



# Inhoudsopgave

15	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 15, nummers 1-50 .....	15-6
15.1	Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het? .....	15-6
15.2	Enkele opmerkingen.....	15-7
15.3	Formularium .....	15-7
15.3.1	Stroommeting.....	15-7
15.3.2	Spanningsmeting.....	15-8
15.3.3	Weerstandsmeting .....	15-8
15.3.4	Universeelmeter of multimeter .....	15-8
15.3.5	Varianten .....	15-8
15.3.6	Oscilloscoop.....	15-9
15.3.7	Dipper .....	15-9
15.3.8	Frequentiemeting.....	15-9
15.3.9	Signaalgenerator.....	15-9
15.3.10	Staandegolfmeter .....	15-9
15.3.11	Kunstantenne (dummy load) .....	15-10
15.4	Opgaven.....	15-11
15.4.1	Opgave 15-1.....	15-12
15.4.2	Opgave 15-2.....	15-13
15.4.3	Opgave 15-3.....	15-14
15.4.4	Opgave 15-4.....	15-15
15.4.5	Opgave 15-5.....	15-16
15.4.6	Opgave 15-6.....	15-17
15.4.7	Opgave 15-7.....	15-18
15.4.8	Opgave 15-8.....	15-19
15.4.9	Opgave 15-9.....	15-20
15.4.10	Opgave 15-10.....	15-21
15.4.11	Opgave 15-11 .....	15-22



15.4.12	Opgave 15-12 .....	15-23
15.4.13	Opgave 15-13 .....	15-24
15.4.14	Opgave 15-14 .....	15-25
15.4.15	Opgave 15-15 .....	15-26
15.4.16	Opgave 15-16 .....	15-27
15.4.17	Opgave 15-17 .....	15-28
15.4.18	Opgave 15-18 .....	15-29
15.4.19	Opgave 15-19 .....	15-30
15.4.20	Opgave 15-20 .....	15-31
15.4.21	Opgave 15-21 .....	15-32
15.4.22	Opgave 15-22 .....	15-33
15.4.23	Opgave 15-23 .....	15-34
15.4.24	Opgave 15-24 .....	15-35
15.4.25	Opgave 15-25 .....	15-36
15.4.26	Opgave 15-26 .....	15-37
15.4.27	Opgave 15-27 .....	15-38
15.4.28	Opgave 15-28 .....	15-39
15.4.29	Opgave 15-29 .....	15-40
15.4.30	Opgave 15-30 .....	15-41
15.4.31	Opgave 15-31 .....	15-42
15.4.32	Opgave 15-32 .....	15-43
15.4.33	Opgave 15-33 .....	15-44
15.4.34	Opgave 15-34 .....	15-45
15.4.35	Opgave 15-35 .....	15-46
15.4.36	Opgave 15-36 .....	15-47
15.4.37	Opgave 15-37 .....	15-48
15.4.38	Opgave 15-38 .....	15-49
15.4.39	Opgave 15-39 .....	15-50
15.4.40	Opgave 15-40 .....	15-51



15.4.41	Opgave 15-41 .....	15-52
15.4.42	Opgave 15-42 .....	15-53
15.4.43	Opgave 15-43 .....	15-54
15.4.44	Opgave 15-44 .....	15-55
15.4.45	Opgave 15-45 .....	15-56
15.4.46	Opgave 15-46 .....	15-57
15.4.47	Opgave 15-47 .....	15-58
15.4.48	Opgave 15-48 .....	15-59
15.4.49	Opgave 15-49 .....	15-60
15.4.50	Opgave 15-50 .....	15-61
15.5	Uitwerkingen .....	15-62
15.5.1	Uitwerking van Opgave 15-1 .....	15-63
15.5.2	Uitwerking van Opgave 15-2 .....	15-64
15.5.3	Uitwerking van Opgave 15-3 .....	15-65
15.5.4	Uitwerking van Opgave 15-4 .....	15-66
15.5.5	Uitwerking van Opgave 15-5 .....	15-67
15.5.6	Uitwerking van Opgave 15-6 .....	15-68
15.5.7	Uitwerking van Opgave 15-7 .....	15-69
15.5.8	Uitwerking van Opgave 15-8 .....	15-70
15.5.9	Uitwerking van Opgave 15-9 .....	15-71
15.5.10	Uitwerking van Opgave 15-10.....	15-72
15.5.11	Uitwerking van Opgave 15-11.....	15-73
15.5.12	Uitwerking van Opgave 15-12.....	15-74
15.5.13	Uitwerking van Opgave 15-13.....	15-75
15.5.14	Uitwerking van Opgave 15-14 .....	15-77
15.5.15	Uitwerking van Opgave 15-15.....	15-78
15.5.16	Uitwerking van Opgave 15-16.....	15-79
15.5.17	Uitwerking van Opgave 15-17.....	15-80
15.5.18	Uitwerking van Opgave 15-18.....	15-81



15.5.19	Uitwerking van Opgave 15-19.....	15-82
15.5.20	Uitwerking van Opgave 15-20.....	15-83
15.5.21	Uitwerking van Opgave 15-21.....	15-84
15.5.22	Uitwerking van Opgave 15-22.....	15-85
15.5.23	Uitwerking van Opgave 15-23.....	15-86
15.5.24	Uitwerking van Opgave 15-24.....	15-87
15.5.25	Uitwerking van Opgave 15-25.....	15-88
15.5.26	Uitwerking van Opgave 15-26.....	15-89
15.5.27	Uitwerking van Opgave 15-27.....	15-90
15.5.28	Uitwerking van Opgave 15-28.....	15-91
15.5.29	Uitwerking van Opgave 15-29.....	15-92
15.5.30	Uitwerking van Opgave 15-30.....	15-93
15.5.31	Uitwerking van Opgave 15-31.....	15-94
15.5.32	Uitwerking van Opgave 15-32.....	15-95
15.5.33	Uitwerking van Opgave 15-33.....	15-96
15.5.34	Uitwerking van Opgave 15-34.....	15-97
15.5.35	Uitwerking van Opgave 15-35.....	15-98
15.5.36	Uitwerking van Opgave 15-36.....	15-99
15.5.37	Uitwerking van Opgave 15-37.....	15-100
15.5.38	Uitwerking van Opgave 15-38.....	15-101
15.5.39	Uitwerking van Opgave 15-39.....	15-102
15.5.40	Uitwerking van Opgave 15-40.....	15-103
15.5.41	Uitwerking van Opgave 15-41.....	15-104
15.5.42	Uitwerking van Opgave 15-42.....	15-105
15.5.43	Uitwerking van Opgave 15-43.....	15-106
15.5.44	Uitwerking van Opgave 15-44.....	15-107
15.5.45	Uitwerking van Opgave 15-45.....	15-108
15.5.46	Uitwerking van Opgave 15-46.....	15-109
15.5.47	Uitwerking van Opgave 15-47.....	15-110



15.5.48	Uitwerking van Opgave 15-48.....	15-111
15.5.49	Uitwerking van Opgave 15-49.....	15-112
15.5.50	Uitwerking van Opgave 15-50.....	15-113



## 15 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 15, nummers 1-50

### 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 hebt opgedaan, kunt toetsen aan echte examenvragen. Het is dan ook 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 verschillende examenvragen zijn gesteld. Die weg is daarom tijdrovend en de slagingskans klein. Bedenk ook dat examenvragen die op elkaar lijken, vaak niet precies aan elkaar gelijk zijn, 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 volledige tekst van het leerhoofdstuk staan. In de verkorte versies staan geen opgaven! Loop daarna de verkorte versie nog een keer door om te zien of alles bekend is. Begin pas dan 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. Het goede antwoord is **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, soms gevolgd door een of meer opmerkingen. De gegeven uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het is niet ongewoon dat een andere weg ook tot een goed antwoord leidt.


Bij sommige 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 om wat voor reden ook alleen geïnteresseerd is in de uitwerkingen: je kunt alle uitwerkingen ook achter elkaar doorlezen in paragraaf 15.5

## 15.2 Enkele opmerkingen

De 70 examenopgaven in de bundel bij hoofdstuk 15 zijn gesplitst in deel A en B. Dit is deel A met 50 opgaven. Deel B bevat er 20.

Bij elke opgave is vermeld, in welk examen de opgave voorkomt. 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). Een enkele keer staat er (3). Dat was dan een extra volle examenmaand. 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 voorkomen dat een opgave jarenlang niet meer is gebruikt en bijvoorbeeld 10 jaar of nog meer later, plotseling weer opduikt. Denk dus niet dat een opgave die 15 jaar geleden voor het laatst in een examen zat, nooit 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. Het verstandigste is, nergens op te rekenen.

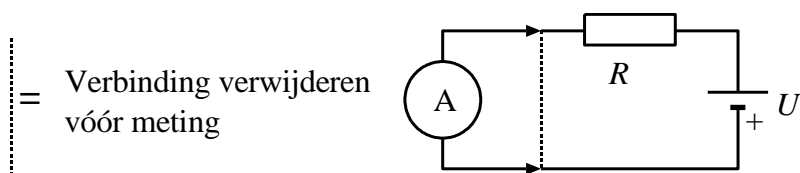
Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Dat is een overzicht van vergelijkingen (“formules”), schema’s en andere zaken. We raden aan, dit eerst door te nemen, maar wie zich zeker genoeg voelt, kan natuurlijk ook meteen naar de opgaven gaan. Een cursist is eigen baas.

## 15.3 Formularium

### 15.3.1 Stroommeting

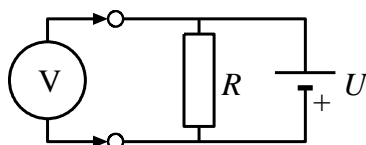
De stroommeter heeft een zo laag mogelijke inwendige weerstand. De meter komt bij de meting **in de plaats van** de leiding waarvan de stroom moet worden gemeten.

© 2021, Vereniging van Radiozendamateurs VRZA (opgaven in par. 15.4 uitgezonderd)



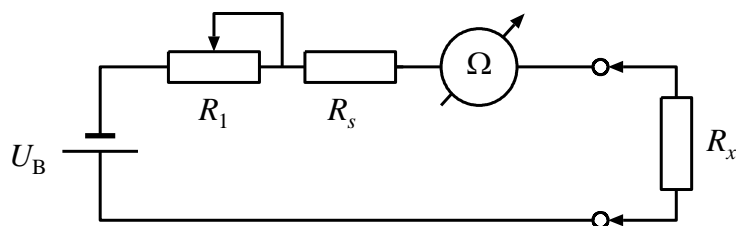
### 15.3.2 Spanningsmeting

Een spanningsmeter heeft een zo hoog mogelijke inwendige weerstand. Hij komt **parallel** aan het deel van de schakeling waarover de spanning moet worden gemeten.



### 15.3.3 Weerstandsmeting

De weerstandsmeting via een universeelmeter is gebaseerd op de stroom die bij een bepaalde spanning door de weerstand loopt.



$R_2$  beschermt de meter,  $R_1$  dient om volle schaal in te stellen bij kortgesloten aansluitklemmen of -pennen.

### 15.3.4 Universeelmeter of multimeter

Beide termen betekenen hetzelfde. Ze omvatten in elk geval de metingen van 15.3.1 tot en met 15.3.3, voor spanning ook wisselspanning (AC). De metingen zijn onderling omschakelbaar.

Gevoeligheid is uitgedrukt in  $k\Omega/V$ . De spanning is niet de werkelijke aanwijzing, maar het ingestelde meetbereik voor spanning. **Voorbeeld:** een meter van  $50 k\Omega/V$  heeft bij een meetbereik van  $100 V$  een inwendige weerstand van  $100 V * 50 k\Omega = 5 M\Omega$ .

### 15.3.5 Varianten

Om bij voltmeters de ingangsweerstand te verhogen, zijn buizen, bipolaire transistoren en FET's toegepast. Tegenwoordig is de digitale universeelmeter/multimeter min of meer standaard en die is altijd flink hoogohmig ( $1 M\Omega$  of meer)





### 15.3.6 Oscilloscoop

Horizontale aflezing: tijd in s, ms,  $\mu$ s of ns per schaaldeel. Soms ook een tweede spanning, maar dat komt niet voor in de behandelde examenopgaven.

Verticale aflezing: spanning in V of mV per schaaldeel.

Ingangsweerstand: minimaal 1 M $\Omega$ .

### 15.3.7 Dipper

Meet de resonantiefrequentie van afgestemde kringen. Niet heel nauwkeurig. Kan ook worden gebruikt om zelfinducties te meten. Schakel spoel en bekende condensator parallel, bepaal de resonantiefrequentie  $f$  en bereken met de vergelijking van Thomson:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \rightarrow \sqrt{L} = \frac{1}{2\pi f\sqrt{C}} \rightarrow L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C}$$

Tot nu toe (augustus 2021) niet aangetroffen in examenopgaven.

### 15.3.8 Frequentiemeting

Antiek analoog: absorptiefrequentiemeter. Geen exameneis meer, maar kan voorkomen in een (fout) multiple choice-antwoord.

Tegenwoordig: frequentieteller. De meetfout wordt bepaald door (on)nauwkeurigheid van de tijdbasis. Het telwerk doet zijn werk foutloos, zolang de conversie van sinusvormige ingangsspanning naar pulsvormige spanning goed verloopt. **Voorbeeld:** een tijdbasis heeft een afwijking van  $1:10^6$ , dat is één op één miljoen. Dan heeft de frequentiemeting ook een afwijking van  $1:10^6$ . De meetfout bij meting van een frequentie van 100 MHz is dan:

$$\frac{100 \text{ MHz}}{10^6} = 100 \text{ Hz}$$

### 15.3.9 Signaalgenerator

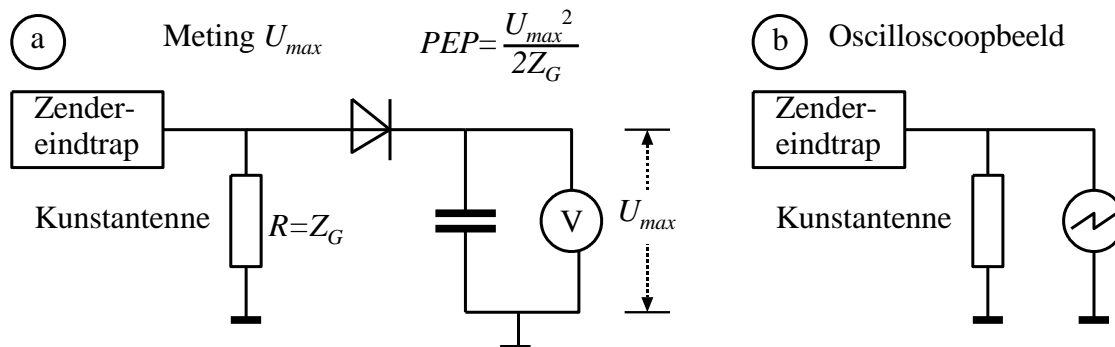
Een signaalgenerator dient voor metingen aan ontvangers. Daarom moet zo'n generator vooral signaal kunnen leveren van dezelfde sterkte als uit een antenne komt. Voornaamste eigenschap daarbij is een nauwkeurig instelbare verzwakker. Met natuurlijk dezelfde uitgangsimpedantie als die van een ontvangeringang. Dat komt in de praktijk neer op 50 ohm.

### 15.3.10 Staandegolfmeter

Wordt geschakeld tussen zender en antenne in serie met de antenneleiding. Bruikbare SWR-waarden:  $<2$  (soms heet dat 1:2, maar daarmee wordt hetzelfde bedoeld). Ideale waarde: SWR=1. Mijd SWR $\geq 3$  als de pest.

