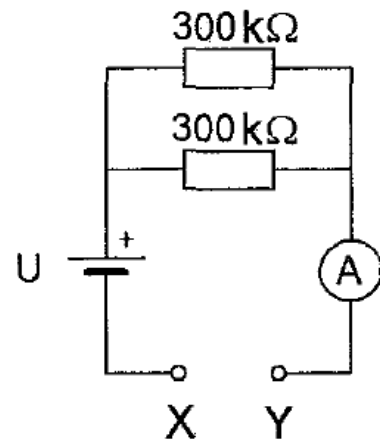
Dat geeft volle uitslag op de ampèremeter. Een weerstand tussen X en Y staat in serie met de meter, de parallelschakeling van de twee weerstanden van $300\text{ k}\Omega$ (= $150\text{ k}\Omega$) en de batterij. Om de stroom en dus de meteruitslag te halveren, moet de totale weerstand 2x zo groot worden. In de schakeling zat $150\text{ k}\Omega$. Voor een verdubbeling is dan een tweede $150\text{ k}\Omega$ nodig, in serie met de al aanwezige $150\text{ k}\Omega$.

Antwoord B.

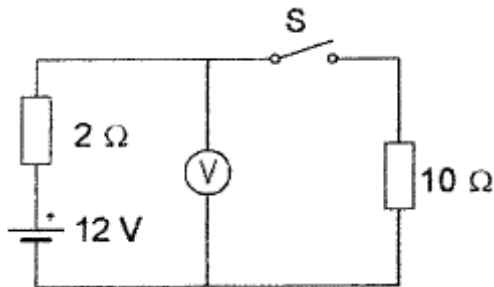


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.24 Uitwerking van Opgave 15-24

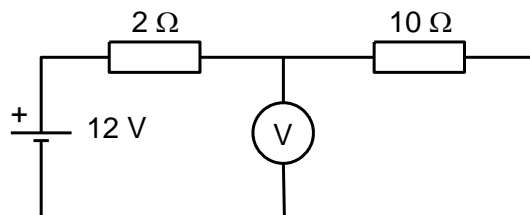


In de schakeling is een hoogohmige voltmeter toegepast. Nadat schakelaar S is gesloten geeft de voltmeter een spanning aan van:

- A. 12 V
- B. 2 V
- C. 10 V

Uitwerking

Na sluiting van de schakelaar houden we na vervangen van de schakelaar door een draad en iets anders tekenen deze schakeling over:



De vraag is nu: hoeveel volt staat er over de voltmeter? De EMK van de batterij is 12 V die over een totale weerstand van $12\ \Omega$ staat. Stel je die voor als 12 afzonderlijke weerstanden van 1 ohm in serie. Dan staat over elke weerstand van 1 Ω een spanning van 1 V. Over 2 Ω staat 2 V en over 10 Ω staat 10 V. Over de voltmeter staat evenveel spanning als over de denkbeeldige 10 weerstanden van 1 Ω , namelijk 10 V.

Omdat de meter hoogohmig is, hoeven we niet te corrigeren voor inwendige weerstand, dus die 10 V blijft staan.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.25 Uitwerking van Opgave 15-25

Weerstand wordt gemeten met een:

- A. Ampèremeter
- B. Ohmmeter**
- C. Voltmeter

Uitwerking

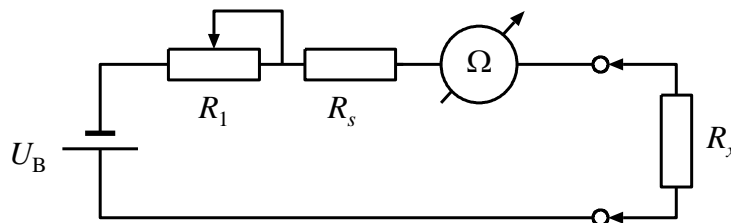
Weerstand meet je met een ohmmeter. Dat is eenvoudiger gezegd dan gedaan, want zo'n meter moet twee dingen meten, spanning en stroom. Daaruit volgt dan via de wet van Ohm de weerstand.

