



Inhoudsopgave

6	50 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 6	6-5
6.1	Waarvoor dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?	6-5
6.2	Enkele opmerkingen	6-6
6.3	Formularium	6-6
6.3.1	Basisvergelijkingen: transformatie van stroom en spanning	6-6
6.3.2	Transformeren van impedanties	6-7
6.3.3	Faseverschil en serieschakeling	6-7
6.3.4	Wikkelingen met aftakkingen	6-8
6.3.5	De autotransformator	6-8
6.3.6	Afscherming	6-9
6.3.7	Spoelkernen	6-9
6.4	Opgaven	6-10
6.4.1	Opgave 6-1	6-11
6.4.2	Opgave 6-2	6-12
6.4.3	Opgave 6-3	6-13
6.4.4	Opgave 6-4	6-14
6.4.5	Opgave 6-5	6-15
6.4.6	Opgave 6-6	6-16
6.4.7	Opgave 6-7	6-17
6.4.8	Opgave 6-8	6-18
6.4.9	Opgave 6-9	6-19
6.4.10	Opgave 6-10	6-20
6.4.11	Opgave 6-11	6-21
6.4.12	Opgave 6-12	6-22
6.4.13	Opgave 6-13	6-23
6.4.14	Opgave 6-14	6-24
6.4.15	Opgave 6-15	6-25
6.4.16	Opgave 6-16	6-26
6.4.17	Opgave 6-17	6-27
6.4.18	Opgave 6-18	6-28



6.4.19	Opgave 6-19.....	6-29
6.4.20	Opgave 6-20.....	6-30
6.4.21	Opgave 6-21.....	6-31
6.4.22	Opgave 6-22.....	6-32
6.4.23	Opgave 6-23.....	6-33
6.4.24	Opgave 6-24.....	6-34
6.4.25	Opgave 6-25.....	6-35
6.4.26	Opgave 6-26.....	6-36
6.4.27	Opgave 6-27.....	6-37
6.4.28	Opgave 6-28.....	6-38
6.4.29	Opgave 6-29.....	6-39
6.4.30	Opgave 6-30.....	6-40
6.4.31	Opgave 6-31.....	6-41
6.4.32	Opgave 6-32.....	6-42
6.4.33	Opgave 6-33.....	6-43
6.4.34	Opgave 6-34.....	6-44
6.4.35	Opgave 6-35.....	6-45
6.4.36	Opgave 6-36.....	6-46
6.4.37	Opgave 6-37.....	6-47
6.4.38	Opgave 6-38.....	6-48
6.4.39	Opgave 6-39.....	6-49
6.4.40	Opgave 6-40.....	6-50
6.4.41	Opgave 6-41.....	6-51
6.4.42	Opgave 6-42.....	6-52
6.4.43	Opgave 6-43.....	6-53
6.4.44	Opgave 6-44.....	6-54
6.4.45	Opgave 6-45.....	6-55
6.4.46	Opgave 6-46.....	6-56
6.4.47	Opgave 6-47.....	6-57
6.4.48	Opgave 6-48.....	6-58
6.4.49	Opgave 6-49.....	6-59
6.4.50	Opgave 6-50.....	6-60



6.5	Uitwerkingen	6-61
6.5.1	Uitwerking van Opgave 6-1	6-62
6.5.2	Uitwerking van Opgave 6-2	6-63
6.5.3	Uitwerking van Opgave 6-3	6-64
6.5.4	Uitwerking van Opgave 6-4	6-65
6.5.5	Uitwerking van Opgave 6-5	6-66
6.5.6	Uitwerking van Opgave 6-6	6-67
6.5.7	Uitwerking van Opgave 6-7	6-68
6.5.8	Uitwerking van Opgave 6-8	6-69
6.5.9	Uitwerking van Opgave 6-9	6-71
6.5.10	Uitwerking van Opgave 6-10	6-72
6.5.11	Uitwerking van Opgave 6-11	6-73
6.5.12	Uitwerking van Opgave 6-12	6-74
6.5.13	Uitwerking van Opgave 6-13	6-75
6.5.14	Uitwerking van Opgave 6-14	6-76
6.5.15	Uitwerking van Opgave 6-15	6-77
6.5.16	Uitwerking van Opgave 6-16	6-78
6.5.17	Uitwerking van Opgave 6-17	6-79
6.5.18	Uitwerking van Opgave 6-18	6-80
6.5.19	Uitwerking van Opgave 6-19	6-81
6.5.20	Uitwerking van Opgave 6-20	6-82
6.5.21	Uitwerking van Opgave 6-21	6-83
6.5.22	Uitwerking van Opgave 6-22	6-84
6.5.23	Uitwerking van Opgave 6-23	6-85
6.5.24	Uitwerking van Opgave 6-24	6-86
6.5.25	Uitwerking van Opgave 6-25	6-88
6.5.26	Uitwerking van Opgave 6-26	6-89
6.5.27	Uitwerking van Opgave 6-27	6-90
6.5.28	Uitwerking van Opgave 6-28	6-91
6.5.29	Uitwerking van Opgave 6-29	6-92
6.5.30	Uitwerking van Opgave 6-30	6-93
6.5.31	Uitwerking van Opgave 6-31	6-94



6.5.32	Uitwerking van Opgave 6-32	6-95
6.5.33	Uitwerking van Opgave 6-33	6-96
6.5.34	Uitwerking van Opgave 6-34	6-97
6.5.35	Uitwerking van Opgave 6-35	6-98
6.5.36	Uitwerking van Opgave 6-36	6-99
6.5.37	Uitwerking van Opgave 6-37	6-100
6.5.38	Uitwerking van Opgave 6-38	6-101
6.5.39	Uitwerking van Opgave 6-39	6-102
6.5.40	Uitwerking van Opgave 6-40	6-103
6.5.41	Uitwerking van Opgave 6-41	6-104
6.5.42	Uitwerking van Opgave 6-42	6-105
6.5.43	Uitwerking van Opgave 6-43	6-106
6.5.44	Uitwerking van Opgave 6-44	6-107
6.5.45	Uitwerking van Opgave 6-45	6-108
6.5.46	Uitwerking van Opgave 6-46	6-109
6.5.47	Uitwerking van Opgave 6-47	6-110
6.5.48	Uitwerking van Opgave 6-48	6-111
6.5.49	Uitwerking van Opgave 6-49	6-112
6.5.50	Uitwerking van Opgave 6-50	6-113

6 50 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 6

6.1 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 6 hebt opgedaan, kunt toetsen aan echte examenvragen. Het is daarom een vorm van examentraining.

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

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

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

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

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

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


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

Dat is deze:



Terug naar de opgave

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

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt elke cursist aan, de opgaven te maken langs de route van de pijlen. Dan weet je zeker dat je niets overslaat. Noteer het nummer van de laatst bekeken opgave als je stopt om wat anders te doen. Via de inhoudsopgave kun je er met één muisklik weer naartoe. Voor wie alleen geïnteresseerd is in de uitwerkingen: je kunt alle uitwerkingen ook achter elkaar doorlezen in paragraaf 6.5.

6.2 Enkele opmerkingen

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). Als er in een maand maar één examen is geweest, is er geen aanduiding (1) of (2). Soms staat er een volledige datum. Vóór het jaar 2008, waren er maar twee examens per jaar, het voorjaars- en najaarsexamen.

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

Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Dat is een overzicht van vergelijkingen (“formules”) met soms wat handigheidjes. We raden aan, dit eerst door te nemen.

6.3 Formularium

6.3.1 Basisvergelijkingen: transformatie van stroom en spanning

Een transformator heeft één of meer primaire wikkelingen en één of meer secundaire wikkelingen. Ze worden meestal afgekort als *primaire* en *secundaire*. De primaire is te beschouwen als de ingang en de secundaire als de uitgang van de trafo.

Een wikkeling bestaat uit een aantal *windingen*. De verhouding van het aantal windingen op de primaire en secundaire wordt vaak aangeduid als *wikkelverhouding*. Voor het aantal windingen in primaire en secundaire wordt meestal het symbool n of N gebruikt. Voor de verhouding van de spanning U_1 over de primaire en U_2 over de secundaire geldt

$$\frac{U_1}{N_1} = \frac{U_2}{N_2} \rightarrow U_2 = U_1 \frac{N_2}{N_1} \quad (6.3-1)$$

Daarin is N_1 het aantal windingen op de primaire wikkeling en N_2 het aantal windingen op de secundaire.



De spanningen over de primaire en de secundaire verhouden zich dus als het respectieve aantal windingen:

$$U_1:U_2 = N_1:N_2 \quad (6.3-2)$$

Dit is niet meer dan een andere manier van opschrijven van (6.3-1)

Voor de stroom geldt het omgekeerde, want het vermogen $P = UI$ moet hetzelfde blijven. Dus

$$\frac{I_2}{N_1} = \frac{I_1}{N_2} \rightarrow I_2 = I_1 \frac{N_1}{N_2} \quad (6.3-3)$$

En ook:

$$I_2:I_1 = N_1:N_2 \rightarrow I_1:I_2 = \frac{1}{N_1}:\frac{1}{N_2} \quad (6.3-4)$$

6.3.2 Transformeren van impedanties

Een trafo transformeert spanningen en stromen op tegengestelde wijze: spanning x maal zo groot betekent stroom x maal zo klein. Stel, over de secundaire staat een impedantie Z_2 . Op de aansluiting van de primaire “ziet” de schakeling een impedantie die zich kwadratisch verhoudt tot die op der secundaire en wel zo:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \quad (6.3-5)$$

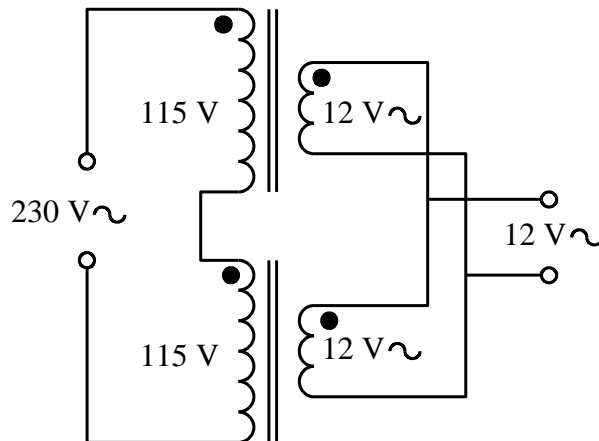
De wikkilverhouding in het kwadraat dus. Bij spanning is het gewoon de wikkilverhouding en bij stroom het omgekeerde van de wikkilverhouding.

Een getallenvoorbeeld met een wikkilverhouding primair : secundair van 1:3:

Over de secundaire staat een impedantie, weerstand of reactantie van 2700Ω . Op de primaire “ziet” de schakeling $2700 \Omega / 3^2 = 300 \Omega$. We doen meteen maar de spanning en de stroom. Staat er 10 V over de primaire, dan staat er 30 V over de secundaire. Wordt er primair 3 A aangeleverd, dan komt er secundair 1 A uit.

6.3.3 Faseverschil en serieschakeling

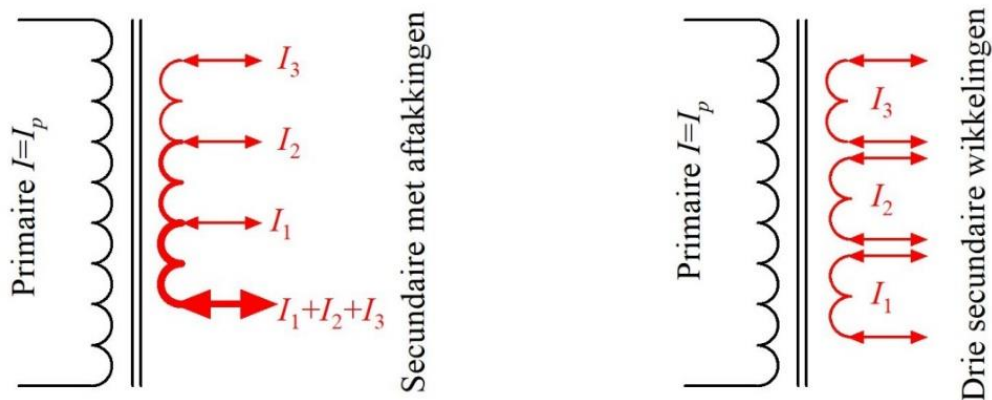
Transformatoren kun je net als weerstanden, condensatoren en spoelen in serie of parallel schakelen. Het is dan uitkijken dat de wikkelingen met de goede uiteinden worden verbonden. Soms zie je dat terug in schema's. Dan staat er bij aansluitingen met dezelfde fase een zwart rondje. De primaire wikkelingen in serie en de secundaire parallel of andersom kan ook. Een voorbeeld zien we in Figuur 6.3-1.



Figuur 6.3-1. Twee transformatoren met hun primaire wikkelingen in serie en de secundaire wikkelingen parallel. De primaire en secundaire aansluitingen die onderling in fase zijn, worden aangeduid met een zwart rondje.

6.3.4 Wikkelingen met aftakkingen

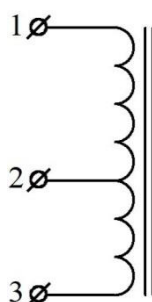
Een wikkeling kan heel goed een aantal aftakkingen hebben om verschillende spanningen te krijgen. Voor elke aftakking blijven de vergelijkingen die we eerder zagen geldig. Als aftakkingen tegelijk worden gebruikt, is er een deel van de wikkeling waar de som van alle stromen doorheen loopt. Dat is niet altijd een goed idee, tenzij het niet leidt tot overbelasting. Dan is een trafo met enkele afzonderlijke wikkelingen vaak een veiliger oplossing (Figuur 6.3-2)



Figuur 6.3-2. Het verschil tussen een wikkeling met aftakkingen (links) en afzonderlijke wikkelingen (rechts). Links moeten alle drie de stromen door het onderste deel van de wikkeling, Rechts heeft elke wikkeling zijn eigen stroom.

6.3.5 De autotransformator

De autotransformator heeft maar één wikkeling. Die is tegelijk primaire en secundaire. Een aftakking levert de transformatie (Figuur 6.3-3). In transformatoren voor netspanning zie je dit type transformatoren nauwelijks, omdat er direct elektrisch contact is tussen de schakeling in het apparaat en het elektriciteitsnet.



Figuur 6.3-3. Autotransformator.

Een bekende toepassing is de variac, een autotransformator waarin contact 2 in Figuur 6.3-3 als schuifcontact over de wikkeling is uitgevoerd.

In HF-toepassingen zie je de autotrafo wel veel. De transformatieverhouding zit op dezelfde manier in elkaar als bij een “gewone” trafo. Stel dat in Figuur 6.3-3 tussen punt 1 en punt 3 100 windingen zitten en tussen punt 2 en punt 3 20, dan leidt een wisselspanning van 10 V tussen punt 1 en 3 tot een spanning van 2 V tussen de punten 2 en 3 (en 8 V tussen 1 en 2, want daar zitten 80 windingen tussen).

Een puntje om op te letten is de stroom: als op punten 2 en 3 een schakeling wordt aangesloten die 1 A opneemt, dan loopt tussen 1 en 3 een stroom van 0,2 A. Die is in tegenfase met die van 1 A, omdat er een tegengesteld magnetisch veld bij hoort. Tussen 2 en 3 loopt dus geen 1,2 A, maar 0,8 A!

6.3.6 Afscherming

Het magnetische veld van een spoel kan worden afgeschermd door er een geaarde geleidende bus (meest aluminium) omheen te doen. De stroom die daarin ontstaat, wekt een tegengesteld magnetisch veld op. Dat vernietigt het veld van de spoel buiten de afscherming. Dit gaat ten koste van de zelfinductie die door de afscherming kleiner wordt.

Afscherming kan ook met hoogpermeabel materiaal zoals ferriet.

6.3.7 Spoelkernen

Een transformator of smoorspoel voor lage frequenties heeft een vaste ijzerkern van onderling geïsoleerde lamellen die voorkomen dat er in de elektrisch geleidende kern stromen gaan lopen die tot verliezen (en een warme of hete trafo) leiden.

Zo'n kern geleidt het magnetisch veld, zodat het nauwelijks buiten de trafo komt en de energieoverdracht zo hoog mogelijk is.

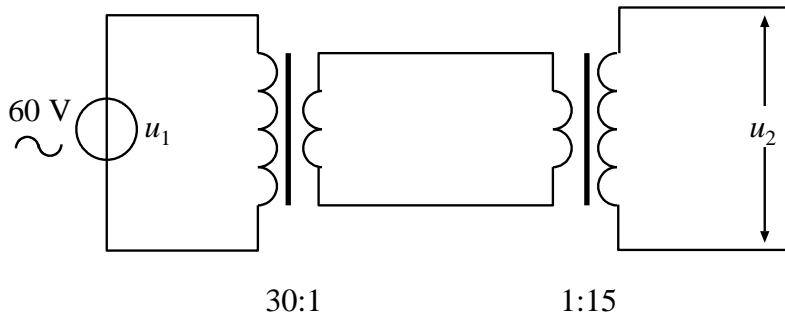
Bij hoogfrequentspoelen dient de kern meestal om de zelfinductie te regelen. Die kan dan verder of minder ver het spoellichaam worden ingeschroefd. Uitzondering: ringkernspoelen, waarbij de permeabele ring het magnetische veld vrijwel helemaal binnen de spoel houdt.