### 15.3.11 Kunstantenne (dummy load)

Dient voor metingen aan de zenderuitgang en vervangt de echte antenne. SWR hoort (vrijwel) 1 te zijn. Geschikt voor minder nauwkeurige vermogensmetingen via de oscilloscoop en voor nauwkeurige met gelijkrichting en een goede voltmeter in een schakeling met voldoende hoge tijdconstante om de piekspanning lang genoeg vast te houden voor een goede aflezing. Om de gedachten te bepalen: tijdconstante van 3 s of meer.



Voor AM-varianten:

$$PEP = \frac{U_{max}^2}{2Z_G}$$

Voor CW, FM/PM en ongemoduleerde draaggolf:

$$P = \frac{U_{max}^2}{2Z_G} = \frac{U_{eff}^2}{Z_G}$$



## 15.4 Opgaven



### 15.4.1 Opgave 15-1

De sterkte van het magnetisch veld rond een geleider wordt rechtstreeks bepaald door de

- A. Stroom door de geleider
- B. Weerstand van de geleider
- C. Diameter van de geleider
- D. Spanning op de geleider

(F-examen voorjaar 2004)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 15.4.2 Opgave 15-2

Een voltmeter dient een zeer hoge impedantie te hebben opdat:

- A. De te meten spanning zo weinig mogelijk wordt beïnvloed
- B. Een hoogfrequente spanning kan worden gemeten
- C. Er geen warmte in de meter ontwikkeld wordt
- D. De meter beter beveiligd is

(F-examen maart 2011 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 15.4.3 Opgave 15-3

De stroom die een gelijkstroomvoeding levert, wordt met een universeelmeter gemeten.  
De meter gedraagt zich als een

- A. Isolator
- B. Weerstand met hoge waarde
- C. Weerstand met lage waarde
- D. Ideale geleider

(F-examen september 2008, mei 2010 (1), mei 2011 (2), mei 2012 (1), november 2013 (2), mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**15.4.4 Opgave 15-4**

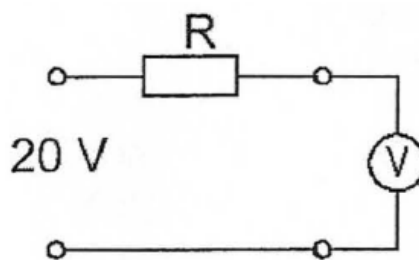
Een voltmeter met een gevoeligheid van  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$  is via een onbekende weerstand  $R$  aangesloten op een spanning van 20 volt.

Als de meter op het 10 volt-bereik staat, wijst deze 5 volt aan. De waarde van de weerstand  $R$  is:

- A.  $100 \text{ k}\Omega$
- B.  $150 \text{ k}\Omega$
- C.  $300 \text{ k}\Omega$
- D.  $50 \text{ k}\Omega$

(F-examen september 2009, augustus 2010, April 2011, mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 





### 15.4.5 Opgave 15-5

Een multimeter heeft een gevoeligheid van  $20 \text{ k}\Omega/\text{V}$ . De meter is geschakeld op het 10 volt-bereik. De meter wijst 7 volt aan. De eigen weerstand van de meter is:

- A.  $200 \text{ k}\Omega$
- B.  $20 \text{ k}\Omega$
- C.  $140 \text{ k}\Omega$
- D.  $14 \text{ k}\Omega$

(F-examen januari 2009, mei 2009 (2), september 2013 (1), mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking







### 15.4.6 Opgave 15-6

De gevoeligheid van een niet-elektronische universeelmeter is ongeveer:

- A. Gelijkspanning:  $1000 \Omega/V$ , wisselspanning  $250 \Omega/V$
- B. Gelijkspanning  $20 \text{ k}\Omega/V$ , wisselspanning  $2 \text{ k}\Omega/V$
- C. Gelijkspanning:  $100 \Omega/V$ , wisselspanning  $25 \Omega/V$
- D. Gelijkspanning  $400 \text{ k}\Omega/V$ , wisselspanning  $100 \text{ k}\Omega/V$

(F-examen maart 2009 (1), september 2015, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 15.4.7 Opgave 15-7

Een voltmeter met een meetbereik van 60 volt heeft een gevoeligheid van  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$ . Het meetbereik kan worden vergroot tot 300 volt door een voorschakelweerstand van:

- A.  $50 \text{ k}\Omega$
- B.  $2400 \text{ k}\Omega$
- C.  $3000 \text{ k}\Omega$
- D.  $40 \text{ k}\Omega$

(F-examen maart 2009 (1), september 2011 (1), januari 2013, september 2013 (2), september 2016)

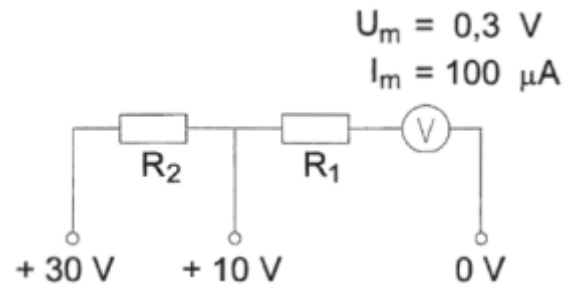
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




**15.4.8 Opgave 15-8**

Voor het verkrijgen van een 10 volt- en een 30-volt meetgebied moeten  $R_1$  en  $R_2$  zijn:

- A. 100 k $\Omega$  en 197 k $\Omega$
- B. 97 k $\Omega$  en 200 k $\Omega$
- C. 97 k $\Omega$  en 297 k $\Omega$
- D. 100 k $\Omega$  en 297 k $\Omega$



(F-examen voorjaar 2001, november 2008 (1), maart 2009 (1), mei 2009 (1), mei 2010 (1), september 2011(2), december 2011, mei 2012 (2), mei 2015 (1), januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 15.4.9 Opgave 15-9

In een voltmeter wordt gebruik gemaakt van een instrument dat bij 1 mA volle uitslag vertoont.

Het instrument heeft een te verwaarlozen inwendige weerstand. Welke serieweerstand moet worden toegepast om een meetgebied van 50 volt te verkrijgen?

- A. 20 k $\Omega$
- B. 200 k $\Omega$
- C. 5 k $\Omega$
- D. 50 k $\Omega$

(F-examen april 2009, november 2014 (1))


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

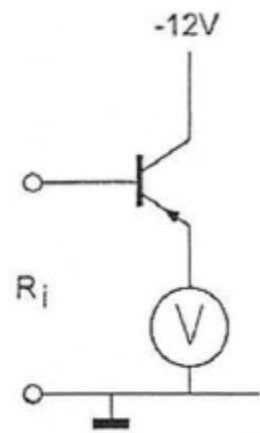
**15.4.10 Opgave 15-10**

De voltmeter wijst 5 volt aan en heeft een inwendige weerstand van  $2\text{ k}\Omega$ . Van de transistor is  $\beta = 100$ . De ingangsweerstand  $R_i$  is ongeveer:

- A.  $10\text{ k}\Omega$
- B.  $2\text{ k}\Omega$
- C.  $0,5\text{ k}\Omega$
- D.  $200\text{ k}\Omega$

(F-examen najaar 2004, juni 2011, november 2013 (1), mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



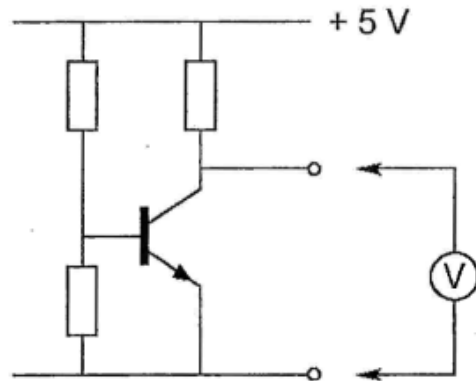
**15.4.11 Opgave 15-11**

In de schakeling wordt de collector-emitterspanning van de transistor gemeten.

De meter zelf heeft geen afwijking.

Welke meter veroorzaakt de kleinste meetfout?

- A. Een meter met inwendige weerstand van  $0,1\Omega$
- B. Een meter met  $0,5\text{ mA}$  volle uitslag
- C. Een meter met een gevoeligheid van  $10\text{ k}\Omega/\text{V}$
- D. Een meter met inwendige weerstand van  $1\text{ M}\Omega$



(F-examen februari 2009, mei 2010 (2), januari 2011, mei 2011 (2), september 2014 (1), november 2014 (2), november 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



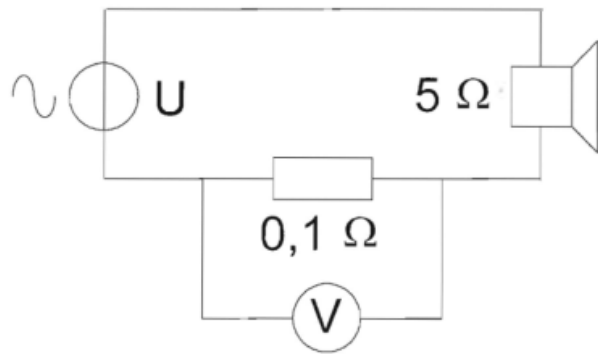
**15.4.12 Opgave 15-12**

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

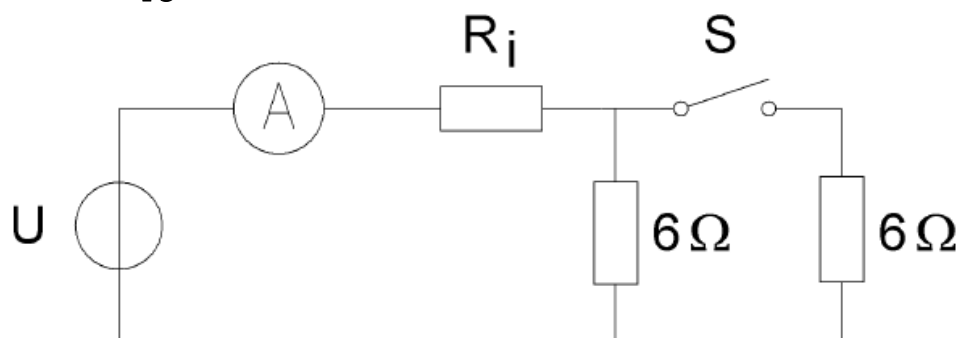
- A. 2 mV
- B. 20 mV
- C. 100 mV
- D. 1 V

(F-examen najaar 2004, april 2008, September 2014 (2), mei 2015 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




## 15.4.13 Opgave 15-13



De ampèremeter met een inwendige weerstand  $R_i$  wijst 4 ampère aan. Met gesloten schakelaar S wijst de ampèremeter 7 ampère aan. De spanning  $U$  en de inwendige weerstand  $R_i$  zijn:

- A. 26 V en 1  $\Omega$
- B. 28 V en 1  $\Omega$
- C. 24,5 V en 0,5  $\Omega$
- D. 26 V en 0,5  $\Omega$

(F-examen oktober 2008, maart 2009 (1), februari 2010 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

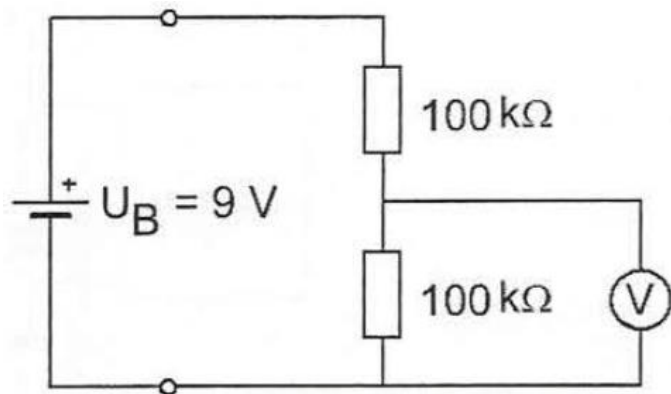


**15.4.14 Opgave 15-14**


De voltmeter met een inwendige weerstand van 10 kilo-ohm per volt in ingesteld op het bereik van 10 volt. De inwendige weerstand van de batterij is te verwaarlozen.

De voltmeter wijst aan:

- A. 3 V
- B. 4,5 V
- C. 1 V
- D. 6 V



(F-examen november 2008 (1), april 2009, juni 2009, maart 2011, september 2014 (1), mei 2015 (1), maart 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

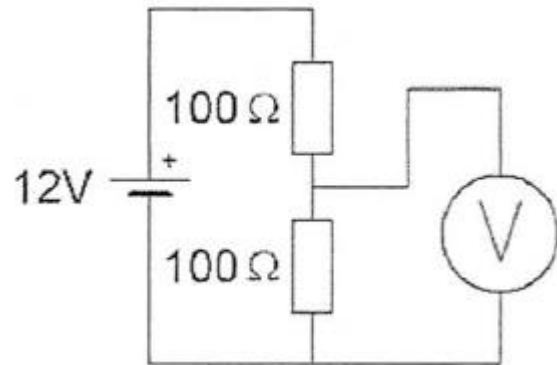
**15.4.15 Opgave 15-15**

De voltmeter wijst aan:

- A. 6 V
- B. 12 V
- C. 3 V
- D. 0 V

(F-examen mei 2018 (1))

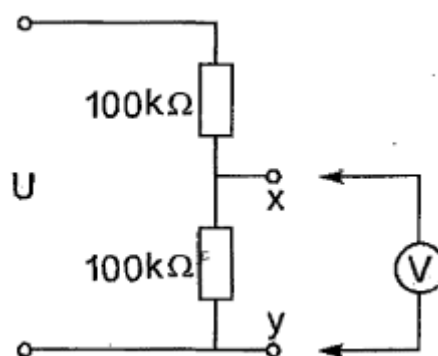
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




**15.4.16 Opgave 15-16**

De voltmeter heeft een inwendige weerstand van 200 kilo-ohm. Wanneer de spanning tussen de punten X en Y met deze voltmeter wordt gemeten, bedraagt de meetfout ongeveer:

- A. 2%
- B. 10%
- C. 40%
- D. 20%



(F-examen voorjaar 2005, maart 2011 (2), december 2011, augustus 2013, september 2013 (2), november 2014 (2), januari 2018, september 2018)

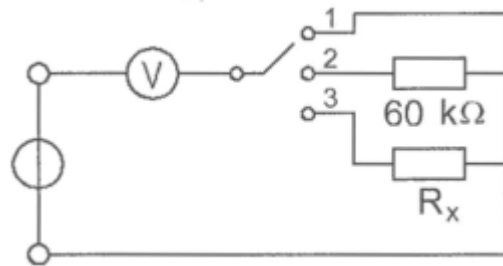
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**15.4.17 Opgave 15-17**


De meter wijst aan in stand 1: 10 V; in stand 2: 5 V en in stand 3: 2,5 V.

De waarde van  $R_x$  is:

- A. 180 k $\Omega$
- B. 90 k $\Omega$
- C. 30 k $\Omega$
- D. 20 k $\Omega$



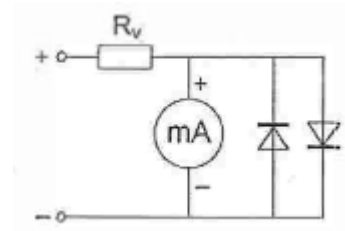
(F-examen najaar 2005, februari 2010 (2), juni 2010, september 2010 (1), december 2010, maart 2017, mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**15.4.18 Opgave 15-18**

Over een meter worden vaak 2 siliciumdiodes tegengesteld parallel geschakeld. Dit wordt gedaan om:

- A. De karakteristiek van de meter te verbeteren
- B. De meter geschikt te maken voor het meten van gelijkspanning
- C. De meter geschikt te maken voor het meten van wisselspanning
- D. De meter te beveiligen tegen overspanning.