Antwoord B.

Hoe gaat dat in zijn werk?

Een ampèremeter is voor stroom, een voltmeter voor spanning.

De schakeling van een analoge ohmmeter kun je je voorstellen als het schema hieronder.



R_x is de onbekende weerstand, helemaal rechts in het schema. Bij het begin van de meting worden de twee aansluitpunten kortgesloten. Met de instelbare weerstand R_1 wordt de meter op volle uitslag gebracht. De stroom daarvoor wordt geleverd door de batterij. Dat is de aanwijzing: 0Ω . De vaste weerstand R_s voorkomt dat de meter te veel stroom krijgt en stuk gaat. Vervolgens wordt de kortsluiting vervangen door de onbekende weerstand R_x en wordt de weerstandswaarde afgelezen. De meter heeft daarvoor een speciale afleesschaal omdat je eigenlijk $1/\text{stroom}$ meet. Op die speciale schaal lees je direct de weerstandswaarde af.



Terug naar de opgave

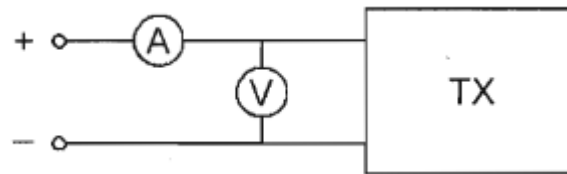
Naar de volgende opgave



15.5.26 Uitwerking van Opgave 15-26

Voor het meten van het door een zender opgenomen gelijkstroomvermogen wordt gebruik gemaakt van:

- A. Alleen een voltmeter
- B. Alleen een ampèremeter
- C. Een ampèremeter en een voltmeter



Uitwerking

Vermogen is spanning maal stroom. Het ligt dan ook niet voor de hand dat je met alleen een spanning- of stroommeting het opgenomen vermogen van een zender, of wat voor apparaat ook, kunt bepalen.

Je hebt beide nodig.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

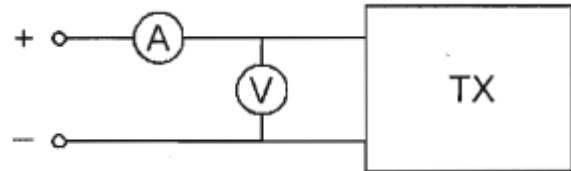
Naar de volgende opgave



15.5.27 Uitwerking van Opgave 15-27

Om het opgenomen vermogen van de zender zo nauwkeurig mogelijk te meten, dient de weerstand van de respectievelijke meetinstrumenten te zijn:

- A. A-meter hoog; V-meter hoog
- B. A-meter hoog; V-meter laag
- C. **A-meter laag; V-meter hoog**



Uitwerking

Een ampèremeter staat in serie met de schakeling en moet daarom een zo laag mogelijke weerstand hebben.

Een voltmeter staat parallel aan de schakeling en moet een zo hoog mogelijke weerstand hebben om te voorkomen dat een merkbare hoeveelheid stroom via de meter wegløopt.

De combinatie van deze twee eisen staat in

Antwoord C



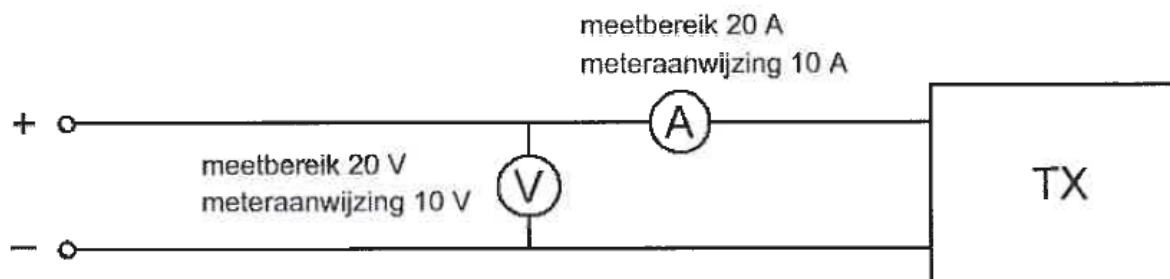
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.28 Uitwerking van Opgave 15-28