6.4 Opgaven

6.4.1 Opgave 6-1

Twee transformatoren worden geschakeld als hieronder aangegeven.



De spanning u_2 bedraagt

- A. 240 V
- B. 120 V
- C. 15 V
- D. 30 V

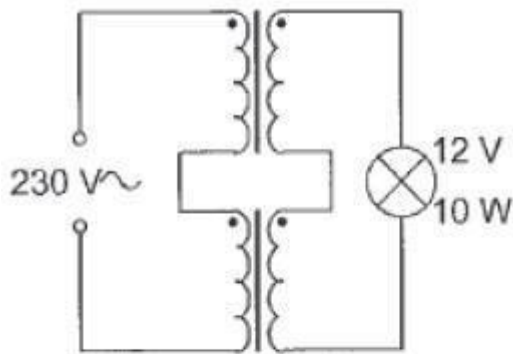
(Examen voorjaar 2001, 7-09-2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

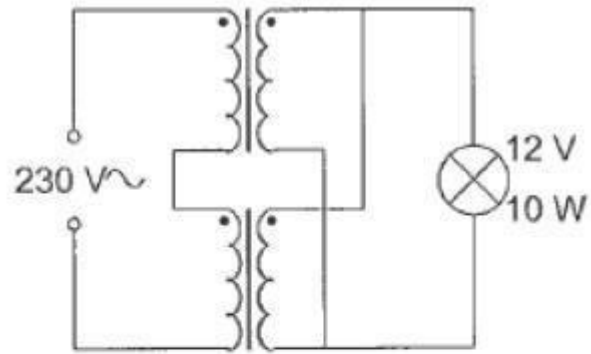


6.4.2 Opgave 6-2

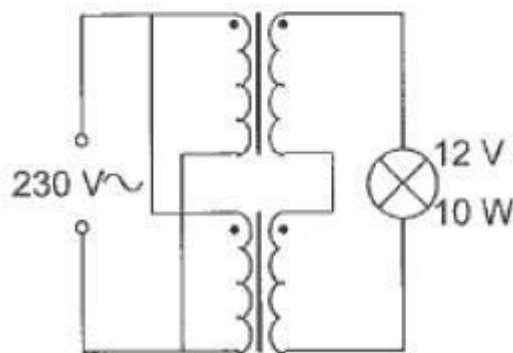
Iemand wil een gloeilamp van 12 V/10 W voeden uit het 230 V-net. Er staan twee gelijke transformatoren ter beschikking van elk primair 230V en secundair 6V /1A.



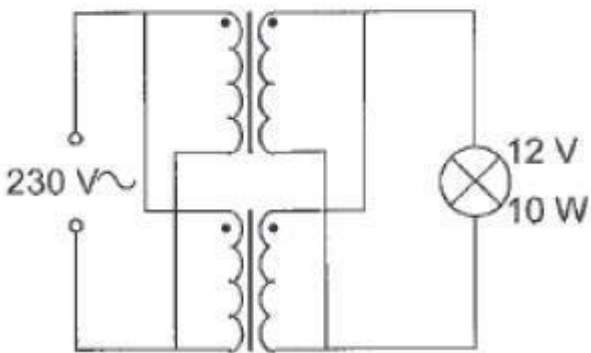
schakeling 1



schakeling 2



schakeling 3




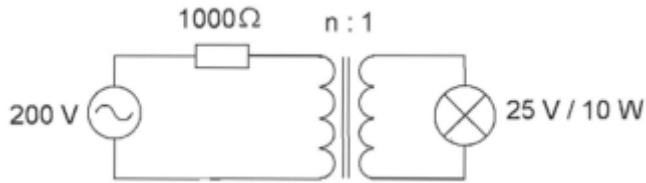
schakeling 4

De juiste schakeling is

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

(F-examen November 2012, 7-09-2016,)


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.3 Opgave 6-3

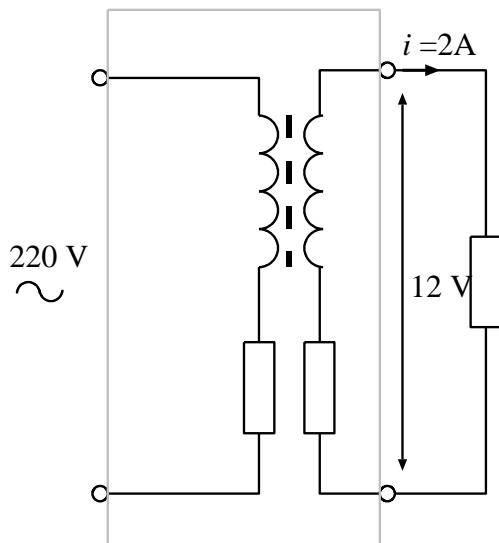
Om de lamp maximaal te laten branden moet de wikkilverhouding van de aanpassingstrafo zijn:

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

(F-examen november 2008 (2), juni 2009, september 2009 (1), augustus 2011, januari 2013, november 2014 (2), 1-03-2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


6.4.4 Opgave 6-4



Uit het lichtnet wordt 50 watt opgenomen. Het rendement van de omliggende schakeling is dan

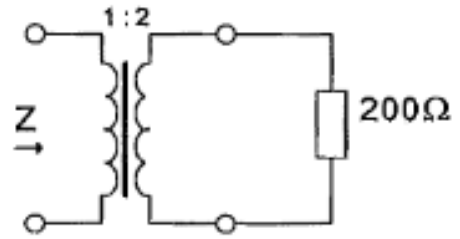
- A. 96%
- B. 48%
- C. 24%
- D. 12%

(F-examen november 2015, 06-09-2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.5 Opgave 6-5De impedantie Z is

- A. 50Ω
- B. 100Ω
- C. 400Ω
- D. 800Ω



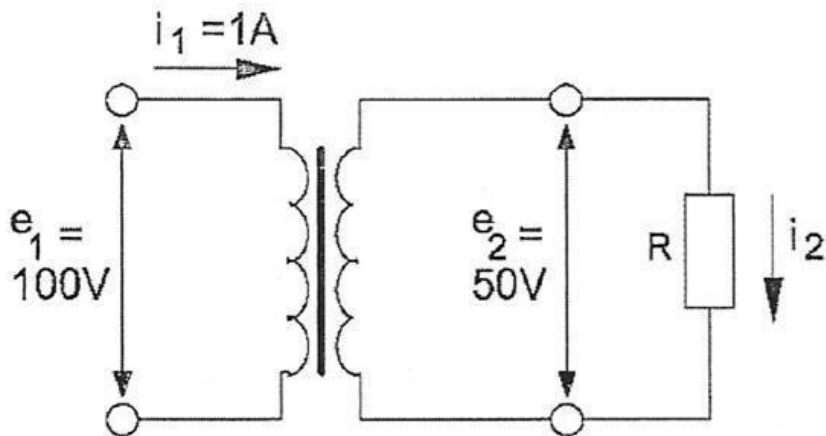
(F-examen mei 2017 (1), 10-01-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



6.4.6 Opgave 6-6


Een ideale transformator is belast zoals hieronder aangegeven.



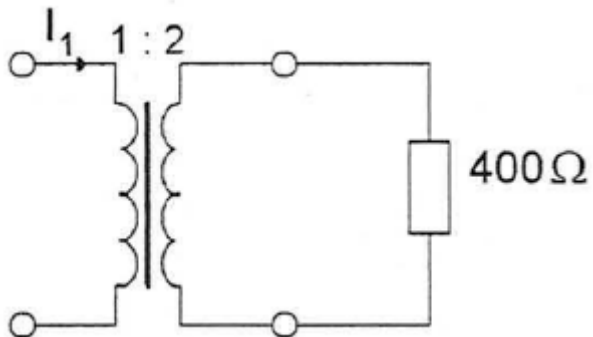
De stroom i_2 is

- A. 1 A
- B. 4 A
- C. 2A
- D. 0,5 A

(F-examen voorjaar 2003, april 2008, december 2008, november 2009 (1), mei 2011 (2), september 2009 (1 en 2), mei 2012 (1 en 2), september 2014, 16-05-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.7 Opgave 6-7



In de weerstand wordt een vermogen van 1 W gedissipeerd.

I_1 is dan:

- A. 200 mA
- B. 50 mA
- C. 25 mA
- D. 100 mA

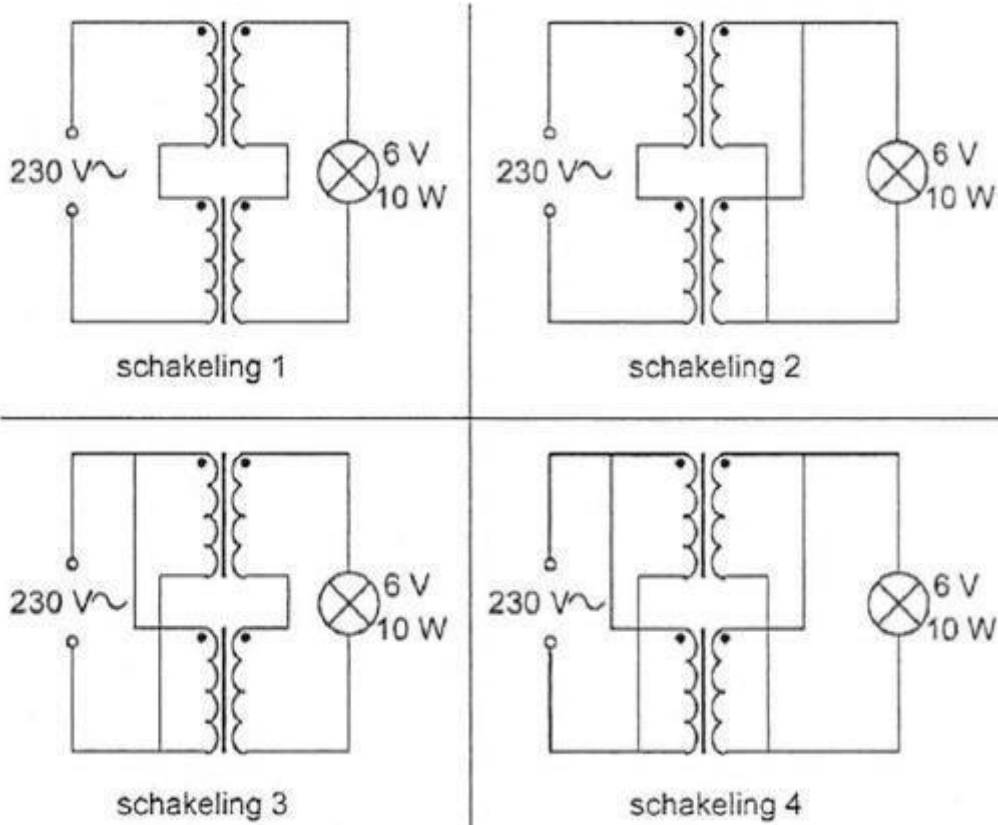
(F-examen voorjaar 2007, februari 2010 (1), november 2010 (2), maart 2011 (1 en 2), juli 2011, september 2011 (1), november 2014 (1), 16-05-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



6.4.8 Opgave 6-8

Iemand wil een gloeilamp van 6 V/10 W voeden uit het 230V net. Er staan twee gelijke transformatoren ter beschikking van elk primair 115 V en secundair 6 V/1 A.



De juiste schakeling is:

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

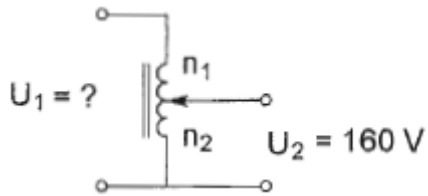
(F-examen voorjaar 2000, voorjaar 2005, februari 2010 (2), november 2011, november 2015, mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



6.4.9 Opgave 6-9

Een variac is in principe een autotransformator. De knop van de variac wordt zodanig gedraaid, dat $n_1 = 100$ windingen en $n_2 = 200$ windingen.



U_1 is dan

- A. 48 V
- B. 240 V
- C. 60 V
- D. 80 V

(F-examen najaar 2007, maart 2009 (1), augustus 2011, 07-11-2018)

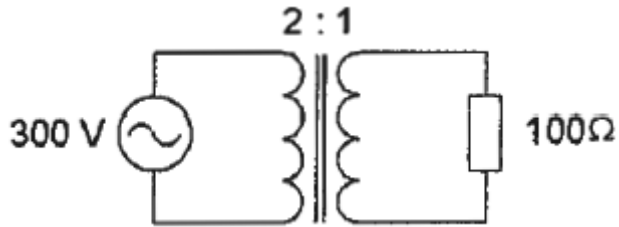
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



6.4.10 Opgave 6-10


De verliesvrije transformator is belast met een weerstand.

De stroom door de weerstand is:



- A. 3 A
- B. 6 A
- C. 0,75 A
- D. 1,5 A

(F-examen september 2010 (1 en 2), november 2013 (1), januari 2018, 09-01-2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**6.4.11 Opgave 6-11**

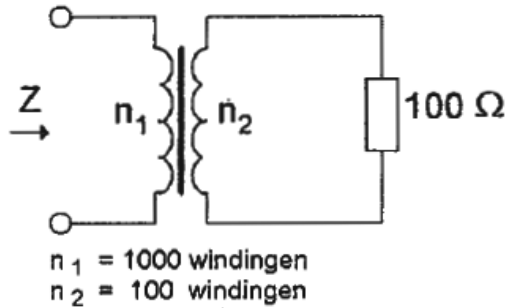
De primaire wikkeling van een transformator heeft 100 windingen. De secundaire wikkeling heeft 500 windingen.

Op de primaire wikkeling wordt een wisselspanning van 10 V aangesloten. De wisselspanning op de secundaire wikkeling is:

- A. 250 V
- B. $10\sqrt{5}$ V
- C. 50 V
- D. 2 V

(F-examen januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.12 Opgave 6-12De impedantie Z bedraagt

- A. $10 \text{ k}\Omega$
- B. $1 \text{ k}\Omega$
- C. 1Ω
- D. 100Ω

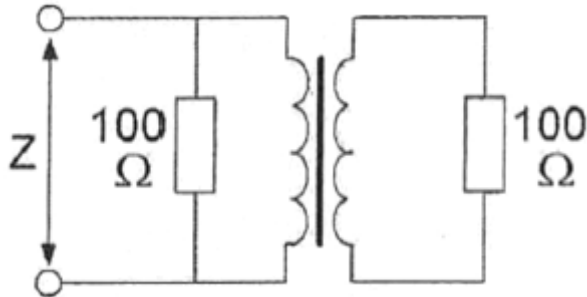
(F-examen oktober 2008, december 2008, juli 2009, december 2010, mei 2011 (2), mei 2012 (1), augustus 2013, november 2014 (2), mei 2015 (2), 09-01-20190)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



6.4.13 Opgave 6-13

De transformator heeft twee gelijke wikkelingen. De impedantie Z voor wisselstroom is:



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

(F-examen voorjaar 2002, september 2014 (2), 06-03-2019, mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





6.4.14 Opgave 6-14

Om een audiotransformator wordt soms een weekijzeren afschermbus geplaatst. Het weekijzer:

- A. Verstrooit het magnetisch veld
- B. Reflecteert het magnetisch veld
- C. Is een geleider voor het magnetisch veld
- D. Schermt wel het elektrisch, maar niet het magnetisch veld af

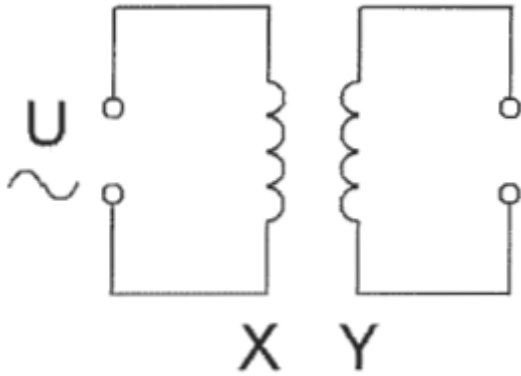
(F-examen voorjaar 2001)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




6.4.15 Opgave 6-15

De spanning U heeft een frequentie van 1 MHz. Om spoel Y af te schermen van spoel X, dient men



- A. Een ijzerkern aan te brengen in spoel X
- B. Een ijzerkern aan te brengen in beide spoelen
- C. Een koperkern aan te brengen in spoel Y
- D. Spoel X in een koperen bus te plaatsen

(F-examen voorjaar 2002, juni 2013, januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




6.4.16 Opgave 6-16

In transformatoren worden ijzerkernen toegepast. De ijzeren lamellen die de kern vormen, worden onderling geïsoleerd. Dit isoleren heeft tot doel, de:

- A. Magnetische flux te versterken
- B. Kernverliezen te verkleinen
- C. Koppeling te versterken
- D. Transformatieverhouding te vergroten

(F-examen voorjaar 2003)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



6.4.17 Opgave 6-17

Om de zelfinductie van HF-spoelen te regelen, worden veelal ijzerkernen toegepast. Deze kernen bestaan bij voorkeur uit

- A. Massief zacht ijzer
- B. Geïsoleerde ijzerplaatjes
- C. Samengeperst zuiver ijzerpoeder
- D. Samengeperste geïsoleerde ijzerpoederdeeltjes