(F-examen december 2008, september 2017, november 2017, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 15.4.19 Opgave 15-19

Een wisselstroom met een frequentie van 14 MHz in een draad van een open voedingslijn kan gemeten worden met een

- A. In de draad opgenomen koolweerstand van  $1 \Omega$  en hierover een draaispoelmeter
- B. In de draad opgenomen koolweerstand van  $1 \Omega$  en hierover een draaispoelmeter in serie met een diode
- C. Een dipmeter
- D. Een staandegolfmeter

(F-examen voorjaar 2003, november 2013 (1), november 2016)

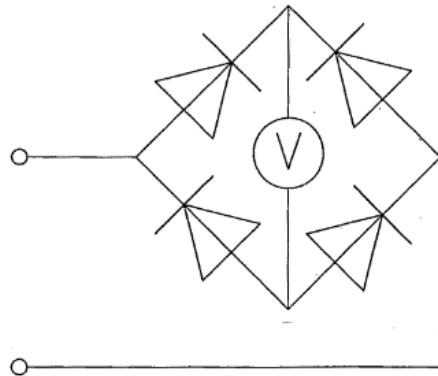
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**15.4.20 Opgave 15-20**


De schakeling wordt gebruikt voor het meten van een wisselspanning met een frequentie van 50 Hz.

De draaispoelmeter die voor gelijkspanning geïjkt is, meet van de gelijkgerichte spanning

- A. De gemiddelde waarde
- B. De effectieve waarde
- C. Het kwadraat van de effectieve waarde
- D. De topwaarde



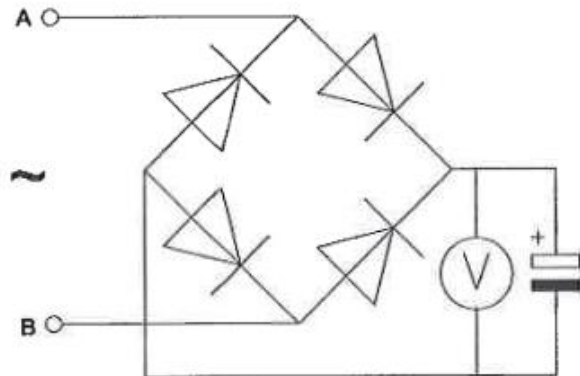
(F-examen voorjaar 2002, november 2009 (2), oktober 2009, mei 2010 (2), mei 2013 (1), september 2016, januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**15.4.21 Opgave 15-21**

Een voor gelijkspanning geijkte draaispoelmeter wordt via een diodebrug aangesloten op een sinusvormige wisselspanning van 1 kHz. De meter wijst van de spanning tussen A en B aan:

- A. De maximale waarde
- B. De effectieve waarde
- C. De gemiddelde waarde
- D. De maximale waarde



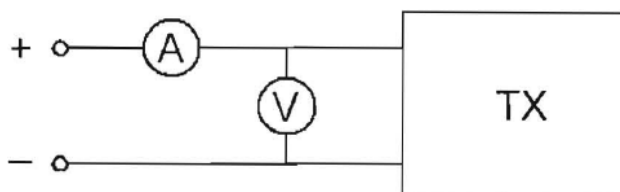
(F-examen maart 2009 (2), november 2009, januari 2010, juli 2011, november 2014 (1), maart 2016, november 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




**15.4.22 Opgave 15-22**

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

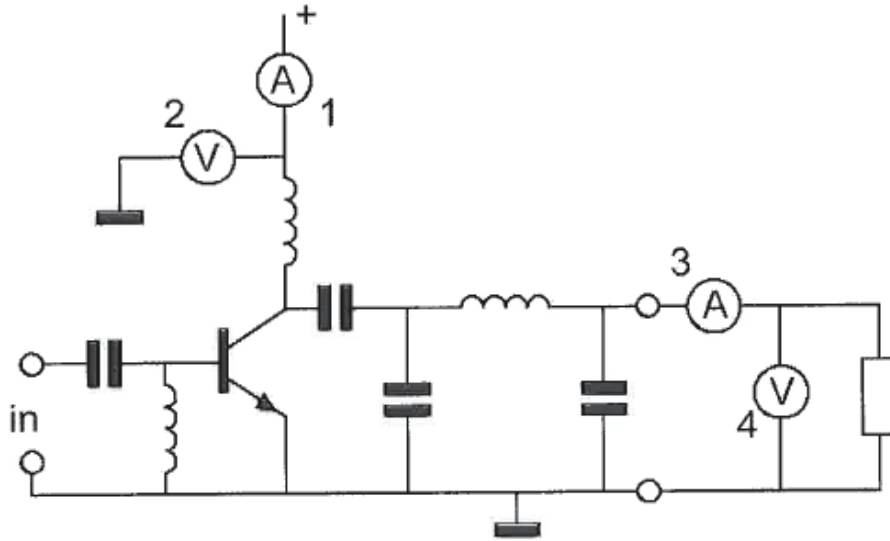


- A. A-meter hoog; V-meter laag
- B. A-meter laag; V-meter hoog
- C. A-meter hoog; V-meter hoog
- D. A-meter laag; V-meter laag

(F-examen november 2008 (1), maart 2012, november 2013 (1), november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


## 15.4.23 Opgave 15-23



Een zendereindtrap is afgesloten met een belastingsweerstand. Het afgegeven hoogfrequentvermogen wordt bepaald door vermenigvuldiging van de waarden, aangewezen door de meters

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

(F-examen voorjaar 2004, augustus 2011)

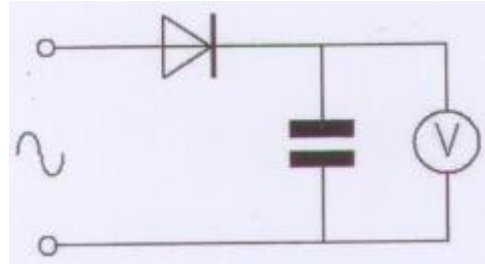
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**15.4.24 Opgave 15-24**


Een ideale voltmeter, geijkt voor gelijkspanning, wordt via een gelijkrichter aangesloten op een sinusvormige wisselspanning met een effectieve waarde van 10 volt.

De meter zal dan ongeveer aanwijzen:

- A. 10 V
- B. 9 V
- C. 14,1 V
- D. 7,1 V



(F-examen september 2009, maart 2010, maart 2014, mei 2014 (2), januari 2015, maart 2016, mei 2017 (2), januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 15.4.25 Opgave 15-25

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

Deze kunstbelasting bevat altijd een:

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

(F-examen januari 2010, maart 2017, november 2019))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 15.4.26 Opgave 15-26

De belangrijkste component van een breedband-kunstantenne is een

- A. Luchtspoel
- B. IJzerkern-spoel
- C. Niet-inductieve weerstand
- D. Draadgewonden weerstand

(F-examen april 2010, september 2011 (2), mei 2012 (2), September 2017, maart 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 15.4.27 Opgave 15-27

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

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

(F-examen voorjaar 2004, juni 2009, september 2010 (1), mei 2015 (2), mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**15.4.28 Opgave 15-28**


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

Dit betekent dat de:

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



(F-examen november 2009)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 15.4.29 Opgave 15-29

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

- A. Gereflecteerde energie
- B. Uitgangsimpedantie van de zender
- C. Golflengte van het uitgezonden signaal
- D. antenneversterking

(F-examen januari 2010, februari 2011, september 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking








### 15.4.30 Opgave 15-30

Indien een 3-30 MHz staande golfmeter op UHF wordt toegepast, dan zullen aflezing en nauwkeurigheid

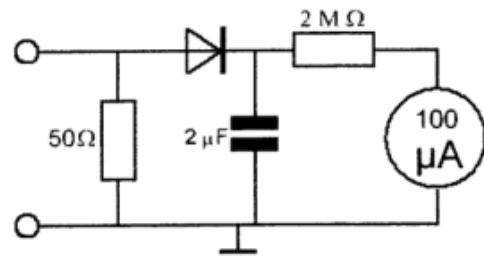
- A. Alleen kloppen indien de aanwijswaarden met 10 vermenigvuldigd worden
- B. Voldoende betrouwbaar zijn
- C. Geheel niet betrouwbaar zijn
- D. Alleen kloppen indien de aanwijswaarden door 10 gedeeld worden.

(F-examen september 2010, mei 2011 (3), september 2013 (2), mei 2016 (1) (1), mei 2017 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**15.4.31 Opgave 15-31**

Met de schakeling wordt de Peak Envelope Power (PEP) van een enkelzijbandzender gemeten. De condensator moet een waarde van ongeveer  $2 \mu\text{F}$  hebben om



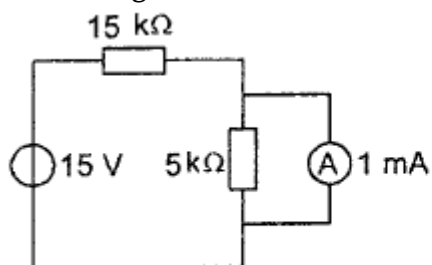
- A. De aanwijzing de snelle verandering van de modulatie te laten volgen
- B. De effectieve waarde van de wisselspanning te meten
- C. Uitstraling van harmonischen door de meter te voorkomen
- D. De aanwijzing onafhankelijk te maken van de golfvorm van de omhullende

(F-examen juli 2011, mei 2017 (1), mei 2018 (1))

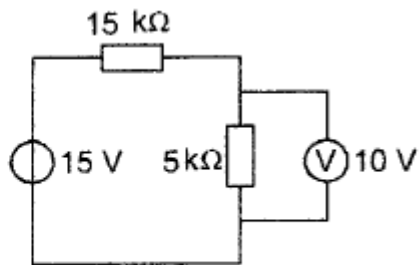
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**15.4.32 Opgave 15-32**

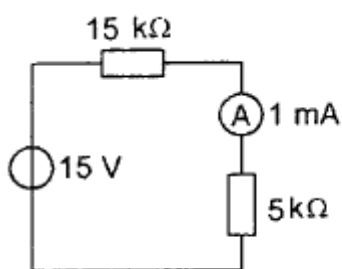
Bij welke schakeling staat de wijzer van de meter precies op het einde van de schaal? De meters mogen als ideaal worden verondersteld.



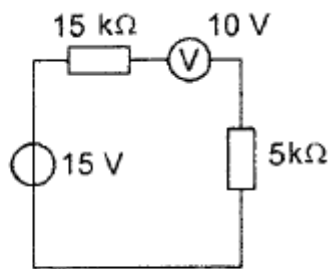
schakeling 1



schakeling 2



schakeling 3



schakeling 4

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

(F-examen februari 2009, januari 2011, juni 2011, september 2011 (1), november 2012, mei 2017 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 15.4.33 Opgave 15-33

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

- A. Laag
- B. Zeer hoog
- C. Nul
- D. 10 k $\Omega$

(F-examen februari 2010 (2), maart 2015, januari 2017, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




**15.4.34 Opgave 15-34**

Aan een milliampèremeter met een eigen weerstand van 50 ohm en een meetgebied van 0,5 mA wordt een weerstand van 5 ohm parallel geschakeld. Bij volle uitslag van de meter is de totale stroom door deze meetschakeling:

- A. 4,5 mA
- B. 0,55 mA
- C. 5,5 mA
- D. 5 mA

(F-examen voorjaar 2006, augustus 2013, september 2014 (2), november 2015, maart 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 15.4.35 Opgave 15-35

Een ampèremeter heeft een inwendige weerstand van 20 ohm. Met een parallelweerstand van 5 ohm is het meetgebied 20 mA. Het meetgebied van de meter zonder parallelweerstand is

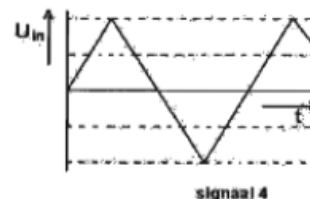
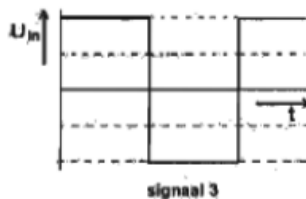
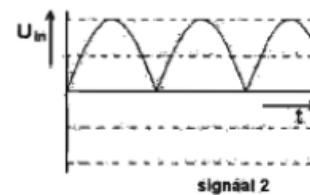
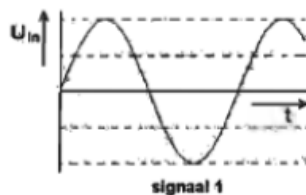
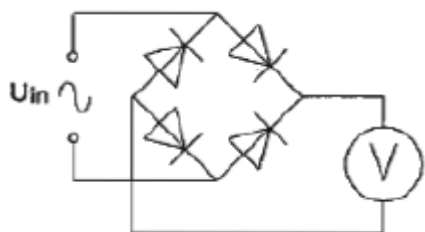
- A. 4 mA
- B. 15 mA
- C. 16 mA
- D. 5 mA

(F-examen najaar 2002, mei 2009 (1), augustus 2009, november 2009 (2), juni 2011, januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

15.4.36 Opgave 15-36


Met de schakeling worden achtereenvolgens vier signalen met gelijke amplitude gemeten.



De grootste uitslag treedt op bij:

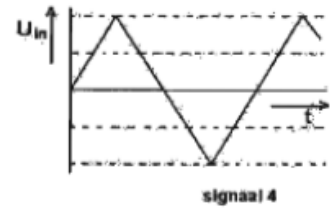
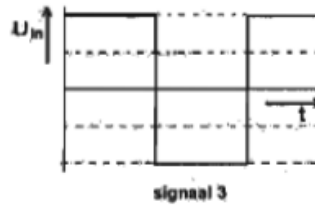
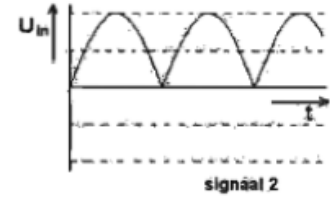
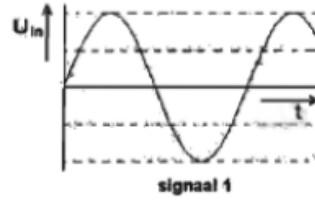
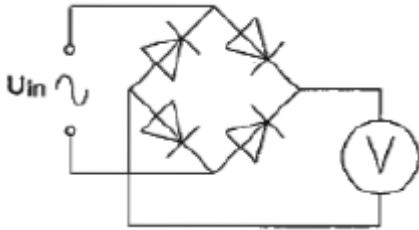
- A. Signaal 3
- B. Signaal 2
- C. Signaal 1
- D. Signaal 4

(F-examen januari 2011, februari 2011, mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

15.4.37 Opgave 15-37


Met de schakeling worden achtereenvolgens vier signalen met gelijke amplitude gemeten.



De kleinste uitslag treedt op bij:

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

(F-examen februari 2010 (1), augustus 2010, maart 2011 (1), december 2011, maart 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 





### 15.4.38 Opgave 15-38

Een frequentiemeting kan het meest nauwkeurig worden uitgevoerd met een

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

(F-examen februari 2009, november 2013 (1), januari 2017 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 15.4.39 Opgave 15-39

De nauwkeurigheid van een frequentieteller wordt bepaald door de:

- A. Frequentiedeler
- B. Uitleesindicator
- C. Ingangsverzwakker
- D. Kristaloscillator

(F-examen najaar 2003, december 2008, september 2009 (1), september 2011 (2), mei 2012 (2), mei 2019 (1)).