Om het opgenomen vermogen van de zender te meten gebruikt men een voltmeter en een ampèremeter. De meetinstrumenten worden ideaal verondersteld.



Het opgenomen vermogen bedraagt:

- A. 95 W
- B. 99,95 W
- C. 100 W

Uitwerking

De meetbereiken doen hier niet ter zake. Het opgenomen vermogen P is gelijk aan $U * I$, spanning maal stroom:

$$P = U * I = 10 \text{ A} * 10 \text{ V} = 100 \text{ W}$$

Antwoord C.

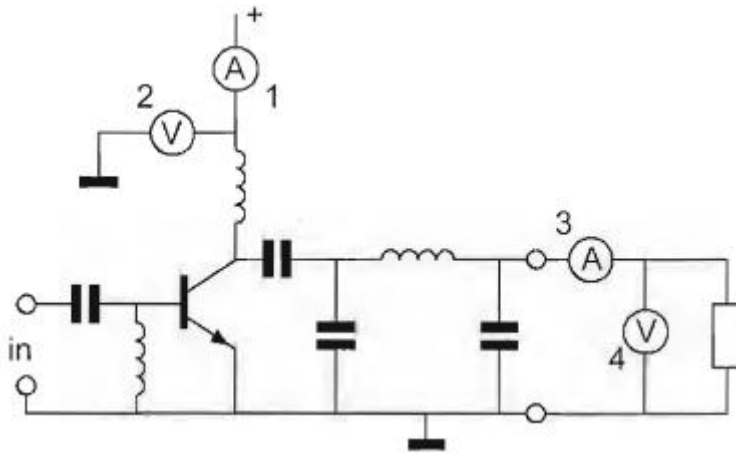


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.29 Uitwerking van Opgave 15-29



Een zender eindtrap is afgesloten met een belastingsweerstand. Het afgegeven hoogfrequent vermogen wordt bepaald door vermenigvuldiging van de waarden aangewezen door de meters:

- A. 1 en 4
- B. 1 en 2
- C. 3 en 4

Uitwerking

Het gaat om de spanning over de belasting en de stroom door de belasting. Dat is de spanning, gemeten op meter 4 en de stroom gemeten met meter 3, dus wat de belasting te verwerken krijgt.

Antwoord C.

Opmerkingen

De meters 3 en 4 moeten geschikt zijn voor hoogfrequent wisselstroom en -spanning.

Meter 1 meet de collectorstroom van de eindtransistor, meter 2 de voedingspanning. Het vermogen dat die samen vertegenwoordigen, komt maar voor een deel op de belastingsweerstand.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

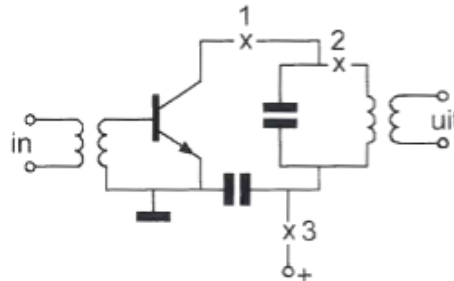


15.5.30 Uitwerking van Opgave 15-30

De schakeling stelt de eindtrap van een zender voor. Men wil de gelijkstroom door de eindtrap meten met een universeelmeter.