(F-examen voorjaar 2005)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





6.4.18 Opgave 6-18

Bij een spoel neemt de verliesweerstand door het huid-effect (skin-effect) toe bij gebruik:

- A. Van draad met een hogere soortelijke weerstand
- B. Van draad met een dunnere isolatielaag
- C. Van spatie tussen de windingen
- D. Bij hogere frequenties

(F-examen najaar 2006)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






6.4.19 Opgave 6-19

De weerstandsverhoging door het huid-effect (skin-effect) is groter, wanneer

- A. De coëfficiënt van zelfinductie hoger is
- B. De stroom door de spoel groter is
- C. De frequentie hoger is
- D. De isolatie dikker is

(F-examen voorjaar 2001)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



6.4.20 Opgave 6-20

Om de gevolgen van het huideffect (skin-effect) te verminderen, kan een spoel in de eindtrap van een zender het best gewikkeld worden

- A. Van verzilverd koperdraad
- B. Van aluminiumdraad
- C. Van koperdraad
- D. Met ruimte (spatie) tussen de windingen

(F-examen voorjaar 2004)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






6.4.21 Opgave 6-21

Het aanbrengen van een poederijzerkern in een spoel die op 3,5 MHz wordt toegepast, heeft de volgende invloed

- A. Zelfinductie neemt af en Q -factor blijft gelijk
- B. Zelfinductie blijft gelijk en Q -factor neemt af
- C. Zelfinductie neemt af en Q -factor neemt toe
- D. Zelfinductie neemt toe en Q -factor neemt toe

(F-examen maart 2011 (2), december 2011, november 2014 (1), maart 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




6.4.22 Opgave 6-22

De werking van een aluminium afschermbus om een HF-spoel berust op

- A. Inductie van een stroom in de bus die een tegengesteld magnetisch veld opwekt
- B. Naar aarde afvoeren van magnetische veldlijnen
- C. Magnetische geleiding van aluminium
- D. Diamagnetische eigenschappen van aluminium

(F-examen oktober 2008 (1), februari 2009, september 2009 (2), mei 2011 (1), augustus 2011, maart 2016, mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



6.4.23 Opgave 6-23

Het aanbrengen van een geaarde aluminium bus om een spoel waardoor een HF wisselstroom loopt, heeft tot gevolg dat buiten de bus:

- A. Alleen het magnetisch veld wordt verkleind
- B. Alleen het elektrisch veld wordt verkleind
- C. Het elektrisch veld wordt verkleind en het magnetisch veld wordt versterkt
- D. Zowel het elektrisch als het magnetisch veld wordt verkleind

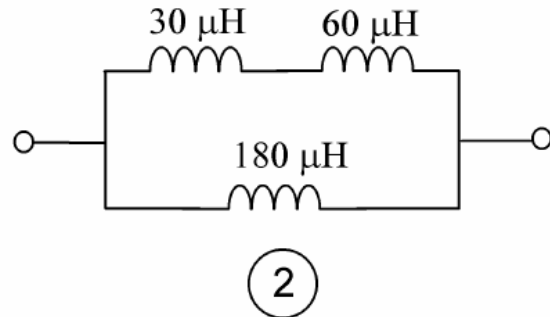
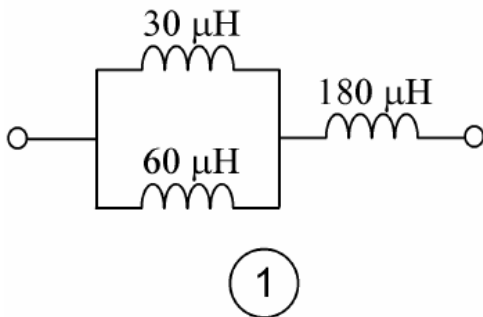
(F-examen mei 2009 (2), maart 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




6.4.24 Opgave 6-24

De spoelen zijn niet inductief gekoppeld. Een waarde van 200 mH wordt bereikt met:



- A. Geen der schakelingen
- B. Schakeling 1
- C. Schakeling 2
- D. Beide schakelingen

(F-examen voorjaar 2000, april 2008)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**6.4.25 Opgave 6-25**

Een spoel van 10 mH wordt parallel geschakeld aan een spoel van 15 mH. De spoelen zijn niet inductief gekoppeld.

Voor de vervangingswaarde L geldt:

- A. L ligt tussen 5 mH en 10 mH
- B. L ligt tussen 10 mH en 15 mH
- C. L is groter dan 15 mH
- D. L is kleiner dan 5 mH

(F-examen november 2008 (1), maart 2010, mei 2015 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**6.4.26 Opgave 6-26**

Een spoel van 20 mH wordt parallel geschakeld aan een spoel van 30 mH. De spoelen zijn niet inductief gekoppeld.

Voor de vervangingswaarde L geldt:

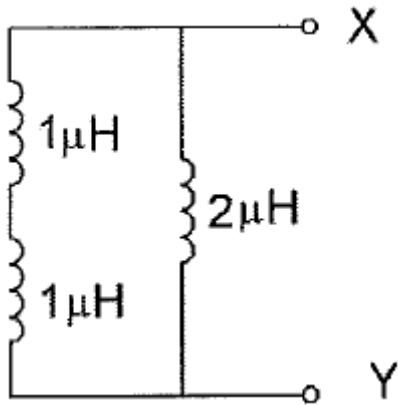
- A. L ligt tussen 25 mH en 30 mH
- B. L is groter dan 30 mH
- C. L ligt tussen 20 en 25 mH
- D. L is kleiner dan 20 mH

(F-examen september 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.27 Opgave 6-27

De spoelen zijn niet inductief gekoppeld. De zelfinductie tussen de punten X en Y is:



- A. $4\mu\text{H}$
- B. $2\mu\text{H}$
- C. $1\mu\text{H}$
- D. $2,5\mu\text{H}$

(F-examen voorjaar 2001, mei 2009 (2), september 2009 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




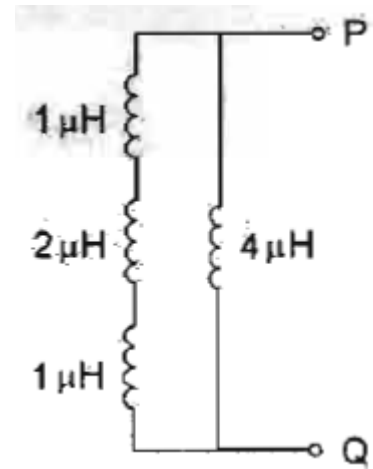
6.4.28 Opgave 6-28

De spoelen in de schakeling zijn niet gekoppeld. De zelfinductie tussen de punten P en Q is:

- A. $4 \mu\text{H}$
- B. $3 \mu\text{H}$
- C. $2 \mu\text{H}$
- D. $1 \mu\text{H}$

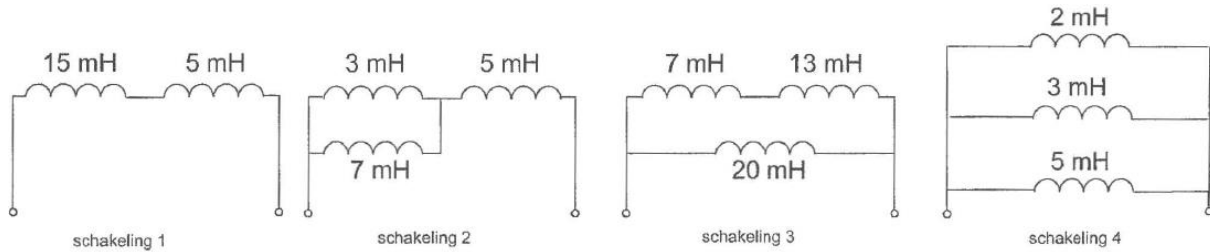
(F-examen november 2009)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




6.4.29 Opgave 6-29

De spoelen zijn niet gekoppeld. Welke schakeling heeft een vervangingszelfinductie van 10 mH?



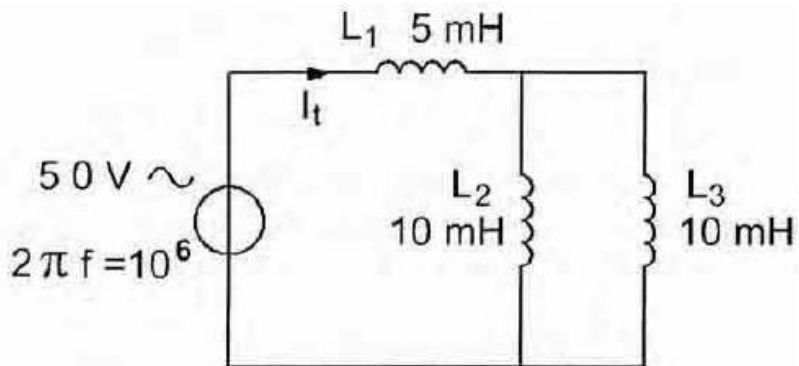
- A. Schakeling 2
- B. Schakeling 3
- C. Schakeling 1
- D. Schakeling 4

(F-examen januari 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.30 Opgave 6-30

L_1 , L_2 en L_3 zijn niet gekoppeld.



I_t is:

- A. 10 mA
- B. 50 mA
- C. 5 mA
- D. 1 mA

(F-examen december 2008)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




**6.4.31 Opgave 6-31**

De primaire wikkeling van een transformator is aangesloten op een wisselspanning van 230 V. De secundaire spanning bedraagt 23 volt.

De wikkelverhouding $N_{\text{primair}} (N_p) : N_{\text{secundair}} (N_s)$ is:

- A. $\sqrt{100}:1$
- B. 100:1
- C. 10:1
- D. 1:10

(F-examen najaar 2005, september 2009 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




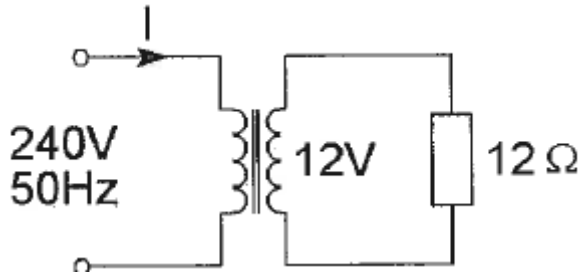
6.4.32 Opgave 6-32

Een transformator heeft primair 2000 windingen en secundair 1000 windingen. Indien de primaire spanning 230 volt bedraagt, is de secundaire spanning

- A. 55 V
- B. 115 V
- C. 155 V
- D. 460 V


(F-examen november 2008 (2), mei 2009 (1), mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.33 Opgave 6-33De primaire stroom I is:

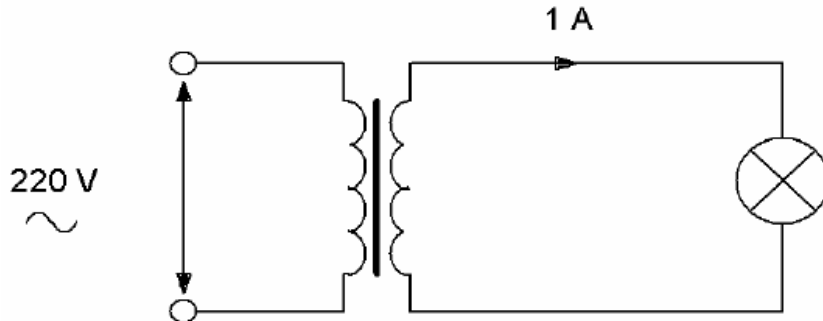
- A. 500 mA
- B. 50 mA
- C. 25 mA
- D. 20 A

(F-examen najaar 2003, oktober 2008, juni 2009, februari 2010 (2), april 2010, mei 2010 (2), november 2012, september 2014 (1), mei 2015 (1), maart 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


6.4.34 Opgave 6-34

Een ideale transformator heeft primair 500 windingen en secundair 100 windingen. De primaire stroom is ongeveer



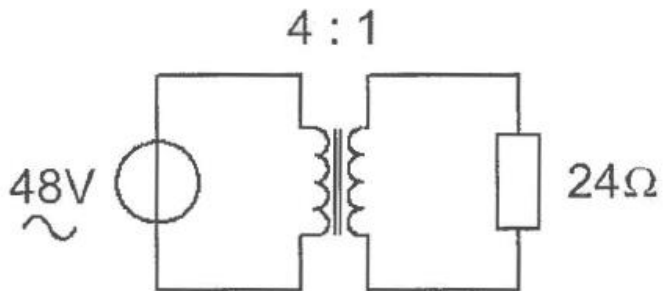
- A. 0,2 A
- B. 0,04 A
- C. 1 A
- D. 5 A

(F-examen najaar 2006, juli 2010, mei 2017 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


6.4.35 Opgave 6-35

De stroom door de weerstand is



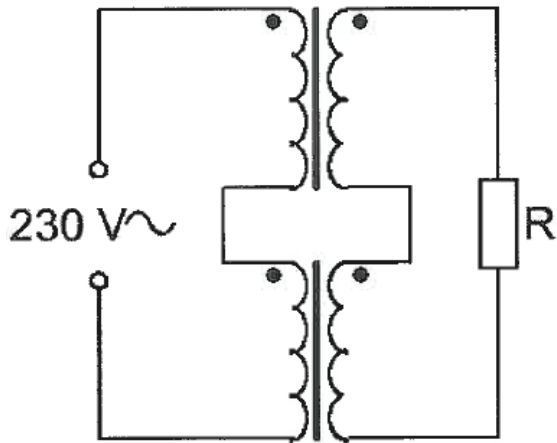
- A. 1 A
- B. 6 A
- C. 2 A
- D. 0,5 A

(F-examen april 2010, september 2010 (1), December 2011, September 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.36 Opgave 6-36

De transformatoren zijn identiek en elk bedoeld voor primair 230 V, secundair 12 V, De spanning over de weerstand R is:



- A. 48 V
- B. 12 V
- C. 6 V
- D. 24 V

(F-examen april 2009, augustus 2010, juni 2013 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






6.4.37 Opgave 6-37

Een transformator met een primaire wikkeling van 1000 windingen wordt aangesloten op 200 volt wisselspanning. De secundaire wikkeling heeft 200 windingen.

De secundaire spanning is

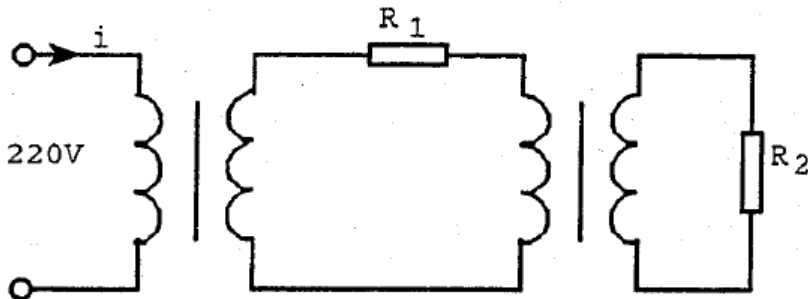
- A. 100 V
- B. 1000 V
- C. $200/\sqrt{5}$ V
- D. 40 V

(F-examen mei 2009 (2), juni 2013 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


6.4.38 Opgave 6-38

In de weerstand R_1 wordt 2 watt en in de weerstand R_2 wordt 20 watt gedissipeerd. De transformatoren zijn ideaal. De stroom i is:



- A. 100 mA
- B. 182 mA
- C. 9 mA
- D. 91 mA

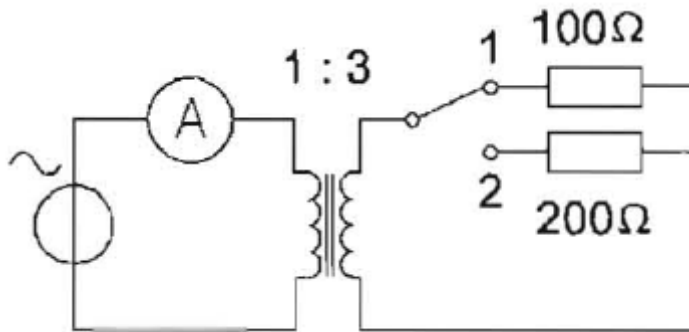
(F-examen najaar 2001, november 2008 (1), september 2010 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.39 Opgave 6-39


De transformator is verliesvrij.

Als de schakelaar in stand 1 staat, is de stroom door de ampèremeter 9 ampère. Zetten we de schakelaar in stand 2, dan is de stroom door de ampèremeter:



- A. 9 A
- B. 1,5 A
- C. 3 A
- D. 4,5 A

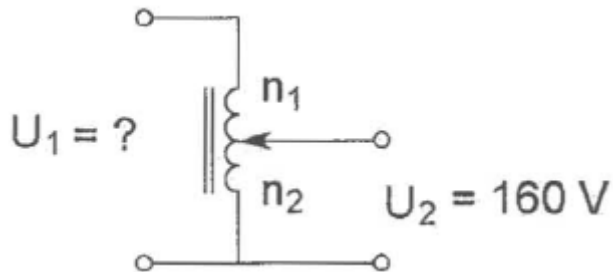
(F-examen september 2009 (1), maart 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.40 Opgave 6-40

Een variac is in principe een autotransformator.


De knop van de variac wordt zodanig gedraaid dat $n_1 = 100$ windingen en $n_2 = 200$ windingen.