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





#### 15.4.40 Opgave 15-40

De nauwkeurigheid van een digitale frequentiemeter wordt bepaald door de

- A. Ingangsimpedantie van de meetprobe
- B. Kabellengte van de meetprobe
- C. Tijdbasis-oscillator
- D. Ingangsversterkertrap

(F-examen maart 2013, mei 2016 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






#### 15.4.41 Opgave 15-41

In een frequentieteller bepaalt een 100 kHz-kristal de meettijd. Het kristal heeft een afwijking van 1 Hz. Met deze teller wordt de frequentie van een 145 MHz signaal gemeten. De meetfout is dan:

- A. 145 Hz
- B. 1 kHz
- C. 1,45 kHz
- D. 1 Hz

(F-examen april 2011)

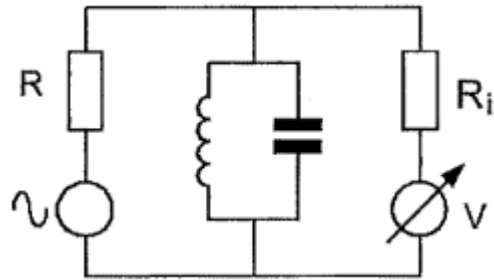
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**15.4.42 Opgave 15-42**


Met deze meetopstelling wordt de resonantiefrequentie van de kring bepaald.  $R_i$  is de inwendige weerstand van de voltmeter.

Wat is juist?

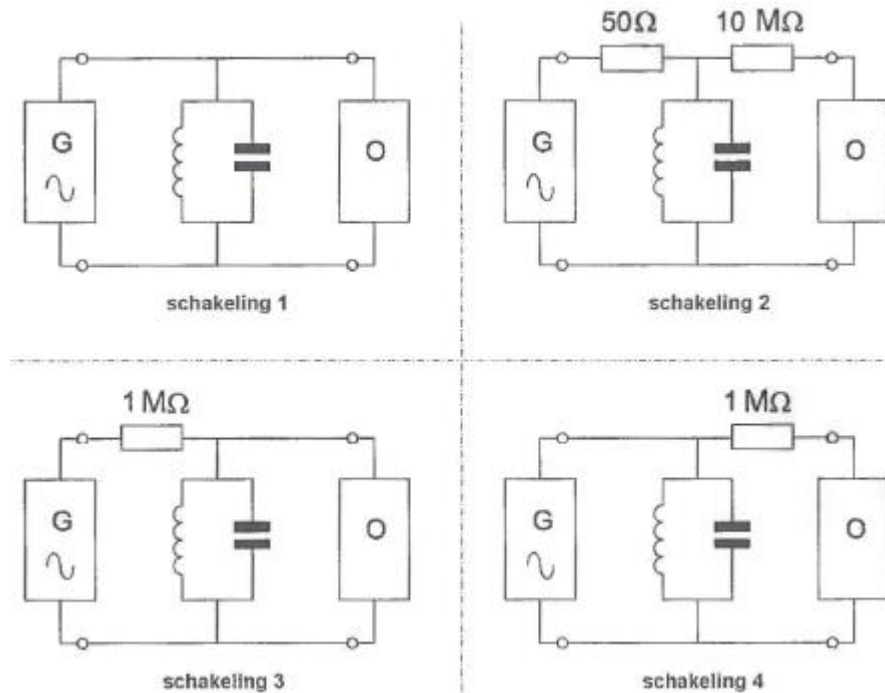
- A.  $R$  is: laag;  $R_i$  is: laag
- B.  $R$  is: laag;  $R_i$  is: hoog
- C.  $R$  is: hoog;  $R_i$  is: hoog
- D.  $R$  is: hoog;  $R_i$  is: laag



(F-examen najaar 2001, oktober 2008, december 2008, april 2011, mei 2011 (3), november 2017, mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


## 15.4.43 Opgave 15-43



Met behulp van een signaalgenerator (G) en een oscilloscoop (O) wordt de resonantiefrequentie van een parallelkring bepaald (1-5 MHz). De uitgangsimpedantie van de generator is  $50 \Omega$ , de ingangsimpedantie van de scope is  $10 \text{ M}\Omega$ . De beste schakeling is

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

(F-examen najaar 2000, april 2008, April 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



#### 15.4.44 Opgave 15-44

Met een dipmeter bepaalt men:

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

(F-examen najaar 2005, november 2010 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





#### 15.4.45 Opgave 15-45

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

- A. Capacitief met de condensator, met seriecapaciteit
- B. Capacitief met de condensator, met koppelsnoeren
- C. Inductief met de spoel, met zeer vaste koppeling
- D. Inductief met de spoel, met zeer losse koppeling

(F-examen september 2010 (1) en (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking







### 15.4.46 Opgave 15-46

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

- A. Dipmeter
- B. Universeelmeter
- C. Digitale voltmeter
- D. Frequentieteller

(F-examen mei 2009 (1), juli 2009, juli 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






#### 15.4.47 Opgave 15-47

Een dipmeter kan worden gebruikt voor het meten van:

- A. De nauwkeurigheid van een digitale frequentiemeter
- B. Het stuurvermogen van de eindtrap van een zender
- C. De resonantiefrequentie van een kring
- D. De vervorming van een lineaire versterkertrap

(F-examen, najaar 2006, maart 2009 (1), november 2009)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 15.4.48 Opgave 15-48

De absorptie-frequentiemeter maakt gebruik van het effect dat:

- A. Er verstemming optreedt van de frequentiemeter
- B. Er verstemming optreedt van de stralende bron
- C. Een stralende bron HF-energie absorbeert
- D. Een stralende bron HF-energie afgeeft

(F-examen december 2010, juli 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





#### 15.4.49 Opgave 15-49

Een absorptie-frequentiemeter meet:

- A. Onnauwkeurig frequenties
- B. De  $Q$ -factor van een kring
- C. Resonantiefrequentie van een kring
- D. Zelfinductie van een kring

(F-examen voorjaar 2002)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 15.4.50 Opgave 15-50

Het belangrijkste kwaliteitskenmerk van een HF-signaalgenerator voor metingen aan ontvangers is een:

- A. Nauwkeurig instelbare verzwakker
- B. Laag stroomverbruik
- C. Snel aansprekende overspanningsbeveiliging
- D. Hoge uitgangsspanning

(F-examen maart 2009 (2), november 2011 (1), juli 2007, mei 2014 (2), september 2019, november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



## 15.5 Uitwerkingen



### 15.5.1 Uitwerking van Opgave 15-1

De sterkte van het magnetisch veld rond een geleider wordt rechtstreeks bepaald door de

- A. **Stroom door de geleider**
- B. Weerstand van de geleider
- C. Diameter van de geleider
- D. Spanning op de geleider

#### Uitwerking

Deze vraag kan te maken hebben met een draaispoelmeter, maar eigenlijk met elke willekeurige geleider. De sterkte van een magnetisch veld rondom een geleider wordt altijd bepaald door de stroomsterkte in die geleider en door het aantal windingen, maar dat laatste staat er niet bij. De eenheid van magnetische veldsterkte is niet voor niets A/m. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.2 Uitwerking van Opgave 15-2

Een voltmeter dient een zeer hoge impedantie te hebben opdat:

- A. De te meten spanning zo weinig mogelijk wordt beïnvloed
- B. Een hoogfrequente spanning kan worden gemeten
- C. Er geen warmte in de meter ontwikkeld wordt
- D. De meter beter beveiligd is

#### Uitwerking

Om een zo zuiver mogelijke meting te krijgen, moet de meter zo min mogelijk invloed hebben op de schakeling waaraan wordt gemeten. Antwoord A dus. Dat lukt beter naarmate de inwendige weerstand (impedantie) van de meter hoger is.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 15.5.3 Uitwerking van Opgave 15-3

De stroom die een gelijkstroomvoeding levert, wordt met een universeelmeter gemeten. De meter gedraagt zich als een

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

#### Uitwerking

Een ampèremeter heeft een zo laag mogelijke weerstandwaarde om de te meten stroom zo min mogelijk te beïnvloeden. De meter wordt bij de meting in feite in de schakeling opgenomen en bij de meting moet de schakeling zich zoveel mogelijk gedragen als vóór de meting (en erna, natuurlijk). Dat komt neer op antwoord C.

#### Opmerking

Het mooiste zou een meter zijn die zich gedraagt als een ideale geleider (antwoord D), maar helaas bestaan zulke meters in de werkelijke wereld niet.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

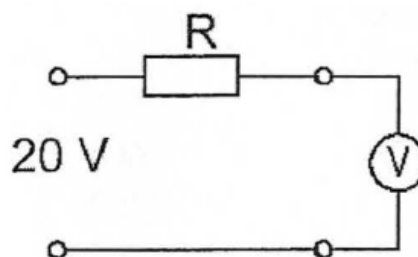


### 15.5.4 Uitwerking van Opgave 15-4

Een voltmeter met een gevoeligheid van  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$  is via een onbekende weerstand  $R$  aangesloten op een spanning van 20 volt.

Als de meter op het 10 volt-bereik staat, wijst deze 5 volt aan. De waarde van de weerstand  $R$  is:

- A.  $100 \text{ k}\Omega$
- B.  $150 \text{ k}\Omega$
- C.  **$300 \text{ k}\Omega$**
- D.  $50 \text{ k}\Omega$



### Uitwerking

Wat is er aan de hand? De weerstand  $R$  en de inwendige weerstand van de meter vormen samen een spanningsdeler waarover een spanning van 20 V staat en die op het knooppunt 5V heeft.

Er staat dus 5 V over de meter en 15 V over de weerstand bij dezelfde stroom. Dan is weerstand  $R = \frac{15}{5} = 3$  keer zo groot als de inwendige weerstand van de meter.

De meterweerstand volgt uit de gevoeligheid van  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$  maal het meetbereik van 10 V. De meterweerstand is daarom  $10 \text{ k}\Omega/\text{V} * 10 \text{ V} = 100 \text{ k}\Omega$ . Dan is  $R = 3 * 100 \text{ k}\Omega = 300 \text{ k}\Omega$ . Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.5 Uitwerking van Opgave 15-5

Een multimeter heeft een gevoeligheid van  $20 \text{ k}\Omega/\text{V}$ . De meter is geschakeld op het 10 volt-bereik. De meter wijst 7 volt aan. De eigen weerstand van de meter is:

- A.  $200 \text{ k}\Omega$
- B.  $20 \text{ k}\Omega$
- C.  $140 \text{ k}\Omega$
- D.  $14 \text{ k}\Omega$

#### Uitwerking

De weerstand van een multimeter in voltmeterstand is gevoeligheid maal schaalbereik. Dat draait in dit geval uit op  $20 \text{ k}\Omega/\text{V} * 10 \text{ V} = 200 \text{ k}\Omega$ . Antwoord A is daarom goed.

#### Opmerking 1

De aanwijzing van de meter (7 volt) is overbodige informatie en vooral bedoeld om degenen die hun zaakjes onvoldoende kennen, op een dwaalspoor te brengen. De functie van een examen is nu eenmaal testen of een kandidaat de leerstof voldoende beheerst.

#### Opmerking 2

Soms wordt een meting nauwkeuriger als de multimeter in een hoger bereik wordt gezet dan voor de meetwaarde nodig is. Dat kan het geval zijn als de inwendige weerstand van de schakeling op het meetpunt hoog is. Dan wordt het een afweging. De meting zelf wordt bij een hogere schaal nauwkeuriger maar de aflezing onnauwkeuriger omdat de wijzeruitslag maar een klein stukje van de volle schaal is.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.6 Uitwerking van Opgave 15-6

De gevoeligheid van een niet-elektronische universeelmeter is ongeveer:

- A. Gelijkspanning: 1000  $\Omega/V$ , wisselspanning 250  $\Omega/V$
- B. Gelijkspanning 20 k $\Omega/V$ , wisselspanning 2 k $\Omega/V$**
- C. Gelijkspanning: 100  $\Omega/V$ , wisselspanning 25  $\Omega/V$
- D. Gelijkspanning 400 k $\Omega/V$ , wisselspanning 100 k $\Omega/V$

#### Uitwerking

Dit is een weetje. Antwoorden A en C geven een zo lage gevoeligheid dat met zo'n apparaat in de praktijk weinig nuttigs te doen valt. Antwoord D geeft een waarde die in de amateurpraktijk niet haalbaar is: ook een draaispoelmeter heeft zijn grenzen. Dan resteert antwoord B.

#### Opmerking

De wisselspanningsgevoeligheid is als gevolg van het gelijkrichtingsproces altijd lager dan de gelijkspanningsgevoeligheid (zie cursustekst), maar deze is met 0,1 maal de gelijkspanningswaarde wel heel laag. In één van de opgaven bij de cursustekst hebben we die verhouding bij enkelfasige gelijkrichting berekend op 1:0,45, voor dubbelfasige gelijkrichting was dat bij een andere opgave 1:0,9.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 15.5.7 Uitwerking van Opgave 15-7

Een voltmeter met een meetbereik van 60 volt heeft een gevoeligheid van  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$ . Het meetbereik kan worden vergroot tot 300 volt door een voorschakelweerstand van:

- A.  $50 \text{ k}\Omega$
- B.  **$2400 \text{ k}\Omega$**
- C.  $3000 \text{ k}\Omega$
- D.  $40 \text{ k}\Omega$

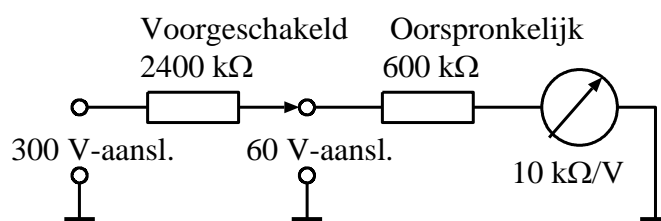
#### Uitwerking

De weerstand van de voltmeterschakeling voor een bereik van 60 V is gevoeligheid maal bereik. In dit geval  $60 \text{ V} * 10 \text{ k}\Omega/\text{V} = 600 \text{ k}\Omega$ .

300 V is  $5 * 60 \text{ V}$ . Dan moet de totale voorschakelweerstand ook 5 keer zo groot worden. Dat is  $3000 \text{ k}\Omega$ . Merk op dat niet gesproken wordt over een vervanging van de oude weerstand, maar over een voorschakelweerstand. Van die  $3000 \text{ k}\Omega$  hadden we er al  $600 \text{ k}\Omega$  staan, dus er moet  $3000 \text{ k}\Omega - 600 \text{ k}\Omega = 2400 \text{ k}\Omega$  voor worden gezet.

Dat is antwoord B.

Het plaatje hieronder maakt het misschien duidelijker.



Terug naar de opgave

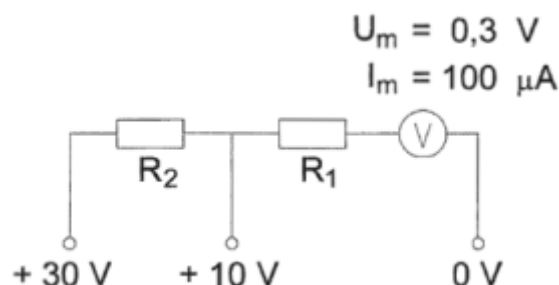
Naar de volgende opgave



### 15.5.8 Uitwerking van Opgave 15-8

Voor het verkrijgen van een 10 volt- en een 30-volt meetgebied moeten  $R_1$  en  $R_2$  zijn:

- A. 100 k $\Omega$  en 197 k $\Omega$
- B. 97 k $\Omega$  en 200 k $\Omega$**
- C. 97 k $\Omega$  en 297 k $\Omega$
- D. 100 k $\Omega$  en 297 k $\Omega$



#### Uitwerking

Uitgangspunt is dat de totale weerstand van de schakeling gelijk is aan de som van de weerstanden  $R_1$  en  $R_2$  en de weerstand van de meter zelf.