De juiste plaats voor de meter is:

- A. Plaats 1
- B. Plaats 2
- C. Plaats 3



Uitwerking

De meting moet worden gedaan op een plek waar alle gelijkstroom naar de eindtrap langskomt. De schakeling heeft maar 1 aansluiting met de voedingsspanning en dat is bij punt 3 (de + staat er vlak onder). Daar is het wisselstroomdeel ontkoppeld via de condensator.

Antwoord C.



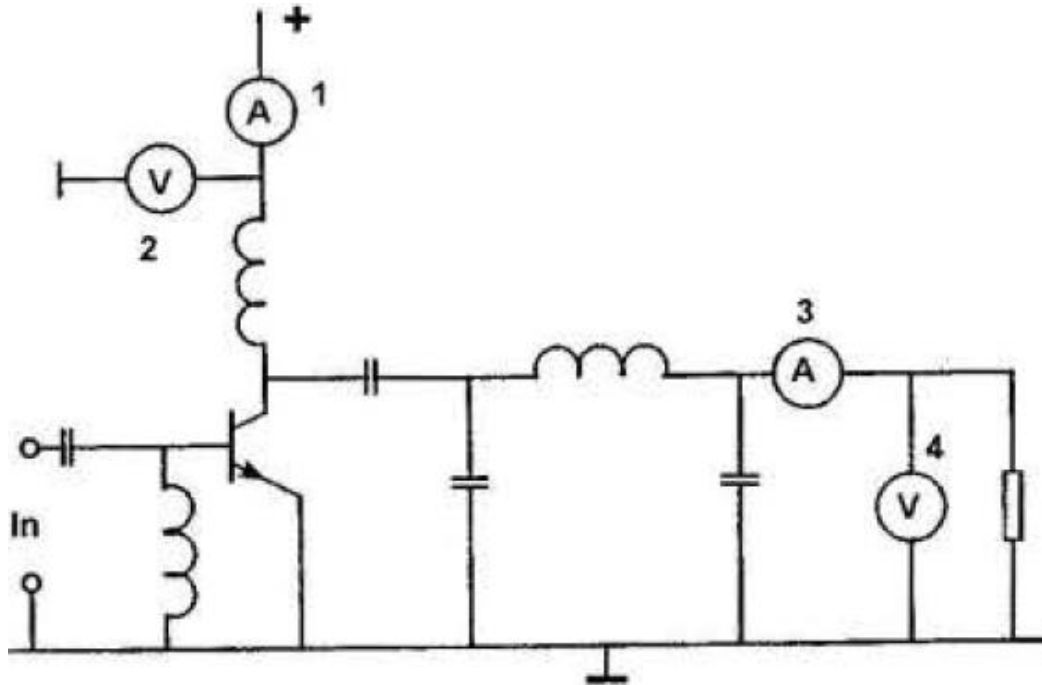
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.31 Uitwerking van Opgave 15-31

Een zendereindtrap is afgesloten met een belastingsweerstand.



Het afgegeven hoogfrequentvermogen wordt bepaald door vermenigvuldiging van de waarden van de aanwijzingen van de meters:

- A. 1 en 2
- B. 3 en 4
- C. 1 en 4

Uitwerking

Het afgegeven vermogen bepaal je op de plek waar het wordt afgegeven. Dat is bij de belastingsweerstand (zeg maar: kunstantenne). Dat zijn de meters 3 voor de stroom en 4 voor de spanning.

Antwoord B.

Opmerking

De meters moeten geschikt zijn voor het meten van hoogfrequente wisselspanningen en -stromen.