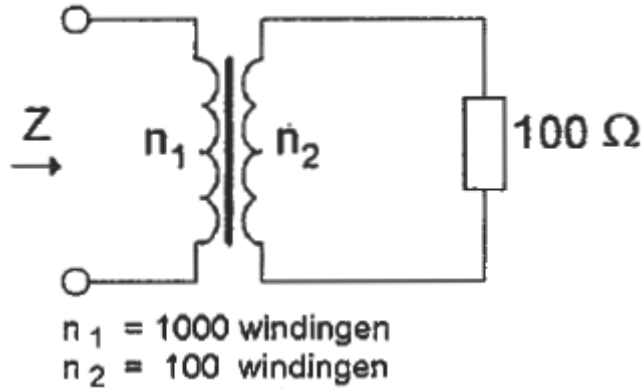


U_1 is dan:

- A. 60 V
- B. 48 V
- C. 240 V
- D. 90 V


(F-examen najaar 2007, maart 2009 (1), augustus 2011, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.41 Opgave 6-41De impedantie Z bedraagt:

- A. $10 \text{ k}\Omega$
- B. $1 \text{ k}\Omega$
- C. 1Ω
- D. 100Ω

(F-examen oktober 2008, december 2008, juli 2009, december 2010, mei 2011 (2), mei 2012 (1), augustus 2013, november 2014 (2), mei 2015 (2), januari 2019)


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**6.4.42 Opgave 6-42**

Een ideale transformator heeft een primaire wikkeling van 9 windingen en een secundaire van 3 windingen. Op de secundaire wikkeling wordt een condensator aangesloten van 90 pF. Op de primaire wikkeling wordt een capaciteit gemeten van

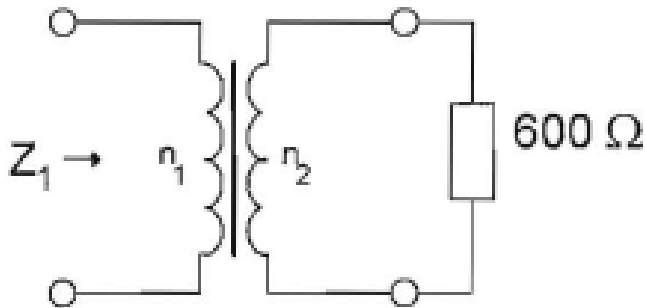
- A. 30 pF
- B. 810 pF
- C. 270 pF
- D. 10 pF

(F-examen voorjaar 1977, najaar 2004, november 2008 (1), januari 2009, mei 2009 (2), augustus 2009, februari 2010 (2), december 2010, maart 2012)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.43 Opgave 6-43

De transformator heeft $n_1 = 20$ windingen en $n_2 = 100$ windingen. De ingangsimpedantie Z is:



- A. 24Ω
- B. $3 \text{ k}\Omega$
- C. 120Ω
- D. $15 \text{ k}\Omega$

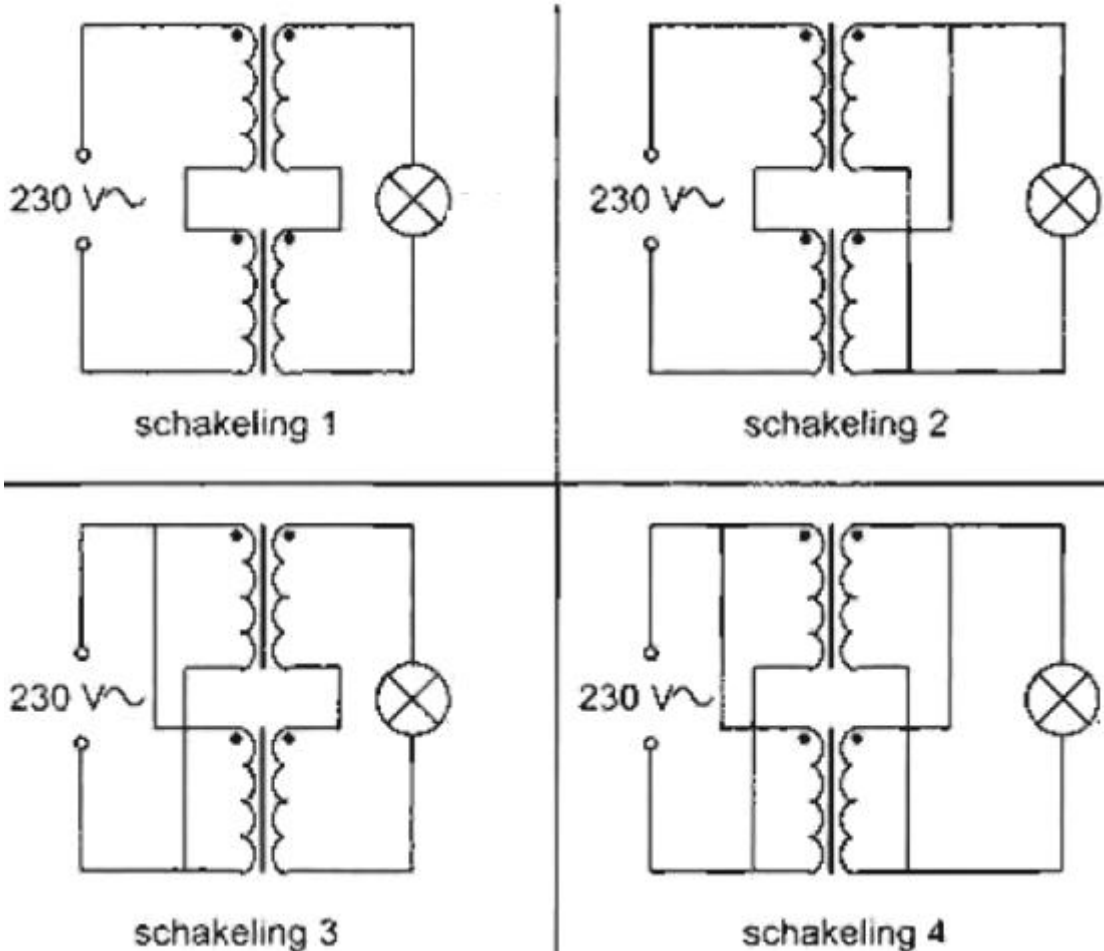
(F-examen november 2009, december 2011, augustus 2013, november 2013 (2), mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



6.4.44 Opgave 6-44

Iemand wil een gloeilamp van 12 V/10 W voeden uit het 230V net. Er staan twee gelijke transformatoren ter beschikking van elk primair 115 V en secundair 6 V/1 A.



De juiste schakeling is:

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

(F-examen november 2008 (1 en 2), augustus 2011, mei 2016 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





6.4.45 Opgave 6-45

Bij een spoel neemt de verliesweerstand door het huideffect (skin effect) toe bij gebruik:

- A. Van draad met een lagere soortelijke weerstand
- B. Van draad met een dunne isolatielaag
- C. Van spatie tussen de windingen
- D. Bij hogere frequenties

(F-examen najaar 2006)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






6.4.46 Opgave 6-46

De werking van een geaarde aluminium afschermbus om een HF-spoel berust op

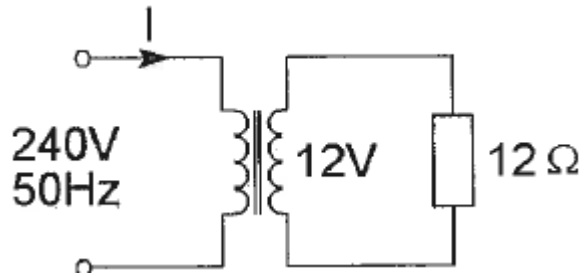
- A. Inductie van een stroom in de bus die een tegengesteld magnetisch veld opwekt
- B. Naar aarde afvoeren van magnetische veldlijnen
- C. Magnetische geleiding van aluminium
- D. Diamagnetische eigenschappen van aluminium

(F-examen oktober 2008 (1), februari 2009, september 2009 (2), mei 2011 (1), augustus 2011, maart 2016, mei 2018 (2))


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

6.4.47 Opgave 6-47De primaire stroom I is

- A. 500 mA
- B. 50 mA
- C. 25 mA
- D. 20 A



(F-examen najaar 2003, augustus 2008, juni 2009, februari 2010 (2), april 2010, mei 2010 (2), november 2012, september 2014 (1), mei 2015 (1), september 2015, maart 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**6.4.48 Opgave 6-48**

Een luidspreker met een impedantie van 8 ohm wordt via een aanpassingstransformator aangesloten op een versterker die belast moet worden met 800 ohm.

De beste aanpassing wordt verkregen met een transformator:

- A. 220 V / 24 V
- B. 220 V / 2,5 V
- C. 220 V / 3 V – 5 V – 8 V
- D. 220 V / 127 V

(F-examen maart 2010, mei 2010 (2), december 2010, maart 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




6.4.49 Opgave 6-49

Een luidspreker met een impedantie van 6 ohm wordt via een aanpassingstransformator aangesloten op een versterker die belast moet worden met 600 ohm.

De wikkilverhouding van de transformator moet zijn

- A. 10:1
- B. 10 000:1
- C. 100:1
- D. 60:1

(F-examen maart 2010, mei 2010 (2), december 2010, maart 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




6.4.50 Opgave 6-50

Een van deze toepassingen van een transformator is niet juist:

- A. Aanpassen van antenne aan kabel
- B. Wijzigen van wisselspanning
- C. Versterken van vermogen
- D. Koppelen van versterkertrappen

(F-examen april 2009, februari 2010 (1))

Antwoord A hebben we in dit stadium nog niet gehad, maar het komt neer op impedantieaanpassing.

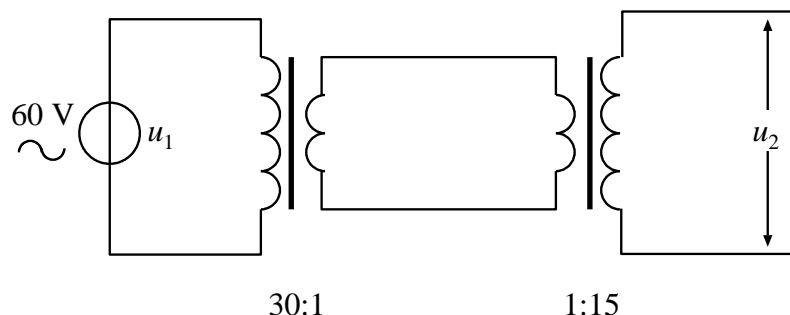
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



6.5 Uitwerkingen

6.5.1 Uitwerking van Opgave 6-1

Twee transformatoren worden geschakeld als hieronder aangegeven.



De spanning u_2 bedraagt

- A. 240 V
- B. 120 V
- C. 15 V
- D. 30 V

Analyse en uitwerking

De spanningen over de primaire en de secundaire van een trafo verhouden zich volgens de wikkelverhouding. De 60 V (u_1) van de wisselstroombron links wordt in de linker trafo omlaaggetransformeerd met een factor 30. Over de secundaire staat dus 2 V. Die 2 V wordt in de rechter trafo omhooggetransformeerd met een factor 15. Dus $u_2 = 30$ V: antwoord D.

Alternatief

In schakelingen met twee transformatoren achter elkaar kun je ook eerst de wikkelverhoudingen op elkaar delen. Dat wordt dan

$$u_2 = \frac{15}{30} u_1 = \frac{15 \cdot 60}{30} \text{ V} = 30 \text{ V}$$

Vanzelfsprekend opnieuw antwoord D.



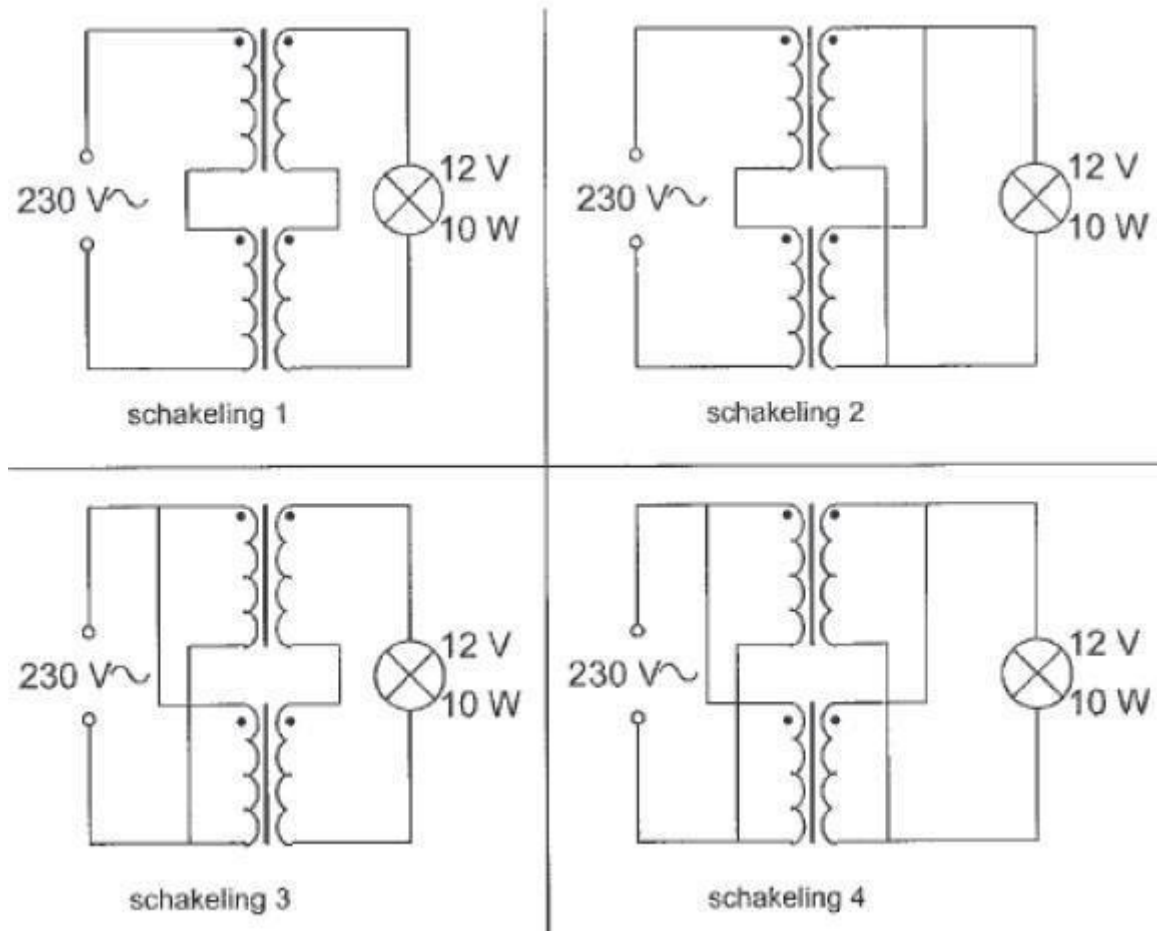
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.2 Uitwerking van Opgave 6-2

Iemand wil een gloeilamp van 12 V/10 W voeden uit het 230 V net. Er staan twee gelijke transformatoren ter beschikking van elk primair 230V en secundair 6V /1A.



De juiste schakeling is

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

Analyse en uitwerking

Beide trafo's hebben een primaire wikkeling voor 230 V. De primaire wikkelingen van beide trafo's moeten daarom parallel staan. Alleen bij schakeling 3 en 4 is dat het geval. Schakeling 1 en 2 vallen dus af. De secundaire wikkelingen moeten in serie staan, want ze geven beide 6 V en er is 12 V nodig. In schakeling 4 staan ze parallel en geven samen 6 V. In schakeling 3 staan ze in serie en geven dan de gewenste 12 V: antwoord A

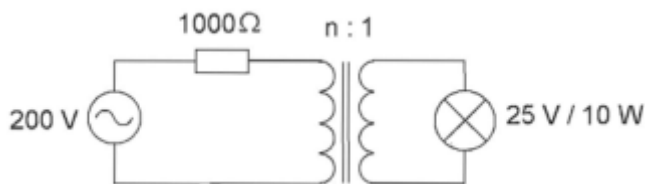


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.3 Uitwerking van Opgave 6-3



Om de lamp maximaal te laten branden moet de wikkilverhouding van de aanpassingstrafo zijn:

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

Uitwerking 1

Aan de primaire kant zien we een wisselspanningsbron van 200 V in serie met een weerstand van 1000 Ω (of met een inwendige weerstand van 1000 Ω; dat maakt niets uit).

Aan de secundaire kant vinden we een lamp van 25 V en 10 W. Om hier iets mee te kunnen, moeten we de grootheden in het primaire en secundaire circuit gelijk maken. Dat gaat eenvoudig met de lamp. Uit spanning en vermogen berekenen we de weerstand, waarna de wikkilverhouding te berekenen is uit de weerstand van de lamp en die in serie met de bron.

Daar gaat-ie. Het verband tussen vermogen P , spanning U en weerstand R is $P = U^2/R$. Dat kun je ook schrijven als $R = U^2/P$ en dan is het een kwestie van invullen. $25^2/10 = 62,5$, dus R aan de secundaire kant is 62,5 Ω. De weerstand moet dan met een factor $1000/62,5 = 16$ omlaag worden getransformeerd. Impedantie- en weerstandstransformatie gaat met de wortel uit de wikkilverhouding. We hebben dus te maken met $\sqrt{16} : 1 = 4:1$, antwoord B.