We beginnen met de meter. Als daar 0,3 V overheen staat (zie tekening), loopt er 100  $\mu\text{A}$  doorheen. Dan is de meterweerstand  $R_M = U_M / I_M = 0,3\text{V} / 0,1\text{ mA} = 3\text{ k}\Omega$ . (Deel volts door mA en je krijgt k $\Omega$ !).

Als door  $R_1 + R_M$  bij een spanning van 10 V een stroom van 100  $\mu\text{A} = 0,1\text{ mA}$  moet lopen, dan moeten ze samen  $10\text{ V} / 0,1\text{ mA} = 100\text{ k}\Omega$  zijn. Dan is  $R_1$  gelijk aan  $100\text{ k}\Omega - 3\text{ k}\Omega = 97\text{ k}\Omega$ .

Daarmee houden we antwoorden B en C over.

Voor een bereik van 30 V komt over  $R_2$  20 V te staan bij een stroom van diezelfde 0,1 mA. De berekening gaat op dezelfde manier als voor 10 V en  $R_1 + R_M$ . Dat levert 200 k $\Omega$  (maak niet de fout, de meterweerstand nog een keer te verrekenen!) en dan blijft antwoord B over.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 15.5.9 Uitwerking van Opgave 15-9

In een voltmeter wordt gebruik gemaakt van een instrument dat bij 1 mA volle uitslag vertoont.

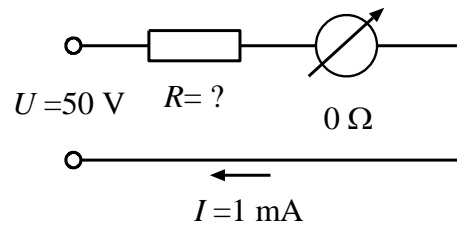
Het instrument heeft een te verwaarlozen inwendige weerstand. Welke serieweerstand moet worden toegepast om een meetgebied van 50 volt te verkrijgen?

- A. 20 k $\Omega$
- B. 200 k $\Omega$
- C. 5 k $\Omega$
- D. 50 k $\Omega$

#### Uitwerking

We maken er een plaatje bij. Dan zien we dat de vraagstelling eigenlijk is: door welke weerstand loopt bij een spanning van 50 V een stroom van 1 mA?

Deel 50 V door 1 mA en je krijgt het antwoord in k $\Omega$ : 50 k $\Omega$ . Antwoord D.



Terug naar de opgave

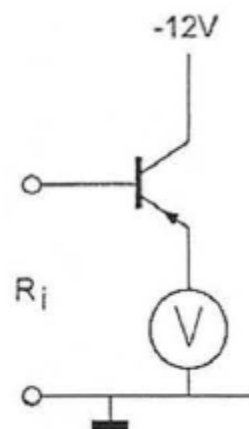
Naar de volgende opgave



### 15.5.10 Uitwerking van Opgave 15-10

De voltmeter wijst 5 volt aan en heeft een inwendige weerstand van  $2\text{ k}\Omega$ . Van de transistor is  $\beta = 100$ . De ingangsweerstand  $R_i$  is ongeveer:

- A.  $10\text{ k}\Omega$
- B.  $2\text{ k}\Omega$
- C.  $0,5\text{ k}\Omega$
- D.  **$200\text{ k}\Omega$**



#### Uitwerking

Eigenlijk speelt de voltmeter hier voor emitterweerstand. Die is  $2\text{ k}\Omega$ . Dan is  $R_i = \beta * 2\text{ k}\Omega = 200\text{ k}\Omega$ . Antwoord D.

#### Opmerking

Dit is een vorm van een transistorvoltmeter. Zo maak je van een voltmeter met nogal lage inwendige weerstand dankzij een transistor toch een instrument met redelijk hoge ingangsweerstand. De collectorspanning is met  $-12\text{ V}$  ruim voldoende om de transistor bij een emitterspanning van  $(-)\text{5 V}$  goed te laten werken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





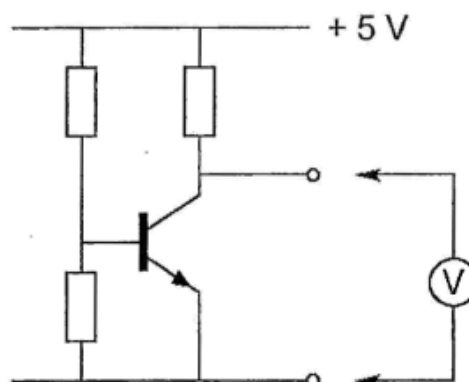
### 15.5.11 Uitwerking van Opgave 15-11

In de schakeling wordt de collector-emitterspanning van de transistor gemeten.

De meter zelf heeft geen afwijking.

Welke meter veroorzaakt de kleinste meetfout?

- A. Een meter met inwendige weerstand van  $0,1\Omega$
- B. Een meter met  $0,5\text{ mA}$  volle uitslag
- C. Een meter met een gevoeligheid van  $10\text{ k}\Omega/\text{V}$
- D. Een meter met inwendige weerstand van  $1\text{ M}\Omega$



#### Uitwerking

De meter met de kleinste meetfout is de meter met de grootste inwendige weerstand, want er moet spanning worden gemeten. Daarom vallen antwoorden A en B meteen af.

De meter van antwoord C moet, om beter te scoren dan die van antwoord D, een inwendige weerstand hebben van meer dan  $1\text{ M}\Omega$ . Bij een gevoeligheid van  $10\text{ k}\Omega/\text{V}$  betekent dat een meetbereik van meer dan  $100\text{ V}$ , want  $1\text{ M}\Omega / 10\text{ k}\Omega/\text{V} = 100\text{ V}$ . Die spanning is 20x zo hoog als de maximaal  $5\text{ V}$  in de schakeling. Dan wordt de afleesfout wel erg groot en is de meter van antwoord D de beste optie.

#### Opmerking

Hier zit een aanname in. Die is dat de meter van antwoord D bij zijn  $1\text{ M}\Omega$  inwendige weerstand een geschikt bereik heeft. Dat blijkt niet zonneklaar uit het gegeven dat de meter geen afwijking heeft.



Terug naar de opgave

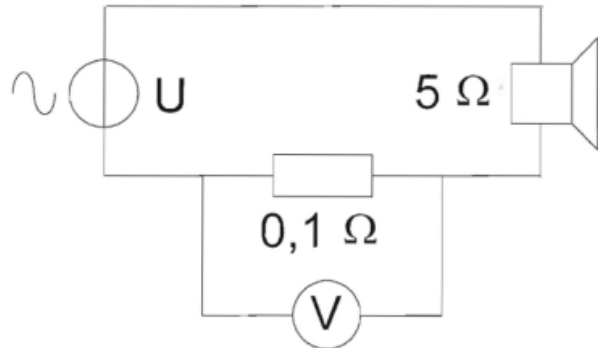
Naar de volgende opgave



## 15.5.12 Uitwerking van Opgave 15-12

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

- A. 2 mV
- B. 20 mV
- C. 100 mV
- D. 1 V

**Uitwerking**

Bij in serie geschakelde weerstanden -in dit geval twee- is het vermogen dat in een weerstand wordt gedissipeerd, evenredig met de grootte van de weerstand. Het vermogen in de luidspreker is daarom 50x dat in de weerstand, ofwel de verhouding is  $0,1:5 = 1:50 = 4:200$ . De weerstand van 0,1 ohm krijgt dus 4 mW te verwerken.

We weten dat vermogen  $P = U^2/R \rightarrow U^2 = PR \rightarrow U = \sqrt{PR}$ .

Dan is  $U = \sqrt{4 \cdot 10^{-3} * 0,1} \text{ V} = 0,02 \text{ V} = 20 \text{ mV}$ . Antwoord B.

**Opmerking**

Deze opgave kan wat verwarrend zijn voor wie denkt dat er 200 mW aan de hele schakeling wordt toegevoerd. Dan zou het vermogen niet naar een weerstand van 5 ohm maar naar 5,1 ohm worden toegevoerd (als de luidsprekerweerstand zuiver Ohms zou zijn, wat hij niet helemaal is). Dat zou leiden tot een vervelend stukje rekenwerk. In de opgave wordt echter duidelijk gesproken over "het aan de luidspreker toegevoerde vermogen". Waarvan akte.

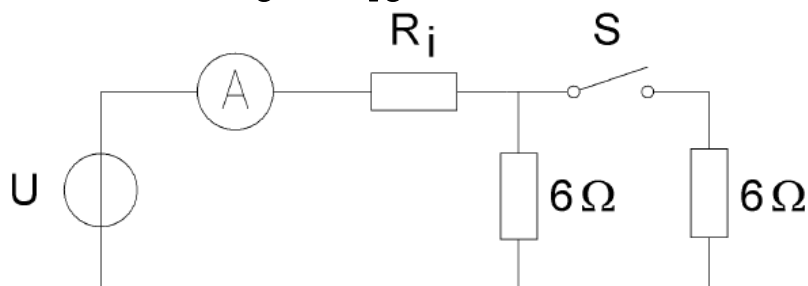


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 15.5.13 Uitwerking van Opgave 15-13



De ampèremeter met een inwendige weerstand  $R_i$  wijst 4 ampère aan. Met gesloten schakelaar  $S$  wijst de ampèremeter 7 ampère aan. De spanning  $U$  en de inwendige weerstand  $R_i$  zijn:

- A. 26 V en 1  $\Omega$
- B. 28 V en 1  $\Omega$**
- C. 24,5 V en 0,5  $\Omega$
- D. 26 V en 0,5  $\Omega$

**Uitwerking**

Als de schakelaar gesloten is, staan de twee weerstanden van 6 ohm parallel en zijn samen 3 ohm. De vraagstelling kan daarom worden vereenvoudigd tot: een niet-ideale bron met inwendige weerstand  $R_i$  levert 4 A bij een belasting met 6  $\Omega$ . Bij een belasting met 3  $\Omega$  levert hij 7 A. Bereken de EMK en  $R_i$ .

Bij een belasting van  $R_i + 6 \Omega$  loopt er een stroom van 4A.

Bij een belasting van  $R_i + 3 \Omega$  loopt er een stroom van 7A. Dus:

$U = 4A * (R_i + 6\Omega)$  en  $U = 7A * (R_i + 3\Omega)$ . Er zijn dus twee uitdrukkingen gelijk aan  $U$  en dus ook gelijk aan elkaar. Voor het gemak laten we de eenheden weg:

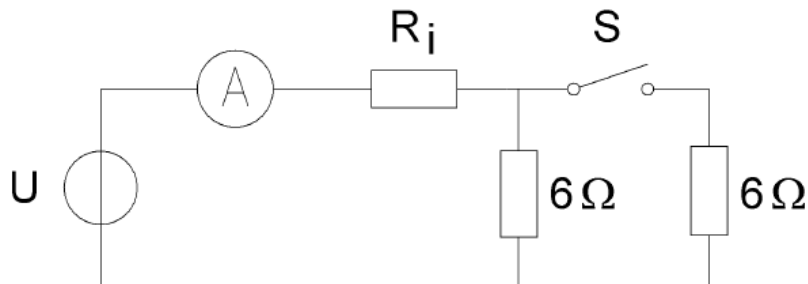
$$4(R_i + 6) = 7(R_i + 3) \rightarrow 4R_i + 24 = 7R_i + 21 \rightarrow 3R_i = 3 \rightarrow R_i = 1$$

Uitkomst:  $R_i = 1\Omega$ . Nu  $U$  nog. Daarvoor gebruiken we het eerste gegeven: er loopt 4 A bij een belasting van 6+1 ohm is 7  $\Omega$ .  $U = 4A * 7\Omega = 28 V$

Dat controleren we met het tweede gegeven:  $U = 7A * 4\Omega = 28 V$ . Klopt. Antwoord B.

**Dit was naar de maatstaven van het zendexamen een nogal wiskundige benadering. Als je daar niet uitkomt (wat geen schande is), is het bij een examen het verstandigste, verder te gaan met de volgende opgave en als je aan het eind nog tijd hebt, terug te gaan naar die lastige opgave(n) en te kijken of je met de vier antwoorden iets kunt. Bij deze opgave is dat het geval. Kijk maar.**

Voor  $R_i$  zijn er maar twee keuzes: 1 en 0,5 ohm, dus daar beginnen we mee. Rekentechnisch is 1 ohm de gemakkelijkste, want zonder breuken. Die proberen we eerst. Hieronder komt nog eens het schema, want we zitten op een nieuwe bladzijde.



Als  $R_i = 1\ \Omega$ , dan is de belasting van de bron bij geopende schakelaar  $6\ \Omega + 1\ \Omega = 7\ \Omega$  en bij gesloten schakelaar  $3\ \Omega + 1\ \Omega = 4\ \Omega$ .

Bij  $7\ \Omega$  loopt er  $4\ A$  en bij  $4\ \Omega$  loopt er  $7\ A$ , zei de meter.  $U = IR$  zegt de heer Ohm en voor beide situaties levert dat  $28\ V$  op. En daarmee hebben we antwoord B te pakken. Met een beetje geluk gaat het op deze manier dus ook goed.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

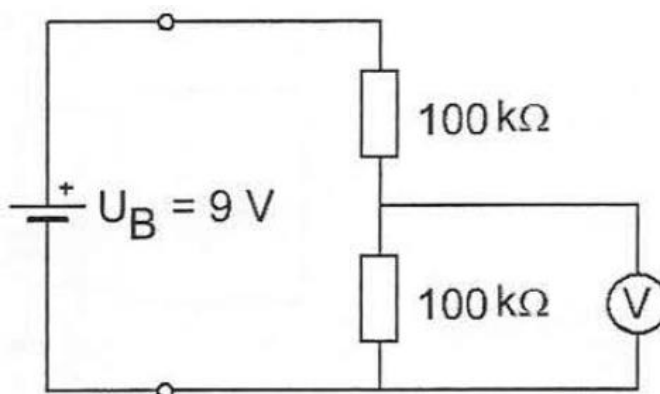


### 15.5.14 Uitwerking van Opgave 15-14

De voltmeter met een inwendige weerstand van 10 kilo-ohm per volt in ingesteld op het bereik van 10 volt. De inwendige weerstand van de batterij is te verwaarlozen.

De voltmeter wijst aan:

- A. 3 V
- B. 4,5 V
- C. 1 V
- D. 6 V



#### Uitwerking

De weerstand  $R_M$  van de meter is  $10 \text{ V} * 10 \text{ k}\Omega/\text{V} = 100\text{k}\Omega$ .

De meter staat parallel aan de onderste weerstand van eveneens  $100 \text{ k}\Omega$ . Samen is dat  $50 \text{ k}\Omega$ . We hebben dus te maken met een spanningsdeler van  $100 \text{ k}\Omega$  boven en  $50 \text{ k}\Omega$  onder.

De spanning op het knooppunt is dan  $50/(100+50)=1/3$  van  $9 \text{ V}$  is  $3 \text{ V}$ . Antwoord A dus.