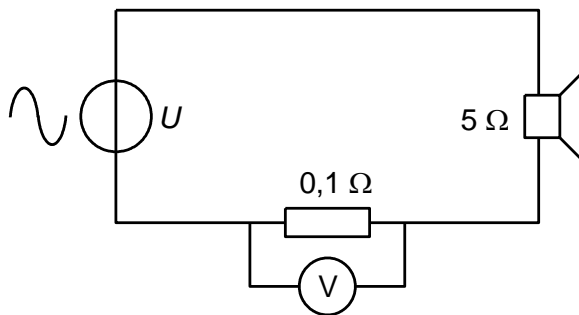


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.32 Uitwerking van Opgave 15-32



Het aan de luidspreker toegevoerde vermogen is 200 mW. De aanwijzing van de voltmeter is:

- A. 2 mV
- B. 20 mV
- C. 100 mV

Uitwerking (maar kijk ook even naar de kritische kanttekening)

Bereken de luidsprekerstroom uit het vermogen en de luidsprekerweerstand en dan de spanning over de weerstand. Voor het aan de luidspreker geleverde vermogen P_L geldt $P_L = I^2 R$ en dus ook

$$I^2 = \frac{P_L}{R} \rightarrow I = \sqrt{\frac{0,2}{5}} \text{ A} = \sqrt{0,04} \text{ A} = 0,2 \text{ A} = 200 \text{ mA}$$

De spanning over de weerstand van 0,1 Ω bedraagt dan $0,1 * 200 \text{ mV} = 20 \text{ mV}$.

Antwoord B.

Kritische kanttekening

De berekening klopt alleen als de luidspreker alleen maar weerstand heeft. Dat is niet zo. Een luidspreker werkt met een spoel rondom een magneet. Die spoel trilt heen en weer langs de magneet op de frequentie van het aangeboden signaal. De spoel brengt de conus van de luidspreker in trilling. De conus zet de mechanische trillingen om in geluid. Een spoel heeft zelfinductie. Omdat de luidsprekerspoel ook Ohmse weerstand heeft, heeft een luidspreker een *impedantie*. Impedantie is bij luidsprekers een nogal vaag begrip, want de waarde, zoals de 5 Ω in de opgave, is een gemiddelde van de impedantie over ongeveer het audiogebied dat de luidspreker verondersteld wordt, te bestrijken. De examenopgave gaat dus ten onrechte uit van een zuiver Ohmse weerstand van een luidspreker.

Misschien is daarom de opgave maar één keer gevraagd. Hij hoort in deze vorm niet in een zendexamen of wat voor ander examen ook, thuis, tenzij de vraag luidt: wat deugt er niet aan deze opgave?



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.33 Uitwerking van Opgave 15-33

Van een niet aangesloten kring is de resonantiefrequentie te bepalen met een:

- A. Universeelmeter
- B. Dipmeter**
- C. Frequentieteller

Uitwerking

Het bepalen van de resonantiefrequentie van een niet-aangesloten afgestemde kring doe je met een dipmeter of dipper.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.34 Uitwerking van Opgave 15-34

Met een dipmeter bepaalt men:

- A. De resonantiefrequentie van een kring
- B. De frequentiezwaaai van een FM-zender
- C. De staandegolfverhouding

Uitwerking

Een dipmeter is alleen geschikt om de resonantiefrequentie van een afgestemde kring (spoel en condensator) te bepalen. **Kijk vooral ook naar de opmerkingen, in het bijzonder punt 3!**

Antwoord A.

Opmerkingen

1. De frequentiezwaaai van een FM-zender is te meten met een zogenoemde spectrum analyzer. Dat is een apparaat dat het frequentiespectrum van een signaal in beeld brengt.
2. Staandegolfverhouding meet je met een staandegolfmeter (SGM of SWR-meter)
3. Er bestaan varianten van deze opgave met de volgende foute antwoorden (commentaar tussen haakjes en *cursief*):
 - a. Het stuurvermogen van de eindtrap van een zender (*met een dipper meet je geen vermogen*)
 - b. De nauwkeurigheid van een digitale frequentiemeter (*een dipper is geen nauwkeurig instrument en alleen al daarom ongeschikt om de nauwkeurigheid van een digitale frequentiemeter ofwel frequentieteller te bepalen*).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.35 Uitwerking van Opgave 15-35