Uitwerking 2

Een alternatieve uitwerking is gebaseerd op het uitgangspunt dat vermogensoverdracht maximaal is als de weerstanden (of impedanties) van de bron en die van het vermogen opnemende element gelijk zijn. Gezien vanuit de weerstand van 1000 Ω moet de primaire van de transformator dan een weerstand van 1000 Ω vertegenwoordigen. Dat geeft een spanningsdeler met 100 V over de primaire wikkeling en 100 V over de weerstand. Over de secundaire moet 25 V staan, want daarmee brandt de lamp het best. Dan is de wikkilverhouding $100V/25V:1 = 4:1$. Dezelfde uitkomst (en zo hoort het ook!).

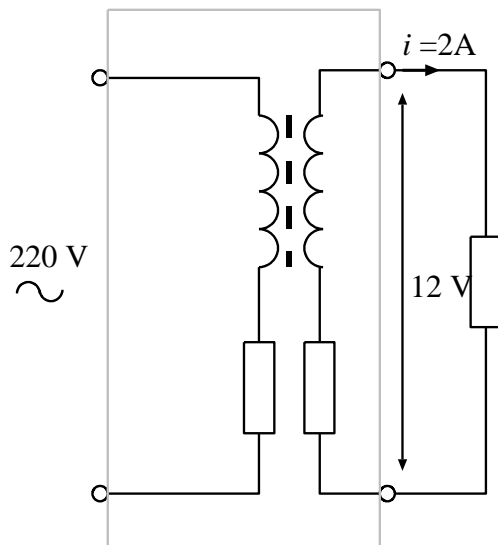


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.4 Uitwerking van Opgave 6-4



Uit het lichtnet wordt 50 watt opgenomen. Het rendement van de omliggende schakeling is dan

- A. 96%
- B. **48%**
- C. 24%
- D. 12%

Uitwerking

Het begrip rendement is behandeld in hoofdstuk 2. Het is het deel van het toegevoerde vermogen dat ten goede komt aan de (bedoelde) toepassing. Het wordt meestal uitgedrukt in %, zoals hier.

Er gaat 50 W de schakeling in. De weerstanden onder de trafo geven de verliezen weer. Daarmee hoeven we niets te doen. De secundaire levert 12V bij 2A. Dat is $2 \cdot 12$ W is 24 W. Van de uit het lichtnet toegevoerde 50 W blijft dus 24 W over. Het rendement is dan $24/50$ is 48%. Dat is antwoord B.



Terug naar de opgave

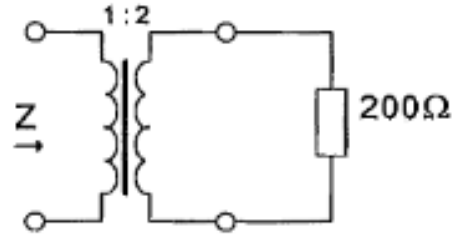
Naar de volgende opgave



6.5.5 Uitwerking van Opgave 6-5

De impedantie Z is

- A. 50Ω
- B. 100Ω
- C. 400Ω
- D. 800Ω



Uitwerking

De transformatieverhouding is gelijk aan het kwadraat van de wikkilverhouding. Stond er rechts een spanning, dan zouden we links de halve spanning terugvinden. Nu vinden we links een kwart van 200Ω terug, dat is 50Ω . Antwoord A is dus goed.

Opmerking

Die kwadratische verhouding is eenvoudig te begrijpen als we bedenken dat het vermogen bij transformatie via een ideale transformator gelijk blijft (bij een goede neemt het vrijwel niet af). De verhouding van spanning primair en secundair is gelijk aan de wikkilverhouding. Neem bijvoorbeeld een trafo met een wikkilverhouding van 3:1. De spanning wordt omlaag getransformeerd met een factor 3. De stroom wordt met diezelfde factor omhoog getransformeerd, dus het vermogen blijft gelijk. Een 3x zo kleine spanning bij een 3x zo grote stroom betekent een 9x zo kleine weerstand, impedantie of reactantie. Dat geldt voor alle transformatoren.



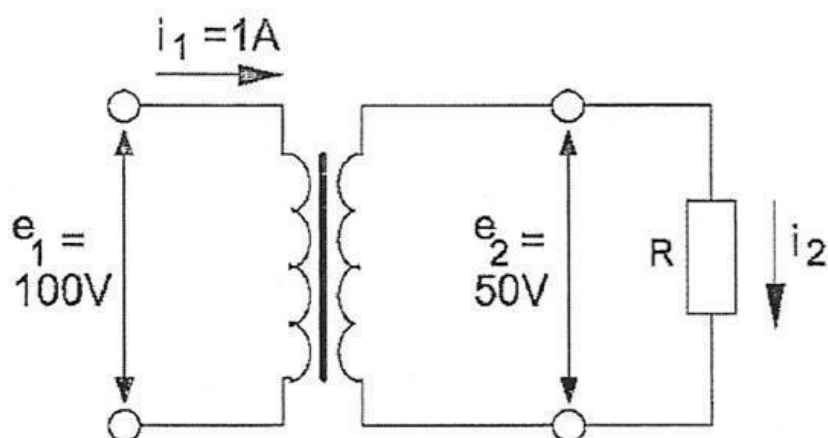
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.6 Uitwerking van Opgave 6-6

Een ideale transformator is belast zoals hieronder aangegeven.



De stroom i_2 is

- A. 1 A
- B. 4 A
- C. 2A
- D. 0,5 A

Uitwerking

De primaire spanning is 100 V, de secundaire 50 V. De secundaire stroom moet dan 2 maal zo groot zijn als de primaire, wil het vermogen dat er in de primaire in wordt gestopt, er op de secundaire onverminderd uitkomen. Bij een ideale trafo is dat zo, bij een goede niet-ideale trafo bijna zo.

Als er op de primaire 1 A ingaat, moet er op de secundaire 2 A uitkomen. Antwoord D.

Opmerking

Voor de spanning worden in deze opgave ouderwetse symbolen gebruikt: e in plaats van U . Het gebruik van kleine kleine letters voor stroom en spanning, resp. i en e , is niet ongewoon als het om wisselstroom of -spanning gaat. Voor e zou je tegenwoordig u schrijven.

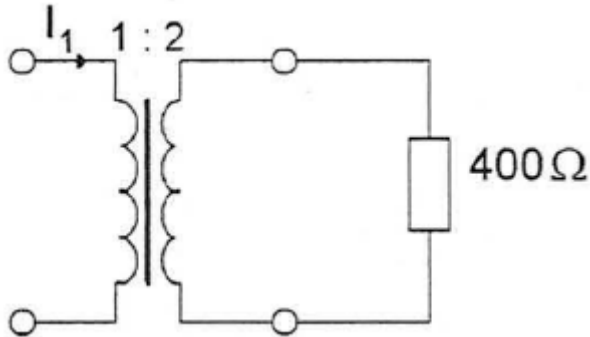


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.7 Uitwerking van Opgave 6-7



In de weerstand wordt een vermogen van 1 W gedissipeerd.

I_1 is dan:

- A. 200 mA
- B. 50 mA
- C. 25 mA
- D. 100 mA

Uitwerking

We beginnen met de stroom aan de secundaire kant van de trafo. Die veroorzaakt in de weerstand van 400 Ω een warmteontwikkeling ter waarde van 1 W.

Omdat $P = I^2 R$, geldt $I = \sqrt{P/R}$ en dus is $I = \sqrt{1/400} \text{ A} = 1/20 \text{ A} = 50 \text{ mA}$.

De wikkilverhouding is 1:2, wat betekent dat van primair naar secundair de spanning met een factor 2 wordt opgetransformeerd. 1 V primair wordt dus 2 V secundair. Met de stroom is het omgekeerd: 50 mA secundair wordt 100 mA aan de primaire kant. Dat is dan ook het antwoord. D dus.



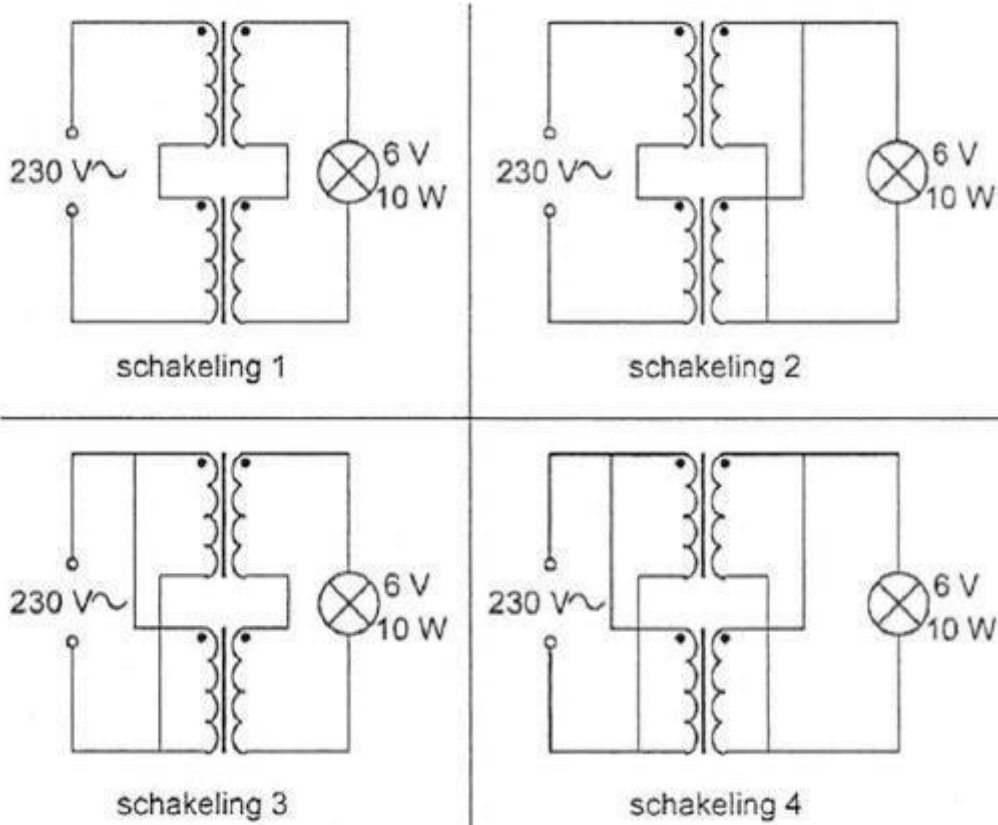
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.8 Uitwerking van Opgave 6-8

Iemand wil een gloeilamp van 6 V/10 W voeden uit het 230V net. Er staan twee gelijke transformatoren ter beschikking van elk primair 115 V en secundair 6 V/1 A.



De juiste schakeling is:

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

Uitwerking

Om geschikt te zijn voor het 230V net, moeten de primaire wikkelingen van 115 V in serie staan. Dan krijgen ze elk 115 V. De secundaire wikkelingen moeten dan parallel staan, want die leveren onder die omstandigheid de gevraagde 6 V. Dus primair in serie, secundair parallel. Wie van de vier voldoet?

Schakeling 1: primair in serie, secundair in serie. Nee.

Schakeling 2: primair in serie, secundair parallel. Ja. Toch even verder kijken, je weet het maar nooit.

Schakeling 3: primair parallel, secundair in serie. Nee.

Schakeling 4: primair parallel, secundair parallel. Nee.

De winnaar is schakeling 2, antwoord A.



Opmerking

Deze opgave lijkt sterk op Opgave 6-2 (zelfde tekening). Toch is hij anders. Daarom is ook deze opgave volledig uitgewerkt.



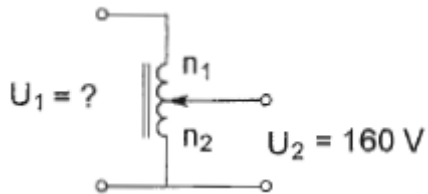
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.9 Uitwerking van Opgave 6-9

Een variac is in principe een autotransformator. De knop van de variac wordt zodanig gedraaid, dat $n_1 = 100$ eindingen en $n_2 = 200$ windingen.



U_1 is dan

- A. 48 V
- B. 240 V
- C. 60 V
- D. 80 V

Uitwerking

Het totale aantal windingen van de autotrafo is $100+200 = 300$. Over 200 windingen staat 160 V. Over 300 windingen staat dan $160 \cdot \frac{300}{200} \text{ V} = 240 \text{ V}$. Dat is antwoord B.



Terug naar de opgave

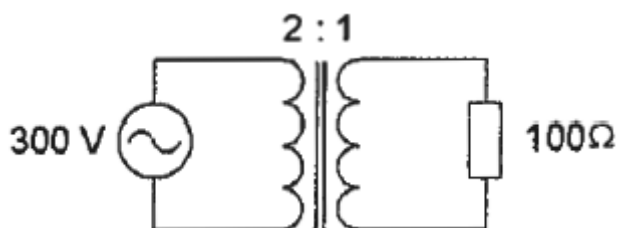
Naar de volgende opgave



6.5.10 Uitwerking van Opgave 6-10

De verliesvrije transformator is belast met een weerstand.

De stroom door de weerstand is:



- A. 3 A
- B. 6 A
- C. 0,75 A
- D. 1,5 A

Uitwerking

Als gevolg van de wikkilverhouding van 2:1 wordt de primaire spanning van 300 V getransformeerd naar 150 V. 150 V over 100 Ω levert een stroom van $150/100 \text{ A} = 1,5 \text{ A}$, want $I = U/R$.

Opmerkingen

Het verwarrende aan deze opgave is dat er een weerstand in voorkomt en sommigen de neiging zullen hebben, een weerstandstransformatie uit te voeren met 4:1 in plaats van 2:1. Dan kom je op het foute antwoord C.

Als je de wikkilverhouding verkeerd om leest, kom je op antwoord B en als je niet op de wikkilverhouding let, misschien op A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.11 Uitwerking van Opgave 6-11

De primaire wikkeling van een transformator heeft 100 windingen. De secundaire wikkeling heeft 500 windingen.

Op de primaire wikkeling wordt een wisselspanning van 10 V aangesloten. De wisselspanning op de secundaire wikkeling is:

- A. 250 V
- B. $10\sqrt{5}$ V
- C. 50 V
- D. 2 V

Uitwerking

De transformatieverhouding voor wisselspanning is gelijk aan de wikkelverhouding. Die is 1:5 (primair : secundair). De secundaire spanning is dus $5 \cdot 10$ V is 50 V. Antwoord C.



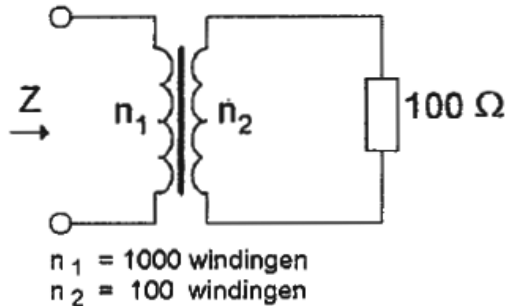
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.12 Uitwerking van Opgave 6-12

De impedantie Z bedraagt



- A. $10 \text{ k}\Omega$
- B. $1 \text{ k}\Omega$
- C. 1Ω
- D. 100Ω

Uitwerking

We beginnen met de wikkelverhouding; primair : secundair = $n_1 : n_2 = 1000:100 = 10:1$. De vraag kun je ook stellen als “hoe groot is de impedantie die een schakeling “ziet” als je hem aansluit op de primaire wikkeling?”. Bij spanningstransformatie is de transformatieverhouding gelijk aan de wikkelverhouding. Bij impedantiëtransformatie gaat het om het kwadraat van de wikkelverhouding. Het kwadraat van 10:1 is 100:1, dus het antwoord is $Z=100 \cdot 100 \Omega = 10 \text{ k}\Omega$. Dat is antwoord A.

Opmerking

Bij een transformatie als in het schema spreken we eigenlijk nooit over een weerstand, ook al staat er behalve een trafo alleen maar een weerstand in het schema. Het is eigenlijk altijd *impedantie*, al is het maar omdat de koppeling inductief is en dus alleen geldt voor wisselstroom.



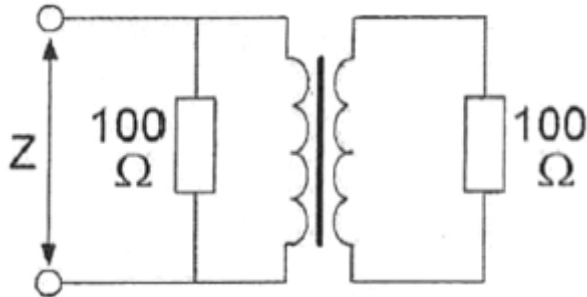
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.13 Uitwerking van Opgave 6-13

De transformator heeft twee gelijke wikkelingen. De impedantie Z voor wisselstroom is:



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

Uitwerking

Dit is wat je noemt een instinker. Je bent al gauw geneigd tot antwoord A. Maar de twee weerstanden zijn via de 1:1 trafo gekoppeld en staan effectief parallel. Het wordt dus antwoord D!