#### Opmerking

Zonder voltmeter zou hier  $5 \text{ V}$  op het knooppunt hebben gestaan. De meter levert dus een flinke meetfout! Dat zien we terug in de volgende opgave, waarin twee weerstanden van  $100 \Omega$  dezelfde rol vervullen als hier de twee van  $100 \text{ k}\Omega$



Terug naar de opgave

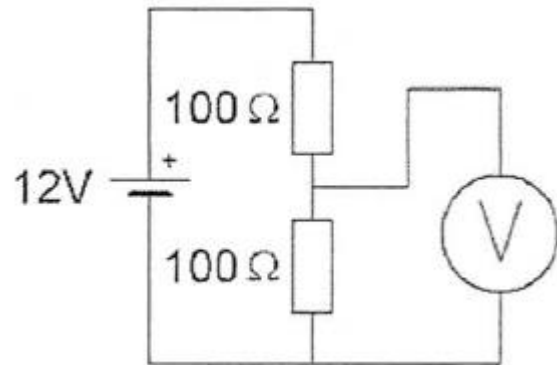
Naar de volgende opgave



**15.5.15 Uitwerking van Opgave 15-15**

De voltmeter wijst aan:

- A. 6 V
- B. 12 V
- C. 3 V
- D. 0 V

**Uitwerking**

Dit is een eenvoudige spanningsdeler met twee weerstanden van 100 ohm. De meterweerstand is in dit soort situaties gemakkelijk zo hoog dat die verwaarloosd mag worden. In dit geval staat op het knooppunt van de spanningsdeler de helft van 12 V is 6 V en dat hoort de meter ook aan te wijzen. Antwoord A.



Terug naar de opgave

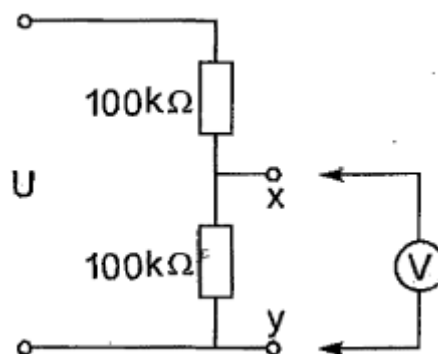
Naar de volgende opgave



### 15.5.16 Uitwerking van Opgave 15-16

De voltmeter heeft een inwendige weerstand van 200 kilo-ohm. Wanneer de spanning tussen de punten X en Y met deze voltmeter wordt gemeten, bedraagt de meetfout ongeveer:

- A. 2%
- B. 10%
- C. 40%
- D. 20%

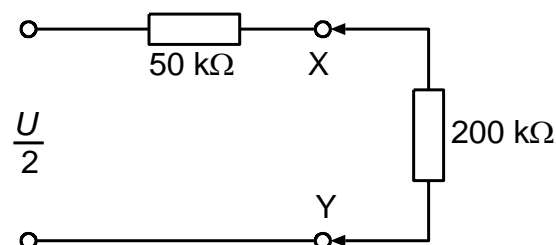


#### Uitwerking

Zonder meter is de spanning tussen X en Y gelijk aan  $0,5 U$ . De waarde van  $U$  doet er hier strikt genomen niet toe, maar laten we uitgaan van 100 V. Dat rekt voor sommigen gemakkelijker. Dan wordt de spanning tussen X en Y zonder meter gelijk aan

$$100 \text{ V} * \frac{100}{100 + 100} = 50 \text{ V}$$

De spanningsdeler is te vervangen door de parallelweerstand van de twee weerstanden van de spanningsdeler; dat is de helft van hun waarde. De bronspanning  $U$  moet daarbij ook worden gehalveerd, dus dat wordt  $U/2$ . Dan wordt de schakeling hieronder de vervangingschakeling:



De spanning tussen X en Y wordt dan

$$\frac{100 \text{ V}}{2} * \frac{200}{200 + 50} = 40 \text{ V}$$

In plaats van de werkelijke 50 V meten we dus 40 V. Dat is 10 V minder dan 50 V, een meetfout van 10V. 10V is 20 % van de "echte" waarde die 50 V is. Antwoord D.

#### Opmerkingen

Het mag natuurlijk ook helemaal algebraïsch zonder aangenomen waarde voor  $U$ . Liefhebber: ga je gang!

Uitgangspunt bij de berekening is dat  $U$  uit een weerstandsvrije (ideale) bron komt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

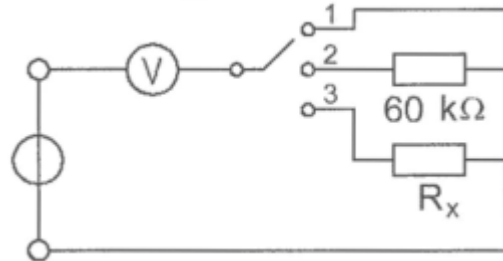


### 15.5.17 Uitwerking van Opgave 15-17

De meter wijst aan in stand 1: 10 V; in stand 2: 5 V en in stand 3: 2,5 V.

De waarde van  $R_x$  is:

- A. 180 k $\Omega$
- B. 90 k $\Omega$
- C. 30 k $\Omega$
- D. 20 k $\Omega$



#### Uitwerking

De meetwaarde van 10 V bij stand 1 is de spanning van de bron. De 5 V in stand 2 is de helft van de bronspanning. Daaruit blijkt dat de inwendige weerstand van de meter gelijk moet zijn aan de serieweerstand van 60 k $\Omega$ .

Als de meter in serie staat met  $R_x$ , staat er 2,5 V over de meter en dus 7,5 V over  $R_x$ . Dat is een verhouding van 1 : 3. De weerstand van  $R_x$  is daarom 3x zo groot als die van de meter, want door beide loopt dezelfde stroom. Dan is  $R_x$  gelijk aan 3 keer 60 k $\Omega$  is 180 k $\Omega$ . Dat is antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

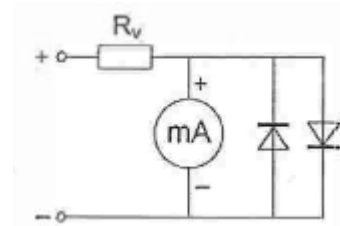




### 15.5.18 Uitwerking van Opgave 15-18

Over een meter worden vaak 2 siliciumdiodes tegengesteld parallel geschakeld. Dit wordt gedaan om:

- A. De karakteristiek van de meter te verbeteren
- B. De meter geschikt te maken voor het meten van gelijkspanning
- C. De meter geschikt te maken voor het meten van wisselspanning
- D. **De meter te beveiligen tegen overspanning.**



### Uitwerking

De dioden dienen om de meter tegen overspanning te beveiligen. Komt de spanning over de meter boven de drempelspanning van de dioden (0,6-0,7 V voor silicium, 0,2-0,3 V voor germanium), dan zal het overgrote deel van de stroom via een diode lopen. Eigenlijk is dit hetzelfde principe als wordt toegepast in een begrenzer bij FM-detectie.

Dat is antwoord D.

### Opmerkingen

Een draaispoelmeter is een nogal teer ding en als de stroom te hoog wordt, kan het spoeltje verbranden. Ook kan de aanwijznaald bij een te grote klap krom slaan.

Een draaispoelmeter kan hooguit met 3x zijn maximale waarde belast worden. De gevoeligheid van een "kale" draaispoelmeter ligt tussen 5 en 100 mV, maar die wordt bijna altijd uitgedrukt in  $\mu\text{A}$  of mA.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 15.5.19 Uitwerking van Opgave 15-19

Een wisselstroom met een frequentie van 14 MHz in een draad van een open voedingslijn kan gemeten worden met een

- A. In de draad opgenomen koolweerstand van  $1 \Omega$  en hierover een draaispoelmeter
- B. In de draad opgenomen koolweerstand van  $1 \Omega$  en hierover een draaispoelmeter in serie met een diode**
- C. Een dipmeter
- D. Een staandegolfmeter

#### Uitwerking

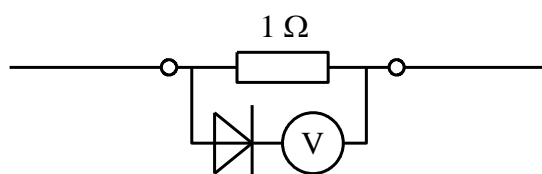
Over de koolweerstand ontstaat een wisselspanning die na gelijkrichting door de draaispoelmeter kan worden gemeten. Daar is de seriegeschakelde diode voor. Antwoord B.

#### Opmerkingen

Hier wordt niet voor niets gesproken over een koolweerstand. Bij HF-toepassingen zoals hier moet een weerstand zo min mogelijk zelfinductie hebben. Bij een draadgewonden weerstand bijvoorbeeld wordt daaraan in de verste verte niet voldaan.

Een dipmeter meet geen stroom, net zomin als een staandegolfmeter.

De meetschakeling ziet er in schemavorm uit als in de tekening hieronder



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

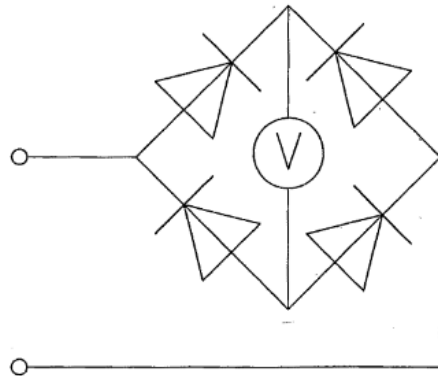


### 15.5.20 Uitwerking van Opgave 15-20

De schakeling wordt gebruikt voor het meten van een wisselspanning met een frequentie van 50 Hz.

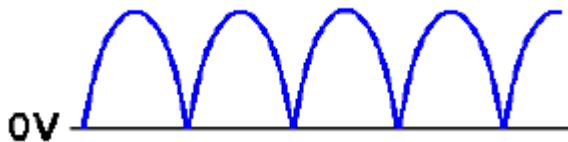
De draaispoelmeter die voor gelijkspanning geijkt is, meet van de gelijkgerichte spanning

- A. De gemiddelde waarde
- B. De effectieve waarde
- C. Het kwadraat van de effectieve waarde
- D. De topwaarde



#### Uitwerking

De dubbelfasige gelijkrichting levert een spanning van 100 Hz die er zó uitziet:



Als de meter voor gelijkspanning is geijkt, meet het instrument de gemiddelde waarde. Dat doet de meter ook bij een niet gelijkgerichte zuivere wisselspanning. Die heeft een gemiddelde waarde van 0. Conclusie: antwoord A.

#### Opmerkingen

De gemiddelde waarde van de spanning in de grafiek is gelijk aan  $\frac{2}{\pi} * U_{max} \approx 0,64U_{max}$ .

Voor het weergeven van de effectieve waarde zou de meter een aangepaste schaal moeten krijgen.

De meter zou de maximale waarde (topwaarde) aangeven als de output van de gelijkrichter eerst zou zijn toegevoerd aan een filter met een condensator van voldoende capaciteit.



Terug naar de opgave

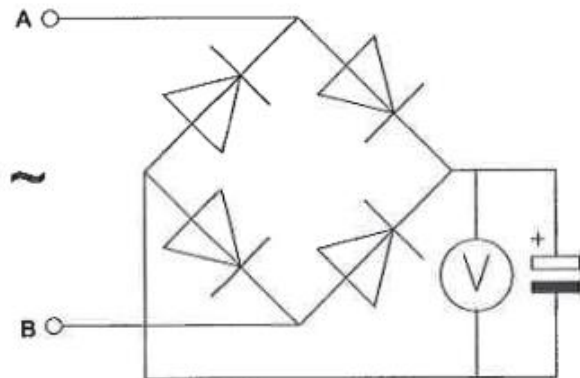
Naar de volgende opgave



### 15.5.21 Uitwerking van Opgave 15-21

Een voor gelijkspanning geijkte draaispoelmeter wordt via een diodebrug aangesloten op een sinusvormige wisselspanning van 1 kHz. De meter wijst van de spanning tussen A en B aan:

- A. De maximale waarde
- B. De effectieve waarde
- C. De gemiddelde waarde
- D. De maximale waarde



#### Uitwerking

Omdat over de voltmeter een elco staat, zal de meter bij de gegeven frequentie (maal 2) de maximale waarde aanwijzen. Antwoord A.

#### Opmerking

Zou de condensator ontbreken, dan zou de meter de gemiddelde waarde aanwijzen (zie Opgave 15-20).



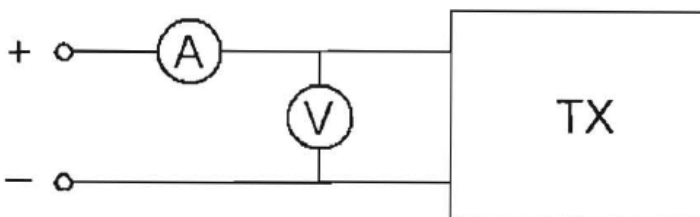
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 15.5.22 Uitwerking van Opgave 15-22

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



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

#### Uitwerking

Een ampèremeter hoort een zo laag mogelijke weerstand te hebben en een voltmeter een zo hoog mogelijke. Dan is de keus eenvoudig: antwoord B.

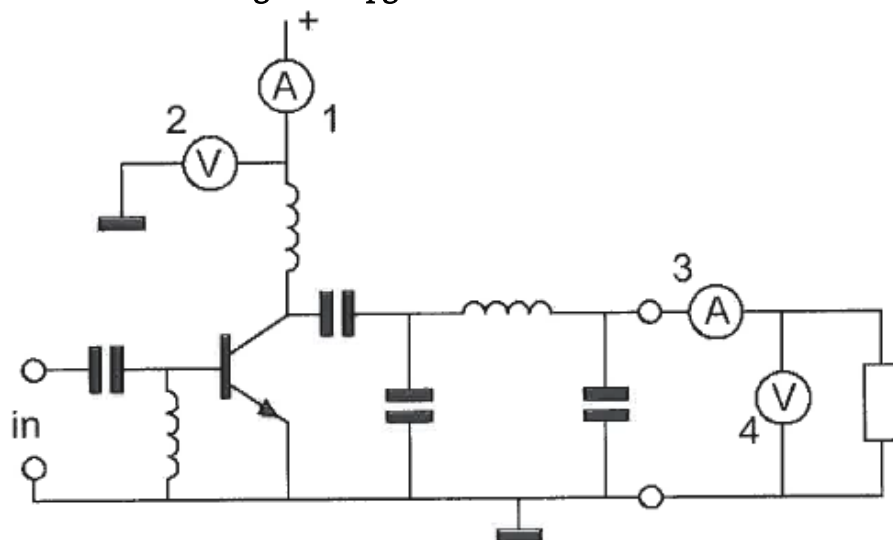


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 15.5.23 Uitwerking van Opgave 15-23



Een zendereindtrap is afgesloten met een belastingsweerstand. Het afgegeven hoogfrequentvermogen wordt bepaald door vermenigvuldiging van de waarden, aangewezen door de meters

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

## Uitwerking

Het afgegeven vermogen van een zender is het vermogen dat op de uitgang beschikbaar is. Om dat te bepalen, moet ná en niet vóór de uitgang worden gemeten. Meters 1 en 2 meten het **opgenomen** vermogen, dus die vallen af. Meters 3 en 4 staan op de juiste plaats voor het meten van het **afgegeven** vermogen, dat wordt gevonden via de vergelijking  $P = UI$ . Antwoord C is goed.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

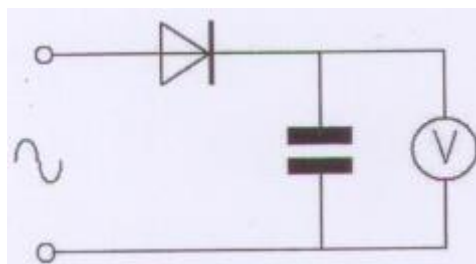


### 15.5.24 Uitwerking van Opgave 15-24

Een ideale voltmeter, geijkt voor gelijkspanning, wordt via een gelijkrichter aangesloten op een sinusvormige wisselspanning met een effectieve waarde van 10 volt.