De nauwkeurigheid van een digitale frequentiemeter wordt bepaald door:

- A. De tijdbasis-oscillator
- B. De ingangsimpedantie van de meetprobe
- C. De ingangsversterkertrap

Uitwerking

De nauwkeurigheid van een frequentieteller wordt bepaald door de nauwkeurigheid van de tijdsperiode waarin het apparaat perioden van een signaal telt. De nauwkeurigheid van die tijdsperiode wordt bepaald door de nauwkeurigheid van de oscillator van de tijdbasis.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.36 Uitwerking van Opgave 15-36

Om de resonantiefrequentie van een afgestemde kring met één instrument te bepalen wordt gebruik gemaakt van een:

- A. Oscilloscoop
- B. Frequentieteller
- C. **Dipmeter**

Uitwerking

Om de resonantiefrequentie van een afgestemde kring te bepalen, is een verstembare signaalbron nodig en een meetinstrument dat kan aangeven of de kring in resonantie is.

De dipmeter is een instrument dat beide verenigt. De oscilloscoop is geen signaalbron maar een meetinstrument en hetzelfde geldt voor de frequentieteller.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.37 Uitwerking van Opgave 15-37

Het specifieke instrument om de resonantiefrequentie van een afgestemde kring te bepalen is een:

- A. Oscilloscoop
- B. Frequentieteller
- C. **Dipmeter**

Uitwerking

Dit is in wat andere bewoordingen dezelfde vraag als Opgave 15-36.

Het antwoord is dan ook hetzelfde:

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



15.5.38 Uitwerking van Opgave 15-38

Om de resonantiefrequentie van een kring te bepalen koppelt men een dipmeter:

- A. Inductief met de spoel, met een zeer vaste koppeling
- B. Inductief met de spoel, met een zeer losse koppeling**
- C. Capacitief met de condensator, met serie capaciteit

Uitwerking

De koppeling tussen meetinstrument en afgestemde kring loopt bij een dipper via koppeling van de spoel van de dipper en die van de kring. Dat betekent inductieve koppeling. De dipper wordt meestal in de hand gehouden. Voor een goede meting moeten de spoelen elkaar zo min mogelijk beïnvloeden. Hun onderlinge afstand moet zo groot zijn dat de dip op de meter net te zien is. Dat betekent een losse koppeling.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.39 Uitwerking van Opgave 15-39

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

- A. Veldsterktemeter
- B. Staandegolfmeter**
- C. Ohmmeter

Uitwerking

Een veldsterktemeter meet de elektrische veldsterkte op enige afstand van de antenne. Het meetresultaat vertelt niets over de impedantie-aanpassing. Dat laatste geldt ook voor de ohmmeter, want die werkt alleen met gelijkstroom.

Het wordt dus de staandegolfmeter. Die meet de verhouding van de impedanties van zenderuitgang en antennesysteem. En dat is precies de bedoeling.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





15.5.40 Uitwerking van Opgave 15-40

Indien een 3-30 MHz staandegolfmeter op UHF wordt toegepast dan zullen aflezing en nauwkeurigheid:

- A. Geheel niet betrouwbaar zijn
- B. Alleen kloppen indien de aanwijswaarden met 10 vermenigvuldigd worden
- C. Voldoende betrouwbaar zijn

Uitwerking

Een staandegolfmeter voor 3 – 30 MHz zal niet goed bruikbaar zijn voor 300 MHz. De hoogste frequentie waarop het instrument bruikbaar is, is blijkbaar 30 MHz. Dan zal het apparaat in de meeste gevallen op 40 MHz ook nog wel redelijk werken, maar op een frequentie die 10x zo hoog is, zal dat vrijwel altijd leiden tot een hoogst onbetrouwbare meting. Dus gewoon niet op deze manier gebruiken.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Einde van de examenopgaven bij hoofdstuk 15