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.14 Uitwerking van Opgave 6-14

Om een audiotransformator wordt soms een weekijzeren afschermbus geplaatst. Het weekijzer:

- A. Verstrooit het magnetisch veld
- B. Reflecteert het magnetisch veld
- C. Is een geleider voor het magnetisch veld**
- D. Schermt wel het elektrisch, maar niet het magnetisch veld af

Uitwerking

Weekwijzer heeft een hoge magnetische permeabiliteit, maar wordt nauwelijks zelf gemagnetiseerd, of liever: het verliest eventuele magnetisering razendsnel. Dat maakt het tot een goed afschermmateriaal voor wisselende magnetische velden, doordat het zulke velden geleidt. Antwoord C is dus goed.



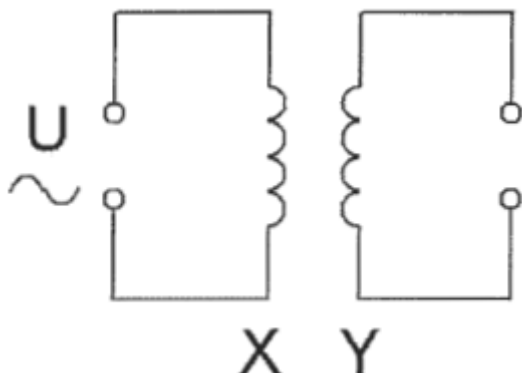
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.15 Uitwerking van Opgave 6-15

De spanning U heeft een frequentie van 1 MHz. Om spoel Y af te schermen van spoel X, dient men



- A. Een ijzerkern aan te brengen in spoel X
- B. Een ijzerkern aan te brengen in beide spoelen
- C. Een koperkern aan te brengen in spoel Y
- D. **Spoel X in een koperen bus te plaatsen**

Analyse en uitwerking

De frequentie is 1 MHz. Bij die vrij hoge frequentie is afscherming met weekijzer niet meer aan de orde, omdat het materiaal deze snelle wisseling van polariteit niet “bijsploft”.

Spoelkernen hebben niets met afscherming te maken, hoogstens met verandering van zelfinductie. Dan blijft vanzelf antwoord D over. De werking van een geleidende afschermibus -in plaats van koper kun je ook heel goed aluminium gebruiken- zit hem in het feit dat het snel veranderende magnetische veld van de spoel leidt tot een rondgaande wisselstroom in de bus die het magnetisch veld van de spoel buiten de bus neutraliseert.

Opmerking

Zo wordt een deel van de energie van het wisselende magnetische veld omgezet in warmte. Deze manier van afschermen vermindert de effectieve zelfinductie van de spoel en ook de Q van een eventuele afgestemde kring, waarvan de spoel deel uitmaakt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.16 Uitwerking van Opgave 6-16

In transformatoren worden ijzerkernen toegepast. De ijzeren lamellen die de kern vormen, worden onderling geïsoleerd. Dit isoleren heeft tot doel, de:

- A. Magnetische flux te versterken
- B. Kernverliezen te verkleinen**
- C. Koppeling te versterken
- D. Transformatieverhouding te vergroten

Uitwerking

De isolatie van de lamellen verandert nauwelijks iets aan de magnetische flux of de koppeling tussen de wikkelingen en niets aan de transformatieverhouding.

De isolatie vermindert wel de kernverliezen. Om dat te begrijpen, moeten we bedenken dat ijzer niet alleen een goede geleider is voor een magnetisch veld, maar ook een heel goede elektrische geleider. Een veranderend magnetisch veld -en dat is bij wisselstroom voortdurend aan de orde- veroorzaakt stroom in een geleider. Dat is bij transformatoren ook de bedoeling, mits die geleider niet de kern is. Als de kern een blok ijzer is, ontstaan er in de kern ook stromen. Die leiden tot verhitting van de kern en niet tot energieoverdracht tussen primaire en secundaire wikkeling(en). Datzelfde proces speelt zich af bij een inductiekookplaat, waar het met opzet gebeurt. In deze opgave gaat het om de kernverliezen die zijn genoemd in antwoord B.

De remedie is, de kern te laten bestaan uit dunne ijzerplaten (lamellen) die onderling zijn gescheiden door een dun isolerend laagje.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





6.5.17 Uitwerking van Opgave 6-17

Om de zelfinductie van HF-spoelen te regelen, worden veelal ijzernkernen toegepast. Deze kernen bestaan bij voorkeur uit

- A. Massief zacht ijzer
- B. Geïsoleerde ijzerplaatjes
- C. Samengeperst zuiver ijzerpoeder
- D. **Samengeperste geïsoleerde ijzerpoederdeeltjes**

Uitwerking

Bij HF-spoelen mag de kern bij voorkeur niet geleidend zijn. Dat leidt tot (hoge) kernverliezen. Daarmee vallen de antwoorden A, B en C af. Dus ook C, want als je zuivere metaaldeeltjes samenperst, ontstaat ook een geleidend lichaam.

Het enig juiste antwoord is dan ook D: samengeperste geïsoleerde ijzerpoederdeeltjes.

Opmerking

In massief ijzer (antwoord A) of in iets mindere mate in geïsoleerde ijzerplaatjes (antwoord B) ontstaat hetzelfde effect als in een inductiekookplaat.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.18 Uitwerking van Opgave 6-18

Bij een spoel neemt de verliesweerstand door het skin-effect toe bij gebruik

- A. Van draad met een hogere soortelijke weerstand
- B. Van draad met een dunnere isolatielaag
- C. Van spatie tussen de windingen
- D. Bij hogere frequenties**

Uitwerking

De soortelijke weerstand, isolatielagen, of ze nu uit lucht bestaan of iets anders, hebben niets te maken met het skin effect dat ook wel huideffect heet. Frequentie heeft dat wel: hoe hoger de frequentie, des te meer verplaatst de stroom zich naar het draadoppervlak. Gevolg: elektrisch gezien een kleinere effectieve doorsnede en dus een grotere (verlies)weerstand.

Dat betekent antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**6.5.19 Uitwerking van Opgave 6-19**

De weerstandsverhoging door het huideffect (skin-effect) is groter, wanneer

- A. De coëfficiënt van zelfinductie hoger is
- B. De stroom door de spoel groter is
- C. De frequentie hoger is**
- D. De isolatie dikker is

Uitwerking

De grootte van de zelfinductie, de stroomsterkte of de isolatie hebben niets met het huideffect te maken. Dat is alleen de frequentie: hoe hoger de frequentie, des te sterker is het huideffect. Dan houden we alleen antwoord C over.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.20 Uitwerking van Opgave 6-20

Om de gevolgen van het huideffect (skin-effect) te verminderen, kan een spoel in de eindtrap van een zender het best gewikkeld worden

- A. Van verzilverd koperdraad
- B. Van aluminiumdraad
- C. Van koperdraad
- D. Met ruimte (spatie) tussen de windingen

Uitwerking

De beste manier om gevolgen van het huideffect te verminderen is een zo goed mogelijk geleidende buitenlaag van de draad. Het binnenste van de draad is van minder belang, omdat de meeste stroom nabij het draadoppervlak loopt. Het enige antwoord dat daarop inspeelt, is antwoord A, want zilver is een betere geleider dan aluminium of koper..

Opmerking

We zien hier geen litzedraad bij de antwoorden. Dat kan ook worden gebruikt -is zelfs beter dan verzilverd draad- mits het dik genoeg is, want in een zendereindtrap kunnen flinke stromen lopen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.21 Uitwerking van Opgave 6-21

Het aanbrengen van een poederijzerkern in een spoel die op 3,5 MHz wordt toegepast, heeft de volgende invloed

- A. Zelfinductie neemt af en Q -factor blijft gelijk
- B. Zelfinductie blijft gelijk en Q -factor neemt af
- C. Zelfinductie neemt af en Q -factor neemt toe
- D. **Zelfinductie neemt toe en Q -factor neemt toe**

Uitwerking

In een massieve ijzerkern treden bij deze frequentie hoge verliezen op doordat een stuk ijzer niet gemakkelijk in een tempo van 3,5 MHz zijn polarisatie kan omkeren. Dat leidt tot flinke verliezer en een lage Q . De geleiding van het materiaal vermindert bovendien de zelfinductie.

Bij een poederijzerkern zoals in de opgave genoemd, ligt dat anders. De fijne ijzerdeeltjes laten zich gemakkelijk magnetiseren en ompolen en de ijzerverliezen zijn daardoor klein. Zo'n kern verhoogt wel de zelfinductie flink, daarmee ook de reactantie, maar de verliesweerstand niet of weinig. Het resultaat is een verhoogde zelfinductie en een verhoogde Q dus antwoord D. Zie ook de opmerking.

Opmerking

Voor de kwaliteitsfactor Q geldt

$$Q = \frac{X_L}{R_L} = \frac{2\pi fL}{R_L}$$

Daarin is R_L de verliesweerstand.

Als L als gevolg van het inbrengen van de kern flink toeneemt en R_L niet of weinig afneemt, moet volgens deze vergelijking Q flink groter worden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





6.5.22 Uitwerking van Opgave 6-22

De werking van een aluminium afschermbus om een HF-spoel berust op

- A. Inductie van een stroom in de bus die een tegengesteld magnetisch veld opwekt
- B. Naar aarde afvoeren van magnetische veldlijnen
- C. Magnetische geleiding van aluminium
- D. Diamagnetische eigenschappen van aluminium

Uitwerking

De afscherming door een aluminium bus heeft alles te maken met wisselstromen in de bus die een elektrisch en magnetisch veld (E/M-veld) opbouwen dat tegengesteld is aan dat van de spoel en zo beide velden buiten de bus tenietdoet. Dat is dus antwoord A.

Opmerkingen

Magnetische veldlijnen lopen van pool naar pool en worden dus niet naar aarde afgevoerd.

Aluminium heeft een magnetische permeabiliteit die ongeveer even groot is als die van lucht, dus een magnetisch veld geleiden (antwoord C) is niet aan de orde.

Diamagnetisme is een interessant verschijnsel, maar in radiotoepassingen niet aan de orde. Een korte beschrijving vind je op <https://nl.wikipedia.org/wiki/Diamagnetisme>.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.23 Uitwerking van Opgave 6-23

Het aanbrengen van een geaarde aluminium bus om een spoel waardoor een HF wisselstroom loopt, heeft tot gevolg dat buiten de bus:

- A. Alleen het magnetisch veld wordt verkleind
- B. Alleen het elektrisch veld wordt verkleind
- C. Het elektrisch veld wordt verkleind en het magnetisch veld wordt versterkt
- D. Zowel het elektrisch als het magnetisch veld wordt verkleind**

Uitwerking

In de aangebrachte bus wordt een stroom en spanning worden geïnduceerd die tegengesteld zijn aan de stroom in en de spanning over de spoel. Gevolg is, dat zowel het elektrische als het magnetische veld (aanzienlijk) worden verzwakt. Antwoord D.



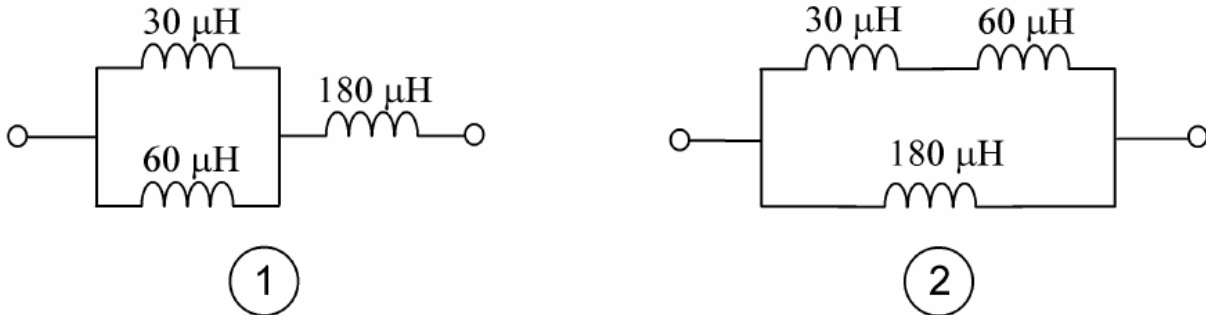
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.24 Uitwerking van Opgave 6-24

De spoelen zijn niet inductief gekoppeld. Een waarde van 200 mH wordt bereikt met:



- A. Geen der schakelingen
- B. **Schakeling 1**
- C. Schakeling 2
- D. Beide schakelingen

Uitwerking

Eerst een geheugenopfrisser.

“Niet-inductief gekoppeld” betekent dat de spoelen onderling magnetisch zijn afgeschermd. Dan geldt voor n in serie geschakelde spoelen dat voor de vervangingswaarde L_{tot} de afzonderlijke zelfinductiewaarden moeten worden opgeteld:

$$L_{\text{tot}} = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

Dat is dus precies als bij weerstanden. Het vinden van de vervangingswaarde voor parallel geschakelde zelfinducties gaat ook net als bij parallel geschakelde weerstanden

$$\frac{1}{L_{\text{tot}}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

Bij parallel geschakelde en niet-inductief gekoppelde spoelen is het resultaat altijd kleiner dan de kleinste zelfinductie.

Daarmee valt schakeling 2 meteen af, want met 180 mH in de parallelschakeling zul je nooit de 200 mH halen. Antwoorden C en D kloppen dus in geen geval.

Nu schakeling 1. Als de parallelschakeling van 30 en 60 mH 20 mH oplevert, moet schakeling 1 de gevraagde 200 mH moeten opleveren, want $180+20=200$.

We gebruiken de verkorte vergelijking voor twee spoelen (die kennen we van de weerstanden):



$$L_{\text{tot}} = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2} = \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} \text{ mH} = 20 \text{ mH}$$

En inderdaad, schakeling 2 is dus 200 mH. Dat wordt antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.25 Uitwerking van Opgave 6-25

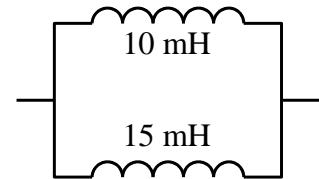
Een spoel van 10 mH wordt parallel geschakeld aan een spoel van 15 mH. De spoelen zijn niet inductief gekoppeld.

Voor de vervangingswaarde L geldt:

- A. L ligt tussen 5 mH en 10 mH
- B. L ligt tussen 10 mH en 15 mH
- C. L is groter dan 15 mH
- D. L is kleiner dan 5 mH

Uitwerking

Misschien is het goed, eerst een tekening te maken. Dat geeft een wat duidelijker beeld. Hoewel niet de exacte vervangingswaarde wordt gevraagd, is het toch beter om die uit te rekenen. Dat die waarde kleiner moet zijn dan de kleinste, dus minder dan 10 mH, is wel duidelijk, maar dan houden we nog altijd de antwoorden A en D over. Dus:



$$L = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} \text{ mH} = \frac{150}{25} \text{ mH} = 6 \text{ mH}$$

Dan is antwoord A dus goed.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.26 Uitwerking van Opgave 6-26

Een spoel van 20 mH wordt parallel geschakeld aan een spoel van 30 mH. De spoelen zijn niet inductief gekoppeld.

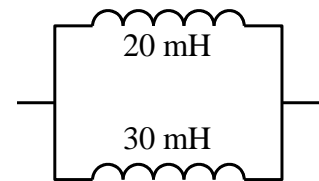
Voor de vervangingswaarde L geldt:

- A. L ligt tussen 25 mH en 30 mH
- B. L is groter dan 30 mH
- C. L ligt tussen 20 en 25 mH
- D. L is kleiner dan 20 mH

Uitwerking

We laten weer een tekening zien, maar eigenlijk is dat niet eens nodig. Je kunt deze ook beredeneren. L moet kleiner zijn dan de kleinste zelfinductie in de schakeling, dus kleiner dan 20 mH.

Er is maar één antwoord dat een waarde kleiner dan 20 mH geeft en dat is antwoord D.



Opmerking

Als je dit soort regeltjes in je hoofd hebt, kun je sommige opgaven snel afhandelen. Daardoor blijft meer tijd over voor opgaven die wel rekenwerk vragen..



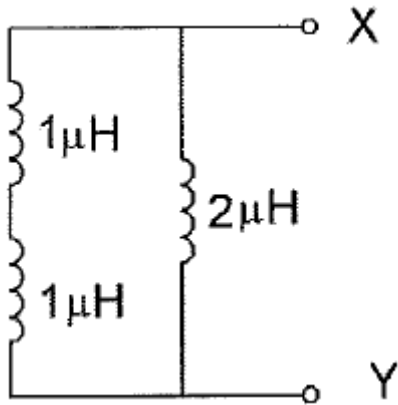
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.27 Uitwerking van Opgave 6-27

De spoelen zijn niet inductief gekoppeld. De zelfinductie tussen de punten X en Y is:



- E. $4 \mu\text{H}$
- F. $2 \mu\text{H}$
- G. $1 \mu\text{H}$**
- H. $2,5 \mu\text{H}$

Uitwerking

We zien een serieschakeling van twee keer $1 \mu\text{H}$, parallel aan $2 \mu\text{H}$.

De serieschakeling is $2 \mu\text{H}$. Die staat parallel aan opnieuw $2 \mu\text{H}$. Samen $1 \mu\text{H}$, antwoord C.