De meter zal dan ongeveer aanwijzen:

- A. 10 V
- B. 9 V
- C. 14,1 V
- D. 7,1 V



### Uitwerking

Door de aanwezige condensator zal de meter de maximale spanning  $U_{max}$  van de sinus aangeven. Die is  $\sqrt{2} \approx 1,41$  maal de effectieve spanning  $U_{eff}$ , zodat we met  $1,41 * 10 \text{ V} = 14,1 \text{ V}$  belanden bij antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.25 Uitwerking van Opgave 15-25

Bij het bepalen van het zendvermogen gebruikt men een kunstbelasting (dummy load). Deze kunstbelasting bevat altijd een:

- A. Antenne
- B. Zelfinductie
- C. Capaciteit
- D. Weerstand**

#### Uitwerking

Een kunstbelasting (kunstantenne of dummy load) moet frequentie-onafhankelijk zijn. Daarbij past geen zelfinductie of capaciteit en evenmin een antenne die zich nu eenmaal altijd frequentie-afhankelijk gedraagt. Er is maar één keus: antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 15.5.26 Uitwerking van Opgave 15-26

De belangrijkste component van een breedband-kunstantenne is een

- A. Luchtspoel
- B. IJzerkern-spoel
- C. **Niet-inductieve weerstand**
- D. Draadgewonden weerstand

#### Uitwerking

Een breedband-kunstantenne moet inductievrij (in de praktijk: zeer inductie-arm) zijn omdat hij onafhankelijk van de frequentie eenzelfde weerstand (impedantie), namelijk 50 ohm, moet hebben. Alles wat draadgewonden is, is wèl frequentie-afhankelijk en valt dus af. Iets met capaciteit ook, maar dat staat niet in het rijtje antwoorden. Dan blijft alleen de niet-inductieve weerstand, antwoord C, over.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.27 Uitwerking van Opgave 15-27

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

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

#### **Uitwerking**

Die aanpassing wordt gecontroleerd met een staandegolfmeter (SWR-meter of SGV-meter). SWR is de verhouding van de som van de spanningsamplitudes van heengaande en terugkerende golven gedeeld door het verschil van die twee. Het is ook de impedantie van zenderuitgang gedeeld door die van de daarop aangesloten transmissielijn en antenne.

Onmiskenbaar antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

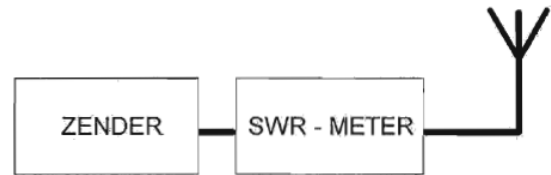


### 15.5.28 Uitwerking van Opgave 15-28

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

Dit betekent dat de:

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



#### Uitwerking

Wie dit op zijn/haar SWR-meter ziet, doet er goed aan, de zender onmiddellijk uit te zetten, want bijna alle vermogen wordt uit het systeem kabel-antenne teruggereflecteerd naar de zender. De antenne-aanpassing is met een impedantieverhouding van  $50\ \Omega : 2,5\ \Omega$  of  $50\ \Omega : 1000\ \Omega$  zeer slecht en riskant voor het overleven van de zender.

Geen andere conclusie mogelijk dan antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.29 Uitwerking van Opgave 15-29

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

- A. Gereflecteerde energie
- B. Uitgangsimpedantie van de zender
- C. Golflengte van het uitgezonden signaal
- D. Antenneversterking

#### **Uitwerking**

Een staandegolfmeter meet de verhouding van naar de antenne toegevoerde energie en wat daarvan door de antenne (en/of de kabel) wordt gereflecteerd. Dat betekent dat antwoord A goed is.

#### **Opmerking**

Antwoord B zou goed zijn als de verhouding van uitgangsimpedantie van de zender met de impedantie van kabel en antenne zou zijn genoemd, maar het blijft bij de zender. Dat is maar de helft van het verhaal en dus niet goed. De antwoorden C en D komen uit een dikke duim.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.30 Uitwerking van Opgave 15-30

Indien een 3-30 MHz staande golfmeter op UHF wordt toegepast, dan zullen aflezing en nauwkeurigheid

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

#### **Uitwerking**

Een 3-30 MHz SWR-meter is bijna op voorhand ongeschikt voor UHF. De oppikstukjes zijn te groot, kleine capaciteitjes gaan op UHF plotseling een grote rol spelen en hetzelfde geldt voor stukjes bedrading die op HF van geen belang lijken en op UHF niet te verwaarlozen zelfinducties opleveren. Kortom: begin er niet aan en koop of maak een specialistisch apparaatje voor hoge frequenties. Die vrij dure SWR-meter op één van de foto's in hoofdstuk 15 heeft niet voor niets twee schakelingen voor verschillende frequentiegebieden. Antwoord C.



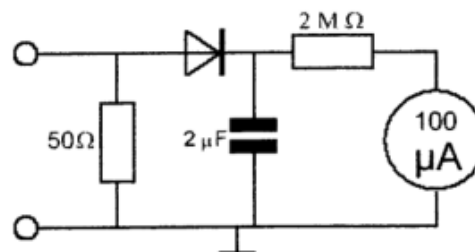
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 15.5.31 Uitwerking van Opgave 15-31

Met de schakeling wordt de Peak Envelope Power (PEP) van een enkelzijbandzender gemeten. De condensator moet een waarde van ongeveer  $2 \mu\text{F}$  hebben om



- De aanwijzing de snelle verandering van de modulatie te laten volgen
- De effectieve waarde van de wisselspanning te meten
- Uitstraling van harmonischen door de meter te voorkomen
- De aanwijzing onafhankelijk te maken van de golfvorm van de omhullende**

#### Uitwerking

De weerstand van  $2 \text{ M}\Omega$  en de draaispoelmeter maken samen een voltmeter met een inwendige weerstand van  $2 \text{ M}\Omega$  (onder verwaarlozing van de weerstand van de draaispoelmeter zelf). De condensator en de weerstand hebben een tijdconstante van  $2 \mu\text{F}$  maal  $2 \text{ M}\Omega$  is 4 seconden (hoofdstuk 5). Hierdoor en door de traagheid die een draaispoelmeter nu eenmaal eigen is, zal de meter de maximale amplitude van het aangeboden signaal laten zien en niet de de omhullende volgen. Die maximale amplitude is nodig om de PEP uit te rekenen volgens  $P = \frac{U_{max}^2}{(2 * 50 \Omega)}$ .

Als we nu de vier antwoorden nalopen, blijft er maar één zinnig exemplaar over: antwoord D.

#### Opmerking 1

Zoek niet te veel achter de waarde van  $2 \mu\text{F}$ . Die steekt niet zo nauw. Kies hem in een voorkomend geval niet al te veel lager; hoger kan prima: met  $5 \mu\text{F}$  gaat het ook goed.

#### Opmerking 2

Je kunt ook de spanning bij volle meteruitslag uitrekenen: bij een serieweerstand is de meterweerstand zelf verwaarloosbaar. Bij welke spanning loopt er  $100 \mu\text{A}$  door de meter? Bij toepassing van de wet van Ohm krijg je bij gebruik van  $\text{M}\Omega$  en  $\mu\text{A}$  een uitkomst in V. Dus  $2 * 100 \text{ V} = 200 \text{ V}$ .



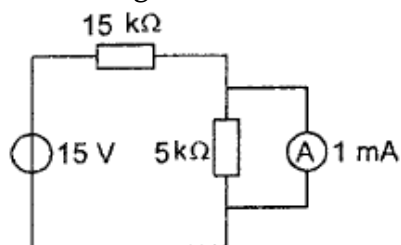
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

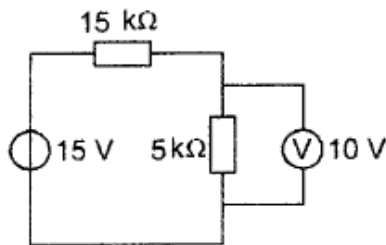


### 15.5.32 Uitwerking van Opgave 15-32

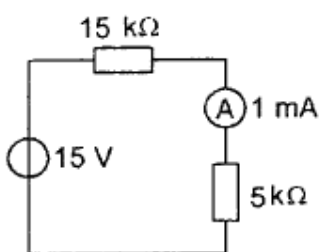
Bij welke schakeling staat de wijzer van de meter precies op het einde van de schaal? De meters mogen als ideaal worden verondersteld.



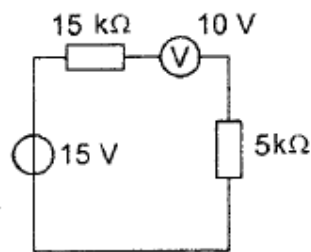
schakeling 1



schakeling 2



schakeling 3



schakeling 4

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

### Uitwerking

In schakeling 1 wordt de weerstand van  $5\text{ k}\Omega$  kortgesloten door de meter. Resteert de weerstand van  $15\text{ k}\Omega$  waar  $15\text{ V}$  overheen staat; stroom dus  $15\text{ V}/15\text{ k}\Omega = 1\text{ mA}$ .

In schakeling 2 staat over de weerstand van  $5\text{ k}\Omega$   $5/(15 + 5) * 15\text{ V} = 3,75\text{ V}$ .

In schakeling 3 loopt door de meter een stroom van  $15\text{ V}/(5 + 15)\text{ k}\Omega = 0,75\text{ mA}$

In schakeling 4 loopt met een ideale voltmeter ( $R=\infty$ ) geen stroom. Die meter zou  $15\text{ V}$  moeten aanwijzen, maar is gemaakt voor  $10\text{ V}$ . De wijzer staat voorbij het eind van de schaal.

Als we dit nalopen, staat alleen in schakeling 1 de wijzer aan het eind van de schaal.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 15.5.33 Uitwerking van Opgave 15-33

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

- A. Laag
- B. Zeer hoog**
- C. Nul
- D. 10 k $\Omega$

### Uitwerking

Een meter voor spanningen (voltmeter) heeft altijd een hoge ingangsweerstand. Dat geldt voor een digitale meter nog meer dan voor een analoge. Een digitale meter heeft voor een spanningsbereik minimaal 1 M $\Omega$ . Antwoord B dus.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.34 Uitwerking van Opgave 15-34

Aan een milliampèremeter met een eigen weerstand van 50 ohm en een meetgebied van 0,5 mA wordt een weerstand van 5 ohm parallel geschakeld. Bij volle uitslag van de meter is de totale stroom door deze meetschakeling:

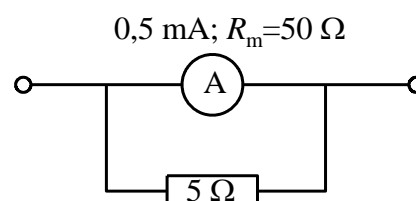
- A. 4,5 mA
- B. 0,55 mA
- C. 5,5 mA**
- D. 5 mA

#### Uitwerking

Een tekening kan hier misschien helpen. Als de meter volle uitslag geeft, loopt daar 0,5 mA doorheen. Door de weerstand van 5 ohm die 10x zo klein is als de meterweerstand, moet dan 10x zoveel stroom lopen als door de meter. Dat moet 5 mA zijn.

Dan loopt door de hele schakeling  $0,5 \text{ mA} + 5 \text{ mA} = 5,5 \text{ mA}$ . (Deze optelling is op een examen net iets om te vergeten!).

Dat komt neer op antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**15.5.35 Uitwerking van Opgave 15-35**

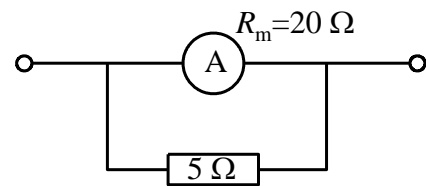
Een ampèremeter heeft een inwendige weerstand van 20 ohm. Met een parallelweerstand van 5 ohm is het meetgebied 20 mA. Het meetgebied van de meter zonder parallelweerstand is

- A. 4 mA
- B. 15 mA
- C. 16 mA
- D. 5 mA

**Uitwerking**

Net als bij de vorige opgave kan een tekening hier verhelderend zijn. Tenslotte is het eigenlijk ongeveer de vorige opgave, maar dan min of meer achterstevoren.

De meterweerstand is 20 ohm. Dan loopt door de parallelweerstand  $20/5$  is 4 keer zoveel stroom als door de meter zelf. Dus: 1 deel loopt door de meter, 4 delen door de shuntweerstand, samen 5 delen. Als het meetgebied van de hele schakeling 20 mA is, is 1 deel  $20 \text{ mA}/5$  is 4 mA. Dan is de meter zonder shunt dus gebouwd op die 4 mA. Antwoord A.



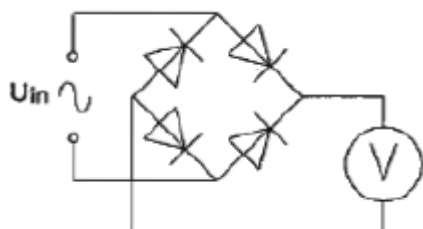
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



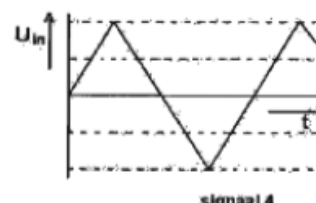
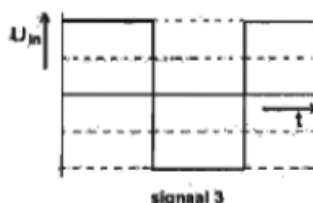
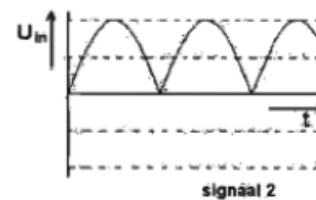
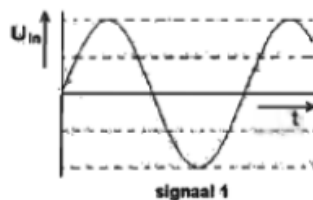
### 15.5.36 Uitwerking van Opgave 15-36

Met de schakeling worden achtereenvolgens vier signalen met gelijke amplitude gemeten.



De grootste uitslag treedt op bij:

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



### Uitwerking

Bij gelijkrichting zonder condensator die na gelijkrichting de maximale spanning een tijdje vasthoudt, zoals hier, meet een voltmeter gemiddelde spanning van het gelijkgerichte signaal. Daar komt de blokspanning als hoogste uit, want die levert na gelijkrichting nagenoeg een gelijkspanning met de amplitude van het oorspronkelijke signaal min  $2 \times 0,7$  V. Dat komt door de drempelspanning van de gelijkrichtdioden maar dat geldt voor elk dubbelfasig gelijkgericht signaal. Dat komt alles bij elkaar neer op signaal 3 als prijswinnaar en dat is antwoord A.



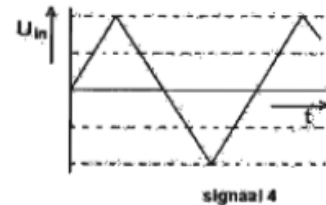
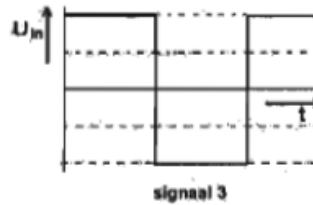
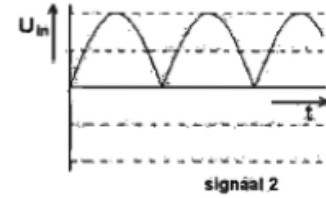
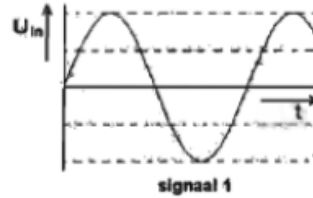
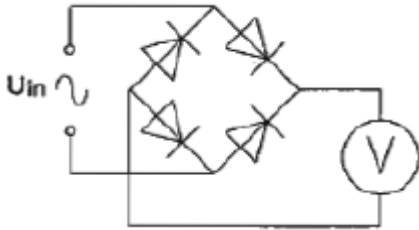
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 15.5.37 Uitwerking van Opgave 15-37

Met de schakeling worden achtereenvolgens vier signalen met gelijke amplitude gemeten.



De kleinste uitslag treedt op bij:

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

#### Uitwerking

Deze opgave lijkt op de vorige, maar nu wordt de kleinste gemiddelde waarde gevraagd. Een lijstje van gemiddelde waarden van dubbelfasig gelijkgerichte signalen in verhouding tot hun amplitude is:

Sinus:  $\frac{2}{\pi} \approx 0,64$

Blok: 1

Driehoek:  $\frac{1}{2}$

Een gelijkgerichte sinus (signaal 2) blijft na gelijkrichting een gelijkgerichte sinus, dus bij signaal 2 verandert alleen de amplitude met  $2 \times 0,7$  V, net als trouwens bij de andere signalen.

Uit het lijstje blijkt dat de driehoeksspanning de kleinste gemiddelde waarde geeft. Alweer antwoord A.

#### Opmerking

De driehoeksspanning wordt niet genoemd in de exameneisen.

**Onthouden: enkelfasige gelijkrichting leidt tot halvering van de drie getallen in de lijst.**



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.38 Uitwerking van Opgave 15-38

Een frequentiemeting kan het meest nauwkeurig worden uitgevoerd met een

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

#### Uitwerking

De nauwkeurigste van het lijstje is de frequentieteller (antwoord A)

#### Opmerkingen

Een absorptiefrequentiemeter is een onnauwkeurig en volstrekt verouderd analogo apparaat.

Met een dipper meet je geen frequenties, maar de resonantiefrequentie van een niet-aangesloten kring.

Een oscilloscoop is een mooi meetinstrument, maar **nauwkeurig** frequenties meten lukt er niet mee.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**15.5.39 Uitwerking van Opgave 15-39**

De nauwkeurigheid van een frequentieteller wordt bepaald door de:

- A. Frequentiedeler
- B. Uitleesindicator
- C. Ingangsverzwakker
- D. **Kristaloscillator**

**Uitwerking**

Als het om een digitale frequentieteller gaat, is het antwoord de kristaloscillator. De deler zelf is alleen afhankelijk van zijn input, een ingangsverzwakker is niet aan de orde (wel bij ontvangers) en een uitleesindicator .... Tja, wat wordt hiermee bedoeld? Kortom, antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.40 Uitwerking van Opgave 15-40

De nauwkeurigheid van een digitale frequentiemeter wordt bepaald door de

- A. Ingangsimpedantie van de meetprobe
- B. Kabellengte van de meetprobe
- C. Tijdbasis-oscillator**
- D. Ingangsversterkertrap

#### Uitwerking

De nauwkeurigheid van een frequentieteller (= digitale frequentiemeter) wordt bepaald door de tijdbasis, oftewel de kristaloscillator. Die bepaalt de teltijd en als die maar klopt, klopt het meetresultaat ook (mits de conversie van sinus- naar pulsspanning goed verloopt, maar die staat niet in het rijtje). Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**15.5.41 Uitwerking van Opgave 15-41**

In een frequentieteller bepaalt een 100 kHz-kristal de meettijd. Het kristal heeft een afwijking van 1 Hz. Met deze teller wordt de frequentie van een 145 MHz signaal gemeten. De meetfout is dan:

- A. 145 Hz
- B. 1 kHz
- C. 1,45 kHz
- D. 1 Hz

**Uitwerking**

De afwijking van de tijdbasis bepaalt de meetfout. De afwijking bedraagt

$$\frac{1\text{ Hz}}{100\text{ kHz}} = 1 \cdot 10^{-5}$$

De meetfout in Hz is afwijking maal te meten frequentie:

$$1 \cdot 10^{-5} \cdot 145\text{ MHz} = \frac{145 \cdot 10^6\text{ Hz}}{10^5} = 145 \cdot 10^1\text{ Hz} = 1450\text{ Hz}$$

En dat is hetzelfde als 1,45 kHz. Antwoord C dus.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



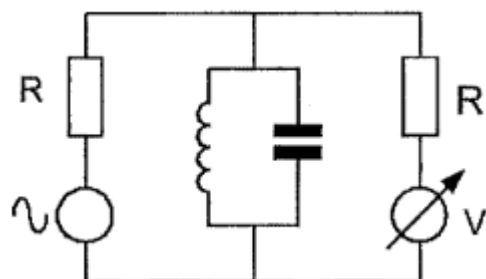


### 15.5.42 Uitwerking van Opgave 15-42

Met deze meetopstelling wordt de resonantiefrequentie van de kring bepaald.  $R_i$  is de inwendige weerstand van de voltmeter.

Wat is juist?

- A.  $R$  is: laag;  $R_i$  is: laag
- B.  $R$  is: laag;  $R_i$  is: hoog
- C.  $R$  is: hoog;  $R_i$  is: hoog**
- D.  $R$  is: hoog;  $R_i$  is: laag



#### Uitwerking

Een behoorlijke voltmeter is hoogohmig. Daarmee vallen de antwoorden A en D af. In dit geval is dat des te belangrijker, omdat een lage inwendige weerstand van de voltmeter ook nog eens de  $Q$  van de afgestemde kring laag maakt, zeg maar: bederft.

De generator links gedraagt zich als een spanningsbron en moet terwille van de  $Q$  van de kring hoogohmig worden gemaakt. Dat gebeurt met behulp van weerstand  $R$ . Die moet dus ook hoogohmig zijn. Dan blijft antwoord C over.

#### Opmerkingen

De voltmeter moet hier natuurlijk een exemplaar voor wisselspanning zijn, maar er is nog iets: de voltmeter is getekend als ideale voltmeter, dus met een oneindige inwendige weerstand. Dan hoort de eindige “echte” inwendige weerstand  $R_i$  er parallel aan te zijn getekend en niet in serie, zoals hier.

De wisselspanningsbron links is niet getekend als bron. Dan hoort de leiding door de cirkel te lopen. De cirkel die er staat is, tegenwoordig geen bronteken meer. De serieweerstand is volgens de tekst van de vraag een aangebracht exemplaar en dus niet een inwendige bronweerstand.

Kortom: een nogal slordig geheel. Het duikt echter met enige regelmaat in examens op.

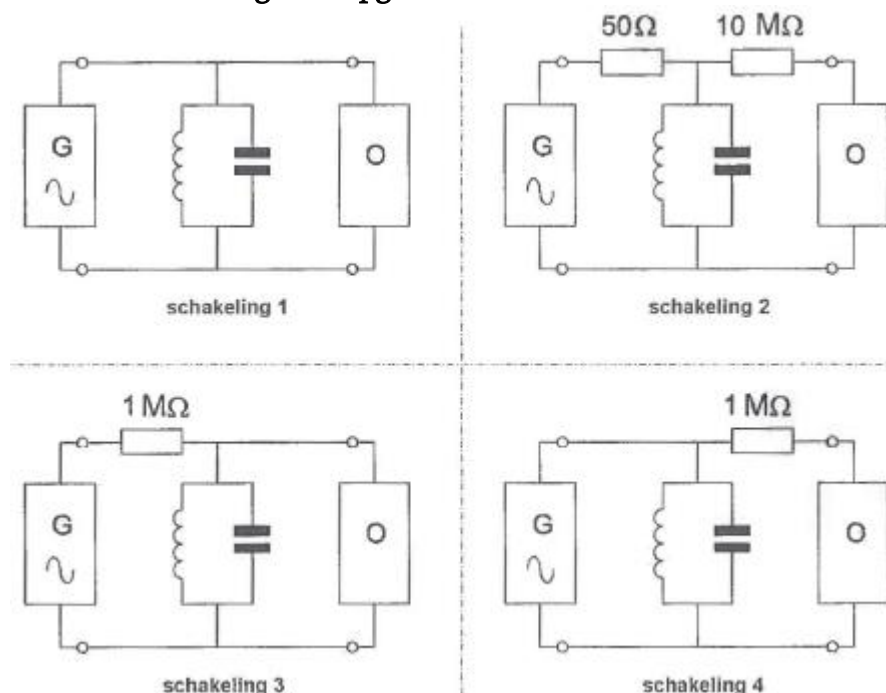


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 15.5.43 Uitwerking van Opgave 15-43



Met behulp van een signaalgenerator (G) en een oscilloscoop (O) wordt de resonantiefrequentie van een parallelkring bepaald (1-5 MHz). De uitgangsimpedantie van de generator is  $50\ \Omega$ , de ingangsimpedantie van de scoop is  $10\ \text{M}\Omega$ . De beste schakeling is

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

**Uitwerking**

Om de resonantiefrequentie van de kring redelijk scherp te bepalen, moet  $Q$  van de kring niet te klein zijn. Een goede oplossing is, tussen de laagohmige generator en de kring een flinke weerstand op te nemen. De ingangsweerstand van de scoop is met  $10\ \text{M}\Omega$  hoog genoeg. Dan is  $1\ \text{M}\Omega$  tussen G en kring een goede keuze. Die beïnvloedt de scoopmeting maar weinig. Dan is schakeling 3 de goede. Antwoord C.

**Opmerkingen**

De  $50\ \Omega$  van schakeling 2 is zinloos. Er is ook geen reden, de ingangsweerstand van O te verdubbelen met  $10\ \text{M}\Omega$  extra. De  $1\ \text{M}\Omega$  in schakeling 4 doet bijna niets; O had al  $10\ \text{M}\Omega$ .



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.44 Uitwerking van Opgave 15-44

Met een dipmeter bepaalt men:

- A. Het zendvermogen
- B. De staandegolfverhouding
- C. De frequentiezwaaai van een FM-zender
- D. **De resonantiefrequentie van een kring**

#### **Uitwerking**

Een dipmeter is te gebruiken voor het bepalen van de resonantiefrequentie van een afgestemde kring. Daar is het apparaat voor gemaakt. De afgestemde kring onttrekt op de resonantiefrequentie energie aan de dipper. Dat is af te lezen aan de stand van het draaispoelmetertje dat op de resonantiefrequentie een lagere aanwijzing (dip) vertoont. Dat betekent antwoord D.

#### **Opmerking**

Voor de andere drie toepassingen is een dipper ongeschikt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.45 Uitwerking van Opgave 15-45

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

- A. Capacitief met de condensator, met seriec capaciteit
- B. Capacitief met de condensator, met koppelsnoeren
- C. Inductief met de spoel, met zeer vaste koppeling
- D. **Inductief met de spoel, met zeer losse koppeling**

#### Uitwerking

De uitwerking staat bijna letterlijk in de cursustekst. Een dipper koppelt via zijn “buitenboordspoel” altijd inductief. Om de afstemming van de dipper zo min mogelijk te laten beïnvloeden door de te bemeten kring, moet de koppeling zo los mogelijk zijn. Een vaste koppeling met de kring is OK om de dip te vinden. Is die eenmaal gevonden, dan wordt de afstand tussen dipper en kring net zolang vergroot tot de dip nog net waarneembaar is.

Antwoord D is daarom het juiste antwoord.

#### Opmerking

Een dipper is typisch een instrument dat je in de hand moet houden. Het gebruikt geen meetsnoeren of iets van dien aard.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**15.5.46 Uitwerking van Opgave 15-46**

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

- A. Dipmeter
- B. Universeelmeter
- C. Digitale voltmeter
- D. Frequentieteller

**Uitwerking**

Voor losse (niet-aangesloten) kringen is een dipper het enige instrument waarmee iets kan worden gemeten. Dat leidt vanzelf naar antwoord A.

**Opmerkingen**

Een frequentieteller is de tweede frequentiemeter in het rijtje. Daarvoor moet er wel een signaal zijn. Dat is niet het geval niet bij een kring die nergens op is aangesloten.

Universeelmeters en digitale voltmeters zijn geen frequentiemeters, dus die vallen onmiddellijk af.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.47 Uitwerking van Opgave 15-47

Een dipmeter kan worden gebruikt voor het meten van:

- A. De nauwkeurigheid van een digitale frequentiemeter
- B. Het stuurvermogen van de eindtrap van een zender
- C. De resonantiefrequentie van een kring**
- D. De vervorming van een lineaire versterkertrap

#### **Uitwerking**

Een dipmeter kan worden gebruikt voor het meten van de resonantiefrequentie van een afgestemde kring. Via de vrijwel altijd verwisselbare “buitenboord”spoel wordt de meter inductief gekoppeld aan de kring waaraan moet worden gemeten. Met een dipper kan worden gemeten aan kringen die niet in een schakeling zijn opgenomen, maar als zo’n kring alsnog in een schakeling wordt gezet, kunnen capaciteiten en zelfinducties in die schakeling van invloed zijn op de resonantiefrequentie van de kring. Oppassen dus.

Niettemin: antwoord C is goed.

#### **Opmerking**

De antwoorden A, B en D geven onmogelijkheden. Voor die metingen is andere apparatuur nodig dan een dipper.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.48 Uitwerking van Opgave 15-48

De absorptie-frequentiemeter maakt gebruik van het effect dat:

- A. Er verstemming optreedt van de frequentiemeter
- B. Er verstemming optreedt van de stralende bron
- C. Een stralende bron HF-energie absorbeert
- D. **Een stralende bron HF-energie afgeeft**

#### Uitwerking

De absorptie-frequentiemeter maakt gebruik van de energie uit een HF-stralingsbron, anders kan hij niet werken. Die bron moet dus energie afgeven. Antwoord D.

#### Opmerking

Het antwoord bij C zou goed zijn als het om een dipmeter ging. Dat is een soort omgekeerde absorptie-frequentiemeter.

De andere twee antwoorden (A en B) zijn in relatie tot een absorptie-frequentiemeter niet goed te plaatsen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 15.5.49 Uitwerking van Opgave 15-49

Een absorptie-frequentiemeter meet:

- A. **Onnauwkeurig frequenties**
- B. De  $Q$ -factor van een kring
- C. Resonantiefrequentie van een kring
- D. Zelfinductie van een kring

#### **Uitwerking**

Een absorptie-frequentiemeter is een ouderwets analoog apparaat voor frequentiemeting. De meting is weinig nauwkeurig en daarom is A het juiste antwoord,



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 15.5.50 Uitwerking van Opgave 15-50

Het belangrijkste kwaliteitskenmerk van een HF-signaalgenerator voor metingen aan ontvangers is een:

- A. Nauwkeurig instelbare verzwakker
- B. Laag stroomverbruik
- C. Snel aansprekende overspanningsbeveiliging
- D. Hoge uitgangsspanning

#### Uitwerking

Voor metingen aan ontvangers is het nodig dat er bij de meting een signaal ingaat zoals dat ook van de antenne komt: zwak dus. Daarom is een nauwkeurige verzwakker veruit het belangrijkste kwaliteitskenmerk van een HF-signaalgenerator. Die heet niet voor niets ook wel *meetzender*.

Dat draait uit op antwoord A.

#### Opmerking

Ook afscherming is bij een HF-signaalgenerator heel belangrijk. Als je enkele  $\mu\text{V}$  aan signaal nauwkeurig aan een meetobject wilt toevoeren, mag er uit het binnenste van de generator niets weglekken.



Terug naar de opgave