Terug naar de opgave

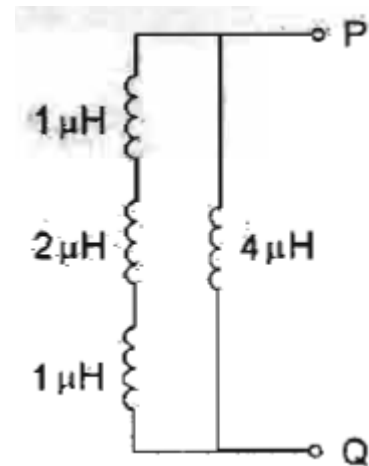
Naar de volgende opgave



6.5.28 Uitwerking van Opgave 6-28

De spoelen in de schakeling zijn niet gekoppeld. De zelfinductie tussen de punten P en Q is:

- A. $4 \mu\text{H}$
- B. $3 \mu\text{H}$
- C. $2 \mu\text{H}$
- D. $1 \mu\text{H}$



Uitwerking

We hebben te maken met een serieschakeling van $1 \mu\text{H}$, $2 \mu\text{H}$ en opnieuw $1 \mu\text{H}$, samen $4 \mu\text{H}$.

Die $4 \mu\text{H}$ staat parallel aan nog eens $4 \mu\text{H}$. Dat levert een vervangingswaarde op van $2 \mu\text{H}$.
Antwoord C is dus goed.



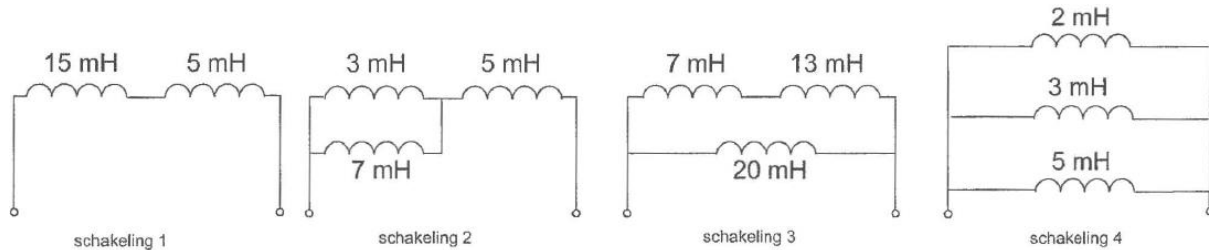
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.29 Uitwerking van Opgave 6-29

De spoelen zijn niet gekoppeld. Welke schakeling heeft een vervangingszelfinductie van 10 mH?



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

Uitwerking

We lopen ze allemaal maar af.

Schakeling 1 : 15 mH en 5 mH in serie: 20 mH. Dit is hem niet.

Schakeling 2: De parallelschakeling van 3 en 7 mH levert een waarde van minder dan 3 mH. Samen met de 5 mH haalt dat de 10 mH niet. Ook deze is niet de gezochte.

Schakeling 3: 7 en 13 mH in serie is samen 20 mH. Dat parallel aan nog eens 20 mH is 10 mH. Die moet hem zijn, maar we bekijken voor de zekerheid nummer 4.

Schakeling 4: hier moet minder dan 3 mH uit komen. We blijven bij schakeling 3, antwoord B.

Opmerking

Met een beetje oefening kun je dit bijna in één oogopslag zien.



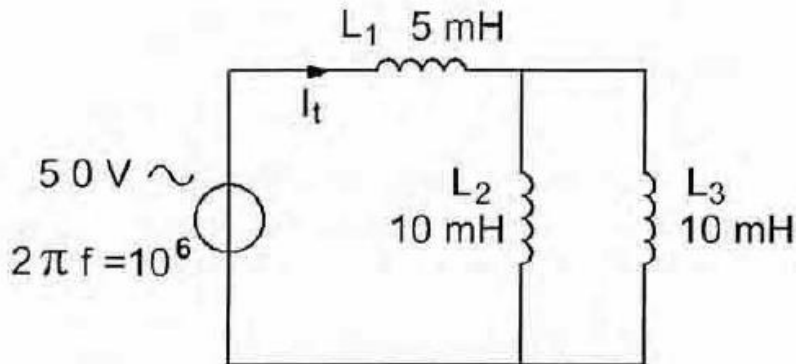
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.30 Uitwerking van Opgave 6-30

L_1 , L_2 en L_3 zijn niet gekoppeld.



I_t is:

- A. 10 mA
- B. 50 mA
- C. 5 mA**
- D. 1 mA

Uitwerking

Het eerste dat nodig is, is de belasting van de wisselspanningsbron. We zien drie zelfinducties, waarvan twee van 10 mH parallel. Dat betekent een vervangingswaarde van 5 mH. Die staat in serie met weer 5 mH. Samen weer 10 mH (wie verzint zo iets in een echte schakeling?).

De reactantie is dan gelijk aan $2\pi f \cdot 10 \text{ mH} = 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \Omega = 10^4 \Omega = 10 \text{ k}\Omega$.

Over die 10 k Ω staat 50 V. Bij allebei een nul eraf (5 V over 1 k Ω) en dat leidt tot 1 mA (het oude trucje: gebruik volts en kilo-ohms en je krijgt milliampères). Zonder trucs mag ook: $I_t = U/X = 50 \text{ V} / 10\,000 \Omega = 0,005 \text{ A} = 5 \text{ mA}$. Natuurlijk dezelfde uitkomst, anders was er iets mis geweest met de trucs. Antwoord C is het goede antwoord.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.31 Uitwerking van Opgave 6-31

De primaire wikkeling van een transformator is aangesloten op een wisselspanning van 230 V. De secundaire spanning bedraagt 23 volt.

De wikkelverhouding $N_{\text{primair}} (N_p) : N_{\text{secundair}} (N_s)$ is:

- A. $\sqrt{100}:1$
- B. 100:1
- C. 10:1
- D. 1:10

Uitwerking

De wikkelverhouding van een trafo is gelijk aan de spanningsverhouding. De spanningsverhouding is op zijn beurt dus gelijk aan de wikkelverhouding. Primair hebben we 230 V, secundair 23 V. 23 V is $230 \text{ V}/10$. De wikkelverhouding is dan ook $230 : 230/10$ is 1: $1/10$ is 10:1.

Dat betekent dat antwoord C goed is, maar lees vooral de opmerking!

Opmerking

Maar.... Is C het enige goede antwoord? Wat te denken van antwoord A? $\sqrt{100}$ is ook 10, want $10 \cdot 10 = 100$. Hier is de maker van de examenopgave dus uit de bocht gevlogen. Bij een goed multiple choice-examen is maar één antwoord goed en de rest aantoonbaar fout. We hadden deze opgave natuurlijk weg kunnen laten. We hebben hem toch opgenomen omdat er bij elk examen wel eens wat verkeerd kan gaan. Meestal wordt dat na een examen wel ontdekt en dan vervalt zo'n vraag achteraf bij de foutentelling.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.32 Uitwerking van Opgave 6-32

Een transformator heeft primair 2000 windingen en secundair 1000 windingen. Indien de primaire spanning 230 volt bedraagt, is de secundaire spanning

- A. 55 V
- B. 115 V**
- C. 155 V
- D. 460 V

Uitwerking

De primaire en secundaire spanningen verhouden zich resp. als de aantallen primaire en secundaire windingen:

$$\frac{U_1}{N_1} = \frac{U_2}{N_2} \rightarrow U_2 = U_1 \frac{N_2}{N_1}$$

Hieruit volgt dat voor de secundaire spanning U_2 geldt

$$U_2 = U_1 \frac{N_2}{N_1} = 230 \text{ V} \frac{1000}{2000} = 115 \text{ V}$$

Antwoord B is het juiste antwoord.

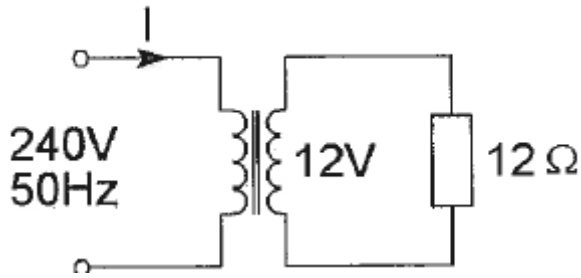


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.33 Uitwerking van Opgave 6-33



- A. 500 mA
- B. 50 mA**
- C. 25 mA
- D. 20 A

Uitwerking

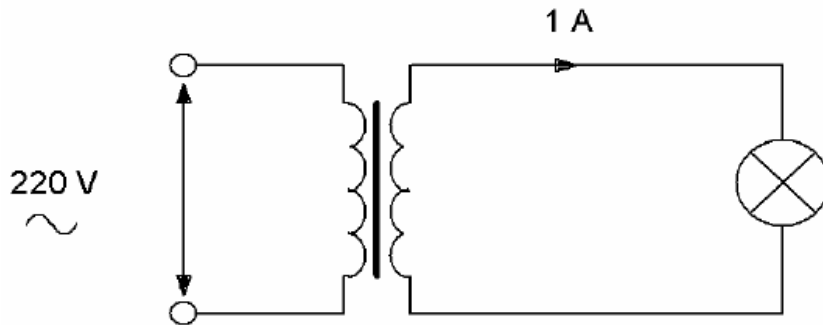
De secundaire stroom volgt uit de spanning van 12 V en de weerstand van 12 Ω. Uitkomst: $12 \text{ V} / 12 \text{ } \Omega = 1 \text{ A}$.

De spanning over de primaire is 240 V, dat is 20 maal de spanning over de primaire. De wet van behoud van energie (en als er onderweg geen energieopslag is, ook behoud van vermogen) zegt dat er primair evenveel vermogen ingaat als er secundair weer uitkomt. Bij een 20 keer zo hoge spanning betekent dat ook een 20 keer zo lage stroom, dus $1/20 \text{ A}$ is 50 mA. Antwoord B is prijswinnaar..

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

6.5.34 Uitwerking van Opgave 6-34

Een ideale transformator heeft primair 500 windingen en secundair 100 windingen. De primaire stroom is ongeveer



- A. 0,2 A
- B. 0,04 A
- C. 1 A
- D. 5 A

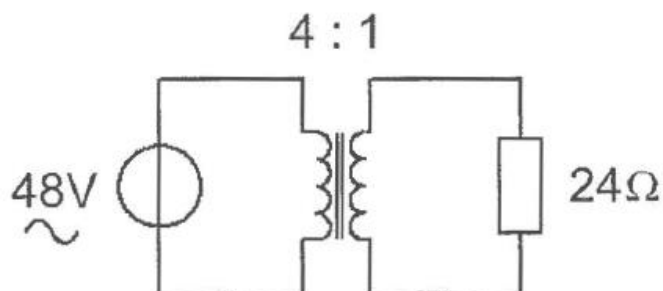
Uitwerking

Als er 220 V over de primaire staat, moet er bij de gegeven wikkelverhouding 1/5 van 220 V over de secundaire staan. De primaire stroom is dan 1/5 maal de secundaire stroom, is 0,2 A, want de vermogens aan de primaire en aan de secundaire kant moeten gelijk zijn. Dat wordt deze keer antwoord A.

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

6.5.35 Uitwerking van Opgave 6-35

De stroom door de weerstand is



- A. 1 A
- B. 6 A
- C. 2 A
- D. 0,5 A

Uitwerking

De wikkilverhouding is 4:1, dat wil zeggen op elke 4 primaire windingen één secundaire.

Diezelfde verhouding geldt voor de spanningsverhouding. Als de spanning over de primaire 48 V is, die die over de secundaire $48 \text{ V}/4$ is 12 V.

12 V over een weerstand van 24Ω leidt tot een stroom van $12 \text{ V} / 24 \Omega = 0,5 \text{ A}$

Antwoord D.



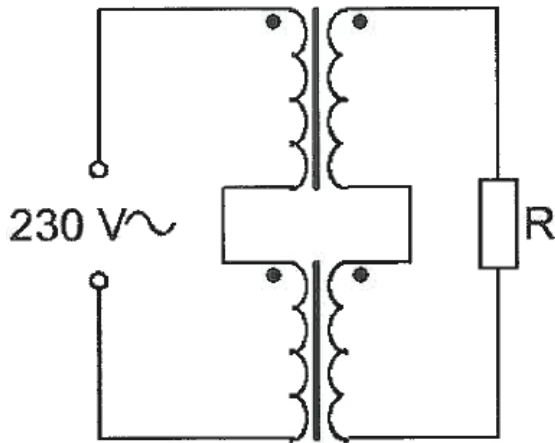
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.36 Uitwerking van Opgave 6-36

De transformatoren zijn identiek en elk bedoeld voor primair 230 V, secundair 12 V, De spanning over de weerstand R is:



- A. 48 V
- B. 12 V
- C. 6 V
- D. 24 V

Uitwerking

Zowel de primaire als de secundaire wikkelingen staan in serie. Over de primaire wikkelingen staat daarom per transformator de helft van 230 V. Dan moeten de secundaire wikkelingen per stuk ook de helft van 12 V is 6 V geven, maar omdat ze in serie staan, geven ze samen weer 12 V. Antwoord B dus.

Opmerking

De dikke punten op de uiteinden van de wikkelingen geven aan dat die uiteinden onderling in fase zijn. Dat is een gebruikelijke aanduiding in schakelingen waarin dat niet op voorhand duidelijk is en waarin het noodzakelijk is om dat te weten. Dat is hier het geval.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**6.5.37 Uitwerking van Opgave 6-37**

Een transformator met een primaire wikkeling van 1000 windingen wordt aangesloten op 200 volt wisselspanning. De secundaire wikkeling heeft 200 windingen.

De secundaire spanning is

- A. 100 V
- B. 1000 V
- C. $200/\sqrt{5}$ V
- D. 40 V

Uitwerking

De spanning is 200/1000 V per winding is 0,2 V per winding. Daarmee is de secundaire spanning 200 V per winding maal 200 windingen is 40 V.

Deze uitwerking komt op hetzelfde neer als via de vergelijking

$$U_2 = U_1 \frac{N_2}{N_1} = 200 \text{ V} \frac{200}{1000} = 40 \text{ V}$$

In beide gevallen natuurlijk hetzelfde antwoord, namelijk D



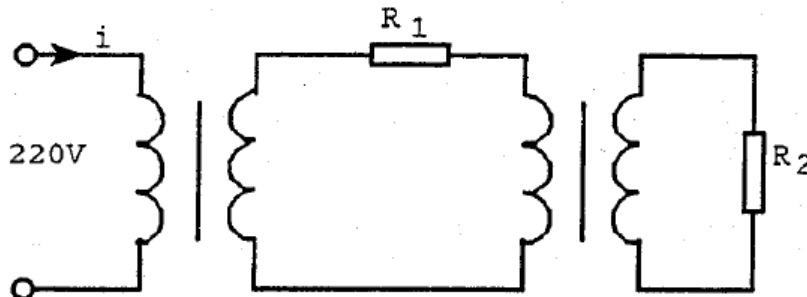
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.38 Uitwerking van Opgave 6-38

In de weerstand R_1 wordt 2 watt en in de weerstand R_2 wordt 20 watt gedissipeerd. De transformatoren zijn ideaal. De stroom i is:



- E. 100 mA
- F. 182 mA
- G. 9 mA
- H. 91 mA

Uitwerking

Dit vraagstuk draait om behoud van vermogen. Bij een ideale trafo gaat geen vermogen verloren. R_1 dissipeert 2 W en R_2 dissipeert 20 W, waarna er geen vermogen meer over is, want de stroom kan nergens anders naar toe.

In totaal is er dus 22 W gedissipeerd. Die 22 W moet met een spanning van 220 V het systeem in komen. Omdat voor vermogen P geldt dat $P = ui$, geldt ook dat $i = P/u$ en is i gelijk aan $22/220$ A. Dat is 0,1 A = 100 mA, antwoord A.

Opmerking

Voor wisselstroom is hier het symbool i in plaats van I gebruikt. Dat is niet ongebruikelijk als er onderscheid moet worden gemaakt tussen gelijk- en wisselstroom., maar het kan ook als er geen gelijkstroom aan te pas komt. Daarom hebben we in de uitwerking ook voor de spanning de kleine letter, dus het symbool u in plaats van U gebruikt.



Terug naar de opgave

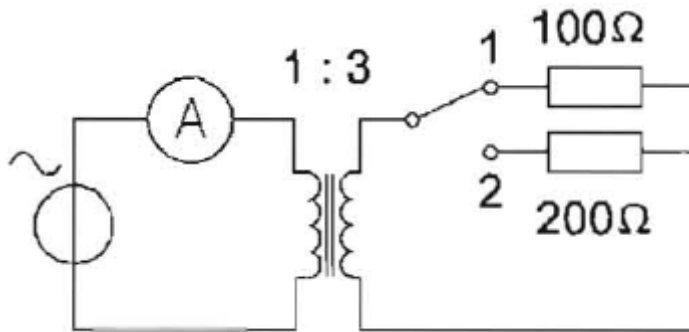
Naar de volgende opgave



6.5.39 Uitwerking van Opgave 6-39

De transformator is verliesvrij.

Als de schakelaar in stand 1 staat, is de stroom door de ampèremeter 9 ampère. Zetten we de schakelaar in stand 2, dan is de stroom door de ampèremeter:



- A. 9 A
- B. 1,5 A
- C. 3 A
- D. 4,5 A

Uitwerking

In stand 1 staat er 100 Ω over de secundaire waarbij de stroom 9 A is. In stand 2 is de weerstand verdubbeld, 200 Ω dus. Dan is de stroom secundair gehalveerd en primair ook, want het is een verliesvrije trafo. I is dus niet meer 9, maar 4,5 A. Antwoord D.

Opmerking

Dit is zo'n vraag waarbij je gemakkelijk in de verleiding komt, de zaken ingewikkelder te maken dan ze zijn. De transformatieverhouding van 1:3 is overbodig. Zelfs de weerstandwaarden zijn overbodig, zolang we maar weten dat $R_2 = 2R_1$. Rookgordijnen, maar wel een test op inzicht.



Terug naar de opgave

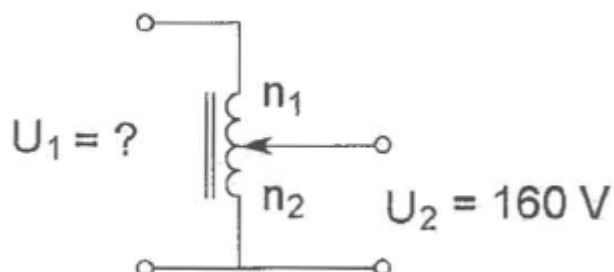
Naar de volgende opgave



6.5.40 Uitwerking van Opgave 6-40

Een variac is in principe een autotransformator.

De knop van de variac wordt zodanig gedraaid dat $n_1 = 100$ windingen en $n_2 = 200$ windingen.



U_1 is dan:

- A. 60 V
- B. 48 V
- C. 240 V
- D. 90 V

Uitwerking

Over $n_2 = 200$ windingen staat 160 V. Dat is 0,8 V per winding. U_1 staat over 200 + 100 windingen is 300 windingen. Daarmee is $U_1 = 300 \cdot 0,8 \text{ V} = 240 \text{ V}$.

Het kan ook in 1 keer:

$$U_1 = \frac{n_1 + n_2}{n_2} \cdot 160 \text{ V} = 240 \text{ V}$$

Antwoord C is het juiste antwoord.



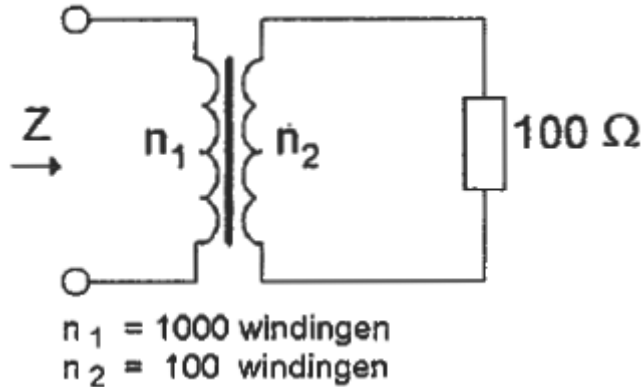
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.41 Uitwerking van Opgave 6-41

De impedantie Z bedraagt:



- A. $10 \text{ k}\Omega$
- B. $1 \text{ k}\Omega$
- C. 1Ω
- D. 100Ω

Uitwerking

Let op dat de transformatie van weerstanden, impedanties en reactanties niet gaat met de wikkilverhouding, maar met het kwadraat ervan. Dat komt doordat spanningen worden getransformeerd met de wikkilverhouding en stromen met het omgekeerde daarvan. Dus: spanning maal 3 is stroom maal $1/3$, om maar een getallenvoorbeeld te noemen.

We hebben hier te maken met een wikkilverhouding van 10 primair tegen 1 secundair. Z is dus niet gelijk aan $10 \cdot 100 \Omega$, maar $10^2 \cdot 100 \Omega$. Dat is $10 \text{ k}\Omega$, antwoord A.

Opmerking

De instinker is natuurlijk antwoord B. Antwoord C ontstaat als je de transformatieverhouding verkeerd om neemt. Over D zullen we het maar niet hebben; die is wel erg fout.



Terug naar de opgave

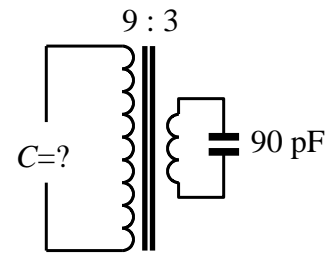
Naar de volgende opgave



6.5.42 Uitwerking van Opgave 6-42

Een ideale transformator heeft een primaire wikkeling van 9 windingen en een secundaire van 3 windingen. Op de secundaire wikkeling wordt een condensator aangesloten van 90 pF. Op de primaire wikkeling wordt een capaciteit gemeten van

- A. 30 pF
- B. 810 pF
- C. 270 pF
- D. 10 pF



Uitwerking

Hier moet worden bedacht dat transformatie van reactanties net zo gaat als bij weerstanden en impedanties. Het hangt van het soort reactantie af of het element dat de reactantie levert, op de andere wikkeling groter of kleiner lijkt.

In dit vraagstuk wordt een reactantie op de secundaire getransformeerd naar de primaire en wel van een wikkeling van drie windingen naar één van 9 windingen.

3:9 is hetzelfde als 1:3. Maar bij weerstanden, impedanties en reactanties hebben we te maken met het kwadraat van de wikkelverhouding. Dat betekent in dit geval 1 eenheid op 3 windingen, $3^2 = 9$ eenheden op 9 windingen. Een meetapparaat dat op de primaire is aangesloten “ziet” daarom in dit geval een 9 keer zo hoge reactantie als daadwerkelijk is aangesloten op de secundaire.

Capaciteit is omgekeerd evenredig aan reactantie, want

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

De capaciteit die op de primaire wordt gemeten is daarom 9 keer zo klein als de 90 pF die is aangesloten op de secundaire, dat is 10 pF. Antwoord D is daarom het juiste antwoord.

Opmerking

Dit is een wel erg onpraktisch vraagstuk. Een C-tje van 90 pF of nog sterker, 10 pF verwacht je in frequentiegebieden waarin geen ijzerkernen -zoals getekend- toepasbaar zijn. Dat hoge frequentiegebied mag blijken uit de aantallen windingen, 9 en 3. En als je een condensatortje van 10 pF (kosten: enkele centen) nodig hebt, ga je dat niet maken van 90 pF met behulp van een “ideale” trafo. De “ideale amateur” in de bocht?



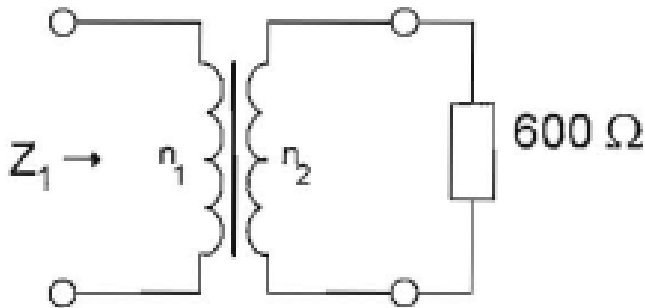
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.43 Uitwerking van Opgave 6-43

De transformator heeft $n_1 = 20$ windingen en $n_2 = 100$ windingen. De ingangsimpedantie Z is:



- A. 24Ω
- B. $3 \text{ k}\Omega$
- C. 120Ω
- D. $15 \text{ k}\Omega$

Uitwerking

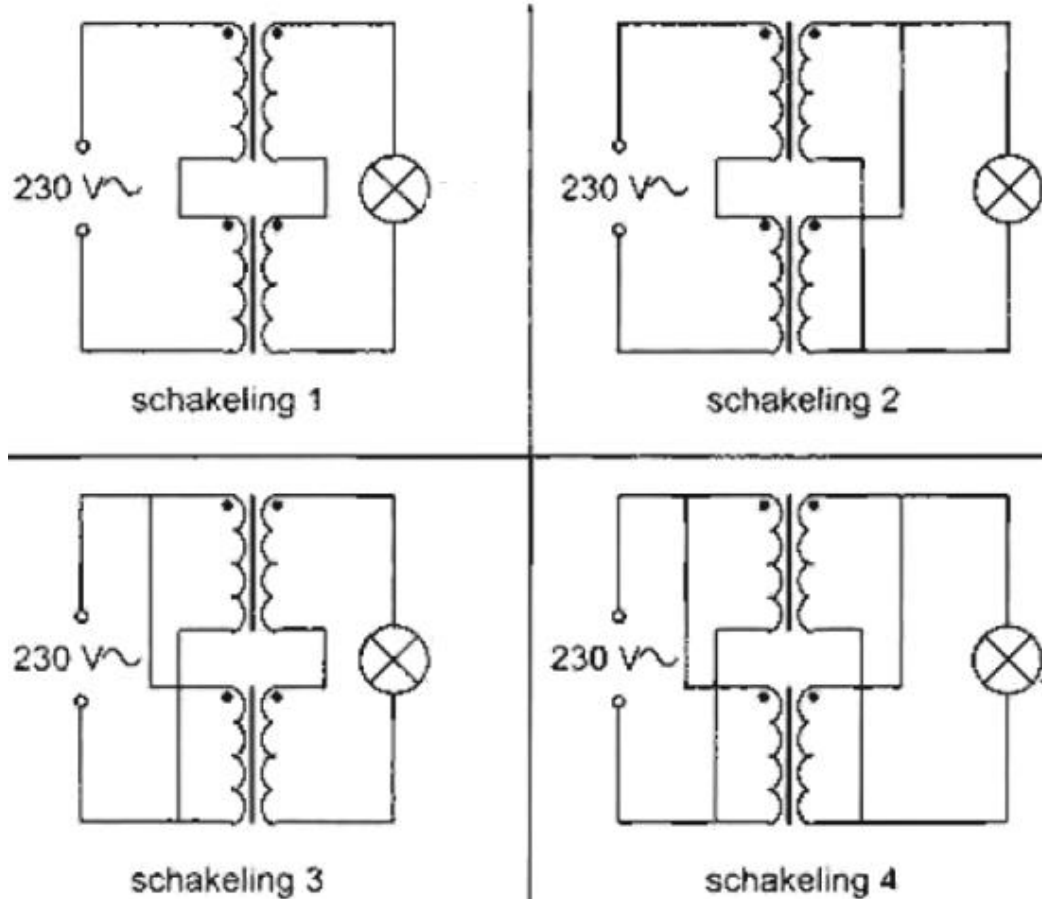
De wikkilverhouding primair : secundair is $20 : 100 = 1 : 5$. Bij impedantiëtransformatie werk je altijd met het kwadraat van de wikkilverhouding, in dit geval 1:25.

Z is dus $1/25$ van 600Ω is 24Ω . Antwoord A is het goede antwoord.

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

6.5.44 Uitwerking van Opgave 6-44

Iemand wil een gloeilamp van 12 V/10 W voeden uit het 230V net. Er staan twee gelijke transformatoren ter beschikking van elk primair 115 V en secundair 6 V/1 A.



De juiste schakeling is:

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

Uitwerking

Om de 230 V aan te kunnen, is het verstandig, de twee primaire wikkelingen in serie te zetten. Die krijgen dan elk netjes 115 V. De secundaire wikkelingen produceren dan elk 6 V, dus die moeten ook in serie, anders krijgt de lamp een te lage spanning.

Dan is meteen voorzien in de benodigde 10 W, want de trafo's kunnen in deze schakeling samen 1 A leveren, wat bij 12 V 12 W betekent. Dat is ruim voldoende voor de lamp.

Antwoord B is dus het juiste antwoord.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.45 Uitwerking van Opgave 6-45

Bij een spoel neemt de verliesweerstand door het huideffect (skin effect) toe bij gebruik:

- A. Van draad met een lagere soortelijke weerstand
- B. Van draad met een dunne isolatielaag
- C. Van spatie tussen de windingen
- D. **Bij hogere frequenties**

Uitwerking

Het huid- of skin effect is het effect dat bij toenemende frequentie de stroom door een steeds dunnere laag langs het oppervlak van de geleider loopt. Dat betekent meer weerstand bij hogere frequenties. Antwoord D dus.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.46 Uitwerking van Opgave 6-46

De werking van een geaarde aluminium afschermbus om een HF-spoel berust op

- A. Inductie van een stroom in de bus die een tegengesteld magnetisch veld opwekt
- B. Naar aarde afvoeren van magnetische veldlijnen
- C. Magnetische geleiding van aluminium
- D. Diamagnetische eigenschappen van aluminium

Uitwerking

In een aluminium afschermbus wordt een spanning geïnduceerd omdat de bus als een gesloten wikkeling om de spoel werkt. Daardoor wordt een magnetisch veld opgewekt dat tegengesteld is aan dat van de spoel zelf, zodat buiten de bus het veld niet waarneembaar is. Dit betekent dat antwoord A goed is.



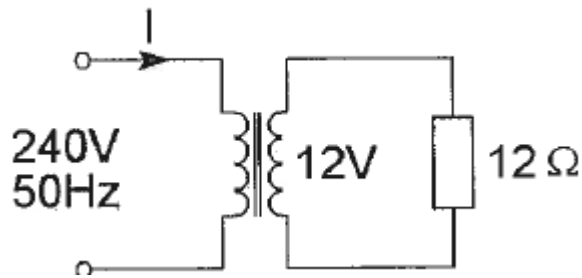
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.47 Uitwerking van Opgave 6-47De primaire stroom I is

- A. 500 mA
- B. 50 mA**
- C. 25 mA
- D. 20 A

**Uitwerking**

Als er geen vermogensverlies is en de trafo dus ideaal, verhouden de primaire en secundaire stroom zich als het omgekeerde van de verhouding van primaire en secundaire spanning.

De primaire spanning is 20 maal zo groot als de secundaire spanning. Dan moet de primaire stroom 20 keer zo klein zijn als de secundaire stroom. De secundaire stroom is snel uitgerekend: 12 V over 12 Ω leidt tot een stroom van 1 A. Dan is de primaire stroom I gelijk aan 1/20 van 1 A is 50 mA. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.48 Uitwerking van Opgave 6-48

Een luidspreker met een impedantie van 8 ohm wordt via een aanpassingstransformator aangesloten op een versterker die belast moet worden met 800 ohm.

De beste aanpassing wordt verkregen met een transformator:

- A. 220 V / 24 V
- B. 220 V / 2,5 V
- C. 220 V / 3 V – 5 V – 8 V
- D. 220 V / 127 V

Uitwerking

De trafo moet een impedantieverhouding leveren van $800:8 = 100:1$. Omdat de impedantieverhouding het kwadraat is van de wikkerverhouding, moet de wikkerverhouding bij voorkeur 10:1 zijn (er gebeuren geen ongelukken bij kleine afwijkingen). De wikkerverhouding is gelijk aan de spanningsverhouding.

De vraag kan daarmee worden teruggebracht tot: welk van de vier antwoorden komt het dichtst bij een spanningsverhouding van 10/1? We lopen ze allemaal na.

Antwoord A is 9,2:1

Antwoord B is 88:1

Antwoord C is op zijn best 27,5:1

Antwoord D is 1,97:1

Antwoord A geeft duidelijk de beste benadering van 10:1.

Opmerking

In de praktijk wil je ook graag het maximale vermogen van de trafo weten, maar dat staat er niet bij.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

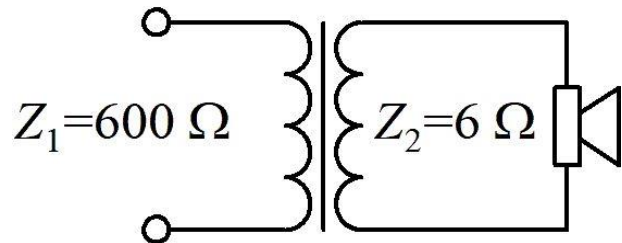


6.5.49 Uitwerking van Opgave 6-49

Een luidspreker met een impedantie van 6 ohm wordt via een aanpassingstransformator aangesloten op een versterker die belast moet worden met 600 ohm.

De wikkelverhouding van de transformator moet zijn

- A. 10:1
- B. 10 000:1
- C. 100:1
- D. 60:1

**Uitwerking**

De impedantieverhouding bij een trafo is het kwadraat van de wikkelverhouding. De impedantieverhouding in de figuur is $600:6 = 100:1$. $100:1$ is het kwadraat van $10:1$. Dan is $10:1$ de wikkelverhouding. Dat betekent dat antwoord A goed is.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



6.5.50 Uitwerking van Opgave 6-50

Een van deze toepassingen van een transformator is niet juist:

- A. Aanpassen van antenne aan kabel
- B. Wijzigen van wisselspanning
- C. **Versterken van vermogen**
- D. Koppelen van versterkertrappen

Uitwerking

Zoals al bij de opgave is gezegd: *Antwoord A hebben we in dit stadium nog niet gehad, maar het komt neer op impedantieaanpassing.*

Dit is een kwestie van inzicht en van kennis van het eerste grondbeginsel van de natuurkunde: **energie ontstaat niet uit het niets en verdwijnt niet in het niets**. In een transformator wordt maar op één punt vermogen gestopt en dat moet er aan de andere kant weer uitkomen. In een transformator wordt dan ook niets versterkt. Het in dit geval enige foute antwoord is dan ook antwoord C.



Terug naar de opgave

Einde van de examenopgaven bij hoofdstuk 6